

# **Казанский (Приволжский) федеральный университет**

в сотрудничестве с

Министерством экологии и природных ресурсов Республики Татарстан,  
Комитетом по экологии и охране окружающей среды Государственной думы  
Федерального Собрания Российской Федерации,  
Комитетом по экологии, природопользованию, агропромышленной и продо-  
вольственной политике Государственного Совета Республики Татарстан,  
Академией наук Республики Татарстан,  
Татарстанским отделением Русского географического общества

*Посвящается объявленному в России Году экологии и  
Году экологии и общественных пространств в Республике Татарстан*

## **ОКРУЖАЮЩАЯ СРЕДА И УСТОЙЧИВОЕ РАЗВИТИЕ РЕГИОНОВ: ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ВЫЗОВЫ XXI ВЕКА**

**ТРУДЫ  
III международной конференции**

Казань 2017

УДК 502.3+502.5

ББК 20.18

О-517

Редакторы:

д.б.н., проф. Селивановская С.Ю., к.б.н. Кожевникова М.В., д. г.н., проф. Сироткин В.В., д.г.н. проф. Переведенцев Ю.П., д.б.н., проф. Степанова Н.Ю., к.б.н., доцент Шайхутдинова Г.А., д.ф-м н. проф. Зарипов Ш.Х., к.б.н., доцент Смирнова Е.В., д.б.н., проф. Мингазова Н.М.

**ОКРУЖАЮЩАЯ СРЕДА И УСТОЙЧИВОЕ РАЗВИТИЕ РЕГИОНОВ: ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ВЫЗОВЫ XXI ВЕКА. Труды III международной конференции/ под редакцией С.Ю. Селивановской и М.В. Кожевниковой — Казань: Изд-во АН РТ, 2017.—821 с.**

**ISBN 978-5-9690-0381-1**

В сборнике представлены материалы конференции. В рамках конференции обсуждается широкий спектр проблем, которые сгруппированы в 7 секций. Первая секция рассматривает фундаментальные вопросы состава, строения, процессов геосфер Земли как среды обитания человека и других организмов; жизнеобеспечивающие ресурсы геосферных оболочек, изменяющихся под влиянием природных и антропогенных факторов, их охрану, рациональное использование и мониторинг. Вторая секция, посвященная 95-летию образования кафедры геофизики (в настоящее время - кафедра метеорологии, климатологии и экологии атмосферы КФУ), обсуждает вопросы атмосферных процессов; экстремальных и погодноклиматических событий; общей циркуляции атмосферы и долгосрочного прогноза погоды; палеоклиматологии, исторической реконструкции, диагноза, моделирования и прогноза глобальных и региональных изменений климата до конца 21 столетия. Материалы третьей секции представляют вопросы глобального загрязнения окружающей среды, кризиса водных ресурсов, подходы к созданию технологий, обеспечивающих агро- и продовольственную безопасность, позволяющих оценить состояние объектов окружающей среды, методы управления в сфере охраны окружающей среды и природопользования, правовые проблемы экологии и природопользования. Работы четвертой секции посвящены стратегиям охраны и оптимизации биологических ресурсов. Пятая секция концентрируется на обсуждении математических методов и ГИС технологий в экологии и природопользовании. Ключевыми вопросами, обсуждаемыми в рамках шестой секции являются диагностика, систематика и классификация почв, изучение структуры почвенного покрова, разработка принципов и методов почвенной картографии, проблемы техногенного и агрогенного химического загрязнения почв, моделирование накопления гумуса в залежных почвах, биология почв. Работы 7-ой секции посвящены социально-экономическим и экологическим аспектам анализа развития и управления урботерриториями.

© КП(Ф)У, 2017

© КП(Ф)У, Коллектив авторов, 2017

**ISBN 978-5-9690-0381-1**

## ОГЛАВЛЕНИЕ

### Секция 1

<b>Геоэкология и экзодинамические процессы</b>	29
Ionut Cristi Nicu, Andrei Asandulesei, Alin Miħu-Pintilie, Gheorghe Romanescu EVALUATION OF LANDSLIDE SUSCEPTIBILITY USING FREQUENCY RATIO AND ANALYTIC HIERARCHY PROCESS APPLIED TO CUL- TURAL HERITAGE ASSESSMENT	29
Байдакова Е.В., Унгурияну Т.Н. СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ МИКРО- БИОЛОГИЧЕСКОГО КАЧЕСТВА ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ СИСТЕМ ЦЕН- ТРАЛИЗОВАННОГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ С РАЗЛИЧНЫМИ ВИДАМИ ВОДОИСТОЧНИКОВ	31
Березина О.А., Максимович Н.Г., Пьянков С.В., Порошина Н.В. ВЛИЯ- НИЕ УГОЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ НА РЕЧНЫЕ СИСТЕМЫ ПЕРМСКОГО КРАЯ	32
Бирулина А.Г., Ялалтдинова А.Р. РИСК ПРЕДПОЛАГАЕМОГО ТОКСИ- ЧЕСКОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ РТУ-ТИ НА ЧЕЛОВЕКА И ЭКОСИСТЕМУ В Г.УСТЬ-КАМЕНОГОРСКЕ	35
Буряк Ж.А., Нарожняя А.Г. ОЦЕНКА ЭРОЗИОННОГО РИСКА АГРО- ЛАНДШАФТОВ БЕЛГОРОД-СКОЙ ОБЛАСТИ	38
Веденеева Е.А., Ермолаев О.П., Мухарамова С.С. ПОДХОДЫ К МАТЕ- МАТИЧЕСКОМУ МОДЕЛИРОВАНИЮ ЖИДКОГО СТОКА НА ТЕРРИ- ТОРИИ ЕВРОПЕЙСКОЙ ЧАСТИ РОССИИ	40
Гайнуллин И.И., Усманов Б.М., Хомяков П.В. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДИ- СТАНЦИОННЫХ МЕТОДОВ ДЛЯ ОЦЕНКИ ИНТЕНСИВНОСТИ РАЗ- РУШЕНИЯ ПАМЯТНИКОВ АРХЕОЛОГИИ ПОД ДЕЙСТВИЕМ ПРИ- РОДНЫХ И АНТРОПОГЕННЫХ ФАКТОРОВ	42
Гафуров А.М. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ (БПЛА) ДЛЯ ПОСТРОЕНИЯ ЦИФРОВЫХ МОДЕЛЕЙ РЕЛЬЕФА МАЛЫХ ВОДОСБОРОВ В РАЗЛИЧНЫХ ЛАНДШАФТНЫХ ЗОНАХ	46
Гашкова Л.П. ОЦЕНКА ЗАГРЯЗНЕНИЯ ТЯЖЁЛЫМИ МЕТАЛЛАМИ ВЕРХОВЫХ БОЛОТ ТОМСКОЙ ОБЛАСТИ ПО ИЗМЕНЕНИЮ БИО- ГЕОХИМИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ ВЕРЕСКОВЫХ КУСТАРНИЧКОВ	47
Голосов В.Н., Ермолаев О.П., Сафина Г.Р., Мальцев К.А., Гусаров А.В., Рысин И.И. ТЕНДЕНЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ ТЕМПОВ ЭРОЗИОННЫХ ПРОЦЕССОВ НА ЮЖНОМ МЕГАСКЛОНЕ РУССКОЙ РАВНИНЫ В ПОСЛЕДНИЕ ДЕСЯТИЛЕТИЯ	50

Иванов М.А. АНАЛИЗ МОРФОМЕТРИИ РЕЛЬЕФА ИСПОЛЬЗУЕМЫХ И ЗАБРО-ШЕННЫХ ПАХОТНЫХ УГОДИЙ В РЕЧНЫХ БАССЕЙНАХ ЕТР В ПЕРИОД 1985-2015 ГГ. ПО ДАННЫМ ДЗЗ	51
Иванов М.А., Ермолаев О.П. АНАЛИЗ ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ МОРФОМЕТРИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ РЕЛЬЕФА В БАССЕЙНОВЫХ ГЕОСИСТЕМАХ ДЛЯ ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКОГО РАЙОНИРОВАНИЯ ТЕРРИТОРИИ	53
Исаев С.В., Бузмаков С.А. ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ВЛИЯНИЯ НА ПРИРОДНУЮ СРЕДУ ПРИРОДНО-ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ НЕФТЯНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ В ПЕРМСКОМ КРАЕ	56
Каюмова Г.И. ОСНОВНЫЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ И РАЗМЕЩЕНИЯ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ГЛИНИСТОГО СЫРЬЯ В ЧЕТВЕРТИЧНЫХ ОТЛОЖЕНИЯХ НА ТЕРРИТОРИЯХ РЕСПУБЛИКИ ТАТАРСТАН И УЛЬЯНОВСКОЙ ОБЛАСТИ	58
Ковалева Н.О., Столпникова Е.М. ИЗОТОПНЫЙ СОСТАВ УГЛЕРОДА ПАЛЕОПОЧВ И ПЕДОЛИТОСЕДИМЕНТОВ ПОЗДНЕГО ПЛЕЙСТОЦЕНА ТРУБЧЕВСКОГО ОПОЛЯ БРЯНСКОЙ ОБЛАСТИ И ПРИАЗОВЬЯ	60
Круглякова Р.П., Курилов П.И., Тереножкин А.М. ФЛЮИДОДИНАМИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ В ТЕМРЮКСКОМ ЗАЛИВЕ АЗОВСКОГО МОРЯ	62
Мальцев К.А. Ермолаев О.П. ПОТЕРИ ПОЧВ ОТ ВОДНОЙ ЭРОЗИИ НА ПАХОТНЫХ ЗЕМЛЯХ ЕВРОПЕЙСКОЙ ЧАСТИ РОССИИ	63
Медведева Р.А. ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ ОБРАЖНОЙ СЕТИ НА ТЕРРИТОРИИ РЕСПУБЛИКИ ТАТАРСТАН	66
Мишин Д.В., Евстигнеев В.П., Остроумова Л.П. СПОСОБ РАСЧЕТА ИНТЕГРАЛЬНОГО СЛОЯ ОСАДКОВ НАД АКВАТОРИЕЙ АЗОВСКОГО МОРЯ	69
Мозжерин В.В., Сатдаров А.З. МЕТОДИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ УСТАНОВЛЕНИЯ ГРАНИЦ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ И ОПЫТ ИХ РЕШЕНИЯ НА ПРИМЕРЕ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ РЕСПУБЛИКИ ТАТАРСТАН	71
Никонова И.В. СТРОИТЕЛЬНОЕ ОСВОЕНИЕ ОПОЛЗНЕОПАСНЫХ СКЛОНОВ ЧЕБОКСАРСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА	74
Петрова Е.В. ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ОБЪЕКТЫ КАК ОСНОВА СОЗДАНИЯ ЛАНДШАФТНЫХ ЗАКАЗНИКОВ (НА ПРИМЕРЕ РТ)	77
Платончева Е.В. МЕТОДИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К ОПРЕДЕЛЕНИЮ ДИНАМИКИ ПОЯСА СТРУЙЧАТОЙ ЭРОЗИИ НА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ЗЕМЛЯХ	79



Сафина Г.Р., Федорова В.А., Медведева Р.А. ОБРАЖНО-БАЛОЧНЫЕ СИСТЕМЫ КАЗАНИ КАК ТЕРРИТОРИАЛЬНЫЙ РЕЗЕРВ РАЗВИТИЯ ГОРОДА	82
Сироткин В.В., Васюков С.В., Усманов Б.М. ОЦЕНКА КАЧЕСТВЕННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПОЧВ В ПОЛЕВЫХ УСЛОВИЯХ СПЕКТРОРАДИОМЕТРИЧЕСКИМ МЕТОДОМ	84
Фатхутдинова Р.Ш. ЦИКЛИЧЕСКИЕ КОЛЕБАНИЯ СТОКА РЕКИ УРАЛ	87
Фёдоров Ю.А., Гарькуша Д.Н., Трубник Р.Г. СОПРЯЖЕННЫЕ ЦИКЛЫ МЕТАНА И СЕРОВОДОРОДА В ЛЕЧЕБНЫХ СУЛЬФИДНЫХ ГРЯЗЯХ ЮГА ЕВРОПЕЙСКОЙ ТЕРРИТОРИИ РОССИИ	90
Хайруллина Д.Н. ГЕНЕТИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА РЕЧНОГО СТОКА ХЛОРИД-ИОНОВ НА ПРИМЕРЕ КАРСТОВЫХ И НЕКАРСТОВЫХ ГЕОСИСТЕМ АРХАНГЕЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ	93
Харанжевская Ю.А., Воистинова Е.С. ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ВОД ВЕРХОВОГО БОЛОТА В МЕЖДУРЕЧЬЕ РЕК БАКЧАР И ИКСА (ЗАПАДНАЯ СИБИРЬ)	95
Харченко С.В., Мухарамова С.С., Ермолаев О.П. ОПЫТ ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКОГО РАЙОНИРОВАНИЯ ТЕРРИТОРИИ ЕВРОПЕЙСКОЙ ЧАСТИ РОССИИ НА ОСНОВЕ КОМПЛЕКСНОГО АНАЛИЗА МОРФОМЕТРИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК РЕЛЬЕФА	98
Хоанг Тхи Зеу Хьонг СОВРЕМЕННЫЕ ЛАНДШАФТНЫ ПРОВИНЦИИ КУАНГ БИНЬ (ЦЕНТРАЛЬНЫЙ ВЬЕТНАМ)	101
Шайдулина А.А., Китаев А.Б., Двинских С.А. ВЛИЯНИЕ ПОЛОЖЕНИЯ ГРАНИЦЫ ВЫКЛИНИВАНИЯ ПОДПОРА НА ДЕФОРМАЦИИ КОТЛОВИНЫ КАМСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА	104
Шарифуллин А.Г., Гусаров А.В., Гафуров А.М., Эссуман-Куэйну Б. ПРЕДВАРИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА СОВРЕМЕННОГО ТРЕНДА НАКОПЛЕНИЯ НАНОСОВ В ДНИЩАХ ДОЛИН ПЕРВОГО ПОРЯДКА В РАЗНЫХ ЛАНДШАФТНЫХ ЗОНАХ РУССКОЙ РАВНИНЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ <sup>137</sup> CS В КАЧЕСТВЕ ХРОНОМАРКЕРА	107
Шынбергенов Е.А. ПРИМЕНЕНИЕ ГИС-ТЕХНОЛОГИЙ ПРИ РАСЧЕТАХ ПОТЕНЦИАЛЬНОГО СМЫВА ПОЧВ ВОДОСБОРА р. МАРХА (РЕСПУБЛИКА САХА)	108

<b>Секция 2</b>	112
<b>Изменение климата, макроциркуляционные процессы и экология атмосферы. Посвящается 205–летию метеорологических наблюдений в Казанском университете и 95–летию образования кафедры геофизики (кафедра метеорологии, климатологии и экологии атмосферы)</b>	
Аверьянова Е.А. ТЕРМОХАЛИННАЯ ЦИРКУЛЯЦИЯ В ПРОШЛОМ, НАСТОЯЩЕМ И БУДУЩЕМ	112
Акимов Л.М. ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ЭЛЬ-НИНЬО НА РЕЖИМ ОСАДКОВ В ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЧАСТИ РУССКОЙ РАВНИНЫ В ЯНВАРЕ	115
Алексеев Г.В., Кузмина С.И., Глок Н.И., Уразгильдеева А.В. АРКТИЧЕСКОЕ ИЗМЕРЕНИЕ ГЛОБАЛЬНОГО ПОТЕПЛЕНИЯ	118
Андреева И.В., Шаров А.Н. ВЛИЯНИЕ КЛИМАТИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЙ НА СОСТОЯНИЕ ФИТОПЛАНКТОНА ЧУДСКО-ПСКОВСКОГО ОЗЕРА	119
Аухадеев Т.Р., Переведенцев Ю.П. ПРОФИЛЕМЕРНЫЕ ИЗМЕРЕНИЯ СТРУКТУРНЫХ ПАРАМЕТРОВ ПОГРАНИЧНОГО СЛОЯ АТМОСФЕРЫ КАЗАНИ	121
Булекбаева Л.Т., Жумадина Ш.М., Нуркенова М.К. ВЛИЯНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ НА РАК МОЛОЧНОЙ ЖЕЛЕЗЫ В ПАВЛОДАРСКОЙ ОБЛАСТИ	123
Быков А. В., Калинин Н.А., Шихов А.Н. ПРИМЕНЕНИЕ МОДЕЛИ WRF ДЛЯ ПРОГНОЗА ОПАСНЫХ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ ЯВЛЕНИЙ ЛЕТНЕГО ПЕРИОДА В ПЕРМСКОМ КРАЕ	128
Важнова Н. А. ДОЛГОСРОЧНЫЕ ПРОГНОЗЫ ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТИ ОТОПИТЕЛЬНОГО ПЕРИОДА	131
Василенко О.В., Воропай Н.Н. РЕГИОНАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ИЗМЕНЕНИЯ ПРИЗЕМНОЙ ТЕМПЕРАТУРЫ ЮГО-ЗАПАДНОГО ПРИБАЙКАЛЬЯ И ИХ СВЯЗЬ С КРУПНОМАСШТАБНЫМИ МЕХАНИЗМАМИ АТМОСФЕРНОЙ ЦИРКУЛЯЦИИ	132
Воропай Н.Н., Кичигина Н.В. ЭКСТРЕМАЛЬНЫЕ ГИДРОКЛИМАТИЧЕСКИЕ СОБЫТИЯ В БАЙКАЛЬСКОМ РЕГИОНЕ В ПЕРИОД СОВРЕМЕННЫХ КЛИМАТИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЙ	135
Вышкваркова Е.В., Воскресенская Е.Н. ОСОБЕННОСТИ НЕРАВНОМЕРНОСТИ ВЫПАДЕНИЯ ОСАДКОВ НА ЮГЕ РОССИИ	138
Галимова Р.Г. АНАЛИЗ ИЗМЕНЧИВОСТИ ХАРАКТЕРИСТИК ЗАЛЕГАНИЯ СНЕЖНОГО ПОКРОВА РЕСПУБЛИКИ БАШКОРТОСТАН	141
Гарькуша Д.Н., Фёдоров Ю.А., Тамбиева Н.С. ЭМИССИЯ МЕТАНА	146

## ВОДНЫМИ ОБЪЕКТАМИ РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ

- Глотов В.Е., Глотова Л.П. ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИЕ СЛЕДСТВИЯ ПОЗДНЕПЛЕЙСТОЦЕНОВО-ГОЛОЦЕНОВЫХ ИЗМЕНЕНИЙ КЛИМАТА И УРОВНЯ МИРОВОГО ОКЕАНА 149
- Глушкова Е.А., Титовская А.А. КЛИМАТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РЕЖИМА ВЕТРА НА АЭРОДРОМЕ ТОМСК 151
- Гурьянов В.В., Баканин А.С. ПРОГНОЗ ИНТЕНСИВНЫХ ЛЕТНИХ ОСАДКОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МОДЕЛИ WRF НА ТЕРРИТОРИИ РЕСПУБЛИКИ ТАТАРСТАН 154
- Евстигнеев В.П., Наумова В.А., Евстигнеев М.П., Кириленко Н.Ф., Серикова И.М., Евстигнеева И.К., Танковская И.Н. КРУПНОМАСШТАБНЫЕ ПРОЦЕССЫ В ГЛОБАЛЬНОЙ КЛИМАТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЕ СЕВЕРНОГО ПОЛУШАРИЯ И НЕКОТОРЫЕ ПОСЛЕДСТВИЯ ИХ ПРОЯВЛЕНИЯ В АЗОВО-ЧЕРНОМОРСКОМ РЕГИОНЕ 155
- Елисеев А.В., Гурьянов В.В., Мохов И.И., Переведенцев Ю.П. ВОЛНОВАЯ АКТИВНОСТЬ В ТРОПОСФЕРЕ И СТРАТОСФЕРЕ СЕВЕРНОГО ПОЛУШАРИЯ ЗИМОЙ 158
- Зайцев О.Н., Циплина А.А., Егоров С.А. СИСТЕМА ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ С ЛОКАЛЬНОЙ ТЕРМИЧЕСКОЙ УТИЛИЗАЦИЕЙ ТВЕРДЫХ БЫТОВЫХ ОТХОДОВ 159
- Золотокрылин А.Н., Виноградова В.В., Титкова Т.Б., Черенкова Е.А., Бокучава Д.Д., Соколов И.А., Виноградов А.В. ВОЗДЕЙСТВИЕ ИЗМЕНЕНИЙ КЛИМАТА НА ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТЬ НАСЕЛЕНИЯ В РОССИИ В НАЧАЛЕ XXI ВЕКА 161
- Ибрагимова А.Г., Фролова Л.А., Белкина Н.А., Субетто Д.А. ИЗМЕНЕНИЕ СОСТАВА CLADOSERA ОЗЕРА ШИБРОЗЕРО (РЕСПУБЛИКА КАРЕЛИЯ РОССИЯ) НА ПРОТЯЖЕНИИ ГОЛОЦЕНА КАК СЛЕДСТВИЕ ИЗМЕНЕНИЯ ЭКОЛОГО-КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ РЕГИОНА ИССЛЕДОВАНИЯ 163
- Истомин Е.П., Попов Н.Н., Соколов А.Г., Фокичева А.А. МНОГОПАРАМЕТРИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ В УПРАВЛЕНИИ РАЗВИТИЕМ ТЕРРИТОРИЙ С УЧЕТОМ ВЛИЯНИЯ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ 165
- Катунина Е.В. ОСОБЕННОСТИ ВЕТРОВОГО РЕЖИМА И ВЕЛИЧИНА АНИОННЫХ ДЕТЕРГЕНТОВ В АТМОСФЕРНЫХ ОСАДКАХ СЕВАСТОПОЛЯ 167
- Киселев М.В., Дюкарев Е.А., Воропай Н.Н. ТЕМПЕРАТУРНЫЙ РЕЖИМ 170

БАКЧАРСКОГО ОЛИГАТРОФНОГО МАССИВА, КАК ФАКТОР ОКАЗЫВАЮЩИЙ ВЛИЯНИЕ НА РАСТИТЕЛЬНЫЙ ПОКРОВ.	
Коваленко О.Ю., Воскресенская Е.Н. ИЗМЕНЧИВОСТЬ АНТИЦИКЛОНИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ И ЭКСТРЕМАЛЬНОЙ ТЕМПЕРАТУРЫ ВОЗДУХА В ЧЕРНОМОРСКОМ РЕГИОНЕ	173
Кожяков Н. В. СТАТИСТИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ МЕТЕЛЕЙ НА ТЕРРИТОРИИ ТОМСКОЙ ОБЛАСТИ	175
Корчагина Е.А. ИССЛЕДОВАНИЕ ДИНАМИКИ НЕКОТОРЫХ КЛИМАТИЧЕСКИХ ПЕРЕМЕННЫХ РАВНИННОЙ ЧАСТИ КАБАРДИНО-БАЛКАРСКОЙ РЕСПУБЛИКИ С 1961 ПО 2016 ГГ.	179
Коршунова В.А., Полянская Е.А. К ВОПРОСУ СТАЦИОНИРОВАНИЯ АТМОСФЕРНЫХ ФРОНТОВ НАД РАЙОНАМИ СРЕДНЕГО И НИЖНЕГО ПОВОЛЖЬЯ	182
Котович Н.Г., Крохин В.В. СЛУЧАЙ ВЗРЫВНОГО ЦИКЛОГЕНЕЗА НАД ЯПОНСКИМ МОРЕМ В ХОЛОДНОЕ ПОЛУГОДИЕ	183
Куляшова З.В., Николаев А.А. ПРИМЕНЕНИЕ НЕЙРОСЕТЕВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ ВЫЧИСЛЕНИЯ ПОТОКОВ СУММАРНОЙ СОЛНЕЧНОЙ РАДИАЦИИ	186
Лапина С.Н. СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА КОНТИНЕНТАЛЬНОСТИ КЛИМАТА САРАТОВА И САНКТ-ПЕТЕРБУРГА НА ФОНЕ ГЛОБАЛЬНОГО ПОТЕПЛЕНИЯ	189
Лоскутова М.А., Макштас А.П. МОНИТОРИНГ ПАРНИКОВЫХ ГАЗОВ НА НИС «ЛЕДОВАЯ БАЗА ”МЫС БАРАНОВА”»	191
Лукашова О.П. КЛИМАТИЧЕСКИЕ РЕСУРСЫ КУРСКОЙ ОБЛАСТИ: ДИНАМИКА ИЛИ СТАБИЛЬНОСТЬ.	195
Максютова Е.В., Башалханова Л.Б. ИЗМЕНЕНИЕ КЛИМАТА ЗАПОЛЯРНЫХ ТЕРРИТОРИЙ СИБИРИ И ЕГО ВЛИЯНИЕ НА ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТЬ НАСЕЛЕНИЯ	200
Margaryan Varduhi ANALYSIS AND ASSESSMENT OF REGULARITIES OF TEMPORARY CHANGES OF GROUND LAYER AIR TEMPERATURE (ON THE EXAMPLE OF GYUMRI CITY)	203
Махоткин А.Н., Махоткина Е.Л., Плахина И.Н., Панкратова Н.В. ПРОЗРАЧНОСТЬ АТМОСФЕРЫ НА ТЕРРИТОРИИ РОССИИ: НАБЛЮДАЕМЫЕ КЛИМАТИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ	208
Моисеев М.Б. ПРЕДВАРИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ХАРАКТЕРИСТИК БЕТА-МЕЗОМАСШТАБНЫХ ВИХРЕЙ	209
Морозова С.В., Полянская Е.А., Иванова Г.Ф., Левицкая Н.Г., Денисов	214

К.Е., Молчанова Н.П. ИЗМЕНЧИВОСТЬ ЦИРКУЛЯЦИОННЫХ ПРОЦЕССОВ В НИЖНЕМ ПОВОЛЖЬЕ НА ФОНЕ ГЛОБАЛЬНЫХ КЛИМАТИЧЕСКИХ ТЕНДЕНЦИЙ	
Морозова С.В., Полянская Е.А., Иванова Г.Ф., Левицкая Н.Г., Денисов К.Е., Молчанова Н.П. ОСОБЕННОСТИ ПРОЯВЛЕНИЯ ГЛОБАЛЬНЫХ КЛИМАТИЧЕСКИХ ТЕНДЕНЦИЙ НА ЮГО-ВОСТОКЕ РУССКОЙ РАВНИНЫ НА ОСНОВЕ КОМПЛЕКСНОГО АНАЛИЗА МЕТЕОВЕЛИЧИН	216
Нигаматзянова Г.Р., Фролова Л.А., Пестрякова Л.А. ГИДРОБИОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПОЛИГОНАЛЬНЫХ ВОДОЕМОВ РЕЗЕРВАТА «КЫТАЛЫК» (СЕВЕРО-ВОСТОЧНАЯ ЯКУТИЯ)	218
Никифорова М.П. ТЕМПЕРАТУРНЫЕ РИСКИ В ЛЕТНИЙ СЕЗОН НА ТЕРРИТОРИИ КРЫМСКОГО ПОЛУОСТРОВА	221
Новенко Е.Ю., Ольчев А.В. ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА ПАЛЕОАНАЛОГОВ ДЛЯ ПРОГНОЗА ДИНАМИКИ РАСТИТЕЛЬНОСТИ ПРИ ИЗМЕНЕНИЯХ КЛИМАТА	224
Осипов Э.Ю., Осипова О.П. ВЗАИМОСВЯЗЬ МЕЖДУ ДИНАМИКОЙ ТАЯНИЯ ЛЕДНИКОВ ЮГА ВОСТОЧНОЙ СИБИРИ И ЦИРКУЛЯЦИОННЫМИ ПРОЦЕССАМИ	227
Осипова О.П. ВЛИЯНИЕ АТМОСФЕРНОЙ ЦИРКУЛЯЦИИ НА ОБРАЗОВАНИЕ СЕЛЕВЫХ ПОТОКОВ В ГОРНЫХ РАЙОНАХ ПРИБАЙКАЛЬЯ	228
Переведенцев Ю.П., Шанталинский К.М. КЛИМАТИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ В ТРОПО-СТРАТОСФЕРЕ В ПЕРИОД 1850-2016 ГГ.	230
Переведенцев Ю.П., Аухадеев Т.Р., Аль-Маамури С.К., Наиф С.С. КЛИМАТИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ВОЗНИКНОВЕНИЯ ПЫЛЬНЫХ БУРЬ НА ТЕРРИТОРИИ ИРАКА	233
Переведенцев Ю.П., Шанталинский К.М., Гурьянов В.В., Салахова Р.Х., Шайхулмарданова Л.В. ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ ОСНОВНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ТЕМПЕРАТУРНО-ВЛАЖНОСТНОГО РЕЖИМА В ПРИВОЛЖСКОМ ФЕДЕРАЛЬНОМ ОКРУГЕ В XIX-XXI ВЕКАХ	236
Пищальникова Е.В. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ПОЛЕЙ ВЕРТИКАЛЬНЫХ ДВИЖЕНИЙ ПРИ ВЫПАДЕНИИ ОЧЕНЬ СИЛЬНЫХ СНЕГОПАДОВ РАЗНОГО ТИПА	239
Пряхина С.И., Котова А.А. ТЕМПЕРАТУРНЫЕ АНОМАЛИИ ЗИМНЕГО ПЕРИОДА Г. САРАТОВА НА ФОНЕ ГЛОБАЛЬНОГО ПОТЕПЛЕНИЯ	243

## КЛИМАТА

- Рыбак Е.А., Рыбак О.О. РЕКОНСТРУКЦИЯ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ ПЕРИОДОВ ДЛЯ ЦЕЛЕЙ РАСЧЕТА БАЛАНСА МАССЫ ГОРНОГО ЛЕДНИКА 246
- Семенова Н.В., Короткова Н.В. СОДЕРЖАНИЕ ФОРМАЛЬДЕГИДА В АТМОСФЕРНОМ ВОЗДУХЕ Г. САРАТОВА 249
- Сточкуте Ю.В., Василевская Л.Н. ВЛИЯНИЕ АТМОСФЕРНОЙ ЦИРКУЛЯЦИИ НА ТЕРМИЧЕСКИЙ РЕЖИМ СЕВЕРО-ВОСТОКА РОССИИ 252
- Трущина И.Н., Гоголь Ф.В., Захаров С.Д. ОПАСНЫЕ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЕ ЯВЛЕНИЯ И УЩЕРБЫ ОТ НИХ НА ТЕРРИТОРИИ РЕСПУБЛИКИ ТАТАРСТАН В СОВРЕМЕННЫЙ ПЕРИОД (2001-2016 ГГ.) 253
- Тудрий В.Д., Исмагилов Н.В. ФЛУКТУАЦИИ ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТИ ЦИРКУЛЯЦИОННЫХ СЕЗОНОВ 257
- Филь А.Ю., Крохин В.В., Жуков П.Е. АНАЛИЗ КОНВЕКТИВНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В СЕВЕРО-ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ ТИХОГО ОКЕАНА В ПЕРИОД АКТИВНОГО ТАЙФУНОГЕНЕЗА 2016 ГОДА 258
- Фролова Л.А. CLADOSERA В ПАЛЕОЛИМНОЛОГИЧЕСКИЙ ИССЛЕДОВАНИЯХ ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ ОЗЕР СЕВЕРНОЙ ЕВРАЗИИ 262
- Харюткина Е.В., Логинов С.В., Мартынова Ю.В. ИЗМЕНЧИВОСТЬ ЛИВНЕВЫХ И ОБЛОЖНЫХ АТМОСФЕРНЫХ ОСАДКОВ НА ТЕРРИТОРИИ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ ПО ДАННЫМ РЕАНАЛИЗА 265
- Хуторова О.Г., Хуторов В.Е., Калинин В.В., Тептин Г.М. МЕЖГОДОВАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ ВАРИАЦИЙ ПРИЗЕМНОГО И ИНТЕГРАЛЬНОГО АТМОСФЕРНОГО ВЛАГОСОДЕРЖАНИЯ НА ЕВРОПЕЙСКОЙ ТЕРРИТОРИИ 266
- Чередниченко А.В., Чередниченко А.В., Чередниченко В.С. О ПРОГНОЗЕ ПОВЕРХНОСТНО СТОКА НА ОСНОВЕ ГАРМОНИЧЕСКОГО АНАЛИЗА ВРЕМЕННЫХ РЯДОВ ОСАДКОВ НА ТЕРРИТОРИИ ВОДОСБОРА 271
- Чупина О.С., Воропай Н.Н. ВОССТАНОВЛЕНИЕ ПОЛЯ ТЕМПЕРАТУРЫ ВОЗДУХА НАД СЛОЖНЫМ РЕЛЬЕФОМ В РАЙОНЕ ТУНКИНСКОЙ КОТЛОВИНЫ 274
- Шумихина А.В. ДИНАМИКА ОПАСНЫХ ЯВЛЕНИЙ И КЛИМАТИЧЕСКИЕ РИСКИ В ИЖЕВСКЕ 277
- Янгличева Ю.Р. КАЧЕСТВО АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА В КРУПНЫХ ГОРОДАХ РЕСПУБЛИКИ ТАТАРСТАН 281

### Секция 3

<b>Глобальное загрязнение, регулирование воздействия на окружающую среду, экологические риски и устойчивое развитие</b>	287
Buyukgungor H. INVESTIGATION OF WATER POLLUTION ON WATER RESOURCES FROM A SUSTAINABILITY POINT OF VIEW: A CASE STUDY FOR MID-BLACK SEA REGION OF TURKEY	287
Golovko L. APPLICATIONS OF LANDMAPPER HANDHELD METER FOR NEAR-SURFACE ECOLOGICAL SURVEYS AND BEYOND	288
Khusainov Z. A., Minnebaeva Z. E. THE INNOVATIVE METHODS OF TEACHING ‘THE WORLD AROUND US’	290
Madibekov A. S., Babkin A.V., Musakulkyzy A., Cherednichenko A.V. LATENT FLUCTUATION PERIODS AND LONG-TERM FORECASTING OF MARKAKOL LAKE LEVEL	292
Madibekov A., Kogutenko L. THE ISSUE OF TRANSPORTING POLLUTANTS WITH ATMOSPHERIC PRECIPITATION	295
Айзенштадт А.М., Фролова М.А., Махова Т.А., Данилов В.Е., Rama S. Verma ОСОБЕННОСТИ МЕТОДОЛОГИЧЕСКОГО ПОДХОДА К ИЗУЧЕНИЮ ЗАКОНОМЕРНОСТЕЙ ВЛИЯНИЯ НАНОЧАСТИЦ НА ЗДОРОВЬЕ ЧЕЛОВЕКА ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ НЕРУДНЫХ НАНОМАТЕРИАЛОВ СТРОИТЕЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ	299
Аникина Н.А., Смирнов В.Ф., Смирнова О.Н., Яковлева А.А., Викулова А.С. ДЕЙСТВИЕ БИОЦИДОВ ROSIMA 243 И NUOSEPT 78 НА СПОНТАННОЕ ОКИСЛЕНИЕ БЕЛКОВ В МИЦЕЛИИ ГРИБА ASPERGILLUS TERREUS	302
Ачаев Р.А., Гацаева Л.С., Ачаева Р.В. ОКРУЖАЮЩАЯ СРЕДА И ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ: ПЕРСПЕКТИВЫ ПЕРЕХОДА К РАЦИОНАЛЬНОМУ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЮ	304
Бадрутдинов О.Р, Билалов Ф.С., Тюменев Р.С. РАДИОАКТИВНОСТЬ ПОПУТНО ДОБЫВАЕМОЙ ВОДЫ СИСТЕМЫ ДОБЫЧИ НЕФТИ НА ОБЪЕКТАХ ПАО «ТАТНЕФТЬ»	307
Бакаева Е. Н. Игнатова Н.А., Тарадайк М.Н. ТОКСИЧНОСТЬ ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД УРБАНИЗИРОВАННЫХ ТЕРРИТОРИЙ	309
Банкурова Р.У. Дадаханов Р.Р., Аутарханов М.А., Наибов А.Ш. О СОВРЕМЕННЫХ ВИДАХ ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ	311
Басыйров А.М., Аринина А.В. ЖИВЫЕ ОРГАНИЗМЫ КАК ПОТЕНЦИАЛЬНАЯ УГРОЗА САНИТАРНО-ГИГИЕНИЧЕСКОЙ ОБСТАНОВКЕ В УРБОСРЕДЕ	313

Бикташева Л.Р., Галицкая П.Ю., Селивановская С.Ю. ОЦЕНКА ВЫЖИВАЕМОСТИ ИНТРОДУЦИРОВАННЫХ ШТАММОВ В ПРОЦЕССЕ БИОРЕМЕДИАЦИИ НЕФТЯНЫХ ОТХОДОВ	316
Богатыренко Е. А., Дункай Т. И., Бузолева Л. С., Ким А. В. ВЛИЯНИЕ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПРИБРЕЖНЫХ ВОД Г. ВЛАДИВОСТОКА НА МИКРОФЛОРУ МИДИИ ГРЕЯ <i>CRENOMYTILUS GRAYANUS</i>	318
Боровиков М. С. АНАЛИЗ АНТРОПОГЕННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ ДЛЯ СТРАН С НЕОДНОРОДНЫМ РАССЕЛЕНИЕМ: МЕТОДЫ И ПОДХОДЫ (НА ПРИМЕРЕ КАЗАХСТАНА)	320
Брылев В. А. ВОЛГОГРАДСКИЙ КРИЗИС ВОЛГО-АХТУБИНСКОЙ ПОЙМЫ И ПУТИ ЕГО РАЗРЕШЕНИЯ	324
Буфетова М. В. НОРМИРОВАНИЕ ПОТОКОВ ПОСТУПЛЕНИЯ РТУТИ В АЗОВСКОЕ МОРЕ ПО ОЦЕНКАМ ИНТЕНСИВНОСТИ СЕДИМЕНТАЦИОННОГО САМООЧИЩЕНИЯ ВОД	327
Валеева Г.Р., Карпов М.В. ЭКСПРЕСС - МЕТОДЫ ДИАГНОСТИКИ КАЧЕСТВА СРЕДЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЗАМЕДЛЕННОЙ ФЛУОРЕСЦЕНЦИИ ХЛОРОФИЛЛА	331
Валеева Э.Р., Исмагилова Г.А. РЕЗУЛЬТАТЫ ОЦЕНКИ РИСКА ЗДОРОВЬЯ ПОДРОСТКОВ ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ ВОДНОГО ПЕРОРАЛЬНОГО ФАКТОРА СРЕДЫ ОБИТАНИЯ В УСЛОВИЯХ КРУПНОГО ПРОМЫШЛЕННОГО ГОРОДА(НА ПРИМЕРЕ Г.КАЗАНИ)	334
Воронина Л.В. , Горленко А.С. ВЛИЯНИЕ КОМПОНЕНТНОГО СОСТАВА ВОДНОЙ ВЫТЯЖКИ НА ОТКЛИК СТАНДАРТИЗИРОВАННЫХ БИОТЕСТОВ НА ПРИМЕРЕ ОЦЕНКИ ЭКОТОКСИЧНОСТИ ОТХОДОВ РАЗЛОЖЕНИЯ ПРИРОДНЫХ ФОСФАТОВ	337
Галлямова С.Р, Тремасова А.М., Макаева В.И., Валиуллин Л.Р., Папуниди К.Х. ПРИРОДНЫЕ СОРБЕНТЫ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ПРОБЛЕМЫ ЭВТОФИРОВАНИЯ ВОДОЕМОВ	340
Даценко Ю.С., Пуклаков В.В., Эдельштейн К.К. ПРОБЛЕМЫ ПОВЕРХНОСТНЫХ ИСТОЧНИКОВ ВОДОСНАБЖЕНИЯ КРУПНЫХ ГОРОДОВ (НА ПРИМЕРЕ СИСТЕМ ВОДОСНАБЖЕНИЯ Г.МОСКВЫ)	343
Двинских С.А., Ларченко О.В. ПРИМЕНЕНИЕ СИСТЕМНОЙ МЕТОДОЛОГИИ ПРИ СОЗДАНИИ ПЛАНА УПРАВЛЕНИЯ ВОДНЫМИ РЕСУРСАМИ НЕИЗУЧЕННЫХ РЕК	344
Девятова Н.Ф. ДИНАМИКА ИЗМЕНЕНИЯ КАЧЕСТВА АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА В ГОРОДАХ РЕСПУБЛИКИ ТАТАРСТАН ПО ДАННЫМ МОНИТОРИНГА ФГБУ «УГМС РЕСПУБЛИКИ ТАТАРСТАН»	346



Дерябин А.Н. ВЛИЯНИЕ ОТХОДОВ ПРОИЗВОДСТВА И ПОТРЕБЛЕНИЯ НА БИОЛОГИЧЕСКОЕ ЗАГРЯЗНЕНИЕ ПОЧВЫ В ГОРОДАХ АРХАНГЕЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ	349
Достай Ж.Д., Алимкулов С.К., Сапарова А.А. ВОДНЫЕ РЕСУРСЫ ГОРНЫХ РЕК ЮГА КАЗАХСТАНА (НА ПРИМЕРЕ БАССЕЙНОВ РЕК ХРЕБТА КАРЖАНТАУ)	350
Ерина О.Н., Ефимова Л.Е., Заславская М.Б. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПАРАМЕТРИЗАЦИИ ХАРАКТЕРИСТИК КАЧЕСТВА ВОДЫ ДЛЯ ДИАГНОСТИКИ ВОЗНИКНОВЕНИЯ ИЗМЕНЕНИЙ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ РЕК	353
Ефимов В. А., Чалов С.Р., Ефимова Л.Е. ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ ДОБЫЧИ РОССЫПНОГО ЗОЛОТА НА КАЧЕСТВО ВОД НЕРЕСТОВОЙ РЕКИ	355
Зубкова А.Д., Степанова Н.Ю. СОДЕРЖАНИЕ ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ В ПОЧВЕ И ХВОЕ ЕЛИ <i>PICEA PUNGENS</i> В МЕСТАХ ИНТЕНСИВНОЙ ТРАНСПОРТНОЙ НАГРУЗКИ ГОРОДА КАЗАНИ	357
Иванов Д.В., Зиганшин И.И. ЭКО-ОРГАНИЧЕСКИЙ ТУРИЗМ КАК ЭЛЕМЕНТ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ ТЕРРИТОРИЙ	359
Иванова А.Р. АВИАЦИЯ: ВКЛАД В ГЛОБАЛЬНОЕ ЗАГРЯЗНЕНИЕ АТМОСФЕРЫ И МЕРЫ ПО МИНИМИЗАЦИИ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ РИСКОВ	362
Иванова Л.А., Мосендз И.А., Слуковская М.В., Дрогобужская С.В., Кременецкая И.П., Алексеева С.А. ПОЛУЧЕНИЕ И ПРИМЕНЕНИЕ ТЕРМОВЕРМИКУЛИТА ИЗ ОТХОДОВ КОВДОРСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ КОМПЛЕКСНЫХ РУД ДЛЯ СОЗДАНИЯ ИСКУССТВЕННЫХ ФИТОЦЕНОЗОВ НА ДЕПРЕССИВНЫХ ТЕРРИТОРИЯХ СЕВЕРНЫХ ШИРОТ	365
Илюшин Я.А., Захаров В.И, Воронцов А.М., Борисова Н.Ю., Шпренгер А.А, Хамидуллин А.Ф. МОНИТОРИНГ АНТРОПОГЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ МОСКОВСКОГО МЕГАПОЛИСА ПО ДАННЫМ GPS-ИНТЕРФЕРОМЕТРИИ ПЕРЕМЕЩАЮЩИХСЯ ИОНОСФЕРНЫХ ВОЗМУЩЕНИЙ	367
Карпухин М.М., Бузин И.С., Розанова М.С. ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ПРИРОДНЫХ ВОД ПОДОЛЬСКОГО РАЙОНА МОСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ (НА ПРИМЕРЕ РЕКИ ДЕСНЫ)	369
Катунина Е.В. ОСОБЕННОСТИ ВЕТРОВОГО РЕЖИМА И ВЕЛИЧИНА АНИОННЫХ ДЕТЕРГЕНТОВ В АТМОСФЕРНЫХ ОСАДКАХ СЕВАСТОПОЛЯ	372
Ким А. В., Бузолева Л. С. , Богатыренко Е. А., Земская Т. И., Мамаева Е.В.	375

КОНТРОЛЬ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ЯПОНСКОГО МОРЯ НЕФТЕУГЛЕВОДОРОДАМИ НА ОСНОВЕ ВЫЯВЛЕНИЯ МАРКЕРНЫХ ГЕНОВ В МИКРОБНЫХ СООБЩЕСТВАХ	
Колотков Г.А. ДИСТАНЦИОННЫЙ МЕТОД ДЕТЕКТИРОВАНИЯ ПОВЫШЕННОЙ РАДИОАКТИВНОСТИ В АТМОСФЕРНЫХ ВЫБРОСАХ БАЭС.	377
Котова В.Е., Андреев Ю.А., Черновьянц М.С. ИДЕНТИФИКАЦИЯ ИСТОЧНИКОВ ПОСТУПЛЕНИЯ ПОЛИЦИКЛИЧЕСКИХ АРОМАТИЧЕСКИХ УГЛЕВОДОРОДОВ В ДОННЫЕ ОТЛОЖЕНИЯ УСТЬЕВОГО УЧАСТКА РЕКИ ДОН	381
Кравченко И.В., Шепелева Л.Ф., Шаронова К.Е. НАКОПЛЕНИЕ ТЯЖЁЛЫХ МЕТАЛЛОВ ЛИСТЬЯМИ <i>VACCINIUM MYRTILLUS</i> L. В УСЛОВИЯХ НЕФТЕЗАГРЯЗНЕНИЯ	384
Красноштанова Н.Е. ОСВОЕНИЕ НЕФТЕГАЗОВЫХ РЕСУРСОВ ИРКУТСКОЙ ОБЛАСТИ В КОНТЕКСТЕ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ	386
Кузнецова А.М., Салимгареева О.А., Кузнецов П.В. ВОССТАНОВЛЕНИЕ ЛАНДШАФТОВ ПОСЛЕ РАЗРАБОТКИ НЕФТЕНОСНЫХ ПЕСКОВ В КАНАДЕ	389
Кузнецова Е. Ю. ГЕОИНФОГРАФИКА КАК СПОСОБ ОЗНАКОМЛЕНИЯ НАСЕЛЕНИЯ С ЭКОЛОГИЧЕСКИМИ ПРОБЛЕМАМИ РЕГИОНА (НА ПРИМЕРЕ ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА)	392
Кузнецова И.Н., Нахаев М.И., Шалыгина И.Ю., Бруслова Н.Е., Захарова П.В. МЕТОДЫ И ТЕХНОЛОГИИ ПРОГНОЗА КАЧЕСТВА ВОЗДУХА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ДАННЫХ ЧИСЛЕННЫХ МОДЕЛЕЙ	397
Кукушкина А.В. КОНЦЕПЦИЯ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ (МЕЖДУНАРОДНО-ПРАВОВЫЕ И ВНУТРИГОСУДАРСТВЕННЫЕ АСПЕКТЫ) CONCEPT OF SUSTAINABLE DEVELOPMENT (INTERNATIONAL LAW AND INTERNAL ASPECTS)	400
Куролап С.А., Акимов Е.Л., Акимов Л.М. ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ РИСКИ ЗДОРОВЬЮ НАСЕЛЕНИЯ, СВЯЗАННЫЕ С ПРОСТРАНСТВЕННОЙ ДИНАМИКОЙ РАССЕИВАЮЩЕЙ СПОСОБНОСТИ АТМОСФЕРЫ ВОРОНЕЖСКОЙ ОБЛАСТИ	404
Лазаренко В.А. КОРПОРАТИВНАЯ СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ КРУПНОГО БИЗНЕСА НА ТЕРРИТОРИЯХ ПРИСУТСТВИЯ (НА ПРИМЕРЕ ГРАДООБРАЗУЮЩИХ ПРЕДПРИЯТИЙ РОССИИ)	407
Мамедов Эл.Ш., Велиева Д.С., Алиева Ф.М., Мамедов А.Э. УТИЛИЗАЦИЯ ОКИСЛИТЕЛЕЙ РАКЕТНОГО ТОПЛИВА НА ОСНОВЕ АЗОТНОЙ	409

## КИСЛОТЫ

- Матова Н.И. О СООТНОШЕНИИ СОЦИАЛЬНОЙ, ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ И ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ФУНКЦИЙ «ЗЕЛеноЙ» ЭКОНОМИКИ 412
- Милюткин В.А., Бородулин И.В., Агарков Е.А., Кнурова Г.В. ГЛОБАЛЬНОЕ ЗАГРЯЗНЕНИЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ И НЕКОТОРЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА И ВОДНЫХ РЕСУРСОВ 416
- Минакова Е.А., Шлычков А.П., Галеева А.З., Батрова С.Ф. СКРИНИНГ СОСТОЯНИЯ УРБОЭКОСИСТЕМ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДА БИОИНДИКАЦИИ (НА ПРИМЕРЕ Г. КАЗАНЬ) 419
- Мишулина С. И. ИНСТИТУЦИОНАЛЬНЫЕ И ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ И УСЛОВИЯ ПЕРЕХОДА НА МОДЕЛЬ «ЗЕЛеноГО» ЭКОНОМИЧЕСКОГО РОСТА В РЕГИОНАХ ТУРИСТСКОЙ СПЕЦИАЛИЗАЦИИ 423
- Муратова А.Ю., Панченко Л.В., Семина Д.В., Турковская О.В. СОВРЕМЕННЫЕ АСПЕКТЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МИКРООРГАНИЗМОВ И РАСТЕНИЙ ДЛЯ ОЧИСТКИ НЕФТЕЗАГРЯЗНЕННЫХ ПОЧВ 426
- Никитин О.В., Насырова Э.И., Нуриахметова В.Р., Латыпова В.З. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПОВЕДЕНЧЕСКИХ РЕАКЦИЙ *DARNNIA MAGNA* ДЛЯ ОЦЕНКИ ТОКСИЧНОСТИ ОБЪЕКТОВ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ 428
- Новикова Л.В., Степанова Н.Ю. ЗАГРЯЗНЕНИЕ ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ РЕК В РАЙОНАХ ИНТЕНСИВНОЙ НЕФТЕДОБЫЧИ НА ПРИМЕРЕ Р. ШЕШМА И ЕЁ ПРИТОКОВ 432
- Новоселова Е.И., Турьянова Р.Р., Волкова О.О. ПОЧВЕННЫЕ ФЕРМЕНТЫ КАК БИОДИАГНОСТИЧЕСКИЙ ПОКАЗАТЕЛЬ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ТЯЖЕЛЫМИ МЕТАЛЛАМИ УРБАНОЗЕМА 434
- Оганесова Е.В., Тригуб А.Г., Дмитриева Е.С., Медянкина М.В. К ВОПРОСУ О НЕОБХОДИМОСТИ НОРМИРОВАНИЯ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ ДЛЯ СОХРАНЕНИЯ ВОДНОЙ СРЕДЫ 439
- Орехова Н.А. КАРБОНАТНАЯ СИСТЕМА ВОД СЕВАСТОПОЛЬСКОЙ БУХТЫ 441
- Плешакова Е.В., Нгун К.Т., Решетников М.В. ДИАГНОСТИКА ПОЧВЫ В НАСЕЛЕННОМ ПУНКТЕ С НЕВЫСОКИМ УРОВНЕМ АНТРОПОГЕННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ (НА ПРИМЕРЕ ПОС. СТЕПНОЕ САРАТОВСКОЙ ОБЛАСТИ) 443
- Позднякова Н.Н., Баландина С.А., Дубровская Е.В., Голубев С.Н., Турковская О.В. ЛИГНИНОЛИТИЧЕСКИЕ БАЗИДИОМИЦЕТЫ ДЛЯ 446

## ОЧИСТКИ ОБЪЕКТОВ, ЗАГРЯЗНЕННЫХ ПАУ

- Рахманкулова З.Ш., Вдовина Т.В., Сироткин А.С., Храбрых Ю.В., Шагеева А.Ф., Дмитриев А.С. БИОФИЛЬТРАЦИЯ СТОЧНЫХ ВОД ДЛЯ ГЛУБОКОГОУДАЛЕНИЯ АЗОТА 449
- Романова Д.Ю. ДИАТОМОВЫЕ ВОДОРОСЛИ (BACILLARIOPHYTA) КАК ПОТЕНЦИАЛЬНЫЕ БИОСЕНСОРЫ 450
- Рудский В.В. ОТ УСТОЙЧИВОГО ЗЕМЛЕПОЛЬЗОВАНИЯ К УСТОЙЧИВОМУ РАЗВИТИЮ 453
- Рыбакова Н.А. ОЦЕНКА РОЛИ ВОДОРЕГУЛИРУЮЩИХ ЛЕСНЫХ НАСАЖДЕНИЙ НА ПРАВОБЕРЕЖЬЕ КУЙБЫШЕВСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА 454
- Савенко В.С. УСТОЙЧИВОЕ РАЗВИТИЕ КАК ГЕОЭКОНОМИЧЕСКАЯ ПРОБЛЕМА 457
- Сазыкин И.С., Селиверстова Е.Ю., Сазыкина М.А. ЗАГРЯЗНЕНИЕ УГЛЕВОДОРОДАМИ СПОСОБСТВУЕТ РАСПРОСТРАНЕНИЮ ГЕНОВ АНТИБИОТИКОРЕЗИСТЕНТНОСТИ 460
- Сазыкина М.А., Сазыкин И.С., Хаммами М.И. ЭКОТОКСИКОЛОГИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ БИОЦЕНОЗОВ НИЖНЕГО ДОНА 463
- Салмина С.В., Сбоева И.М., Селивановская Ю.И., Хафизова А.Р. РАЗВИТИЕ НАЛОГООБЛОЖЕНИЯ НЕФТЕДОБЫВАЮЩИХ КОМПАНИЙ РОССИИ 465
- Самигуллина Г.С. НАУЧНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ПАРТНЁРСТВО В СИСТЕМЕ НЕПРЕРЫВНОГО ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ 468
- Селивановская Ю.И., Гильмутдинова И.М. ОТВЕТСТВЕННОСТЬ ЗА НАРУШЕНИЕ ТРЕБОВАНИЙ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ 470
- Семенова И.В., Булгаков В.Г., Запевалов М.А. СОВРЕМЕННЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К СОЗДАНИЮ ТЕРРИТОРИАЛЬНЫХ СИСТЕМ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА 473
- Сибиева Л.М., Кобелева Й.В., Сироткин А.С., Дегтярева И.А., Вдовина Т.В., Ежкова Д.В. РЕАГЕНТНЫЕ ПРЕПАРАТЫ В БИОТЕХНОЛОГИИ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД 476
- Сотников А.В., Балымова Е.С., Сироткин А.С. ПОВЫШЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ОАО «КАЗАНСКИЙ ЗАВОД СИНТЕТИЧЕСКОГО КАУЧУКА» ПУТЕМ ЭФФЕКТИВНОЙ ЛОКАЛЬНОЙ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД 478
- Степанова Н.В., Фомина С.Ф., Архипова Н.С. ПРИОРИТНЫЕ ХИМИЧЕСКИЕ ЗАГРЯЗНИТЕЛИ ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ Г.КАЗАНЬ: ПОДХОД, ОС-

## НОВАННЫЙ НА ОЦЕНКЕ РИСКОВ

- Степанова Н.Ю., Выборнова И.Б. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЭКСТРАГИРУЕМЫХ МЕТАЛЛОВ И ЛЕТУЧИХ СУЛЬФИДОВ ДЛЯ ПРОГНОЗА ОЦЕНКИ ТОКСИЧНОСТИ ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ 483
- Тагирова О.В. ВЛИЯНИЕ АНТРОПОГЕННЫХ И ПРИРОДНЫХ ФАКТОРОВ НА ФОРМИРОВАНИЕ АССИМИЛЯЦИОННОГО АППАРАТА *BETULA PENDULA* ROTH В УФИМСКОМ ПРОМЫШЛЕННОМ ЦЕНТРЕ 486
- Федоров Ю.А., Кузнецов А.Н., Ярославцев В.М. ТЕХНОГЕННЫЕ РАДИОНУКЛИДЫ: РАСПРЕДЕЛЕНИЕ И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ ХРОНОЛОГИИ ДЕПОНИРОВАНИЯ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ В ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЯХ 488
- Хаммами М.И., Сазыкин И.С., Сазыкина М.А. ТОКСИЧНОСТЬ ПОЧВ г. РОСТОВА-НА-ДОНУ 490
- Чуркин С.В., Дорошенко С.П., Невзоров А.Л. ВЛИЯНИЕ КРИОГЕННЫХ ПРОЦЕССОВ НА НАДЕЖНОСТЬ НАКОПИТЕЛЕЙ ПРОМЫШЛЕННЫХ ОТХОДОВ 493
- Шипков В.П., Фахреев Н.Н., Дыганова Р.Я. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПЕРЕРАБОТКИ ОТХОДОВ ПРЕДПРИЯТИЙ АПК НА ТОНКОПЛЕНОЧНОЙ МОБИЛЬНОЙ УСТАНОВКЕ СУШКИ 495
- Шуралев Э.А. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ГЕНЕТИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ ВИРУЛЕНТНОСТИ СИНЕГНОЙНОЙ ПАЛОЧКИ НА МОДЕЛИ САЛАТА ЛАТУКА 496
- Щемелинина Т.Н., Анчугова Е.М., Матистов Н.В., Маркарова М.Ю. УТИЛИЗАЦИЯ НЕФТЯНЫХ ШЛАММОВ С ПРИМЕНЕНИЕМ МИКРООРГАНИЗМОВ В БИОМАССУ ЛИПИДНЫХ МЕТАБОЛИТОВ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В КАЧЕСТВЕ ИСТОЧНИКА БИОТОПЛИВА 499
- Свергузова С.В., Сапронова Ж.А., Старостина Ю.Л., Беловодский Е.А. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КЕРАМЗИТОВОЙ ПЫЛИ В ЛАКОКРАСОЧНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ 502
- Василенко Т.А., Ламакина М.П., Брусницина О.М. ОЧИСТКА СТОЧНЫХ ВОД ГАЛЬВАНИЧЕСКИХ ПРОИЗВОДСТВ ОТХОДАМИ РАСТЕНИЕВОДСТВА 504
- Василенко Т.А., Свинцов А.В., Черныш И.В. РАЦИОНАЛЬНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД ПРОИЗВОДСТВА СОЛОДА 507
- Старостина И.В., Столяров Д.В., Аничина Я.Н., Порожняк Е.В. УГЛЕ-

РОДСОДЕРЖАЩИЙ СОРБЕНТ НА ОСНОВЕ ВТОРИЧНОГО КРЕМНЕ-  
ЗЕМСОДЕРЖАЩЕГО СЫРЬЯ МАСЛОЭКСТРАКЦИОННОГО ПРОИЗ-  
ВОДСТВА

- Свергузова С.В., Сапронова Ж.А., Святченко А.В., Порожняк Л.А. МО-  
ДЕЛИРОВАННЫЙ ЖЕЛЕЗООКСИДНЫЙ ОТХОД КАК СЫРЬЕ ДЛЯ  
ПОЛУЧЕНИЯ КОАГУЛЯНТА 512
- Akiyanova F., Zinabdin N., Kenzhebayeva A., Adilbekova F., Ilyassova A.,  
Karakulov E. ECOLOGICAL-GEOMORPHOLOGICAL ASSESSMENT OF  
THE SUBURBAN AREA OF ASTANA 514
- Akiyanova F., Atalikhova A., Arykbayeva Z., Dauilbayev B., Zinabdin N., Ku-  
beyev A., Tkach K. AN INTEGRATED RISK ASSESSMENT OF THE EN-  
VIRONMENTAL HAZARDS INFLUENCE ON KAZAKHSTAN SECTION  
(FROM KHORGAS AND DOSTYK DRY PORTS TO AKTAU SEAPORT)  
OF THE INTERNATIONAL TRANSPORT CORRIDOR 516
- Алимкулов С.К., Кожаметова Э.П., Талипова Э.К., Кулебаев К.М. ИЗ-  
МЕНЕНИЕ СТОКА ТРАНСГРАНИЧНОЙ РЕКИ ИЛЕ ПОД ВОЗДЕЙ-  
СТВИЕМ ХОЗЯЙСТВЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ 517

#### Секция 4

<b>Стратегии охраны и оптимизации биологических ресурсов</b>	520
Андреева Т.В. Кузнецов В.В., Галиева Г.Ф. РАЗМЕРНО-ВЕСОВОЙ И ВОЗРАСТНОЙ СОСТАВ БЕЛОГЛАЗКИ ( <i>ABRAMIS SAPA</i> ) СВИЯЖСКОГО ЗАЛИВА КУЙБЫШЕВСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА ЗА 2016 ГОД	520
Беспалов А.Ф., Беляев А.Н. ДИНАМИКА ФАУНЫ И НАСЕЛЕНИЯ ПТИЦ АГРОЦЕНОЗОВ В ПРИГРАНИЧНОЙ ЗОНЕ КАЗАНСКОГО АЭРОПОРТА	522
Брылев В.А., Буруль Т.Н. ФОРМИРОВАНИЕ СЕТИ ОСОБО ОХРАНЯЕМЫХ ПРИРОДНЫХ ТЕРРИТОРИЙ РЕГИОНАЛЬНОГО УРОВНЯ В ВОЛГОГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ	525
Вилков В.С., Пашков С.В. СОСТОЯНИЕ ПОПУЛЯЦИИ ЛИСИЦЫ ОБЫКНОВЕННОЙ В ЛЕСОСТЕПИ КАЗАХСТАНА ПОД ВЛИЯНИЕМ ОХОТНИЧЬЕЙ НАГРУЗКИ	528
Даирова Д.С. СОСТОЯНИЕ КОРМОВОЙ БАЗЫ БЕНТОСОЯДНЫХ РЫБ И ОЦЕНКА УРОВНЯ ПРОДУКТИВНОСТИ ВОДОТОКОВ ДЕЛЬТЫ Р. ВОЛГА В ПРЕДПАВОДКОВЫЙ ПЕРИОД ПО СТРУКТУРНЫМ ХАРАКТЕРИСТИКАМ МАКРОЗООБЕНТОСА	530
Дмитракова Я.А., Абакумов Е. В. ОЦЕНКА РАЗНООБРАЗИЯ РАСТЕНИЙ НА ОТАБОТАННЫХ КАРЬЕРНО-ОТВАЛЬНЫХ КОМПЛЕКСАХ С РАЗЛИЧНЫМИ СУБСТРАТАМИ	534
Маслова Н.В., Елизарьева О.А., Галикеева Г.М., Тютюнова Н.М. РЕДКИЕ ВИДЫ РОДА <i>OXYTROPIS</i> DC. (FABACEAE) ФЛОРЫ РЕСПУБЛИКИ БАШКОРТОСТАН В КУЛЬТУРЕ НА ТЕРРИТОРИИ ГОРОДА УФЫ	535
Идрисова Г.И., Митрофанова А. К. О СОСТОЯНИИ ПОПУЛЯЦИЙ <i>FRI-TILLARIA MELEAGROIDES</i> PATRIN. EX SCHULT. ( <i>LILIACEAE</i> ) В МУСЛЮМОВСКОМ РАЙОНЕ РТ	538
Казанцева Л.Н., Казанцев Ю.В. РАЗРАБОТКА И АКТУАЛИЗАЦИЯ СХЕМЫ ОХОТНИЧЬИХ УГОДИЙ ХМАО-ЮГРЫ КАК СПОСОБ ОПТИМИЗАЦИИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ	541
Короткова Г.Г. НОВЫЕ ВИДЫ ДЛЯ АДВЕНТИВНОЙ ФЛОРЫ КАЗАНИ И ЕЁ ОКРЕСТНОСТЕЙ	544
Мандзага Б. М., Фардеева М.Б., Мухарамова С.С., Зарипов Ш.Х. МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОБЛАСТИ РАСПРОСТРАНЕНИЯ СЕМЯН И АНАЛИЗ ПРОСТРАНСТВЕННОГО РАСПОЛОЖЕНИЯ ОРХИДНЫХ	545

Партоев К., Нихмонов И. АГРОЭКОЛОГИЯ И ФИТОФТОРОЗ ( <i>PHYTOPHTHORA INFESTANS MONT. DE BARY.</i> ) КАРТОФЕЛЯ В УСЛОВИЯХ ТАДЖИКИСТАНА	547
Прохоров В.Е., Кожевникова М.В. ПРОСТРАНСТВЕННАЯ МОДЕЛЬ ПОТЕНЦИАЛЬНОГО РАСПРОСТРАНЕНИЯ СООБЩЕСТВ <i>QUERCETEA PUBESCENTIS DOING-KRAFT EX SCAMONI ET PASSARGE 1959</i> В ГРАНИЦАХ ЛЕСОСТЕПНОЙ ЗОНЫ ВОСТОЧНОЙ ЕВРОПЫ	550
Рахимов И.И., Ибрагимова К.К. МОРФО-ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРЕАДАПТАЦИИ - ОСНОВА СИНАНТРОПИЗАЦИИ ПТИЦ В УСЛОВИЯХ ТРАНСФОРМИРОВАННОЙ СРЕДЫ ОБИТАНИЯ	552
Рубцова А.В. БРИОФЛОРА ПРИРОДНОГО ПАРКА «ШАРКАН» (УДМУРТСКАЯ РЕСПУБЛИКА)	555
Сауткин И.С., Рогова Т.В. ФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ ПОДХОД В ОЦЕНКЕ СОЦИОКУЛЬТУРНЫХ ЭКОСИСТЕМНЫХ УСЛУГ НА ПРИМЕРЕ ЛЕСОПАРКА «ЛЕБЯЖЬЕ»	557
Тележникова Т.А., Сайфуллин Р.Р. ПРОМЫСЛОВО-БИОЛОГИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ ПОПУЛЯЦИИ ОКУНЯ ( <i>PERCA FLUVIATILIS L.</i> ) МЁШИНСКОГО ЗАЛИВА КУЙБЫШЕВСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА	560
Фардеева М.Б. РАСПРОСТРАНЕНИЕ И СОСТОЯНИЕ ПОПУЛЯЦИЙ РЕДКОГО ВИДА РТ <i>SERHALANTHERA RUBRA (L.) Rich.</i>	562
Шафигуллина Н.Р., Каржавкина Е.Н. ПРОДУКТИВНОСТЬ НЕКОТОРЫХ ВИДОВ МХОВ ЛЕСНЫХ ЭКОСИСТЕМ РЕСПУБЛИКИ ТАТАРСТАН	565
Шепелева Л.Ф. РОЛЬ ВЕРТИКАЛЬНОЙ СТРУКТУРЫ В ПОДДЕРЖАНИИ УСТОЙЧИВОГО ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ЛУГОВЫХ ФИТОЦЕНОЗОВ ПОЙМЫ СРЕДНЕЙ ОБИ	567
Юпина Г.А. БИОРАЗНООБРАЗИЕ АФИЛЛОФОРОИДНЫХ ГРИБОВ – ИНДИКАТОРНЫЙ ПОКАЗАТЕЛЬ ВЫДЕЛЕНИЯ ОСОБО ЦЕННЫХ ЛЕСНЫХ ЭКОСИСТЕМ В САБИНСКОМ УЧАСТКОВОМ ЛЕСНИЧЕСТВЕ РТ	570
Рогова Т.В., Кожевникова М.В., Тимофеева Н.О. ЭКОЛОГО-ХОРОЛОГИЧЕСКИЕ КЛАССИФИКАЦИИ В ПРАКТИКЕ ОХРАНЫ ВИДОВ И ЭКОСИСТЕМ	574
Pesiakova A.A. , Gusakova E.V., Trofimova A.N., Sorokina T.Yu. MIGRATORY BIRDS ARE THE SOURCE OF HIGHLY TOXIC ORGANIC POLLUTANTS FOR INDIGENOUS PEOPLE IN RUSSIAN ARCTIC	576



## Секция 5

- Математические методы и ГИС технологии в экологии и природопользовании.** 579
- Федоров Н.И., Михайленко О.И., Жарких Т.Л., Бакирова Р.Т.  
ГИС-КАРТИРОВАНИЕ РАСТИТЕЛЬНОСТИ И ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРЕДЕЛЬНО ДОПУСТИМОЙ ЧИСЛЕННОСТИ СОЗДАВАЕМОЙ ПОПУЛЯЦИИ ЛОШАДИ ПРЖЕВАЛЬСКОГО НА УЧАСТКЕ «ПРЕДУРАЛЬСКАЯ СТЕПЬ» ГОСУДАРСТВЕННОГО ПРИРОДНОГО ЗАПОВЕДНИКА «ОРЕНБУРГСКИЙ» 579
- Ботавин Д.В., Голосов В.Н., Коноплёв А.В., Вакияма Ю. ОЦЕНКА ПОСЛЕДСТВИЙ ТРАНСФОРМАЦИИ ДНИЩА ДОЛИНЫ РЕКИ В РЕЗУЛЬТАТЕ ПРОХОЖДЕНИЯ ЭКСТРЕМАЛЬНОГО ПАВОДКА (НА ПРИМЕРЕ Р. НИИДЫ, ЯПОНИЯ) 581
- Докучаев П.М., Мешалкина Ю.Л. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ ДЛЯ СОЗДАНИЯ ЦИФРОВЫХ ПОЧВЕННЫХ КАРТ НА ПРИМЕРЕ ХОЗЯЙСТВА СЕВЕРА УДМУРТСКОЙ РЕСПУБЛИКИ 584
- Ермолаев О.П., Мухарамова С.С., Гаязов А.И., Ермолаева П.О. ГЕОПОРТАЛ «РЕЧНЫЕ БАССЕЙНЫ ЕВРОПЕЙСКОЙ РОССИИ» 585
- Харченко С.В., Мухарамова С.С., Ермолаев О.П. ОПЫТ ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКОГО РАЙОНИРОВАНИЯ ТЕРРИТОРИИ ЕВРОПЕЙСКОЙ ЧАСТИ РОССИИ НА ОСНОВЕ КОМПЛЕКСНОГО АНАЛИЗА МОРФОМЕТРИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК РЕЛЬЕФА 587
- Липатов Д.Н. РАЗНОМАСШТАБНОЕ ПРОСТРАНСТВЕННОЕ ВАРИИРОВАНИЕ СОДЕРЖАНИЯ НЕФТЕУГЛЕВОДОРОДОВ В ПОЧВАХ НА МЕСТОРОЖДЕНИИ КАТАНГЛИ ОСТРОВА САХАЛИН 590
- Шихов А.Н., Перминов С.И., Киселева Е.С. ОЦЕНКА ПОДВЕРЖЕННОСТИ БОРЕАЛЬНЫХ ЛЕСОВ УРАЛА ВОЗДЕЙСТВИЮ ЛЕСНЫХ ПОЖАРОВ И ВЕТРОВАЛОВ ПО ДАННЫМ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ 591
- Ефимова Н.В., Рукавишников В.С., Забуга Г.А., Елфимова Т.А., Горнов А.Ю., Зароднюк Т.С. ЛЕСНЫЕ ПОЖАРЫ: ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ И МЕДИКО-СОЦИАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ 594
- Третьяченко Д.А., Гринфельдт Ю.С., Климанова О.А., Алексеева Н.Н., Аршинова М.А., Колбовский Е.Ю. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГИСТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ ОЦЕНКИ СТЕПЕНИ ТРАНСФОРМАЦИИ СТРУКТУРЫ ЗЕМЛЕПОЛЬЗОВАНИЯ 597

Гринфельдт Ю.С., Костенко М.А. ОЦЕНКА ИЗМЕНЕНИЙ В СТРУКТУРЕ ЗЕМЛЕПОЛЬЗОВАНИЯ ПРОВИНЦИИ ЛАГО-АРХЕНТИНО (АРГЕНТИНА) С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДОВ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ	598
Анциферова Г.А., Русова Н.И. СРАВНЕНИЕ ОБЩНОСТИ ТАКСОНОМИЧЕСКОЙ СТРУКТУРЫ СООБЩЕСТВ ДИАТОМОВЫХ И СИНЕЗЕЛЕННЫХ ВОДОРОСЛЕЙ МЕТОДАМИ СЪЕРЕНСЕНА-ЧЕКАНОВСКОГО И МАТЕМАТИЧЕСКОЙ СТАТИСТИКИ	600
Хуторова О.Г., Дементьев В.В., Низамеев А.Р., Хуторов В.Е., Корчагин Г.Е. МЕТОДИКА ОЦЕНКИ ВЫСОТНО-ВРЕМЕННОЙ СТРУКТУРЫ ВОДЯНОГО ПАРА В ТРОПОСФЕРЕ ПО СИГНАЛАМ СПУТНИКОВЫХ НАВИГАЦИОННЫХ СИСТЕМ	602
Савельев А.А., Домнина А.М. БАЙЕСОВСКИЕ МЕТОДЫ ВОССТАНОВЛЕНИЯ НЕПРЕРЫВНОГО ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННОГО ПОЛЯ ЭКОЛОГО-КЛИМАТИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ПО ДАННЫМ МЕТЕОСТАНЦИЙ	607
Соколов А.С. ГЕОЭКОЛОГО-ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЛАНДШАФТОВ ВОСТОЧНОЙ БЕЛОРУССИИ (НА ПРИМЕРЕ МОГИЛЁВСКОЙ ОБЛАСТИ)	608
Буряк Ж.А., Нарожняя А.Г. ОЦЕНКА ЭРОЗИОННОГО РИСКА АГРОЛАНДШАФТОВ БЕЛГОРОД-СКОЙ ОБЛАСТИ	612
Акимов Л. М., Михеев А. А. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КРИТЕРИЯ ФРИДМАНА ДЛЯ СЖАТИЯ ПОЛЕЙ ТЕМПЕРАТУРЫ НА ПРИМЕРЕ ВОРОНЕЖА	613
Федорова Н.В., Мохов В.А., Антоненко Е.М., Шафорост Д.А., Коломийцева А.М., Утишева С.А., Ушаков Ф.И. ВЫБОР СТРАТЕГИИ ЭНЕРГОПРОИЗВОДСТВА ПРИ НАЛИЧИИ НЕСКОЛЬКИХ ВИДОВ ЭНЕРГОИСТОЧНИКОВ С ПРИМЕНЕНИЕМ МЕТОДА АНАЛИЗА ИЕРАРХИЙ СААТИ	616
Дьяченко М.С., Мухартова Ю.В., Ольчев А.В. ТРЕХМЕРНАЯ МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ТУРБУЛЕНТНОГО ПЕРЕНОСА СКАЛЯРНЫХ ПРИМЕСЕЙ В ПРИЗЕМНОМ СЛОЕ АТМОСФЕРЫ НАД НЕОДНОРОДНОЙ ПОДСТИЛАЮЩЕЙ ПОВЕРХНОСТЬЮ	620
Левашова Н.Т., Мухартова Ю.В., Ольчев А.В. ТРЕХМЕРНАЯ МОДЕЛЬ ПЕРЕНОСА СОЛНЕЧНОЙ РАДИАЦИИ В НЕОДНОРОДНОМ РАСТИТЕЛЬНОМ ПОКРОВЕ	622
Мухартова Ю.В., Крупенко А.С., Мангура П.А., Ольчев А.В. ДВУМЕР-	625

НАЯ ГИДРОДИНАМИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ТУРБУЛЕНТНОГО ПЕРЕНОСА CO <sub>2</sub> И H <sub>2</sub> O НАД НЕОДНОРОДНОЙ ПОВЕРХНОСТЬЮ С МОЗАИЧНОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТЬЮ И СЛОЖНЫМ РЕЛЬЕФОМ.	
Лубышева А.И., Поташев К.А., Софинская О.А. ОПИСАНИЕ БИОРЕМЕДИАЦИИ ПОЧВ С ПОМОЩЬЮ МОДЕЛИ МНОГОЗВЕННОЙ СИСТЕМЫ МИКРООРГАНИЗМОВ	629
Бадриев И.Б., Чебакова В.Ю. САМОСОГЛАСОВАННАЯ МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ НЕРАВНОВЕСНОЙ НИЗКОТЕМПЕРАТУРНОЙ ПЛАЗМЫ ВЧЕ-РАЗРЯДА	636
Паймушин В.Н., Бадриев И.Б. АКУСТИЧЕСКИЕ И ПРОЧНОСТНЫЕ СВОЙСТВА ДВУХСЛОЙНЫХ ПЛАСТИН	639
Костерина Е.А., Исагаджиева З.Ш. ПОСТРОЕНИЕ ГЕОФИЛЬТРАЦИОННОЙ МОДЕЛИ УЧАСТКА РЕСПУБЛИКИ ТАТАРСТАН В ПАКЕТЕ ПРОГРАММ RM5	642
Зарипов Т.Ш., Гильфанов А.К., Зарипов Ш.Х., Рыбдылова О.Д., Сажин С.С. РАСЧЕТ ПОЛЕЙ КОНЦЕНТРАЦИЙ ВЫСОКОИНЕРЦИОННЫХ АЭРОЗОЛЬНЫХ ЧАСТИЦ ПРИ ОБТЕКАНИИ ЦИЛИНДРИЧЕСКОГО ВОЛОКНА	644
Костерина Е.А. СРАВНЕНИЕ ДВУХ ВАРИАНТОВ МЕТОДА РЕШЕНИЯ ДВУМЕРНОЙ ЗАДАЧИ СО СВОБОДНОЙ ГРАНИЦЕЙ ОБ ИНФИЛЬТРАЦИИ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ОТ ПОВЕРХНОСТИ ЗЕМЛИ	646
Дорошенко С.П. ПРИМЕНЕНИЕ ЧИСЛЕННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ДЛЯ ОЦЕНКИ ВОДОПРОНИЦАЕМОСТИ ГРУНТОВ	647
Бережной Д.В., Габсаликова Н.Ф., Изотов В.Г., Михеев В.В. МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ГИДРОРАЗРЫВА ПЛАСТА НА ОСНОВЕ МЕТОДА ЧАСТИЦ	649
Логачев А. К. МОДЕЛИРОВАНИЕ ДИНАМИКИ ПЫЛЕВЫХ ЧАСТИЦ В СПЕКТРЕ ДЕЙСТВИЯ СТОКА-РАСТРУБА	651

## Секция 6

<b>Почвенные и земельные ресурсы, их сохранение, эффективное использование и обеспечение продовольственной безопасности</b>	659
Abakumov E. SOIL ECOSYSTEM SERVICES OF POLAR ENVIRONMENTS: NEW APPROACHES IN APPLIED AND ENVIRONMENTAL SOIL SCIENCE	659
Аветисян М.Г. АНТРОПОГЕННАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ ГОРНО-ЛУГОВЫХ ПОЧВ АРАГАЦКОГО МАССИВА (АРМЕНИЯ)	660
Валеева А.А., Смирнова Е.В., Гиниятуллин К.Г. ПОЧВЕННОЕ ОРГАНИЧЕСКОЕ ВЕЩЕСТВО РАЗНОВОЗРАСТНЫХ ЗАЛЕЖНЫХ ПОЧВ	665
Галиева Г.Ш., Гильмутдинова И.М., Фомин В.П. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО ПРОФИЛЯ МИКРОБНЫХ СООБЩЕСТВ РАЗЛИЧНЫХ ТИПОВ ПОЧВ РЕСПУБЛИКИ ТАТАРСТАН МЕТОДОМ BIOLOG ESCOPLATE	666
Гаффарова Л.Г. ТИПИЧНЫЕ ПРИЗНАКИ И СВОЙСТВА АГРОДЕРНОВО - ПОДЗОЛИСТЫХ ПОЧВ СЕВЕРНОЙ ЛЕСОСТЕПИ	668
Гильманов Р.Х., Гиниятуллин К.Г. СОПОСТАВЛЕНИЕ ТРАДИЦИОННОГО И РАНДОМИЗИРОВАННОГО ОТБОРА СМЕШАННЫХ ОБРАЗЦОВ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ АГРОХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПОЧВЫ	670
Гилязов М.Ю. ДЕГРАДАЦИЯ И МЕЛИОРАЦИЯ ЗЕМЕЛЬ, ЗАГРЯЗНЕННЫХ НЕФТЕПРОМЫСЛОВЫМИ СТОЧНЫМИ ВОДАМИ	671
Гильмуллина А.Р., Галицкая П.Ю., Селивановская С.Ю. ИЗМЕНЕНИЕ ФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ПОЧВЕННОГО МИКРОБНОГО СООБЩЕСТВА ПОД ВОЗДЕЙСТВИЕМ КАДМИЯ И ГЛЮКОЗЫ	673
Гиниятуллин К.Г., Смирнова Е.В., Валеева А.А., Латыпова Л.И. ПЛАНИРОВАНИЕ ПРОБООТБОРА ПРИ ПРОСТРАНСТВЕННОМ МОДЕЛИРОВАНИИ НАКОПЛЕНИЯ ГУМУСА В ЗАЛЕЖНЫХ ПОЧВАХ	674
Глазунова Д.М., Курынцева П.А., Галицкая П.Ю., Селивановская С.Ю. ТЕХНОЛОГИЯ ВНЕСЕНИЯ БИОПРЕПАРАТА В НЕТРАДИЦИОННЫЕ УДОБРЕНИЯ ДЛЯ ПРИДАНИЯ ИМ СВОЙСТВ СУПРЕССИВНОСТИ	676
Григорьян Б.Р., Кулагина В.И. ПРИРОДНО-РЕСУРСНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ПОЧВ И ПРИНЦИПЫ УСТОЙЧИВОГО ЗЕМЛЕДЕЛИЯ	678
Гусева И. А., Окунев Р.В., Смирнова Е.В. ВЛИЯНИЕ ПРЕДИНКУБАЦИИ МОДЕЛЬНЫХ СМЕСЕЙ С БИОУГЛЕМ НА ИНТЕНСИВНОСТЬ БАЗАЛЬНОГО ДЫХАНИЯ.	679
Данилова Н.В., Галицкая П.Ю., Селивановская С.Ю. АНТИБИОТИКОРЕ-	680

ЗИСТЕНТНОСТЬ МИКРООРГАНИЗМОВ В СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ПОЧВАХ РОССИИ	
Жангуров Е.В. ПОЧВЫ ГОРНОЙ КАТЕНА ПОЛЯРНОГО УРАЛА: УСЛОВИЯ ФОРМИРОВАНИЯ, ГЕНЕЗИС, КЛАССИФИКАЦИЯ	681
Ковалев И.В., Ковалева Н.О. ПОЧВЕННЫЕ БИОМАРКЕРЫ: ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ	685
Ковалева Н.О. ИЗОТОПНАЯ ПОДПИСЬ ГОРНЫХ ПОЧВ В ДИАГНОСТИКЕ ИЗМЕНЕНИЙ КЛИМАТА ЕВРАЗИИ	687
Козлов А. В., Куликова А. Х. ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ СНЕЖНОГО ПОКРОВА ВДОЛЬ КРУПНЫХ ГОРОДСКИХ АВТОМАГИСТРАЛЕЙ	689
Куликова А.Х., Козлов А.В., Цаповская О.Н. РОЛЬ ВЫСОКОКРЕМНИСТЫХ ПОРОД В ОБЕСПЕЧЕНИИ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОДОВОЛЬСТВИЯ	690
Латыпова Л.И., Маннапова Т.Е. Гиниятуллин К.Г. НЕКОТОРЫЕ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ЗАЛЕЖНЫХ СВЕТЛО-СЕРЫХ ЛЕСНЫХ ПОЧВ ПРЕДКАМЬЯ РТ	692
Лисецкий Ф.Н., Позаченюк Е.А. КОМПЛЕКСНОЕ ОБУСТРОЙСТВО ВОДОСБОРОВ И ПРИРЕЧНЫХ ЗОН В ПОЧВОВОДООХРАННЫХ ЦЕЛЯХ	693
Ляпина Е.Е., Черкашина А.А. РТУТЬ В ПОЧВАХ ТУНКИНСКОЙ КОТЛОВИНЫ	696
Маслов М.Н., Маслова О.А., Ежелев З.С. УСТОЙЧИВОСТЬ К БИОДЕГРАДАЦИИ ВОДОРАСТВОРИМОГО ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА ТУНДРОВЫХ ПОЧВ ПРИ НЕФТЯНОМ ЗАГРЯЗНЕНИИ И РЕКУЛЬТИВАЦИИ ОСАДКОМ СТОЧНЫХ ВОД	699
Мальцева А.Н., Пинский Д.Л. ТРАНСФОРМАЦИЯ ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА ПРИ РАЗЛИЧНОМ СОСТАВЕ МИНЕРАЛЬНОЙ ФАЗЫ В ЛАБОРАТОРНОМ ЭКСПЕРИМЕНТЕ	701
Матюшкина Л.А., Калманова В.Б. ПОЧВЕННО-ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ КАРТОГРАФИРОВАНИЕ СРЕДНЕГО ПРОМЫШЛЕННОГО ГОРОДА	703
Маринина О.А. БОНИТИРОВКА ПОЧВ ДЛЯ ОПТИМИЗАЦИИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЗЕМЕЛЬНЫХ РЕСУРСОВ	707
Моисеева Е.А., Бордей Р.Х. ПЕРСПЕКТИВЫ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ ГАЛЕГИ ВОСТОЧНОЙ ( <i>GALEGA ORIENTALIS</i> LAM.) НА ПОДЗОЛИСТЫХ ПОЧВАХ СРЕДНЕЙ ТАЙГИ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ (В УСЛОВИЯХ ХАНТЫ-МАНСИЙСКОГО АВТОНОМНОГО ОКРУГА-ЮГРЫ)	708

Мешалкина Ю.Л., Ярославцев А.М., Васенев И.И., Андреева И.В., Тихонова М.В. БАЛАНС УГЛЕРОДА, ОЦЕНЕННЫЙ МЕТОДОМ ТУРБУЛЕНТНЫХ ПУЛЬСАЦИЙ ДЛЯ АГРОЭКОСИСТЕМ КАРТОФЕЛЯ И ВИКО-ОВСЯНОЙ СМЕСИ НА ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТЫХ ПОЧВАХ	712
Михайлова И.В., Мосендз И.А., Кременецкая И.П., Дрогобужская С.В., Караева Е.С. ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОТХОДОВ ПРОМЫШЛЕННОСТИ В РАСТЕНИЕВОДСТВЕ МУРМАНСКОЙ ОБЛАСТИ	713
Муртазин М.Г., Муртазина С.Г., Гаффарова Л.Г., Мутыгуллин Ф.Ф. ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ПРИМЕНЕНИЯ ХЕЛАТНЫХ МИКРОУДОБРЕНИЙ В СИСТЕМЕ ПОЧВА - РАСТЕНИЕ В ЛЕСОСТЕПИ ПОВОЛЖЬЯ	715
Муртазина С.Г., Гаффарова Л.Г. ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ УСТОЙЧИВОСТИ АГРОСЕРОЙ ПОЧВЫ ПО ПОКАЗАТЕЛЮ ЭНЕРГОПОТЕНЦИАЛА ЕЕ ОРГАНИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ	716
Окунев Р.В., Шарипова А.Р., Смирнова Е.В., Гиниятуллин К.Г. ИССЛЕДОВАНИЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ПОЛИЦИКЛИЧЕСКИХ АРОМАТИЧЕСКИХ УГЛЕВОДОРОДОВ С МИКРОБИОТОЙ ПОЧВЫ	718
Партоев К., Нихмонов И. АГРОЭКОЛОГИЯ И ФИТОФТОРОЗ ( <i>RHYTOPIHTHORA INFESTANS MONT. DE VARY.</i> ) КАРТОФЕЛЯ В УСЛОВИЯХ ТАДЖИКИСТАНА	719
Сахабиев И.А., Рязанов С.С., Григорьян Б.Р. ЦИФРОВОЕ ПОЧВЕННОЕ КАРТОГРАФИРОВАНИЕ КАК ОСНОВА СМАРТ - ТЕХНОЛОГИЙ В ПОЧВОВЕДЕНИИ, АГРОЭКОЛОГИИ И ЗЕМЛЕДЕЛИИ	722
Сибгатуллина М.Ш., Иванов Д.В., Марасов А.А., Валиев В.С. БИОГЕОХИМИЯ ТРАВЯНИСТЫХ РАСТЕНИЙ ЛЕСНЫХ ФИТОЦЕНОЗОВ РЕСПУБЛИКИ ТАТАРСТАН	724
Смирнова Е.В., Гиниятуллин К.Г., Валеева А.А. ВЛИЯНИЕ ВНЕСЕНИЯ ПИРОУГЛЯ НА БИОЛОГИЧЕСКУЮ АКТИВНОСТЬ ПОЧВ	727
Султонова М.М. ПУТИ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПРОДОВОЛЬСТВЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ В РЕСПУБЛИКЕ ТАДЖИКИСТАН	728
Фаттахова Л.А., Шинкарев А.А., Рыжих Л.Ю., Косарева Л.Р. СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ПРОСТРАНСТВЕННОЙ ИЗМЕНЧИВОСТИ ТОЛЩИНЫ ПАХОТНОГО ГОРИЗОНТА В СЕРЫХ ЛЕСНЫХ ПОЧВАХ ПО ДАННЫМ МАГНИТНЫХ И СПЕКТРОФОТОМЕТРИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК	731
Хусниев И. Т. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ДЕГРАДАЦИИ ЗЕМЕЛЬ НА УРОВНЕ НЕКОТОРЫХ ХОЗЯЙСТВ ЕВРОПЕЙСКОЙ ЧАСТИ РОССИИ	732

## Секция 7

<b>Социально-экономические и экологические аспекты анализа развития и управления урботерриториями</b>	734
Авилова И.П., Крутилова М.О. ОСНОВНЫЕ АСПЕКТЫ ЭКООРИЕНТИРОВАННОГО ЦЕНООБРАЗОВАНИЯ В СТРОИТЕЛЬНОЙ ОТРАСЛИ С ПОЗИЦИИ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ	734
Арина А.В., Басыйров А.М. ФАКТОРЫ ДЕСТАБИЛИЗАЦИИ УСТОЙЧИВОСТИ ГОРОДСКОГО ОРНИТОЦЕНОЗА	739
Ассанова Н.Ю., Мингазова Н.М. ОСОБО ОХРАНЯЕМЫЕ ПРИРОДНЫЕ ТЕРРИТОРИИ В Г. КАЗАНЬ: ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ	742
Багаутдинова И.В., Токарева Г.Ф., Шалина О.И. РОЛЬ ФИНАНСОВОГО СЕКТОРА В ОБЕСПЕЧЕНИИ ЦЕЛЕЙ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ	745
Бариева Ф.Ф. ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ РЕК ЧУВАШИИ ПО ФИТОПЛАНКТОНУ	746
Башкирова Н.Н. ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ГОСУДАРСТВА И БИЗНЕСА В РЕШЕНИИ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ ЭКОЛОГИЧЕСКИ НЕБЛАГОПРИЯТНЫХ ТЕРРИТОРИЙ: АНАЛИЗ СИТУАЦИИ И ВОЗМОЖНЫЕ ПУТИ РЕШЕНИЯ	748
Дегтярева И.В., Макаева Л.И., Багаутдинова И.В. РОЛЬ ЗЕЛЕННЫХ ИННОВАЦИЙ В НАЦИОНАЛЬНОЙ ИННОВАЦИОННОЙ СИСТЕМЕ РОССИИ	750
Деревенская О.Ю., Уразаева Н.А. ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ СООБЩЕСТВ ГИДРОБИОНТОВ ОЗЕРА ЛЕБЯЖЬЕ (Г.КАЗАНЬ) ДЛЯ ОБОСНОВАНИЯ МЕРОПРИЯТИЙ ПО ЭКОРЕАБИЛИТАЦИИ	751
Дроздук Т.А., Фролова М.А., Айзенштадт А.М., Махова Т.А. ПРИМЕНЕНИЕ "ЗЕЛЕННЫХ" ТЕХНОЛОГИЙ В ПРОИЗВОДСТВЕ МИНЕРАЛОВАТНОЙ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИИ	752
Закирова Ю.А., Хуснутдинова С.Р. ПРОБЛЕМЫ ФОРМИРОВАНИЯ И СОХРАНЕНИЯ ЗЕЛЕННОГО КАРКАСА ГОРОДА-СПУТНИКА (НА ПРИМЕРЕ Г.ЗЕЛЕНОДОЛЬСКА)	755
Замалетдинов Р.И., Окулова С.М., Гаврилова Е.А., Захватова А.А. РЕПРОДУКТИВНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ БОБОВЫХ РАСТЕНИЙ КАК ХАРАКТЕРИСТИКА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ УРБОТЕРРИТОРИЙ	758
Зарипова Н.Р., Гайнуллина А.Ф. ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ РЕКРЕАЦИОННЫХ ТЕРРИТОРИЙ ОЗЕР МАРЬИНО И ХАРОВОЕ	760
Калманова В.Б. ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ ТЕРРИТОРИЙ	762

СРЕДНИХ И МАЛЫХ ГОРОДОВ ЮГА ДАЛЬНЕГО ВОСТОКА (НА ПРИМЕРЕ г. БИРОБИДЖАНА)	
Кильмаматова Э.И., Дбар Р.С., Мингазова Н.М. ВОДООБЕСПЕЧЕННОСТЬ ГОРОДОВ АБХАЗИИ В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ	764
Козлов А. В, Куликова А. Х ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ СНЕЖНОГО ПОКРОВА ВДОЛЬ КРУПНЫХ ГОРОДСКИХ АВТОМАГИСТРАЛЕЙ	767
Кошкарев А.В., Лихачёва Э.А., Маккавеев А.Н., Некрасова Л.А., Чеснокова И.В. МОНИТОРИНГ И УПРАВЛЕНИЕ ЭКОЛОГО-ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКИМИ СИСТЕМАМИ ГОРОДСКИХ ТЕРРИТОРИЙ	769
Мальганова И.Г. СПЕЦИФИКА ТЕРРИТОРИАЛЬНОЙ ДИФФЕРЕНЦИАЦИИ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ НА РЕГИОНАЛЬНОМ И МУНИЦИПАЛЬНОМ УРОВНЯХ	773
Мингазова Д.Ю. АНАЛИЗ ПОЛИТИКИ В ОТНОШЕНИИ СХЕМ РЕЦИРКУЛЯЦИИ ВОДЫ В АСТРАЛИИ ПОСЛЕ КАТАСТРОФИЧЕСКОЙ ЗАСУХИ	775
Мингазова Н.М. ИНВЕНТАРИЗАЦИЯ ПРИРОДНЫХ ОБЪЕКТОВ ДЛЯ ЦЕЛЕЙ УПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЕМ ТЕРРИТОРИЙ И РАЗРАБОТКИ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО КАРКАСА г. КАЗАНИ	779
Мингазова Н.М. КОНЦЕПЦИИ «ЖИВОЙ РЕКИ» И «ЖИВОГО ЛАНДШАФТА» В ТЕРРИТОРИАЛЬНОМ ПЛАНИРОВАНИИ И БЛАГОУСТРОЙСТВЕ (НА ПРИМЕРЕ г. КАЗАНИ)	782
Мингалиев Р.Р., Чапуринова Л. А. ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО УЩЕРБА ВОДНЫМ ОБЪЕКТАМ И ОЦЕНКА КОМПЕНСАЦИОННЫХ МЕРОПРИЯТИЙ В РЕЗУЛЬТАТЕ ГИДРОНАМЫВА НА ПРИМЕРЕ КУЙБЫШЕВСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА У ПОС. ЗАЙМИЩЕ	785
Никитин А.В., Мингазова Н.М., Юпина Г.А. ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО КАРКАСА Г. КАЗАНИ	789
Нургалиев Д.Р., Мингазова Н.М. ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ СИТУАЦИИ Г. КАЗАНИ ВИДЕОЭКОЛОГИЧЕСКИМИ МЕТОДАМИ	792
Палагушкина О.В., Зарипова Н.Р., Мингазова Н.М., Яруткин Т.О. ВЛИЯНИЕ НЕПРОДУМАННОЙ ХОЗЯЙСТВЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ НА СОСТОЯНИЕ МАКРОФИТОВ ОЗЕРА БОЛЬШОЕ ГОЛУБОЕ	794
Панасюк М.В. ЭКОНОМИЧЕСКОЕ РАЙОНИРОВАНИЕ И ВЫБОР СТРАТЕГИЧЕСКИХ НАПРАВЛЕНИЙ РАЗВИТИЯ МУНИЦИПАЛЬНЫХ РАЙОНОВ РЕСПУБЛИКИ ТАТАРСТАН	798



Пендюрин Е.А., Гламазда С.Н., Гененко О.Н., Ряднова С.А. АНАЛИЗ ПРИРОДНЫХ ПРЕДПОСЫЛОК РАЗВИТИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ТУРИЗМА НА БЕЛГОРОДЧИНЕ	800
Ревич Б.А. ПРИОРИТЕТНЫЕ РИСКИ ГОРОДСКОЙ СРЕДЫ ЗДОРОВЬЮ НАСЕЛЕНИЯ	802
Самигуллина Г.С. ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ПАРАДИГМА В СИСТЕМЕ НЕПРЕРЫВНОГО ОБРАЗОВАНИЯ	805
Сафина А.Р., Малыгина М.А. ПРОЕКТ СОЗДАНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО КАРКАСА Г. КАЗАНИ НА ПРИМЕРЕ ПРИВОЛЖСКОГО РАЙОНА	807
Стурман В.И. ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКОЕ И ГЕОИНДИКАЦИОННОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОСТРАНСТВЕННОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ НАПРЯЖЕННОСТИ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПОЛЕЙ ПРОМЫШЛЕННОЙ ЧАСТОТЫ	810
Хромых В.С. ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ ЗОНИРОВАНИЕ Г. ТОМСКА И ЕГО СВЯЗЬ С ПРИРОДНЫМИ ЛАНДШАФТАМИ	811
Шигапов И.С. ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ МАЛЫХ ОЗЕР В УСЛОВИЯХ УРБОТЕРРИТОРИЙ	814
Акылбекова И.С. ОЦЕНКА РАЙОНОВ ГОРОДА КАРАГАНДЫ ПО УРОВНЮ РЕКРЕАЦИОННОЙ ПРИВЛЕКАТЕЛЬНОСТИ И ОБЕСПЕЧЕННОСТИ ОЗЕЛЕНЕННЫМИ ТЕРРИТОРИЯМИ ОБЩЕГО ПОЛЬЗОВАНИЯ	816
Мусина Л.М., Неучева М.Ю. РОЛЬ ГОСУДАРСТВА В РЕШЕНИИ ПРОБЛЕМ ОХРАНЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ МОНОПРОФИЛЬНЫХ ПРОМЫШЛЕННЫХ ГОРОДОВ	819

## Секция 1

### Геоэкология и экзодинамические процессы

---

#### **EVALUATION OF LANDSLIDE SUSCEPTIBILITY USING FREQUENCY RATIO AND ANALYTIC HIERARCHY PROCESS APPLIED TO CULTURAL HERITAGE ASSESSMENT**

Ionut Cristi Nicu<sup>1,2</sup>, Andrei Asandulesei<sup>1</sup>, Alin Mihu-Pintilie<sup>1</sup>, Gheorghe Romanescu<sup>3</sup>

1. Interdisciplinary Research Department – Field Science, Alexandru Ioan Cuza University of Iasi, St. Lascar Catargi 54, 700107, Iasi, Romania

2. Kazan Federal University, 18 Kremlevskaya Street, 420008, Kazan, Russian Federation

3. Faculty of Geography and Geology, Department of Geography, Alexandru Ioan Cuza University of Iasi, Bd. Carol I, 20A, 700505, Iasi, Romania

*nicucristi@gmail.com*

**Abstract:** This study aims to produce landslide susceptibility maps using frequency ratio (FR) and pair-wise comparison (PC) models with the help of GIS to be used in cultural heritage (CH) mitigation and assessment for a catchment from North-eastern Romania. In total, seven conditioning factors were used to assess the landslide susceptibility index (LSI): elevation, slope angle, curvature, normalised difference vegetation index (NDVI), roughness, distance to rivers and landforms. The landslide susceptibility maps were prepared with the help of GIS software and classified into four susceptibility areas: low, medium, high, and very high. The more conditioning factors were added to the susceptibility, the better validation results were obtained (from an AUC = 0.51 corresponding for five factors, to an AUC = 0.75 for the seven factors). The model validation has shown that the maps made using FR and PC models have a success rate of 75.24% and 77.27%, respectively. The landslide susceptibility maps produced with the help of the two models have a high accuracy and will be helpful not only for CH protection and preservation, also for land-use planning, hazard mitigation, and risk reduction.

#### **Introduction**

Landslides are one of the most critical environmental hazards of modern times. The last decades have demonstrated that the meteorological and hydrological risk processes have accentuated. The landslide susceptibility can be defined as the likelihood of a landslide to occur in a certain area, taking into account the local environmental factors [1], also known as conditioning factors. Over the last years, there has been an upward trend at the international level to apply statistical modelling to assess

landslide susceptibility: bivariate and multivariate statistical approaches [2], binary logistic regression and stochastic gradient treeboost [3], GIS-based exposure analysis [4], CHAID and AHP [5], etc. The same methods were also applied in Romania [6], but none is applied in the field of cultural heritage. Tangential mentions are those regarding the monitoring [7], temporal analysis [8], and conservation strategies [9]. As a consequence of that, this study comes to fill the gap and be a starting point in studies regarding the landslide susceptibility models being applied in the field of CH. The protection and conservation of CH has become one of the most important desideratum of modern world. CH is an expression of the way in which a community developed and lived, passed on to future generations, including customs, practices, places, objects, artistic expressions, and values [10].

### References

- 1 F. Guzzetti, P. Reichenbach, F. Ardizzone, M. Cardinali, M. Galli, Estimating the quality of landslide susceptibility models, *Geomorphology* 81 (2006) 166-184. doi:10.1016/j.geomorph.2006.04.007.
- 2 R. Schicker, V. Moon, Comparison of bivariate and multivariate statistical approaches in landslide susceptibility mapping at a regional scale, *Geomorphology* 161-162 (2012) 40-57. doi:10.1016/j.geomorph.2012.03.036.
- 3 L. Lombardo, M. Cama, C. Conoscenti, M. Märker, E. Rotigliano, Binary logistic regression versus stochastic gradient boosted decision trees in assessing landslide susceptibility for multiple-occurring landslide events: application to the 2009 storm event in Messina (Sicily, southern Italy), *Natural Hazards* 79 (3) (2015) 1621-1648. doi:10.1007/s11069-015-1915-3.
- 4 O.F. Althuwaynee, B. Pradhan, Semi-quantitative landslide risk assessment using GIS-based exposure analysis in Kuala Lumpur City, *Geomatics, Natural Hazards and Risk* (2016) DOI: 10.1080/19475705.2016.1255670.
- 5 O.F. Althuwaynee, B. Pradhan, S. Lee, A novel integrated model for assessing landslide susceptibility mapping using CHAID and AHP pair-wise comparison, *International Journal of Remote Sensing* 37 (5) (2016) 1190-1209. DOI: 10.1080/01431161.2016.1148282.
- 6 D. Bălțeanu, V. Chendeș, M. Sima, P. Enciu, A country-wide spatial assessment of landslide susceptibility in Romania, *Geomorphology* 124 (2010) 102-112. doi:10.1016/j.geomorph.2010.03.005.
- 7 C. Margottini, N. Antidze, J. Corominas, G.B. Crosta, P. Frattini, G. Gigli, D. Giordan, I. Iwasaky, G. Lollino, A. Manconi, P. Marinos, C. Scavia, A. Sonnessa, D. Spizzichino, N. Vacheishvili, Landslide hazard, monitoring and conservation strategy for the safeguard of Vardzia Byzantine monastery complex, Georgia, *Landslides* 12 (2015) 193-204. DOI 10.1007/s10346-014-0548-z.
- 8 J. Klimeš, Landslide temporal analysis and susceptibility assessment as bases for landslide mitigation, Machu Picchu, Peru, *Environmental Earth Sciences* 70 (2013) 913-925. DOI 10.1007/s12665-012-2181-2.
- 9 A.A. Tarragüel, B. Krol, C. van Westen, Analysing the possible impact of landslides and avalanches on cultural heritage in Upper Svaneti, Georgia, *Journal of Cultural Heritage* 13 (2012) 453-461. doi:10.1016/j.culher.2012.01.012.

10 ICOMOS, International Cultural Tourism Charter. Principles and Guidelines for Managing Tourism at Places of Cultural and Heritage Significance. ICOMOS International Cultural Tourism Committee. 2002.

**СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ МИКРОБИОЛОГИЧЕСКОГО  
КАЧЕСТВА ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ СИСТЕМ  
ЦЕНТРАЛИЗОВАННОГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ С РАЗЛИЧНЫМИ  
ВИДАМИ ВОДОИСТОЧНИКОВ**

Байдакова Е.В., Унгурияну Т.Н.

ФГБОУ ВО «Северный государственный медицинский университет»,

Архангельск, Россия

*elenabaydakova@yandex.ru*

Санитарно-эпидемиологический надзор за качеством питьевой воды, подаваемой населению, является приоритетным направлением в области обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия и защиты прав потребителей в Российской Федерации. Неудовлетворительное качество питьевой воды повышает вероятность возникновения заболеваний, связанных с водным фактором, и в первую очередь является причиной высокого уровня инфекций бактериальной и вирусной этиологии [Сергеева Е. С., 2014].

Выполнена санитарно-гигиеническая оценка качества питьевой воды централизованной системы водоснабжения городов и районов Архангельской области. Проанализирована база данных по микробиологическим показателям воды (термотолерантные колиформные бактерии (ТКБ), общие колиформные бактерии (ОКБ), общее микробное число (ОМЧ), колифаги) в рамках социально-гигиенического мониторинга за 11 летний период с 2006 по 2016 годы по 44 мониторируемым створам поверхностных и подземных водоисточников на II подъеме и в сети. Для описания содержания исследуемых показателей в воде использованы: среднее значение ( $M$ ) и 95 перцентиль ( $P_{95}$ ).

При сравнении результатов исследования в разрезе территорий по типу водоисточника установлено, что микробиологическое качество питьевой воды централизованной системы водоснабжения (2 подъем и сеть) на девяти территориях с поверхностными водоисточниками (первая группа) ниже, чем на четырнадцати территориях с подземными водоисточниками (вторая группа). Так, показатель ОКБ в первой группе составлял  $M = 2,05$  наиболее вероятного числа в 100 мл (НВЧ/100 мл.) и  $P_{95} = 2$  НВЧ/100 мл., тогда как на территориях с подземными водоисточниками значения показателя не достигало единицы ( $M = 0,75$  НВЧ/100 мл.,  $P_{95} = 0,9$  НВЧ/100 мл.). Содержание колифагов в воде на тер-

риториях с поверхностными водоисточниками составило  $M = 0,16$  бляшкообразующих единиц в 100 мл. (БОЕ/100мл.),  $P_{95} = 0,56$  БОЕ/100 мл., а в воде на территориях с подземными водоисточниками среднее значение показателя не превышало 0,04 БОЕ/100 мл., значение  $P_{95}$  соответствовало гигиеническому нормативу. На территориях с поверхностными водоисточниками среднее значение показателя ТКБ в 1,14 раза превышало допустимый уровень, значение на уровне  $P_{95} = 0,9$  НВЧ/100мл.

Учитывая возможность влияния изношенности водонесущих сетей на микробиологическое загрязнение питьевой воды, выполнен анализ качества воды на 2 подъеме после водоподготовки. Однако результаты наблюдений также свидетельствуют о более низком качестве питьевой воды на территориях с поверхностными источниками водоснабжения. Значение  $P_{95}$  показателя колифагов 0,32 БОЕ /100 мл. на территориях с поверхностными водоисточниками к 0 БОЕ/100мл на территориях с подземными водоисточниками. Среднее значение по данному показателю в первой группе составило 0,15 БОЕ/100мл, во второй – 0,03 БОЕ/100мл.

Наличие отклонений от гигиенического норматива по исследуемым показателям свидетельствует об антропогенном загрязнении питьевой воды и нарушении технологий водоподготовки и водоочистки в централизованных системах водоснабжения, что в свою очередь, повышает риск возникновения острых кишечных инфекций, в том числе вирусной этиологии, среди населения.

## **ВЛИЯНИЕ УГОЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ НА РЕЧНЫЕ СИСТЕМЫ ПЕРМСКОГО КРАЯ**

Березина О.А., Максимович Н.Г., Пьянков С.В., Порошина Н.В.

Пермский государственный национальный исследовательский университет,

Пермь, Россия

*berezina.olga16@gmail.com*

На востоке Пермского края располагается Кизеловский угольный бассейн (КУБ), протянувшийся, в виде узкой полосы, на 150 км вдоль западного склона Урала от г. Александровска (на севере) до г. Лысьвы (на юге). Площадь бассейна около 1500 км<sup>2</sup> [1]. Добыча угля ведется с 1796 г.

КУБ находится в районе стока рек западного Урала, относящихся к бассейну р. Кама (Камское водохранилище). Все они подвержены интенсивному влиянию КУБа. После закрытия и ликвидации шахт в конце 90-х годов 20 века горные выработки стали затапливаться, в настоящее время существует более 12 участков самоизлива шахтных вод на поверхность[2]. Их суммарный среднего-

довой расход составляет около 2,5 тыс. м<sup>3</sup>/ч, что в несколько раз меньше, чем в период работы бассейна, когда продолжалась откачка [3]. Целью данного исследования является оценка степени влияния КУБа на речные системы, протекающие по его территории.

КУБ имеет развитую гидрографическую сеть. Реки отличаются сравнительно высокой водностью в течение всего года, что объясняется большим количеством осадков (800-1000 мм) и незначительной величиной испарения. Влиянию от деятельности угольной промышленности подвержены три бассейна крупных левобережных притоков Камского водохранилища: рек Яйва, Косьва, Чусовая.

Реки имеют смешанный тип питания с преобладанием снегового. Во внутригодовом распределении стока на долю снегового питания приходится около 60%. Выделяются четко выраженное весеннее половодье, с резким ростом расходов воды в реках, спад половодья обычно длится до июня, многочисленные летне-осенние дождевые паводки, а также длительная устойчивая зимняя межень, во время которой наблюдаются минимальные расходы воды [4].

По данным гидрохимических наблюдений, осуществляемых на территории Кизеловского угольного бассейна, основными источниками загрязнения, являются: изливы шахтных вод, стоки с отвалов, загрязненные родники, а также вторичное загрязнение от осажденных в донных отложениях ингредиентов. В целом по территории Кизеловского угольного бассейна, максимальный объем самоизлива шахтных вод приурочен к периодам весеннего половодья и осенних паводков, а минимум приходится на период зимней межени. Изливающиеся на поверхность кислые шахтные воды имеют сульфатно-железисто-алюминиевый и натриево-кальциевый состав с общей минерализацией 1,1 - 19,7 г/дм<sup>3</sup>. Водородный показатель варьирует в пределах 3,0 - 6,4, отмечаются чрезвычайно высокие концентрации ряда компонентов, прежде всего катионов железа, алюминия, бериллия, марганца, их содержание в воде превышает ПДК<sub>хп</sub> зачастую более чем в 1000 раз. Наиболее высокие значения характерны для железа. Максимальное его зафиксированное значение составляет более 16 000 ПДК<sub>хп</sub>. Стоит отметить, что после сброса шахтные воды текут по поверхностным руслам, ложбинам стока и суходолам, окрашивая их воду и берега в бурые, желтые и красные тона, контрастно выделяющиеся на фоне лесной зелени и белых известняковых скал. В районах развития карста, осаждающиеся гидроксиды железа покрывают прибрежные и донные отложения, коагулируют трещины, каверны и даже полости, что препятствует

поглощению речных вод. Многие карстовые речки, имевшие в естественной обстановке водопоглощающие поноры и сухие русла, сохраняют в настоящее время водный поток на всем протяжении долины, например, реки Сухой Кизел, Вящер [5].

Существенный вклад в загрязнение рек вносят стоки с отвалов угольных шахт. Взаимодействие отвалов с атмосферными осадками приводит к поступлению их в гидрографическую сеть. Дождевые и талые воды, фильтрующиеся через толщу отвалов и стекающие по их поверхности, обогащаются растворимыми соединениями и формируют техногенные геохимические потоки, которые переносят от отвалов большое количество коллоидных соединений и механических взвесей, среди которых значительную роль играют соединения серы. Кроме серы, основными загрязняющими компонентами являются взвешенные вещества – до 324 мг/дм<sup>3</sup>, алюминий – до 1,6 г/л, железо – до 7,2 г/л [7].

Значимым источником воздействия на поверхностные воды так же являются естественные выходы загрязненных подземных вод угленосной толщи (родники и участки рассредоточенного выхода подземных вод). На загрязняемых участках рек ежедневно формируется около 80 т техногенных донных осадков, представленных аморфными гидроксидами железа и алюминия, с высоким содержанием Mn, Cu, Ni, Zn, Pb, Cd. На р. Бол. Кизел в районе г. Кизел долгое время существовал пруд площадью около 30 га. В настоящее время пруд спущен, однако, за долгие годы накопился мощный слой осадков (около 1,2 млн. м<sup>3</sup>) [6]. На этом участке 2-километровый участок русла р. Бол. Кизел проходит сквозь толщу техногенных осадков, которые являются потенциальным источником экологической опасности для окружающей среды.

Таким образом, реки, протекающие по территории КУБа существенно изменяют свой облик. Трансформируется химический состав речных вод. Основную роль в питании, особенно малых рек, занимают воды шахтных изливов. Донные отложения многих рек и прудов представляют собой техногенные осадки и являются источниками вторичного загрязнения.

В настоящее время разрабатываются мероприятия по улучшению ситуации на основе искусственных геохимических барьеров [7, 8]. Их реализация позволит снизить техногенную нагрузку на речные системы КУБа.

#### Литература

1. Атлас Пермского края /под общей редакцией А.М. Тартаковского. перм. гос. нац. исслед. ун-т. – Пермь, 2012 – 124 с.
2. Геохимические барьеры и охрана окружающей среды: учеб. пособие / Н.Г. Максимович, Е.А. Хайрулина; Перм. гос. ун-т. – Пермь, 2011. – 248 с.
3. Имайкин А.К., Имайкин К.К. Гидрогеологические условия Кизеловского угольного

бассейна во время и после окончания его эксплуатации, прогноз их изменений. Пермь: Перм.гос.нац.исслед.ун-т., 2013. 112 с.

4. Ресурсы поверхностных вод СССР. Основные гидрологические характеристики. Л.: Гидрометеоиздат, 1963 и 1975. Т. 11. Вып.1.

5. Горбунова К. А., Андрейчук В. Н., Костарев В. П., Максимович Н. Г. Карст и пещеры Пермской области. Пермь: Изд-во Пер.м. ун-та, 1992. 200 с.

6. Красавин А.П., Сафин Р.Т. Экологическая реабилитация углепромышленных территорий Кизеловского бассейна в связи с закрытием шахт. Пермь: ИПК Звезда, 2005 г. 278 с.

7. Максимович Н.Г. Создание геохимических барьеров для очистки кислых стоков породных отвалов // Уголь. 2006. №9(965). С. 64-65.

8. Sergeev V.I., Shimko T.G., Kuleshova M.L., Maximovich N.G. Groundwater protection against pollution by heavy metals at waste disposal sites // Water science and technology . 1996. №34. pp. 383-387.

Работа выполнена при поддержке РФФИ (проект №17-45-590793 p\_a).

## **РИСК ПРЕДПОЛАГАЕМОГО ТОКСИЧЕСКОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ РТУТИ НА ЧЕЛОВЕКА И ЭКОСИСТЕМУ В Г.УСТЬ-КАМЕНОГОРСКЕ**

Бирулина А.Г., Ялалтдинова А.Р.

Национальный исследовательский Томский политехнический университет,

Томск, Россия

*agbirulina@yandex.ru*

Изучение геохимических и токсикологических свойств ртути на сегодняшний день, обусловлено факторами ее концентрирования и перераспределения в компонентах природной среды, накоплением и передачей от организма к организму по пищевым цепям, разнообразием форм нахождения ртути в окружающей среде. Ее воздействие характеризуется, прежде всего, отличительными особенностями каждого из соединений, например, метилртуть – не растворяется в водной среде легко поглощается фитопланктоном, рыбами. Не менее опасное соединение соль ртути HgCl (сулема) – аккумулируется в печени, почках, вызывает ингибирование ферментов и склеивание эритроцитов. В настоящее время токсичность ртути и экологические катастрофы были зафиксированы в Японии, Ираке, Швеции, Северной и Южной Америке. В последнее время выявлены территории, характеризующиеся загрязнением этим элементом: Германия, Россия, Казахстан, Киргизия, Украина и др. [5].

Для ртути не зафиксировано положительного влияния на живые организмы. В связи с высокой миграционной способностью ртути в окружающей среде и токсичностью ее соединений, необходимы комплексные биогеохимические исследования, особенно при наличии ртутных техногенных аномалий. Для исследования токсического воздействия ртути был выбран город Усть-



Каменогорск. Данная территория характеризуется как техногенная биогеохимическая аномалия, где сосредоточено большое количество промышленных предприятий, основной деятельностью которых является выплавка металлов. Свинцово-цинковый комбинат «Казцинк» занимается выплавкой цинка, свинца, меди, также в его составе функционирует аффинажное производство. Необходимо отметить, что также выпускаются небольшие количества ртути, селена, индия, теллура, таллия и сурьмянистого концентрата [7].

В качестве объекта исследования было выбрано многолетнее растение - тополь черный (*Populus nigra L.*). Ряд ученых подчеркивает преимущество использования растений в качестве биогеохимических индикаторов, поскольку их элементный состав способен отражать условия среды их произрастания [1,6]. Другой важной особенностью растений является их прикрепленный образ жизни, в следствии чего они локально накапливают загрязнения и осаждают их на своей поверхности. Данный вид тополя используется в городах, как защитное насаждение, поскольку отмечается высокими способностями к пыле-, дымо -, газо – улавливанию. Измерения ртути проводилось на 39 пробных площадках. Места отбора проб учитывали геологические особенности, преобладающее направление ветра (северо-западное, юго-восточное), близкое расположение предприятий. Отбор производился в конце августа 2011 года. Выбирались средневозрастные деревья, крона охватывалась максимально со всех сторон света. Листья старались брать примерно одного среднего размера, на высоте 150-170 см. После отбора листья промывались дистиллированной водой, просушивались при комнатной температуре и измельчались вручную.

С целью выявления содержания ртути в объектах использовался ртутный анализатор (РА-915+) с приставкой ПИРО-915+. Действие прибора основано на атомно-адсорбционном методе. Принцип работы анализатора основан на термическом разложении матрицы пробы, восстановлении связанной ртути до атомарного состояния и переносе ее в измерительную кювету, которая используется как двухсекционный атомизатор ПИРО-915+ состоящий из испарителя, в котором происходит пиролиз твердых проб, и нагретого реактора, в котором происходит каталитическая деструкция соединений матрицы пробы. После пиролизатора газовый поток сразу поступает в аналитическую кювету, нагретую до 700 °С. Массовая доля ртути в пробе определялась по величине интегрального аналитического сигнала с учетом предварительно установленного градуировочного коэффициента. Исследования проводились в лаборатории МНОЦ «Урановая геология» Томского политехнического университета на кафедре геоэкологии и геохимии (зав. лаб. – к.х.н. Н.А. Осипова)

Гради ровочный коэффициент устанавливался по стандарту «Лист березы» (МАГАТЭ) с содержанием ртути 37 нг/г. Результат получали путем расчета среднего значения из двух навесок (порядка 30-40 г), при этом относительное отклонение не должно было превышать 12%, в случае превышения выборку проводили из трех навесок.

Наименьшая концентрации ртути наблюдалась вне зоны воздействия промышленных предприятий и составила 56,5 нг/г, самая высокая концентрация ртути отмечается вблизи свинцово-цинкового комбината 457,3 нг/г, что связано с попутным производством ртутных концентратов, средняя концентрация ртути на территории города =165 нг/г.

С учетом измеренных концентраций ртути был произведен расчет ее токсичности по методике USEtox [3]. В данном случае был выбран вариант построения модели с выявлением токсического действия на экосистему с учетом содержания загрязняющего компонента в атмосферном воздухе урбанизированных территорий. В отношении листы тополя модель расчета имеет следующий вид: какое воздействие 1 кг выбросов ртути от промышленных предприятий окажет на человека и экосистему на км<sup>2</sup> территории г. Усть-Каменогорска.

**Пример расчета:** Выброс ртути в точке 55 составил 457,3 нг/г, был переведен в кг/км<sup>2</sup> (через вес и размер листа), далее расчет производился по формулам:

$HT=0,033*0,8222=0,027$  STU/км<sup>2</sup>, где STU - потенциально затрагиваемая фракция \*м<sup>3</sup>\*день

$ET=0,033*12065=399,8$  STU/км<sup>2</sup>, где STU – случаев токсического воздействия

Токсическое воздействие на территории города оценивалось, как среднее количество случаев токсичности на один км<sup>2</sup>. Минимальное значение случаев токсичности для человека 0,003 STU/км<sup>2</sup> отмечается вне зоны действия промышленных предприятий, максимальное значение - 0,027 STU/км<sup>2</sup> - вблизи свинцово-цинкового комбината, среднее значение случаев токсичности для человека - 0,009 STU/ км<sup>2</sup>. Предполагаемое токсическое воздействие ртути на экосистемы в свою очередь изменяется от 49 STU/км<sup>2</sup> до 399 STU/км<sup>2</sup>, при среднее 144 STU/ км<sup>2</sup>, разброс значений токсичности от минимального до максимального равен 350 STU/ км<sup>2</sup>. Распределение случаев экотоксичности ртути на карте совпадает с распределением случаев токсичности для человека. Таким образом, наибольшее предполагаемое токсическое воздействие на человека и экосистему от выпадений ртути отмечается вблизи свинцово-цинкового комбината, оно снижается по мере удаления от предприятия.

Таким образом, в ходе работы была рассчитана концентрация ртути в листьях тополя черного (*Populus nigra L.*) на территории г. Усть-Каменогорска, диапазон изменения концентрации от 56,5 нг/г до 457,3 нг/г, среднее - 165 нг/г. Также было учтено возможное токсическое воздействие от выпадений ртути, рассчитанное по методологии USEtox. Токсическое воздействие на человека изменяется в пределах от 0,003-0,027 СТУ/ км<sup>2</sup>, среднее - 0,009 СТУ/ км<sup>2</sup>. Воздействие на экосистему изменяется в пределах от 49 СТУ/ км<sup>2</sup> до 399 СТУ/ км<sup>2</sup>, среднее - 144 СТУ/ км<sup>2</sup>. Максимальное значение концентрации ртути, соответственно и наибольшее предполагаемое токсическое воздействие отмечается в центре города, вблизи свинцово-цинкового комбината, и снижается по мере удаления от него.

#### Литература

1. Cape, J. N. Plants as accumulating biomonitors / J. N. Cape // Book of abstracts “Biomonitoring of air quality with plants, animals and humans”, Antwerp, Belgium, November 12-14, 2012. – Belgium, 2012. – pp. 5–6.
2. Celik, A. Determining the heavy metal pollution in Denizli (Turkey) by using Robinio pseudo-acacia L. / A. Celik, A.A. Kartal, A. Akdogan, Y. Kaska // Environment International. – 2005. – Vol. 31. – I. 1. – pp. 105-112.
3. Huijbregts, M. A. J. et al. USEtox™ User manual. – 2010. – 23 p. [Электронный ресурс] URL: [http://www.usetox.org/sites/default/files/support-tutorials/user\\_manual\\_usetox.pdf](http://www.usetox.org/sites/default/files/support-tutorials/user_manual_usetox.pdf)
4. Ильин, В. Б. Элементный химический состав растений / В. Б. Ильин. – Новосибирск: Наука, 1985. – 127.
5. Ртуть в биосфере: эколого-геохимические аспекты. Материалы Международного симпозиума (Москва, 7-9 сентября 2010 г.). – М.: ГЕО- ХИ РАН, 2010. – 477 с.
6. Саенко, Г. Н. Концентрационная функция живого вещества / Г. Н. Саенко // Проблемы биогеохимии и геохимической экологии (Тр. Биогеохим. лаб., т. 23). – М.: Наука, 1999. – С. 38–47.
7. Свинцово-цинковый комбинат «Казцинк». [Электронный ресурс] URL: <http://www.kazzinc.com/ru> (Дата обращения: 21.04.17).
8. Ялалудинова А.Р. Элементный состав растительности как индикатор техногенного воздействия на территории г. Усть-Каменогорска: Дис. ...канд. геол.-мин. наук. – Томск, ТрУа, 2015. – 172 с.

## ОЦЕНКА ЭРОЗИОННОГО РИСКА АГРОЛАНДШАФТОВ БЕЛГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ

Буряк Ж.А., Нарожняя А.Г.

Белгородский государственный национальный исследовательский университет,

Белгород, Россия

*buryak@bsu.edu.ru*

Одна из главных геоэкологических проблем Центрально-Черноземного

региона – деградация почвенного покрова агроландшафтов, вызванная интенсивной водной эрозией. Усиленные водно-эрозионные процессы в агроландшафтах ограничивают, с одной стороны, возможность устойчивого сельскохозяйственного производства региона, с другой – нарушают экологическое равновесие геосистем. Водная эрозия на водосборе оказывает непосредственное влияние на режим гидрофункционирования малых рек, особенно в сложных геоморфологических условиях.

Целью исследования коллектива ученых НИУ «БелГУ» было выявление пространственных закономерностей деградации почвенного покрова и речной сети вследствие водной эрозии почв на водосборах малых рек в условиях юго-запада Центрально-Черноземного региона на примере Белгородской области.

Впервые для территории Белгородской области была выполнена оценка потенциальных почвенных потерь от ливневой эрозии с использованием современных геоинформационных методов и данных дистанционного зондирования Земли. Для оценки среднегодового модуля смыва в ГИС использовали универсальное уравнение почвенных потерь (RUSLE), каждый фактор которого был представлен в виде регулярной сетки ячеек (грида) со стороной 200 м.

Расчет эрозионного потенциала рельефа проводили по гидрологически корректной цифровой модели рельефа. Фактор эродированности почвы рассчитан на основе электронной почвенной карты масштаба 1:200 000 с атрибутивным набором почвенных характеристик. Значения фактора агрофона были получены в ходе анализа снимков MODIS среднего пространственного разрешения по средним значениям NDVI за 5 лет.

По результатам моделирования была построена карта эрозионного риска. Установлено, что 25% почв области подвергаются смыву, превышающему допустимые нормы (более 2,5 т/га). Анализ пространственного распределения факторов эрозии позволяет сделать вывод, что наибольший вклад в развитие эрозионных процессов на территории области принадлежит индексу эродированности почвы, а на склоновых землях свыше 5° – фактору рельефа.

В разрезе бассейново-ландшафтных структур IV порядка отчетливо проявляется картина пространственной вариабельности эрозионного потенциала территории. Средняя величина модуля смыва возрастает с запада на восток. Выделяются два «очага» повышенной эрозионной опасности с наибольшими средними значениями модуля смыва: это бассейны центральной части области (водосборы правых притоков р. Оскол и левых притоков р. Северский Донец), а также бассейны на востоке и юго-востоке области (бассейн р. Айдар, Черная Калитва и Тихая Сосна). На данных водосборах сформировалась такая комби-

нация геоморфологических, почвенных и агрохозяйственных условий, которая в результате привела к усилению водно-эрозионных процессов.

Таким образом, с использованием ГИС-технологий впервые был определен эрозионный потенциал Белгородской области и составлена карта эрозионного риска для водосборов малых рек.

## **ПОДХОДЫ К МАТЕМАТИЧЕСКОМУ МОДЕЛИРОВАНИЮ ЖИДКОГО СТОКА НА ТЕРРИТОРИИ ЕВРОПЕЙСКОЙ ЧАСТИ РОССИИ<sup>1</sup>**

Веденева Е.А., Ермолаев О.П., Мухарамова С.С.

Казанский (Приволжский) федеральный университет, Казань, Россия

*vedeneeva-evgeniya@mail.ru*

Формирование речного стока – сложный многофакторный процесс. Изученность существующих зависимостей между гидрологическими характеристиками и различными зональными и азональными факторами нередко носит слишком общий характер, что в условиях сокращения сети гидрометеорологического мониторинга может приводить к серьезным ошибкам при прогнозировании стока для малоизученных речных бассейнов. Усиление антропогенного воздействия на бассейновые геосистемы и климатические изменения обуславливают необходимость применения новых подходов к установлению количественных связей между характеристиками стока и совокупностью контролирующих его факторов. Одним из таких подходов может служить математическое моделирование речного стока.

Математическое моделирование как сложившееся направление оформилось в 70-е годы прошлого века, когда появилась возможность обрабатывать большие объемы информации при помощи вычислительных машин. Однако еще в 40-50-е годы отечественные и зарубежные ученые вели исследования отдельных процессов стокообразования, разрабатывали теоретические схемы формирования стока. В современный период накопилось большое количество моделей, различающихся детальностью описания гидрологических процессов, исходной информацией, точностью и надежностью.

В зависимости от характера описания процессов формирования стока и степени использования теоретической и эмпирической информации выделяют три основных класса моделей: модели «типа черного ящика», концептуальные и физико-математические модели.

---

<sup>1</sup> Работа выполнена при финансовой поддержке Российского научного фонда (15-17-10008).

Физико-математические модели используют физические законы для количественного описания процессов формирования стока с учетом их пространственной неоднородности. В основу концептуальных моделей положены различные концепции описания физических процессов формирования стока с предварительным пространственным осреднением входных воздействий на водосбор.

Наряду с моделями, учитывающими неоднородность входных данных и требующими большого объема информации о свойствах водосбора, существует ряд моделей, основанных на эмпирических связях между стоком и факторами его формирования (модели «типа черного ящика»). К достоинствам таких моделей можно отнести простоту определения параметров и ясность интерпретации. Несмотря на то, что в моделях «типа черного ящика» практически не используют априорную информацию о происходящих в речном бассейне процессах, они успешно применяются в прогностической практике. Данный подход был использован для моделирования зависимости жидкого стока на территории Европейской части России (ЕЧР) от условий его формирования.

Для построения моделей были сформированы две многомерные выборки. Первая выборка включает водосборы, отнесенные к гидрологическим постам, обеспеченным данными о стоке воды. Вторая выборка представляет бассейны малых рек и их межприточные пространства (более 60000), планарно покрывающие территорию ЕЧР. В качестве объясняющих переменных  $\{X\}$ , включенных в обе выборки, выступают следующие количественные и категориальные переменные: площадь водосбора, климатические показатели, характеристики рельефа в бассейне, характеристики земного покрова, характеристики почвенного покрова и преобладающий тип дочетвертичных отложений. Кроме того, первая выборка включает зависимую переменную  $Y$  - модуль жидкого стока на водосборах, выделенных относительно гидростов. Использование модуля стока позволяет при наличии модели, описывающей зависимости этого показателя от ландшафтно-географических и антропогенных условий, пространственно экстраполировать его величину на неизученные в гидрологическом отношении участки территории ЕЧР.

Исследование зависимости модуля жидкого стока от условий его формирования и построение моделей проводилось по данным первой выборки с помощью методов обобщенных линейных моделей (GLM) и обобщенных аддитивных моделей (GAM). Предварительно была исследована структура и взаимная корреляция объясняющих переменных с выбором независимого подмножества  $\{X\}$ . Расчеты проводились с помощью программ, написанных в статисти-

ческой среде R, отдельно по подвыборкам бассейнов, расположенных на равнинных и горных территориях

Определяющую роль в формировании жидкого стока на равнинных территориях ЕЧР играют сумма активных температур (Т), годовое количество осадков (R), средняя крутизна склонов (S) и процент залесенности водосбора (F):  $\log(Y) = -5.15 - 0.51 \cdot T + 0.21 \cdot \log(R) + 0.08 \cdot \log(S) + 0.10 \cdot F$ .

В модель, полученную для горных территорий, в качестве наиболее значимых предикторов добавились высота водосбора (H), процент распаханности водосбора (A):

$$\log(Y) = -5.01 - 0.19 \cdot T + 0.29 \cdot \log(R) + 0.72 \cdot \log(S) - 0.20 \cdot A - 0.43 \cdot H.$$

Построенные модели объясняют порядка 80% изменчивости данных и отражают основные закономерности стока воды в заданном масштабе исследований. Кроме того, они хорошо интерпретируются в терминах уравнения водного баланса, на что указывает положительный вклад суммы атмосферных осадков и отрицательный вклад суммы активных температур.

На основе построенных моделей с использованием данных второй выборки выполнен расчет прогнозных (модельных) значений показателей речного стока для бассейнов рек и межприточных пространств, планарно покрывающих исследуемую территорию. Таким образом, была проведена пространственная экстраполяция величин речного стока на неизученные в гидрологическом отношении речные бассейны ЕЧР. Результаты экстраполяции представлены в виде векторных слоев модуля стока воды и годового слоя стока и созданных по ним тематических карт, адекватность которых была проверена путем их сравнения с ранее построенными мелкомасштабными картами (Национальный Атлас России и др.).

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДИСТАНЦИОННЫХ МЕТОДОВ ДЛЯ ОЦЕНКИ ИНТЕНСИВНОСТИ РАЗРУШЕНИЯ ПАМЯТНИКОВ АРХЕОЛОГИИ ПОД ДЕЙСТВИЕМ ПРИРОДНЫХ И АНТРОПОГЕННЫХ ФАКТОРОВ**

Гайнуллин И.И.<sup>1</sup>, Усманов Б.М.<sup>2</sup>, Хомяков П.В.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Институт археологии им. А.Х. Халикова Академии наук

Республики Татарстан, Казань, Россия

<sup>2</sup> Казанский (Приволжский) федеральный университет, Казань, Россия,  
*ihigh76@gmail.com, busmanof@kpfu.ru*

Археологический памятник, это объект, во внешнем виде и внутренней структуре которого очевидна преобразующая деятельность человека, который создавая условия для своего проживания, изменял рельеф, окружающую среду

и следы его деятельности сохранились до наших дней. В настоящее же время актуальной задачей является сохранение объектов культурного наследия, находящихся под воздействием различных факторов. Они разрушаются как при хозяйственном освоении (распашка, строительство, добыча ископаемых и пр.), так и в ходе естественных геоморфологических процессов (эрозия, абразия берегов, раздув почв и пр.), поскольку древние поселения практически всегда окружены склонами, оврагами и балками, а также речными системами, что обусловлено выбором естественных укреплений и близостью воды. При этом не только уничтожается культурный слой памятника и меняется его облик, но, при ограниченной площади распространения, зависящей от конкретной исторической эпохи, памятник в ходе этих процессов со времени обнаружения к сегодняшнему дню может быть уничтожен полностью. Несмотря на это, комплексного междисциплинарного исследования состояния объектов археологического наследия до сих пор произведено не было. Кроме того, на данный момент отсутствует система оценки воздействия антропогенных и экзогенных процессов со времени обнаружения объекта, сопровождающихся разрушением памятника или значительной трансформацией его облика. Также отсутствуют утвержденные методики количественной оценки изменения состояния памятника. Это делает невозможным выполнять требования современного законодательства к содержанию и использованию объекта культурного наследия. В сложившейся ситуации уникальные свидетельства прошлого народов, населяющих территорию Республики Татарстан, при разрушении памятника археологии безвозвратно исчезают. Поскольку сплошное и детальное исследование и картографирование памятников археологии в последний раз проводилось в 70-е годы прошлого столетия, для сохранения исторического наследия на территории Татарстана на сегодняшний день необходимо предусмотреть проведение широкомасштабных охранно-спасательных работ на разрушаемых объектах. А работы по оценке опасности разрушения памятников археологии помогут в выборе приоритетных участков для срочных археологических исследований на основе определения интенсивности разрушения памятника и его уникальной значимости.

Во всем мире разработка стратегии сохранения культурного наследия на основе анализа современного состояния, прогноза и оценки рисков для памятников археологии с использованием современных методов (анализ данных дистанционного зондирования (ДДЗ), глобальные спутниковые навигационные (ГНСС) и геоинформационные системы (ГИС) является неотъемлемой частью современных археологических исследований. За последние 5 лет в современных археологических исследованиях как в России, так и за рубежом, благодаря



своей невысокой цене и легкости в использовании, наряду с лазерным сканированием, все более широкое применение получили мультироторные беспилотные летательные аппараты (БПЛА). Новейшие технологии заметно упростили задачу по проведению мониторинга современного состояния памятников археологии.

В середине XX века на территории Республики Татарстан проводилась сплошная аэрофотосъемка для целей топографического картографирования и изучения трансформации береговой линии Куйбышевского водохранилища. Основной массив снимков относится к 50-м и 80-м годам прошлого столетия. Таким образом, для изучения и получения информации о состоянии памятников археологии, расположенных на территории РТ, были подобраны ДДЗ максимально возможного временного спектра за последние 60 лет. В работе использовались старые аэрофотоснимки (масштаб 1: 17000) из специального фонда библиотеки Казанского федерального университета и современные спутниковые снимки высокого разрешения из открытых ресурсов. В качестве объектов изучения были выбраны укрепленные поселения (городища) с системой оборонительных сооружений (валы, рвы), которые легко идентифицировать по данным дистанционного зондирования. По существующему описанию памятника, произведенному на основе результатов полевых исследований прошлых лет, определялось его местоположение и примерные координаты. Далее по результатам визуального дешифрирования оценивалось состояние городищ. Памятники, подвергшиеся воздействию антропогенных (пахота, строительство, добыча полезных ископаемых и т.д.) и естественных (овражная эрозия, оползни, обвалы, флювиальные процессы и т.д.) процессов были отнесены к разным категориям. В отдельную категорию выделялись городища без видимых последствий воздействия и полностью разрушенные памятники археологии с описанием возможных причин исчезновения. По разновременным снимкам оценивалась пораженность городищ негативными процессами и степень их трансформации. Также проводилось сопоставление существующих схем укреплений с их изображением на ДДЗ, для визуального определения соответствия конфигурации схемы с реальным расположением городища и дальнейшей корректировки планов памятников.

Изучение данных дистанционного зондирования (ДДЗ) не всегда позволяет определить реальную ситуацию на изучаемых объектах, поэтому для получения оперативных данных о современном состоянии, определения степени подверженности памятников различным видам воздействия и обоснования необходимости проведения охранно-спасательных мероприятий проводились

полевые работы. Натурные обследования включали в себя: уточнение местоположения и выявление визуальных признаков городища; организацию стационарных реперных точек для привязки последующей многократной съемки; фотофиксацию негативных воздействий, организацию и съемку опорных точек ГНСС-оборудованием и съемку БПЛА.

Аэрофотосъемочные работы были выполнены с использованием мультироторного БПЛА DJI Phantom 4. Опорные точки для последующей геопривязки облака точек отмечались марками, распечатанными на баннерной ткани, координаты определялись с помощью ГНСС-приемников Trimble GeoExplorer 6000 GeoXH и Lejka Zeno20. Фотограмметрические работы произведены в программе Agisoft Photoscan, анализ ЦМР, построение карт и расчеты проводились в ПО Golden Software Surfer 13.

Ортофотопланы изготовлены в электронном виде в системе координат WGS 84 UTM зона N39, метрическая, с разрешением 0,05 м. По облаку точек в программе Surfer 13 генерировалась цифровая модель рельефа (ЦМР) с шагом 0,5 м показывающая высотные характеристики городища.

Для получения информации для последующей оценки рисков разрушения для каждого объекта строились различные тематические карты. На основе ортофотопланов в программе ArcMap создавались векторные слои, отражающие различное землепользование в пределах изучаемого городища и на прилегающей территории. Контуры лесных массивов, водных объектов и дорог использовались для бланковки территорий на ЦМР, не относящихся к поверхности земли.

По цифровой модели в специализированном пакете Surfer 13 были построены изолинии рельефа для оформления топоплана и проведен предварительный морфометрический анализ для получения характеристик для оценки опасности развития современных экзогенных процессов – построены продольные профили, отражающие размеры оборонительных сооружений, карты уклонов территории и экспозиций склонов.

# ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ (БПЛА) ДЛЯ ПОСТРОЕНИЯ ЦИФРОВЫХ МОДЕЛЕЙ РЕЛЬЕФА МАЛЫХ ВОДОСБОРОВ В РАЗЛИЧНЫХ ЛАНДШАФТНЫХ ЗОНАХ<sup>2</sup>

Гафуров А.М.

Казанский (Приволжский) федеральный университет, Казань, Россия

*gafurov.kfu@gmail.com*

Фактор рельефа является ключевым при количественных оценках темпов эрозии и аккумуляции с пахотных угодий с помощью геоинформационных систем (ГИС). В качестве основных параметров рельефа, используемых при расчётах, являются длина и уклон склона, а также их комбинированные показатели. В качестве источников информации о рельефе, как правило, выступают глобальные цифровые модели рельефа (ГЦМР), а также топокарты. Однако, использование последних ограничивается тем, что не на каждую территорию удастся подобрать карты подходящего масштаба. Кроме того, в зависимости от года составления карты, остается открытым вопрос о ее применимости в виду произошедших изменений. ГЦМР позволяет обойти данное ограничение топокарт, но не все ЦМР одинаково применимы для проведения расчетов в связи с недостаточной точностью определения высотных отметок, а также разрешения модели в целом. Использование беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) обеспечивает построение ЦМР сверхвысокого разрешения, при этом решая вопросы, связанные с актуальностью информации о рельефе. Кроме того, оперативность проведения съемок позволяет проводить оценки объёмов различных эрозионных форм и их измерений во времени внутри водосборов, а также оценивать пространственное распределение произошедших изменений.

В 2016 году начались работы по построению ЦМР на малые водосборы площадью до 5 км<sup>2</sup> с использованием БПЛА DJI Phantom 4. В качестве исследуемой территории выступили водосборы долин первого порядка, расположенные в Удмуртской Республике, Республике Татарстан, Воронежской и Оренбургской областях. Полет осуществлялся путем автоматизированного пилотирования по полетному заданию, заданному в программном обеспечении (ПО) Pix4DCapture. Для съемки малых водосборов высота полета составила 100 м от точки взлета, а съемка осуществлялась с продольным и поперечным перекрытием не менее 70%.

Для обеспечения точной привязки, а также корректных значений высот в

---

<sup>2</sup> Исследование выполнено при поддержке гранта Российского научного фонда (проект № 15-17-20006).

итоговых моделях рельефа, на каждом водосборе была организована сеть реперов. В качестве реперов использовались шахматные паттерны-марки, центры которых снимались GNSS-приемником Trimble Geoplotter XH. Съёмка точек проводилась в режиме кинематики в реальном времени (RTK-real time kinematic), в качестве базовых станций выступали станции сети NIVE. В Республике Татарстан в качестве базовой станции использовалась станция сети IGS, расположенная в Казанском федеральном университете. Использование марок позволило достичь погрешности привязки по трем осям, не превышающей 1 см.

По полученным снимкам в ПО Agisoft Photoscan строились облака точек, которые в полуавтоматическом режиме очищались от растительности и сегментировались до разрешения 9 точек/м<sup>2</sup>. Такое разрешение является компромиссом между разрешением и объемом информации, так как при большем разрешении увеличивается и итоговый объем облака точек, для обработки которых необходимы большие вычислительные мощности, а сам процесс обработки может занимать достаточно продолжительное время. Полученные облака точек экспортировались в ПО Golden Software Surfer для построения сети регулярных точек 0,5 м разрешения. В качестве метода интерполяции при построении ЦМР использовался метод триангуляции с линейной интерполяцией, наилучшим образом показавший себя при работе с большими массивами данных с минимальными ошибками, возникающими при интерполяции.

Полученные ЦМР могут быть использованы как источник данных о рельефе при проведении расчетов по эрозионным моделям, а также для картирования структуры речевой сети, возникающей на пашне при конкретных эрозионных событиях.

## **ОЦЕНКА ЗАГРЯЗНЕНИЯ ТЯЖЁЛЫМИ МЕТАЛЛАМИ ВЕРХОВЫХ БОЛОТ ТОМСКОЙ ОБЛАСТИ ПО ИЗМЕНЕНИЮ БИОГЕОХИМИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ ВЕРЕСКОВЫХ КУСТАРНИЧКОВ**

Гашкова Л.П.<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>СибНИИСХиТ–филиал СФЦНЦА РАН, Томск, Россия,

<sup>2</sup>Томский государственный университет, Томск, Россия

*gashkova-lp@rambler.ru*

Верховые болота являются уникальными экосистемами, которые являются местообитаниями высокоспециализированных видов сосудистых растений. Обеспеченность растений минеральным питанием на таких болотах очень низкая, основным источником элементов является атмосферное осаждение. Болота

имеют очень низкую экологическую буферную способность и поэтому их реакция на загрязнение атмосферы более ошутима, чем во многих других экосистемах. [1]. Необходимо знать уровни содержания металлов в торфе и растениях для оценки потенциального экологического ущерба и разработки стратегий смягчения последствий [2]. Большие площади верховых болот характерны для Томской области, территория которой заболочена, по разным источникам, от 39,5 до 50 % [3, 4]. Значительные площади болот подвергаются влиянию загрязнения в результате влияния Томск-Северской промышленной агломерации, автомобильных дорог, осушения, пожаров, добычи торфа, нефти и газа. Болота, расположенные поблизости от населённых пунктов, часто используются для слива сточных вод. С учётом перечисленных антропогенных факторов на территории Томской области было выбрано 20 участков болот, на которые оказывает влияние один или несколько таких факторов. Для сравнения были выбраны 12 участков болот, значительно удалённых от источников загрязнения. Содержание тяжёлых металлов в растениях этих болот находится в пределах и ниже фоновых концентраций для исследуемого региона [5].

Для изучения влияния загрязнений тяжёлыми металлами были выбраны четыре вида вересковых кустарничков, широко распространённых на верховых болотах Томской области: *Andromeda polifolia* L., *Chamaedaphne calyculata* (L.) Moench, *Ledum palustre* L., и *Vaccinium uliginosum* L. На всех исследованных участках в июле 2015 года отбирались пробы растений и торфа для определения содержания Zn, Cd, Pb и Cu. У растений каждого из исследуемых видов на площади 10×10 м отбиралась смешанная проба побегов текущего года. Пробы образцов торфа отбирались в корнеобитаемом слое залежи. Определение содержания тяжёлых металлов в растениях и торфе проводилось методом инверсионной вольтамперометрии в лабораторно-аналитическом центре СибНИИС-ХиТ. Статистическая обработка результатов проводилась на базе Statsoft Statistica for Windows 6.0. и Excel 7.0. Сравнение и значимость отличий между выборками устанавливалось при помощи непараметрического критерия Манна-Уитни. Для выявления влияния загрязнения на накопление тяжёлых металлов был рассчитан коэффициент биологического поглощения, отражающий отношение содержания элемента в золе растения к его содержанию в торфе [6], и биогеохимическая активность видов, представляющая собой сумму коэффициентов биологического поглощения рассматриваемых элементов [7].

При сравнении концентрации тяжёлых металлов в растениях выяснилось, что превышение этого показателя на участках, подверженных антропогенному воздействию, у *Andromeda polifolia* наблюдалось для Zn и Cu, у *Vaccinium uligi-*

*nosum* для Zn, Cu и Cd, у *Chamaedaphne calyculata* для Zn, Pb и Cu, для *Ledum palustre* для Zn, Cd, Pb и Cu, по сравнению с аналогичными участками болот, отдалёнными от источников загрязнений.

Биогеохимическая активность всех исследованных видов достоверно увеличилась на нарушенных участках болот.

В результате проведённых исследований можно сделать выводы, что вересковые кустарнички верховых болот могут служить индикаторами загрязнения болот тяжёлыми металлами. При определении степени загрязнения вместо сравнения абсолютных значений содержания элементов в растениях и торфе, более показательным является сравнение биогеохимической активности видов.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 16-45-700418-р\_а.

#### Литература

1. Wojtuń B. L., Samecka-Cymerman A, Kolon K, Klink A, Kempers AJ. *Andromeda polifolia* and *Oxycoccus microcarpus* as pollution indicators for ombrotrophic bogs in the Western Sudety Mountains (SW Poland). *Journal of Environmental Science and Health, Part A*. 2013 48: 686 doi: 10.1080/10934529.2013.744578
2. Balabanova B.; Stafilov T.; Baceva K.; Sajn R. Biomonitoring of atmospheric pollution with heavy metals in the copper mine vicinity located near Radovis, Republic of Macedonia. *J. Environ. Sci. Health, Part A*, 2010, 45, 1504–1518.
3. Дюкарев А.Г., Львов Ю.А., Хмелев В.А. и др. Природные ресурсы Томской области. Новосибирск: Наука, 1991. 175с.
4. Инишева Л.И., Архипов В.С., Маслов С.Г., Михантьева Л.С. Торфяные ресурсы Томской области и их использование. Новосибирск: СО РАСХН, 1995. – 88 с.
5. Гашкова Л.П. Особенности накопления тяжёлых металлов болотными растениями юго-востока Западной Сибири. *Вестник Рязанского государственного университета имени С.А. Есенина*. 2016. № 4 (53). с. 146 – 158.
6. Айвазян А.Д. Геохимические особенности флоры ландшафтов юго-западного Алтая. М.: Изд-во МГУ, 1974. 155 с.
7. Перельман, А.И., Касимов, Н.С. Геохимия ландшафта. М.: Изд-во МГУ, 1999. 610 с.

# ТЕНДЕНЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ ТЕМПОВ ЭРОЗИОННЫХ ПРОЦЕССОВ НА ЮЖНОМ МЕГАСКЛОНЕ РУССКОЙ РАВНИНЫ В ПОСЛЕДНИЕ ДЕСЯТИЛЕТИЯ<sup>3</sup>

Голосов В.Н., Ермолаев О.П., Сафина Г.Р., Мальцев К.А., Гусаров А.В.,  
Рысин И.И.

Казанский (Приволжский) федеральный университет, Казань, Россия  
*gollossov@gmail.com*

Склоновый смыв и овражная эрозия являются основными процессами снижения плодородия почв и безвозвратных потерь пахотнопригодных земель в пределах южного мегасклона Русской равнины. Материал, формирующийся при развитии эрозионных процессов, а также различные загрязняющие вещества, переносимые совместно с наносами, являются одними из важных загрязнителей поверхностных вод. Большая часть мониторинговых наблюдений на стоковых площадках и склоновых водосборах за стоком воды и наносов, проводившихся в 1985 - 2015-е годы прошлого века, после распада СССР были прекращены. Фактически более 30-35 лет прошло и с момента количественной оценки мелкомасштабной темпов смыва почв на Европейской территории России на основе использования расчётных эмпирических моделей (Ларионов, 1993). Примерно для этого же периода были составлены карты густоты и плотности овражной сети. При этом за прошедшие десятилетия произошли в разной степени существенные изменения в площадях пахотных земель (Люри и др., 2010) и набора используемых сельскохозяйственных культур, высеваемых в различных ландшафтных зонах южного мегасклона Русской равнины. Одновременно, продолжается до настоящего времени, начавшийся со второй половины 1970-х годов процесс изменений климата, заметно усилившийся в 1990-е года. Это не могло не сказаться на: темпах смыва почв с пашни, развитии овражной эрозии и поступлении загрязняющих веществ в водотоки.

Для выявления трендов изменений темпов эрозионных процессов в различных ландшафтных зонах в пределах южного мегасклона Русской равнины в качестве объектов разномасштабных исследований были выбраны 6 трансект, расположенных на юге лесной, севере и в центре лесостепной, севере, юге и востоке степной зон, каждая из которых располагается в пределах крупной административной единицы РФ, а именно: в южной половине Удмуртской Республики, западных частях Республики Татарстан, Воронежской, Саратовской и Оренбургской областей и юго-западная части Ставропольского края. Выбор именно этих регионов связан с максимальным охватом территорий с характер-

---

<sup>3</sup> Исследование выполнено при финансовой поддержке Российского научного фонда (проект № 15-17-20006)

ными ландшафтно-климатическими условиями для ведения земледелия и наличием для данных регионов результатов исследований по оценке эрозионных процессов, полученных в 1980-е годы. Собраны данные о динамике изменений основных гидрометеорологических характеристик, определяющих темпы талого и ливневого смыва и овражных размывов, включая: температурный режим и запасы воды в снеге в период весеннего снеготаяния, глубину промерзания почв, повторяемость выпадения осадков со слоем свыше 10 мм в тёплое время года, характеристики стока воды в реках; данные о площадях посевов различных культур по годам. В пределах каждого трансекта выбрано от одного до двух речных бассейнов, для которых с использованием модифицированных уравнения почвенной эрозии (USLE) и модели ГГИ (Ларионов, 1993) проведены расчёты темпов смыва на 1980 и 2012 гг. и проведены сопоставления изменений густоты и плотности овражной сети для двух временных интервалов.

Для всех речных бассейнов выявлены тренды снижения темпов склонового смыва с пашни и сокращения густоты и плотности оврагов, находящихся в стадии активного роста. В докладе обсуждаются причины снижения темпов эрозионных процессов и специфика изменений интенсивности талого и ливневого смыва и овражных размывов в различных ландшафтных зонах и даётся прогноз развития эрозии на пахотных землях в зависимости от различных сценариев изменений климата.

## **АНАЛИЗ МОРФОМЕТРИИ РЕЛЬЕФА ИСПОЛЬЗУЕМЫХ И ЗАБРОШЕННЫХ ПАХОТНЫХ УГОДИЙ В РЕЧНЫХ БАСЕЙНАХ ЕТР В ПЕРИОД 1985-2015 ГГ. ПО ДАННЫМ ДЗЗ<sup>4</sup>**

Иванов М.А.

Казанский (Приволжский) федеральный университет, Казань, Россия

*maximko-87@mail.ru*

Распаханность территории является одним из ключевых факторов, определяющих темпы эрозионно-аккумулятивных и ряда других экзогенных процессов в пределах равнинных территорий. В пределах Европейской части России (ЕТР) было выбрано 9 речных бассейнов, расположенных в различных ландшафтных зонах. Для этих бассейнов был проведен анализ морфометрии обрабатываемых земель в 1985 и 2015 гг., и пашни, выведенной из использования за 30 лет, прошедших с 1985 г. В качестве исходных данных выступали

---

<sup>4</sup> Исследование выполнено при финансовой поддержке Российского научного фонда (проект № 15-17-20006).



векторные слои используемых и заброшенных пахотных угодий в рассматриваемые временные срезы, полученные в результате дешифрирования снимков Landsat [1], и ЦМР SRTM с пространственным разрешением 1 угловая секунда (~30 м).

По ЦМР в ArcGis были построены растры уклонов и длин линий стока (определяющие фактор рельефа при расчёте темпов эрозионных процессов) на территорию исследуемых бассейнов. В качестве интегрального фактора в программе WhiteBox GAT был рассчитан фактор рельефа LS с помощью инструмента "Sediment Transport Index" по следующей формуле:

$$LS = (m+1) \times \left( \frac{A_s}{22.13} \right)^m \times \sin \left( \frac{B}{0.0896} \right)^n,$$

где  $A_s$  - площадь частного водосбора,  $B$  - локальное значение уклона в градусах,  $m$  - показатель площади, берется обычно равным 0.4,  $n$  - показатель уклона, обычно берется равным 1.3 [2].

Используя в качестве масок векторные слои используемых и заброшенных пахотных угодий, были рассчитаны средние значения вышеуказанных морфометрических показателей для каждого бассейна.

По результатам расчетов наблюдается сокращение средних значений фактора рельефа LS с 1985 по 2015 гг. на используемых пахотных угодьях во всех рассматриваемых бассейнах. При этом для заброшенных участков пашни получены максимальные значения этого фактора, что говорит о том, что из использования были выведены участки более подверженные эрозии.

Стоит отметить, что такое снижение фактора рельефа LS в разных бассейнах обусловлено изменениями различных морфометрических показателей. В бассейнах рек Медведица, Ведуга, Калаус, Кума наблюдается уменьшение средних значений как уклонов, так и длин линий тока. В бассейнах рек Иж и Улема при неизменных значениях уклонов снижение топографического фактора произошло за счет сокращения длин линий тока. Для рек Меши, Самары и Свяги наблюдается обратная картина, где при равных средних длинах линий стока (а в случае р. Свяги при возросшем значении) первоочередным фактором снижения фактора рельефа LS стала крутизна склонов.

Ранее для ряда регионов центра ЕТР сокращение площадей пашни за рассматриваемый период в большей степени объяснялся социально-экономическими причинами [3]. Полученные результаты позволяют предположить, что в пределах исследованных речных бассейнов в первую очередь из использования выводились наиболее неудобные земли, более подверженные эрозии и приуроченные к нижним частям выпуклых склонов. Данная тенденция

более ярко выражена в бассейнах рек степной и западного сектора лесостепной зон и в меньшей степени на юге лесной и севере лесостепной зон. Таким образом, можно сделать вывод о том, что сокращение площади пашни привело к снижению среднегодовых темпов смыва на сохранившейся пашне.

#### Список литературы

1. Иванов М.А. Оценка динамики землепользования в бассейнах рек европейской территории России за последние 30 лет по данным ДЗЗ // Теория и методы современной геоморфологии: Материалы XXXV Пленума Геоморфологической комиссии РАН, Симферополь, 3-8 октября 2016 г. / Отв. ред. Кладовщикова М.Е., Токарев С.В. – Симферополь, 2016. – Том 2. – С. 362-369.

2. Moore I.D., Grayson R.B., Ladson A.R. Digital terrain modelling: a review of hydrological, geomorphological, and biological applications, *Hydrological Processes*, 1991, Vol. 5, No. 1, pp. 3-30.

3. Prishchepov A.V., Müller D., Dubinin M., Baumann M., Radeloff V.C. Determinants of agricultural land abandonment in post-Soviet European Russia, *Land use policy*, 2013, Vol. 30 (1), pp. 873-884.

## **АНАЛИЗ ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ МОРФОМЕТРИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ РЕЛЬЕФА В БАСЕЙНОВЫХ ГЕОСИСТЕМАХ ДЛЯ ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКОГО РАЙОНИРОВАНИЯ ТЕРРИТОРИИ<sup>5</sup>**

Иванов М.А., Ермолаев О.П.

Казанский (Приволжский) федеральный университет, Казань, Россия

*maximko-87@mail.ru*

В исследовании была проверена гипотеза о возможности использования морфометрических показателей рельефа бассейнов для геоморфологического районирования на примере Приволжского федерального округа РФ. В качестве основных материалов использована пространственная база данных морфометрических показателей рельефа для 68787 водосборных бассейнов 2-го порядка [1, 2].

Для выявления закономерностей пространственной изменчивости морфометрических показателей рельефа на территории исследования использована схема геоморфологического районирования СССР под редакцией С.С. Воскресенского [3], в векторном виде [4]. В соответствии с этой схемой регион расположен в пределах трех геоморфологических стран: Русской равнины, Новоземельско-Уральская и Туранская равнина, включающих в себя 7 провинций и 18 областей.

Для выявления зависимости значений морфометрических показателей от

---

<sup>5</sup> Исследование выполнено при поддержке гранта Российского научного фонда (проект № 15-17-10008).

их приуроченности к той или иной геоморфологической области использовался дисперсионный анализ, где в качестве зависимой переменной выступали показатели, а в качестве фактора - конкретные геоморфологические области.

Ввиду большого количества областей анализ проводился отдельно для страны Русская равнина и Новоземельско-Уральской страны. Из анализа по причине их малого количества были исключены бассейны, принадлежащие областям Печорской низменности (10 басс.) и Прикаспийской низменности (65 басс.), а также бассейны, принадлежащие Туранской равнине (61 басс.).

По результатам дисперсионного анализа выявлены статистически значимые связи для средней высоты, среднего уклона, глубины расчленения и топографического фактора LS с геоморфологическими областями. Во всех случаях межгрупповая дисперсия значительно больше внутригрупповой, а р-значение меньше 0,05.

Максимальные значения высот в пределах Русской равнины наблюдаются в бассейнах, расположенных на территории Североуральской подобласти Северо-Двинской области, характеризующейся инверсионным рельефом Московской синеклизы; области Тиманского кряжа, представляющей собой краевое поднятие Тимано-Печорской геосинклинали; области Приволжской возвышенности и Ергеней, соответствующей Ульяновско-Саратовской синеклизе (по отношению к которой основная часть Приволжской возвышенности является инверсионной) и Воронежской антеклизе; область Высокого Заволжья, расположенной на возвышенностях Волжско-Камской антеклизы. Более низкие значения соответствуют низменностям Волжско-Окско-Донской равнины. Они расположены в пределах юго-восточного крыла Московской синеклизы, Пачелмского (Рязанско-Саратовского) прогиба и северо-восточного крыла Воронежской антеклизы, характеризующейся новейшим относительным прогибанием. Это же характерно и для области Подуральского плато, лежащей в восточной части Прикаспийской впадины (синеклизы) и Предуральского прогиба, испытавших в новейшее время инверсионные блоковые поднятия. Минимальные значения наблюдаются в области Низкого Заволжья, приуроченной к плиоцен-четвертичному прогибу.

Невысокие значения глубины расчленения наблюдаются в бассейнах, расположенных в областях с аккумулятивным типом рельефа (Северо-Двинская, Волжско-Окско-Донская равнина, Низкое Заволжье), возрастает в бассейнах, приуроченных к областям с эрозионно-денудационным рельефом (Тиманский кряж, Приволжская возвышенность и Ергени, Высокое Заволжье, Подуральское плато).

Несколько по-другому ведут себя значения среднего уклона и, соответственно, фактора  $LS$ . В целом закономерность сохраняется, однако минимальные значения уклонов наблюдаются в бассейнах, приуроченных к Подуральскому плато с большой глубиной вертикального расчленения. Это можно объяснить двумя причинами: преобладанием таких элементов рельефа как плато, которым присущи малые уклоны, и низким показателем горизонтального расчленения. Средние уклоны в бассейнах, расположенных в Северо-Двинской области, выше ожидаемых при небольших значениях вертикального расчленения. Это объясняется высокими показателями густоты речной сети и, соответственно, большим количеством склоновых поверхностей.

Для бассейнов, расположенных в пределах Новоземельско-Уральской страны, также выявляются статистически значимые закономерности пространственной изменчивости морфометрических характеристик рельефа.

Наибольшие значения высоты наблюдаются в бассейнах, соответствующих Провинции осевой зоны Урала: максимальные для среднегорий (грядово-увалистое среднегорье Северного Урала и грядовое среднегорье Южного Урала), где сосредоточены наиболее высокие хребты и массивы, и, чуть меньшие, – для низкогорий (грядово-останцовое низкогорье Среднего Урала, низкогорья и плато Южного Урала и Мугодзар).

Значительно меньшие высоты наблюдаются в бассейнах Западноуральской и Восточноуральской (исследуемая территория захватывает только Область Урало-Тобольского плато) провинций. В Западноуральской провинции прослеживается планомерный рост средних высот бассейнов при переходе от Области Парм к Уфимско-Чусовской области низкогорий и далее к Сим-Нугушской грядово-останцовой области.

Несколько по-иному ведет себя глубина расчленения. Максимальные значения, как и в случае с высотой, соответствуют среднегорьям Провинции осевой зоны Урала. Минимальное вертикальное расчленение отмечается в низкогорных областях и плато. Довольно высокие значения в Сим-Нугушской грядово-останцовой области объясняются чередованием резко очерченных хребтов с узкими и глубокими депрессиями. Этим же можно объяснить высокие значения средней крутизны склонов (соответственно и фактора  $LS$ ) в бассейнах, лежащих в этой области. Значения этих факторов в других геоморфологических областях дают вполне логичную картину. Максимальные уклоны соответствуют среднегорьям, средние значения – низкогорьям, а минимальные наблюдаются на Урало-Тобольском плато с выравненным рельефом.

Несмотря на то, что морфометрия рельефа не всегда объясняет его гене-

зис, выявленные для четырех показателей связи с геоморфологическими областями, позволяют сделать вывод о возможности их использования для геоморфологического районирования территорий средствами ГИС-технологий.

#### Литература

1. Ermolaev O.P., Mal'tsev K.A. and Ivanov M.A. Automated Construction of the Boundaries of Basin Geosystems for the Volga Federal District // *Geography and Natural Resources*. 2014. Vol. 35. No. 3. pp. 222-228.

2. Иванов М.А., Ермолаев О.П. Геоморфометрический анализ бассейновых геосистем Приволжского федерального округа по данным SRTM и Aster GDEM // *Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса*. 2017. Т. 14. № 2. С. 98-109.

3. Воскресенский С.С., Леонтьев О.К., Спиридонов А.И., Лукьянова С.А., Ульянова Н.С., Ананьев Г.С., Андреева Т.С., Варущенко С.И., Спасская И.И. Геоморфологическое районирование СССР и прилегающих морей: Учеб. пособие для студентов географ. специальностей ВУЗов. М.: Высшая школа, 1980. 343 с.

4. Халиуллина А.Р., Самсонов Т.Е. Мультимасштабная гипсометрическая карта России // *Геоморфология и картография: материалы XXXIII Пленума Геоморфологической комиссии РАН*. Саратов: Изд-во Сарат. ун-та, 2013. С. 106-110.

## **ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ВЛИЯНИЯ НА ПРИРОДНУЮ СРЕДУ ПРИРОДНО-ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ НЕФТЯНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ В ПЕРМСКОМ КРАЕ**

Исаев С.В., Бузмаков С.А.

Пермский государственный национальный исследовательский университет,

Пермь, Российская Федерация

*IsaevSVik@yandex.com*

На территориях нефтяных месторождений при взаимодействии технологических объектов с природной средой формируются природно-технические системы (далее – ПТС). Месторождения представляет собой ПТС локального уровня, а промышленные площадные и линейные объекты являются ПТС элементарного уровня.

При формировании и эксплуатации ПТС происходит геохимическое воздействие на природную среду [1–3].

С целью изучения данных процессов, являющихся важными геоэкологическими аспектами влияния ПТС нефтяных месторождений на окружающую природную среду, были проведены натурные обследования с отбором проб почв на трех нефтяных месторождениях Пермского края – Кокуйском, Падунском и Озерном.

Результаты рассматривались в разрезе каждого месторождения и типов технологических объектов. Определялось распространение процессов техноге-

неза вблизи ПТС элементарного уровня. Рассчитывались статистические показатели. Различия между выборками проб оценивались с помощью критерия Стьюдента и критерия Фишера.

Обобщение данных по содержанию нефтепродуктов (далее – НП) показало, что процессы битумизации природной среды наиболее распространены в ПТС дожимных насосных станций (далее – ДНС), затем следует установки по подготовке и перекачке нефти (далее – УППН), а потом скважин и кустов скважин. Из результатов апробирования на хлориды следует, что наибольшие концентрации наблюдаются у скважин, наименьшие у УППН.

Все элементарные ПТС достоверно отличаются по распределению хлоридов, по распределению НП отличаются только ПТС ДНС и скважин.

С высокой степенью достоверности отличаются ПТС ДНС и скважин по концентрации хлоридов и НП, УППН и скважин по хлоридам.

В локальных ПТС наблюдаются достоверные различия в распределении НП и хлоридов почти всех месторождений, кроме содержания хлоридов на Кокуйском и Падунском.

По содержанию НП наиболее сильно отличаются Озерное и Кокуйское месторождения. По содержанию хлоридов достоверные отличия от остальных имеет Озерное месторождение.

Территория техногенного влияния нефтепромысловых объектов разного типа прослеживается до 100 м. В большинстве случаев с увеличением расстояния геохимическая обстановка приближается к фоновым показателям.

Различные типы элементарных систем имеют свои индивидуальные особенности, в основном, выраженные в распределении хлоридов. Наибольшее отличие от всех по содержанию НП имеет ПТС ДНС, по содержанию хлоридов – ПТС скважин.

Оценка геохимических показателей локальных ПТС месторождений показывает, что в ходе эксплуатации нефтепромыслов происходит увеличение содержания НП и хлоридов по отношению к естественному состоянию. Степень изменений в локальных ПТС различна.

Основные отличия в локальных ПТС наблюдаются в распределении поллютантов.

#### Литература

1. Бузмаков С. А., Костарев С. М. Техногенные изменения компонентов природной среды в нефтедобывающих районах Пермской области. Пермь: Изд-во Перм. ун-та, 2003. 171 с.;
2. Солнцева Н. П. Добыча нефти и геохимия природных ландшафтов. М.: 282. Изд-во МГУ, 1998. 376 с.;

3. Соромотин А.В. Воздействие добычи нефти на таежные экосистемы Западной Сибири: монография. Тюмень: Издательство Тюменского государственного университета, 2010. 320 с.

## **ОСНОВНЫЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ И РАЗМЕЩЕНИЯ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ГЛИНИСТОГО СЫРЬЯ В ЧЕТВЕРТИЧНЫХ ОТЛОЖЕНИЯХ НА ТЕРРИТОРИЯХ РЕСПУБЛИКИ ТАТАРСТАН И УЛЬЯНОВСКОЙ ОБЛАСТИ**

Каюмова Г.И.

Казанский (Приволжский) федеральный университет, Казань, Россия

*guzdrik.89@mail.ru*

Начало знаний о глине было положено в трудах естествоиспытателей еще в 18 веке. В конце 30-х и в 40-х годах текущего столетия интерес к глинистому веществу резко усилился; появилось большое количество публикаций, которые содержали данные о минеральном составе глин и их происхождении[1]. Крупный вклад в мировую копилку знаний о глинах внесли советские минералоги и литологи: Н.В. Белов, Б.Б. Звягин, В.А. Франк-Каменецкий, В.П. Петров, М.Ф. Викулова и др. [2].

Глины - важнейшее сырье для многих отраслей промышленности. Увеличивающийся ежегодно объем строительства требует все больше сырья для производства керамики, кирпича, керамзита и аглопорита. Ресурсы традиционного керамического сырья истощаются, глин, которые можно использовать без корректировки состава в производстве, становится все меньше. Параллельно со снижением запасов глинистого сырья повышаются требования к качеству выпускаемой продукции. Такое разделение месторождений, нацеленных на добычу конкретного вида глинистого сырья, необходимо по причине наличие некоторых различий в сфере применения керамзита, аглопорита и кирпично-керамического сырья: так, керамзит обладает большим количеством пор и малым весом и подходит для отделки стеновых панелей; особенность аглопорита – высокая прочность (в сравнении с аналогами) - он подходит для отделки железобетонных конструкций, подвергающихся высоким нагрузкам

Для выявления закономерностей формирования и размещения месторождений глинистого сырья в четвертичных отложениях на территориях РТ и Ульяновской области в общей сложности были обработаны данные по 146 скважинам, расположенным в РТ, и 28 скважинам Ульяновской области. Данные и графические приложения для обработки были взяты из 2-х томов «Поисковых работ с целью оценки перспектив четвертичных отложений для промышленно-

го использования в качестве строительных материалов Кировской и Ульяновской областей, Татарской и Удмуртской АССР» [3, 4].

Как показали результаты проведенного анализа суглинки и глины приурочены почти ко всем генетическим типам четвертичной системы, но наибольшим распространением они пользуются среди элювио-делювиальных образований.

На территории РТ кирпично-керамическое сырье разведано в месторождениях и проявлениях, приуроченных к отложениям возрастов  $edQ_{II-IV}$ ,  $aQ_I$ ,  $aQ_{II}$ ,  $aQ_{III}$ ,  $aQ_{III_{mk+k}}$ ,  $aQ_{IV}$ . Среди аллювиальных отложений перспективными для дальнейших поисковых работ можно считать долины рр. Степной Зай и Ик. К покровным образованиям проблематичного генезиса ( $prQ_{II-III}$ ) приурочены месторождения Исенбаевское (16) и Кадыбашское (11).

На территории республики известно только одно месторождение керамзитового сырья, приуроченное к элювио-делювиальным отложениям – Ямашурминское (20), расположенное на левобережье р.Казанки, между деревнями Сидорово-Пустошь и Ямашурма Высокогорского района. Суглинки на этой площади пригодны для производства керамзита как в естественном виде, так и с добавлением 1% солярового масла. Перспективными для дальнейшего поиска и разработки месторождений являются элювио-делювиальные отложения, которые развиты на склонах речных долин с мощностью до 15-20 м, а также площади развития покровных суглинков проблематичного генезисов на северо-востоке республики в бассейне р. Кырыкмас.

В Ульяновской области имеется 28 разведанных месторождений кирпично-керамического сырья. Большинство залежей приурочены к отложениям  $edQ_{II-IV}$ , меньшая группа – к отложениям  $aQ_{III}$  и только 2 месторождения – к образованиям  $aQ_{II}$ .

Отложения  $edQ_{II-IV}$  имеют повсеместное развитие, мощность их чаще всего не превышает 2-3 м. К нерасчлененным верхнечетвертичным отложениям относятся балансовые месторождения – Силаевское (33к) и Ульяновское (7); к отложениям  $aQ_{III_{ms+os}}$  - месторождение «Свет» (30).

К аллювиальным отложениям вторых надпойменных террас ( $aQ_{III_{mk+k}}$ ) приурочены балансовые месторождения: Вырыпаевское (15), Баратаевское (14), Кротовское (11к). Аллювиальные отложения надпойменных речных террас, в основном, сложены песками или супесями и суглинками, засоренными крупнозернистыми включениями.

В Ульяновской области разведано одно месторождение глины для производства керамзита – Сельдинское (8), а также одно месторождение аглопорито-



вого сырья, приуроченное к отложениям аQ<sub>III</sub>– Акшуатское (32). Но мощности их полезной толщи невелики – всего 10,13 м и 8,1 м, соответственно.

Из вышеизложенного материала можно сделать вывод, что имеющиеся в Ульяновской области и РТ разведанные запасы в основном удовлетворяют потребности в кирпично-керамическом сырье, несколько проблематична ситуация с керамзитовым и аглопоритовым сырьем.

#### Литература

1. Никитина А.П., Петров В.П., Чухров Ф.В. Глины, их минералогия, свойства и практическое значение. Москва: Изд-во «Наука», 1970. С.3.
2. Осипов В.И., Соколов В.Н. Глины и их свойства. Состав, строение и формирование свойств. Москва: ГЕОС, 2013.С. 10.
3. Белянина А.И., Катун Е.Д., Кондратьева Т.Н., Лашкова А.В., Сухаревская С.А. Поисковые работы с целью оценки перспектив четвертичных отложений для промышленного использования в качестве строительных материалов Кировской и Ульяновской областей, Татарской и Удмуртской АССР. Том 2. Горький: Средне-Волжская геологоразведочная экспедиция. Территориальное геологическое управление Центральных районов. Министерство геологии РСФСР, 1975. С. 89-146, 181-195.
4. Белянина А.И., Катун Е.Д., Кондратьева Т.Н., Лашкова А.В., Сухаревская С.А. Поисковые работы с целью оценки перспектив четвертичных отложений для промышленного использования в качестве строительных материалов Кировской и Ульяновской областей, Татарской и Удмуртской АССР. Том 3. Горький: Средне-Волжская геологоразведочная экспедиция. Территориальное геологическое управление Центральных районов. Министерство геологии РСФСР, 1975. 20 с.

## **ИЗОТОПНЫЙ СОСТАВ УГЛЕРОДА ПАЛЕОПОЧВ И ПЕДОЛИТОСЕДИМЕНТОВ ПОЗДНЕГО ПЛЕЙСТОЦЕНА ТРУБЧЕВСКОГО ОПОЛЬЯ БРЯНСКОЙ ОБЛАСТИ И ПРИАЗОВЬЯ**

Ковалева Н.О.<sup>1</sup>, Столпникова Е.М.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, Москва, Россия

<sup>2</sup> Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова, Москва, Россия  
*natalia\_kovaleva@mail.ru*

Изотопный состав углерода карбонатных новообразований в палеопочвах и педолитоседиментах зависит от двух главных факторов – гидрологических условий их формирования и типа фотосинтеза растений, влияющих на процессы фракционирования стабильных изотопов.

Объекты исследования – песчано-лессово-почвенные и делювиально-почвенные серии в Брянской (Трубчевское ополье) и Ростовской областях (Приазовье). В стенках карьеров в районе д. Телец и д. Красное были датирова-

ны радиоуглеродным методом две позднеледниковые почвы с ярко выраженными признаками гидроморфизма в надмерзлотных условиях. Присутствие мерзлоты в это время доказывается нарушением горизонтов почвы интерстадиала Бёллинг (12930±170 Ки-17413) следами криотурбации. Несмотря на оглеенность, почвы характеризуются накоплением карбоната кальция. В Ростовской области позднеплейстоценовые карбонатные педолитоседименты были изучены в стенках раскопа палеолитической стоянки Каменная балка-2. В стенках раскопа также прослеживаются морозобойные трещины, но следов таяния мерзлоты не наблюдается. Стоянка, также как, и лёссовидные отложения датируются концом плейстоцена (ок.14 тыс. л.н.) (Леонова и др., 2006).

Изотопный состав углерода (ИСУ) позднеплейстоценовых карбонатов раскопа Каменная балка-2 колеблется в пределах от -9,8-4,7‰. Наиболее тяжёлые значения фиксируются в наиболее чистом лёссе, а лёгкие -9,8-8,2‰ – в залегающем под лёссом буром тяжелосуглинистом горизонте. По данным ИСУ органического вещества фиксируется такая же тенденция, характеризующая более гумидные условия формирования бурого горизонта ( $\delta^{13}\text{C}_{\text{орг}}$  -25,2‰), а затем нарастающую аридизацию климата ( $\delta^{13}\text{C}_{\text{орг}}$  -24,3-23,7‰) на момент отложения лёсса. ИСУ показывает повышение доли растений с C4 типом фотосинтеза на фоне господства растительности C3 типа. Растительный ландшафт (Cerling, 1992) по данным изотопного состава можно охарактеризовать как лесистую местность с процентом C4 травянистой растительности от 25 до 50.

Сходный ландшафт диагностируется для интерстадиала Бёллинг в Брянской области, где ИСУ карбонатов составил -8,8‰, ИСУ органического углерода -24,8-25,3‰. Тем не менее, по данным других анализов (относительно повышенное содержание углерода, фосфора, повышение магнитной восприимчивости) реконструируется достаточно благоприятный гумидный этап почвообразования.

Более древняя почва интерстадиала Ласко (16500±230 Ки-17414), вскрытая карьером у д. Телец, имеет пространственную протяжённость и перекрыта лёссовидным суглинком. ИСУ органического углерода -26,5-25,6‰ указывает на господство C3 растительности. ИСУ карбонатов показал не стандартные значения -22-22,3‰, связанные, возможно, с иным путём фракционирования карбонатов в условиях надмерзлотного подтягивания.

Таким образом, позднеледниковые палеопочвы и педолитоседименты формировались под растительным покровом с преобладанием растений C-3 типа фотосинтеза, к которым относится и большая часть деревьев. Данный покров можно охарактеризовать либо как лесостепи различной степени облесённости,

либо как травянистые ландшафты с преобладанием СЗ трав.

## **ФЛЮИДОДИНАМИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ В ТЕМРЮКСКОМ ЗАЛИВЕ АЗОВСКОГО МОРЯ**

Круглякова Р.П., Курилов П.И., Тереножкин А.М.

АО «Южное научно-производственное объединение по морским геолого-разведочным работам», Геленджик, Россия

*kruglyakova@ymg.ru*

Подводные вулканы Азовского моря составляют единую грязевулканическую провинцию с вулканами суши Керченско-Таманского региона. В Темрюкском заливе в непосредственной близости от берега находятся наиболее крупные грязевые вулканы: Каменный, Азовское Пекло, Тиздар, Темрюкский и Голубицкий.

**Вулкан Темрюкский** расположен на траверзе Пересыпского гирла. По результатам мониторинга выявлены закономерности изменения содержания основных химических компонентов в осадках вблизи вулкана. Содержание *нефтепродуктов* (НП) в осадках за шесть лет наблюдений составляет 134-4696 мг/кг, что превышает допустимую концентрацию нефтепродуктов (ДК=50 мг/кг) от 3 до 94 раз. Содержание *фенолов* – от 0,04 до 0,59 мг/кг при фоне <0,01 мг/кг. Суммарное содержание полициклических ароматических углеводородов (ПАУ) составляет от <5 до 616 нг/г при фоне <5 нг/г. Следовательно, донные отложения района вулкана в целом характеризуются высоким содержанием компонентов нефтяного ряда, а экстремально высокие их содержания свидетельствуют об активизации его деятельности, что наблюдалось в 2013, 2015 и 2016 годах. Осадки характеризуются повышенным содержанием ртути (Hg=0.018-0.310 мг/кг при фоне=0,015 мг/кг), никеля (Ni=11-62 мг/кг при ДК=35 мг/кг). Исследования показали, что в центре извержения отмечаются разгрузка УВ-флюидов с максимальным содержанием в осадках НП, фенолов, ПАУ, Hg. Максимальные содержания отмечаются в центральной зоне, уменьшаясь в транзитной и в периферической зонах.

**Вулкан Голубицкий** расположен в 300–500 м от берега пляжной зоны станции Голубицкая Краснодарского края. Катастрофические извержения вулкана происходили в 1988, 1994, 2000, 2002, 2008 годы. Последнее извержение - в октябре 2015 г. с выбросом газов и грязевулканического материала (грязевые массы, обломки пород, пар) на высоту до 5 м с активным ростом острова.

Для оценки воздействия на геологическую среду отобраны пробы грунта, морской воды на анализ основных «загрязнителей» от газо-флюидной разгруз-

ки – тяжелые металлы (Hg, Pb, Zn, Cd, Cu, Ni, Co, Fe, Mn), НП, фенолы и ПАУ. В материале острова зафиксированы экстремально высокие содержания жидких и газообразных углеводородов, ПАУ, углекислого газа, Hg.

Таким образом, исследования показали, что наиболее ярко выраженными предвестниками катастрофических извержений подводных вулканов в Темрюкском заливе являются газообразные и жидкие компоненты нефтяного ряда. Из сопутствующих тяжелых металлов наиболее «подвижным» является ртуть, при этом осадки районов вулканов характеризуются повышенным (2-4 раза относительно фона) содержанием других элементов (Pb, Zn, Cd, Cu, Ni, Co, Fe, Mn). Полученные данные однозначно свидетельствуют о том, что в период активности грязевых вулканов происходит поступление в экосистему Азова множества токсичных компонентов – ПАУ, НП, фенолов, элементов 1 и 2 классов экологической опасности (Hg, Pb, Cd, As, Cu). Поэтому важно знать источник поступления загрязняющих веществ в природную среду, отличать поступление компонентов с глубинных источников от техногенного загрязнения. При освоении нефтегазовых залежей в Темрюкском заливе необходимо учитывать риск, связанный с близостью подводных вулканов и возможным усилением их деятельности.

## **ПОТЕРИ ПОЧВ ОТ ВОДНОЙ ЭРОЗИИ НА ПАХОТНЫХ ЗЕМЛЯХ ЕВРОПЕЙСКОЙ ЧАСТИ РОССИИ**

Мальцев К.А. Ермолаев О.П.

Казанский (Приволжский) Федеральный университет, Казань, Россия

*mlevkirill@mail.ru*

Водная эрозия является ведущим процессом денудации в пределах суши и одновременно осуществляя миграцию загрязняющих веществ, транспортируемых совместно с наносами.

Европейская территория России не раз становилась объектом количественной оценки эрозионных процессов и почвенного эрозионного картографирования, однако все эти карты созданы в мелком масштабе.

В настоящее время для расчета эрозионных потерь почв используются геоинформационные системы. При этом применяются самые разнообразные модели, “WEPP”, “SWAT”, “RUSLE” - при этом последняя применяется чаще всего.

В последнее время было выполнено несколько оценок потенциальных потерь почвы для крупных территорий Европы и Китая.

Европейская территория России (ЕТР) расположена на восточно-

европейской плите и ограничена с запада государственной границей Российской Федерации с востока уральскими горами, с севера береговой линией Северного Ледовитого океана, на юге - кавказскими горами, а также береговой линией Черного и Каспийского морей. Общая площадь территории составляет около 4 млн. км<sup>2</sup>. Эта территория расположена в нескольких ландшафтных зонах: тундра, лесотундра, лес, степь, лесостепь, полупустыня. Общая площадь пахотных земель в этом районе составляет около 650 000 км<sup>2</sup>. Население этой территории составляет около 95 миллионов человек.

Для оценки динамики почвенной эрозии в период между 1985-2015 годами было использовано математическое моделирование, основанное на методике, разработанной в научно-исследовательской лаборатории эрозии почв и русловых процессов (НИЛЭПиРП) МГУ. Суть методики оценки эрозионных потерь почвы НИЛЭПиРП МГУ изложена в нескольких монографиях. Поэтому здесь подробно на методике мы останавливаться не будем, а представим ее в сокращенном виде.

Так эрозионные потери почвы за год в предложенной методике оцениваются как сумма эрозионных потерь от стока дождевых вод и стока талых вод в свою очередь каждый из этих показателей зависит от целого набора факторов: среднемноголетний годовой эрозионный потенциал дождевых осадков; смываемость (эродируемость почвы); эрозионный индекс культуры или севооборота в целом; слой поверхностного склонового стока, зависящий от запасов воды в снеге, осадков во время снеготаяния и коэффициента стока, мм; длина склона, м; крутизна склона.

Для подготовки базы данных к расчетам было подготовлено несколько растровых моделей: уклонов, длины склонов, смываемости почв, эрозионного потенциала осадков(ЭПО), запасов воды в снеге, внутригодового перераспределения дождевых осадков, землепользования.

Все расчеты были выполнены в пределах пахотных земель ЕТР. Положение пахотных земель было определено с использованием модели землепользования "TerraNorte RLC v.3" разработанной институтом космических исследований(ИКИ) РАН. Данная модель обновляется ежегодно, при этом нами использовалась версия модели актуальная на 2014 год. Полное описание методики, выделения пашен на основе локально-адаптивной классификации и многолетних признаков распознавания приведено в статье С.А. Барталева.

Для создания растровых моделей уклонов и длины склонов была подготовлена ЦМР, созданная на основе глобальной общедоступной модели рельефа GMTED2010. Детальное описание можно прочесть в техническом отчете созда-

телей модели. Здесь лишь хотелось бы отметить основные моменты. Модель рельефа распространяется частями(тайлами), для выполнения на ЕТР было заказано с сайта <https://lta.cr.usgs.gov/GMTED2010> 12 частей. Ранее, данная модель уже использовалась нами для создания картографической модели границ водосборов рек ЕТР. На основе полученной ЦМР в ГИС ARCGIS 9.2 были вычислены такие характеристики рельефа как уклон и длина склонов.

Для подготовки данных о свойствах почвы был использован «Единый государственный реестр почвенных ресурсов России (ЕГРПР), который представлен на сайте <http://egrpr.esoil.ru/>. Подробное описание создания геоинформационной базы данных данного реестра представлено в нескольких статьях сотрудников института им. Докучаева.

За последнее время произошло серьезное увеличение годовых сумм осадков как в летне-осенний период, так и в зимний период. Для теплого периода года за период с 1960 по 2015 год наблюдается тенденция увеличения осадков способных вызвать смыв почвы(интенсивностью >10 мм/сутки). Несмотря на увеличение количества осадков холодного периода на большей части рассматриваемой территории наблюдается значительное сокращение весеннего склонового стока из-за снижения промерзаемости почв. Поэтому для расчетов нами было принято решение создать новую, на наш взгляд более актуальную, картографическую модель пространственного распределения эрозионного потенциала дождевых осадков на ЕТР.

Модель ЭПО была создана на основе данных ежедневных наблюдений на метеостанциях, которые велись с 1965 по 2015 год. Данные об осадках были загружены с официального сайта ФГБУ «ВНИГМИ-МЦД» ([meteo.ru](http://meteo.ru)). Модель запасов воды в снеге была создана на основе карты запасов воды в снеге созданной НИЛЭПиРП.

Величина эрозии на территории ЕТР изменяется в широких пределах и может достигать тысяч тон с гектара в год. В тоже время средняя величина потеря почвы с черного пара равна 11 т/га в год. При этом около половины территорий расположено в условиях, при которых величина смыва не превышает 0,5 т/га в год, а среди остальных территорий наибольшую площадь занимают территории, характеризующиеся потерями от 10 до 15 т/га в год. Вообще можно сказать, что распределение территорий по диапазонам смыва носит вид близкий к нормальному распределению (если первый диапазон рассматривать отдельно).

Если учесть здесь почвозащитные коэффициенты растительности, которые для некоторых бассейнов рассматриваемых ландшафтных зон изменяются

от 0,2 до 0,4 для дождевого смыва и от 0,57 до 0,84 для талого смыва, то среднегодовые потери на ЕТР с учетом агрофона можно оценить в 3,3 т/га в год.

Анализируя пространственное распределение потенциальных потерь почвы, по субъектам федерации традиционно имеющих большие площади пашни можно сказать, что наименьшими значениями смыва характеризуются, например, такие субъекты федерации как Тамбовская; Саратовская области. Республика Татарстан, Тульская, Орловская области имеют высокие значения потенциальных потерь почвы. Также высокие и очень высокие значения потерь почвы имеют северокавказские субъекты федерации, а также субъекты федерации, расположенные преимущественно в лесной ландшафтной зоне.

Анализируя потенциальные потери почвы от плоскостной эрозии почв, можно сказать, что она уменьшается при перемещении из лесной ландшафтной зоны к зоне полупустынь.

## **ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ ОВРАЖНОЙ СЕТИ НА ТЕРРИТОРИИ РЕСПУБЛИКИ ТАТАРСТАН<sup>6</sup>**

Медведева Р.А.

Казанский (Приволжский) федеральный университет, г. Казань, Россия

*gregina8@mail.ru*

Овражная эрозия – один из наиболее активных геоморфологических процессов, определяющих современное расчленение рельефа, создающих угрозу разрушения земель и хозяйственных объектов, влияющих на состояние верхних звеньев гидрографической сети [1]. Пространственно-временная оценка овражной эрозии является актуальной задачей в связи с отсутствием данных за последние 30 лет для исследуемой территории, также за этот период произошли как климатические изменения [2], так и изменением в землепользовании [3, 4].

Методика картографирования овражной сети с помощью данных дистанционного зондирования Земли является наиболее используемой. В настоящее время появление в открытом доступе космических снимков высокого и сверхвысокого разрешения открывает новые возможности их обработки и анализа в процессе дешифрирования овражной сети.

Основной целью работы являлось выявление динамики развития овражной сети на территории Республики Татарстан. Оценки современной густоты овражной сети проводились в пределах разных физико-географических районах

---

<sup>6</sup> Исследование выполнено при финансовой поддержке Российского научного фонда (проект №15-17-20006).

Республики Татарстан (Предволжье, Западное Предкамье, Восточное Предкамье).

Предкамье занимает северную часть республики (21,8 тыс. км<sup>2</sup>). Долиной реки Вятка оно делится на две неравные части: западную (Западное Предкамье) – 17,9 тыс.км<sup>2</sup>, и восточную (Восточное Предкамье) – 3,9 тыс.км<sup>2</sup>. С юго-запада Предкамье ограничено р. Волгой, с юга – р. Камой. Предволжье ограничено с севера и востока долиной р. Волги и занимает 14% площади Республики Татарстан (9,5 тыс. км<sup>2</sup>).

Программа SAS.Планета позволяет подобрать на конкретную территорию наиболее качественные снимки за требуемые интервалы времени, оцифровать все овражные формы и создать векторизованный слой овражной сети. Этот базовый слой оврагов затем может быть обработан в любой ГИС.

Базовым методом исследования являлась визуальная идентификация овражных форм. Для получения данных о современной заовраженности территории РТ использовались космические снимки 2010-2016 гг. Была сформирована система дешифровочных признаков, используемых при определении активных овражных форм по космоснимкам. При дешифрировании выделялись овраги разных типов: а) склоновые; б) донные; в) береговые.

Для удобства картографирования вся исследуемая территория была разделена на бассейны рек и их межбассейновые пространства, отображенные на картах 1:50 000 и 1:100 000 масштаба. Для каждого бассейна было подсчитано общее количество оврагов и количество оврагов разных типов, также суммарная протяженность овражной сети, густота и плотность оврагов.

В пределах Предволжья, Западного и Восточного Предкамья РТ 739 бассейнов, площадь которых изменяется от 5 км<sup>2</sup> до 353 км<sup>2</sup>. На исследуемой территории показатель густоты овражной сети в настоящее время распределяется неравномерно по площади. Значение густоты овражной сети в среднем составляет 0,03 км/км<sup>2</sup>, по отдельным бассейнам колеблется от 0 и достигает максимума 0,73 км/км<sup>2</sup>. Изменение плотности овражной сети более равномерно, чем густоты, составляя в среднем 0,3 ед/км<sup>2</sup>. Преобладающий тип оврагов – склоновый. В Предкамье и в Предволжье одинаковое соотношение оврагов разных типов: склоновые составляют 76% от общего количества, береговые – 17%, донные – 7%.

Если исследуемую территорию рассматривать по административным единицам, то самые высокие показатели заовраженности территории наблюдаются в следующих районах РТ: Сабинский, Кукморский, Тюлячинский, Пестричинский, Апастовский и Тетюшский.



Для изучения динамики овражной эрозии в пределах Республики Татарстан результаты дешифрирования космических снимков сравнивались с результатами, полученными в 1985 – 1988 годах при дешифрировании оврагов по аэрофотоснимкам 1960-1970-х годов. Результаты сравнения показателей густоты овражного расчленения свидетельствует о ее резком сокращении. В среднем для всех бассейнов значения густоты овражной сети сократилось на 0,35 км/км<sup>2</sup>.

При сопоставлении аэрофотоснимков 1960-1970 годов с космическими снимками 2010-2106 гг. было выявлено:

1) качество космических снимки и аэрофотоснимков одинаково хорошо позволяет проследить овражные формы во всех стадиях развития;

2) большая часть активных оврагов на аэрофотоснимках с четкими геометрическими очертаниями на космических снимках отображены оврагами с полностью задерновыми склонами, свидетельствующими о их переходе в стадию балки.

С середины 80-х годов XX века начался процесс сокращения площадей пахотных угодий в связи с их забрасыванием и дальнейшим зарастанием [4]. В период 1985-2015 гг. максимальное сокращение произошло в бассейне р. Меша – 10%, в бассейне р. Улема – 6,5%, расположенных в пределах Западного Предкамья и Предволжья Республики Татарстан соответственно.

Одной из ведущих причин снижение темпов увеличения овражно-балочного расчленения территории в настоящее время является история сельскохозяйственного освоения. Именно активная распашка земель, сокращение площади лугов и вырубка лесов в XIX веке привели к усилению темпов эрозионных процессов. Проведенные в 1970е годы противозерозионные мероприятия, сокращение площадей пахотных угодий и достижение многими оврагами пика своего развития коренным образом изменило тренд развития оврагов. Дополнительным фактором снижения темпов оврагообразования, способствующим еще большему сокращению числа оврагов, находящихся на стадии активного развития, явилось резкое снижение поверхностного стока с пахотных склонов в период весеннего снеготаяния, произошедшее в связи с потеплением климата. Данный вывод подтверждается результатами полевого мониторинга роста оврагов на Вятско-Камском междуречье с 1978 г. по настоящее время [5].

На основе полученных данных можно сделать вывод, что большая часть овражных форм на территории исследования в настоящее время неактивна и массово переходит в балочную стадию.

Исследование выполнено при финансовой поддержке Российского науч-

ного фонда (проект №15-17-20006).

#### Литература

1. Любимов Б.П., Никольская И.И., Прохорова С.Д. Интенсивность современной овражной эрозии на Европейской территории России // Эрозия почв и русловые процессы. – М.: Изд-во Моск. ун-та. – 2000. – №12. – С. 297 с.

2. Переведенцев Ю.П., Шанталинский К.М. Изменения приземной температуры воздуха Северного полушария за период 1850-2014 гг. // Учёные записки Казанского Университета, Серия естественные науки. – 2015. – №3. – Т. 157. – С. 8-19.

3. Динамика сельскохозяйственных земель России в XX веке и постагрогенное восстановление растительности и почв / Д. И. Люри, С. В. Горячкин, Н. А. Караваева и др. — М.: ГЕОС. – 2010. — С. 416.

4. Иванов М.А. Оценка динамики землепользования в бассейнах рек Европейской территории России за последние 30 лет по данным ДЗЗ // Теория и методы современной геоморфологии. – Т. 2. – С. 362-369.

5. Рысин И. И., Голосов В. Н., Григорьев И. И., Зайцева М. Ю. Влияние изменений климата на динамику темпов роста оврагов Вятско-Камского междуречья // Геоморфология. — 2017. — № 1. — С. 90–102.

### **СПОСОБ РАСЧЕТА ИНТЕГРАЛЬНОГО СЛОЯ ОСАДКОВ НАД АКВАТОРИЕЙ АЗОВСКОГО МОРЯ**

Мишин Д.В.<sup>1</sup>, Евстигнеев В.П.<sup>2</sup>, Остроумова Л.П.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> ФГБУ «Государственный океанографический институт имени Н.Н. Зубова»,  
Москва, Россия

<sup>2</sup> Севастопольский центр по гидрометеорологии и мониторингу окружающей  
среды, Севастополь, Россия

*miwindv@gmail.com*

Осадки, как один из основных факторов увлажнения поверхности Земли, являются важнейшей приходной составляющей водного баланса рек, водоемов, внутренних морей. Оценка слоя осадков представляет собой нетривиальную задачу, поскольку не существует исчерпывающей информации о том, насколько точечные измерения, проводимые на сети метеорологических станций, отражают истинную динамику выпадения осадков над водными акваториями. Высокая изменчивость осадков в пространстве, времени и интенсивности существенно ограничивают использование многолетних данных наблюдений наземной сети метеорологических станций в силу недостаточной ее плотности. В качестве альтернативы могут использоваться данные зондирования земной поверхности с орбиты геостационарных спутников, что обеспечивает освещение больших по пространству территорий и разнообразных по интенсивности процессов формирования осадков.

Целью настоящей работы является разработка статистической модели пространственной связанности поля осадков над акваторией Азовского моря на основе данных дистанционного зондирования Земли для расчета интегрального слоя осадков над морем. В основу работы положена гипотеза о том, что пространственная связь, установленная по данным спутникового зондирования между отдельными локальными точками и интегральной характеристикой над акваторией моря, отражает объективную связанность поля осадков. В случае справедливости гипотезы уравнение пространственной связи, полученное по данным дистанционного зондирования, можно применять в практике водно-балансовых расчетов для оценки слоя осадков над Азовским морем по данным измерений наземной сети метеорологических станций.

В работе использовались данные о суточном слое осадков радиометра SEVIRI, размещенного на Европейском геостационарном спутнике METEOSAT второго поколения. Массив суточных слоев осадков радиометра SEVIRI включает в себя данные за период с 01 января 2013 года по 02 сентября 2015 года с отдельными перерывами (всего 941 запись), представленным в пространственном секторе  $32^{\circ}$ - $43^{\circ}$  в.д. и  $40.8^{\circ}$ - $47.5^{\circ}$  с.ш., охватывающим Азовское море и восточную часть Черного моря. На основе этих данных была построена статистическая модель пространственной связанности поля осадков над акваторией Азовского моря методом множественной линейной регрессии. В результате применения специальных статистических тестов был определен оптимальный набор предикторов (4 локации) для восстановления слоя осадков над Азовским морем – «Бердянск», «Стрелковое», «Приморско-Ахтарск» и «Опасное». Дополнительно в модель было включено слагаемое, отражающее внутрисезонную изменчивость осадков. Само по себе включение такого слагаемого в модель спорно, поскольку ряды осадков в локациях-предикторах модели уже содержат сезонную составляющую. Тем не менее, согласно расчетам, использование этой переменной может улучшить модель.

Кроме того, для расчета интегрального слоя осадков над Азовским морем необходимо осуществить корректировку измеренных осадков на метеорологических станциях. С целью подтверждения данного тезиса, в нашей работе был произведен расчет действительных сумм осадков для указанных четырех станций Приазовья. Для получения действительных сумм осадков по месяцам и за год была использована их корректировка методом ГГО-КазНИИ за период 1976-2010 годы.

Полученные величины сравнивались с количеством осадков, рассчитанным на метеорологических станциях путем введения поправок только на недо-

учет твердых осадков за счет выдувания ветром и смачивания стенок водосборных сосудов (такие данные использовались ранее для расчета интегрального слоя осадков над Азовским морем). В результате, значительные отклонения между поправками (до 18 мм) выявлены для месяцев зимнего сезона и марта. Вследствие использования стандартной методики, недоучет осадков для января-марта колеблется в пределах от 27 до 37% в зависимости от станции, за теплый период с мая по октябрь величина недоучета не превышает 17%. Основным вкладом в поправку к измеренным осадкам в холодный период является ветровой недоучет. Сильные ветра, в особенности на северном побережье Азовского моря, приводят к увеличению аэродинамического поправочного коэффициента. В годовых величинах недоучет стандартного метода достигает значений от 50 мм (Стрелковое) до 90 мм (Приморско-Ахтарск). В процентном отношении недоучет среднемноголетних годовых сумм осадков составляет 13-16%.

Сравнение интегрального слоя осадков над Азовским морем, полученного по новой модели, с учетом корректировки измеренных слоев осадков на сети метеорологических станций методом ГГО-КазНИИ с ранее опубликованными данными выявило существенные различия в оценках годового слоя осадков (до 37 %).

Таким образом, выявленное различие в оценках годового слоя осадков над Азовским морем связано, как с неверным воспроизведением пространственной структуры поля осадков над морем, так и с введением корректировки измеренных осадков на метеорологических станциях. Полученный результат приводит к необходимости пересмотра составляющих водного баланса Азовского моря, представленных ранее в литературных источниках.

## **МЕТОДИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ УСТАНОВЛЕНИЯ ГРАНИЦ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ И ОПЫТ ИХ РЕШЕНИЯ НА ПРИМЕРЕ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ РЕСПУБЛИКИ ТАТАРСТАН**

Мозжерин В.В., Сатдаров А.З.

Казанский (Приволжский) федеральный университет, Казань, Россия, *aidar\_16saz@mail.ru*

Согласно действующему водному законодательству границей поверхностных водных объектов суши естественного происхождения (а именно рек, ручьев и озер) служит их береговая линия при среднем многолетнем уровне воды за период, когда сами водные объекты не покрыты льдом (т.н. безледный период или период открытого русла). Необходимость определения границ водных объектов возникает в землеустроительном деле, при решении вопросов

имущественных отношений и проблем охраны природы. Однако установление положения границ водных объектов встречает большие затруднения, т.к. средний многолетний уровень за безледный период является сугубо расчетной характеристикой: на местности непосредственно он установлен быть не может, а на картографических материалах положение береговой линии дается либо на момент съемки, либо при среднем уровне летне-осенней межени. Положение не спасают и регулярные наблюдения на сети гидрологических постов Росгидромета, поскольку с одной стороны средний многолетний уровень воды за безледный период не входит в перечень обязательных гидрологических характеристик и по этой причине не рассчитывается, а с другой стороны – сама сеть слишком разрежена, чтобы обеспечить получение искомого уровня на всех водных объектах и на любых их участках. В Водном кодексе порядок определения границ водных объектов не регламентируется, а имеющиеся единичные методические рекомендации по этой проблеме не могут считаться универсальными.

В рамках установления границ водоохранных зон и прибрежных защитных полос водных объектов Республики Татарстан нами предложена и апробирована методика определения границ водных объектов. Основанием к разработке является тот факт, что методика должна быть расчетной, основанной на предположении, что искомый уровень заранее неизвестен, но может быть установлен сочетанием методов гидрологических и геодезических изысканий на местности с последующими гидрологическими расчетами, проводимыми в камеральных условиях.

Для определения границ водотоков вдоль их русел на карте расставляются совокупность точек, именуемых расчетными, поскольку в последующем именно для этих точек выполняются расчеты среднего многолетнего уровня воды за безледный период. Точки расставляются на характерных или наоборот специфичных с гидроморфологических позиций участках речного русла.

В последующем для каждой расчетной точки вычисляется средний многолетний расход воды за безледный период. Вычисления проводятся по созданным авторами эмпирическим математическим моделям, описывающим изменение стока под действием различных независимых факторов, а именно площади водосбора, его средней высоты и уклона, показателей залесенности, заозеренности, закарстованности и заболоченности, климатических показателей, а также ландшафтно-литологических характеристик региона.

На следующем этапе из всей совокупности расчетных точек выбираются некоторые, располагающиеся на типических участках речного русла и обследу-

емые на местности. В порядке обследования на ключевых участках измеряются глубины речного потока, срочный расход воды  $Q$ , мгновенный уклон водной поверхности, площадь живого сечения, проводится тахеометрическая съемка прирусловой части. По этим данным в последующем строится кривая зависимости расхода от уровня воды  $Q = f(H)$ . В основе этой кривой лежит уравнение Шези-Маннинга, имеющее для гидравлики основополагающее значение и описывающее среднюю скорость устоявшегося турбулентного потока в безнапорных условиях. Переписав это уравнение относительно расхода воды  $Q$  и решая его при разных значениях уровня  $H$  (или средней глубины  $h$ ) можно получить искомую кривую, по которой производится определение среднего многолетнего уровня воды за период открытого русла  $H_0$  при известной величине соответствующего ему расхода  $Q_0$ .

Аналитическим выражением кривой зависимости расхода от уровня воды  $Q = f(H)$  является уравнение Глушкова вида  $Q = a(H - C)^b$ . Оно связывает значения  $Q$  и  $H$  посредством эмпирических коэффициентов  $a$ ,  $b$  и  $C$ . Уравнение Глушкова можно переписать относительно  $H$ , а используя номограммы, описывающие изменчивость коэффициентов  $a$  и  $b$  в зависимости от различных гидрографических характеристик, для всех расчетных точек, выделенных на первом этапе, можно получить искомый уровень воды за период открытого русла  $H_0$  без необходимости их натурного обследования.

Для озер определение среднего многолетнего уровня воды за безледный период рекомендуется проводить путем составления и последующего решения уравнения водного баланса. Указанное уравнение за любой интервал времени связывает приходную и расходную части с изменением объема в озере за период, в течение которого акватория свободна ото льда, и летний период. Разница между накопленными объемами водной массы за первый и второй периоды, будучи равномерно распределенной по озерной акватории, обеспечивает превышение  $\Delta H$  среднего многолетнего уровня воды за безледный период  $H_0$  над средним уровнем летней межени  $H_m$ , подписываемым на топографических картах. Для оценки приращения уровня  $\Delta H$  необходима батиграфическая кривая озерной котловины, которая строится по результатам батиметрической съемки. Для малых и средних озер величину  $H_0$  можно принять единой для всей акватории, для крупных озер, а также озер со сложными плановыми очертаниями следует вводить поправки на денивилиацию уровня.

Исследование величин  $H_0$ , вычисленных по описанной методике для гидрологических постов, подкрепленных надежными значениями среднего многолетнего уровня за период открытого русла, показывает, что максимальная

ошибка прогноза не превышает 2–3 дм. Равноценную точность передачи высотных отметок имеют топографические карты и планы масштаба 1:10 000 – 1:5 000. Таким образом, методика применима во всех случаях, когда фиксация границ водных объектов не требует большей точности.

## **СТРОИТЕЛЬНОЕ ОСВОЕНИЕ ОПОЛЗНЕОПАСНЫХ СКЛОНОВ ЧЕБОКСАРСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА**

Никонорова И.В.

Чувашский государственный университет им. И.Н. Ульянова, Чебоксары, Россия  
*niko-inna@yandex.ru*

Сочетание склоновых и волновых геодинамических процессов и литология стали ведущими факторами в формировании оползнеопасных инженерно-геологические условий на склонах Чебоксарского водохранилища. Литология представлена переслаиванием глинистых толщ с песчано-мергелистыми комплексами пермской системы палеозоя. Абразия волжских берегов осложняется склоновыми процессами и формируются: абразионно-оползневые, абразионно-обвальные, абразионно-осыпные, абразионно-аккумулятивные типы берегов водохранилищ. Наибольшее распространение имеют оползни в местах, где берега сложены породами татарского яруса перми. В результате оползневые блоки, последовательно смещающиеся, захватывают значительные части склонов и приводят к формированию ступенчатого рельефа. В верхнепермских породах при относительных высотах 30-50 м и крутизне склонов 15-30° формируются оползни-блоки. По степени проявления оползневых процессов они относятся ко II и III категориям опасности. Размеры сместившихся оползневых блоков достигают размеров 50-70 на 40-60 м. Высоты стенок срыва до 20-30 м. Длина стенки срыва у фронтальных оползней достигает 130-170 м. Оползни образуют хорошо выраженные полуцирки, фронтальные террасы и имеют характерные стенки срыва, языковые части и валы выпирания. При крутизне основания склона до 20° в связи с созданием водохранилища стали формироваться оползни-сплывы и оползни-потоки.

На основе методики Большова С.И. и др. (2015), с нашими дополнениями (Ильин В.Н., Беспалова Л.А., Никонорова И.В. и др., 2016), была проведена типизация берегов Чебоксарского водохранилища и уточнено их современное состояние с последующей оценкой геолого-геоморфологической безопасности изучаемой территории. Вычисление коэффициентов геолого-геоморфологической безопасности территории показало, что абразионно-обвальное-оползневой, эрозионный, абразионно-осыпной, абразионно-

аккумулятивный и аккумулятивный типы берега относятся к группам берегов с низкой и средней устойчивостью.

В зависимости от инженерно-геологических условий на побережье Чебоксарского и Куйбышевского водохранилищ можно выделить следующие участки, пригодные для строительного использования: 1) Устойчивые и пригодные для широкого освоения и застройки, представленные водораздельными пространствами правобережья Волги, аккумулятивными поверхностями левобережья и равнинными речными надпойменными террасами и делювиальными склонами в коренных и четвертичных отложениях. 2) Условно устойчивые, хозяйственное освоение которых затруднено из-за их рельефа. Это береговые склоны, достигшие равновесного состояния, без действующих оползней и осыпей, склоны долин крупных балок и притоков. 3) Не пригодные участки, пораженные оползневыми деформациями.

В качестве техногенной защиты приурезовой зоны Чебоксарского водохранилища могут быть рекомендованы: 1) Использование полимерных материалов для укрепления поверхности пляжа из песка и гальки. 2) Каменные наброски. Используются каменно-глыбовые или тетраподовые отмостки, однако это выведет полностью берег из рекреационного природопользования. 3) Сооружение прерывистых волноломов. 4) Защита берега бунами. 5) Бетонный контрбанкет. Наиболее эффективный способ для социально значимых территорий, реализован у гг. Чебоксары, Новочебоксарск, п. Сосновка и др.

Мониторинг опасных экзогенных процессов на побережье Чебоксарского водохранилища ведется с 1980 г. различными проектно-изыскательскими организациями («РусГидро», «Инженерная берегозащита», «ЧувашТИСИЗ» и «ЗАО «Институт Чувашигипроводхоз»), а также учеными Чувашского государственными университета. Наблюдаемые участки отнесены к I и II категориям значимости. Геодезические измерения ведутся на профилях с реперами. Для защиты ценных народнохозяйственных объектов на опасных берегах созданы бетонные откосы и волногасители, искусственные пляжи, дренажные системы и другие объекты инженерной защиты в гг. Чебоксары, Новочебоксарск, в Ядринской и Сосновской сельскохозяйственных низинах. Однако, имеются многочисленные новые данные об обвально-оползневых явлениях последних лет, возникших как под влиянием интенсивного городского строительства.

Наличие объекта незавершенного гидротехнического строительства – Чебоксарской ГЭС и одноименного водохранилища является важнейшей хозяйственной проблемой Среднего Поволжья. Поэтому проблема функционирования берегозащитных сооружений Чебоксарского водохранилища остается акту-



альнойшей задачей строительного освоения и территориального развития. При этом на всех этапах реализации берегозащитных сооружений проектировщик и заказчик встречаются с рядом трудно решаемых проблем из-за несовершенства нормативно-правовой базы. Во-первых, данные проекты относительно быстро «устаревают» из-за текущих изменений вследствие естественных природных процессов. Со временем происходят плановые и высотные деформации берегового склона, приводящие к необходимости корректировки проектно-сметной документации, повторения процедур согласования и прохождения экспертиз. В результате такой многоэтапности затягивается начало строительство. И к моменту получения разрешения на строительство проект уже необходимо корректировать. Поэтому необходимо упростить и ускорить процедуру согласований госэкспертиз проектно-сметной документации (ПСД) на строительство объектов берегозащиты. А затем незамедлительно приступить к реализации объектов по готовности ПСД на их строительство.

Далее, искусственные пляжи и т.п. относятся к деформируемым сооружениям. А нормативные требования к правилам их эксплуатации несовершенны. Поэтому целесообразно принятие решений о необходимости разработки в составе ПСД на строительство деформируемых сооружений особого раздела, касающегося эксплуатации данных сооружений, включающего необходимость мониторинга объектов с разработкой программы и отдельной сметы на его проведение; а также дополнительных объемов работ и соответственно смет на ежегодный ремонт и даже восстановление подобных объектов.

В-третьих, отличительной особенностью противооползневых и берегозащитных сооружений водохранилищ является единственное или небольшое количество вариантов их пространственного размещения. Однако в реальности наиболее оптимальные земельные участки (ЗУ) под противооползневые и берегозащитные сооружения уже отведены под другие объекты, причем без соблюдения сервитута. Это особенно касается водоохранных зон (ВЗ). Поэтому при предоставлении ЗУ в ВЗ актуально законодательно закрепить обязательное внесение в правоустанавливающие документы или сервитута, или права изъятия ЗУ, необходимых для размещения противооползневых и берегозащитных сооружений.

## **ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ОБЪЕКТЫ КАК ОСНОВА СОЗДАНИЯ ЛАНДШАФТНЫХ ЗАКАЗНИКОВ (НА ПРИМЕРЕ РТ)**

Петрова Е.В.

Казанский (Приволжский) федеральный университет, Казань, Россия

Геоморфологические объекты – это разнообразные формы и элементы рельефа, обладающие определенным видом, размерами и происхождением. Традиционно в Российской Федерации геоморфологические и геолого-геоморфологические объекты в качестве особо охраняемых природных территорий имеют статус памятников природы. Большинство геоморфологических памятников регионального значения. Реже геоморфологические объекты становятся особо охраняемыми территориями при создании ландшафтных заказников и национальных парков, однако основной упор при организации таких форм делается на сохранение уникальной биоты данного ландшафта. Высокий статус охраны в ранге заповедников и национальных парков имеют единицы геоморфологических объектов.

В настоящее время в мире ведутся активные поиски по расширению форм сохранения объектов неживой природы Земли. В 1993 г. создана Европейская Ассоциация за сохранение Геологического Наследия (ProGeo), под эгидой ЮНЕСКО создается сеть национальных геопарков (Global Network of National Geoparks). На 2016 год в мире создано свыше 100 геопарков в более 30 странах мира. Объектами охраны в таких парках являются не только уникальные, имеющие научную ценность геологические памятники, но и геоморфологические объекты. В России, несмотря на многочисленные проекты по созданию геопарков в разных уголках страны, в том числе и Татарстане, на сегодняшний день создан только один геопарк «Алтай». Основная проблема организации таких парков в нашей стране, это создание экономической модели функционирования, поскольку, геопарк это еще и удачный бизнес-проект.

Создание государственных природных ландшафтных заказников еще одна возможность сохранения геоморфологических объектов. И прежде всего объектов регионального уровня. Рельеф – это основа уникальности ландшафта. Основные критерии выделения геоморфологических объектов в качестве особо охраняемых территорий: *уникальность форм рельефа; его научная, научно-просветительская и культурная значимость; экологическое значение, эстетичность форм и рельефа в целом.* Эти критерии применимы для выделения охраняемых территорий различного ранга. Для создания ландшафтных заказников важными критериями становятся также *уникальность форм как основа уникальных ландшафтов, а также сочетание форм или групп форм на данной территории.*

В Республике Татарстан функционирует несколько комплексных заказников регионального значения, основу которых составляют неповторимые,

имеющие научную, культурную, экологическую и эстетическую ценность геоморфологические объекты: ГПКЗ «Голубые озера» (уникальные карстовые озера), ГПЗ «Гора регионального значения ландшафтного профиля «Лобач» (выступ Приволжской возвышенности), ГПКЗ «Антоновские овраги». Сюда также можно отнести заказники, которые создавались, прежде всего, для охраны растительного и животного мира ГПКЗ «Свияжский» (устьевая часть Свияги), ГПКЗ «Чатыр-Тау» (одна из самых высоких точек РТ, останец поверхности выравнивания миоценового возраста), ГПЗ регионального значения ландшафтного профиля «Лабышские горы» (эстетичность рельефа). Однако потенциал даже этого небольшого количества ландшафтных заказников не до конца раскрыт. В качестве примера можно привести ГПЗ «Гора Лобач». Этот заказник позиционируется как охраняемый ландшафтный комплекс с включением археологических и исторических объектов. В непосредственной близости от заказника у п. Камское Устье узкой полосой вдоль береговой зоны располагается ряд геолого–геоморфологических объектов – Юрьевская, Коннодольская, Богородская, Зимовьевская карстовые пещеры, имеющих статус памятников природы и далее у с. Антоновка ГПКЗ «Антоновские овраги». Между этими особо охраняемыми территориями находятся еще несколько объектов интересных в научном и познавательном плане. Это «висячие» неогеновые долины, образованные, смещением русла Волги, такие формы в целом не характерны для территории РТ, т.к. неогеновые долины в настоящее время погребенные формы рельефа; галечники г. Лобач, положившие начало дискуссии о следах оледенения в пределах Среднего Поволжья, серия обнажений пермского возраста. Весь этот район уникальный геолого-геоморфологический комплекс, требующий единого статуса охраны и включения в единую охраняемую территорию ландшафтного заказника. Потенциал этой территории повыситься в туристическом, рекреационном и эколого-просветительском плане.

В связи с ростом урбанизированных территорий, немаловажным критерием выделения охраняемых геоморфологических объектов становится *сохранность естественных форм рельефа*, и как следствие участков нетронутой природы. Расширение городских территорий, рост численности городского населения и интенсивная застройка городских окраин приводят к тому, что площади естественных ландшафтов стремительно сокращаются, бывшие рекреационные территории застраиваются. В случае с геоморфологическими объектами это приводит их к полному уничтожению. Хороший опыт создания охраняемых территорий в пределах городской черты у г. Москвы. Например, ландшафтный заказник «Теплый стан» был создан в долине р. Очаковка с целью сохранения

истока реки и естественного долинного ландшафта. В пределах территории Казани и ее окрестностей сосредоточено несколько геоморфологических объектов, которые могли послужить основой создания ландшафтных парков. Это, прежде всего район озер Лебяжье и Глубокое. Район интересен не только гидрологическими объектами, в целом это территория развития уникального реликтового дюнного ландшафта, сформировавшегося в перигляциальных условиях неоплейстоцена. Интересен в этом отношении и участок между пп. Нагорный – Дербышки. В районе широко представлены разнообразные карстовые формы, образование, которых началось еще в раннем голоцене. В настоящее время эти территории интенсивно застраиваются и в ближайшее время эти природные объекты могут быть утрачены. Список интересных и неповторимых форм рельефа, находящиеся в настоящее время в пределах городской черты или в непосредственной близости можно продолжить не только для Казани, но и других городов Республики Татарстан. С каждым годом их становится все меньше.

Сохранение объектов неживой природы приобретает в мире все больший масштаб, охватывая все новые формы. В нашей стране такая форма охраны как ландшафтные заказники может стать основой для сохранения уникальных и неповторимых форм рельефа прежде и всего регионального уровня.

## **МЕТОДИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К ОПРЕДЕЛЕНИЮ ДИНАМИКИ ПОЯСА СТРУЙЧАТОЙ ЭРОЗИИ НА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ЗЕМЛЯХ**

Платончева Е.В.

Казанский (Приволжский) федеральный университет, Казань, Россия

*evgeniya689@mail.ru*

Эрозия является ведущим процессом деградации почвенного покрова на сельскохозяйственных землях. Интенсивно распаханые территории наиболее подвержены эрозии почв и приводят к снижению плодородия почвенного покрова, образованию оврагов, в отличие от территории, занятых естественной растительностью. Актуальной задачей является эффективное и рациональное использование почвы как ресурса, предотвращение ее деградации. В настоящее время отсутствуют крупные обобщения развития эрозионных процессов, наблюдающихся за постсоветский период на территории России. Развитие информационных технологий, появление космических снимков высокого и сверхвысокого разрешения позволяют успешно решить задачи по идентификации эрозионных процессов на пахотных землях в региональном масштабе.

Оценку произошедших изменений в структуре эрозии можно сделать, на наш взгляд, используя результаты идентификации так называемых "поясов эрозии" на склонах водосборов. В структуре бассейновой эрозии выделяется 6 поясов эрозии, отражающих закономерности формирования поверхностного стока и трансформации механизма смыва: 1) капельно-дождевой деструкции; 2) микроручейковой; 3) струйчатой; 4) овражной; 5) преобладающей аккумуляции; 6) ареалы отсутствия эрозии. При этом на пояс микроручейковой и струйчатой эрозии приходится до 80-90% всей поверхности распаханых склонов. В данной работе для исследования был выбран пояс струйчатой эрозии, т.к. он наносит максимальный ущерб сельскохозяйственным землям. Струйчатая разновидность склонового стока морфологически выражается различными рода промоинами и хорошо выделяется по космическим снимкам. В этой связи нами проведено изучение возможности определения пространственной динамики пояса струйчатых размывов на пашне. В качестве основного метода использовалось картографирование пояса струйчатой эрозии по материалам многозональных космических съемок и ГИС-технологии их обработки.

Базовым методом исследования являлась визуальная идентификация струйчатых размывов путем визуального анализа экранного изображения космических снимков высокого разрешения с проверкой результатов в полевых условиях на выбранных ключевых участках. Для исследования были выбраны участки лесной, лесостепной и степной зон, которые относятся к зоне интенсивного земледелия, что особенно важно при изучении линейной эрозии на сельскохозяйственных землях.

Участки для исследования подбирались по нескольким критериям: 1) время съемки за наблюдаемые периоды должны быть примерно одинаковыми; 2) участки должны быть полностью распаханы, без какого-либо проективного покрытия агроценозами; 3) качество снимков (отсутствие облачности и пр.) должно быть хорошим; 4) снимки на участки должны быть в открытом доступе и иметь высокое и сверхвысокое разрешение; 5) для дешифрирования отбираются междуречные распаханые пространства с морфологически хорошо выраженной сетью промоин.

В процессе работы установлено, что идентификация пояса струйчатой эрозии наиболее надежно проводится по поздневесенним, осенним и раннелетним снимкам. В другие сезоны дешифрирование линейных форм эрозии на полях идет с большими ошибками за счет их нивелирования культурной растительностью.

В качестве исходных данных для дешифрирования выбраны снимки, скачанные из программы GoogleEarth, имеющие пространственное разрешение 0.5-1.5 м. Скачанные снимки не имеют файла географической привязки, поэтому для каждой территории скачивался дополнительный снимок из программы SAS. Планета в формате JPG с файлом координатной привязки \*.TAB . Далее по файлу привязки в программе MapInfo привязывались скачанные снимки с GoogleEarth. Дальнейшая работа проводилась в программе Easy Trace. С помощью нее были трассированы и переведены в векторный формат формы линейной эрозии и границы пахотных земель.

Промоины на снимках достоверно дешифрируются, по характерному для них ветвистому рисунку изображения, изображаются извилистой темной или светлой линией (в зависимости от освещения). Площадные, линейно вытянутые контура в вершинах струйчатых размывов на приводораздельных пространствах, имеющих древовидный рисунок, не относились к промоинной сети, поскольку эти участки формируются сетью ручейковых размывов, пространственно сильно меняющих свое плановое заложение.. После дешифровки полученные векторные слои рисунков струйчатых размывов за разные периоды экспортировались и в программе MapInfo подсчитывалась площадь участка пашни, суммарная длина промоинной сети, количество вершин струйчатых размывов, их густота и плотность. Показатель плотности определялся как количество вершин промоин на квадратный километр площади пашни.

Проведенные исследования выбранным участкам в лесостепной и степной зоне за период с 2004 по 2015 гг. показали большую изменчивость суммарной длины, густоты и плотности струйчатых размывов, хотя не обнаруживается четкой временной тенденции их увеличения или уменьшения. Это не позволяет утверждать о наличии какого-то определенного тренда в динамике плановой структуры промоинной сети на пашне.

## **ОВРАЖНО-БАЛОЧНЫЕ СИСТЕМЫ КАЗАНИ КАК ТЕРРИТОРИАЛЬНЫЙ РЕЗЕРВ РАЗВИТИЯ ГОРОДА<sup>7</sup>**

Сафина Г.Р., Федорова В.А., Медведева Р.А

Казанский (Приволжский) федеральный университет, Казань, Россия

*safina27@mail.ru*

Высокий уровень урбанизации, рост численности населения в городах, неэффективность и перегруженность инфраструктуры, увеличение количества

---

<sup>7</sup> Публикация подготовлена при финансовой поддержке РФФИ и Правительства Республики Татарстан, проект № 17-13-16003, а (р).

транспортных средств обуславливают нехватку и дефицит территорий в городах. Существуют несколько подходов, позволяющих решить проблему дефицита земель в пределах городской черты, одним из которых является освоение городских неудобий.

В градостроительной практике к малопригодным или неудобным для застройки территориям относят земли, строительство на которых осложняется неблагоприятными инженерно-геологическими, гидрологическими, орографическими, санитарно-гигиеническими условиями.

Актуальность проблемы, начиная с конца XX века, обусловлена градостроительной ситуацией, когда вновь начали осваиваться территории, которые считались неудобными по инженерно-техническим причинам. В прошлом, ограниченные технические возможности, исключали этот вид территорий из градостроительной практики. В настоящее время затраты на их освоение и их градостроительная ценность, уравнивают неудобные территории с другими участками города, а неудобья в зоне исторического центра увеличивают их инвестиционную привлекательность.

Одним из критериев, положенных в основу выделения неудобных территорий, является наличие овражно-балочной сети. В данной работе рассмотрены вопросы освоения территорий, занятых овражно-балочной сетью (неудобных земель) в городе Казань.

Исходными данными послужили разновременные картографические материалы (планы города Казани). Для города Казани за тысячелетнюю историю было составлено большое количество планов и карт, однако не весь материал пригоден для целей работы, поскольку картографические произведения имеют разную нагрузку, степень детальности изображения и т.д. Планы и карты, отобранные для работы, должны были удовлетворять следующим критериям: иметь разный возраст (анализировались карта 1936 года и космический снимок 2014 г., Google), предоставлять возможность визуального наблюдения и сопоставления овражно-балочных систем (ОБС). Изменение морфологических и морфометрических характеристик ОБС определялось при помощи программы MapInfo. Определение типов взаимодействия ОБС и города проводилось по классификации, предложенной С.Н.Ковалевым.

Овраги на территории города Казани имеют, в основном, две негативные стороны влияния: с одной стороны – овраги «съедают» полезные площади; с другой стороны – приводят к деформациям и разрушению сооружений различного назначения.

В настоящее время овражная эрозия значительно усложняет инженерно-геологические условия в Вахитовском, Советском, Приволжском, Московском и Авиастроительном районах города. Под угрозой оказались объекты гражданского и промышленного назначения. Оврагообразование в г. Казани обусловлено, в основном, геоморфологическими и геологическими условиями: территория города расположена в пределах комплекса аккумулятивных террас Волги и Казанки, глубоко расчленённых не только долиной Казанки, но и рек более низкого порядка, рельеф характеризуется большой расчленённостью, а горные породы, представленные супесчано-суглинистыми, иногда лессовидным и песчаными разностями плейстоцена - обладают высокой размываемостью. Кроме того, дождливое лето и осень, как правило, обильно снежные зимы также способствуют развитию овражной эрозии

В пределах современной территории г. Казани выделяют следующие зоны развития ОБС: Горско-Ометьевская, Московская, Дербышкинская, Царицынская, Караваевская, Приволжская, Зареченская, Кадышевская, Сухореченская, Крутушкинская.

Наиболее древней ОБС в городе Казани является Горско-Ометьевская, которая хорошо читается на карте 1936 года. Видно, что данная овражная система достаточно развитая, состоит из трех самостоятельных ответвлений: «Нестеровский», «Аметьевский» (на месте современного пос. Аметьево) и «Зааметьевский» овраги. Следует отметить, что в 1936 году эта территория являлась практически окраиной города и естественному развитию оврагов ничто не мешало.

Горско-Ометьевская система, хорошо наблюдаемая в 1936 году, в настоящее время существенно изменилась. «Нестеровский» овраг, особенно его верховья, на карте практически не распознаются. В настоящее время большая часть оврага полностью засыпана и используется под жилую застройку. Это одна из наиболее застраиваемых территорий, идёт интенсивная застройка бортов оврага со стороны ул. Вишневого и их укрепление.

Овраг «Зааметьевский» также практически исчез. На его месте расположена Аметьевская транспортная магистраль, которая проложена по днищу оврага. О том, что это бывший овраг напоминают хоть и перепланированные, но достаточно крутые склоны.

Следует отметить, что в Казани практика использования бывших оврагов под транспортные магистрали используется не впервые. В качестве примеров можно привести транспортную артерию на ул. Пушкина, которая образовалась на дне кривого оврага, шедшего от озера Кабан, а также транспортную маги-



страль, образованную на дне оврага по ул. Танковая, транспортную магистраль по ул. Толстого.

Овраг «Аметьевский», расположенный в районе бывшего пос. Ометьево, - это единственный мало изменившийся овраг. Сохранению данного оврага способствовало, очевидно, то, что до настоящего времени эта территория занята частной малоэтажной застройкой. Крутые склоны оврагов используются под садовые участки. Следует отметить, что наличие некоторых оврагов нашло отражение в названиях улиц, например, ул. Вятский овраг, ул. Подгорная и др.

Анализируя развитие всей Горско-Аметьевской ОБС можно отметить, что данная овражная система за период наблюдения претерпела существенные изменения. Определяя характер взаимодействия ОБС и города можно констатировать, что тип взаимодействия относится, в основном, к типу - подавляющие рельеф (овраги часть «Нестеровского» и «Зааметьевского»); овраг Аметьевский иллюстрирует тип – подчиненный рельефу.

## **ОЦЕНКА КАЧЕСТВЕННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПОЧВ В ПОЛЕВЫХ УСЛОВИЯХ СПЕКТРОРАДИОМЕТРИЧЕСКИМ МЕТОДОМ**

Сироткин В.В.<sup>1</sup>, Васюков С.В.<sup>2</sup>, Усманов Б.М.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Казанский (Приволжский) Федеральный университет, Казань, Россия

<sup>2</sup>Управление Росреестра по Чувашской республике, Чебоксары, Россия

*mailto:sirotkin67@rambler.ru*

Приводятся результаты исследования спектрографическим методом зональных почв различной степени эродированности на территории Чувашской Республики (черноземы оподзоленные, темно-серые лесные, типично-серые лесные и светло-серые лесные почвы). На экспериментальных земельных участках сельскохозяйственного назначения с основными зональными почвами для территории Чувашской Республики, был произведен сбор спектрографических данных почвенного покрова до начала активного вегетационного периода сельскохозяйственных растений. Одновременно со сбором спектрографических данных производился отбор почвенных образцов с целью определения основных агрохимических показателей, которые являются критериями существенного снижения плодородия земель сельскохозяйственного назначения. Помимо этого в тот же момент времени производилась съемка данных земельных участков, беспилотными летательными аппаратом «Supercame 350F» с установленной на нем многозональной камерами Tetracam Micro-MCA 4 и Tetracam ADC-micro, специалистами ООО «Беспилотные системы» (гг. Ижевск, Королев, Россия). Таким образом, впервые (по нашим данным) было предпринято полевое

экспериментальное определение основных почвенных параметров традиционными химическими и физическими методами и синхронное с ним получение спектральных образов для данных точек, наземным спектрометром и многозональными камерами установленными на беспилотном летательном аппарате (БПЛА).

В точках спектрографических исследований были отобраны почвенные образцы и проведено их агрохимическое обследование. Результаты агрохимических обследований были проанализированы совместно со спектрографическими кривыми данных почв и данными дистанционного зондирования Земли полученное с БПЛА в различных спектральных диапазонах. Для каждой точки агрохимического апробирования, были получены спектрографические кривые и спектральные яркости в красном, зеленом и ближнем инфракрасном канале, а также показатель NDVI. При этом все типы спектрографических кривых на обследованных почвах условно были сгруппированы в два типа: слабогумусированный и сильногумусированный. Все данные были сведены в базу данных, и обработаны статистическими методами с использованием соответствующего программного обеспечения. В результате математической обработки были получены алгоритмические зависимости между спектрографическими данными и данными дистанционного зондирования Земли в различных спектральных диапазонах. При этом необходимо осознать то что последние масштабные почвенные обследования на территории Чувашской Республики проводились еще при СССР, в конце 1980-х годов. То есть с момента почвенных обследований прошло более 25 лет. При этом данные полученные в результате этих почвенных исследований, де факто до сих пор участвуют в кадастровой оценке земель сельскохозяйственного назначения, являясь базисом для налоговых начислений, выкупной цены земельных участков, начисления штрафных санкций. При этом необходимо понимать, что данные сведения о кадастровой стоимости земельных участков сельскохозяйственного назначения априори, как минимум недостоверны. Кроме того, данные критерии почвенного покрова в соответствии с Российским законодательством используются для определения существенного снижения плодородия земель сельскохозяйственного назначения и являются основанием для принудительного изъятия земельных участков сельскохозяйственного назначения у собственников в принудительном порядке через суд.

Если геоморфологические показатели достаточно стабильны и хорошо математизированы и алгоритмизированы с помощью современных ГИС, характер припашки и внешние проявления эрозии тоже возможно определить с

помощью тематической дешифровки космических снимков и аэрофотосъемки, то агрохимические показатели почв (гумусность, кислотность, содержание фосфора и калия и др.) достаточно динамичны и требуют непосредственно полевого определения. При этом сеть репрезентативных точек отбора проб, должна быть достаточно густая. Исходя из этого встает вопрос о массовых, дешевых достаточно быстрых методах определения агрохимических признаков почв, вернее их изменения. Исходя из известных работ [13], [14]; [15], Alex V. McBratney, Budiman Minasny, Raphael Viscarra Rossel, 2006) нами были предприняты попытки провести пробные спектрографические исследования зональных почв на территории Чувашской Республики. При этом для работ были использованы реперные точки Федерального государственного бюджетного учреждения «Государственный центр агрохимической службы "Чувашский"» заложенные в хорошо исследованных почвенных ареалах. На сегодняшний день в России в связи с действующим Федеральным законом № 101 «Об обороте земель сельскохозяйственного назначения» и принятым во исполнение ст.6 данного закона Постановления Правительства РФ № 612 от 22.07.2011 «Об утверждении критериев существенного снижения плодородия земель сельскохозяйственного назначения» имеется объективная потребность в быстрых и дешевых методах, которые позволили бы проводить достоверные анализы большого числа почвенных образцов на землях сельскохозяйственного назначения. Данная потребность также осознается в большинстве развитых стран мира, что отражается в многочисленных исследованиях зарубежных авторов (Viscarra Rossel R.A.; McBratney A.V., 1998). В связи данной потребностью нами на основе полученных данных будет предпринята разработка экспресс методов определения параметров плодородия почв для земель сельскохозяйственного назначения, базирующихся на спектроскопических физических принципах. Основное преимущество данных методов заключается в скорости определения и соответственно стоимости, кроме того в случае использования БПЛА себестоимость и скорость выполнения работ падает в разы. Основной трудностью в применении данных методов является надежная интерпретация результатов, причем в силу гетерогенности почвенного покрова она не может механически переноситься с одного географического района на другой, необходимы экспериментальные данные для конкретных зональных почв, а также полученные на основании этих данных спектрометрические маркеры основных параметров почв, участвующих в определении существенного снижения плодородия почв сельскохозяйственных земель. При этом в случае получения достаточно надежных алгоритмов определения данных критериев становится воз-

возможным автоматизация данного процесса, путем использования этих алгоритмов в роботизированных беспилотных летательных аппаратах, сводя к минимуму «человеческий фактор» в технологической работе определения данных критериев, оставляя за человеком только процесс принятия управленческого решения. Внедрение в широкую практику данных методов позволит, массово запустить автоматизированный мониторинг земель сельскохозяйственного назначения, что позволит оптимизировать использование ограниченных земельных ресурсов, повысить их плодородие, определить эродированность и деградированность почвенного покрова земель сельскохозяйственного назначения, привлечь нерадивых собственников и пользователей земель к ответственности, а при неоднократных нарушениях изымать данные земельные массивы в судебном порядке. Самое главное, что достаточно трудоемкий процесс определения данных критериев можно будет автоматизировать и роботизировать, как этого требует «Национальная технологическая инициатива России» и предполагает рынок «AeroNet».

## **ЦИКЛИЧЕСКИЕ КОЛЕБАНИЯ СТОКА РЕКИ УРАЛ**

Фатхутдинова Р.Ш.

ФГБОУ ВО Башкирский государственный университет, Уфа, Россия

*regishka1503@yandex.ru*

В большинстве случаев длительность наблюдений не охватывает всю современную климатическую эпоху, в результате чего статистический ряд гидрологических наблюдений в створе реки является лишь частью генеральной совокупности данных. Для определения насколько данный ряд будет отражать типичные закономерности изменения стока во времени, т.е. его репрезентативность, можно определить наличием в ряде наблюдений полных циклов колебаний водности [1].

Для анализа изменчивости среднегодовых расходов воды реки Урал был использован метод оценки репрезентативности многолетних рядов наблюдений посредством построения разностных интегральных кривых (РИК). Данный метод позволяет наиболее надежно установить циклы водности и вычисляется путем последовательного суммирования отклонений средних годовых расходов воды от осредненного за период наблюдений, т.е. ее ординаты вычисляются как  $\sum_1^i (K - 1)$  [2].

Таким образом, ординаты кривой дают на конец каждого  $i$ -го года нарастающую сумму отклонений годовых модульных коэффициентов  $K$  от среднего многолетнего значения ( $K=1$ ). Для того чтобы можно было сопоставить много-

летние колебания стока реки, производится исключения влияния временной изменчивости стока, отражаемой коэффициентом вариации (изменчивости) ряда наблюдений ( $C_v$ ), т.е.  $\sum (K - 1)/C_v$ .

Для оценки репрезентативности данных наблюдений реки Урал использовались данные по среднегодовым расходам реки на постах г. Верхнеуральск, с. Кизильское, п. Березовский, г. Оренбург в период с 1971-2015 год (рисунок).

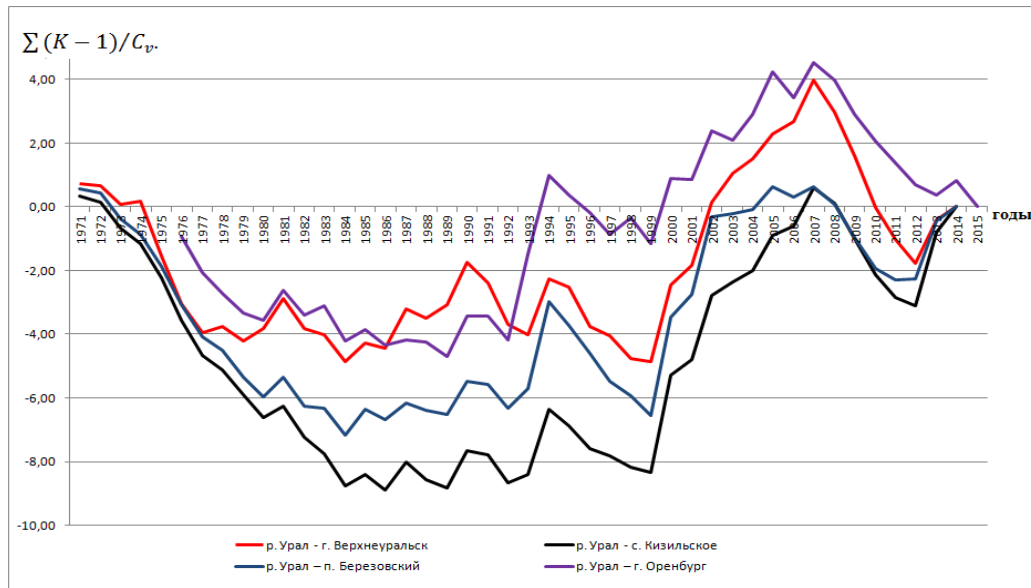


Рисунок. Разностная интегральная кривая среднегодовых расходов воды р. Урал (составлено автором по данным [1,4,5])

В результате проведенного анализа разностных интегральных кривых средних годовых расходов воды по гидрологическим постам реки Урал были выделены маловодные и многоводные фазы, которые отражены в таблице. Многоводную фазу цикла (многоводный период) определяли по периоду времени, в течение которого наблюдается увеличение водности, а маловодную фазу (маловодный период) – при постоянном уменьшении.

Водность по реке изменяется одновременно в одном и том же направлении, что говорит о синхронности колебаний их стока. В целом по бассейну реки Урал совпали многоводная фаза с 1999 по 2007 год на постах г. Верхнеуральск, с. Кизильское, п.Березовский, также как и маловодная фаза с 2008 по 2012 год. Синхронность изменения циклов водности на гидрологических постах по реке Урал объясняется тем, что находятся в сходных физико-географических условиях и расположены более или менее близко друг от друга. Незначительные отличия могут наблюдаться в г. Оренбурге, так как находится гидрологический пост в другой физико-географической зоне, отличается большей площадью водосбора и среднегодовыми расходами воды.

Стоит отметить, что экстремально многоводный год приходится на 2007,

а экстремально маловодный год – 1984 (на гидрологическом посту в г. Оренбург – 1989).

Таблица

Сведения о многоводных и маловодных периодах на реке Урал

Река – гидрологический пост	Многоводные годы	Экстремально многоводные годы	Маловодные годы	Экстремально маловодные годы
р. Урал – г. Верхнеуральск	1999-2007	2007	1974-1977, 1981-1984, 1990-1993, 1994-1999, 2008-2012	1984
р. Урал – с. Кизильское	1999-2007	2007	1971-1979, 1981-1984, 1994-1999, 2008-2012	1984
р. Урал – п. Березовский	1991-1994, 1999-2005	2007	1971-1980, 1994-1999, 2008-2012	1984
р. Урал – г. Оренбург	1999-2002	2007	1994-1997, 2008-2013	1989

В результате проведенного анализа по данным РИК с 2007 года по 2012 год на реке Урал наблюдается маловодная фаза то можно прогнозировать, что в ближайший период будет наступление многоводной фазы.

Изучение колебаний водности рек и их антропогенные изменения имеют важное значение для оценки водообеспеченности бассейна реки и для решения проблем важнейших внутренних водоемов (в данном случае Каспийского моря), гидрологический режим которого во многом зависит от водности впадающих в него рек.

#### Литература

1. Автоматизированная информационная система государственного мониторинга водных объектов (АИС ГМВО) [Электронный ресурс]. URL: <https://gmvo.skniivh.ru/index.php?id=1> (дата обращения 20.02.2017 г.)
2. Балков В.А., Воронина Т.В. Инженерно-гидрологические расчеты: учебное пособие /Башкирск. Ун-т. – Уфа, 1996 – 76 с.
3. Гареев А.М., Фатхутдинова Р.Ш. Гидролого-экологическая характеристика бассейна реки Урал (в пределах Российской Федерации)//Чистая вода России: Сборник материалов XIII Международного научно-практического симпозиума и выставки. 2015. С. 76-82.
4. Ежегодные данные о среднегодовых расходах воды за 1971-1999 гг. фонда данных ГУ Башкирским УГМС.
5. Ежегодные данные о среднегодовых расходах воды за 1971-2015 гг. фонда данных ГУ Оренбургским УГМС.

# СОПРЯЖЕННЫЕ ЦИКЛЫ МЕТАНА И СЕРОВОДОРОДА В ЛЕЧЕБНЫХ СУЛЬФИДНЫХ ГРЯЗЯХ ЮГА ЕВРОПЕЙСКОЙ ТЕРРИТОРИИ РОССИИ<sup>8</sup>

Фёдоров Ю.А., Гарькуша Д.Н., Трубник Р.Г.

Южный федеральный университет, Ростов-на-Дону, Россия

*fed29@mail.ru*

В течение более десяти лет авторами исследовались водоемы с залежами лечебных сульфидных грязей, а также морские заливы, лиманы, пресноводные озера, водохранилища и реки, относящиеся к бассейнам Азовского, Черного и Каспийского морей, в которых происходит современное накопление иловых грязей. Целью проводимых работ являлось изучение сопряженных во времени и пространстве циклов метана и сероводорода в водных объектах, грязи которых обладают лечебными свойствами. В бассейне Азовского моря нами исследованы сульфидные грязи озер Пеленкино, Ханское и Плесо-Круглое, Сладкого и Бейсугского лиманов, а также озер грязевых вулканов Голубицкий, Мыска и Гнилая гора, озер Грузское, Большое Яшалтинское, Маныч-Гудило и Соленое; в бассейне Каспийского моря – грязи озера Большой Тамбукан. Также исследовались донные отложения рек Дон, Кубань и Темерник, водохранилищ Цимлянское, Пролетарское, Рыбинское и других более мелких пресных водоемов и водотоков. В перечисленных водоемах и водотоках определялись минерализация и химический состав воды и грязевых растворов, концентрации  $\text{CH}_4$  и общего содержания сульфидной серы ( $\Sigma\text{H}_2\text{S}$ ), значения Eh и pH. Для водных объектов рассчитывался впервые предложенный в работах [1, 2] "коэффициент сульфидизации" ( $K_s$ ) и строились регрессионные уравнения, описывающие связи между различными показателями. Коэффициент  $K_s$  представляет собой отношение  $\text{CH}_4/\Sigma\text{H}_2\text{S}$ , где концентрация метана выражена в мкг/г влажной массы (в.м.) донных отложений, концентрация  $\Sigma\text{H}_2\text{S}$  – в мг/г в.м. Пробы донных отложений отбирали в горизонтах 0-2, 2-5, 5-10, 10-15 см и далее через каждые 10 см отобранной колонки (часто до глубины 100 см). Отбор, транспортировка, хранение проб и последующее определение в них концентраций  $\text{CH}_4$  парофазным газохроматографическим методом и  $\Sigma\text{H}_2\text{S}$  фотометрическим методом с деметилпарафенилендиамином проводились по методикам, описанным в работах [1, 3].

Изученные донные отложения озер юга ЕТР относятся к типу минераль-

---

<sup>8</sup> Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда (проект №17-17-01229).

ных лечебных грязей. Они представлены тремя классами: сульфидными иловыми, сопочными вулканическими грязями и озерными сопочными (псевдовулканическими) грязями. В свою очередь сульфидные иловые грязи в географическом отношении подразделены нами на три группы: континентальные (грязи озер Пиленкино, Большой Тамбукан, Грузское, Большое Яшалтинское, Маныч-Гудило и Соленое), приморские (грязи озер Ханское, Плесо-Круглое и Сладкого лимана) и морские (грязи Бейсугского лимана). Минерализация воды озер изменяется в широких пределах – от 500 до 481100 мг/дм<sup>3</sup>, при содержании сульфатных ионов – от 117 до 28350 мг/дм<sup>3</sup>.

Там, где в донных отложениях при наличии сульфатных ионов симбатно образуется и накапливается  $\text{CH}_4$  и  $\Sigma\text{H}_2\text{S}$  (в аквальных ландшафтах с сероводородной и глеево-сероводородной обстановкой) величины  $K_s$  были всегда меньше 1. Причиной этого может быть не только конкурентная борьба между сульфатредукторами и метаногенами, но и дополнительное образование сероводорода при гнилом распаде органического вещества, а также анаэробное окисление  $\text{CH}_4$  консорциумом сульфатредуцирующих бактерий и метанотрофных архей [1, 2].

Сульфидные иловые континентальные черные и темно-серые грязи озер Пеленкино, Большое Тамбуканское, Грузское, Большое Яшалтинское и Соленое характеризуются наиболее высокими концентрациями  $\Sigma\text{H}_2\text{S}$  и низкими (в среднем  $<0.5$ ) значениями  $K_s$ , что свидетельствует о существенном доминировании процесса сульфидообразования над метаногенезом. Как правило, для раствора (рапы), покрывающего грязь, характерна высокая минерализация и концентрация сульфатных ионов. В данной группе водных объектов концентрации  $\text{CH}_4$  и  $\Sigma\text{H}_2\text{S}$  снижаются при переходе от черных сульфидных грязей в темно-серые, стально-серые и затем в желто-бурые глины и суглинки ложа водоемов и водотоков. Особенно резко это проявляется на границе раздела «илы (грязи) → коренные суглинисто-глинистые отложения ложа». Сказанное указывает на важную роль литологического состава не только как фактора, на фоне которого протекают биогеохимические процессы, но и как матрицы, контролирующей их интенсивность и направленность.

Сопочные вулканические грязи, отобранные из жерл вулкана Гнилая Гора и подводного вулкана Голубицкий (район г. Темрюка) характеризовались относительно высокими концентрациями  $\text{CH}_4$  (2.36-2.54 мкг/г) и низкими  $\Sigma\text{H}_2\text{S}$  (0.018-0.108 мг/г). Коэффициент сульфидизации  $K_s$  измерялся десятками единиц. Это указывает на существование глеево-сероводородной обстановки и согласуется с представлениями о преимущественно метановом составе выделяе-



мых грязевыми вулканами газовых пузырьков и грязевулканических выбросов.

Черные маслянистые грязи псевдовулканического оз. Голубицкое содержали  $\text{CH}_4$  в количестве 0.5-0.91 мкг/г, а  $\Sigma\text{H}_2\text{S}$  – 1.18-3.07 мг/г. В подстилающем лечебные грязи песке стально-черного цвета с примазками пелоидов резко снижалась как концентрация  $\text{CH}_4$ , так и  $\Sigma\text{H}_2\text{S}$ . В сопочном озере Мыска концентрация  $\text{CH}_4$  в темно-серых глинах изменялась от 0.9 до 2.8 мкг/г, а  $\Sigma\text{H}_2\text{S}$  – от 0.01 до 0.7 мг/г. Вышеизложенное свидетельствует о том, что в этих озерах метаболические процессы протекают при участии вещества и энергии, поступающих из глубинных очагов и водосборных бассейнов.

Приморские темно-серые грязи Ханского озера, которое в последние годы пересохло, а также морские грязи Бейсугского лимана содержали  $\text{CH}_4$  и  $\Sigma\text{H}_2\text{S}$  в пределах от 0.01 до 0.04 мкг/г и от 0.005 до 0.33 мг/г соответственно. Интересно, что в черных и темно-серых илах Пролетарского и Цимлянского водохранилищ, Азовского моря и реках его бассейна концентрации данных ингредиентов были существенно выше. В приморских минерализованных озерах Плесо-Круглое и Сладкий лиман концентрации, как  $\text{CH}_4$ , так и  $\Sigma\text{H}_2\text{S}$  в глинах (и особенно  $\text{CH}_4$ ), были значительно выше и достигали 1.27-21.1 мкг/г и 0.24-1.25 мг/г соответственно. С глубиной в этих озерах концентрация  $\text{CH}_4$  возрастала, а  $\Sigma\text{H}_2\text{S}$  снижалась. Это, наряду с высокими значениями коэффициентов  $K_s$  (от 1.5 до 68), свидетельствует о возможном глубинном подтоке  $\text{CH}_4$  и отнесения этих грязей к псевдовулканическим образованиям.

#### Литература

1. Гарькуша Д.Н., Федоров Ю.А. Метан в воде и донных отложениях устьевого области Северной Двины в зимний период // Океанология. 2014. Т. 54, №2. С. 178-188.
2. Федоров Ю.А., Гарькуша Д.Н., Доценко И.В., Афанасьев К.А. Метан и сероводород в лечебных сульфидных глинах (на примере озера Большой Тамбукан) // Изв. ВУЗов. Северо-Кавк. регион. Серия: Естеств. науки. 2014. № 3. С. 102-109.
3. Федоров Ю.А., Тамбиева Н.С., Гарькуша Д.Н., Хорошевская В.О. Метан в водных экосистемах. 2-е изд., перераб. и доп. Ростов-на-Дону – Москва: ЗАО “Ростиздат”, 2007. С. 179-230.

### **ГЕНЕТИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА РЕЧНОГО СТОКА ХЛОРИД-ИОНОВ НА ПРИМЕРЕ КАРСТОВЫХ И НЕКАРСТОВЫХ ГЕОСИСТЕМ АРХАНГЕЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ**

Хайруллина Д.Н.

Казанский (Приволжский) федеральный университет, Казань, Россия,  
*dinara-hi@yandex.ru*

В данной работе проводится оценка структуры стока хлорид-ионов – ионов, наиболее подверженных антропогенному влиянию - с территории карстовых (на примере бассейн р. Сула) и некарстовых (на примере бассейн р. Вага) геосистем Архангельской области.

В основе работы лежат материалы Северного УГМС (данные о концентрациях ионов и количестве атмосферных осадков (расходах воды)) метеостанций в гг. Белозерск и Нарьян-Мар, а также гидрологических постов на рр. Вага (д. Глуборецкая) и Сула (д. Коткина) за период с 1978 по 2007 гг.

Методика, лежащая в основе работы, базируется на балансовом уравнении (1), предложенном В.П. Зверевым (1971):

$$W_{\text{общ}} = W_{\text{и.подз}} + W_{\text{и.поверх}} + W_{\text{и.атм}} + W_{\text{акк}}, \quad (1)$$

где  $W_{\text{общ}}$  – полный ионный сток;  $W_{\text{и.атм}}$  – поступление ионов с атмосферными осадками;  $W_{\text{и.поверх}}$  – ионный сток поверхностного происхождения;  $W_{\text{и.подз}}$  – подземный ионный сток;  $W_{\text{акк}}$  – аккумуляция ионов в поверхностных горизонтах бессточных районов (по Звереву В.П. (1971) для речных бассейнов Баренцева и Белого моря этот показатель равен нулю) [1].

Поступление ионов с атмосферными осадками ( $W_{\text{и.атм}}$ ) с учетом коэффициента стока рассчитывалось по формуле (2):

$$W_{\text{и.атм}} = n \cdot \frac{C \cdot S}{10^3}, \quad (2)$$

где  $S$  – количество атмосферных осадков, мм,  $C$  – концентрация ионов в атмосферных осадках, мг/л,  $n$  – коэффициент стока, рассчитываемый по формуле (3):

$$n = \frac{h}{S}, \quad (3)$$

где  $h$  – слой стока воды с территории речного бассейна за гидрологический год, мм;  $S$  – количество атмосферных осадков, выпадающих на территорию речного бассейна за гидрологический год, мм [2].

Подземный сток анализируемых ионов рассчитывался по формуле (4):

$$W_{\text{подз}} = \frac{k \cdot a \cdot C_{\text{зима}} \cdot W_{\text{водн}} \cdot 1000}{F}, \quad (4)$$

где  $k$  – доля подземного стока воды по [3, 4];  $a$  – поправочный коэффициент, определяемый как отношение среднемноголетней величины водности за гидрологический год к величине водности данного года;  $C_{\text{зима}}$  – концентрация ионов в период зимней межени при известных минимальных значениях расходов воды, мг/л;  $W_{\text{водн}}$  – суммарный сток воды в данном гидрологическом году, км<sup>3</sup>;  $F$  – площадь речного бассейна выше поста наблюдения, км<sup>2</sup> [5].

Поверхностный сток рассчитывался по формуле (5):

$$W_{\text{и.поверх}} = W_{\text{общ}} - (W_{\text{и.подз}} + W_{\text{и.атм}}), \quad (5)$$

Как правило, изменчивость концентраций ионов в воде и расходов воды подчиняется экспоненциальному закону.

Концентрация ионов  $C_{\text{зима}}$  при известных расходах воды в период глубокой зимней межени определялась путем построения экспоненциальной зависимости  $C = f(Q)$  на основе известных концентраций и расходов воды за весь период наблюдения.

В результате расчетов выявлено, что в целом фиксируется преобладание стока ионов поверхностного происхождения, формирующегося в результате вымывания ионов талыми и ливневыми водами из почвенных горизонтов.

Так, в доленом отношении для бассейна р. Вага он составляет 55% (700 кг/км<sup>2</sup>), для бассейна р. Сула значения несколько ниже – 49% (или 4253 кг/км<sup>2</sup> в среднем за исследуемый период). Более высокая доля подземной компоненты наблюдается в пределах карстового бассейна р. Сула - 37% (2936 кг/км<sup>2</sup>), на атмосферную составляющую здесь приходится лишь 14% (1121 кг/км<sup>2</sup>).

Для бассейна р. Вага, сложенного водоупорными моренными суглинками, картина несколько иная: подземная составляющая (297 кг/км<sup>2</sup> или 24%) практически равна атмосферной (266 кг/км<sup>2</sup> или 21%).

В целом, в пределах исследуемой территории ионный сток, состоящий из атмосферной, поверхностной и подземной компоненты, формируется преимущественно за счет поверхностного (почвенного) стока, что обусловлено слабой проницаемостью пород, слагающих исследуемые речные бассейны.

#### Литература

1. Зверев В.П. О составляющих ионного стока с территории СССР // Гидрохимические материалы. – 1971. Т. 56. – С. 11-18.
2. Копотева Т.Н., Федорова В.А. Атмосферные выпадения HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> в междуречье рр. Печора и Северная Двина и их влияние на речной сток // Современные проблемы геохимии. Иркутск, 2011. С. 169-171.
3. Филенко Р.А. Воды Вологодской области. - Л.: Изд-во Ленингр. ун-та, 1966. - 132 с.
4. Филенко Р.А. Гидрологическое районирование севера Европейской части СССР. - Л.: Изд-во Ленингр. ун-та, 1974. - 223 с.
5. Khayrullina D.N., Fedorova V.A. Sodium Balance Structure within the Elementary Geosystems (by the Example of Basin of the Elva River of the Komi Republic). Advances in Environmental Biology. – 2014. – Vol. 8, Is. 4. – P. 1015-1020.

## **ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ВОД ВЕРХОВОГО БОЛОТА В МЕЖДУРЕЧЬЕ РЕК БАКЧАР И ИКСА (ЗАПАДНАЯ СИБИРЬ)<sup>9</sup>**

Харанжевская Ю.А.<sup>1,2</sup>, Воистинова Е.С.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Сибирский НИИ сельского хозяйства и торфа-филиал СФНЦА, Томск, Россия

<sup>2</sup>Национальный исследовательский Томский государственный университет,

Томск, Россия

*kharan@yandex.ru*

Исследования химического состава болотных вод важны для разработки адекватной системы оценки качества вод заболоченных территорий, модернизации технологии мониторинга и для прогнозирования экологического состояния территорий в условиях увеличения уровня антропогенного воздействия. Химический состав вод верховых болот может быть индикатором антропоген-

---

<sup>9</sup> Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 16-35-00187-мол\_а.

ного загрязнения территории, потому как их питание производится в основном за счет атмосферных осадков [1, 2]. Целью данной работы является исследование гидрохимического режима верхового болота, задачей исследования – оценка диапазона сезонных колебаний концентраций основных компонентов химического состава болотных вод и их территориальной вариации для обоснования величин фоновых концентраций.

Исследования проводились в 2006-2012 гг. на участке верхового болота в междуречье рек Бакчар и Икса (центральная часть Обь-Иртышского междуречья, отроги Васюганского болота, стационар «Васюганский» СибНИИСХиТ-филиала СФНЦА РАН, ИМКЭС СО РАН) в районе, удаленном от непосредственных источников антропогенного воздействия в пределах типичных болотных микроландшафтов, характеризующихся различной динамикой водного режима, мощностью торфяной залежи и соответственно условиями формирования химического состава вод: сосново-кустарничковый с мощностью торфяной залежи 1 м (точка 1), сосново-сфагновый с мощностью торфяной залежи 3 м (точка 2), сфагново-осоковый с мощностью торфяной залежи 2,75 м (топь выклинивания, точка 3), сосново-кустарничковый с мощностью торфяной залежи 0,8 м, на границе с минеральным островом и фильтрационной топью (точка 4). Пробы болотных вод отбирались с глубины до 30-50 см в специально подготовленную стеклянную и пластмассовую посуду. Предварительно в торфяной залежи болот при помощи бура организовывались скважины глубиной 1 м. Химический анализ макрокомпонентного состава болотных вод выполнялся с применением аттестованных методик в аккредитованном Лабораторно-аналитическом центре СибНИИСХиТ (РОСС RU.0001.10ПФ01). Для выявления особенностей изменения химического состава вод в пределах болотного массива проводился корреляционный и кластерный анализ. Кластерный анализ проводился с расчетом Евклидова расстояния, объединение кластеров осуществлялось с применением метода Уорда с учетом всего спектра показателей химического состава вод (рН,  $K^+$ ,  $Na^+$ ,  $Ca^{2+}$ ,  $Mg^{2+}$ ,  $NH_4^+$ ,  $Fe_{общ}$ ,  $Cl^-$ ,  $SO_4^{2-}$ ,  $NO_3^-$ ,  $HCO_3^-$ , ХПК). Анализ закономерностей сезонных изменений компонентов химического состава болотных вод проводилась с применением методики построения сезонной волны [3].

Исследуемые болотные микроландшафты в сравнении с опубликованными данными по Европейской территории России отличаются преобладанием гидрокарбонатного или хлоридного класса вод (а не сульфатного, согласно [Потапова и др., 2006]), при этом болотные воды характеризуются близкими величинами минерализации и концентраций компонентов, схожими тенденци-

ями в гидрохимическом режиме (с максимумом концентраций в предпаводочный период и в летне-осеннюю межень), общими закономерностями в увеличении коэффициентов вариации химического состава от центра к периферии болотного массива. Как показали проведенные исследования, воды исследуемого верхового болота в междуречье рек Бакчар и Икса кислые и слабокислые, маломинерализованные, отличаются повышенным содержанием органического вещества, железа и ионов аммония. Отличительной особенностью гидрохимического режима вод верхового болота является трансформация химического состава с изменением класса, группы и типа вод в течение года (по классификации О.А. Алёкина). Специфическим является и газовый режим вод верхового болота с повышенным содержанием  $\text{CO}_2$  до 131,6 мг/л. Растворенный кислород присутствует в болотных водах с апреля по сентябрь в небольших концентрациях.

Проведенный кластерный анализ показал, что в пределах исследуемого верхового болота по характеристикам химического состава болотных вод можно выделить 3 класса. Достоверные различия химического состава вод болотных микроландшафтов отмечается по величине минерализации, содержанию ионов  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Fe}_{\text{общ}}$ ,  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{NO}_3^-$ , гуминовых и фульвокислот,  $\text{C}_{\text{орг}}$  и  $\text{CO}_2$  (рисунок).

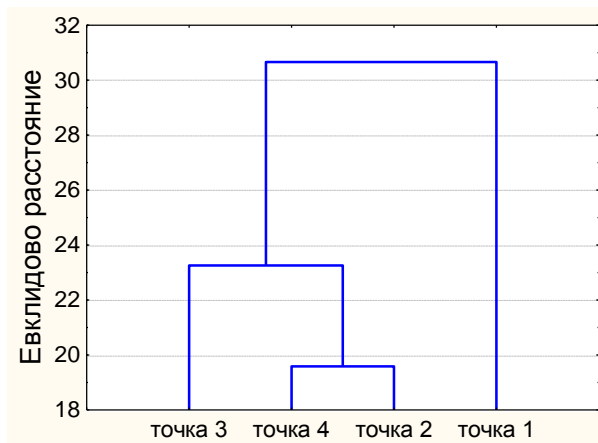


Рисунок. Дендрограмма химического состава болотных вод исследуемых болотных микроландшафтов

Анализ индексов сезонности показал, что в течение вегетационного сезона отмечается 2 значимых максимума сезонной волны химического состава болотных вод. Первый максимум связан с концентрированием раствора в марте перед началом периода снеготаяния в условиях практически полного отсутствия доступа кислорода, при этом возрастает минерализация и содержание минеральных компонентов состава  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{Fe}_{\text{общ}}$ , а также активно идет процесс гумификации о чем свидетельствует резкое возрастание

концентраций гуминовых и фульвокислот,  $C_{\text{орг}}$  и величин ХПК. Формирование второго максимума определяется процессами трансформации органических остатков верхних слоев торфяной залежи при снижении уровней болотных вод с июля по сентябрь, при этом отмечается увеличение минерализации вод, величин ХПК, концентраций минеральных компонентов  $Mg^{2+}$ ,  $Na^+$ ,  $SO_4^{2-}$  и большей частью биогенных элементов состава болотных вод  $NH_4^+$ ,  $NO_3^-$ ,  $Fe_{\text{общ}}$ , а также гуминовых веществ и  $C_{\text{орг}}$ . Таким образом, исследования показали, что для обоснования величин фоновых концентраций основных компонентов химического состава болотных вод важно учитывать диапазон их сезонных колебаний и территориальной вариации внутри болотного массива.

#### Список литературы

1. Bayley S.E., Behr R.S., Kelly C.A. Retention and release of S from a freshwater wetland // Water, Air and Soil Pollution 31(1986), pp. 101-114.
2. Потапова Т.М., Новиков С.М. Оценка антропогенных изменений химического состава болотных вод и стока растворенных веществ с территории естественных и мелиорированных верховых болот // Вестник СПбГУ. Сер. 7. 2006. вып. 2. С. 85-95.
3. Чекотовский Э.В. Графический анализ статистических данных в Microsoft Excel 2000. М.: Издательский дом «Вильямс», 2002. 464 с.

## **ОПЫТ ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКОГО РАЙОНИРОВАНИЯ ТЕРРИТОРИИ ЕВРОПЕЙСКОЙ ЧАСТИ РОССИИ НА ОСНОВЕ КОМПЛЕКСНОГО АНАЛИЗА МОРФОМЕТРИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК РЕЛЬЕФА<sup>10</sup>**

Харченко С.В.<sup>1,2</sup>, Мухарамова С.С.<sup>1</sup>, Ермолаев О.П.<sup>1</sup>

1 – Казанский (Приволжский) федеральный университет, Казань, Россия

2 – Институт географии РАН, Москва, Россия

*har4enkkoff@rambler.ru*

В докладе описана методика и приведены результаты первых попыток проведения автоматизированного геоморфологического районирования (ГР) территории Европейской части России. ГР, по устоявшимся в геоморфологии принципам, должно отражать различия участков территории по морфологии, генезису и возрасту рельефа. В случае использования для районирования не всех трех, а только двух или даже одного из классификационных признаков, получаемый результат не является строго ГР. Многие специалисты вполне убедительно доказывают, что провести полноценное ГР только по морфологическим признакам невозможно. По крайней мере, авторам не известны очевидно

---

<sup>10</sup> Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда (проект №15-17-10008).

успешные такие попытки. Вместе с этим, кажется неправильным, когда такие попытки признаются заведомо провальными, это тормозит развитие геоморфометрии и геоморфологии в целом. Вполне возможно, что когда-то с использованием новых методов районирования и более удачных, чем раньше, наборов метрик рельефа будет достигнута приемлемая степень надежности автоматизированного ГР.

Используемый нами метод районирования — кластеризация объектов на основе самоорганизующихся отображений Кохонена. Входными объектами для кластеризации являются т. н. «операционно-территориальные единицы» (ОТЕ), которыми могут быть любые контуры на территории, выделенные по одному и тому же принципу. В нашем случае, в качестве ОТЕ избирались речные бассейны, примерно соответствующие третьему порядку рек/бассейнов по системе ординации Стралера-Философова. Каждая такая ОТЕ характеризуется рядом («вектором») величин, отражающих особенности устройства рельефа в ее границах. Среда реализации алгоритма и последующей визуализации результатов — R. Кроме того, результаты могут быть сохранены в виде файла \*.shp, в котором каждому объекту в соответствие поставлен номер нейрона самоорганизующейся сети. Для большего удобства результаты также могут быть выведены в файл \*.som, что позволяет визуализировать их и вести дальнейший анализ в Scanex Image Processor.

В конечном счете, удачность ГР зависит от ряда условий: 1) правильно выбранная ОТЕ, 2) репрезентативный набор метрик рельефа, отражающий различия не только его морфологии, но и генезиса, и даже возраста, 3) удачные параметры построения самой нейронной сети. Одной из проблем осуществления ГР является отсутствие абсолютно корректных эталонов проведения границ типов рельефа. Получаемая схема ГР (границ типов рельефа) нуждается в проверке корректности путем сравнения с «заведомо правильными», проведенными экспертным методом границами. Нами для этой цели использовалась Геоморфологическая карта СССР масштаба 1: 2 500 000. В более крупном масштабе рельеф всей территории ЕЧР в единой легенде никогда не картографировался. Подчеркнем, что абсолютная точность экспертного выделения границ — необходимое допущение, которое, однако, часто не адекватно действительности.

По видимому, наиболее важное условие проведения удачного ГР — подбор репрезентативных метрик. Все геоморфометрические параметры четко подразделяются на локальные и фокальные. Первые — в основном, общеизвестные характеристики, которые хотя бы теоретически могут быть определены в точке (высота, крутизна, экспозиция, виды кривизны и т.д.). Они оказываются

малоинформативны при попытке разделить некоторые типы рельефа, в которых статистические распределения данных параметров близки (к примеру, моренные и эрозионно-денудационные равнины). Очевидно, однако, что эти типы рельефа отличаются самым «рисунком горизонталей». Для того чтобы уловить эти отличия (и, тем самым, разделить ОТЕ, относящиеся к разным типам рельефа), необходимо использовать т. н. фокальные метрики. Эти параметры характеризуют заданную окрестность точки, причем от выбора формы и площади охвата этой окрестности зависит получаемый результат. Большую пользу может принести использование спектральных фокальных характеристик, пока еще почти не разработанных, но способных характеризовать поверхность по степени пространственной периодичности колебаний показателя абсолютной высоты и/или ее производных. В границах каждой ОТЕ исследователь получает целый набор (распределение) как локальных, так и фокальных метрик. Для характеристики самого распределения можно использовать показатели среднего, медианы, минимума и максимума, стандартного отклонения, общего и межквартильного размаха и др.

По результатам классификации все входные ОТЕ распределяются по 225 нейронам (нами использовалась ортогональная сетка 15\*15 нейронов). Каждый нейрон, с отнесением к нему все новых объектов, меняет свое положение, деформируя, таким образом, всю сеть. В итоге регулярная сеть превращается в сложную конструкцию, в которой близкородственные по совокупности параметров нейроны оказываются рядом друг с другом, а наиболее не похожие — на противоположных краях сети. Используемое количество нейронов может и должно быть заведомо большим, чем искомое число типов рельефа. В случае большой близости нейронов (когда они относятся к одному типу рельефа), образуется «куст», который в ходе интерпретации можно объединить в один объект. Если же использовать количество нейронов, сопоставимое с количеством искомых типов рельефа, можно оказаться в ситуации, когда разные типы рельефа будут отнесены к одному нейрону. Речь, таким образом, идет о чувствительности модели, зависящей от количества нейронов.

По итогам классификации построена схема геоморфологического районирования территории Европейской части России в масштабе 1: 5 000 000.



## СОВРЕМЕННЫЕ ЛАНДШАФТНЫ ПРОВИНЦИИ КУАНГ БИНЬ (ЦЕНТРАЛЬНЫЙ ВЬЕТНАМ)

Хоанг Тхи Зеу Хьонг

Казанский (Приволжский) федеральный университет, Казань, Россия

*hoanghuong.udn@gmail.com*

Провинция Куанг Бинь расположена в Центральном Вьетнаме, является развивающимся регионом с большим потенциалом для экономического развития. Для провинции характерны муссонная циркуляция воздуха, сложные геолого-геоморфологические условия, пестрота почвенного покрова и богатство видов растительности. Природные условия и длительное воздействие человека определили разнообразие ландшафтов провинции. Цель исследования – анализ ландшафтных условий провинции Куанг Бинь для оценки природного потенциала региона. Задачи – это обзор публикаций по теоретическим основам и прикладным ландшафтным исследованиям, включая классификацию ландшафтов; сбор исходных данных для составления тематических карт; составление ландшафтной карты и карты видов природопользования; анализ ландшафтных условий и видов природопользования в провинции Куанг Бинь.

Изучены классификации ландшафтов Н.А.Солнцева, 1962; В.А.Николаева, 1978; А.Г. Исаченко, 1964; P.W. Michell và I.A. Howard, 1978 [1, 2, 3] и в особенности системы классификации ландшафтов кафедры ландшафтной экологии Института географии, Вьетнам (Vu Tu Lap (1976)) [5, 6, 7, 8]. В работе были использованы сведения из официальных баз цифровых данных: БД ГИС «Окружающая среда и Вьетнам»; Цифровая модель рельефа DEM (Digital Elevation Models); БД «Управления природных ресурсов и охраны окружающей среды провинции Куанг Бинь». Статистические данные о населении и размещения отраслей хозяйства провинции взяты в Комитете по статистике провинции Куанг Бинь [4]. Основные ландшафтные единицы и виды природопользования были также изучены на 24 точках наблюдения в летний период 2014-2016 гг., проведен анализ космических снимков компании DigitalGlobe с разрешением не менее 15 м, размещенных в официальной доступной программной среде Google Planet. В результате составлена карта ландшафтов провинции масштаба 1:500 000 в программе ArcGIS. Учитывая, что ряд показателей и картографические слои имели исходный более крупный масштаб, потому проведена генерализация изображения. Полученные границы уточнены по данным полевых наблюдений и при дешифрировании аэрокосмических снимков.

Территориальная дифференциация и образование ландшафтных единиц провинции происходило под влиянием многих факторов – природных и антропо-

погенных [9, 10].

Географическое положение в тропическом географическом поясе определяет влияние таких природных факторов на формирование ландшафта, как тропическая муссонная атмосферная циркуляция, режим солнечного излучения, температура воздуха.

Геолого-геоморфологические условия провинции Куанг Бинь считаются одним из самых важных факторов. Климатические условия и увлажнение территории являются доминирующими фактором в процессе формирования почвенного покрова и растительности.

В дополнение к природным факторам, антропогенная деятельность также оказывает сильное воздействие на природные компоненты, изменяют естественные ландшафты. Основные виды использования территорий: сельскохозяйственное использование территорий, вырубка лесов и заготовка древесины, строительные работы, добыча полезных ископаемых, селитебные земли. В результате деятельности человека возникают проблемы загрязнения ландшафтов хозяйственно-бытовыми и промышленными отходами, пестицидами, удобрениями и ядохимикатами.

Разработана ландшафтная классификация провинции Куанг-Бинь для масштаба 1:500 000. Выделены следующие ландшафтные единицы: 1 система ландшафта; 2 подсистемы ландшафта; 3 класса ландшафта; 6 подклассов ландшафта; 2 ландшафтных типа; 7 подтипов ландшафта; 61 вид ландшафтов. Вид ландшафтов является самой низкой классификационной ступенью для данного масштаба исследования, на рисунке они обозначены цифрами (рисунок).

Ландшафтная карта отражает природные характеристики, отношения и взаимодействия между естественными компонентами. Карта может являться основой для предложений, ориентированных на планирование и рациональное природопользование территории.

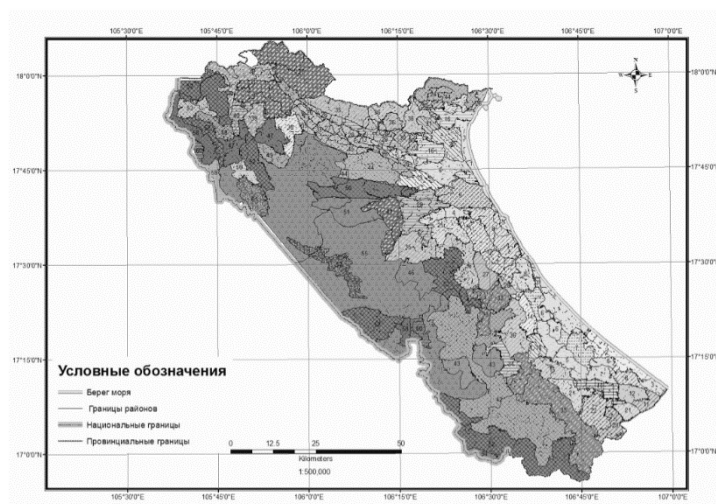


Рисунок. Карта ландшафтных провинций Куанг Бинь

Таким образом, сочетание естественные условия территорий, лежит в основе деления ландшафтов в провинции Куанг-Бинь.

В провинции Куанг-Бинь распространен тип ландшафтов тропических вечнозеленых переменнно-влажных муссонных лесов. К подтипам можно отнести ландшафты тропических вечнозеленых переменнно-влажных муссонных лиственных лесов равнин и ландшафты тропических вечнозеленых переменнно-влажных муссонных хвойно-лиственных лесов нагорий и гор; сочетание видов почв и современных растительных ассоциаций позволяет выделить на территории провинции Куанг-Бинь 61 ландшафтных видов. Эти виды отражают современные ландшафты, которые образовались в результате взаимодействия человека и природы.

#### Литература

1. Справочник по военной топографии [Текст]: курсантов военно-учебных заведений /А.М. Говорухин, А.М. Куприн, А.Н.Коваленко, М.В. Гамезо. – Издание второе, переработанное. - КМосква: Изд-во министерство обороны СССР, 1980. - С. 24 - 26.
2. Ивашутина Л.И., Николаев В.А. Картографо-математический подход к физико-географическому районированию на ландшафтной основе [Текст] / Л.И. Ивашутина, В.А. Николаев; "Вестн. Моск. ун-та", сер. геогр., 1975, № 2. С. 62 – 68
3. Ивашутина Л.И., Николаев В.А. Карты ландшафтной структуры физико-географических регионов [Текст] / Л.И. Ивашутина, В.А. Николаев;. В сб.: Синтез в картографии. Изд-во Моск. ун-та, 1976. С 70 – 79
4. Report status quo Socio-economic development Quang Binh period 2011 – 2015 [Текст]: A dossier for the Department Natural Resources and Environment of province Quang Binh is dated 1/2016. // Department Natural Resources and Environment of province Quang Binh, 2016. – С.25 – 86 .
5. Pham Hoang Hai and nnk. Basis landscape study of the rational use of natural resources, protection environmental of Vietnam, Издательство Образование, Ханой. 1997
6. Pham Hoang Hai. Landscape ecological landscape coastal Vietnam for rational use of re-

sources, environmental protection [Текст]/ Pham Hoang Hai. // Journal of Earth Sciences. – 2006. – № 28 (1). – С. 34 – 42.

7. Pham Hoang Hai . Assess general natural conditions and natural resources territory humid tropics monsoon in the Vietnam for the purpose of production development and environmental protection // Archives of the Institute of Geography, National Center for Natural Science and Technology, Hanoi: тезисы докл. конф.— Ханой, 2006. — С.125-132.

8. Nguyen Duc Chinh, Vu Tu Lap. Natural Geography of Vietnam [Текст] / Nguyen Duc Chinh, Vu Tu Lap. – Ha Noi: Изд. Education publisher, 1962. – С 15–165.

9. Nguyen Ngoc Khanh, Pham Hoang Hai, Nguyen Cao Huan. Research mapping landscape Vietnam scale 1: 1.000000 [Текст]/ Nguyen Ngoc Khanh, Pham Hoang Hai, Nguyen Cao Huan. // Journal of Science in Vietnam. – 1996. – № 13. – С 45-59.

10. Nguyen Cao Huan . Landscape assessment from the point of view of ecological approach [Текст] / Nguyen Cao Huan. Изд. Education publisher, 2005. – С. 15–165.

## **ВЛИЯНИЕ ПОЛОЖЕНИЯ ГРАНИЦЫ ВЫКЛИНИВАНИЯ ПОДПОРА НА ДЕФОРМАЦИИ КОТЛОВИНЫ КАМСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА<sup>11</sup>**

Шайдулина А.А., Китаев А.Б., Двинских С.А.

Пермский государственный национальный исследовательский университет,

Пермь, Россия

*hydrology@psu.ru*

Среди всего разнообразия аквальных геосистем наиболее неизученными с гидрологического позиций являются участки водохранилищ, находящиеся в районе переменного подпора. Основные исследования посвящены центральным и приплотинным районам. Этот район характеризуется сложным, практически не изученным гидрологическим режимом, что объясняется периодической сменной гидродинамических условий. Формы проявления русловых деформаций в этом районе отличаются рядом особенностей, связанных с внутригодовым характером регулирования уровня режима. В зависимости от колебания уровня происходит постоянное перемещение границы выклинивания подпора, что сказывается на гидравлическом режиме потока и режиме наносов. Антропогенное использование, совместно со сложным гидрологическим режимом, формирует своеобразное экологическое состояние водоема и неоднозначно влияет на переформирование его котловины. Проводимые нами исследования направлены на изучение процессов осадконакопления и размыва ложа Камского водохранилища в районе переменного подпора. Объясняется это тем, что полученные данные необходимы для обоснования проведения дноуглубительных работ в целях улучшения условий судоходства, что чрезвычайно важно в условиях экономического развития.

---

<sup>11</sup> Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ (№ 16-45-590546 p\_a)

Нами предложены принципы выделения и показаны ключевые отличия морфометрических показателей верхнего участка. В отдельные периоды года условия здесь приближаются к речным, существовавшим до создания плотины, а в другие – к полностью водохранилищным. Смена условий зависит от уровня режима (наполнения и сработки водохранилища). Отмечено влияние характера регулирования уровня режима водохранилищ на образование узлов скопления и расхода наносов на отдельных участках акватории. На основании особенностей уровня режима и показателей морфометрии проведено деление района переменного подпора Камского водохранилища на участки. Проведенные исследования позволили выделить в верхней части 3 характерных участка, находящихся внутри района переменного подпора: пгт Керчевский – пгт Тюлькино (с преобладанием речных условий); пгт Тюлькино – г. Березники (река и водохранилища имеют здесь «равные права»); г. Березники – п. Усть-Пожва (практически в течение всего года наблюдаются водохранилищные условия).

Формы русловых деформаций в районе переменного подпора связаны с внутригодовым характером регулирования уровня режима, благодаря которому происходит перемещение границы выклинивания подпора. Это сказывается на гидравлическом режиме потока и режиме наносов. Русловой режим здесь приобретает однонаправленный характер регрессивной аккумуляции. Однако он может нарушаться и становится непредсказуемым.

Оценка переформирования русла показала, что процессы перемещения наносов и трансформации котловины здесь зависят главным образом от скоростного режима.

Дальнейшее исследование района переменного подпора и особенности происходящих в нем гидро- и геодинамических процессов проведено согласно выделенным участкам.

Участок от пгт Керчевский до пгт Тюлькино составляет порядка 15 км. В отдельные (многоводные годы) подпор заходит в устья Верхней Камы и Вишеры. Участок характеризуется повышенной островностью, что создает разветвленность русла. Максимальные скорости наблюдаются в весенний период и достигают 2 м/с, а минимальные – в периоды летне-осенней стабилизации и зимней сработки, составляя в среднем 0,10-0,30 м/с.

Наибольший интерес для исследования с точки зрения гидродинамики представляет участок от пгт Тюлькино до г. Березники. Его протяженность около 70 км. Граница выклинивания перемещается по этому участку, разграни-

чивая речные и водохранилищные условия. В среднем, Березники выходят из подпора на 1-3,5 месяца. Это участок со смешанными условиями.

Анализ поверхностных и придонных скоростей течения в различные месяцы навигации показал, что наибольшие скорости течения отмечаются в период весеннего половодья и наполнения водохранилища, когда почти для всего участка характерен режим близкий к естественному. Их значения в среднем составляют 0,73 и 0,63 м/с на поверхности и у дна соответственно.

В период летнее-осенней стабилизации уровней режим скоростей более сложен. Он определяется, с одной стороны, условиями работы Камского гидроузла и отметкой уровня воды в створе ГЭС и, с другой – условиями стока р. Камы. Скорости в этот период достаточно стабильны. Максимальное их значение достигает 0,49 м/с. Средние значения поверхностных скоростей в этот период колеблются от 0,32 до 0,49 м/с, а придонных от 0,23 до 0,48 м/с.

Участок от г. Березники до п. Усть-Пожва имеет протяженность около 50 км. Практически в течение всего года здесь наблюдаются водохранилищные условия (уровень держится на отметках 106,0 – 108,5 м абс.). Это так называемый четкообразный участок водоема. Здесь отмечаются резкие чередования сужений и расширений акватории (от 1 до 8 км).

Наивысшие значения скоростей течения приурочены к фазе наполнения водохранилища (0,54 м/с на поверхности и 0,42 м/с у дна). В период летнее-осенней стабилизации средние значения поверхностных скоростей составляет 0,20-0,44 м/с, а придонных 0,10-0,30 м/с. Скорости здесь уменьшаются по сравнению с вышележащими участками за счет выравнивания уклона, происходящего вследствие большего влияния подпора.

Таким образом, район переменного подпора на отдельных участках характеризуется разным уровнем режимом, определяющим их прочие гидрологические условия и особенности. При этом важную роль в положении и устойчивости выделенных границ определяет водность года. Анализ водного баланса свидетельствует тренде к увеличению приходной части, однако до 2010 г. был маловодный период, и наблюдалась достаточно ранняя сработка водохранилища.

Помимо естественных факторов, переформирование котловины Камского водохранилища в районе переменного подпора обусловлено и антропогенным воздействием, таким как расчистка судового хода на отдельных участках. Однако бюджетного финансирования на проведение таких работ в последние годы не всегда достаточно.

Таким образом, сочетание двух факторов: сокращение бюджетного финансирования на содержание водных путей и ранней сработки водохранилища приводит к усилению неуправляемых деформаций русла. В данной ситуации значительно возрастает необходимость улучшения мониторинга русловых процессов, обеспечения надежного прогнозирования их развития для принятия своевременных мер по нейтрализации возможных негативных последствий. Этому способствует разработка модели переноса и осаждения взвешенных и влекомых наносов в районе переменного подпора Камского водохранилища.

**ПРЕДВАРИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА СОВРЕМЕННОГО ТРЕНДА  
НАКОПЛЕНИЯ НАНОСОВ В ДНИЩАХ ДОЛИН ПЕРВОГО ПОРЯДКА В  
РАЗНЫХ ЛАНДШАФТНЫХ ЗОНАХ РУССКОЙ РАВНИНЫ С  
ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ <sup>137</sup>CS В КАЧЕСТВЕ ХРОНОМАРКЕРА**

Шарифуллин А.Г., Гусаров А.В., Гафуров А.М., Эссуман-Куэйну Б.  
Казанский (Приволжский) федеральный университет, Казань, Россия  
*AGSharifullin@kpfu.ru, avgusarov@mail.ru*

Анализ разновременных мощностей аккумулярованных наносов, накопившихся в днищах малых отрицательных, в настоящее время относительно стабильных линейных форм рельефа (нераспахиваемые части ложбин и собственно малых долин), позволяет оценить общую интенсивность и временную изменчивость эрозионных процессов, происходящих в пределах их водосборов, поскольку темпы аккумуляции почвенного материала, вынесенного с эрозионно-активных площадей водосборов, находятся в тесной связи с динамикой смыва и размыва почв на них. Малые долины первых порядков являются своеобразным буфером, перехватывающим и задерживающим существенную часть наносов (а также загрязняющих веществ, переносимых с ними), смываемых с распахиваемых склонов, препятствуя их поступлению в речную сеть. Для датировки отложенных наносов и анализа их динамики в период с 1954(1963) по 2016 гг. использованы радиоактивный изотоп цезия-137 в качестве хрономаркера, результаты детального анализа рельефа водосбора, гранулометрического состава почв и наносов, гидрологических и метеорологических наблюдений, космические снимки. В качестве объекта исследования были выбраны три малые водосбора (площадью менее 1.5 км<sup>2</sup>), расположенные в южной части таёжной зоны (балка “Курегово”, бассейн р. Иж, Удмуртская Республика), в зоне широколиственных лесов (балка “Темева речка”, бассейн р. Мёша, Республика Татарстан) и лесостепной зоне (балка “Ведуга”, бассейн р. Ведуга, Воронежская область) Европейской территории России.

Средние по всем изученным балкам темпы накопления наносов за период глобальных выпадений (1963(1954)–1986 гг.) в среднем составляли 0.88–2.71 см/год, за период, прошедший после аварии на Чернобыльской АЭС (1986–2015 (2016)), – 0.15–1.07 см/год. Наибольшее снижение скорости аккумуляции наносов наблюдалось в подзоне южной тайги, наименьшее – в лесостепной зоне центра Русской равнины. Основной причиной столь значительного снижения темпов почвенной эрозии и аккумуляции ее продуктов в днищах балок в последние десятилетия стало уменьшение поверхностного стока на склонах водосбора в период снеготаяния. В подзоне южной тайги существенную роль играли также изменения в землепользовании (смена севооборотов).

**Ключевые слова:** малый водосбор, балка, эрозия, наносы, аккумуляция, цезий-137 ( $^{137}\text{Cs}$ ), лесная зона, лесостепная зона, Русская равнина.

## **ПРИМЕНЕНИЕ ГИС-ТЕХНОЛОГИЙ ПРИ РАСЧЕТАХ ПОТЕНЦИАЛЬНОГО СМЫВА ПОЧВ ВОДОСБОРА р. МАРХА (РЕСПУБЛИКА САХА)**

Шынбергенов Е.А.

Казанский (Приволжский) федеральный университет, Казань, Россия *shynbergenov.erlan@mail.ru*

Густая гидрографическая сеть расчленяет территорию России. Территориальное развитие Сибири и Дальнего Востока связано с бассейнами крупных рек азиатской части России (Обь, Енисей, Лена, Амур и др.). Водосборы малых рек арктического водосбора слабо изучены, но в то же время увеличивается нагрузка антропогенного характера на бассейновые геосистемы в связи с хозяйственным освоением региона [1]. Малые реки арктического бассейна азиатской части России отличаются отсутствием единой электронной карты [2, 3, 4].

В рамках проекта РГО «Создание картографо-геоинформационной системы "Реки и речные бассейны Арктического водосбора азиатской части России» сотрудниками КФУ построена геоинформационная база данных с целью определения потенциального смыва почв в бассейнах малых рек арктического водосбора азиатской части России на основе ГИС-анализа. Для достижения цели нами были поставлены следующие задачи:

1. Выбор математической модели для расчета потенциального смыва почв;
2. Определение тестового участка для расчетов;
3. Построить геоинформационную базу данных тестового участка;
4. Провести расчеты потенциального смыва почв тестового участка.



Создание базы данных эрозионного потенциала почв бассейнов рек Сибири с использованием ГИС-анализа производилось сотрудниками МГУ им. М.В. Ломоносова [5]. В качестве модельного водосбора была выбрана р. Лена. Основой при определении почвенных ресурсов выступала карта м. 1: 5 000 000, по которой в бассейне р. Лены выделено 11 типов почв [6]. Оценка эрозионного потенциала проводилась по методике RUSLE.

Считаем обоснованным провести оценку потенциального смыва почв бассейна р. Лена, исходя из следующих критериев:

1. Использование почвенной карты РФ, масштаба 1: 2 500 000, и Единого государственного реестра почвенных ресурсов России (ЕГРПР РФ), разработанных Почвенным институтом им. В.В. Докучаева [7, 8].

2. Считаем обоснованными использование математической модели смыва почвы, рекомендованной НИЛ Эрозии почв и русловых процессов МГУ им. М.В. Ломоносова, ввиду того что, они переработаны и адаптированы с учетом местных условий.

### **Материал и методы**

Тестовый участок - бассейн реки Марха (Якутия), протекающая в условиях низменного рельефа, площадь водосбора 89600 км<sup>2</sup>, впадает в Виллюй - левый приток Лены.

Математическая модель смыва почв рекомендованная НИЛ Эрозии почв и русловых процессов предусматривает создание базы данных, которая состоит из трех блоков:

1. Морфометрический анализ рельефа.
2. Морфолого-генетические свойства почв.
3. Климатические показатели.

В качестве исходных данных при морфометрическом анализе рельефа выступает глобальная модель рельефа ЦМР и векторизованная топокарта гидросети масштаба 1:1 000 000. Морфометрический анализ рельефа подразумевает построение точечных файлов на основе длины линий тока, уклона, экспозиции.

Пойменные участки водотоков, в которых не наблюдается склоновый смыв, были исключены из расчетов, в ГИС-среде SAS Planet, методом идентификации по методике, используемой сотрудниками Казанского университета.

Морфолого-генетические свойства почв подразделяются по 13 параметрам определяемые по форме №2, которые приведены в методических указаниях [9], такие как содержание гумуса; гранулометрический состав; класс водопроницаемости и т.д. На основе данных параметров каждому подтипу почвы при-

сваивается индивидуальный индекс почвы. Основным источником данных по почвам тестового участка выступают почвенная карта РСФСР (м. 1:2 500 000) и база данных ЕГРПР, по которой на тестовом участке встречаются 25 (из них 2 непочвенные образования) подтипов почв [7, 8]. Верификация параметров почв производилась на основе сопоставления с данными приведенными в публикациях [1, 3, 10, 11, 12].

Климатические показатели представляют собой запасы воды в снеге, эрозионный потенциал осадков, индекс природной зоны. Исходные данные были получены с тематических карт растрового формата предоставленных сотрудниками НИЛ Эрозии почв и русловых процессов МГУ им. М.В. Ломоносова.

### Результаты и обсуждение

Анализ расчетов максимально возможного суммарного смыва с пара тестового участка имеет средний показатель 8,69 т/га/год, что соответствует умеренной эрозионной опасности (табл. 1.). Средний результат расчета ливневого смыва с пара - 6,81 т/га/год, в то время как, потенциальные потери почвы от талого смыва 1,88 т/га/год (таблица).

Таблица

Потенциальный смыв почв тестового участка р. Марха (т/га/год).

№	Колонка	Количество точек	Смыв почв			Дисперсия
			Min.	Max.	Среднее	
1	Суммарный смыв с пара	3 373 336	0	1314.7	<b>8.69</b>	17,59
2	Ливневый смыв с пара	3 373 336	0	274.6	<b>6.81</b>	11,08
3	Талый смыв с пара	3 373 336	0	1101.17	<b>1.88</b>	7,82

### Выводы

Впервые выполнен расчет потенциального смыва почв бассейна реки Марха, основанный на использовании картографо-геоинформационной системы. В дальнейшем планируется проведение расчетов потенциальной эрозии почв, на бассейны Арктического водосбора азиатской части России. В качестве модельного речного бассейна планируется выбрать водосбор р. Лены.

### Литература

1. Голубев И.А. Проблема определения интенсивности водной эрозии почв в Сибири // Вестник КрасГАУ. 2009. №1. - С. 80-83.
2. Веденева Е.А., Ермолаев О.П., Мальцев К.А., Мухарамова С.С., Харченко С.В. Карта бассейновых геосистем европейской части России //Теория и методы современной

геоморфологии; мат-лы XXXV Пленума Геоморф. комиссии РАН, - Симферополь, 2016, Т.1, - С.336-338.)

3. Горьков В.П. Влияние основной обработки на водопроницаемость мерзлых почв // Почвоведение. №3, 1983. - С. 123-127.

4. Ермолаев О.П., Усманов Б.М., Чижикова Н.А. Оценка антропогенного воздействия на бассейновые геосистемы в регионе интенсивной нефтедобычи // Учен. зап. Казан. ун-та. Сер. Естеств. науки. – 2014. – Т. 156, кн. 4. – С. 70–90.

5. Проведение на примере одного из бассейнов адаптации технологии создания эрозионных моделей. Оценка эрозионного потенциала речных бассейнов и расчет выноса материала в речную сеть (на основе ГИС-алгоритмов решения универсального уравнения эрозии RUSLE и его модификации для расчета доставки наносов USPED). Чалов С.Р., Цыпленков А.С., Романенко А.О. Москва, 2016. - 56 с.

6. F. Nachtergaele, H. van Velthuisen, L. Verelst et. al. Harmonized World soil database. Version 1.1. March 2009. - 38 p.

7. Единый государственный реестр почвенных ресурсов России. Версия 1.0. Коллективная монография. – М.: Почвенный ин-т им. В.В. Докучаева Россельхоз-академии, 2014. – 768 с.

8. Почвенная карта РСФСР (оцифр. оригинал одноименной Почв. карты) / Под ред. В.М. Фридланда. Масштаб 1:2500000. М.: ГУГК, 1988.

9. Методические указания по составлению крупномасштабных карт эрозионноопасных земель для обоснования почвозащитных мер при внутрихозяйственном землеустройстве. М. Фонды РосЗемпроект. 1996. - 47 с.

10. Дробышев А.П. Водопроницаемость почвы в паровых полях различных видов полевых севооборотов на юге Западной Сибири // Вест. Алтайского гос. агр. ун-та. №2 (88), 2011. - С. 37-41.

11. Карпачевский Л.О. Пестрота почвенного покрова в лесном биогеоценозе. М. 1977. - 312 с.

12. Угаров И.С. Почвенно-гидрологические константы и водопроницаемость мерзлотных лугово-черноземных почв среднего течения рек Лены и Амги // Успехи совр. естест. №1, 2015. - С. 26-28.

## Секция 2

**Изменение климата, макроциркуляционные процессы и экология атмосферы. Посвящается 205–летию метеорологических наблюдений в Казанском университете и 95–летию образования кафедры геофизики (кафедра метеорологии, климатологии и экологии атмосферы)**

---

### **ТЕРМОХАЛИННАЯ ЦИРКУЛЯЦИЯ В ПРОШЛОМ, НАСТОЯЩЕМ И БУДУЩЕМ**

Аверьянова Е.А.

ФГБНУ «Институт природно-технических систем», Севастополь, Россия  
eisal@mail.ru

Океан оказывает существенное влияние на климат за счет способности аккумулировать тепло и переносить его в меридиональном направлении. Вследствие большей по сравнению с атмосферой и окружающими его материками теплоемкости океан медленно нагревается и медленно охлаждается, это способствует уменьшению амплитуды внутригодовых колебаний гидрометеорологических параметров [1]. Океан «обеспечивает более половины общего меридионального переноса тепла в системе океан – атмосфера в низких широтах, уменьшая таким образом межширотные климатические контрасты и континентальность климата» [2]. Важнейшим из механизмов, контролирующих меридиональный перенос тепла, является меридиональная термохалинная циркуляция (ТХЦ). Подробное описание ячейки ТХЦ в Атлантическом океане приведено в [3]. Изменение ее интенсивности оказывает существенное влияние на климат Европейского региона. В результате модельных экспериментов показано, что в среднем по Северному полушарию температурный отклик на блокировку ТХЦ, возникающую за счет резких изменений потока пресных вод в северной части Северной Атлантики, приводящих к быстрому уменьшению солёности в поверхностных водах этого региона, составляет  $\sim 2^{\circ}\text{C}$ , а региональные изменения еще более значительны. Так, например, в отдельных регионах Западной Европы в результате коллапса меридиональной циркуляционной ячейки возможно похолодание на  $3\text{--}5^{\circ}\text{C}$  в первое десятилетие после катастрофы [4].

В работах, посвященных климату прошлого, приводятся надежные свидетельства реализации в последние 120000 лет отличных от современного режимов ТХЦ: холодного режима и режим Хайнриха, например, [5,6,7]. При холодном режиме (рис. 1) регион формирования Североатлантической глубинной водной массы (САГВ) смещался, по сравнению с современным, и располагался

южнее Исландии в области субполярной Северной Атлантики. При этом САГВ не проникала так глубоко, как при современном режиме (2,5-4 км): она опускалась на глубину не более 2 км. Как следствие формировалась мелкая циркуляционная ячейка. При режиме, возникающем вследствие событий Хайнриха [8] (режиме Хайнриха), в результате попадания в океан обломочного айсбергового материала и последующего резкого опреснения в Северной Атлантике блокировалось формирование САГВ. Абиссальные части Атлантического океана заполнялись донными водами Антарктического происхождения [6]. Переход между различными циркуляционными режимами в литературе называют термohалинной катастрофой (ТХК) [9].

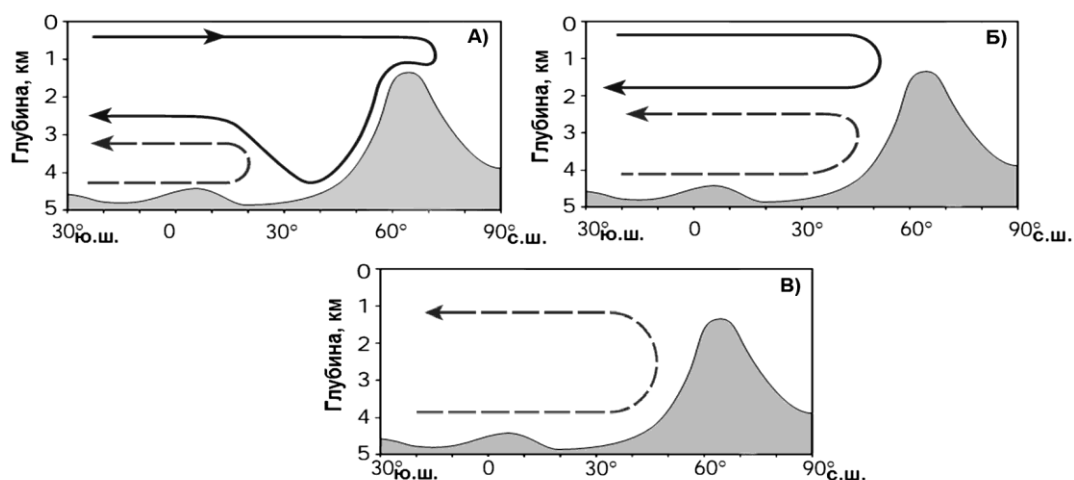


Рис. 1. Схематическое изображение трех основных режимов циркуляции в Северной Атлантике. А) – современный режим, Б) – холодный режим В) – режим Хайнриха. Пунктирной линией показано распространение Антарктической придонной воды, сплошной – САГВ. По [6]

В современном климате глобальное потепление, следствием которого является увеличение скорости таяния льдов и опреснение поверхности океана в высоких широтах, может привести к ослаблению ТХЦ или даже смене циркуляционного режима. Вопрос о возможности ТХК исследуется в рамках моделей различной степени сложности. В отчете IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) [10] демонстрируется, что в сериях экспериментов с ансамблем глобальных климатических моделей CMIP5 только 2 модели показывают смену циркуляционного режима в ближайшие 200 лет. Однако, в [11] указывается на реалистичную возможность изменения циркуляционного режима при современном климате. В [12] показано, что ослабление ТХЦ на четверть может привести к смене циркуляционного режима.

В серии работ [3,9,13] в рамках исследования 4х-блочной модели ТХЦ Северной Атлантики сделан вывод о том, что в современной климатической си-

туации развитие ТХК маловероятно. Таким образом, однозначного ответа на вопрос о возможности ТХК в ближайшем будущем нет, но внушает оптимизм тот факт, что большая часть работ, посвященная этому вопросу, свидетельствует о небольшой вероятности этого события.

Работа частично выполнена в рамках гранта РФФИ № 15-05-02019.

#### Литература

1. *Lanno C.C.* Океан и колебания климата / С.С. Лаппо, А.В. Соков, В.П. Терещенков, С.А. Добролюбов // *Российская наука: выстоять и возвратиться*, Межд. Научн. Фонд РФФИ. М.: Наука, 1997. – С. 245–251.
2. *Полонский А.Б.* Роль океана в изменениях климата. / К.: Наукова думка, 2008. – 184 с.
3. *Базюра Е.А.* Термохалинная циркуляция в Атлантическом океане в различные климатические эпохи и ее моделирование / Е.А. Базюра, А.Б. Полонский, В.Ф. Санников // *Информатизация географических исследований и пространственное моделирование природных и социально-экономических систем*. – М.: Товарищество научных изданий КМК, 2013. – 256–270 с.
4. *Wood R.A.* Global warming and thermohaline circulation stability / R.A. Wood, M. Vellinga, R. Thorpe // *Philosophical Transactions of the Royal Society of London A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences*. – 2003. – Vol. 361. – № 1810. – P. 1961–1975.
5. *Аверьянова Е.А.* Резкие климатические изменения в прошлом и их связь с режимами меридиональной циркуляции в атлантическом океане / Е.А. Аверьянова, А.Б. Полонский // *Фундаментальная и прикладная климатология*. – 2017. – № 1. – С.20–53.
6. *Rahmstorf S.* Ocean circulation and climate during the past 120000 years // *Nature*. – 2002. – Vol. 419. – № 6903. – P. 207–214.
7. *Alley R.B.* Wally was right: predictive ability of the North Atlantic “conveyor belt” hypothesis for abrupt climate change // *Annual Review of Earth and Planetary Sciences*. – 2007. – Vol. 35. – P. 241–272.
8. *Heinrich H.* Origin and consequences of cyclic ice rafting in the northeast Atlantic Ocean during the past 130,000 years // *Quaternary research*. – 1988. – Vol. 29. – № 2. – P. 142–152.
9. *Аверьянова Е.А.* Моделирование особенностей современной термохалинной циркуляции Северной Атлантики с использованием боксовой модели / Е.А. Аверьянова, А.Б. Полонский, В.Ф. Санников // *Известия РАН. Физика атмосферы и океана*. 2017.Т. 53. № 3. С.406–414.
10. *Collins M.* Chapter 12: Long-term Climate Change: Projections, Commitments and Irreversibility. In: *Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (AR5)* [Stocker, T. F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S. K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex and P. M. Midgley (eds.)]. / M. Collins, R. Knutti, J.M. Arblaster et al. // Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA. – 2013. – pp.1029–1136.
11. *Liu W.* A diagnostic indicator of the stability of the Atlantic meridional overturning circulation in CCSM3 / W. Liu, Z. Liu // *Journal of Climate*. – 2013. – Vol. 26. – № 6. – P. 1926–1938.

12. *Tziperman E.* Proximity of the present-day thermohaline circulation to an instability threshold // *Journal of Physical Oceanography*. – 2000. – Vol. 30. – №. 1. – P. 90–104.14

13. *Полонский А.Б.* Об устойчивости термохалинной циркуляции Северной Атлантики / А.Б. Полонский, Е.А. Базюра, В.Ф. Санников // *Доповіді Національної академії наук України*. – 2014. – №10. – С. 99–105.

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ЭЛЬ-НИНЬО НА РЕЖИМ ОСАДКОВ В ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЧАСТИ РУССКОЙ РАВНИНЫ В ЯНВАРЕ**

Акимов Л.М.

Воронежский государственный университет, Воронеж, Россия

*akl63@bk.ru*

За последнее время было проведено множество исследований, посвященных изучению явления Эль-Ниньо и связанных с ним процессов в океане и атмосфере. Феномен века Эль-Ниньо влияет почти на все сферы жизни нашей планеты. Затрагивая экологическую, экономическую, социальную жизнь человека и природы. Драматические последствия Эль-Ниньо можно наблюдать в морской и водной флоре, в сельском хозяйстве и в социуме. Несмотря на то, что основные процессы происходят в тропической зоне, катастрофические последствия циклов распространяются на умеренные широты не только в бассейне Тихого океана, но и ведут к изменениям климата на всей планете [1,2]. В период действия циклов Эль-Ниньо согласованная система воздушной и океанической циркуляции нарушается [3].

Целью данной статьи является исследование влияния циклов Эль-Ниньо – Ла-Нинья на режим выпадения осадков в центральной части Русской равнины в январе за период наблюдений с 1948 по 2015 гг. Анализ выпадения осадков проводился в относительных величинах отклонения от климатической нормы определенной для каждого календарного месяца за исследуемый период. Данные индекса Эль-Ниньо (SOI) предложенные группой российских ученых из Обнинского института экспериментальной метеорологии под руководством В. Пудова как соотношение атмосферного давления в двух пунктах: на Таити и в австралийском Дарвине, представлены в работах Климатической исследовательской группой Climatic Research Unit (CRU) [4-7].

Циркуляционный режим, определяющий режим выпадения осадков на территории Русской равнины в январе, характеризуется западно-восточным переносом влажного воздуха с Атлантики в западные и центральные области рассматриваемой территории и блокирующим влиянием Сибирского антициклона на востоке, что определяет широтное выпадение осадков, уменьшающееся с северо-запада на юго-восток.

В январе при Эль-Ниньо на территории Русской равнины (рис. 1) просматривается ослабление западно-восточного переноса, за счет усиления Сибирского антициклона на востоке и смещением отдельных его отрогов на северо-запад в район Вологды.

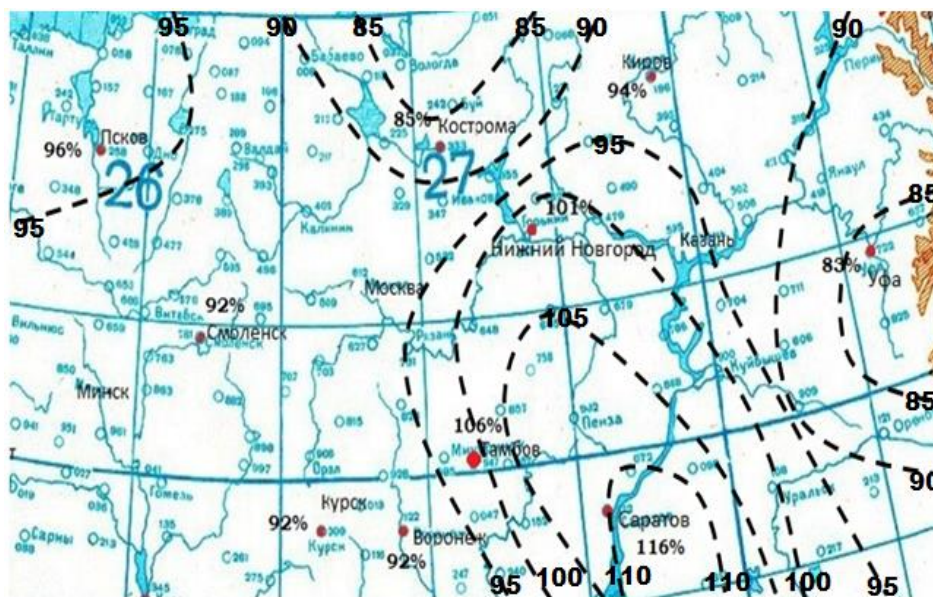


Рис. 1. Пространственное распределение выпадения осадков при Эль-Ниньо в январе на территории Русской равнины

Количество осадков практически на всей территории ниже климатической нормы, особенно в восточной части Русской равнины, в районе Уфы составляет 83% и на севере в Костроме – 85%. В западных и центральных районах Русской равнины подверженных влиянию Атлантики, количество осадков при Эль-Ниньо на 5-8% ниже нормы (Воронеж, Курск, Смоленск - 92%, Псков 96%).

Зона максимума осадков, обусловленная проникновением влаги с Каспия на западной периферии Сибирского максимума, располагается на юго-востоке территории и направлена с юга на север, по линии Саратов – Нижний Новгород, с количеством осадков превышающих климатическую норму (Саратов 116%, Тамбов 106%, Нижний Новгород 101%).

Циркуляционный режим при Ла-Нинья в январе характеризуется существенным усилением антициклональной циркуляции в северных и центральных районах Русской равнины и блокированием западно-восточного переноса практически на всей территории от Пскова до Уфы (рис. 2).

Такая синоптическая ситуация существенно уменьшает количество осадков практически на всей территории Русской равнины. В областях близких к центру повышенного давления количество осадков существенно ниже нормы и составляет Псков 84%, Кострома 86%, Киров 85%, Уфа 73%.



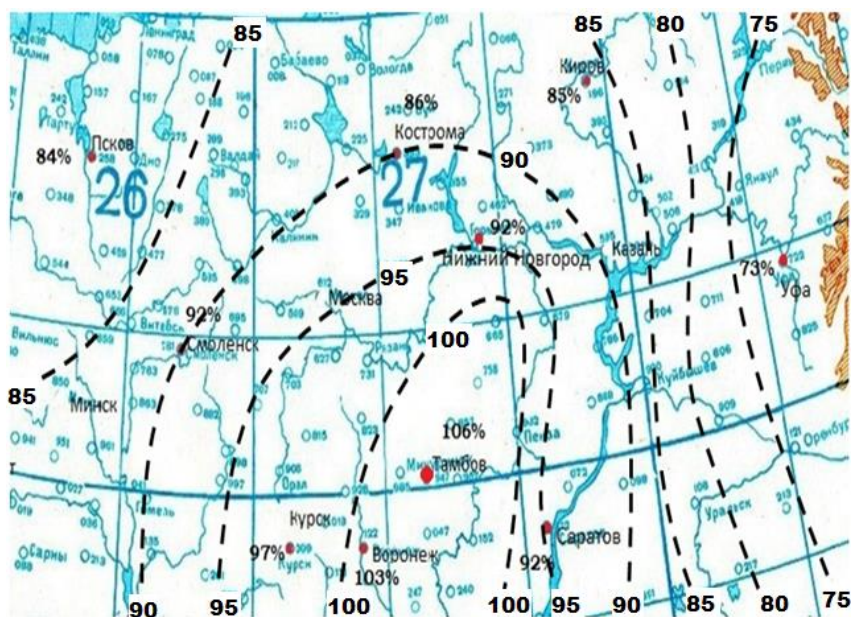


Рис. 2. Пространственное распределение выпадения осадков при Ла-Нинья в январе на территории Русской равнины

Зона максимума выпадения осадков при Ла-Нинья в отличие от Эль-Ниньо располагается западнее и обусловлена влиянием проникновения Черноморских циклонов вдоль узкой полосы промежуточной барической ложбины проходящей через станции Воронеж – Тамбов – Нижний Новгород. На оси ложбины количество осадков незначительно превышает норму и составляет в Воронеже 103%, в Тамбове 106%.

Проведенный анализ влияния явлений Эль-Ниньо - Ла-Нинья на режим выпадения осадков позволил выявить усиление антициклональной циркуляции в центральных и северных районах Русской равнины нарушающей западно-восточный перенос влаги с Атлантики, особенно проявляющийся при Ла-Нинья.

#### Литература

1. Железнова И.В. Отклик в системе океан-атмосфера на каноническое Эль-Ниньо и Эль-Ниньо Модокки: на правах рукописи: автореф. дис. канд. геогр. наук / И. В. Железнова. — Москва, 2015. — 26 с.
2. Степанов В.Н. Влияние процессов меридионального переноса в Южном океане на события Эль-Ниньо: дис. канд. физ-мат. наук. / В.Н. Степанов. — Москва, 2010. — 257 с.
3. Сидоренков Н.С. Межгодовые колебания системы Атмосфера-Океан-Земля / Н. С. Сидоренков // Природа. — М., 1999. — С. 26-34.
4. Allan R.J. A further extension of the Tahiti-Darwin SOI, early SOI results and Darwin pressure / R.J. Allan, N. Nicholls, P.D. Jones, I.J. Butterwortg // J. Climate. — 1991. — № 4 — pp.743-749.

5. Können G.P. Pre-1866 extensions of the Southern Oscillation Index using early Indonesian and Tahitian meteorological readings / G.P. Können, P.D. Jones, M.H. Kalkofen, R.J. Allan // J. Climate. — 1998. — № 11. — pp. 2325-2339.

6. Ropelewski C.F. An extension of the Tahiti-Darwin Southern Oscillation Index / C.F. Ropelewski, P.D. Jones // Monthly Weather Review. — 1987. — № 115. — pp. 2161-2165.

7. URL: <https://crudata.uea.ac.uk/cru/data/soi/soi.dat>

## АРКТИЧЕСКОЕ ИЗМЕРЕНИЕ ГЛОБАЛЬНОГО ПОТЕПЛЕНИЯ

Алексеев Г.В.<sup>1</sup>, Кузмина С.И.<sup>2</sup>, Глок Н.И.<sup>1</sup>, Уразгильдеева А.В.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Арктический и антарктический научно-исследовательский институт, Санкт-Петербург, Россия

<sup>2</sup> Научный центр им. Нансена «Нансен-Центр», Санкт-Петербург, Россия  
*alexgv@aari.ru*

Выполнено исследование современного потепления в Арктике в зимний период, основанное на предположении об основном вкладе атмосферных переносов тепла и влаги в формирование изменчивости температурного режима высокоширотной Арктики. Используются данные реанализа ERA/Interim (Dee et al., 2011) за 1979-2014 гг. Расчеты атмосферных переносов тепла и влаги через 70° с.ш. в область 70–90° с.ш. показали, что основной приток явного и скрытого тепла в зимний период поступает через атлантическую часть 70-ой параллели от 0 до 80° в.д. в слое от поверхности до 750 гПа с максимумом на 1000 гПа. Колебания атмосферного притока тепла через эти «атлантические ворота» объясняют более 50% изменений средней по области 70–90° с.ш. приповерхностной температуры воздуха.

В пространственном распределении влияния переноса на зимнюю приповерхностную температуру выделяется область от Норвежского до Восточно-Сибирского моря с максимумами над Баренцевым и Карским морями, простирающимися вплоть до Северного полюса. Расчеты переносов явного и скрытого тепла по данным моделирования на двух глобальных моделях климата из ансамбля расчетов CMIP5, показали близкие к расчетам по данным из ERA/Interim оценки связи между переносами и температурой воздуха.

Полученные оценки зимнего меридионального атмосферного переноса тепла (МАПТ) в Арктику показали сильную межгодовую изменчивость, включающую положительный тренд и заметные 5-7-летние колебания. Причины этой изменчивости предположительно связаны с влиянием аномалий температуры воды на поверхности океана (ТПО) в низких широтах Атлантического, Индийского и Тихого океанов. Для подтверждения расчеты переносов тепла в

Арктику через «атлантические ворота» на 70° с.ш. в зимний период (декабрь-февраль) 1980-2015 гг. сопоставлены с данными о ТПО из массива HadISST.

С помощью многомерного взаимнокорреляционного анализа в каждом из океанов определены область и месяц наибольших корреляций между ТПО и зимним МАПТ и соответствующее запаздывание МАПТ. Для выделенных областей построены ряды средних ТПО за каждый месяц 1982-2015 гг. и выполнены оценки их корреляционной связи с МАПТ. Коэффициенты корреляции составили от 0,57 до 0,42, а после удаления шума скользящим осреднением по 3 года увеличились до 0,79 при запаздывании МАПТ от 27 до 30 месяцев. При этом в рядах ТПО помимо положительного тренда также выделяются 5-7-летние колебания.

Механизм передачи влияния аномалий ТПО в низких широтах океана на зимние МАПТ в Арктику, включает взаимодействие атмосферных (циркуляции Хедли, Ферреля, Северо-Атлантическое колебание (САК)) и океанических (Гольфстрим, Северо-Атлантическое, Норвежское течения) циркуляционных структур. В подтверждение предложенной схемы получены оценки связей между аномалиями ТПО, индекса САК, показателя притока атлантической воды в Баренцево море.

Доклад подготовлен на основе результатов проекта РФФИ 15-05-03512.

## **ВЛИЯНИЕ КЛИМАТИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЙ НА СОСТОЯНИЕ ФИТОПЛАНКТОНА ЧУДСКО-ПСКОВСКОГО ОЗЕРА**

Андреева И.В., Шаров А.Н.

ФГБУ «Северо-Западное управление по гидрометеорологии и мониторингу  
окружающей среды», Санкт-Петербург, Россия

*ir-andr@yandex.ru*

Государственный гидробиологический мониторинг российской части Чудско-Псковского озера начал осуществляться с середины 90-х годов прошлого столетия. В данной работе основное внимание уделено результатам, полученным на 15 станциях в 2004 - 2014 гг. в летний период.

В период исследований в фитопланктоне обнаружено более 200 видов водорослей. По числу видов преобладали зеленые (40%), диатомовые водоросли (27%) и синезеленые (20%). Биомасса фитопланктона имела широкую амплитуду летних значений: для Псковского озера 4,7 – 41,3 мг/л, для Чудского 2,9 – 15,3 мг/л. Максимальная биомасса синезеленых водорослей в Псковском озере достигала 8 мг/л (2006 г.), в Чудском - 6 мг/л (2008 г.). Наблюдаются циклические колебание биомассы продолжительностью около 8 лет. Синезеленые водо-

росли составляли от 4 до 60% от общей биомассы водорослей в Псковском озере с максимумом в 2005 г., а в Чудском – от 4 до 46% с максимумом в 2008 г. Содержание хлорофилла «а» (Chl *a*) в Чудском озере изменялось от 5,12 до 26,91 мкг/л и было меньше, чем в Псковском озере, где значения варьировали от 14,16 до 84,54 мкг/л, в среднем 34,8 мкг/л.

Для оценки влияния климатической изменчивости был использован метод непараметрической корреляции Спирмена. Рассчитаны коэффициенты связи между характеристиками фитопланктона и региональными факторами (температурой, уровнем воды, прозрачностью, P и N в воде), а также глобальными показателями климатической изменчивости (индексы североатлантического колебания NAO).

Выявлены близкие корреляционные связи между Chl *a*, биомассой фитопланктона ( $R = 0,63$   $p = 0,001$ ) и прозрачностью воды ( $R = -0,83$   $p = 0,000$ ). Биомасса диатомовых водорослей в августе имеет отрицательную связь с температурой воды ( $R = -0,80$   $p = 0,001$ ) и глубиной станций мониторинга ( $R = -0,76$   $p = 0,002$ ). Среднегодовое содержание N связано с уровнем воды в озере. Очевидно, что в маловодные годы с водосбора поступает меньше биогенных веществ в озеро, чем в многоводные годы. Однако для P достоверная связь с уровнем воды не обнаружена. Существуют тесные положительные связи ( $R = 0,64 - 0,83$   $p < 0,002$ ) между концентрацией P в воде в августе и летним индексом NAO, а отрицательные с NAO в марте ( $R = -0,82$   $p = 0,001$ ). При положительном индексе NAO увеличиваются осадки, которые повышают сток в озеро с водосбора. Ясная погода в марте (отрицательный индекс NAO) приводит к интенсивному таянию снега и выносу биогенов. Уровень воды в Чудском озере связан ( $R = 0,54$   $p = 0,003$ ) со среднемесячным индексом NAO в августе.

Климатические изменения влияют на фитопланктон Чудско-Псковского озера преимущественно опосредовано через изменение концентрации биогенных веществ и температуры воды.

## ПРОФИЛЕМЕРНЫЕ ИЗМЕРЕНИЯ СТРУКТУРНЫХ ПАРАМЕТРОВ ПОГРАНИЧНОГО СЛОЯ АТМОСФЕРЫ КАЗАНИ

Аухадеев Т.Р., Переведенцев Ю.П.

Казанский (Приволжский) федеральный университет, Казань, Россия

*tauhadееv@kpfu.ru*

В работе исследован термического режим нижней части пограничного слоя атмосферы Казани. В качестве исходных данных использовался массив измерений микроволнового температурного профилемера МТР-5НЕ за 2015г. Прибор установлен на высоте 18м на метеорологической вышке (крыша одного из зданий Казанского федерального университета) в центральной части Казани в условиях плотной городской застройки. Направление сканирующего луча ориентировано в западном направлении на местность с малоэтажной застройкой. Измерения температуры воздуха проводились в слое 0-1000м с шагом по высоте в 50м и с временной дискретизацией в 5 минут.

В пограничном слое атмосферы происходит обмен теплом и влагой, между подстилающей поверхностью и атмосферой. При этом одной из важнейших структурных характеристик пограничного слоя является высотное распределение температуры, характеризующее степень устойчивости состояния атмосферы.

Нижний слой атмосферы отличается от других частей атмосферы значительной внутрисуточной изменчивостью всех метеорологических характеристик. Наблюдения за его состоянием с помощью стандартных средств измерений - радиозондирования - не соответствуют временным и пространственным масштабам этой изменчивости из-за редких запусков.

Использование измерений температурного профилемера позволяет воспроизводить термическую структуру нижнего 1000-метрового слоя атмосферы и получать ее временную динамику.

Расчет среднегодовой температуры воздуха для 2015г. показал ее монотонное понижение с высотой от значения 6,3°C у земли, до 1,6°C на высоте 1000м.

Средний годовой градиент температуры ( $\nabla = -dT/dz$ ) всего слоя составил 0,47°C/100м, он испытывает изменения с высотой и принимает максимальное значение 0,64°C/100м у земной поверхности, минимальное отмечается на высоте 600-700м и составляет 0,34°C/100м. Для анализа сезонных особенностей стратификации приземного слоя атмосферы были рассмотрены среднемесячные профили температуры воздуха. Выявлено, что наибольшая вертикальная неоднородность температуры воздуха наблюдается в летний период (в августе раз-

мах температур составляет  $7,93^{\circ}\text{C}$ , наименьший – зимой (в феврале размах составляет  $1,33^{\circ}\text{C}$ )

Среднемесячные градиенты температуры претерпевают изменения внутри года (рис.1). Отрицательный знак вертикального градиента температуры свидетельствует об инверсии в слое. Согласно рис.1, в среднемесячном рассмотрении в холодный период (декабрь-март) отмечается инверсионный слой на высотах 150-900м. В теплый период 2015 года область относительно небольших градиентов температуры наблюдалась в слое 450-500м и составила в июле  $\bar{Y} \approx 0,5^{\circ}\text{C}/100\text{м}$ , в сентябре в слое 0-200м  $\bar{Y}$  составила  $0,1-0,3^{\circ}\text{C}/100\text{м}$ . Максимальные значения среднемесячных вертикальных градиентов температуры отмечались в сентябре в слое 200-300м и составили  $1,05^{\circ}\text{C}/100\text{м}$ .

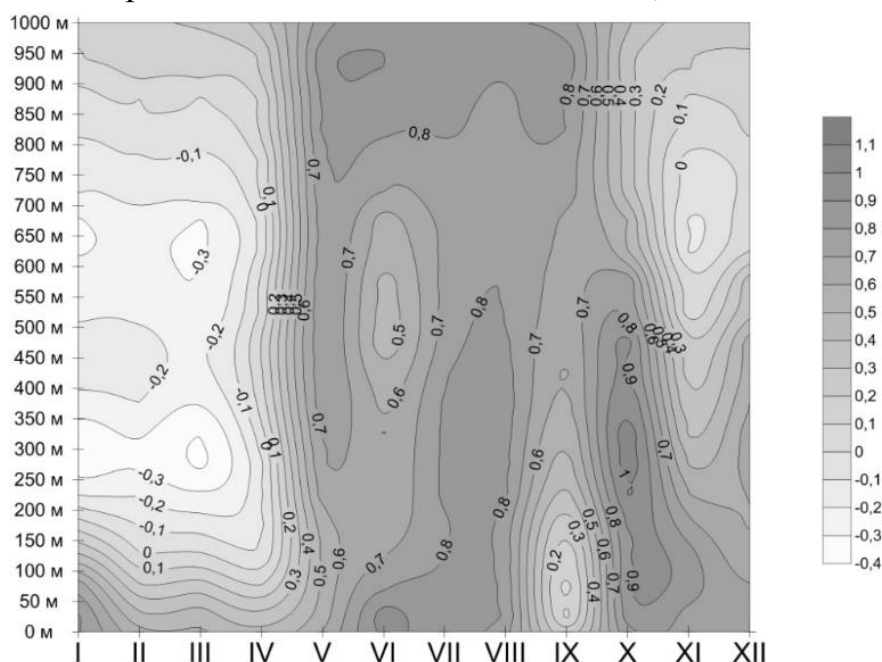


Рис.1. Среднемесячные градиенты температуры воздуха, 2015г.

Важной характеристикой температурных инверсий является и мощность инверсионного слоя. Детальный анализ вертикальных профилей температуры за исследуемый период с временным разрешением 5 минут, позволил оценить временное распределение указанной характеристики. Согласно данным рис.2, наиболее «глубокие» инверсии наблюдаются в холодный период.

Анализ внутрисуточного распределения моментов образования и разрушения инверсий в холодный и теплый периоды показал, что в холодное время года (ноябрь-март) инверсии формируются чаще (77 %), на теплый период приходится 23% случаев наблюдений инверсий.

В суточном ходе, инверсии чаще всего возникают в период с 18 до 23 ч местного времени, и разрушаются после 9 ч утра (79 %). В теплый период время образования инверсий смещается на более позднее: подавляющее их большин-

ство (87 %) формируется в период с 21 до 03 ч, а разрушается раньше — с 6ч до 12 ч (84 %).

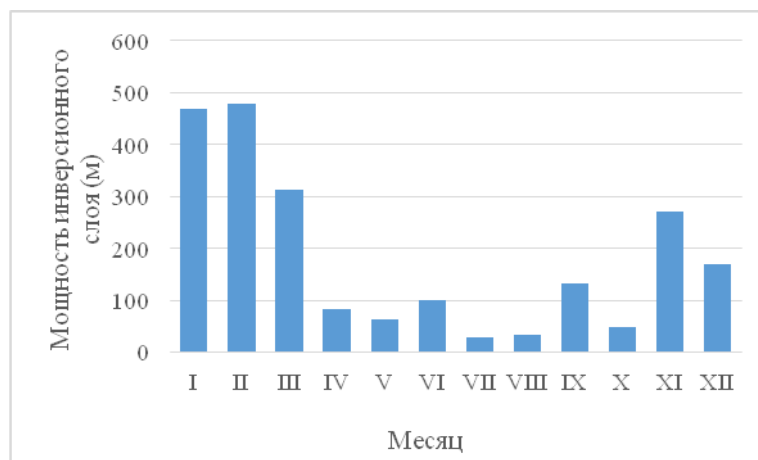


Рис. 2 Средняя мощность инверсионного слоя (м) в дни с инверсией температуры

Как известно, инверсионный слой препятствует вертикальному перемешиванию воздуха, задерживая, таким образом, рассеивание примеси в атмосфере, что способствует возникновению явления застоя воздуха, что обуславливает высокий уровень загрязнения воздушного бассейна. Полученные в исследовании результаты могут быть использованы при моделировании процессов распространения загрязняющих веществ в условиях крупного города.

Работа выполнена при частичной финансовой поддержке РФФИ (грант №15-05-06349, 17-45-160693).

## **ВЛИЯНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ НА РАК МОЛОЧНОЙ ЖЕЛЕЗЫ В ПАВЛОДАРСКОЙ ОБЛАСТИ**

Булекбаева Л.Т., Жумадина Ш.М., Нуркенова М.К.

Павлодарский государственный педагогический институт, Павлодар, Казахстан

Павлодарский государственный университет им. С. М. Торайгырова, Павлодар, Казахстан

Государственный университет им. Шакарима, Семей, Казахстан

*narbota12@mail.ru*

Современная патология человека тесно связана с проблемами загрязнения окружающей среды. Под химическим прессингом оказались все компоненты биосферы: воздух, вода, почва и фауна, включая человека. Окружающая нас пространство и внутренняя среда человека тесно взаимосвязаны.

Об этиологии онкологических заболеваний нет единого мнения, но в настоящее время в связи с ухудшением экологической ситуации, все чаще и чаще рассматривается вопрос о влиянии экологии на возникновение онкологии.

Установлено, что в районах с неблагоприятной экологической обстановкой (промышленных городах, мегаполисах и т.п.) количество онкологических заболеваний выше, чем в районах с благоприятной экологией. По данным всемирной организации здравоохранения, здоровье на 50 % зависит от образа жизни и на 25% - от состояния окружающей среды, но при рассмотрении онкологических заболеваний фактор состояния окружающей среды увеличивается на 60-80% [1]. Здоровье человека определяется не только наследственностью и образом жизни, но и качеством окружающей среды. На сегодняшний день ухудшение здоровья населения с точки зрения экологии является, прежде всего, следствием загрязнения атмосферного воздуха. Основными источниками загрязнения атмосферы в городах являются автомобильный транспорт и промышленные зоны [2].

Известно, что рак молочной железы является самым распространенным заболеванием в мире среди женщин - на него приходится 16% всех случаев. Ежегодно в мире у 1,38 млн человек выявляют рак молочной железы, что приводит к 458 тыс. летальных исходов. Казахстан занимает лидирующие позиции по заболеваемости раком молочной железы среди центрально-азиатских республик. Лидирующие позиции в заболеваемости и смертности от злокачественных новообразований на протяжении нескольких лет занимают Павлодарская, Восточно-Казахстанская, Северо-Казахстанская области Казахстана [3].

Павлодарская область – крупнейший промышленный регион Республики Казахстан. На территории области располагаются нефтеперерабатывающий, химический, электролизный, металлургический, алюминиевый, картонно-рубероидный заводы. Продукция завода в основном направлена на экспорт, но своей деятельностью они наносят огромный вред экологии и здоровью населения. В связи с чем, ежедневно в атмосферу поступает огромное количество вредных веществ: окись углерода, окись азота, хлор, и другие токсические вещества [4, 5].

Для проведения анализа была использована база данных Павлодарского областного онкологического диспансера. Основным материалом послужила форма 090-У – извещение о впервые зарегистрированных больных с диагнозом злокачественных образований, а также амбулаторные карты онкологических больных. За период с 2011 по 2015 г. было изучено 1356 карт а также изучены данные о численности населения по возрасту и национальности

Для определения состояния атмосферного воздуха ДГП казгидромет проводятся ежесуточные отбор проб. В 2014-2015 годах на стационарных постах ручного отбора проб по состоянию загрязнения атмосферного воздуха



определялись следующие показатели: взвешенные вещества (пыль), диоксид серы, растворимые сульфаты, оксид углерода, диоксид азота, оксид азота, сероводород, фенол, фтористый водород, хлора, хлористый водород, углеводороды, аммиак, серная кислота, формальдегид, н/о соединения мышьяка, кадмий, свинец, хром, медь, бензол. Также используются автоматические посты наблюдений за загрязнением атмосферного воздуха. В зависимости от наличия приборов и оборудования в различных регионах определяются разные примеси [6,7].

Состояние загрязнения воздуха оценивалось по результатам анализа и обработки проб воздуха, отобранных на стационарных постах наблюдений.

Для оценки уровня загрязнения атмосферного воздуха за месяц используются следующие показатели качества воздуха (таблица 1):

– стандартный индекс (СИ) – наибольшая измеренная в городе максимальная разовая концентрация любого загрязняющего вещества, деленная на ПДК.

– наибольшая повторяемость; (НП), %, превышения ПДК – наибольшая повторяемость превышения ПДК любым загрязняющим веществом в воздухе города.

– индекс загрязнения атмосферы (ИЗА) – показатель загрязнения атмосферы. Для его расчета используются средние значения концентраций различных загрязняющих веществ, деленные на ПДК и приведенные к вредности диоксида серы.

Если ИЗА, СИ и НП попадают в разные градации, то степень загрязнения атмосферы оценивается по ИЗА

*Таблица 1*

Оценка степени индекса загрязнения атмосферы

Город/показатель	ИЗА	СИ	НП
2014			
Павлодар	6,2	9,7	64,5%
Екибастуз	3,9	10,0	12,2%
Аксу	0,8	4	5,4%
2015			
Павлодар	4,3	6,8	71,9%
Екибастуз	5,1	10,0	42,7%
Аксу	0,6	1,3	1,6%

В ходе проведенного исследования, были выявлено, что показатель заболеваемости рака молочной железы в 2015 году достигает самой высокой отмет-

ки за последние пять лет. На 2015 г. в Павлодарской области рак молочной железы диагностирован у 294 женщин, что показывает увеличение на 19% по сравнению с 2011 г. Средняя заболеваемость на 100000 населения (%) по городу Павлодару - 53,4%, что значительно выше, чем по районам области – 38,8%. Высокий уровень заболеваемости также в Актогайском, Железинском и Качирском районах - 40,6%. Низкий уровень заболеваемости в Лебяжинском – 7,5%, Щербактинском -14,8 % и Баянаульском районе 21,8 %.

Анализ заболеваемости раком молочной железы показал, что максимальные значения уровня заболеваемости раком молочной железы регистрируются в г. Павлодаре, Актогайском и Железинском районах. Вероятно, высокий уровень заболеваемости связан с высоким загрязнением воздуха в исследуемом районе.. По данным ДГП Казгидромет, в атмосферном воздухе г. Павлодара в 2014 году наблюдалось превышение ПДК более чем в 5 раз по диоксиду серы, и концентрации, равные или превышающие ПДК, по диоксиду серы, оксиду углерода, оксиду и диоксиду азота, озону, фенолу и хлористому водороду. Наибольшее число случаев превышения ПДК отмечено для диоксида азота – 3455 раз, для озона – 716, для диоксида серы – 646 раз. Наименьшее число превышений из перечисленных веществ выявлено для фенола и хлористого водорода (в 4 раза). Таким образом, в 2014 году уровень загрязнения атмосферного воздуха г. Павлодара оценивался повышенным [6].

В 2015 г в городе Павлодаре воздух города более всего загрязнен сероводородом (превышения 5 ПДК в 90 случаях за год). В целом по городу среднемесячные концентрации взвешенных веществ превысили ПДК<sub>сс</sub> в 1,4 раза, ПДК<sub>сс</sub> озона – в 1,2 раза, других загрязняющих веществ – ПДК не превышали, хотя концентрации фенола в воздухе практически достигли ПДК<sub>сс</sub> и равнялись ПДК<sub>мр</sub>. ПДК<sub>мр</sub> превышены для взвешенных веществ (2,6 раз), взвешенных частиц РМ-2,5 (5,4) и взвешенных частиц РМ-10 (3,3 раза). Также – для сероводорода (6,8 раз), для оксида углерода (4,4), для оксида азота – 1,8, диоксида азота – 1,4. Для хлористого водорода – 2 раза, для аммиака – 6,8 раз [7].

Таким образом, выявлено 73 случая превышения 1ПДК по взвешенным веществам; 64 случая - по взвешенным частицам РМ-2,5, 71 раз - по взвешенным частицам РМ-10, по оксиду углерода- 7196 случай, один - по хлористому водороду, по аммиаку – 12 случаев превышения допустимого уровня. Превышения более 5 ПДК наблюдались: для сероводорода – 90 случаев, для взвешенных частиц РМ-2,5 и аммиака - по одному случаю.

Эти районы являются зоной риска по воздействию на здоровье населения в результате выбросов в воздушный бассейн соединений металлов (медь, алю-

миний, цинк, свинец и др), а также высокого содержания полициклических ароматических углеводородов и других токсических соединений. Высокая автотранспортная нагрузка на также обуславливает возможность интоксикации населения оксидами азота, соединениями свинца, бензапиреном.

Население, проживающее в данных районах, подвергается воздействию неблагоприятных особенностей внешней среды, которые вызывают нарушения в состоянии здоровья. Следовательно, существует взаимозависимость между качеством воздуха и уровнем онкологической заболеваемости населения промышленного города Павлодара, занимающее одно из лидирующих положений в Казахстане по числу онкологических больных.

#### Литература

1. *Власов А.А.* Экологический фактор определяющий // Региональная экологическая газета – 2006. – № 8. – 5 с.

2. *Безуглая Э.Ю.* Воздушный бассейн и здоровье населения городов / Э.Ю. Безуглая, И.В. Смирнова // Журнал «Право и безопасность». – 2007. – № 1. – 22–23 с.

3. Программа развития онкологической помощи в Республике Казахстан на 2012-2016 годы (утверждена постановлением Правительства Республики Казахстан от 29 марта 2012 года № 366).

4. Департамент статистики Павлодарской области. Пресс-выпуск № 16-03-03/9, 20 января 2014. – 519 с.

5. *Утебаева А.Б.* Развитие промышленности Павлодарской области и его влияние на окружающую среду // Вестник Науки Казахского агротехнического университета имени С. Сейфуллина. – 2012. – № 2 (73).

6. Информационный бюллетень о состоянии окружающей среды Республики Казахстан за 2014 г. Министерство энергетики РК. РГП «Казгидромет». Департамент экологического мониторинга.

7. Информационный бюллетень о состоянии окружающей среды Республики Казахстан за 2015 г. Министерство энергетики РК. РГП «Казгидромет». Департамент экологического мониторинга.

# ПРИМЕНЕНИЕ МОДЕЛИ WRF ДЛЯ ПРОГНОЗА ОПАСНЫХ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ ЯВЛЕНИЙ ЛЕТНЕГО ПЕРИОДА В ПЕРМСКОМ КРАЕ

Быков А. В., Калинин Н.А., Шихов А.Н.

Пермский государственный национальный исследовательский университет,

Пермь, Россия

*meteo@psu.ru*

На территории Пермского края ежегодно фиксируются различные опасные метеорологические явления, которые иногда приводят к материальному ущербу. Зачастую такие явления связаны с развитием атмосферной конвекции (сильные ливни, крупный град, шквалы, смерчи). Из явлений, не связанных с развитием атмосферной конвекции, наибольший интерес вызывают сильные снегопады, так как особенности рельефа Пермского края создают благоприятные условия для их возникновения. Задачу прогноза опасных метеорологических явлений на территории Пермского края можно решить с помощью численных моделей атмосферы, наиболее распространенной из которых является мезомасштабная прогностическая модель WRF.

Модель WRF (Weather Research and Forecast Model) создана в США [1]. Разработка производится NCEP (National Centers for Environmental Prediction), NCAR (National Center for Atmospheric Research), FSL (Forecast Systems Laboratory) и др. WRF является свободным программным обеспечением и доступна в исходных кодах. Еще одним преимуществом модели является наличие большого количества встроенных в нее процедур параметризаций подсеточных процессов, что обеспечивает возможность гибкой настройки. Кроме того, модель может запускаться в параллельном режиме на многоядерных процессорах и вычислительных кластерах с использованием библиотек OpenMP. Модель WRF поставляется с динамическими ядрами ARW (разработано в NCAR) и NMM (разработано в NCEP). Динамические ядра различаются системами уравнений, описывающими состояние атмосферы и методами их численного решения, набором доступных параметризаций и т.д.

С 2012 года в ПГНИУ использовалась модель WRF-ARW [2]. Модель эксплуатировалась с низким горизонтальным разрешением (10 км) на многопроцессорном вычислительном комплексе «ПГУ-Тесла». С 2014 года начались работы по обновлению и настройке программного комплекса WRF, в связи с чем была проведена серия экспериментов, в которых в качестве исходных данных использовался реанализ NCEP-CFS горизонтальным разрешением 0.5°.

В первом эксперименте был произведен подбор оптимальной параметризации конвективных процессов [3]. Модель запускалась с низким пространственным разрешением (10 км) как с различными параметризациями конвективных процессов, так и без них (в режиме прямого моделирования конвекции на сетке с пространственным разрешением 10 и 4 км). Расчеты показали, что прямое моделирование конвекции предпочтительнее использования параметризаций даже при грубом шаге сетки (10 км). Однако, шага сетки 10 км недостаточно для воспроизведения ячейковой структуры скоплений кучево-дождевых облаков.

Следующий эксперимент был поставлен с целью оценки применимости модели WRF-ARW в режиме прямого моделирования конвекции на сетках с высоким пространственным разрешением (от 2 до 4 км) для случаев возникновения мезомасштабных конвективных систем (МКС) на территории Пермского края [3, 4]. Эксперимент показал, что в половине случаев прогноз МКС оказался неоправдавшимся. При этом, в большинстве случаев, когда прогноз не оправдался, МКС воспроизвелись со сдвигом в пространстве до 150 км или по времени до 2 часов. В остальных случаях ошибочных прогнозов МКС не воспроизвелись вообще. Ошибки в прогнозе положения МКС, как правило, связаны с влиянием начальных условий (например, со смещением фронтальной зоны относительно ее положения по данным глобальной модели). Случаи же, когда модель WRF вообще не воспроизводит глубокую конвекцию, наблюдаются при определенном типе синоптических ситуаций. Модель не прогнозирует возникновение МКС во внутримассовых ситуациях, когда отсутствует выраженная зона сходимости воздушных течений. Заметно повышается успешность прогноза в случаях с хорошо выраженными фронтальными зонами. В свою очередь, такие параметры, как температура и высота верхней границы облаков, средняя скорость ветра и скорость порывов ветра при шквалах, а также мгновенная интенсивность осадков (определяемая по значениям радиоэха) воспроизводятся моделью достаточно адекватно.

С начала 2016 года начались эксперименты по использованию WRF-ARW для оперативного прогноза метеорологических величин и опасных явлений на территории Пермского края. Модель запускалась с шагом сетки 9 км (позднее – 7.2 км). Вместо данных реанализа стали использоваться данные оперативного прогноза по модели NCEP-GFS с горизонтальным разрешением  $0.5^\circ$  с усвоением данных реанализа (за 12 часов, предшествующих прогнозу).

Прогноз опасных явлений холодного периода оказался достаточно надежным (значение критерия Пирси-Обухова 0.47). Однако прогноз сильных

снегопадов ливневого характера в тыловых частях циклонов характеризуется как недостаточно надежный. Из опасных явлений погоды теплого периода в 2016 г. наиболее успешным был прогноз сильных дождей, охватывающих большие территории, а наименее успешным – прогноз локальных ливней и шквалов. В некоторых случаях модель вообще не воспроизводит развитие глубокой конвекции.

В настоящее время программный комплекс WRF-ARW 3.8.1 установлен на вычислительный кластер с гибридной архитектурой «ПГНИУ-Кеплер». Кроме того, был установлен программный комплекс WRF-NMM; в настоящее время проводятся работы по его настройке. В частности, ведутся эксперименты по моделированию глубокой конвекции на сетке с высоким пространственным разрешением (чуть менее 3 км) и прогноз прочих опасных метеорологических явлений на сетке с пространственным разрешением чуть более 7 км. Предварительно, качество воспроизведения опасных явлений моделью WRF-NMM сопоставимо с моделью WRF-ARW, а в некоторых случаях даже превосходит ее.

Таким образом, прогноз опасных метеорологических явлений при помощи мезомасштабных моделей представляет большой интерес для дальнейших исследований.

Работа выполнена при поддержке РФФИ (проект № 16-45-590823).

#### Литература

1. *Вельтищев Н.Ф.* Краткосрочный прогноз сильных осадков и ветра с помощью разрешающих конвекцию моделей WRF / Н.Ф. Вельтищев, В.Д. Жупанов, Ю.Б. Павлюков // Метеорология и гидрология. – 2011. – № 1. – С. 5–18
2. *Калинин Н.А.* Изучение интенсивной конвекции в Пермском крае с помощью модели WRF / Н.А. Калинин, А.Л. Ветров, Е.М. Связов, Е.В. Попова // Метеорология и гидрология. – 2013. – № 9. – С. 21–30.
3. *Шихов А.Н.* Оценка качества прогноза мезомасштабных конвективных систем на Западном Урале с помощью модели WRF и спутниковых данных MODIS / А.Н. Шихов, А.В. Быков // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. – Москва, 2016. – Т. 13. – № 1. – С. 137–148.
4. *Шихов А.Н.* Изучение двух случаев сильных смерчей в Предуралье / А.Н. Шихов, А.В. Быков // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. – Москва, 2015. – Т. 12. – № 3. – С. 124–133.

## ДОЛГОСРОЧНЫЕ ПРОГНОЗЫ ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТИ ОТОПИТЕЛЬНОГО ПЕРИОДА

Важнова Н. А.

Казанский (Приволжский) федеральный университет, Казань, Россия,  
*Nadezhda.Vazhnova@kpfu.ru*

Осенние понижения средних суточных температур воздуха (ССТВ), когда они, достигнув порогового значения  $8^{\circ}\text{C}$ , далее устойчиво удерживаются ниже указанного значения, являются решающим аргументом для запуска в рабочее состояние тепловых сетей и начала отопительного периода (ОП).

Большой интерес к изучению метеорологических условий становления, последующего протекания и продолжительности ОП, а также к результатам статистического обобщения его показателей объясняется тем, что начало ОП, влечет за собою ряд весьма важных обстоятельств: резкое увеличение расхода топливных ресурсов и электроэнергии, ухудшение экологической ситуации в городах и крупных населенных пунктах [4] и др.

Финансовые затраты, связанные с обеспечением потребностей ОП растут вместе с ростом его продолжительности, которой свойственна значительная пространственная и межгодовая изменчивость. В подкрепление к сказанному приведем некоторые данные о средних многолетних значениях продолжительности ОП и ее абсолютных амплитудах на территории Приволжского федерального округа (ПФО). Указанные данные были получены в ходе обработки результатов соответствующих наблюдений за 45-летний (1966 – 2010 гг.) период времени. Оба указанных показателя продолжительности ОП минимальны в южной части округа, откуда они быстро увеличиваются в северо-восточном направлении. Так, например, на ст. Саратов средняя многолетняя продолжительность ОП составляет 184 дня, а ее абсолютная амплитуда – 53 дня. На крайнем северо-востоке Пермского края (ст. Бисер) эти же показатели намного больше и составляют (соответственно) 250 и 81 день.

Преодоление возникающих при этом неопределенностей возможно только лишь с использованием результатов прогнозирования всех известных показателей ОП, базирующихся на применении достаточно надежных методов. Таким образом, актуальность разработки новых и эффективных методов прогнозирования показателей ОП и, в особенности, ее продолжительности вполне очевидна.

Целью исследования являлась опытная проверка возможности прогнозирования продолжительности ОП с учетом даты устойчивого осеннего перехода ССТВ через  $8^{\circ}\text{C}$ .

Практическая значимость прогнозов, о которых здесь идет речь, не исчерпывается их прямым предназначением и в действительности существенно шире. Указанные прогнозы, в частности, дают прямой выход на прогнозы дат устойчивых весенних переходов ССТВ через 8°C и поэтому могут быть полезны для расширения информативной базы месячных и сезонных прогнозов погоды (для весеннего периода) [1, 2, 3, 4].

#### Литература

1. Батырева О.В. Прогноз аномалии средней месячной температуры воздуха с использованием полей H500 и H500/1000 / О.В. Батырева, Р.М. Вильфанд // Труды Гидрометцентра России, 1999. – Вып. 380. – С. 73–89.
2. Гневко Г.Т. Статистические характеристики периода с температурой воздуха ниже +8°C на территории ЕТС и Западной Сибири. –Обнинск, ВНИИГМИ-МЦД, 1980. – 100 с.
3. Пановский Г.А. Статистические методы в метеорологии / Г.А. Пановский, Г.В. Брайер. – Л., Гидрометеиздат, 1972. – 209 с.
4. Экология города Казани. – Казань, Изд-во «ФЭН» Академии наук РТ, 2005. – 576 с.

## **РЕГИОНАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ИЗМЕНЕНИЯ ПРИЗЕМНОЙ ТЕМПЕРАТУРЫ ЮГО-ЗАПАДНОГО ПРИБАЙКАЛЬЯ И ИХ СВЯЗЬ С КРУПНОМАСШТАБНЫМИ МЕХАНИЗМАМИ АТМОСФЕРНОЙ ЦИРКУЛЯЦИИ**

Василенко О.В.<sup>1</sup>, Воропай Н.Н.<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> Институт географии им. В.Б.Сочавы СО РАН, Иркутск, Россия

<sup>2</sup> Институт мониторинга климатических и экологических систем СО РАН,  
Томск, Россия  
*oksa\_na85@mail.ru*

Важнейшим параметром состояния климатической системы является температура у поверхности планеты. Известно, что изменение приповерхностной температуры воздуха в Северном полушарии в XX и начале XXI века было не однородным. Средняя годовая температура, осредненная по Северному полушарию, в период 1850-2014 гг. изменялась неравномерно. До 1945 г. наблюдался рост температуры, далее до 1970 г. она понижалась. С 1970 г. наблюдается фаза активного роста приповерхностной температуры воздуха, с максимумом в 2005 г. (0,719°C). Наиболее интенсивным считается потепление, начавшееся после 1976 г. [1, 2].

При анализе изменений приземной температуры воздуха юго-западного Прибайкалья, на фоне современных климатических изменений, использованы:



- многолетние ряды температуры воздуха на метеостанции Тунка, характеризующие температурный режим юго-западного Прибайкалья [3];

- аномалии средней годовой приповерхностной температуры воздуха, осредненные для Земного шара, северного полушария и зоны умеренных широт за 1888-2014 гг. [4];

- средние месячные и годовые значения индексов атмосферной циркуляции, повторяемость типов атмосферной циркуляции по классификациям Вангенгейма-Гирса и Дзердзиевского и данные реанализа ERA-Interim (давление в центре Сибирского антициклона).

Коэффициент корреляции между рядами температуры воздуха на метеостанции Тунка и температуры осредненной для зоны умеренных широт (44-64° с.ш.) составляет 0,72, для Северного полушария – 0,65, с глобальной температурой воздуха – 0,49. Коэффициенты корреляции являются статистически значимыми ( $p < 0,05$ ). С начала 1970-х годов для всех рассматриваемых рядов данных наблюдается выраженное увеличение темпов роста средней годовой температуры воздуха.

Для анализа особенностей регионального изменения климата на территории Российской Федерации выделены стандартные физико-географические регионы [2]. Территория юго-западного Прибайкалья является частью региона Прибайкалье и Забайкалье. В таблице 1 приведены значения трендов температуры воздуха за разные сезоны года, рассчитанные по данным метеорологической станции Тунка, а также для территории Российской Федерации и региона Прибайкалье и Забайкалье. Сравнение коэффициентов линейного тренда за два периода (1976-2006 и 1976-2012 гг.) показало, что годовые значения тренда на территории Российской Федерации не изменились. В регионе Прибайкалье и Забайкалье и на метеостанции Тунка скорость увеличения средней годовой температуры, с учетом последних лет, стала меньше.

На территории России во все сезоны, кроме зимы, величина тренда температуры воздуха увеличилась. В регионе Прибайкалье и Забайкалье значения тренда за зимний период снизились до  $0,06^{\circ}\text{C}/10$  лет. В остальные сезоны года изменение незначительно. Максимальная скорость потепления на территории Российской Федерации и в регионе наблюдается в весенний период. Значения линейного тренда составляют  $0,56^{\circ}\text{C}/10$  лет на территории России и  $0,53^{\circ}\text{C}/10$  лет в регионе Прибайкалье и Забайкалье.

## Значения коэффициента линейного тренда (°С/10 лет)

1976-2006 гг.					
	Зима	Весна	Лето	Осень	Год
Россия	0,35	<b>0,52</b>	<b>0,41</b>	<b>0,43</b>	<b>0,43</b>
Прибайкалье и Забайкалье	0,39	<b>0,66</b>	<b>0,58</b>	0,21	<b>0,46</b>
Тунка	<b>0,74</b>	<b>0,59</b>	0,29	<b>0,46</b>	<b>0,52</b>
1976-2012 гг.					
Россия	0,18	<b>0,56</b>	<b>0,44</b>	<b>0,54</b>	<b>0,43</b>
Прибайкалье и Забайкалье	0,06	<b>0,53</b>	<b>0,52</b>	0,26	<b>0,32</b>
Тунка	<b>0,50</b>	<b>0,41</b>	0,24	<b>0,46</b>	<b>0,43</b>

Примечание: жирным шрифтом выделены коэффициенты тренда ( $p < 0,05$ )

На территории юго-западного Прибайкалья значения линейного тренда, при дополнении ряда температуры воздуха на 6 лет, так же как и в регионе изменились в меньшую сторону. По данным метеостанции Тунка, максимальные значения многолетнего тренда отмечены в зимний период, а минимальные – в летний. В регионе Прибайкалье и Забайкалье, а также на территории Российской Федерации максимальные значения тренда приходятся на весенние месяцы.

Значительную роль в формировании климата юго-западного Прибайкалья играют циркуляционные процессы, особенно в зимний период года, когда поступающая на территорию солнечная радиация минимальна. Для оценки связи между изменением приземной температуры воздуха юго-западного Прибайкалья (по данным метеостанции Тунка) и крупномасштабными механизмами атмосферной циркуляции рассчитаны коэффициенты корреляции между рядами температуры и характеристиками атмосферной циркуляции.

Результаты анализа показали, что наиболее тесная связь температуры воздуха в котловинах юго-западного Прибайкалья устанавливается со Скандинавским индексом (SCAND) и повторяемостью западного типа атмосферной циркуляции Вангенгейма-Гирса (W) в зимний период (Таблица 2), а также с давлением в центре Сибирского антициклона в декабре (-0,41).

Коэффициенты корреляции между рядами температуры воздуха на метеостанции Тунка и характеристиками атмосферной циркуляции (1940-2014 гг.)

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
SCAND	<b>-0,35</b>	<b>-0,25</b>	<b>-0,60</b>	<b>-0,41</b>	-0,11	<b>-0,32</b>	-0,09	-0,19	<b>-0,35</b>	<b>-0,24</b>	<b>-0,57</b>	<b>-0,66</b>	<b>-0,49</b>
W	<b>0,37</b>	<b>0,24</b>	<b>0,40</b>	<b>0,25</b>	0,21	0,01	0,11	0,13	<b>0,30</b>	<b>0,27</b>	<b>0,30</b>	<b>0,41</b>	<b>0,41</b>

**Жирным шрифтом** выделены статистически значимые ( $p < 0,05$ ) коэффициенты

#### Литература

1. *Переведенцев Ю.П.* Изменение приземной температуры воздуха северного полушария за период 1850 – 2014 гг. / Ю.П. Переведенцев, К.М. Шанталинский // Ученые записки Казанского государственного университета. – 2015. – Т. 157. – С. 8-19.,
2. Второй оценочный доклад Росгидромета об изменениях климата и их последствиях на территории Российской Федерации: Раздел 1. – М.: Росгидромет, 2014. – С. 18-235.
3. *Василенко О.В.* Особенности формирования климата котловин юго-западного Прибайкалья / О.В. Василенко, Н.Н. Воропай // Известия РАН. Серия географическая. – 2015. - № 2. – С. 104 – 111.
4. Climatic Research Unit University of East Anglia (UK). – URL: <https://crudata.uea.ac.uk/cru/data/temperature/HadCRUT4-nh.dat>

## ЭКСТРЕМАЛЬНЫЕ ГИДРОКЛИМАТИЧЕСКИЕ СОБЫТИЯ В БАЙКАЛЬСКОМ РЕГИОНЕ В ПЕРИОД СОВРЕМЕННЫХ КЛИМАТИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЙ

Воропай Н.Н.<sup>1,2</sup>, Кичигина Н.В.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Институт географии им.В.Б.Сочавы СО РАН, Иркутск, Россия

<sup>2</sup> Институт мониторинга климатических и экологических систем СО РАН,

Томск, Россия

*voropay\_nn@mail.ru*

По данным инструментальных наблюдений на сети метеорологических станций за многолетний период, как в глобальном масштабе, так и на территории России период после 1976 года характеризуется наиболее интенсивным потеплением. Тренд годовых сумм осадков на большинстве станций положительный. Значения норм осадков (для территории России в среднем) от 1961-1990 гг. к 1981-2010 гг. изменились незначительно (менее чем на 1 мм/месяц).

Согласно ряду исследований, на рубеже столетий резко участились катастрофические наводнения и возросли размеры причиняемого ими ущерба. Величина и изменчивость характеристик речного стока обусловлены величиной и интенсивностью выпадения атмосферных осадков.

Байкальский регион – горная область на юге Восточной Сибири, прилегающая с запада и востока к озеру Байкал в Иркутской области и Республике Бурятия. Рассматривается относительно заселенная территория Прибайкалья в бассейнах р. Ангары, верхнего течения р. Лены и оз. Байкал, которая подвергается наибольшей опасности наводнений.

Исходные данные – месячные и суточные суммы осадков по данным метеорологических станций за инструментальный период наблюдения (в пределах периода 1888-2016 гг.), данные гидрологических постов за период инструментальных наблюдений (суточные, средние месячные расходы воды и максимальные расходы за периоды половодья и дождевых паводков).

За период 1966-2015 гг. в рядах месячных сумм осадков преобладают статистически не значимые тренды. Значимое увеличение сумм осадков за холодный период (как с ноября по март – 2-11 мм/10 лет, так и с октября по апрель – 4-18 мм/10лет) наблюдается на девяти из девятнадцати станциях. За отдельные месяцы холодного сезона максимальное их количество (6 станций) зафиксировано в октябре и декабре. Наибольшее количество станций (по 5 в каждом месяце), на которых происходит увеличение осадков в теплое время года отмечено в мае и июне. Причем, в первом случае это метеостанции, расположенные в бассейне р. Ангары, а во втором – в бассейне р. Лены. Тенденции в обоих случаях составляют 4-7 мм/10 лет. В годовых суммах осадков наблюдаются статистически значимые положительные тренды на двух станциях бассейна р. Ангары и пяти станциях бассейна р. Лены. Коэффициенты тренда при этом равны 19-24 мм/10 лет. Отдельного внимания заслуживает метеостанция Хамар-Дабан (бассейн оз. Байкал), наиболее высоко расположенная из всех рассматриваемых станций. Здесь годовая сумма осадков характеризуется отрицательным трендом (-24 мм/10 лет,  $R^2=2\%$ ), а максимальное уменьшение (-34 мм/10 лет,  $R^2=15\%$ ) наблюдается в июле.

Для описания экстремумов объединенная рабочая группа ВМО по обнаружению изменений климата предложила набор из 27 индексов экстремальности. Большинство индексов относятся к количеству дней, когда значения метеорологической величины выходят за пределы некоторого заданного порогового значения. Основными при анализе экстремальных осадков являются максимальная пентадная сумма, суточный индекс интенсивности осадков, число суток с осадками не менее порога, заданного исследователем, сумма сильных осадков, выше заданного перцентиля распределения. Экстремально большие осадки оказывают значительное влияние на режим рек. Большое количество осадков зимой и весной обуславливает высокий уровень весеннего половодья;

летом сильные ливни часто становятся причиной катастрофических наводнений. Согласно анализу индексов, в Байкальском регионе преобладает рост сильных осадков в течение всего года.

Оценка долговременных колебаний стока проведена с использованием интегральных разностных кривых, которые отражают долговременные периоды повышенной и пониженной водности. В центральной и южной частях бассейна оз. Байкал в настоящее время маловодный период, который начался в конце 90-х, на севере в это же время наблюдается многоводный период. В бассейне р. Ангары сейчас отмечается небольшое уменьшение стока на ряде рек. Маловодный период сменил многоводный, который был здесь в 2001-2006 гг. В бассейне Верхней Лены заканчивается многоводный период, продолжавшийся с 2002 по 2012 гг.

В бассейнах Ангары и Лены годовой сток изменяется разнонаправлено и в большинстве случаев эти изменения статистически не значимы. Положительные тенденции отмечены на большинстве станций в холодный период. В бассейне Верхней Лены тенденция уменьшения стока в мае, июне и июле. В тоже время в бассейне Витима наблюдается тенденция увеличения стока в мае – в месяце, когда здесь проходит максимум весеннего половодья и половодные наводнения. В бассейне оз. Байкал тенденции годового стока разнонаправлены и статистически значимы в ряде случаев.

Преобладает значимая тенденция уменьшения максимального стока весеннего половодья в бассейне р. Ангары. Тенденции изменения максимального паводочного стока в основном не значимы. Гидрографы стока в последние годы стали более сглаженными, что проявляется в большей степени для маловодных и средних по водности лет. Отмечается более сглаженная волна половодья, увеличение меженного стока летне-осеннего периода и зимних расходов. Несмотря на то, что годовые величины стока бассейна р. Ангары существенно не меняются, увеличение температуры воздуха, в основном, за счет зимних месяцев приводит к внутригодовому перераспределению стока. На некоторых реках в бассейне Верхней Лены в тоже время отмечена тенденция увеличения, как максимального стока половодья, так и дождевых паводков.

Наиболее часто на рассматриваемой территории наводнения возникают во время половодья и дождевых паводков, имеют место сели. Максимумы дождевых паводков преобладают в горных районах Восточного Саяна на правых притоках реки Ангары, на реках юга Байкала, берущих начало на Хамар-Дабане, и происходят преимущественно в июле, реже в августе.

Среди специалистов не вызывает сомнений факт увеличения ущербов от наводнений в последние годы. Чаще всего это связывают с двумя основными причинами – увеличением повторяемости катастрофических наводнений, вследствие глобальных климатических изменений и усилением хозяйственного развития паводкоопасных территорий и возрастанием стоимости располагаемых на них объектов. Мы попытались проверить, увеличивается ли повторяемость экстремальных осадков и вызванных ими экстремальных паводочных расходов воды, или же возросшие ущербы связаны с активным освоением в последнее время затапливаемых паводкоопасных территорий. Осредненная по бассейнам повторяемость наводнений не увеличилась в последние годы, однако наблюдается существенное изменение (как увеличение, так и уменьшение) повторяемости на отдельных гидрологических постах. Такое локальное колебание повторяемости свидетельствует скорее в пользу его антропогенного происхождения. Возросшие ущербы связаны с активным освоением в последнее время паводкоопасных территорий.

## **ОСОБЕННОСТИ НЕРАВНОМЕРНОСТИ ВЫПАДЕНИЯ ОСАДКОВ НА ЮГЕ РОССИИ**

Вышкваркова Е.В., Воскресенская Е.Н.

ФГБНУ «Институт природно-технических систем», Севастополь Россия,  
*aveiro\_7@mail.ru*

Анализ аномалий неравномерности выпадения ежедневных осадков является крайне важной задачей, поскольку она касается не только климатологии, но также социальной и экономической сфер жизни человека. Например, такие природные явления как наводнения, засухи, эрозия почв являются результатом нерегулярного выпадения осадков и могут приводить к большим экономическим потерям. Для региона южной России, характеризующегося географическим разнообразием (высокие горы, моря, различные климатические условия и др.), такие исследования особенно важны. Использование данных ежедневных наблюдений позволяет улучшить знания о временной неравномерности распределении осадков на более детальном разрешении по сравнению с месячными, сезонными и годовыми суммами осадков, которые характеризует только их распределении по исследуемой территории. Однако такие усредненные величины не дают информации о частоте, количестве дождливых дней, или о пропусках в рядах данных.

Для оценки вклада дней с интенсивными осадками в общее количество осадков в работе испанского климатолога Martin-Vide (2004) предложено ис-

пользовать индекс концентрации (concentration index – CI). Дело в том, что несколько событий с обильными осадками вносят существенный вклад в месячную, сезонную или годовую сумму осадков. Позже эта методика была применена для исследования неравномерности осадков в бассейне Средиземного моря (Benhamrouche and Martín-Vide, 2012; Coscarelli and Caloiero, 2012), для территории Европы (Cortesi et al., 2012), в Китае (Zhang et al., 2009; Li et al., 2011), в северной Африке (Benhamrouche et al., 2015), в Южной Америке (Sarricolea and Martín-Vide, 2014) и др.

Целью настоящей работы является анализ пространственного распределения индекса концентрации (неравномерности выпадения осадков) по территории юга России.

**Исследуемый регион.** Территория юга России включает в себя Южный и Северо-Кавказский федеральный округа. Большая часть территории юга России расположена в зоне умеренно-континентального климата. Среднегодовое количество осадков изменяется от 400 – 600 мм на северо-западе, до 200 – 400 мм на юго-востоке. Черноморское побережье Кавказа характеризуется субтропическим климатом. Климат данной области не только теплый, но и влажный. В среднем выпадает около 800 мм осадков в год, с достаточно равномерным распределением в течение года. Количество осадков возрастает в южном направлении. К югу от Туапсе годовое количество осадков составляет 1200 мм. В высокогорных районах количество осадков возрастает до 2000 – 2400 мм в год. Территория Крымского полуострова характеризуется разнообразием климатических условий – степной на севере полуострова (количество осадков около 350 мм в год), горный климат и климат Южного берега Крыма (субсредиземноморский – с суммой осадков около 650 мм).

**Данные.** В работе использованы осадки суточного разрешения с 42 метеорологических станций, расположенных на территории юга России за период 1970 – 2010 гг. Данные взяты с сайта Climate Explorer (<https://climexp.knmi.nl>). Неравномерность осадков изучалась с применением индекса концентрации, предложенного Martin-Vide (2004).

**Результаты.** Было проанализировано пространственное распределение индекса концентрации суточных осадков по территории юга России. На исследуемой территории можно выделить несколько зон. Северная часть региона характеризуется величинами CI 0.58 – 0.59. Согласно предыдущим исследованиям считается, что индекс  $CI > 0.61$  свидетельствует о высокой неравномерности;  $0.55 < CI < 0.61$  – умеренная,  $CI < 0.55$  – слабая. Климат данного района

умеренно-континентальный, с холодной и малоснежной зимой и долгим и жарким летом. Это объясняет достаточно высокие значения индекса.

Регион с высокими значениями индекса концентрации находится на побережье Каспийского моря и на территории Прикаспийской низменности. Высокие значения индекса (до 0,632) можно объяснить географическим положением данной области и особенностями циркуляции атмосферы над этим регионом в разные сезоны. Регион находится на границе средних и субтропических широт, недалеко от Средиземного моря. Во все сезоны различные воздушные массы вторгаются на территорию Северного Кавказа: сухой холодный воздух из Арктики, насыщенные влагой воздушные массы с Атлантики, влажный тропический воздух со Средиземного моря и также, однако редко, тропический, но сухой воздух с пустынных нагорий Передней Азии и Ближнего Востока.

Зимой на равнинные части региона зачастую простирается отрог Сибирского антициклона, обуславливающего в Предкавказье сухой, сильно охлажденный воздух, из которого почти не выпадает осадков. Все Западное Предкавказье находится под влиянием Черноморской депрессии: отсюда приходят циклоны, приносящие резкое потепление и много осадков. Летом также устанавливается антициклон с характерными для него чертами погоды: жаркие дни, слабый ветер, практически отсутствие осадков. Лишь время от времени вторгаются циклоны с Атлантики, идущие через центральную и южную части Европы, включая Белоруссию и Украину, и реже со стороны Черного моря. Циклоны, приходящие с запада или северо-запада, по мере продвижения на восток и юго-восток теряют запасы влаги в приносимых ими воздушных массах. Поэтому не только зимой, но и летом западное равнинное Предкавказье увлажнено обильнее, чем восточное. Положение еще осложняется крайней неравномерностью выпадения осадков во времени (Федеральный портал PROTOWN.RU).

Для Крымского полуострова характерны такие особенности как высокие значения индекса концентрации, типичные особенно для юго-восточной части полуострова (Феодосия). Это регион с климатом теплой степи (с жарким и сухим летом).

**Выводы.** В работе проведен анализ статистической структуры интенсивности осадков на основе расчета индекса концентрации суточных осадков с использованием ежедневные сумм осадков.

Оценка неравномерности осадков по территории юга России за период 1970 – 2010 гг. показала следующие результаты.

Рассчитанные значения индекса концентрации варьируются от 0,557 (Нижнегорск, Крымский полуостров) до 0,632 (Буденновск и Каспийск). В во-



сточной части изучаемого региона зафиксированы максимальные значения индекса концентрации, в то время как в северной, южной и западной частях распределение осадков более равномерное.

Максимальные значения неравномерности осадков типичны для побережья Каспийского моря и Прикаспийской низменности. Этот регион в среднем характеризуется небольшим количеством осадков и количеством дождливых дней в году.

Для Крымского полуострова характерны небольшие значения индекса на севере, и высокие – в восточной части полуострова.

## **АНАЛИЗ ИЗМЕНЧИВОСТИ ХАРАКТЕРИСТИК ЗАЛЕГАНИЯ СНЕЖНОГО ПОКРОВА РЕСПУБЛИКИ БАШКОРТОСТАН**

Галимова Р.Г.

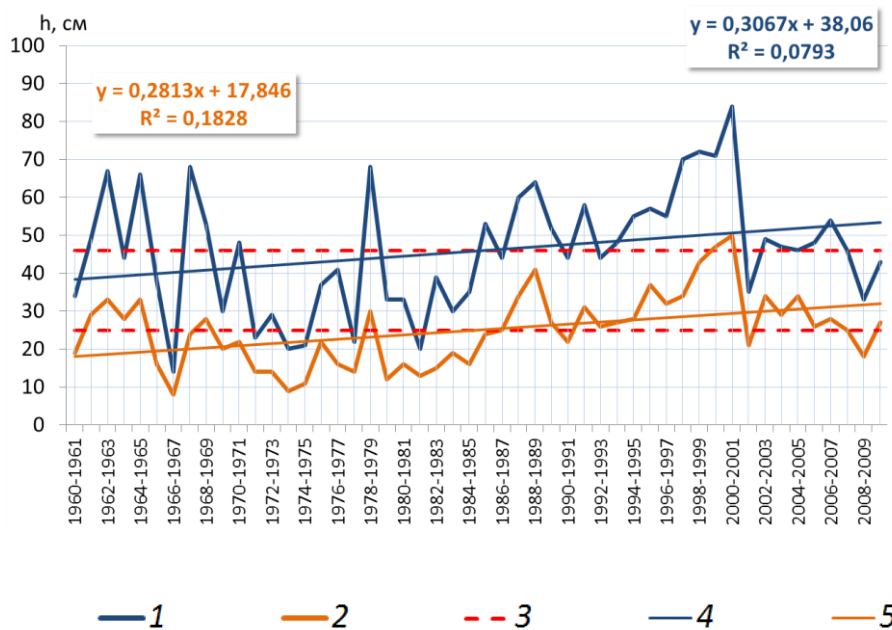
Башкирский государственный университет, Уфа, Россия,

*galim-rita@yandex.ru*

Снежный покров является одним из важнейших факторов зимнего сезона. Обладая отличительными свойствами, снежный покров формирует собственным «снежный» климат [1].

Залегание снежного покрова и дальнейшее перераспределение зависит в основном от орографии и перепадов гипсометрических уровней поверхности. Чем пересечённее местность, тем больше различий в залегании снега.

Основными характеристиками снежного покрова являются высота, снегозапасы, плотность, даты установления и схода, продолжительность залегания. Территория Башкортостана относится к области с ежегодным формированием снежного покрова в течение всей зимы.



1 – максимальная высота снежного покрова; 2 – средняя высота снежного покрова за зиму; 3 – средняя многолетняя норма;  
4 – линия тренда максимальной высоты; 5 – линия тренда средней высоты

Рис. 1. Многолетний ход максимальной и средней высоты снежного покрова по мст. Кушнареново (по данным БашУГМС)

Повсеместно по территории Башкортостана отмечается увеличение как средней, так и максимальной высоты снежного покрова. Это отражает прямую зависимость увеличения осадков холодного периода и мощности снежного покрова.

Рассматривая общую линию тренда в абсолютных значениях, увеличение составляет 6-10 см по территории (табл. 1). Исключением является мст. Уфа-Дема, где отмечается уменьшение высоты снежного покрова. Суда по всему, это связано с тем, что метеорологическая станция ранее располагалась на окраине города, тогда как в настоящий момент она испытывает воздействие городской застройки.

Таблица 1

Коэффициент наклона линейного тренда максимальной высоты снежного покрова

Метеостанция	КНЛТ (см/10 лет)
Верхнеяркеево	3,4
Кушнареново	3,1
Бакалы	1,6
Туймазы	1,9
Уфа-Дема	-0,4
Чишмы	3,2
Буздяк	2,7

Аксаково	1,4
Раевский	3,7
Стерлитамак	5,5
Янаул	4,5
Дуван	3,9
Тукан	4,1
Зилаир	3,2

Увеличение мощности снежного покрова в течение зимы обуславливается выпадением снега, которое может быть вызвано несколькими причинами. Главной причиной в холодный период выступает фронтальное выпадение твердых осадков при прохождении циклонов.

Увеличение снежной массы влечет за собой повышение снегонакопления и, соответственно, снеготазов. На основании вышеуказанных условий залегания снега, снеготазы зависят от метелевой деятельности, преобладающего направления ветра, размеров залесенных или безлесных площадей, включая степень лесистости [2].

На большей части республики наблюдается тенденция увеличения тазов воды в снеге (рис. 2).

Увеличение снеготазов при возрастании мощности снежного покрова в некоторой части обусловлено залесенностью территории [3]. Помимо этого, оттепели также оказывают влияние на разницу снеготазов в поле и в лесу. При оттепелях таяние снега происходит преимущественно в поле, поэтому снеготазы в лесу становятся больше (практически на 30%).

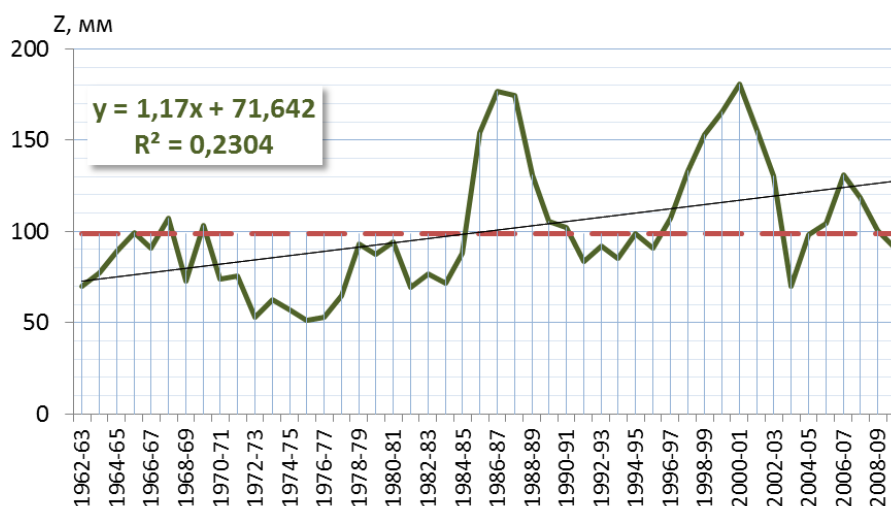


Рис. 2. Многолетний ход тазов воды в снежном покрове по мст. Раевский (по данным БашУГМС)

Помимо вышеизложенных характеристик снежного покрова, немаловажными являются также – даты установления и схода и продолжительность залегания.

Устойчивый снежный покров начинает формироваться с переходом средней суточной температуры воздуха ниже 0°C (средняя многолетняя дата для территории – 1-4 ноября), однако иногда бывают случаи исключений. Так, например, в 2006 и 2008 годах установление снежного покрова по городу Уфа отмечилось в середине декабря.

Рассматривая даты установления в многолетнем разрезе, характерным для этого показателя является сильный разброс сроков начала залегания снега – от 13 октября до 20 декабря (более двух месяцев). Крайне нестабильный режим температуры и неустойчивость погоды в этот переходный сезон (колебания в районе 0°C и адвекции теплых масс воздуха) приводит к значительным сдвигам в датах установления снежного покрова практически каждый год.

Тем не менее, отмечается практически однородная тенденция смещения дат установления снежного покрова на более поздние. Если раньше в среднем по территории республики установление наблюдалось в первой декаде ноября, то в последнее время – с середины данного месяца (табл. 2).

Даты схода снежного покрова можно также смещаются на более поздние сроки, но не так значительно сдвинуты. Сход снежного покрова по территории может колебаться от третьей декады марта до третьей декады апреля. На основе построенных графиков проявленное смещение дат незначительно – в среднем на 1-2 дня. Наибольшее изменение отмечается на крайнем юге республики – на каждое десятилетие происходило смещение более чем на двое суток (табл. 2). Указанная тенденция, по-видимому, обусловленная увеличением мощности, определена тем, что бóльшая масса снега будет дольше стаивать. Однако из-за общего роста средних зимних и весенних температур смещение даты полного разрушения не столь значительно.

Таблица 2

Сравнение характеристик снежного покрова по разным периодам осреднения

<i>Метеостанция</i>	<i>Период осреднения</i>	<i>Максимальная высота, см</i>	<i>Средняя высота, см</i>	<i>Запас воды в снеге, мм</i>	<i>Дата установления</i>	<i>Дата схода</i>	<i>Продолжительность залегания, дни</i>
Кушнаренково	1961-1990	45,9	25,0	162	17 ноя	8 апр	143
	1990-2010	53,0	31,0	174	19 ноя	10 апр	143
Уфа-Дёма	1961-1990	53,1	29,1	176	14 ноя	10 апр	149
	1990-2010	51,4	27,7	203	20 ноя	11 апр	145

Аксаково	1961-1990	53,4	30,6	198	8 ноя	12 апр	156
	1990-2010	53,7	31,0	212	16 ноя	13 апр	149
Стерлитамак	1961-1990	59,7	34,2	154	18 ноя	6 апр	141
	1990-2010	67,5	38,7	162	18 ноя	9 апр	144

Практически повсеместно наблюдается тенденция уменьшения продолжительности залегания снежного покрова. В среднем по территории сокращение составило 3-6 дней.

Цитируя Рихтера Г.Д.: «Являясь продуктом климата, снежный покров сам становится мощным климатообразующим фактором» (1946), можно подчеркнуть, что в меняющихся климатических условиях изменяются характеристики снежного покрова, а они, в свою очередь, влияют на изменчивость климатических и природных процессов в экосистемах на территории Республики Башкортостана.

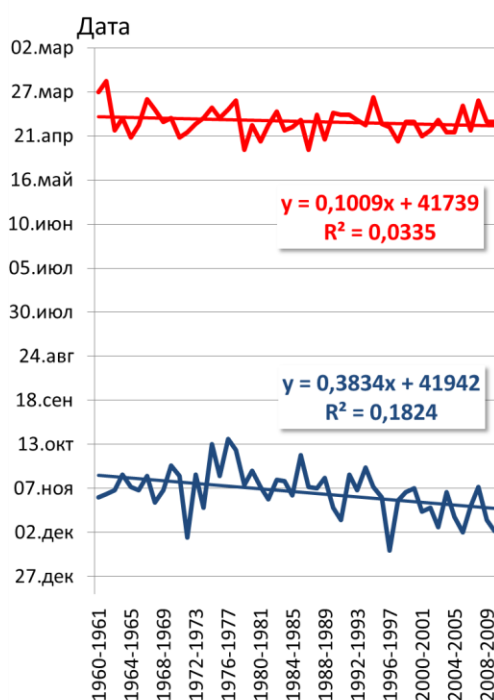
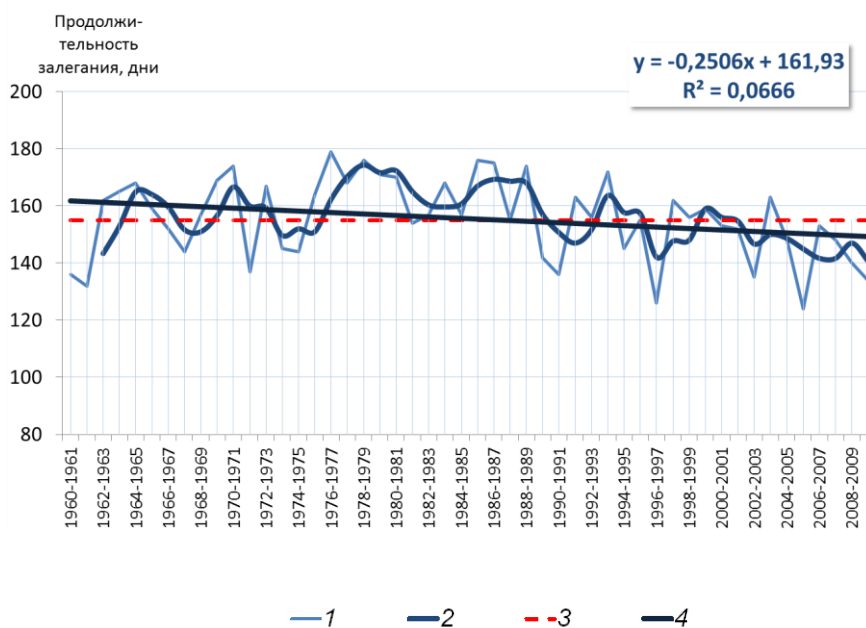


Рис. 3. Динамика дат установления (нижний график) и схода (верхний график) снежного покрова по мст. Аксаково (по данным ВНИИГМИ-МЦД)



1 – продолжительность залегания (дни); 2 – скользящая средняя продолжительности; 3 – многолетняя средняя; 4 – тренд

Рис. 4. Многолетний ход продолжительности залегания снежного покрова по мст. Аксаково (по данным ВНИИГМИ-МЦД)

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Рихтер Г.Д. Значение снежного покрова в природе и хозяйстве и задачи его изучения // в сб. «Природа», 1946. – Вып. №4. – С. 20-28.
2. Кузьмин П.П. Формирование снежного покрова и методы определения снежного покрова. – Л.: Гидрометеиздат, 1960. – 173 с.
3. Китаев Л.М. Многолетняя изменчивость осадков и формирование снежного покрова Восточно-Европейской равнины / Л.М. Китаев, Л.Б. Трофимова, Е.В. Комаровская, И.С. Данилович, А.А. Бильдюг // Криосфера Земли, 2010. – Т. XIV. – № 3. – С. 77-81.

### ЭМИССИЯ МЕТАНА ВОДНЫМИ ОБЪЕКТАМИ РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Гарькуша Д.Н.<sup>1</sup>, Фёдоров Ю.А.<sup>1</sup>, Тамбиева Н.С.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Институт наук о Земле Южного федерального университета, Ростов-на-Дону, Россия

<sup>2</sup> ФГБУ «Гидрохимический институт», Ростов-на-Дону, Россия  
gardim1@yandex.ru

На современном этапе развития цивилизации одной из актуальных экологических проблем является глобальное изменение климата. С начала промышленной революции (примерно с 1850 г.) изменение климата происходит ускоренными темпами, что связывается, в основном, с деятельностью человека. Все глобальные и региональные экологические проблемы напрямую или косвенно

связаны между собой и с изменением климата. Основной причиной наблюдаемых климатических пертурбаций, по мнению большинства ученых, является увеличение содержания в атмосфере Земли парниковых газов (диоксид углерода, метан, закись азота, галоидуглероды, в том числе хлорфторуглеродные), среди которых вторым по значимости является метан [1]. Все эти газы, за исключением техногенных, имеют естественное происхождение. Подчеркнем, что авторы не являются приверженцами какого-либо одностороннего подхода к объяснению причин глобального изменения климата и стоят на позиции, согласно которой этот феномен рассматривается как отклик глобальной экосистемы Земли на аддитивное однонаправленное воздействие на неё природных и антропогенных факторов и процессов [2, 3].

Основной целью настоящего исследования является оценка суммарной эмиссии метана в атмосферу водными объектами Ростовской области. Для достижения цели авторами на основе литературных источников и собственных картографических измерений установлена площадь водоёмов и водотоков, расположенных в пределах области, собраны и обобщены опубликованные и оригинальные данные авторов по концентрациям метана в их водной толще, для каждого водного объекта рассчитаны потоки метана с их поверхности в атмосферу. Расчет основных морфологических характеристик (длина, ширина, площадь) и потоков метана с поверхности водоёмов и водотоков (Таганрогский залив, Цимлянское водохранилище, реки Дон, Северский Донец и др.), расположенных в пределах нескольких субъектов Российской Федерации и сопредельных государств, производился только для акваторий водных объектов, находящихся в границах Ростовской области.

Для определения эмиссии метана в атмосферу использована широко известная отечественным и зарубежным ученым, занимающимся данной проблематикой, формула, которая получена авторами [4] на основе серии натурных замеров потоков метана камерным методом на различных водных объектах Ростовской области (рр. Дон, Темерник, Мертвый Донец и Таганрогский залив). Данная формула аппроксимирует зависимость между концентрацией метана в поверхностном слое воды и его потоком в атмосферу. Формула показала свою универсальность и адекватность также на примере водно-болотных ландшафтов Архангельской [5] и Псковской областей [3] и очистных сооружений Ростовской станции аэрации [6]. Уравнение регрессии, аппроксимирующее зависимость между концентрацией метана в поверхностном слое воды и его потоком в атмосферу, имеет следующий вид:

$$\lg F_{\text{CH}_4} = 0.8763 \cdot \lg C_{\text{CH}_4} + 3.7384 \quad (r = 0.72; n = 65; P < 0.01),$$

где  $Ig F_{CH_4}$  – логарифм потока метана из воды в атмосферу, нл/м<sup>2</sup> сутки;

$Ig C_{CH_4}$  – логарифм концентрации метана в воде, нл/дм<sup>3</sup>.

Концентрация метана в воде водных объектов Ростовской области колеблется в пределах от 0,48 до 2445,7 мкл/л, в среднем составляя 49,9 мкл/л. Наибольшие значения содержания газа среди рек Ростовской области наблюдаются в воде рек Темерник (в среднем 186,4 мкл/л), Глубокая (157,3 мкл/л), Мертвый Донец (91,2 мкл/л), Кизитеринка (84,6 мкл/л), Морской Чулек (90,4 мкл/л) и протоки Аксай (73,5 мкл/л), что обусловлено, главным образом, сбросом в эти водотоки промышленно-бытовых и хозяйственных сточных вод, содержащих лабильные органические вещества, которые при последующем разложении до более простых веществ (Н<sub>2</sub>, СО<sub>2</sub>, ацетат, метанол, формиат, метиламины) могут быть использованы метанобразующими археями для генерации метана [7].

Среди водоёмов максимальными концентрациями метана в воде характеризуются такие озера как Атаманское (среднее содержание – 89,3 мкл/л) и Пелёнкино (62,2 мкл/л), пруд вблизи Ростовской АЭС (115,0 мкл/л). В среднем наиболее высокие концентрации метана характерны для рек (55,7 мкл/л), несколько меньшие – для озёр (42,3 мкл/л) и водохранилищ (39,0 мкл/л). Минимальные концентрации газа установлены в воде Таганрогского залива (в среднем 10,3 мкл/л), что связано, главным образом, с уменьшением скорости продукции метана в верхних горизонтах донных отложений, вследствие перехода от пресноводной структуры зональности микробиологических процессов в донных осадках к морской [7, 8].

Суммарная эмиссия метана водными объектами Ростовской области составляет около 105,8 тыс. м<sup>3</sup> в сутки или 8,5% от общей эмиссии природными и антропогенными источниками области [9]. Наибольший вклад вносят Таганрогский залив (42%) и водохранилища (29%); вклад рек и озёр составляет 15% и 14% соответственно.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (проект № 16-05-00976).

#### Литература

1. Руководство к публикации МГЭИК «Изменение климата 2001: Смягчение последствий». Перевод с англ. ЮНЕП М.: АНО ЦМП. – 27 с.
2. Федоров Ю.А. Температура и ее влияние на эмиссию метана из водных объектов (по результатам экспериментального и математического моделирования) / Ю.А. Федоров Д.Г. Гарькуша, М.Л. Крукиер // Известия ВУЗов. Сев-Кавк. регион. – 2012. – № 6. – С. 99–101.



3. *Фёдоров Ю.А.* Эмиссия метана торфяными залежами верховых болот Псковской области / Ю.А. Федоров, Д.Н. Гарькуша, Г.В. Шипкова // География и природные ресурсы. – 2015. – №1. – С. 88–97.

4. *Гарькуша Д.Н.* Расчет элементов баланса метана в водных экосистемах Азовского моря и Мирового океана на основе эмпирических формул / Д.Н. Гарькуша, Ю.А. Федоров, Н.С. Тамбиева // Метеорология и гидрология. – 2016. – №6. – С. 48-58.

5. *Федоров Ю.А.* Эмиссия метана с торфяных залежей Иласского болотного массива Архангельской области / Ю.А. Федоров, Д.Н. Гарькуша, М.И. Хромов // Изв. РГО. –2008. – Т. 140. – Вып. 5. – С. 40-48.

6. *Гарькуша Д.Н.* Эмиссия метана на основных этапах технологического цикла очистки сточных вод канализации Ростовской станции аэрации (по экспериментальным данным) / Д.Н. Гарькуша, Ю.А. Федоров, А.С. Плигин // Метеорология и гидрология. – 2011. – №7. – С. 40-48.

7. *Федоров Ю.А.* Метан в водных экосистемах. 2-е изд., перераб. и доп. Ростов-на-Дону. / Ю.А. Федоров, Н.С. Тамбиева, Д.Н. Гарькуша, В.О. Хорошевская – Москва: ЗАО «Ростиздат», 2007. – С. 179-230.

8. *Гарькуша Д.Н.* Метан в устьевой области реки Дон. / Д.Н. Гарькуша, Ю.А. Федоров.–Москва: ЗАО «Ростиздат», 2010. – 181 с.

9. *Фёдоров Ю.А.* Метан городских агломераций и его вклад в общую эмиссию (на примере Ростовской области) / Ю.А. Федоров, Д.Н. Гарькуша, М.Е. Трофимов // Труды 3-й Междун. научной конф. «Экологические и гидрометеорологические проблемы больших городов и промышленных зон. СПб.: РГГМУ, 2005. – С. 51-52.

## **ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИЕ СЛЕДСТВИЯ ПОЗДНЕПЛЕЙСТОЦЕНОВО-ГОЛОЦЕНОВЫХ ИЗМЕНЕНИЙ КЛИМАТА И УРОВНЯ МИРОВОГО ОКЕАНА**

Глотов В.Е., Глотова Л.П.,

Северо-Восточный комплексный НИИ ДВО РАН, Магадан, Россия

*geoecol@neisri.ru*

Прогрессирующее похолодание климата, сопровождаемое понижением уровня Мирового океана на Северо-Востоке России (СВ) проявилось около 70 тыс. лет назад. Период наиболее низкого стояния уровня моря (примерно на 150 м ниже современного) и самого холодного и сухого климата 12,3-27 тыс. лет назад известен как сартанский криохрон. В этот период на всей площади суши сформировалась сплошная криолитозона. Есть ряд прямых и косвенных признаков, свидетельствующих о значительной глубине многолетнего промерзания в горных районах - в гидрогеологических массивах (ГГМ) и адмассивах (АДМ) и в пределах низменностей – в артезианских бассейнах (АБ).

Так, в Индигиро-Зырянском АБ (центральные районы СВ) выявлено широкое распространение «горельников» (горелых пород) в угленосных отложе-

ниях [1]. Глубина развития горельников до 100-120 м. Это свидетельствует о том, что подземные воды залегают ниже, так как выгорание угля происходит при отсутствии его обводнения. В Ольском АБ при бурении на морской косе на глубине около 260-270 м в пресноводных неогеновых отложениях, имеющих температуру +2,5°C, вскрыты рассолы, химический состав которых отвечает формуле  $\text{Cl}^{194}_{\text{Na}63\text{Ca}19\text{Mg}6}$ . Такой рассол образуется при вымораживании морской воды при температуре -3,7°C. При геотермической ступени, равной 50 м/°C, соответствующей данному АБ вне влияния моря, изотерма в данном районе должна была находиться на глубине около 600 м. В этом АБ в отдельных блоках современная подошвы многолетнемерзлых пород (ММП) вскрыта на глубине 347 м. При перемерзании наземных областей питания подземных вод и понижении их уровня ниже отметок поверхности региональных областей разгрузки единственным источником энергии, определявшим движение воды, являлся криогенный напор. Он возникает, когда скорость промерзания опережает понижение уровня, что было возможно в АБ, открытых в море. Поскольку криогенное выдавливание и вымораживание подземных вод продолжалось не менее 10 тыс. лет, естественная депрессия пластовых давлений в АБ достигала примерно 60 атм. Следствием такого понижения могли стать перетекание флюидов (газа, нефти) из нижних горизонтов в верхние. Примеры такого процесса известны в Анадырском АБ.

Около 17 тыс. лет назад регрессия моря достигала минимальных отметок, а около 12,3 тыс. лет назад началось потепление климата, сопровождаемое сокращением мощности ММП. Повышение уровня морских вод вызвало их инфильтрацию в пласты и трещины пород прибрежных гидрогеологических структур, в том числе в отрицательно температурные, обезвоженные. Дальность проникновения морских вод в сушу ориентировочно можно оценить по проявлению хлоридных натриевых вод в пластах пресноводных континентальных отложений. Последние вскрыты в 45 км от берега Охотского моря в Уптарской межгорной впадине на глубине 250 м в лигнитоносных слоях. Состав этих вод выражается формулой  $\text{Cl}^{72}\text{HCO}_3^{19}_{(\text{Na} + \text{K})91}$ . Хотя морские (талласогенные) воды разбавлены пресными отношение  $\text{Cl}/\text{Na}=0,8$ , т.е. близко к морским.

В конце бореальной стадии (около 7,5 тыс. лет назад) стали функционировать сквозные водопоглощающие талики. Начался процесс вытеснения талласогенных подмерзлотных вод пресными метеогенными.

Следовательно, позднеплейстоцен-голоценовое повышение уровня моря вызвало специфическую подземную трансгрессию, при которой море было об-

ластью питания подземных вод суши. На участках тепловых аномалий, связанных с внедрением четвертичных ультрабазитовых даек [2], талассогенные воды приобретали дополнительную энергию, позволившую им противостоять вытесняющему влиянию метеогенных. Смешиваясь, они дают начало термальным источникам хлоридных солоноватых вод, в которых минерализация и содержание хлор-иона пропорциональны температуре.

Таким образом, существенные изменения уровня Мирового океана и климата в позднем плейстоцене и голоцене привели к формированию трех специфических гидрогеологических периодов в геологической истории региона: первый 17-70 тыс. лет назад – региональная сработка ресурсов подземных вод без восполнения, сопровождаемая возможным переформированием месторождений нефти и газа; второй примерно 7,3-17 тыс. лет назад - восполнение ресурсов подземных вод без участия процессов разгрузки; третий, продолжающийся и в настоящее время, – классический водообмен в системе «недра суши – море» при существовании локальных потоков морской воды в суше к очагам тепла магматогенного происхождения, сопровождаемый возникновением источников термоминеральных вод.

#### Литература

1. Попов Г.Г. Зырянский каменноугольный бассейн // Геология месторождений угля и горючих сланцев СССР. Т. 10. Северо-Восток СССР и Камчатка. – М.: Госгеолтехиздат, 1962. – С. 32-65.
2. Ломтев В.Л. Новые данные о строении дна Охотского моря / В.Л. Ломтев, В.Н. Патрикеев, М.Г. Гуринов // Тихоокеанская геология. – 2009. – Т. 28. – № 3. – С. 3-11.

## **КЛИМАТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РЕЖИМА ВЕТРА НА АЭРОДРОМЕ ТОМСК**

Глушкова Е.А., Титовская А.А.

Национальный исследовательский Томский государственный университет,

Томск, Россия

*katya-glushkova-1994@mail.ru*

Ветер – один из важнейших метеорологических элементов, который влияет на всех этапах полета воздушных судов. Влияние ветра проявляется двояко: с одной стороны – это движущая сила, с другой стороны – ветер вызывает турбулентное состояние атмосферы, приводящее к болтанке [1]. Существенное влияние ветер оказывает при взлете и посадке. Для выполнения взлета и посадки самолетов при встречном ветре при проектировании и строительстве ВПП ориентируют по возможности по преобладающему направлению ветра, т.е. необходима климатическая информация ветрового режима в районе аэродрома.

Климатическое описание аэродрома является обязательным документом для организаций, ответственных за планирование полетов и обеспечивающих их безопасность.

**Целью работы** является расчет и анализ климатических характеристик режима ветра, используемых для составления Климатического описания аэродрома, согласно требованиям РД 52.21.692-2007 [2].

В работе были использованы получасовые и ежечасные данные за период с 2006 по 2015 гг. В годовом ходе (за месяцы) и за год рассчитывались средние значения скорости ветра, повторяемость направления (в 30-градусных секторах) и скорости ветра в указанных диапазонах, повторяемость опасных градаций скорости ветра ( $\geq 10, 15, 20$  м/с).

В таблице 1 приведена повторяемость направления (в 30-градусных секторах) и скорости ветра по градациям, из которой следует, что чаще всего (по 9% от всех случаев) наблюдается ветер со скоростью 3-5 м/с при направлениях 170-190° и 200-220°. Штиль и переменный ветер составили 7,7% и 14,9%, соответственно. Ветер со скоростью  $\geq 11$  м/с имеет направление ветра 170-250°, общая повторяемость от общего числа случаев составила всего 0,1-0,5%.

По данным повторяемости направлений ветра (независимо от скорости) были построены диаграммы распределения повторяемости различных направлений ветра (рис. 1). Годовая роза ветров показывает, что преобладающим направлением для аэродрома Томск является юго-западное (200-220°), максимальная повторяемость данного направления наблюдается практически во все месяцы и составляет от 10% в июне до 31,3% в январе. Исключение составляет июль (рис. 1в), где максимальную повторяемость составило северо-восточное направление (20-40°). Повторяемость штиля за год составила 7,7% с максимумом 11,5% в августе, реже всего штиль отмечался в ноябре (3,9%). Ветер переменного направления за год составил 14,9%, максимальная повторяемость наблюдалась в июне – 23,2%, минимальная – в ноябре (8,5%).

*Таблица 1*

Общая повторяемость (%) направления (в 30-градусных секторах) и скорости ветра за 2006-2015 гг.

Направление	Скорость ветра ,м/с										
	1-2	3-5	6-7	8-10	11-12	13-15	16-17	18-20	21-22	23-25	итого
20-40	1,1	2,0	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,2
50-70	0,6	2,0	0,5	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,4
80-100	0,7	3,0	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,7

110-130	0,4	1,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,6
140-160	0,6	3,0	0,4	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,7
170-190	1,3	9,0	3,6	2,0	0,2	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	16,1
200-220	1,2	9,0	5,7	4,1	0,5	0,3	0,2	0,1	0,0	0,0	0,0	21,1
230-250	1,0	7,0	2,5	1,2	0,2	0,2	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	11,8
260-280	0,8	3,0	0,5	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,6
290-310	0,7	3,0	0,3	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,7
320-340	0,5	2,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,5
350-010	0,5	1,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,1
штиль(тихо)												7,7
переменный												14,9
<b>Всего</b>												<b>100%</b>

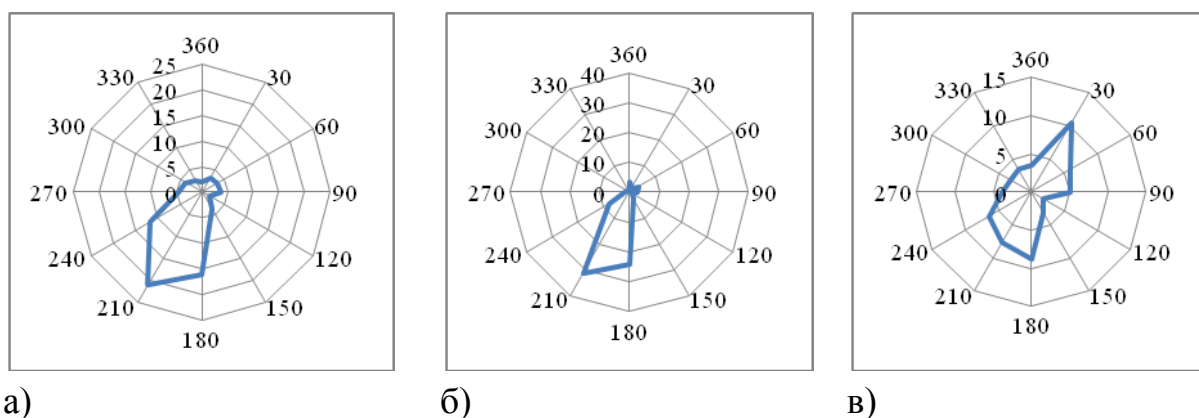


Рис. 1. Диаграмма распределения повторяемости различных направлений ветра (а – годовая роза ветров, б – за январь, в – за июль)

Расчеты средней скорости ветра показали, что за 10 лет она составила 4 м/с, а в годовом ходе максимальная средняя скорость наблюдалась в декабре – 5 м/с, а минимальная средняя скорость наблюдалась в теплый период года (с июня по сентябрь) и составила 3 м/с.

Анализ повторяемости опасных градаций скорости ветра (рис.2) показал, что максимальное число дней со скоростью  $\geq 10$  м/с наблюдалось в марте и мае (8 дней за год), со скоростью  $\geq 15$  м/с – в апреле (4 дня). Ветер со скоростью  $\geq 20$  м/с был зафиксирован с марта по май, а также в августе, при этом преобладающая часть случаев наблюдалось при прохождении атмосферных фронтов, особенно холодных фронтов, которые составили 42% всех случаев.

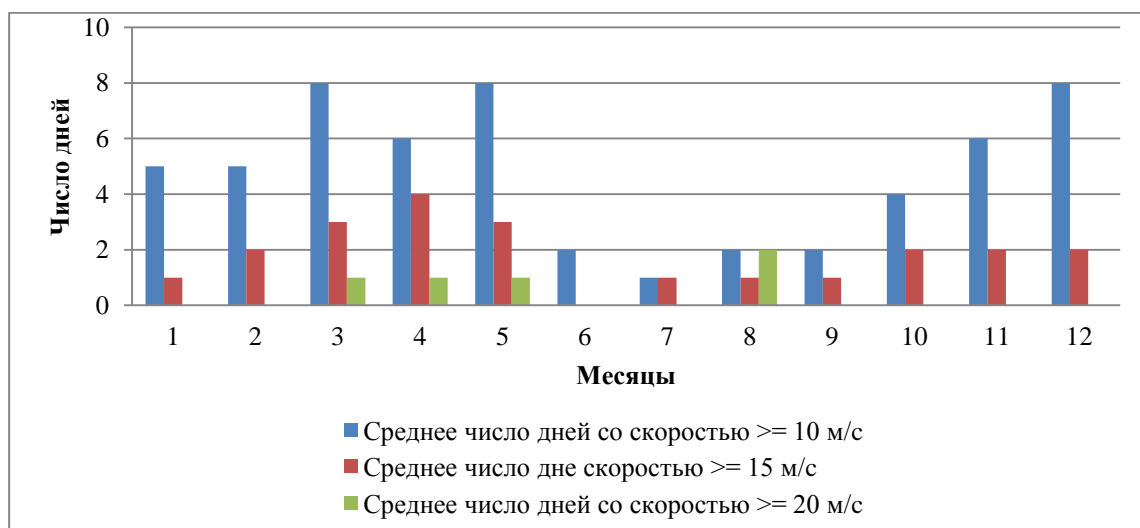


Рис. 2. Среднее число дней со скоростью  $\geq 10, 15, 20$  м/с

Литература

1. *Богаткин О.Г.* Авиационная метеорология / О.Г. Богаткин. – СПб.: Изд-во РГГМУ, 2005. – 328 с.
2. Требования к составлению климатического описания аэродрома. Руководящий документ 52.21.692-2007. М.– 41 с.

## ПРОГНОЗ ИНТЕНСИВНЫХ ЛЕТНИХ ОСАДКОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МОДЕЛИ WRF НА ТЕРРИТОРИИ РЕСПУБЛИКИ ТАТАРСТАН

Гурьянов В.В., Баканин А.С.

Казанский федеральный университет, Казань, Россия,

*vv@kpfu.ru*

Выполнено численное моделирование на базе мезомасштабной модели WRF-ARW для краткосрочного прогноза полей температуры и осадков на территории Республики Татарстан в летний период. Для численных экспериментов был выбран эпизод 29 августа 2014 года с прохождением интенсивного циклона в юго-западном потоке, в центре которого отмечались дожди до 30 мм/12 час. В отдельных районах Республики Татарстан наряду с ливневыми осадками отмечались грозы и выпадение града. Все численные эксперименты начинались с 00 часов 28 августа 2014 г. и продолжались 48 часов с шагом по времени 3 часа. В качестве исходных данных использовались 3-х часовые прогнозы глобальной модели GFS за тот же период. Оценка качества прогнозов температуры и осадков производилась по данным наблюдений с автоматизированных метеорологических комплексов для 9-ти станций на территории РТ, использующих в ка-

честве средства измерения датчик осадков RG 370 и датчик температуры воздуха HMP45D.

Всего было выполнено около 1000 численных экспериментов примерно с 450 различными схемами параметризаций физических процессов для двух вложенных сеток (9x9 и 3x3 км). Последующие прогностические оценки показали хорошие результаты воспроизведения полей температуры и осадков для сложных метеорологических условий. В целом установлено, что численные эксперименты адекватно воспроизводят возникновение крупномасштабных зон осадков, с некоторым их количественным завышением в ряде схем параметризаций (по отдельным срокам, за 12 и 24 часа). Качество прогноза поля температуры воздуха по сравнению с осадками было существенно выше.

В результате были отобраны схемы параметризаций физических процессов, которые показали наилучшие результаты воспроизведения полей осадков и температуры для конкретной синоптической ситуации. Таких схем оказалось достаточно много – до нескольких сотен для температуры и нескольких десятков для осадков. Отсюда следует, что мезомасштабная модель WRF-ARW имеет хорошие перспективы для внедрения в оперативную практику при прогнозе неблагоприятных и опасных метеорологических условий на территории Республики Татарстан. Полученные результаты дают основание для расширения списка неблагоприятных метеорологических явлений, которые можно успешно прогнозировать с использованием модели WRF-ARW для различных синоптических ситуаций.

**КРУПНОМАСШТАБНЫЕ ПРОЦЕССЫ В ГЛОБАЛЬНОЙ  
КЛИМАТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЕ СЕВЕРНОГО ПОЛУШАРИЯ  
И НЕКОТОРЫЕ ПОСЛЕДСТВИЯ ИХ ПРОЯВЛЕНИЯ  
В АЗОВО-ЧЕРНОМОРСКОМ РЕГИОНЕ**

Евстигнеев В.П.<sup>1,2</sup>, Наумова В.А.<sup>1</sup>, Евстигнеев М.П.<sup>2</sup>, Кириленко Н.Ф.<sup>1</sup>, Серикова И.М.<sup>3</sup>, Евстигнеева И.К.<sup>3</sup>, Танковская И.Н.<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Севастопольский центр по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды, Севастополь, Россия

<sup>2</sup> ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет»,  
Севастополь, Россия

<sup>3</sup> ФГБУН Институт морских биологических исследований  
имени А.О. Ковалевского РАН, Севастополь, Россия  
*vald\_e@rambler.ru*

В последние десятилетия, в связи с наблюдаемыми тенденциями в эволюции крупномасштабных процессов в глобальной климатической системе, особую актуальность приобрел вопрос об их проявлениях на региональном уровне. Интерес к этому вопросу обусловлен, в том числе, увеличением в последние десятилетия повторяемости экстремальных гидрометеорологических явлений во многих районах планеты. Так, отклонение среднегодовой температуры воздуха от принятых стандартных климатических норм свидетельствует о возможном изменении климата. Однако даже незначительные изменения осредненных значений метеорологического параметра могут приводить к существенным изменениям в экстремальном диапазоне его изменчивости. Например, считается (Coumou, Robinson, 2013), что в будущем при сохранении тенденции к потеплению климата Земли увеличится общая площадь территорий, охваченных влиянием температурных аномалий синоптического масштаба (волны тепла), которые могут усиливаться вследствие развития почвенной засухи (проявление положительной обратной связи почва-климат) (Zampieri et al., 2009), изменения режима атмосферной циркуляции и уменьшения облачности (Caesar, Alexander, Vose, 2006) и влияния близлежащих морских акваторий (Feudale, Shukla, 2011).

В этом смысле район Азовского и Черного морей не является исключением. За последние 75 лет для станций исследуемого региона максимальные положительные тренды средней и медианной приземной температуры воздуха отмечены для месяцев переходных сезонов – март, сентябрь и октябрь. Максимальные изменения аномально низких температур воздуха, повторяемостью не выше 10%, отмечены преимущественно в январе-апреле. Заметное повышение



порога аномально высоких значений температуры воздуха (90% квантиль) произошло в марте и октябре, для отдельных месяцев отмечен отрицательный 75-летний тренд.

Касаемо, пространственного распределения, выделено три типа распределения аномалий среднемесячной температуры воздуха в Азово-Черноморском регионе на основе ЭОФ разложения: синхронное возникновение аномалий во всем регионе (i), распределение аномалий в зональном направлении (ii), распределение аномалий в меридиональном направлении (iii). Физическая обоснованность выделенных типов подтверждена путем анализа атмосферных процессов в толще тропосферы (метеорологических поля NCEP/NCAR на уровне 850 hPa и 500 hPa). Показано, что формирование аномалий температуры приземного воздуха в Азово-Черноморском регионе связано с развитием меридиональной формы циркуляции атмосферы, приводящей к активизации межширотного тепло- и влагообмена. Дополнительно проведен анализ статистической связи типов распределения аномалий месячной температуры приземного воздуха с модами телеконнекции NAO, AO, EA, EA/WR, SCAND. Наиболее тесная связь с модами выявлена для холодного полугодия. Для отдельных типов и по отдельным месяцам наибольший вклад имеют моды AO (NAO), EA/WR и SCAND.

Помимо вековых тенденций в Азово-Черноморском регионе проявляют себя сигналы малого временного масштаба в виде квазипериодических колебаний. Так, в характеристиках ветрового волнения в прибрежной зоне Черного моря был установлен (Polonsky et al., 2014) квазипериодический характер изменчивости максимальных высот волн в Черноморском регионе с характерным временным масштабом порядка 50-60 лет. Непосредственной причиной усиления штормовой активности в регионе является увеличение повторяемости типов меридиональной формы циркуляции атмосферы на пространстве Атлантико-Европейского сектора, хотя временной масштаб сигнала и результаты анализа повторяемости форм атмосферной циркуляции (по классификации Вангенгейма-Гирса) свидетельствуют о вкладе в формирование регионального сигнала Атлантической мультидекадной и Тихоокеанской декадной осцилляций, являющихся модами изменчивости температур поверхности океана в Северной Атлантике и северной части Тихого океана.

Одним из следствий наличия тенденций полувекового масштаба и квазипериодических составляющих климатических рядов является необходимость их учета при климатическом обеспечении строительства гидротехнических сооружений, морских операций и другой морехозяйственной деятельности, как

неотъемлемый пункт адаптационной стратегии развития морской отрасли экономики в условиях меняющегося климата. Немаловажны последствия изменения климата для экосистемы Черного моря. Особенности формирования гидрологической и гидрохимической структуры вод делает экосистему Черного моря чрезвычайно чувствительной к климатическим изменениям и антропогенным нагрузкам.

Недавние исследования (Серикова и др., 2015) показали, что биолюминесценция может служить индикатором функционального состояния фитопланктонного сообщества в море, отражая динамику его сезонной изменчивости. Максимумы биолюминесценции, отражающие наиболее плотные скопления светящихся водорослей, приходятся на разный диапазон глубин, что обусловлено термохалинной структурой вод и, соответственно, сезонами года. Совместный анализ вертикальной структуры поля биолюминесценции и температуры воды в поверхностном слое показал, что формирование выраженных температурных аномалий может привести к нарушениям в видовой и пространственной структуре сообщества микроводорослей и существенно изменяют параметры и структуру поля биолюминесценции. Таким образом, качественно установлен возможный механизм отклика биолюминесцентного поля Черного моря на наблюдаемое и ожидаемое в будущем увеличение повторяемости климатических температурных аномалий в регионе.

В связи с выделенной квазипериодической изменчивостью характеристики ветрового волнения, определенный научный и практический интерес вызывают исследования прибрежного экотона Чёрного моря – пограничной зоны, через которую осуществляется энергомассообмен между сушей и морем. Важнейшим компонентом экотона являются макроводоросли, являющиеся первичными продуцентами органического вещества, источником кислорода, пищевой базой и убежищем для многих видов животных. Во время шторма у макрофитов возникает риск смещения с субстрата и повреждения потоками воды, индуцированными штормом или обрушающимися волнами. Теоретический расчет свидетельствует о заметных различиях в динамическом воздействии водной среды на альгоценоз прибрежной зоны в разные фазы климатической изменчивости ветро-волновых аномалий Чёрного моря, что позволяет предположить наличие климатообусловленных вариаций альгоценоза, проявляющихся в структурно-функциональных изменениях этого сообщества.

*Часть работ выполнена при поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 16-35-00466.*

## ВОЛНОВАЯ АКТИВНОСТЬ В ТРОПОСФЕРЕ И СТРАТОСФЕРЕ СЕВЕРНОГО ПОЛУШАРИЯ ЗИМОЙ

Елисеев А.В.<sup>1,2</sup>, Гурьянов В.В.<sup>2</sup>, Мохов И.И.<sup>1,3,4</sup>, Переведенцев Ю.П.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Институт физики атмосферы им. А.М. Обухова РАН, Москва, Россия

<sup>2</sup> Казанский федеральный университет, Казань, Россия

<sup>3</sup> Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова,  
Москва, Россия

<sup>4</sup> Московский физико-технический институт (государственный  
университет), Долгопрудный, Россия

*eliseev@ifaran.ru*

Проведён анализ спектров волновой активности по данным реанализа ERA-Interim для зимнего периода (ноябрь-март) для высоты геопотенциальной поверхности от 1000 гПа до 1 гПа с 1979 г. по 2016 г. Характеристики волновых спектров для зональных волновых чисел  $1 \leq k \leq 10$  были вычислены с использованием метода [10, 12] (спектров Хаяши) с выделением волн, распространяющихся на восток ( $E$ ) и на запад ( $W$ ), а также стационарных волн ( $S$ ). Для стратосферы подобный анализ проведён впервые.

В тропосфере зональные волновые числа меньше в более высоких широтах по сравнению с более низкими. Если распространяющиеся на восток волны значимы в тропосфере и стратосфере всего Северного полушария, то распространяющиеся на запад - только севернее примерно  $30^\circ N$ . Для всех типов волн ( $E$ ,  $W$ ,  $S$ ) в тропосфере волновая энергия максимальна в области тропопаузы, особенно для распространяющихся на восток волн с зональными волновыми числами  $k \geq 4$ .

В тропосфере и стратосфере тропиков, а также в верхней стратосфере всех широт Северного полушария в целом выявлено увеличение энергии волн в 1979-2016 гг., превышающее 20%/десятилетие в верхней тропосфере тропиков. В тропиках и субтропиках увеличение этой энергии связано со всеми типами волн ( $E$ ,  $W$ ,  $S$ ), тогда как в средних и высоких широтах - преимущественно со стационарными волнами и волнами, распространяющимися на восток. В области субтропической тропопаузы выявлено общее увеличение энергии стационарных волн в последние десятилетия, которое можно связать со смещением субтропического струйного течения к северу. В тропосфере тропиков и субтропиков и в субтропической нижней стратосфере отмечены значимые вариации энергии распространяющихся на восток волн на межгодовом временном масштабе: в годы Эль-Ниньо она может быть вдвое больше, чем в годы Ла-Нинья.

Осреднённое по спектру зональное волновое число  $k_Y$  для всех типов волн ( $Y = E, W, S$ ) максимально в верхней тропосфере субтропиков. В средней и верхней стратосфере для всех типов волн величина  $k_Y$  уменьшается при увеличении широты. Для всех  $Y = E, W, S$  в 1979-2016 гг. отмечено небольшое, но статистически значимое увеличение  $k_Y$  (т.е. уменьшение зональной длины волны) в средней и верхней стратосфере всех широт и в приэкваториальной тропосфере. Для распространяющихся на запад волн и, в меньшей степени, для стационарных волн подобное увеличение  $k_Y$  отмечено также в тропосфере и нижней стратосфере средних широт. В верхней тропосфере полярных широт и большей части стратосферы полярных и субполярных широт выявлена статистически значимая положительная корреляция распространяющихся на запад волн и стационарных волн с индексом Атлантической междесятилетней осцилляции, связанная с изменением  $k_E$  и  $k_S$  на 15% на междесятилетнем временном масштабе в 1979-2016 гг.

Эффективный период волн  $T_Y$  в стратосфере больше, чем в тропосфере и достигает с максимума в средней стратосфере внетропических широт. Выявлена связь эффективных периодов волн (с разными волновыми числами) с активностью внезапных стратосферных потеплений. Знак этой связи зависит от региона, слоя атмосферы и зонального волнового числа.

## **СИСТЕМА ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ С ЛОКАЛЬНОЙ ТЕРМИЧЕСКОЙ УТИЛИЗАЦИЕЙ ТВЕРДЫХ БЫТОВЫХ ОТХОДОВ**

Зайцев О.Н., Циплина А.А., Егоров С.А.

ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет им. В.И.Вернадского»,

Симферополь, Россия

*zon071941@mail.ru*

Современное развитие изменяет структуру энергопотребления. Уменьшается объем энергопотребления, связанный только с выработкой тепловой энергии, расширяется применение когенерационных систем. В тоже время увеличиваются трудности с обеспечением крупных энергоустановок тепловой нагрузкой, что привело к тенденции снижения их единичной мощности (менее 10 МВт), и повышению максимально допустимой эффективности выработки электроэнергии не менее 60%.

Симбиоз промышленных энергетических объектов и жилищно-коммунального хозяйства способствует увеличению количества отходов, которые необходимо утилизировать. В настоящее время рост стоимости на топливно-

энергетические ресурсы при увеличении количества бытовых отходов ставит проблему их утилизации первоочередной в ряд важных эколого-энергетических проблем. В работе разработана система теплоснабжения района города при использовании установок термообезвреживания бытовых отходов и получены результаты теоретических и экспериментальных исследований комбинированного теплоснабжения автономными котельными на традиционном топливе с модулем термообезвреживания бытовых отходов при проведении инженерно-экологического районирования на основе разработанной методики эколого-энергетического районирования. Выявлено, что термическая переработка твердых бытовых отходов в локальных системах экономически целесообразна для крупных населенных пунктов с высокой плотностью населения.

В результате выполненных исследований определен тип камеры сжигания твердых бытовых отходов, позволяющий осуществить отбор тепловой энергии с последующим использованием ее в теплоснабжении. Выполнено численное моделирование процесса сжигания измельченных твердых бытовых отходов в циклонных топочных камерах, в результате чего были получены линии тока при различных скоростях, температурах и массовых расходах входа природного газа, воздуха и твердых частиц в циклонную камеру. Выявлена наиболее опасная для образования вредных веществ температурная зона в циклонной камере – 10-20 % от высоты камеры, располагающаяся в нижней ее части. В предложенной конструкции дополнительная горелка для термического разложения образующихся при сжигании газовых вредностей отсутствует, что позволяет снизить расход газа для утилизации твердых бытовых отходов. Однако, в результате предложенных мероприятий повышается температура уходящих дымовых газов, что значительно снижает эффективность работы котельной. Для повышения эффективности работы теплогенерирующей установки – снижения температуры уходящих газов и обеспечения функционирования системы теплоснабжения в случае аварийных ситуаций, когда происходит отключение электроснабжения котельной, предложено использовать когенерационную установку малой мощности на базе двигателя Стирлинга за счет рационального выбора места отбора тепла в газовом тракте котла. В работе определена наиболее рациональная зоны отбора тепла для двигателя Стирлинга в топках котлов малой мощности при сжигании твердых бытовых отходов выполнено экспериментальным путем. Анализ полученных данных показал, что зависимости начало работы и выхода двигателя на максимальное количество оборотов практически идентичны, но сдвинуты по времени (время выхода на максимальные обороты на 15% меньше, чем требуется для начала работы двигателя).

При этом температура для наиболее быстрого выхода двигателя на максимальные обороты находится в пределах 100-120 °С.

## **ВОЗДЕЙСТВИЕ ИЗМЕНЕНИЙ КЛИМАТА НА ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТЬ НАСЕЛЕНИЯ В РОССИИ В НАЧАЛЕ XXI ВЕКА**

Золотокрылин А.Н., Виноградова В.В., Титкова Т.Б., Черенкова Е.А.,

Бокучава Д.Д., Соколов И.А., Виноградов А.В.

Институт географии РАН, Москва, Россия

*vvvinog@yandex.ru*

Продолжающееся глобальное потепление и рост экстремальности климата неоднозначно отражаются на разных сферах жизнедеятельности населения, особенно на его здоровье. В исследовании обоснован подход к оценке воздействий изменений климата на жизнедеятельность населения России в условиях возрастающей экстремальности климата и меняющихся социальной и экологической ситуаций. Получены результаты, характеризующие распространение на территории значимых для жизнедеятельности населения климатических экстремальных событий за период 1991–2013 гг. Вычислены годовые суммы числа междусуточных перепадов температуры и осадков, получены оценки распространения волн тепла и холода, трендов и повторяемости экстремальных суточных сумм осадков, распространения засух. Установлено, что увеличение числа волн тепла наблюдалось на Европейской территории России, в Иркутской области и Якутии. Рост числа волн тепла, уменьшение экстремальных суточных сумм осадков увеличило пожарную опасность в лесной зоне Восточной Сибири. Волны холода отмечались на ЕТР, а также на юге Западной и Средней Сибири. Районы распространения максимальных междусуточных перепадов температуры и давления расположены в северной части ЕТР и в Западной Сибири. Увеличение экстремальных суточных сумм осадков отмечалось в Краснодарском крае, на севере ЕТР и Западной Сибири. Суровые засухи участились в Поволжье и Южном Предуралье. Таким образом, увеличение негативной для жизнедеятельности населения экстремальности климата произошло почти на всей территории страны. В начале XXI века увеличилось количество волн тепла, продолжительностью более трех дней, а рост температуры в волне тепла составил 4–8 °С. Наиболее существенное увеличение продолжительности волн тепла отмечалось на ЕТР, в Забайкалье и на северо-востоке России. Рост средней максимальной температуры в волне тепла усилился, особенно на ЕТР, где в восточных и южных районах он достигал 10–12 °С. Установлено, что частота экстремальных осадков зимой и весной в период 1991–2013 гг. значимо возросла в

среднем на 20–40% по сравнению с климатической нормой 1961–1990 гг. на большей части территории России. На фоне зимних и весенних положительных трендов изменения экстремальных суточных осадков повышаются риски возникновения весенних катастрофических наводнений. Летом сильные положительные тренды изменений экстремальных осадков наблюдались в южной части Дальневосточного округа в бассейне реки Амур, повышая риски наводнений в этом регионе.

Изменения климата в начале XXI века нашли отражение на карте «Районирование территории Российской Федерации по природным условиям жизни населения» для современного климата (2001–2010 гг.). Современное потепление климата привело к значительному ослаблению дискомфорта на территории России. Наблюдается устойчивое сокращение абсолютно неблагоприятной зоны за счет расширения менее неблагоприятных зон. Это особенно заметно в Северных и Арктических регионах, где произошло заметное сокращение территорий с абсолютно неблагоприятными условиями, в основном за счет расширения очень неблагоприятных территорий (более мягкая градация дискомфорта). Южная граница неблагоприятных территорий смещается к северу, особенно в Сибири и на Дальнем Востоке. На Европейской части России расширяется и продвигается в более северные районы до 60° широты благоприятная зона.

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда (проект №16-17-10236).

## **ИЗМЕНЕНИЕ СОСТАВА CLADOCERA ОЗЕРА ШИБРОЗЕРО (РЕСПУБЛИКА КАРЕЛИЯ, РОССИЯ) НА ПРОТЯЖЕНИИ ГОЛОЦЕНА КАК СЛЕДСТВИЕ ИЗМЕНЕНИЯ ЭКОЛОГО- КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ РЕГИОНА ИССЛЕДОВАНИЯ**

Ибрагимова А.Г.<sup>1</sup>, Фролова Л.А.<sup>1</sup>, Белкина Н.А.<sup>2</sup>, Субетто Д.А.<sup>2,3</sup>

<sup>1</sup> Казанский (Приволжский) федеральный университет, Казань, Россия

<sup>2</sup> Институт водных проблем Севера Карельского научного центра РАН, Петрозаводск, Россия

<sup>3</sup> Российский государственный педагогический университет им. А. И. Герцена, Санкт-Петербург, Россия

*AGIbragimova@kpfu.ru*

В целях реконструкции палеоэкологических условий озер бореальной зоны проводятся комплексные исследования района Онежского озера.

В весенний период 2015-2016 гг. отечественным поршневым буром производился отбор колонки донных отложений озеро Шиброзеро (N 62° 370619', E 35°

213790', 56.5 м. н.у.м., площадь – 0.076 км, глубина – 3,1 м.). Экспедиционные работы проводились совместно с сотрудниками Института водных проблем Севера КарНЦ РАН (г. Петрозаводск), Казанского (Приволжского) федерального университета (г. Казань), Российского государственного педагогического университета им. А.И.Герцена (Санкт-Петербург), Университета Тарту (Эстония, Тарту).

В ходе экспедиции на Заонежский полуостров проведен литостратиграфический анализ колонки донных отложений и анализ ионного состава, газового режима, Результаты анализа показали, что от поверхности ко дну наблюдался рост концентрации углекислого газа, органического вещества, ионов аммония, нитратов, железа, марганца и кремния. Содержание биогенных элементов указывает на мезотрофный статус водоема. Уровень кислорода на глубине 1 м составлял 8,2 мг/л, на глубине 3 м – 4,

Возраст горизонта розоватых ленточных глин («розовый горизонт»), являющегося стратиграфическим маркером отложений Онежского приледникового озера и образовавшегося при диагенетических изменениях донных осадков в ходе резкого падения уровня Онежского озера, составляет около 11 300 лет [1]. «Розовый горизонт» в озере Гахкозеро отмечается на глубине 9,70 – 9,95 м, контакт резкий.

Наиболее молодым индикатором в палеолимнологии являются остатки субфоссильных *Cladocera*, анализ на основе которых успел себя зарекомендовать как успешный и достоверный способ восстановления картины прошлого [2-4]. Для кладоцерного анализа в рамках полевых работ было отобрано 28 проб по всей длине колонки, нарезанные по 1-3 см, с шагом в 10-20 см. Пробоподготовка и анализ образцов производился в лаборатории «Палеоклиматологии, палеоэкологии, палеомагнетизма» Казанского федерального университета. Пробы просматривали под световым стереомикроскопом Axiostar Plus Carl Zeiss при увеличении  $\times 100-400$ . В каждой пробе было идентифицировано минимум 100 остатков. Для идентификации использовали как специализированные определители рецентных и субфоссильных *Cladocera* [5], так и определители современных *Cladocera* [6]. При подсчете остатков карапаксов за один экземпляр *Cladocera* принимались две обнаруженные в грунте створки раковины.

В озере Шиброзеро по количеству обнаруженных остатков доминируют представители палеактической зоны (57,6%), примерно в равном соотношении встречаются виды с космополитным (22,17%) и голарктическим (20,2%) распространением. В образцах колонки донных отложений исследуемого озера большая часть идентифицированных остатков принадлежит пелагическим видам, населяющим открытую часть водоема (54,8%).



В нижних слоях колонки доминантом кладоцерного сообщества озера Шиброзера является *Bosmina (Eubosmina) cf. longispina*, доходя до 82,76%, что идентифицирует наличие хорошо развитой открытой части водоема. Видовое разнообразие высокое, преобладают Северные виды. В нижних слоях встречаются остатки *Camptocercus liljeborji*, обитателя литорали неглубоких водоемов, небольших озер, рек, речных затонов, в которых вид встречается преимущественно в зонах, поросших водной растительностью.

С продвижением вверх по колонке отмечается частичная замена *Bosmina (Eubosmina) cf. longispina* на *Bosmina coregoni*, более крупного рачка, в пробах появляется еще один представитель рода – *Bosmina longirostris*. Одновременно происходит увеличение значимости *Chydorus sphaericus*, что может служить признаком эвтрофикации, и доля космополитного *Chydorus gibbus*, обитателя песчано-илистых грунтов побережья крупных водоемов, встречающихся в сфагновых болотах [Материалы., 2002]. Возрастает значимость фитофильных видов (*Alona quadrangularis*, *A. guttata/rectangula*, *A. affinis*, *A. costata*, *Alonella nana*, *A. exigua*, *A. excisa*).

В слоях, соответствующих современному состоянию озера, обнаруживается большое количество остатков *Alona affinis*, *Alona quadrangularis*. *Leydigi leydigi*.

Средний индекс Шеннона в озере Шиброзера составляет  $2,6 \pm 0,1$ , что позволяет отнести водоем к категории умеренно загрязненных водоемов. Значения индекса колеблются в пределах 1,2-3,6. Индекс Пиелу меняется в пределах 0,23-0,69, составляя в среднем 0,5, что характеризует структуру кладоцерного сообщества как недостаточно выровненную. Индекс сапробности озера составляет 1,54 и определяет трофический статус водоема, как  $\beta$ -мезосапробный.

#### Литература

1. Демидов И.Н. Деградация поздневалдайского оледенения в бассейне Онежского озера // Геология и полезные ископаемые Карелии. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2005. - Вып. 8. - С. 134-142.
2. Frolova L.A. Subfossil Cladocera (Branchiopoda, Crustacea) in climatic and palaeoenvironmental investigations in Eastern Siberia, International Multidisciplinary Scientific GeoConference, SGEM 2016, Russia, Book 4 Energy and Clean Technologies, Conference Proceedings vol. II, 2016. - pp. 601-607.
3. Frolova L. Stratigraphy of Cladocera in a core from A Yamal Peninsula lake (Arctic Russia) / L. Frolova, A. Ibragimova, I. Fedorova // 16th International Multidisciplinary Scientific Geo-Conference SGEM 2016, Conference Proceedings. - Book4 Vol. 2 - 579-587 pp.
4. Ibragimova A.G. Results of subfossil Cladocera (Branchiopoda, Crustacea) analyses from bottom deposits of Lake Antyukh-Lambina (Kola Peninsula, Murmansk region) / A.G. Ibragimova, L.A. Frolova, I.M. Grekov // Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences. 2016. Vol. 7, №6. Pp. 3201-3206.

5. *Szeroczyńska K., Sarmaja-Korjonen K.* Atlas of Subfossil Cladocera from Central and Northern Europe. Friends of the Lower Vistula Society, 2007. - 84 pp.
6. *Kotov A.A.* Cladocera in Identification Key of zooplankton and zoobenthos of European Russia freshwater. / A.A. Kotov, A.Ju. Sinev, S.M. Glagolev, N.N. Smirnov // V.1. Zooplankton. Alekseeva V. R., Calolihina S. Ja., Eds., Moscow: Partnership of scientific publications KMK, 2010. pp. 151-276.
7. Материалы комплексного экологического обследования, обосновывающие организацию Государственного природного парка «Заонежский», 2013.

**МНОГОПАРАМЕТРИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ В УПРАВЛЕНИИ  
РАЗВИТИЕМ ТЕРРИТОРИЙ С УЧЕТОМ ВЛИЯНИЯ  
ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ**

Истомин Е.П., Попов Н.Н., Соколов А.Г., Фокичева А.А.

Российский государственный гидрометеорологический университет,  
Санкт-Петербург, Россия

*biom@rhu.ru*

Феномен геоинформационного управления в современных условиях приводит к необходимости рассматривать и реализовать систему управления объектами как многомерное пространственное явление, включающее определенным образом распределенные в геопространстве объективные и субъективные факторы, ресурсы и условия, а также связи (отношения) между ними, определяющие технологии и содержание процесса разработки и реализации управленческих решений.

В основе стратегии развития территории в пространственном аспекте лежат:

объективные факторы – ресурсно-пространственный и *природно-климатический потенциал* территории, инфраструктурные и трудовые возможности для размещения объектов хозяйственно-экономической деятельности;

субъективные факторы – современный уровень научно-методического обеспечения управления, организационные решения субъектов управления, а также готовность руководящих кадров к сложным процессам разработки и реализации эффективных стратегических решений.

Составляющие *природно-климатического потенциала* представляют собой случайные нестационарные процессы, исследование закономерностей которых приводит к необходимости формирования, по результатам измерений, многофакторных моделей. В качестве примера можно привести модель оценки риска нагонного наводнения, когда в качестве воздействующих факторов выступают такие метеорологические параметры, как направление и сила (ско-

рость) ветра, и нахождение их в определенных границах (в поле допуска) может привести к подъему уровня воды выше установленного уровня, что расценивается как наводнение. К решению этой задачи могут быть применены разные подходы. С одной стороны, имея ряд наблюдений за уровнем воды можно построить одномерную модель, рассматривая уровень как случайный процесс (случайную функцию времени). С другой стороны, можно рассматривать влияние метеорологических факторов, которые приводят к изменению уровня воды. В этом случае мы имеем дело с двухпараметрической моделью. В конечном итоге и та и другая модель описывают одно событие – нагонное наводнение. Для управления территориями знание факта наступления наводнения важно, но не достаточно. Необходимо учитывать не только факт наводнения, а уметь прогнозировать вероятный ущерб от наводнения (риск).

Однопараметрические модели оценки рисков достаточно хорошо описаны и могут быть использованы для разных случаев. Однако больший интерес представляют двухпараметрические и многопараметрические модели, которые могут описывать более сложные процессы.

Постановка задачи:

1. Критический уровень характеристики экстремального природного явления определяется двумя основными факторами и может рассматриваться как двумерный случайный процесс.

2. Будем полагать, что мы можем контролировать (регулярно измерять) характеристики экстремального природного явления, и представить зависимость в виде одномерного случайного процесса  $h(t)$ .

3. Необходимо определить (спрогнозировать) время ожидания наступления экстремального природного явления при условии, что известны значения характеристик основных факторов на момент прогноза. Определить математическое ожидание невыхода двухмерного случайного процесса за установленное поле допуска. Нужно оценить функционал вида  $T(x_1, x_2)$ .

В данной постановке задача приобретает классический вид, для решения которой потребуются принять ряд ограничений относящихся к типу случайных процессов.

Пусть задан векторный случайный процесс  $X_t=(X_{t1}, X_{t2})$ . Считаем, что каждый из одномерных случайных процессов описывается стохастическим дифференциальным уравнением вида:

$$dX_{ti} = b_i(t)dt + a_i(t)d\eta_t,$$

где:  $i=1,2$ ;  $\eta_t$  – винеровский случайный процесс;  $b_i(t)$ ,  $a_i(t)$  – поставляют соответствующие управления.

В конечном итоге мы получаем оценку для искомого функционала  $T(x_1, x_2)$  – математического ожидания времени нахождения процесса в заданной области – время ожидания события.

Отсюда вытекает управление, которое формулируется для решения каждой конкретной задачи.

Применение предлагаемой модели требует выделение экстремальных природных явлений и соответствующих пар основных гидрометеорологических факторов. Переход от двухпараметрических к многопараметрическим моделям возможен путем комбинирования пар основных факторов в соответствии с их значимостью для процесса развития природного явления.

## **ОСОБЕННОСТИ ВЕТРОВОГО РЕЖИМА И ВЕЛИЧИНА АНИОННЫХ ДЕТЕРГЕНТОВ В АТМОСФЕРНЫХ ОСАДКАХ СЕВАСТОПОЛЯ**

Катунина Е.В.

Севастопольское отделение Государственного Океанографического института им. Н.Н. Зубова (СО ГОИН), Севастополь, Россия

*katun\_elena@mail.ru*

Оценка химического состава атмосферных осадков (АО) позволит подтвердить факт их загрязнения разными поллютантами. Загрязнение осадков происходит в результате обмена загрязняющими веществами (ЗВ) между атмосферой, сушей и морем. Выведение ЗВ осуществляется через сухой и влажный (жидкие и твердые АО (дождь и снег)) стоки. Влажный сток, выпадая из облаков, очищает атмосферу от ЗВ.

В настоящее время одними из приоритетных ЗВ являются поверхностно – активные вещества (ПАВ). Сегодня они применимы в различных областях - от домашнего хозяйства до промышленного и сельскохозяйственного использования. Приблизительно 65% от всех ПАВ приходится на класс анионных синтетических поверхностно-активных веществ (АСПАВ).

Объектом исследования являются суточные атмосферные осадки, выпадающие в прибрежной зоне г. Севастополя, б. Севастопольская. АО могут не только отщеплять твердые частицы, но и приобретают загрязняющие примеси, находящиеся на поверхности дисперсной среды, растворяя их. Цель работы: оценить величину концентраций анионных детергентов в атмосферных осадках (АО), поступающих на подстилающую поверхность, и сопоставить полученные результаты измерений АСПАВ с распределением скорости и направления ветра в момент выпадения осадков.

В работе приводится анализ трехлетних непрерывных (2009 – 2011гг.) наблюдений за АО, собранными в прибрежной зоне юго – западного Крыма. Осадкосборник располагался на территории стационарной морской гидрометеорологической станции «МГ Севастополь» (44°36'54" с.ш., 33°32'00" в.д.). Это позволило собирать пробы воды для анализа в течение суток и синхронно измерять ингредиенты ветра в момент выпадения осадков.

Всего было собрано 184 пробы АО. Экстракционно – фотометрический метод анализа показал, что концентрация загрязнителя в дождевой воде варьировала в широком диапазоне от 10 мкг/л (предел чувствительности метода определения) до 400 мкг/л. Доля проб дождевой воды с концентрацией 10 мкг/л составила 24 %. Максимальная концентрация АСПАВ, равная 419 мкг/л, превысила предельно-допустимую концентрацию (ПДК) для морской воды в четыре раза.

Вариабельность величины анионных детергентов в АО может зависеть от действия разных условий таких, как быстрое перемещение воздушных масс, ветровой режим, время пребывания примеси в атмосфере, высокие скорости выведения примеси из атмосферы, разнообразия протекания в ней физико – химических реакций. В работе будет рассмотрен ветровой режим, характеризующийся направлением и скоростью ветра. Приземный ветер может переносить ЗВ, попавшие в атмосферу от локальных и удаленных источников, на большие расстояния, загрязняя, таким образом, другие территории. Для исследования зависимости между направлением ветра и величиной АСПАВ в АО направление ветра было разделено на 8 румбов. В районе исследования направление ветра отличалось значительным разнообразием. Чаще всего АО выпадали при направлениях ветра с восточной, южной, северо-восточной, северной и северо-западной составляющими. Особенность месторасположения пункта отбора проб АО на морском побережье и в городской зоне позволила предположить, что в данном районе могут существовать два типа состава осадков: осадки, где доминируют АСПАВ морского происхождения и АО, где могут доминировать АСПАВ континентального происхождения. АО, которые выпадают при направлениях ветра с восточной, южной и северо-восточной составляющими, соответствуют переносу континентального воздуха. Атмосферные осадки морского происхождения приносят ветры северных, северо-западных и западных румбов. В холодный период года (октябрь-март) высокие концентрации загрязнителя чаще всего наблюдались в АО континентального происхождения. В АО, которые выпадали из воздушных масс морского происхождения, наблюдались более низкие концентрации АСПАВ. В течение теплого периода года

(апрель-сентябрь) максимальные концентрации АСПАВ могли наблюдаться как в составе осадков морского (150,02 мкг/л, северо-западное направление ветра), так и в составе осадков континентального (360,58 мкг/л, восточное направление ветра) происхождения.

Для исследования зависимости между скоростью ветра и концентрацией АСПАВ в АО результаты измерений скорости ветра были разделены на градации по 2 м/сек. Это позволило рассматривать значения концентраций АСПАВ в соответствии со шкалой: тихий (0-1,9), слабый (2,0-3,9), умеренный (4-5,9), свежий (6-7,9) и сильный ветер (более 8 м/сек). Для побережья б. Севастопольская периоды безветренной погоды – редкое явление. Наибольшее количество случаев выпадения АО отмечалось при скорости 2,0-3,9 м/сек, что соответствует градации «слабый ветер». Однако наибольшие уровни загрязнения АО анионными детергентами наблюдалось при скорости ветра 0-1,9 м/сек, что соответствует градации «тихий ветер». В холодный период года с увеличением скорости ветра концентрация загрязнителя увеличивалась. В теплый период года наблюдалась обратная зависимость – с увеличением скорости ветра концентрация АСПАВ в АО уменьшалась. Непрерывный цикл наблюдений за уровнем концентраций анионных детергентов в АО и ветровыми характеристиками в момент выпадения осадков позволил сделать следующие выводы о том, что АО являются неблагоприятным фактором воздействия на окружающую среду наряду с такими водами как сточные воды хозяйственно-бытового и промышленного происхождения. В большинстве случаев проб АО концентрация анионных детергентов в них варьировала в широком диапазоне. Согласно направлениям ветра и особенному месторасположению осадкосборника было выделено два типа осадков – осадки морского и континентального происхождения. В холодный период года в осадках континентального происхождения наблюдаются более высокие концентрации АСПАВ, чем в осадках морского происхождения. В АО при скорости ветра 0-1,9 м/сек наблюдаются наибольшие уровни загрязнителя. В холодный период с увеличением скорости ветра происходит увеличение концентрации загрязнителя, в теплый период года эта зависимость обратная. Для полного подтверждения выявленных зависимостей необходимо продолжить ряд наблюдения в условиях рассматриваемого физико-географического района.

# ТЕМПЕРАТУРНЫЙ РЕЖИМ БАКЧАРСКОГО ОЛИГАТРОФНОГО МАССИВА, КАК ФАКТОР ОКАЗЫВАЮЩИЙ ВЛИЯНИЕ НА РАСТИТЕЛЬНЫЙ ПОКРОВ.

Киселев М.В.<sup>1</sup>, Дюкарев Е.А.<sup>1</sup>, Воропай Н.Н.<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> Институт мониторинга климатических и экологических систем СО РАН,  
Томск, Россия

<sup>2</sup> Институт географии им. В.Б. Сочавы СО РАН, Иркутск, Россия  
*xplutox@yandex.ru*

Болота – уникальные природные ландшафты, участвующие в регулировании газового состава атмосферы, водного баланса биосферы, биологического разнообразия на Земле.

Тепловой режим торфяных и минеральных почв существенно различаются. Торфяная залежь представляет собой сложную органоминеральную систему, обладающую специфическими свойствами: высокой обводненностью и пористостью, содержанием большого количества малоразложившегося органического вещества [1].

Температура торфяной почвы воздействует на рост наземной растительности (мхи, кустарники и др.) и формирование микроклимата, является ключевым фактором, контролирующим многие биотические и абиотические процессы, протекающие в почвах (торфяных, минеральных): разложение и минерализацию органического вещества почв, эмиссию парниковых газов (CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O), выделение растворенного органического углерода [2].

Изучение температурного режима торфяных почв на фоне современного глобального потепления наблюдающегося на всей территории России с 1976 по 2012 гг. является актуальной и важной задачей [3].

Исследования температурного режима почв проводились на территории геофизического стационара «Васюганье» (56°58' с.ш. 82°36' в.д.) Института мониторинга климатических и экологических систем СО РАН, на Бакчарском болоте (площадью около 1400 км<sup>2</sup>), расположенном в междуречье рек Икса и Бакчар в Бакчарском районе Томской области [4].

Для исследования использовались 5 площадок с разным уровнем болотных вод (УБВ). Обводненные площадки – мочажина на грядово-мочажинном комплексе (ГМК), осоко-сфагновая топь (средний УБВ 5 см). И малообводненные площадки – сосново-кустарничковый сфагновый фитоценоз с нормальным древостоем 18 м (высокий рям) и угнетенным древостоем 2-3 м (низкий рям), гряда на ГМК (средний УБВ 25 см).

Проводились измерения температуры почвы на 14 глубинах (0, 2, 5, 10, 15, 20, 30, 40, 60, 80, 120, 160, 240, 320 см) и температуры воздуха на высоте 2 м при помощи атмосферно-почвенного измерительного комплекса [5]. Измерения проводились в период с 1 апреля 2011 года по 30 апреля 2016 года (1858 дней) с временным шагом в 15 минут. В работе также использованы данные о высоте снежного покрова по наблюдениям ближайшей метеостанции «Бакчар» полученные из архива ВНИИГМИ-МЦД [6].

Для оценки биологически активного периода для флоры и фауны торфяной залежи были определены периоды с температурами выше 10°C. Биологически активный период характеризует время, когда в торфяной залежи наблюдается максимальная активность бактерий, рост растительности (мхи, осоки, кустарники). Активность бактерий ведет к увеличению скорости разложения органических материалов внутри торфяной залежи, в итоге происходит некоторое увеличение запасов углекислого газа в торфяной залежи.

Продолжительность теплого периода (температура выше 0°C) на исследуемых площадках на глубинах от 0 до 60-80 см в среднем составляет 200-250 дней. Сам переход через 0°C происходит в конце марта – начале февраля на поверхности и с увеличением глубины смещается в сторону летних месяцев. На 40-60 см переход к теплому периоду происходит в июне.

Глубина, до которой прослеживается активный биологический период, изменяется от 60 см на облесенных площадках (высокий и низкий рям, гряда) до 120 см на открытых площадках (мочажина и открытая топь). Продолжительность активного биологического периода меньше теплого 2-3 раза. На открытых площадках в среднем на глубинах от 0 до 80 см она составляет 100-120 дней, глубже (до 120 см) – 70-80 дней. На облесенных на глубинах от поверхности до 40 см 80-90 дней, глубже (до 60 см) – 50-60 дней.

Переход температуры торфяной залежи через +10°C к более высоким температурам наблюдается преимущественно в мае-июне на глубинах от поверхности до 80 см на открытых площадках, глубже 80 см в июле. Конец биологически активного периода на этих площадках преимущественно наблюдается в сентябре и в начале октября на глубинах 0-80, и глубже 80 см в октябре. На облесенных площадках биологически активный период короче и наблюдается с июня по сентябрь на глубинах 0-40 см, глубже 40 см с июля по конец августа – начало сентября.

Сумма активных температур (выше 0°C) на облесенных площадках изменяется от 4000 до 2000°C в слое 0-30 см, и далее с глубиной уменьшается до 500°C на 60 см. В свою очередь открытые площадки прогреваются лучше и



сумма активных температур на них изменяется от 5000 до 3000°C в слое 0-60 см, затем она уменьшается до 1500-700°C на глубине 80-120 см соответственно.

Таким образом, оценка температурных характеристик биологически активного слоя имеет прикладное значение, которое выражается в возможности оценки скорости роста растительности, количества и скорости переработки органического материала, вследствие чего изменяется эмиссия углекислого газа.

#### Литература

1. Романов В.В. Гидрофизика болот // – Л.: Гидрометеиздат, 1961. – 359 с.
2. Головацкая Е.А. Влияние ландшафтных и гидрометеорологических условий на эмиссию CO<sub>2</sub> в торфоболотных экосистемах / Е.А. Головацкая и др. // Доклады Академии Наук. – 2008. – № 4. – С. 1–4.
3. Второй оценочный доклад Росгидромета об изменениях климата и их последствиях на территории Российской Федерации // Федеральная служба по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды. Москва, 2014. – 61 с.
4. Киселев М.В. Особенности температурного режима почв верхового болотного массива / М.В. Киселев, Н.Н. Воропай, Е.А. Дюкарев // Известия Высших учебных заведений. Физика. – Томск, 2016. – № 7–2. – С. 93–97.
5. Кураков С.А. Система автономного мониторинга состояния окружающей среды // Датчики и системы. – 2012. – № 4. – С. 29-32.
6. Всероссийский научно-исследовательский институт гидрометеорологической информации – мировой центр данных, 2016. – URL: <https://meteo.ru>

## **ИЗМЕНЧИВОСТЬ АНТИЦИКЛОНИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ И ЭКСТРЕМАЛЬНОЙ ТЕМПЕРАТУРЫ ВОЗДУХА В ЧЕРНОМОРСКОМ РЕГИОНЕ**

Коваленко О.Ю., Воскресенская Е.Н.

Институт природно-технических систем, Севастополь, Россия,

*kovalenko\_olga89@mail.ru*

Активность циклонов и антициклонов оказывает значительное влияние на структуру полей как средней, так и экстремальной температуры воздуха. При этом в последние десятилетия исследованиям климатических изменений параметров циклонов в разных регионах уделялось достаточное внимание, чего нельзя сказать об антициклонах.

К настоящему времени известно, что климатические процессы межгодового масштаба, такие как Североатлантическое колебание и Эль-Ниньо – Южное колебание обуславливают изменения различных гидрометеорологических характеристик (см. например, IPCC, 2007, 2013). Их роль в формировании аномалий в Атлантико-Европейских гидрометеорологических полях изучается в

рамках крупнейших международных научных сообществ (например, EGU, EMS и др.). В то же время связь между этими климатическими процессами и антициклонической активностью / экстремальной температурой воздуха в Черноморском регионе, если и показана, то фрагментарно.

Цель настоящей работы – анализ изменений антициклонической активности и экстремальной температуры воздуха в Черноморском регионе в 1950 – 2012 гг., обусловленных влиянием разных фаз Североатлантического колебания и разными типами событий Эль-Ниньо.

Черноморский регион в работе ограничен координатами 37,5 – 50° с.ш., 27,5 – 45° в.д.

Для достижения поставленной цели привлекались следующие массивы данных за период 1950 – 2012 гг.:

– 4-е срочные (00, 06, 12 и 18 часов) данные о высоте геопотенциала из реанализа NCEP/NCAR (Kalnay et al., 1996) с пространственным разрешением 2,5°×2,5°.

– среднесуточные данные наблюдений за температурой воздуха (<http://eca.knmi.nl/>) на 13 станциях Черноморского региона (Анапа, Армавир, Геленджик, Геническ, Измаил, Керчь, Краснодар, Одесса, Ростов-на-Дону, Симферополь, Сочи, Туапсе, Феодосия).

В качестве параметров антициклонической активности рассматриваются частота, глубина и площадь антициклонов, которые были рассчитаны в соответствии с методикой Бардина М.Ю. (1995). В качестве характеристики экстремальной температуры воздуха (ЭТВ) использованы величины 5-го (P5) и 95-го (P95) перцентилей внутрисезонных аномалий среднесуточной температуры воздуха, рассчитанных от сглаженного годового хода (Бардин, 2013а, б).

Проявления Североатлантического колебания (САК) и Эль-Ниньо (ЭН) в исследуемых параметрах климата оценивались с помощью композитного анализа, методика которого подробно представлена в (Бардин и Полонский, 2005). Значимость композитов определялась по t-критерию Стьюдента.

Результаты.

*Проявления САК.* Обнаружено, что значимые изменения параметров антициклонов и ЭТВ в разные фазы САК характерны только для частоты и отмечаются в зимний сезон. Поэтому анализ в работе проводился преимущественно для зимнего периода года. Получено, что зимой в положительную фазу САК (САК+) частота антициклонов в Черноморском регионе увеличивается на ~50% относительно отрицательной (САК-).

В зимний сезон пороговая величина экстремально низкой температуры (т.е. P5) в Черноморском регионе в положительную фазу САК увеличивается на ~60% относительно отрицательной (САК-), а пороговая величина экстремально высокой температуры (т.е. P95) уменьшается на такую же величину. Это означает меньшую по модулю пороговую величину при САК+. Например, на станции Краснодар величина композита P5 при САК+ равна  $-2,9^{\circ}\text{C}$ , а при САК- –  $-10,7^{\circ}\text{C}$ . При этом величина P95 на этой же станции при САК+ составляет  $+2,9^{\circ}\text{C}$ , при САК- –  $+9^{\circ}\text{C}$ .

*Проявления Эль-Ниньо.* События Эль-Ниньо различаются между собой, как по времени начала и интенсивности, так и по продолжительности. В соответствии с классификацией Воскресенской и Михайловой (2010), эти события подразделяются на весенний (ВЕС), летне-осенний короткоживущий (ЛОК) и продолжительный (ЛОП) типы. За период 1950 – 2012 гг. первый тип ЭН наблюдался 8 раз, второй – 7 раз, и третий – лишь дважды. Поэтому в работе приведены результаты только для первых двух типов.

Получено, что заметные проявления событий Эль-Ниньо в изменениях параметров антициклонов и ЭТВ наблюдаются на следующий год после его наступления, т.е. в «+1» год. Этот результат не противоречит выводам работы (Воскресенская и Михайлова, 2010).

Средние за сезон изменения параметров антициклонов в Черноморском регионе при ВЕС типе ЭН, относительно ЛОК типа, незначительны. Однако частота антициклонов в июне уменьшается на 34%, а в сентябре увеличивается на 24%. При этом глубина антициклонов и их площадь в январе и августе увеличивается на 27% и 34%, но уменьшается в октябре на 26 и 43%, соответственно.

Для анализа проявлений разных типов событий ЭН в характеристиках ЭТВ применен определенный вариант «композитного анализа». «Композитное значение» получено выбором дней всех месяцев, входящих в эпизоды соответствующего типа ЭН для каждой станции и по полученным выборкам рассчитаны пороговые значения ЭТВ (т.е. P5 и P95) для месяцев, характерных соответствующим типам.

Получено, что проявления разных типов событий ЭН наиболее интенсивны в величинах P5 в осенне-зимний период. При этом ВЕС тип ЭН, относительно ЛОК типа, сопровождается более холодными ЭТВ. Абсолютный минимум P5 на большинстве станций Черноморского региона при ВЕС типе отмечается в ноябре, достигая  $\sim -13^{\circ}\text{C}$ , а при ЛОК типе – в декабре, достигая  $\sim -12^{\circ}\text{C}$ . Причем, при ЛОК типе наблюдается второй минимум в октябре, но он менее глубокий: октябрьские значения в среднем примерно на  $3^{\circ}\text{C}$  выше.

Таким образом, наиболее интенсивные проявления разных фаз САК в параметрах антициклонов и ЭТВ в Черноморском регионе обнаружены в зимний сезон, а проявления разных типов ЭН интенсивны в осенне-зимний период. Положительная фаза САК, относительно отрицательной фазы, сопровождается статистически значимым увеличением частоты антициклонов и уменьшением величины 5-го перцентиля в Черноморском регионе в зимний сезон. Весенний тип ЭН, относительно летне-осеннего короткоживущего типа, сопровождается уменьшением частоты антициклонов, а также большими по модулю пороговыми величинами экстремально низкой температуры в Черноморском регионе.

Работа выполнена при частичной финансовой поддержке РФФИ (грант №16-05-00231).

## **СТАТИСТИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ МЕТЕЛЕЙ НА ТЕРРИТОРИИ ТОМСКОЙ ОБЛАСТИ**

Кожаков Н. В.

Томский Государственный Университет, Томск, Россия,

*nik.kozhakov@mail.ru*

Воздействия неблагоприятных гидрометеорологических условий на отрасли экономики неизбежно приводят к потерям. Обеспечение надежности и устойчивого развития отраслей экономики в различных природно-климатических условиях требует изучения различных природных ресурсов. Ресурсный подход к изучению климата позволяет учитывать климатические факторы при функционировании многих отраслей народного хозяйства. С помощью статистических данных и характеристик можно определить поведение явления за период, в который наблюдалось явление, в данном случае – метель. К основным специализированным показателям климатических ресурсов для автомобильного и железнодорожного транспорта относят число дней с метелями.

Материалом для исследования послужили данные метеорологических ежемесячников (выпуск 20, часть 2) по 23 станциям Томской области за период 1966-2013 гг.

Для характеристики числа дней с метелью были рассчитаны основные статические характеристики: среднее арифметическое значение, дисперсия, максимум, эксцесс, асимметрия, коэффициент вариации, стандартное отклонение. Для расчетов использовалась программа Statistica 6. В таблице приведены результаты расчетов.

Анализ таблицы показал, что среднее многолетнее число дней с метелью на станциях Томской области менялось в диапазоне от 0,4 дня (станции Батурино и Пудино) до 2,6 дня (станция Александровское).

Таблица 1

Статистические характеристики числа дней с метелью Томской области за период 1966 по 2013 года.

Станции	Среднее, дни	Доверительный интервал		Абс. макс	Ст. откл	Асимметрия	Экссесс
		-95%	95%				
Александровское	2,6	2,2	3,0	20,0	4,4	1,8	2,4
Ванжиль-Кынак	0,6	0,4	0,6	9,0	1,3	3,7	15,5
Напас	0,9	0,7	1,1	15,0	2,1	3,1	11,3
Прохоркино	0,8	0,7	1,0	12,0	1,8	2,9	9,3
Березовка	0,9	0,7	1,0	11,0	2,0	2,7	7,0
Ср.Васюган	1,0	0,8	1,2	12,0	2,1	2,6	6,9
Каргасок	2,5	2,2	2,9	20,0	4,4	1,9	2,7
Усть-Озерное	0,9	0,8	1,1	12,0	2,0	2,7	7,3
Парабель	1,4	1,2	1,6	16,0	2,4	2,1	4,9
Нов.Васюган	0,8	0,6	0,9	11,0	1,7	2,9	9,7
Степановка	0,8	0,6	0,9	14,0	1,9	3,4	13,5
Колпашево	2,0	1,7	2,3	22,0	3,8	2,3	5,0
Старица	0,8	0,7	0,9	9,0	1,7	2,6	6,5
Майск	0,5	0,4	0,6	12,0	1,3	3,7	18,5
Подгорное	1,0	0,8	1,2	11,0	1,9	2,5	6,6
Батурино	0,4	0,3	0,5	10,0	1,2	4,1	19,7
Пудино	0,4	0,3	0,5	8,0	1,0	3,5	14,4
Молчаново	1,5	1,2	1,8	20,0	3,2	2,6	7,1
Тегульдэт	2,1	1,7	2,4	22,0	4,0	2,2	4,6
Бакчар	1,0	0,8	1,2	15,0	2,3	3,1	10,2
Первомайское	2,2	1,9	2,5	20,0	3,5	1,9	3,7
Томск	1,3	1,1	1,5	20,0	2,9	3,0	10,7
Кожевниково	1,7	1,4	2,0	20,0	3,5	2,4	5,8
Томская область	1,2	1,0	1,4	14,8	2,4	2,8	8,8

Стандартное отклонение менялось в более широких пределах, на некоторых станциях (Томск, Александровское, Каргасок) достигало значений 4,4 дня, что позволяет говорить о большой изменчивости числа дней с метелью.

Для представления о возможных пределах, которых может достигнуть метелевая активность в рассматриваемом районе, было подсчитано максимальное число дней с метелью по станциям за рассматриваемый период. Максимальное значение числа дней с метелью в отдельные годы достигало 20 - 22

дней в месяц. Колпашево: 22 дня - январь 1971 года, 20 дней - ноябрь 1974 и 1975. Тегульдет: 22 дня – февраль 1972 год, 20 дней – декабрь 1977 год. Каргасок: 20 дней – февраль 1972 и ноябрь 1980 год. Молчаново: 20 дней – январь 1971 год. Александровское: 20 дней – январь 1976 год. Следует отметить, что такое число дней с метелью отмечалась лишь в начале рассматриваемого периода. В последние годы периода максимальное число дней с метелью достигало лишь 9 дней (Первомайское – январь 2002 года).

Значения коэффициента асимметрии положительны и меняются от 1,8 до 4,1. Так как величина показателя асимметрии положительна, следовательно, наблюдается правосторонняя асимметрия. Значения коэффициента эксцесса на всех станциях положительны, т.е. распределение является островершинным.

На основе статистических характеристик выявлена динамика метелей. На рисунке 1 показана динамика изменения среднегодового числа дней с метелью на станциях Бакчар, Первомайское, Томск, Кожевниково, расположенных в южной части области.

На рисунке 2 показана динамика изменения среднегодового числа дней с метелью на станциях Напас, Прохоркино, Березовка, Средний Васюган, расположенных в средней части области.

Анализ графиков показывает, что с 1972 года на станциях наблюдается постепенное уменьшение числа дней с метелью. Аналогичное распределение наблюдается и на остальных станциях Томской области.

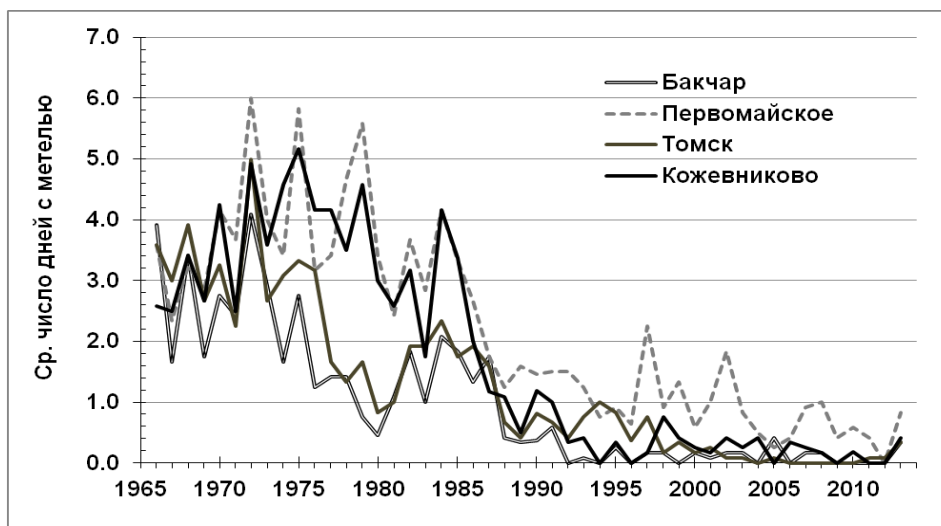


Рис. 1. Динамика среднего числа дней с метелью по станциям в южной части области за период 1966-2013 гг.

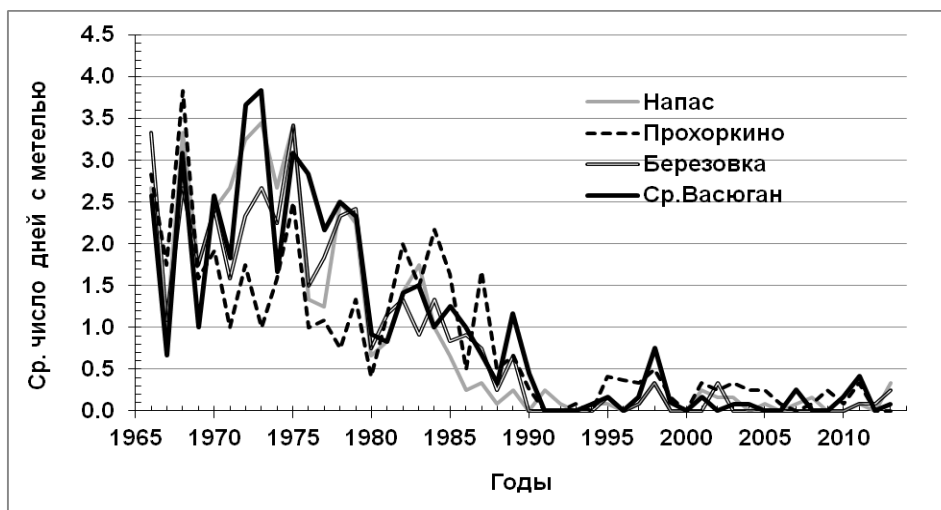


Рис. 2. Динамика среднего числа дней с метелью по станциям средней части области за период 1966-2013 гг.

Т.к. возникновение метелей в первую очередь связано с режимом ветра, были также рассмотрены характеристики ветра на рассматриваемых станциях [1]. Анализ изменения скоростей ветра показал, что среднегодовая скорость ветра практически на всех станциях Томской области уменьшилась [1]. Такая тенденция уже отмечалась ранее в работах [2-4]. Причины таких изменений неоднозначны: к наиболее значимой причине относят увеличение защищенности метеорологических площадок вследствие роста деревьев и застройки окружающей территории. Выявление причин такого падения числа дней с метелью требует дополнительных исследований.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Статистика городов России. - URL: [http://www.atlas-yakutia.ru/weather/climate\\_russia-III.html](http://www.atlas-yakutia.ru/weather/climate_russia-III.html)
2. Журавлев Г.Г. оценка ветроэнергетического потенциала Томской области // Вестник Томского государственного университета. – 2001. – № 274. – С. 141–147.
3. Мещерская А.В. Изменение скорости ветра на севере России во второй половине XX века по приземным и аэрологическим данным / А.В. Мещерская, В.В. Еремин, А.А. Баранова, В.В. Майстрова // Метеорология и гидрология. – 2006. – №3. – С. 83–97.
4. Журавлев Г.Г. Динамика метелей Томской области в современный период // Вестник Томского государственного университета. – 2013. – № 369. – С. 181–187.

# ИССЛЕДОВАНИЕ ДИНАМИКИ НЕКОТОРЫХ КЛИМАТИЧЕСКИХ ПЕРЕМЕННЫХ РАВНИННОЙ ЧАСТИ КАБАРДИНО-БАЛКАРСКОЙ РЕСПУБЛИКИ С 1961 ПО 2016 ГГ.

Корчагина Е.А.

Кабардино-Балкарский научный центр Российской академии наук, Центр географических исследований, Нальчик, Россия

*helena.a.k@mail.ru*

Различия в геоморфологических, гидрологических, метеорологических процессах, сопровождающие смену природных зон на территории Кабардино-Балкарской Республики, ведут к разнообразию опасных экзогенных процессов, которым она подвержена. В равнинной части КБР сталкиваются с последствиями таких природных явлений, как неблагоприятные паводки, градобития, атмосферные и почвенные засухи, в активизации которых важную роль играют явления гидрометеорологического характера.

Исследование подверженности территории Республики совокупности опасных природных процессов проводится в рамках развиваемой и реализуемой в Центре географических исследований КБНЦ РАН геоинформационной методологии численной интегральной оценки подверженности геосистем опасным природным процессам [например, 1].

Материалом для проведения исследования динамики средней годовой и сезонной приземной температуры воздуха и сумм атмосферных осадков в равнинной части КБР послужили результаты инструментальных измерений на метеостанции г. Прохладный с 1961 по 2016 гг., опубликованные в ежегодном издании метеорологических ежемесячников и в метеобазах, размещенных в интернете. В качестве методов исследования динамики климатических параметров использованы статистические методы и регрессионный анализ. Для выявления наличия трендов и степени полноты их устойчивости использован непараметрический метод Ч. Спирмэна.

Рассчитаны средние многолетние нормы 1961-1990 гг, 1971-2000 гг, 1981-2010 гг. для исследуемых метеозлементов, осредненных за год, календарные сезоны и сезон неблагоприятных паводков (май-сентябрь). Долгосрочные средние показатели для температуры возросли для всех сезонов по отношению к периоду 1961-1990 гг. Абсолютный прирост показателя 1981-2010 гг. для температуры воздуха составил от 0,28°C весной до 0,8°C календарной зимой.

Тоже можно сказать и о климатических нормах для осадков. Исключение составили летние суммы, для которых норма снизилась. Для атмосферных осадков темп прироста (убыли) по отношению к 1961-1990 гг. не превысил



10%. Особо стоят осенние суммы осадков. Темп прироста их многолетнего среднего показателя составил 38%.

Тенденцию временного ряда можно описать в форме несложной функциональной зависимости (тренда). Рассчитанные значения линейных трендов средних сезонных приземных температур воздуха и средних сумм атмосферных осадков, приведены в таблице 1. Здесь  $b$  – коэффициент линейной регрессии (тренд), °С,  $d$  – доля дисперсии, объясненная трендом, %. Статистически незначимые значения выделены курсивом.

Таблица 1

Характеристики линейных трендов среднесезонной температуры воздуха и сумм атмосферных осадков в равнинной части КБР за 1961-2016 гг. и 1976-2016 гг.

Период	Приземная температура, °С/мес/10 лет				Сумма осадков, мм/мес/10 лет			
	1976-2016		1961-2016		1976-2016		1961-2016	
	$b$	$d$	$b$	$D$	$B$	$D$	$B$	$d$
Год	0,46	41	0,31	30	0,78	2	0,62	2
Весна	0,40	21	0,26	14	2,40	4	0,75	1
Лето	0,65	48	0,43	37	-3,38	4	-2,12	3
Осень	0,42	14	0,22	10	3,60	8	<b>3,77</b>	18
Зима	0,36	8	0,33	8	0,51	1	0,08	0
Май-сент	0,46	53	0,35	38	-0,69	0	-0,52	0

Если для приземной температуры воздуха результат довольно однородный – тренды за все сезоны положительные и статистически значимые на уровне 0,05, то скорости изменения сумм атмосферных осадков имеют различия по направлению изменений и значимости результатов.

Лето отличается самой высокой скоростью потепления на исследуемом промежутке времени и отрицательным трендом по осадкам. Такое сочетание направлений приводит к усилению засушливости климата в период вегетации.

Осень выделяется самой низкой скоростью потепления ( $b_t=0,22$  °С/мес/10 лет) и самым большим значением тренда осадков ( $b_p=3,77$  мм/мес/10 лет), который при этом является единственным значимым на уровне 0,05 трендом среднесезонных сумм атмосферных осадков ( $d_p=18$  %).

Период неблагоприятных паводков в среднем характеризуется положительным трендом по температуре и отсутствием тренда по осадкам ( $b_p=-0,52$  мм/мес/10 лет,  $d_{\text{май-сентябрь}}=0$  %).

Принято считать, что современный этап потепления климата начался с 1976 г. Некоторые оценки трендов исследуемых климатических переменных с 1976 г. по 2016 г. также приведены в таблице 1. В отличие от горной зоны Республики, где при переходе от периода 1951-2014 гг. к периоду интенсивного

потепления произошла смена направления тренда для годовой и зимней температуры [2], в степной зоне КБР направление изменений постоянны, скорости потепления увеличились для всех сезонов, кроме зимнего. Постоянство направлений можно также отметить и для тенденции рядов осадков. Несмотря на то, что скорости изменения зимних и весенних сумм атмосферных осадков заметно возросли по сравнению с периодом 1961-2016 гг., но статистические тесты показывают, что отклонение от нуля параметров тренда является случайным на заданном уровне значимости 0,05.

Для исследования устойчивости выявленных тенденций рассчитаны коэффициенты корреляции рангов Ч. Спирмэна и проведены тесты на их статистическую значимость.

По результатам расчетов можно заключить, что тенденция к повышению приземной температуры воздуха имеется во все сезоны. Характеристика полноты устойчивости тенденции временных рядов сезонной температуры воздуха меняется от слабой (менее 0,3) для весеннего тренда, до заметной (от 0,5 до 0,7) для сезонов, включающих в себя летние месяцы. За исключением осеннего сезона, не подтверждается статистическая значимость (на уровне 0,05) коэффициентов корреляции рангов Ч. Спирмэна для рядов атмосферных осадков за период 1961-2016 гг.

Выявленные тенденции в динамике приземной температуры воздуха в 1961-2016 гг. не привели к статистически значимым изменениям годовой амплитуды температуры и зависящего от нее индекса континентальности в степной зоне КБР [3]. Несмотря на обнаруженное внутригодовое перераспределение осадков, характеризующее относительной годовой амплитудой осадков, статистическая значимость параметров тренда данного индекса также не подтверждается.

#### Литература

1. *Марченко П.Е.* Некоторые методические вопросы численной оценки подверженности геосистем опасным природно-техногенным процессам // Известия Кабардино-Балкарского научного центра РАН. – 2014. – №5. – С.62-69.
2. *Корчагина Е.А.* Исследование динамики приземной температуры воздуха в Приэльбрусье (середина XX - начало XXI века) // Известия Кабардино-Балкарского научного центра РАН. – 2016. – №3. – С. 25-31.
3. *Корчагина Е.А.* Некоторые результаты исследования динамики приземной температуры воздуха в степной зоне Кабардино-Балкарской Республики с 1961 по 2015 г. // Грозненский естественнонаучный бюллетень. – 2016. – № 4 (4). – С. 41-48.

## **К ВОПРОСУ СТАЦИОНИРОВАНИЯ АТМОСФЕРНЫХ ФРОНТОВ НАД РАЙОНАМИ СРЕДНЕГО И НИЖНЕГО ПОВОЛЖЬЯ**

Коршунова В.А., Полянская Е.А.

ФГБОУ ВО «Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н.Г. Чернышевского», Саратов, Россия

*kafmeteo@mail.ru*

В Нижнем Поволжье в период глобального изменения климата наблюдаются изменения в повторяемости атмосферных процессов, характерных для этого района [1]. Заметно увеличилось влияние арктических антициклонов и малоградиентных полей, а также циклонической деятельности на арктическом фронте. Наряду с этим ослабляется влияние зимнего азиатского антициклона, субтропического антициклона, циклонической деятельности на полярном фронте и деформационных полей [2,3].

В работе [4] были показаны условия стационарирования атмосферных фронтов над районами Среднего и Нижнего Поволжья за период 1981-1986 гг.

Целью данной работы является исследование условий стационарирования атмосферных фронтов, выявление тех синоптических ситуаций, которые способствуют этому стационарированию в период 2012-2016 гг.

С фронтами, стационарирующими над данной территорией в летнее время связаны обложные дожди, ливни, нередко с грозами, а в зимнее время обильные снегопады, метели, снежные заносы.

Для исследования были рассмотрены 27 случаев стационарирования атмосферных фронтов. Изучались только случаи стационарирования в течение двух дней и более.

Анализ полученных данных показал, что в рассматриваемый период атмосферные фронты задерживались в течение 2-8 суток. Из общего числа случаев над рассматриваемой территорией в течение 2 суток стационарировал 41 % фронтов, 3 суток – 22%, 4 суток – 18%, 5 суток – 7%, 6 суток – 4%, 7 суток -4%, 8 суток -4%.

Выделяется семь типичных синоптических положений, способствующих стационарированию атмосферных фронтов.

Так, в 19% случаев фронты задерживаются обширным гребнем зимнего азиатского антициклона с востока, в 19% случаев фронты стационарируют между субтропическим и арктическим антициклонами, в 16% случаев – между субтропическим и зимним азиатским антициклоном, в 16% случаев фронты задерживаются арктическим антициклоном с востока, в 12% - между двумя арктическими антициклонами с запада и востока, в 12% - между арктическим антицик-

лоном с запада и зимним азиатским антициклоном с востока, в 6% - между тремя антициклонами: арктическим, субтропическим и зимним азиатским.

#### Литература

1. Изменение характера циркуляции атмосферы в Нижнем Поволжье как фактор изменения климатических условий. Тезисы докладов Международной научной конференции по региональным проблемам гидрометеорологии и мониторинга окружающей среды 2-5 октября 2012 г, Казань. – с.187-188.
2. *Полянская Е.А.* Синоптические процессы и явления погоды Нижнего Поволжья. – Саратов: Изд-во Саратов. ун-та, 1986. – С. 6-58.
3. *Полянская Е.А.* Характеристика атмосферной циркуляции в центральной части Нижнего Поволжья. Сборник научных трудов по итогам международной научной конференции (7 октября 2014 г.), Волгоград. – с.43-47.
4. *Полянская Е.А.* Условия стационарирования атмосферных фронтов над районами Среднего и Нижнего Поволжья. Вопросы климата и погоды Нижнего Поволжья. – 1994. – Вып. 12 (19). – С. 34–49.

## СЛУЧАЙ ВЗРЫВНОГО ЦИКЛОГЕНЕЗА НАД ЯПОНСКИМ МОРЕМ В ХОЛОДНОЕ ПОЛУГОДИЕ

Котович Н.Г., Крохин В.В.

ФГБУ «ДВНИГМИ», Владивосток, Россия,

*ngkotovich@mail.ru*

В течение 17-21 января 2016 года имел место выход южного штормового циклона в Японское море. Южные циклоны отмечаются преимущественно в декабре-январе, то есть в начале зимнего азиатского муссона, когда воды дальневосточных морей всё ещё достаточно нагреты.

Особенностью развития данного синоптического процесса было быстрое возникновение, а затем «взрывное» развитие вторичного мезоциклона в тылу основного южного циклона. Процесс развития южного циклона начался с активизации участка субтропического фронта в районе о. Тайвань (рис. 1). Траектория южного циклона имела северо-восточное направление, а вторичного – восточное-юго-восточное с характерной петлёй.

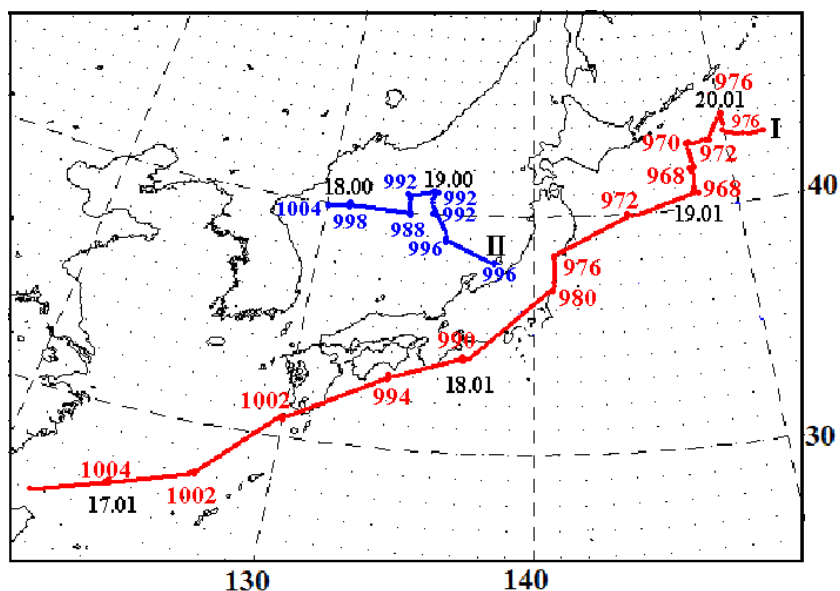


Рис. 1. Сборно-кинематическая карта развития южного штормового циклона 17-20 января 2017 года. Красным цветом обозначена траектория основного южного циклона (I), синим – вторичного мезоциклона (II)

На период максимального развития мезоциклона 12 ВСВ 18 января – 12 ВСВ 19 января 2016 года по данным наблюдений скорость ветра в заливе Петра Великого и на побережье Японского моря достигала 25-28 м/с. Это явилось причиной возникновения боро-подобных ветров на северо-западном побережье Японского моря.

На завершении стадии максимального развития вихрь вторичного мезоциклона оформился в отдельное облачное скопление над северо-западной частью Японского моря, отделённое от основного южного циклона облачностью по типу открытых ячеек (рис. 2).

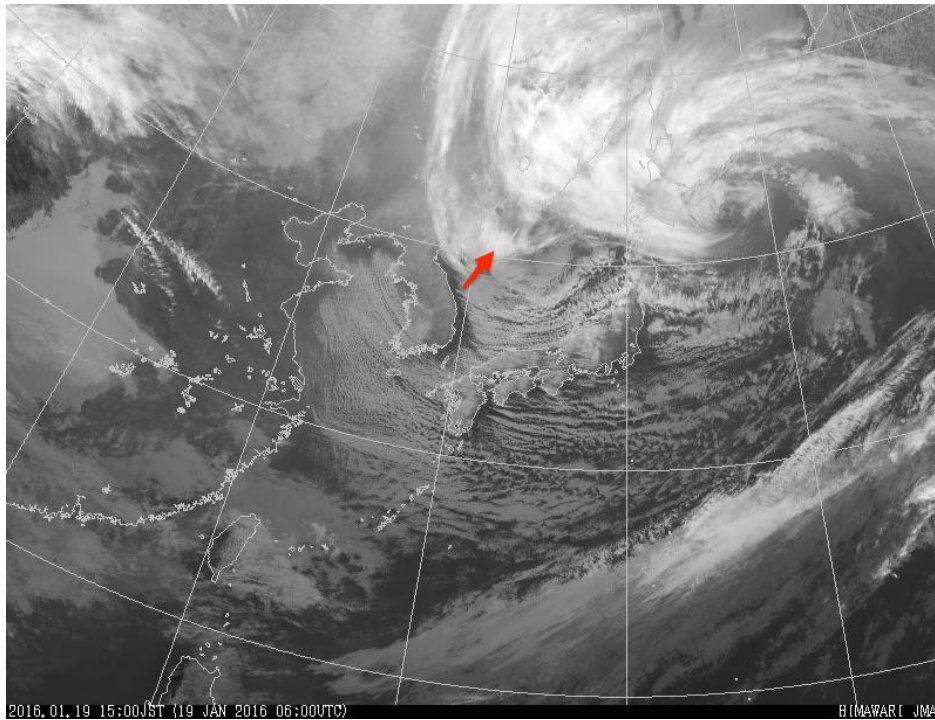


Рис. 2. Спутниковый снимок облачности в инфракрасном диапазоне над Японским морем за 06 ВСВ 19 января 2016 года по данным Японского Метеорологического Агентства.

Вторичный мезоциклон отмечен красной стрелкой

При детальном исследовании этого случая были выявлены особенности развития и прохождения пары «основной южный циклон – вторичный мезоциклон». В процессе развития основного южного циклона имело место вторжение очень холодного арктического воздуха в тыловую часть основного циклона на тёплую морскую поверхность. Понижение температуры воздуха на побережье и северо-западной акватории Японского моря за период 17-20 января составило около 10 градусов. Причиной резкой интенсификации, т.е. «взрывного» развития основного южного циклона послужила повышенная положительная термическая аномальность поверхностных вод северо-западной части Японского моря. Анализ спутниковых данных показал, что зарождение вторичного мезоциклона происходило непосредственно над областью тёплой воды.

Южные циклоны подобного рода наблюдаются постоянно в этом районе в это время года, но мезоциклоны такой силы возникают редко. Был проведён численный эксперимент с атмосферной мезомасштабной моделью WRF-ДВНИГМИ с пространственным шагом 15 км. В начале эксперимента температура поверхностных вод Японского моря была понижена до 2С в северной части, и до 5С – в южной части моря. На рис.3а (3б) показаны результаты эксперимента (контрольного расчета без изменения температуры поверхности во-

ды). Видно, что в случае холодного моря вторичный мезоциклон не образуется, а характерный мезофронт, выраженный в поле осадков – отсутствует.

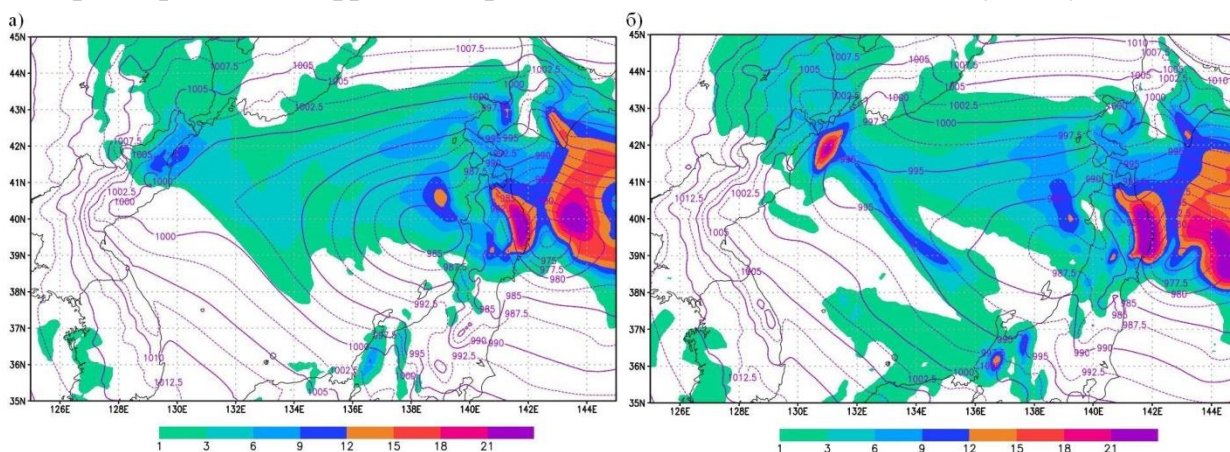


Рис. 3. Рассчитанное моделью WRF поле приземного давления на уровне моря и трёхчасовые накопленные осадки на 12 ВСВ 18 января 2016 г (прогноз от 00 ВСВ 17 января) в период развития пары «южный циклон – вторичный мезоциклон - с понижением температуры (а) и без понижения температуры (б) поверхностных вод в Японском море

Таким образом, подтверждается предположение о том, что повышенная положительная термическая аномалия поверхностных вод северо-западной части Японского моря явилась существенным фактором «взрывного» развития южного циклона.

## ПРИМЕНЕНИЕ НЕЙРОСЕТЕВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ ВЫЧИСЛЕНИЯ ПОТОКОВ СУММАРНОЙ СОЛНЕЧНОЙ РАДИАЦИИ

Куляшова З.В., Николаев А.А.

Казанский федеральный университет, Казань, Россия

*Aleksandr.Nikolaev@kpfu.ru*

Солнечная радиация является основным фактором для многих физических, химических и биологических процессов на земной поверхности. Однако данные о потоках солнечной радиации не всегда доступны по целому ряду причин: отсутствие метеостанций или проведения актинометрических наблюдений на них. Расстояния между ближайшими станциями актинометрической сети обычно измеряют сотнями, а иногда и тысячами километров [1].

В связи с этим возникает необходимость получения требуемых данных о радиационном режиме с помощью расчетных методов. Применение этих методов оказывается возможным благодаря тому, что основные характеристики



солнечного режима связаны как между собой, так и с важнейшими метеорологическими характеристиками. Существование таких зависимостей позволяет рассчитывать большую часть отдельных характеристик радиационного режима или их совокупность по метеорологическим данным и некоторому минимальному количеству актинометрических данных [2]. Целью такого моделирования является расчет зависимости сумм солнечной радиации, приходящей на земную поверхность, от географической широты места, метеорологических факторов, дня года, времени суток и угла наклона поверхности. Широкое применение для этих целей нашли модели, основанные на использовании искусственных нейронных сетей (ИНС).

Многочисленные исследователи разработали множество эмпирических моделей основанных на использовании ИНС, которые определяют связь между солнечной радиацией и различными метеорологическими параметрами [3, 4]. Эти модели могут быть в основном разделены на четыре следующие категории на основе используемых метеорологических параметров:

- 1) модели на основе продолжительности солнечного сияния;
- 2) модели на основе облачности;
- 3) модели на основе температуры воздуха;

4) модели на основе других метеорологических параметров. Среди таких метеорологических параметров характеристики ветра, атмосферное давление, количество атмосферных осадков, относительная влажность воздуха;

5) смешанные модели, использующие в качестве входных данных различные метеорологические параметры.

Для вычислений потоков солнечной радиации, при помощи ИНС, использовались наблюдения метеорологической обсерватории Казань-Университет по следующим параметрам: температура воздуха ( $^{\circ}\text{C}$ ), температура почвы ( $^{\circ}\text{C}$ ), относительная влажность (%), облачность (балл), состояния диска Солнца и суммарная солнечная радиация за 12 часовой срок.

В настоящем исследовании, рассматривались десять ИНС-моделей, в качестве входных параметров использующих:

- Модель 1 – состояние диска солнца и количество общей облачности;
- Модель 2 – состояние диска солнца и температуру почвы;
- Модель 3 – состояние диска солнца и температуру воздуха;
- Модель 4 – состояние диска солнца и относительную влажность;
- Модель 5 – количество облачности и температуру почвы;
- Модель 6 – количество облачности и температуру воздуха;
- Модель 7 – количество облачности и относительную влажность;



Модель 8 – температуру воздуха и температуру почвы;  
Модель 9 – температуру почвы и относительную влажность;  
Модель 10 – температуру воздуха и относительную влажность.

Модели для обучения настраивались следующим образом: устанавливались минимальные значения скрытых нейронов – в нашем случае 2 и максимальные – 10. Выбирались функции активации для скрытых и выходных нейронов: тождественная, логическая, гиперболическая и экспонента.

Далее осуществлялся процесс обучения, в результате которого из 50 сетей, выбирались 10 наилучших.

Лучший результат показали модели с таким параметром на входе как состояние диска Солнца. Так для модели №2 средняя производительность составила 0,88, средняя ошибка обучения 0,0125. А коэффициент детерминации изменяется от 0,82 до 0,91 в зависимости от числа скрытых нейронов.

Несколько меньшую производительность показали модели №3 и №4 – 0,878 и 0,813 соответственно. При этом коэффициент детерминации этих моделей меньше чем у модели №2 и равен 0,82 и 0,75 соответственно.

Нужно отметить, что у моделей №1-4 есть существенный недостаток. Одним из входных параметров этих моделей является состояние диска солнца, наблюдения, за которым проводятся лишь в редких случаях. Это делает использование таких моделей затруднительным.

В качестве входных параметров в моделях №5-10 используются достаточно распространённые метеорологические величины.

Следует отметить, что все шесть моделей показали практически одинаковую производительность обучения 0,67-0,71, но при этом коэффициент детерминации у них сильно варьируется от 0,54 для модели №5 и до 0,46 для модели №8.

Приведенные результаты свидетельствуют, что применение нейросетевых технологий для решения прикладных климатических задач, связанных с обработкой информации и построением моделей, является перспективным направлением исследований.

Анализ полученных результатов позволяет сказать, что аппарат ИНС может давать довольно хорошие результаты при прогнозировании потоков солнечной радиации.

#### Литература

1. *Переведенцев Ю.П.* Климатические ресурсы солнечной радиации и ветра на территории Среднего Поволжья и возможности их использования в энергетике / Ю.П. Переведенцев, А.А. Николаев. – Казань: Отечество, 2002. – 122 с.

2. Николаев А.А. Косвенные методы расчета характеристик солнечной радиации // Вестник Удмуртского университета. Серия 6: Биология. Науки о Земле, 2013. — Вып. 1.

3. Fariba B. Empirical models for estimating global solar radiation: A review and case study / B. Fariba, A. Ali, R. Ahmad // Renewable and Sustainable Energy Reviews, 21(2013). – pp. 798–821.

4. Rehman S. Artificial neural network estimation of global solar radiation using air temperature and relative humidity / S. Rehman, M. Mohandes // Energy Policy, 2008. – 63. – pp. 571–576.

## СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА КОНТИНЕНТАЛЬНОСТИ КЛИМАТА САРАТОВА И САНКТ-ПЕТЕРБУРГА НА ФОНЕ ГЛОБАЛЬНОГО ПОТЕПЛЕНИЯ

Лапина С.Н.

Саратовский государственный университет им. Н.Г. Чернышевского,

Саратов, Россия

*kafmeteo@sgu.ru*

Существует ряд способов, с помощью которых получены разные индексы (показатели) континентальности, являющиеся функцией годовой амплитуды температуры воздуха ( $A$ ), широты места ( $\varphi$ ) и выражаются числовыми значениями в % [1]. Наиболее известны:

Показатель Л.А. Горчинского:

$$K = \frac{1,7A}{\sin\varphi} - 20,4;$$

Несколько измененный индекс континентальности предложен С.П. Хромовым:

$$K = \frac{A - 5,4\sin\varphi}{A} \cdot 100\%;$$

Индекс Н.Н. Иванова, где кроме годовой амплитуды  $A$ , включена суточная амплитуда температуры  $\alpha$  и дефицит влажности  $D$ :

$$K = \frac{A + \alpha + 0,25D}{0,36\varphi + 14} \cdot 100;$$

В последние годы появилось ряд работ, в которых предлагаются региональные индексы континентальности [2]. Так у Харламовой Н.Ф. индекс континентальности для территории Алтая представляет модификацию индекса Хромова С.П. с учетом влагообеспеченности:

$$ИК_{\text{рег}} = \frac{A - 5,4\sin\varphi}{A} \cdot \frac{OC_{\text{тепл}}}{10} \cdot 100\%;$$

где  $OC$  - среднеголетняя сумма осадков теплого периода (апрель-октябрь).

В некоторых работах даже предлагается учитывать при оценке континентальности климата накопление парниковых газов [3].

В данном исследовании на фоне глобального потепления климата рассмотрена и оценена степень континентальности климата в Саратове и Санкт-Петербурге.

О том, что потепление проходило практически на всей ЕТР говорит повышение среднегодовых температур как в Саратове, так и в Санкт-Петербурге (табл. 1) [4, 5].

*Таблица 1*

Среднегодовые значения температуры в различные периоды в Саратове и Санкт-Петербурге

Саратов		Санкт-Петербург	
Годы	значение температур, °С	годы	значение температур, °С
1881-1960	4,9	1960-1969	4,3
1912-1980	5,3	1970-1980	5,0
1931-1960	6,1	1981-1990	5,4
1981-2011	6,8	1991-2000	5,7
1981-2016	7,3	2001-2009	6,2

В Саратове разница годовой температуры за рассматриваемые периоды составила 2,4°, в Санкт-Петербурге 1,9° в сторону повышения. Как известно, повышение среднегодовых температур, особенно в конце 20 начале 21 века происходит за счет теплых зим.

На фоне роста значений среднегодовых и зимних температур рассчитаны показатели континентальности климата двумя способами по Саратову и Санкт-Петербургу (табл. 2, 3) в разные временные периоды.

*Таблица 2*

Значение индексов континентальности климата для Саратова

Периоды, годы	Годовая амплитуда температуры, °С	Показатель Л.А. Горчинского, %	Показатель С.П. Хромова, %
1881-1960	33,4	52,4	87
1912-1980	32,8	51,0	87
1961-1990	32,0	49,3	86
1912-2011	32,0	49,3	86
1981-2011	30,7	46,5	85

*Таблица 3*

Значение индексов континентальности климата для Санкт-Петербурга

Периоды, годы	Годовая амплитуда температуры, °С	Показатель Л.А. Горчинского, %	Показатель С.П. Хромова, %
1752-1780	29,0	41	84
1811-1840	27,1	37	82
1901-1930	25,3	33	81
1991-2009	24,4	31	80

Как видно, и в Саратове, и в Санкт-Петербурге прослеживается снижение степени континентальности климата при расчете обеими способами, т.е. значения индексов континентальности к 21 веку уменьшаются. В свою очередь показания индексов отражают уменьшение годовой амплитуды температуры. В Саратове амплитуда к 21 веку составила 30,7° вместо 33,4° в конце 19 века, в Санкт-Петербурге соответственно 24° вместо 29°.

Числовые значения индексов континентальности в Санкт-Петербурге меньше, чем в Саратове при расчете по Хромову к 21 веку на 5%, а при расчете по Горчинскому на 15%.

Следует обратить внимание, что при оценке степени континентальности климата более чувствительным оказался показатель Горчинского. Разница в значениях индекса между крайними датами рассматриваемых периодов по Горчинскому для Саратова составила 6%, по Хромову 2%, для Санкт-Петербурга соответственно 10% и 4%.

#### Литература

1. Хромов С.Н. Метеорология и климатология / С.Н. Хромов, М.А. Петросянц. – М.: Изд-во МГУ, 2001. – С.205–213.
2. Харламова Н.Ф. Оценка и прогноз современных изменений климата Алтайского региона / – Барнаул, 2012. – С. 12-13.
3. Шерстюков Б.Г. Региональные и сезонные закономерности изменений современного климата ГУ «ВНИИГМИ-МЦД» / – Обнинск, 2008. – С. 108–119.
4. Иванова Г.Ф. Изменение климатических норм за столетний период наблюдений в Саратове / Г.Ф. Иванова, Н.Г. Левицкая // Труды второй Всероссийской научной конференции с международным участием. – Казань: Изд-во «Отечество», 2013. – Т. 2. – С. 80–82.
5. Климат Санкт-Петербурга и его изменения / – Санкт-Петербург: Государственное учреждение «Главная геофизическая обсерватория». – С. 210–256.

### **МОНИТОРИНГ ПАРНИКОВЫХ ГАЗОВ НА НИС «ЛЕДОВАЯ БАЗА ”МЫС БАРАНОВА”»**

Лоскутова М.А., Макштас А.П.

ФГБУ Арктический и антарктический научно-исследовательский институт, Санкт-Петербург, Россия

*sofoniba614@gmail.com*

В 2004 году вышел четвертый доклад Межправительственной Группы Экспертов по Изменению Климата (МГЭИК), в котором утверждалось, что за последнее столетие средняя температура приземного слоя атмосферы Земли повысилась на 0,74°С. Главной причиной происходящего считается антропогенная деятельность, в результате которой увеличивается количество парнико-

вых газов в атмосфере. Арктический регион является одним из основных районов источников парниковых газов вследствие большого объема биомассы, запасов углерода в почве и обширных заболоченных пространств. При таянии многолетнемерзлого грунта в атмосферные химические реакции могут вступить большие запасы ранее законсервированного органического вещества, что приведет к образованию метана и углекислого газа. Увеличение концентраций парниковых газов может привести к малопредсказуемым последствиям и перестройке установившихся биогеохимических циклов, поэтому мировое научное сообщество сейчас уделяет особое внимание их мониторингу.

По итогам Международного Полярного года (2007 – 2008 гг.) был реализован проект «Международная система наблюдений атмосферы в Арктике», в который в рамках сотрудничества Росгидромета, РАН и NOAA вошла российская гидрометеорологическая станция Тикси. С июня 2013 года ведутся работы по техническому оснащению НИС «Ледовая база мыс Баранова», расположенному на о. Большевик (архипелаг Северная Земля), с целью также ввести его в данный проект [1].

Цель настоящего исследования – мониторинг парниковых газов на НИС «Ледовая база Мыс Баранова». Для измерений концентраций метана, углекислого и угарного газов, водяного пара в атмосфере использован лазерный газоанализатор G2401 Picarro. В основу процесса измерения концентраций положен принцип инфракрасного поглощения, что позволяет получить высокую чувствительность и малое время отклика при отборе проб. В 2014 – 2016 годах отбор атмосферного воздуха производился рядом с лабораторией для специальных метеорологических наблюдений на высоте десяти метров. Атмосферный воздух при помощи насосов непрерывно пропускаться через газоанализатор, показания фиксировались ежеминутно и сохранялись в компьютерной базе данных [2].

На сегодняшний день Научный стационар «Ледовая база “Мыс Баранова”» располагает набором данных по концентрациям парниковых газов (углекислый газ, угарный газ, метан и водяной пар) за период с ноября 2015 по январь 2017 года. Показания газоанализаторов атмосферного воздуха на базе фиксируются ежеминутно, что неприемлемо для анализа временной изменчивости рядов и ставит задачу получения среднечасовых значений концентраций. Помимо этого, в непосредственной близости с пунктом измерений расположены дизельные установки, которые при соответствующих направлениях ветра и его малых скоростях вносят погрешность в измерения, которые следует забраковать. На рис. 2 обозначен сектор с расположением дизельных установок, дан-

ные из которого необходимо исключить при соответствующем направлении ветра.

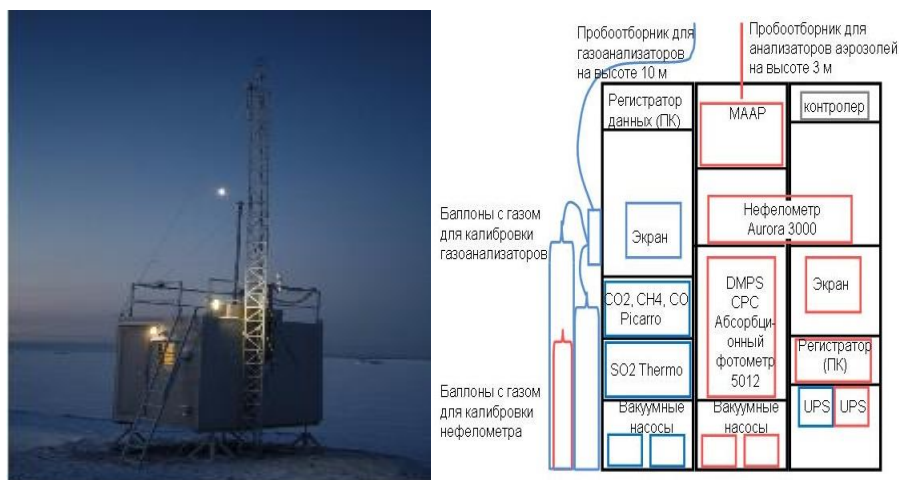


Рис. 1. Бокс для установки датчиков (слева) и блок-схема измерительного комплекса (справа), установленного на НИС «Ледовая база «Мыс Баранова»

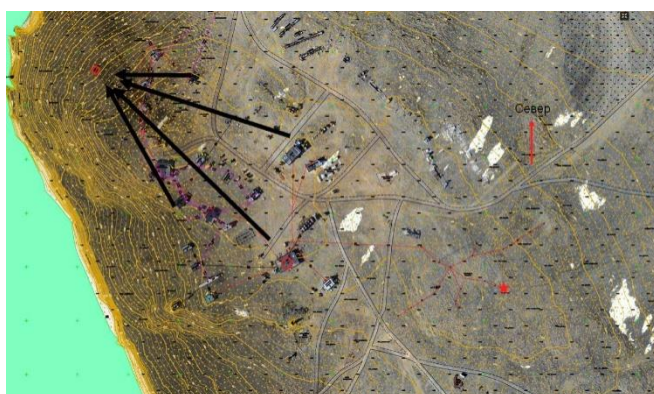


Рис. 2. Расположение павильона измерений (круг вверху в правом углу) и сектора с дизельными электростанциями, вносящими погрешности в измерения концентраций

Для решения поставленных задач была написана программа на языке FORTRAN. Поставлено два условия, при которых данные измерений концентраций парниковых газов считаются недостоверными и не подлежат обработке. Во-первых, это направление ветра из сектора с дизельными электростанциями (от  $95^\circ$  до  $145^\circ$ ), во-вторых – скорость ветра менее 1 м/с (при отсутствии турбулентного перемешивания фоновые концентрации завышены на станции и в ее окрестностях). При выполнении этих условий данные по концентрациям парниковых газов не использовались для дальнейшего анализа. Среднечасовые значения концентраций рассчитывались как среднеарифметическое из ежеминутных данных, при этом, если ветер в течение часа менял направление и дул

из загрязняющего сектора менее получаса, то среднечасовое значение вычислялось по оставшимся данным, в противном случае среднечасовое не рассчитывалось.

В качестве примера на рисунке 3 представлен годовой ход среднечасовых значений углекислого газа CO<sub>2</sub> (1 ноября 2015 года – 31 октября 2016 года). Максимальное значение ряда приходится на 13 января 2016 года и составляет 414,776 ppm, минимальное – 387,193 ppm 22 августа 2016 года. Прослеживается закономерность возрастания концентрации в зимнее время, когда велика эмиссия CO<sub>2</sub> с поверхности льда [3].

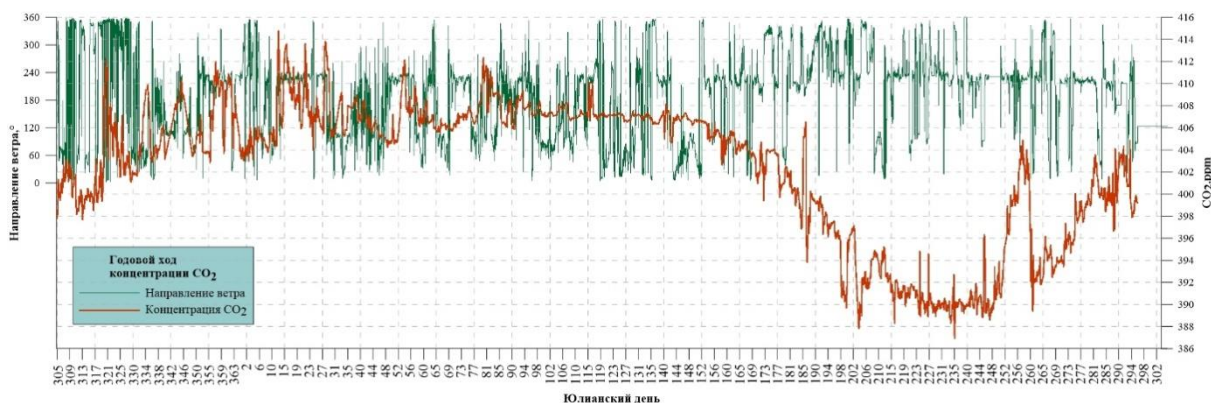


Рис. 3. Сезонная изменчивость концентраций углекислого газа

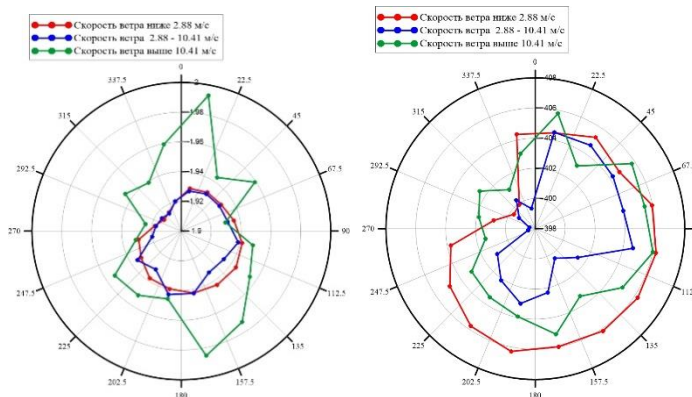


Рис. 4. Распределение концентраций метана CH<sub>4</sub> (слева) и углекислого газа CO<sub>2</sub> (справа), осредненных по 16 секторам, при разных скоростях ветра

Изучение регионального переноса газов на станции осуществлено посредством построения распределений осредненных концентраций метана и углекислого газа по 16 секторам за год. Также было выделено три группы скорости ветра с использованием квартильного анализа. Нижний квартиль составил 2,88 м/с, верхний – 10,41 м/с. Как и ожидалось, при малых скоростях ветра концентрации обоих газов распределены почти равномерно (что подтверждает необходимость фильтрации данных при скорости менее 1 м/с). Наибольшие



значения наблюдаются в островной (западное и юго-западное направления) и материковой (южное направление) частях. Однако пока остается неясным, с чем связаны повышенные значения концентраций газов в секторе  $0 - 22,5^\circ$ . В этом направлении следует обратить внимание на наличие локальных либо антропогенных источников.

В планах дальнейшего мониторинга – изучение влияния регионального переноса с привлечением траекторной модели HYSPLIT и выявление локальных источников, а также связь накопления газов в приземном слое с наблюдаемой стратификацией.

#### Литература

1. Решетников А.И. Результаты мониторинга основных парниковых газов на арктических станциях Росгидромета / А.И. Решетников, А.В. Зинченко, Н.Н. Парамонова, В.И. Привалов, В.М. Ивахов, К.М. Казакова // Труды Главной Геофизической Обсерватории им. А.И. Воейкова. – 2011. – Вып. 564. – С. 223- 240.

2. Макштас А.П. Российско-финские исследования характеристик аэрозоля и парниковых газов в приземном слое атмосферы на НИС «Ледовая база “Мыс Баранова”» / А.П. Макштас, Т. Лаурилла, Э. Асми, В.Ю. Кустов, В.В. Мовчан // Российские полярные исследования. – 2015. – Вып. 4 (22). – С. 29 - 30.

3. Недашковский А.П. Эмиссия  $\text{CO}_2$  при образовании арктического морского льда / А.П. Недашковский, А.П. Макштас // Проблемы Арктики и Антарктики. – 2010. – Вып. 86. – С. 35 – 44.

## **КЛИМАТИЧЕСКИЕ РЕСУРСЫ КУРСКОЙ ОБЛАСТИ: ДИНАМИКА ИЛИ СТАБИЛЬНОСТЬ.**

Лукашова О.П.

Курский государственный университет, Курск, Россия

*olga\_lukashova@mail.ru*

*Климатическими ресурсами* называют неисчерпаемые природные ресурсы, включающие в себя солнечную энергию, влагу и энергию ветра. Их не потребляют непосредственно в материальной и нематериальной деятельности люди, не уничтожают в процессе использования, но они могут ухудшаться (например, загрязняться) или улучшаться (например, рост полезных показателей). Климатическими их называют потому, что они определяются, прежде всего, теми или иными особенностями климата.

Климатические условия являются жизненно необходимыми сложными комплексами природных ресурсов. При их рассмотрении выделяют два понятия: климатическая система и собственно климатический ресурс. В учебном пособии «Глобальное изменение климата и экономическое развитие» дается определение климатической системы как комплексного показателя, определя-



ющего целостность географической оболочки»: «Климатическая система, как совокупность взаимодействующих друг с другом компонентов - атмосферы, гидросферы, криосферы, деятельного слоя суши и биосферы – и происходящих в них процессов, обуславливает саму возможность существования биосферы и человека и, соответственно, является глобальным универсальным первичным незаменимым, практически безальтернативным, ресурсом жизнеобеспечения» [1]. На физические процессы и законы, определяющие ее функционирование, человеческая деятельность не может повлиять. И в этом смысле климатическая система как процесс является неисчерпаемым в сверхдолгосрочной перспективе природным ресурсом [1].

Однако человеческая деятельность может влиять (и уже влияет) на состояние компонентов климатической системы, например, на состояние почвы в условиях малоснежных зим, на снижение биопродуктивности при увеличении содержания диоксида серы и углекислого газа в атмосфере и др. Это влияние распространяется и на климатические условия или климат, складывающиеся как в целом на планете, так и в отдельных регионах. Таким образом, компоненты глобальной климатической системы и порождаемые происходящими в них процессами глобальный и региональный климат или климатические условия, сохраняя за собой функцию жизнеобеспечения, становятся под действием антропогенных факторов (человеческой деятельности) исчерпаемыми или частично невозобновляемыми ресурсами в долгосрочной перспективе. Поэтому проблема изучения климатических ресурсов становится особо актуальной для прогнозирования устойчивого роста экономики региона [1].

Изучению климатических изменений в прошлом, настоящем и будущем в нашей стране и за рубежом уделяется серьезное внимание. Интерес к проблеме обострился во второй половине XX века, когда мировая метеорологическая сеть зафиксировала глобальное потепление климата, теоретически предсказанное ранее российским академиком М.И. Будыко.

Структура интегральных климатических ресурсов Курской области и сопредельных территорий представлена в табл. 1

Таблица 1

Составляющая (% от КРП) интегральных климатических ресурсов Черно-  
земья

Субъект РФ	строительно-климатические ресурсы	КР коммунального хозяйства	транспортно-климатические ресурсы	биоклиматические ресурсы	агроклиматические ресурсы	энерго-климатические ресурсы	нефтегазовые климатические ресурсы	лесохозяйственные КР	интегральный КРП у.е.
Белгородская	12.2	12.1	10,9	11.5	16.3	12.1	13.6	11.3	12.0
Воронежская	12.7	12.3	11.5	11.5	15.8	10.9	13.7	11.5	11.8
Курская	12.5	12.5	10,4	12.0	16.7	10.0	13.3	12.6	11.8

Для территории Курской области, агроклиматические ресурсы играют наиболее значимую роль, так как сельскохозяйственное производство занимает ключевые секторы в экономике региона.

В настоящее время в агроклиматических исследованиях определилась новая направленность: агроклиматические ресурсы оцениваются как климатические возможности, которые имеет какая-либо территория для получения сельскохозяйственной продукции. Формой предоставления агроклиматических ресурсов являются сведения о продуктивности культур в зависимости от климатических особенностей территории.

В географическом изучении агроклиматических ресурсов большой интерес представляет агроклиматическое районирование. С позиции агроклиматического районирования Курская область относится к умеренному поясу, где теплообеспеченность изменяется в пределах от 2000 до 4000 °С, а продолжительность вегетационного периода колеблется от 60 до 200 дней, что создает возможности для массового земледелия с широким набором культур. Этот пояс подразделяется на два подпояса – типично умеренный и теплоумеренный. Курская область относится ко второму подпоясу.

Оценка агроклиматических ресурсов происходит в условиях меняющегося климата и внедрения инновационных технологий в аграрном секторе. В нашем исследовании мы опирались на опубликованные данные, характеризующие характер глобального потепления. По мнению группы авторов (Переведенцев и др [2]) средняя глобальная температура воздуха у поверхности Земли повысилась за последнее столетие на 0,74°С вследствие различных причин, в т.ч. благодаря парниковому эффекту. За период с 1979 по 2005 г. ее прирост составил 0,46°С (более 60%). Возрастание температуры происходит неравномерно по поверхности Земли. Максимальный рост приземных температур отмеча-

ется в средних и субполярных широтах Северного полушария над континентами, где он достигает величин 1,7 и 2°С в столетие.

Этот же источник [2] отмечает, что за последние более чем 150 лет инструментальных наблюдений при общем весьма существенном, но достаточно неравномерном росте средней годовой температуры после похолоданий следовали более интенсивные потепления. Первое имело место с 1911 по 1940 гг. в результате среднегодовая температура северного полушария возросла на 0,51°С за 29 лет; второе – с 1972 по настоящее время. Хотя интенсивность его упала почти до нуля, тем не менее, оно продолжается уже более 40 лет, а величина повышения температуры за этот период приближается к 0,88°С [2].

Однако, для оценки агроклиматических ресурсов важно понимание уровня влагообеспеченности или влагонедостаточности территории. Мы рассмотрели это условия на основе гидротермического коэффициента. Он (гидротермический коэффициент увлажнения Селянинова) широко используется для общей оценки климата и выделения зон различного уровня влагообеспеченности с целью определения целесообразности выращивания тех или иных сельскохозяйственных культур.

Согласно Селянинову, северная граница степной полосы определяется изолинией  $K = 1$ . И территория Курской области расположена вблизи этой границы и, следовательно, испытывает на себе последствия даже незначительного изменения этого показателя.

Произведенное зонирование территории Курской области по величине природной влагообеспеченности [Смольянинов, Стародубцев 2011] позволило выделить три зоны с разными коэффициентами природной увлажненности земель (рис.1).

ГТК на исследуемой территории изменяется очень заметно. Север и северо-запад Курской области относится к избыточно-влажной зоне (ГТК > 1,5), центральная часть - к умеренно увлажненной (ГТК = 1,1-1,5), юг и юго-восток - к неустойчиво-влажной зоне (ГТК = 0,9-1,1).

Анализ показателей, определяющих величину показателя ГТК (табл.2) позволил определить, что в целом, значение коэффициента остается достаточно стабильным, несмотря на изменения суммы активных температур и количества осадков за вегетативный период.

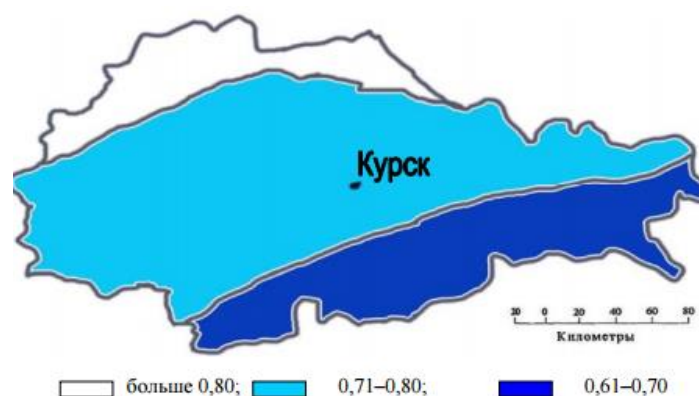


Рис. 1. Зоны Курской области с неодинаковой природной влагообеспеченностью

Таблица 2

Показатели ГТК и его определяющих в период 2007 – 2016гг. по станции Курск

Год	Сумма активных темп.	сумма осадков апр. – окт	ГТК							средний
			апрель	май	июнь	июль	август	сентябрь	октябрь	
2007	3136°C	340	0,5	0,6	0,8	2	0,9	0,4	0,4	0,8
2008	3167°C	378	0,9	4,0	1,3	0,9	1,5	0,7	0,6	1,6
2009	3143°C	411	0,6	1,0	1,5	1,2	1,8	0,5	1,2	1,1
2010	3636°C	134	0,5	1,2	0,6	0,7	0,6	1,0	2,4	0,9
2011	3052°C	320	0,5	1,3	0,8	1,2	0,9	0,7	1,4	1
2012	3402°C	342	0,7	0,8	0,9	1,2	0,9	1,8	0,9	1
2013	3116°C	378	0,9	0,6	1,2	1,2	1,6	1,0	1,4	1,1
2014	3432°C	328	0,5	0,6	0,8	1,1	1,8	1,1	1,5	1
2015	3254°C	360	0,7	0,6	1,0	1,2	0,9	1,2	1,4	1
2016	2981°C	428	0,6	0,9	1,8	1,2	1,9	2,7	2,6	1,6

Минимальные значения ГТК совпадают с периодом минимального количества осадков и максимальных температур. В июле-августе значение гидро-термического коэффициента было минимальным в период 2008 и 2010гг. Максимальный показатель этого периода 2009г. и 2013 – 2016гг. Дефицит влажности в июле-августе 2010 г. был максимальным за последние 10 лет. Значения превышали средние показатели в 2008 и 2016 гг. Сравнение с фоновыми значениями показывает, что за исследуемый период в центральной части области произошло снижение показателей от умеренно-влажной зоны к неустойчиво влажной зоне.

Таким образом, отдельные показатели климатических ресурсов (температура) имеют тенденцию к росту, а отдельные (природная влагообеспеченность) – к снижению.

## Литература

1. Глобальное изменение климата и экономическое развитие. Учебное пособие. - URL: <http://www.studfiles.ru/preview/3300649/> (Дата обращения 25.03.2017г).
2. *Переведенцев Ю.П.* Изменения климатических условий и ресурсов Среднего Поволжья: учебное пособие по региональной климатологии / Ю.П. Переведенцев, М.А. Верещагин, К.М. Шанталинский, Э.П. Наумов, Ю.Г. Хабутдинов [и др.]; науч. ред. Э.П. Наумов. – Казань: Центр инновационных технологий, 2011. – 296 с.
3. *Лебедева М.Г., Крымская О.В.* Экология региона. Ч.3. Экологическая климатология и климатические ресурсы Центрально-Черноземного региона. Учебное пособие. / Под ред. А.Н.Петина. – Белгород: Изд-во БелГУ, 2008. – 196с.
4. *Смольянинов В.М.* Комплексная мелиорация и орошение земель в Центрально – Черноземном регионе: Состояние, условия развития / В.М. Смольянинов, П.П. Стародубцев // – Воронеж: Истоки, 2011. – 179 с.

## **ИЗМЕНЕНИЕ КЛИМАТА ЗАПОЛЯРНЫХ ТЕРРИТОРИЙ СИБИРИ И ЕГО ВЛИЯНИЕ НА ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТЬ НАСЕЛЕНИЯ**

Максютова Е.В., Башалханова Л.Б.

Институт географии им. В.Б. Сочавы СО РАН, Иркутск, Россия

*emaksyutova@yandex.ru*

Климат заполярных территорий Сибири, севернее Полярного круга, предопределяет крайне неблагоприятные климатические условия для жизнедеятельности населения. Соотношение избыточного увлажнения и недостатка тепла способствуют здесь формированию арктических пустынь, тундры и лесотундры, а к востоку от 80° в.д. распространением и северо-таежных ландшафтов [1, 2]. Жизнь и деятельность населения происходит под воздействием продолжительного (около полугода) периода ультрафиолетового голодания и нарушения смены светового дня, низких температур воздуха в сочетании с частой повторяемостью высоких скоростей ветра и резких погодно-климатических контрастов. По совокупности факторов, оказывающих наиболее существенное воздействие на человека, заполярные территории Сибири в границах арктических пустынь, тундры и лесотундры отличается крайне жестким уровнем дискомфорта, в границах северо-таежных ландшафтов – жестким. Колебания температурного режима последних десятилетий являются одним из важнейших составляющих теплообмена организма человека с внешней средой.

В работе проведен анализ изменений температуры воздуха и скорости ветра заполярных территорий Сибири в последние десятилетия 1981-2010 гг. и их влияние на условия жизнедеятельности населения.

Выявлены тенденции в изменении числа дней с низкими температурами в отдельные месяцы. Были использованы данные суточного разрешения [3,

<http://meteo.ru/data/>] для определения числа дней со среднесуточными температурами воздуха в различных пределах:  $\leq -5$ ,  $\geq 5$ ,  $\geq 10$ ,  $\leq -25$ ,  $\leq -30$  °С, с которыми условно связывают продолжительность сезонов (соответственно зимнего, вегетационного, летнего), а также всевозможных проблем связанных как с ограничением пребывания человека на открытом воздухе, так и эксплуатацией техники из-за увеличения числа поломок при низких температурах. При применении регрессионного анализа использованы оценки статистической значимости изменения на 5%-м уровне.

Рост температуры в целом за год обусловлен преимущественно сокращением низкотемпературного периода. Наибольшие скорости повышения годовых температур (до 1,2°С за 10 лет) отмечаются на территории арктических пустынь.

Колебания температуры воздуха по месяцам и средние числа дней со среднесуточными температурами воздуха в различных пределах имеют сложную пространственно-временную структуру. Прослеживается уменьшение числа дней с температурой воздуха ниже -5°С и числа дней с низкими температурами в отдельные месяцы, при этом колебания в различных ландшафтах происходят в основном в пределах 1-3 дней за 10 лет. Большинство значимых изменений числа дней с низкими температурами отмечаются на островных станциях, расположенных к северу от 79° с.ш. (ст. Визе, Голомянный).

Изменения числа дней с положительными температурами наиболее выражены к востоку от 80° в.д. Для некоторых станций, расположенных в тундровых и лесотундровых, а также северо-таежных ландшафтах отмечается увеличение числа дней с  $t > 5$  и с  $t > 10$  °С в отдельные месяцы, в основном в июне и августе со скоростью 1-3 дня за 10 лет.

При сравнении отклонений числа дней с отрицательными температурами за период 1981-2010 гг. с многолетними данными [4] на всей территории продолжительность зимы изменилась на 1-4 дня (на 1-2 % от средних многолетних), число дней с температурой ниже -25 °С преимущественно уменьшилось до 2-7%. Несмотря на ощутимое сокращение низкотемпературного периода (ниже -30 °С) до 17% к востоку от 80° в.д., среднемесячная температура воздуха с декабря по февраль продолжает оставаться ниже -25°С и изменяется от -25,1°С (Дудинка, декабрь) до -45,4°С (Верхоянск, январь). Таким образом, период ниже -25°С – важнейшая составляющая условий проживания населения, в процессе воздействия температурных колебаний 1981-2010 гг. остается в пределах многолетних величин.

Исключение составляют территории к западу от 80° в.д. с более высокими температурами, например, Марресаля; Новый Порт (в декабре: -18,3; -21,2°C; в январе: -20,9; -23,9°C; феврале: -22,0; -24,7°C; в марте: -17,3; -18,4°C соответственно). Однако на этих территориях ведущее влияние на условия теплового состояния человека имеет ветровой режим.

Для оценки влияния ветрового фактора были использованы данные наблюдений за средней скоростью ветра в срок ближайший к 13 ч. местного времени, которым можно характеризовать скорость ветра в течение дня [5, <http://meteo.ru/data>]. Выявленное повышение средних месячных температур, а также некоторое уменьшение ветровой активности способствуют снижению показателя Арнольди на 0,2-4,5 единицы в январе и на 0,3-6,9 единицы в марте. Но период с высокими показателями остается прежним (с декабря по март).

Снижение ветровой активности может изменить ситуацию, но ожидать существенных перемен в пределах 60-80° в. д. севернее Полярного круга на границе суша-океан сложно. Кроме того, характер современных температурных колебаний связывают с проявлением цикличности атмосферных процессов [6], что согласуется с постепенным уменьшением темпов роста температуры и снижением величин трендов (при продлении рядов наблюдений), особенно в зимние месяцы.

Таким образом, на данном этапе изменение среднемесячной температуры и скорости ветра не оказывает заметного влияния на снижение числа дней, ограничивающих и запрещающих проведение работ на открытом воздухе в дневные часы. Климатические условия проживания населения заполярных территорий Сибири остаются в пределах многолетних величин и характеризуются крайне жестким и жестким уровнями дискомфорта.

#### Литература

1. Будыко М.И. Климат и жизнь. – Л.: Гидрометеиздат, 1971. – 472 с.
2. Исаченко А.Г. Карта «Ландшафты» // Экологический атлас России: Изд-во ЗАО «Карта», 2002. – С. 6-7.
3. Булыгина О.Н. «Описание массива данных суточной температуры воздуха и количества осадков на метеорологических станциях России и бывшего СССР (ТТТТ)». Свидетельство о государственной регистрации базы данных № 2014620942 / О.Н. Булыгина, В.Н. Разуваев, Т.М. Александрова. – URL: <http://meteo.ru/data/162-temperature-precipitation#описание-массива-данных>
4. Справочник по климату СССР. – Л.: Гидрометеиздат, 1965–1967. – Вып. 17, 21-24, – ч. I–IV.
5. Булыгина О.Н. «Описание массива срочных данных об основных метеорологических параметрах на станциях России». Свидетельство о государственной регистрации базы данных № 2014620549 / О.Н. Булыгина, В.М. Веселов, В.Н. Разуваев,

Т.М. Александрова. – URL: <http://meteo.ru/data/163-basic-parameters#описание-массива-данных>

Б. Кононова Н.К. Классификация циркуляционных механизмов северного полушария по Б.Л. Дзержевскому. – М.: Воентехиниздат, 2009. – 372 с.

## **ANALYSIS AND ASSESSMENT OF REGULARITIES OF TEMPORARY CHANGES OF GROUND LAYER AIR TEMPERATURE (ON THE EXAMPLE OF GYUMRI CITY)**

Margaryan Varduhi

Yerevan State University, Yerevan, Armenia

*vmargaryan@ysu.am*

Air temperature is characteristics of situation on of links of climatic system, atmosphere. It is being determined by features of solar energy distribution on the earth surface, by the processes of interactions between links of climatic system. It is very important the role of air temperature in runoff formation, evaporation, ice events generation and disappearance, thermal and moisture circulation, in frosts, droughts and desertification processes also. The role of thermal regime is also very important in water requirement of agricultural crops and yield formation. So, clarifying and estimation of regularities of temporal distribution of air temperature has importance, especially for more accurate definition of thermal balance, for productive using of thermal resources.

So, the goal of this work was to clarify, analyze and estimate regularities of change dynamics of air temperature in Gyumri city.

For solving this task are collected clarified and analyzed results of actual observations of air temperature of Gyumri meteorological station which are being kept in Armhydromet. The theoretical basis for solving the tasks of research, in particular, are the research works about climate change and its effects' mitigation [1-4]. As a methodological basis used by our scientific work are characterization, analysis, statistical analysis, mathematical and correlation methods.

In the work are collected and worked out the results of actual observations of air temperature of Gyumri meteorological station, which are in table. 1.

The meteorological station of Gyumri (the height is 1523 m) locates in Gyumri city, which is the centre of Shirak marz of the Republic of Armenia. By the population (119,9 thousand inhabitants, 01.01.2014) and by his significance Gyumri is second city of the Republic of Armenia, after the capital Yerevan. The meteorological station of Gyumri founded in 1843, where meteorological continuous observations made since 1893. But in 1961 have been changed the place of meteorological square,



and in the result of it is broken the homogeneity of observations. So, in the work are discussed and analyzed actual data of observation for 1961-2015.

*Table 1*

Monthly and annual average values of air temperature  
of the meteorological station of Gyumri

Meteorological elements	Months												Year
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Average	-8,68	-7,17	-0,33	6,95	11,6	15,8	19,7	19,7	15,4	8,86	1,79	-5,01	6,56
Average maximum	-1,92	0,30	4,57	10,4	13,7	19,8	23,6	22,8	18,7	11,3	5,34	1,20	9,39
Average minimum	-15,7	-14,5	-6,20	3,40	9,14	13,1	16,9	16,8	12,7	4,04	-3,31	-11,7	4,66

In the studying territory the warmest months are July and August with monthly average temperature 19,7 °C, the coldest month is January - with monthly average temperature - 8,68 °C (table 1). According to annual average values of air temperature in Gyumri the coldest year was 1973, and the warmest year - 2010. 2010 was the warmest year in Armenia during all period of observations.

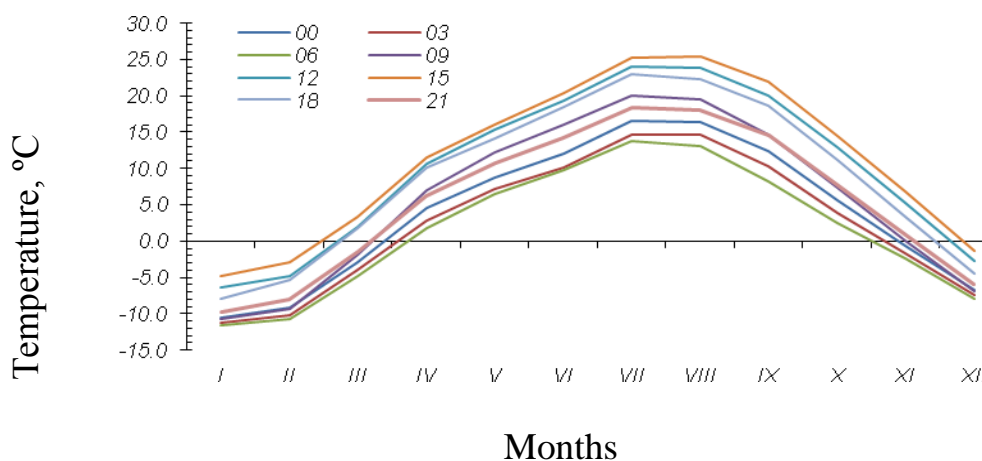


Fig. 1. Annual course of air temperature at the time of observation of meteorological station of Gyumri

The climate of Gyumri is continental, compared with warm summers and cold winters. Average annual amplitude of vibration of air temperature is 23,2-35,8°C, absolute amplitude - 50,8-68,9°C. In winter sometimes are strong frosts, minimum air temperature can decrease up to -36,0 °C. The winter is with a lot of snow and cold and occurs from December to March inclusively. The spring is short and cool. It occurs just one and half month. The summer is compared warm and on occurs from the beginning of June to the end of September. Autumn is warm too (fig. 1). Gyumri is one of the first in Armenia with the number of sunny days. Annual number of precipitation is 500 mm.

In the work have got the multifunctional correlation links ( $R=0,68$ ) between annual average ( $\bar{T}$ ) and absolute maximum ( $T_{\max}$ ) and absolute minimum ( $T_{\min}$ ) values of air temperature of Gyumri. This link can be shown with the following equation:  $\bar{T}=0,17T_{\max}+0,15T_{\min}+4,71$ . It gives possibility to calculate average annual air temperature in advance, if we have absolute minimum and maximum values.

There is close correlation relation ( $R=0,89$ ) also between annual average values of air temperature of surface layer and soil surface temperature of Gyumri (fig. 2). It give possibility to calculate any value characteristics of temperature having the value of another.

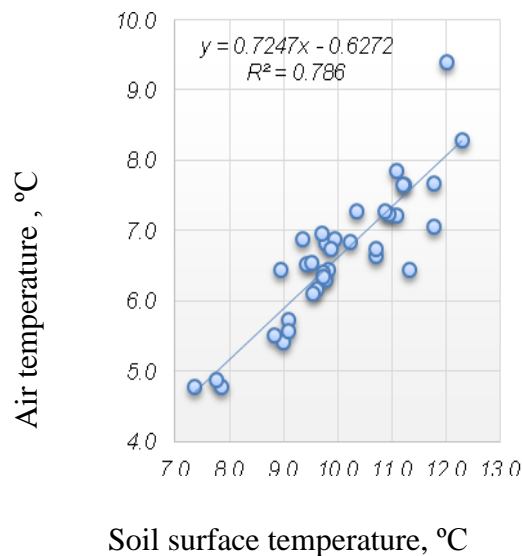


Fig. 2. Correlation link between average annual values of air and soil surface temperature

After researches became clear, that observes a tendency of increase of average annual and extreme values of air temperature of Gyumri city (fig. 3, 4). Such regularity characterize to other regions republic also [2-3, 5-7]. In the work have been studied the dynamics change of air temperature Gyumri city by months, which has the following view. Dynamics change of annual average monthly values of air temperature characterized by increased tendency, exception are only the values of December. So, in Gyumri during warm period is being waited increasing of dryness of climate, during cold period - softening and in December- increasing of cold weather.

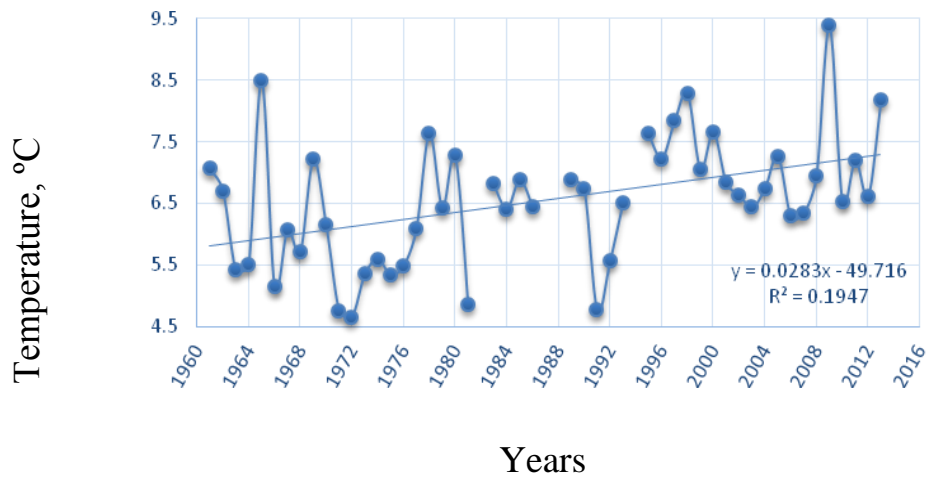


Fig. 3. Dynamics change of average annual values of air temperature of Gyumri

This change will have its inevitable consequence of a change in the balance of components of hydrothermal study area, of a violation of the ecological balance of natural ecosystems, as well as the social, environmental and economic development of the city. Consequently, to adapt to changing temperature needs an ecosystem approach, for mitigation – implementation of complex measures for adaptation.

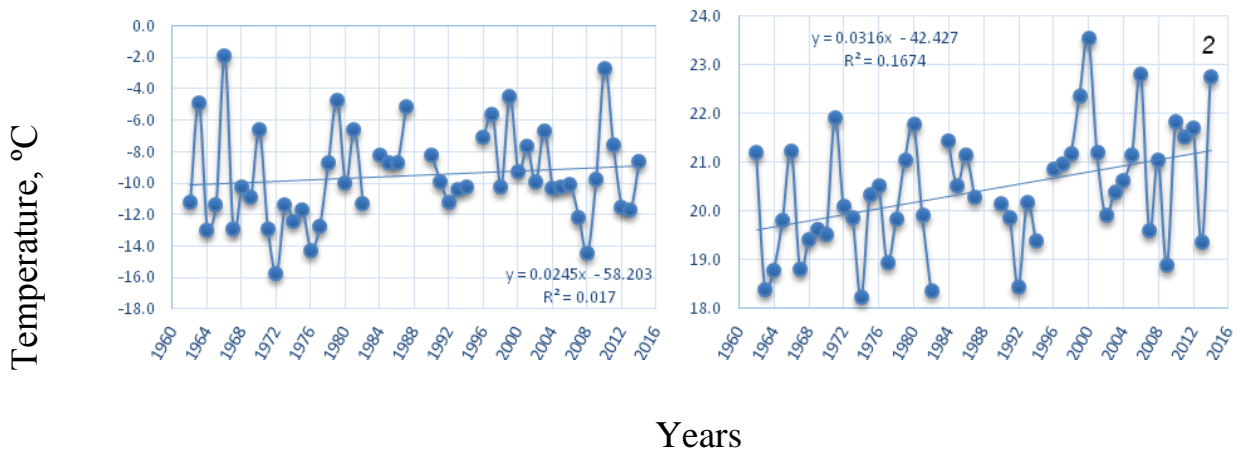


Fig. 4. Dynamics change of average minimum (1) and average maximum (2) air temperature of Gyumri

In the work tried define also the monthly average values of air temperature Gyumri in 2030, 2070, 2100, using the method of extrapolation. And the result is, if change process will be continue, the annual average values of air temperature will increase with comparison to now a day normal: in 2030 - 0,09 °C (1,37 %), in 2050 - 0,27 °C (4,12 %), in 2070 - 0,48 °C (7,32 %), in 2100 - 0,85 °C (13 %).

By the forecasts of ECHAMS, GFDL, GISSER, HadCM3 models in Armenia predicts annual increase of air temperature for 1,1-1,5 °C in 2011-2040, 2,0-3,0 °C in 2041-2070, and 3,5-5,5 °C – in 2071-2100 [3]. Changes of temperature in different regions of the territory of the Republic of Armenia and in different seasons have dif-

ferent tendency. In table 2 shown changes of seasonal and annual temperature in Shirak in 1961-1990 relatively average by PRECIS model [6].

So, estimation and management of air temperature dynamics change, also working out the ways of softening of impacts is necessary to make by local scale spatially in mountainous countries.

In the result of study became clear, that features and regularities of spatiotemporal distribution of air temperature depend on complex influence of physical-geographical and anthropogenic factors; in perennial observations notes a tendency of increase of annual average values of air temperature; providing of meteorological stations with modern equipment (especially automatic); inform to population about climate change; realization legal-organization, institutional, technical arrangements for adaptation of economy to new natural conditions and soften of climate change consequences.

#### References

1. *Margaryan V.G.* Regularities of spatiotemporal changes of air temperature in the Republic of Armenia // *Agrogitutyun*, № 7-8. Ministry of agriculture RA agrosience, ASRC CJSC, Yerevan, 2005. – p 361-367.
2. *Margaryan V.G.* Features of thermal regime of atmospheric air of Syunik in ground layer of atmosphere // *Scientific notes of the Yerevan State University*, № 1, Geology and geography. Yerevan, Publishing House of Yerevan State University, “Lusabats”, 2015. – p. 47-54.
3. 2013: Nowadays situation of climate services and perspectives of developing in Armenia. Ministry of Emergency Situations of the Republic of Armenia. State service of hydrometeorology and monitoring. Yerevan, 2013, 62 p.
4. *Vardanian T.G., Margaryan V.G.* Meteorology and climatology. Textbook for High Schools. Yerevan, Publishing house “Astghik Gratun”, 2014. – 532 p.
5. *Margaryan V.G., Vardanian T.G.* The estimation of extreme temperatures of atmospheric air in Armenia (on the pattern of Synik marz). Technological processing and information control of environmental protection of administrative region. The second international conference Programm & abstracts 22-24 October 2013, Yerevan, Armenia, 2013. – p. 22.
6. 2010: Second national message about climate change. By OON convention about climate change. Ministry of Nature Protection of RA. Ed. Vermishev. Yerevan, “Lusabats”. 2010, - 146 p.
7. *Vardanian T.G., Margaryan V.G.* The micro-climate formation significance of Akhourian water reservoir. In the book: Modern problems of reservoirs and their watersheds. Proceedings of the International scientific and practical conference (in three volumes). Volume I, Water Resources Management. Hydro- and geodynamic processes. - Perm, 2013. – p. 136-142.

## **ПРОЗРАЧНОСТЬ АТМОСФЕРЫ НА ТЕРРИТОРИИ РОССИИ: НАБЛЮДАЕМЫЕ КЛИМАТИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ**

Махоткин А.Н.<sup>1</sup>, Махоткина Е.Л.<sup>1</sup>, Плахина И.Н., Панкратова Н.В.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Главная геофизическая обсерватория им. А. И. Воейкова,  
Санкт-Петербург, Россия

<sup>2</sup> Институт физики атмосферы им. А. М. Обухова РАН, Москва, Россия  
*alex.makhotkin@gmail.com*

Известно, что изменения солнечной радиации, обусловленные нестабильностью прозрачности (мутности) атмосферы являются существенным фактором изменений климата. Радиационная энергетика системы Земля-атмосфера в значительной степени определяется прозрачностью атмосферы. Наиболее значительные и долговременные изменения прозрачности атмосферы происходят под воздействием вулканических извержений и антропогенной деятельности, относительно кратковременные – под влиянием дымной мглы от лесных и торфяных пожаров.

На начальных этапах исследований внимание специалистов было сосредоточено на изучении интегральной прозрачности (мутности) атмосферы, то в последние десятилетия на первый план вышла задача регулярного и систематического изучения современного состояния и долговременных изменений аэрозольной мутности атмосферы (аэрозольной оптической толщины).

В настоящее время информационную основу мониторинга прозрачности атмосферы составляют данные различных наблюдательных систем: от наземной актинометрической сети Росгидромета и международной сети AERONET до спутниковых данных и модельных построений.

В докладе представлен краткий обзор результатов мониторинга для территории России за период 1976–2016 гг. В качестве характеристик мутности атмосферы использовались фактор мутности Линке  $T_2$  и аэрозольная оптическая толщина (АОТ) для эффективной длины волны 550 нм.

Объектом исследования явились ряды месячных и годовых значений фактора мутности  $T_2$  и аэрозольной оптической толщины атмосферы АОТ для основных регионов России: север, центр, юг ЕТР, Урал, Западная Сибирь, северо-восток, центр, юг АТР, Дальний Восток.

На основе инвентаризации и синхронизации данных сети AERONET, данных наземных актинометрических наблюдений на территории России и данных спутника Terra сформирована первая очередь объединенного архива суточных значений аэрозольной оптической толщины атмосферы. Оценены рас-

хождения значений АОТ, полученных различными наблюдательными системами.

По данным наземной актинометрической сети на территории России рассмотрены особенности климатических изменений прозрачности атмосферы под воздействием глобальных и региональных возмущений.

Для территории России и ее регионов проанализированы изменения прозрачности атмосферы за период с последней четверти XX века по настоящее время. Выявлены тренды интегральной и аэрозольной прозрачности атмосферы за периоды 1976–2016 гг. и 1994–2016 гг. Подробно рассмотрен период с 1994 года по 2016 год (поствулканический), для которого проанализированы пространственно-временные вариации интегральных и аэрозольных параметров. Получены оценки суммарного изменения  $T_2$  и АОТ в рядах месячных величин, которые представлены в виде гистограмм годового хода  $\Delta T_2$  и  $\Delta \text{АОТ}$  (для отдельных станций или регионов).

Для выявления и анализа кратковременных повышений мутности, отмеченных в отдельных регионах, на фоне наблюдающейся в течение последних 20 лет относительно высокой прозрачности атмосферы использован метод построения обратных траекторий и космические снимки спутников Terra и Aqua.

Для всех рассмотренных регионов можно констатировать, что в целом на фоне существенной межгодовой изменчивости  $T_2$  и АОТ проявляются вполне определенные тенденции долговременных изменений. На большей части территории России в последние десятилетия отмечается тенденция к уменьшению  $T_2$  и АОТ: с 1994 г. на территории России мутность атмосферы устойчиво ниже нормы, что свидетельствует об очищении атмосферы.

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РФФИ № 15-05-05803.

## **ПРЕДВАРИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ХАРАКТЕРИСТИК БЕТА-МЕЗОМАСШТАБНЫХ ВИХРЕЙ**

Моисеев М.Б.

ФГБУ ДВНИГМИ, Владивосток, Россия

*Mmoiseev@ferhri.ru*

В настоящее время на основе увеличившегося объема спутниковых данных высокого разрешения вышел ряд работ по наблюдению мезоциклонов, относящихся к альфа-мезомасштабу (200-2000 км). Вместе с тем, представляет интерес использование также радарных данных для наблюдения и исследования мезовихрей бета-мезомасштаба (20-200 км), тем более, что моделирование

метео-явлений данного масштаба необходимо для мониторинга экологии региона.

С мая-июня 2014 г. по июль 2015 г. в ДВНИГМИ велось накопление радарных снимков Росгидромета от радара, расположенного в Приморье, на севере полуострова Муравьева-Амурского в районе пункта Кневичи (это пока единственный метео-радар на Дальнем Востоке). Данные снимки с 10-минутным разрешением в 2014-2015 гг. выставлялись в открытом доступе в интернете по адресу <http://meteorad.ru/>. Данные снимки были использованы для исследования мезо-метеорологических процессов. В частности, были выделены характерные мезовихри, мезофронты, мезомасштабные грозы, наблюдаемые в южном Приморье. Основное внимание было уделено мезовихрям (большинство из которых относятся к МКК, по терминологии [1]).

На рис. 1 видно, что максимум мезовихревой активности приходится на теплый сезон, плюс март. Это перекликается со статьей [2] по полярным мезоциклонам, где вторичный максимум приходится на апрель. Также были проанализированы такие характеристики мезовихрей, как диаметр и время жизни. Среднее время жизни мезовихря – 180 мин, средний диаметр – 60 км. Антициклонические мезовихри отмечены примерно в 17% случаев. При анализе соответствия диаметров и времени жизни мезовихрей отмечено, что множество точек (рис. 2) приобретает вид облака только при использовании логарифмических шкал, что позволяет предположить логнормальное распределение по диаметрам и по времени жизни мезовихрей. Статистическая проверка показала, что на уровне значимости  $\alpha=0,001$  принимается гипотеза о логнормальном распределении диаметров вихрей (критерий хи-квадрат  $18,65 < 20,5$ ) и на уровне значимости  $\alpha=0,1$  принимается гипотеза о логнормальном распределении времени жизни вихрей (критерий хи-квадрат  $8,98 < 12,0$ ). В целом, получение логнормального распределения, возможно, соответствует сложению нескольких процессов микро- и младшего гамма-мезомасштаба в один процесс бета-мезомасштаба.



Рис. 1. Частота наблюдения мезовихрей в южном Приморье (2014.06 – 2015.07)

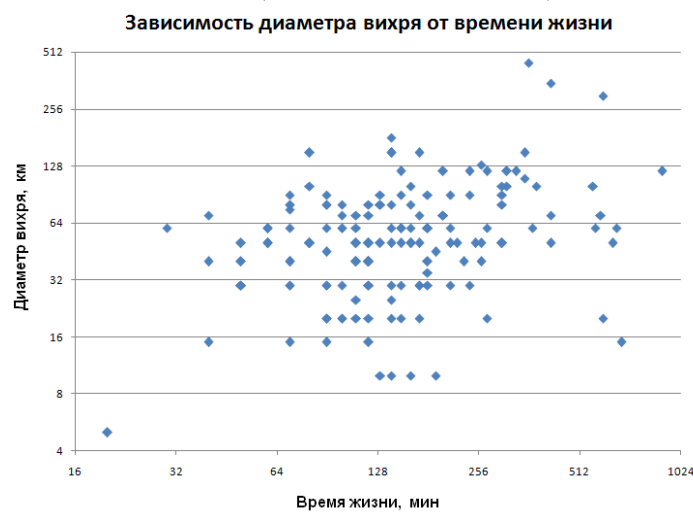


Рис. 2. Статистика диаметров и времени жизни мезо-вихрей (логарифмические шкалы)

Мезовихри составляли около 160 случаев на 400 дней наблюдения (т.е. в среднем чаще, чем раз в три дня). Из рис. 3 видно, что вихревая активность неравномерно распределена по территории южного Приморья, освещаемой радарными данными. Для одного яркого случая наблюдения мезовихря (реальные радарные снимки от зарождения до разрушения вихря приведены на рис. 4) были проведены эксперименты по моделированию его зарождения моделью WRF-EMS с горизонтальным разрешением до 7км. К сожалению, разрешения входных данных метео-полей оказалось недостаточно для его зарождения в модели.



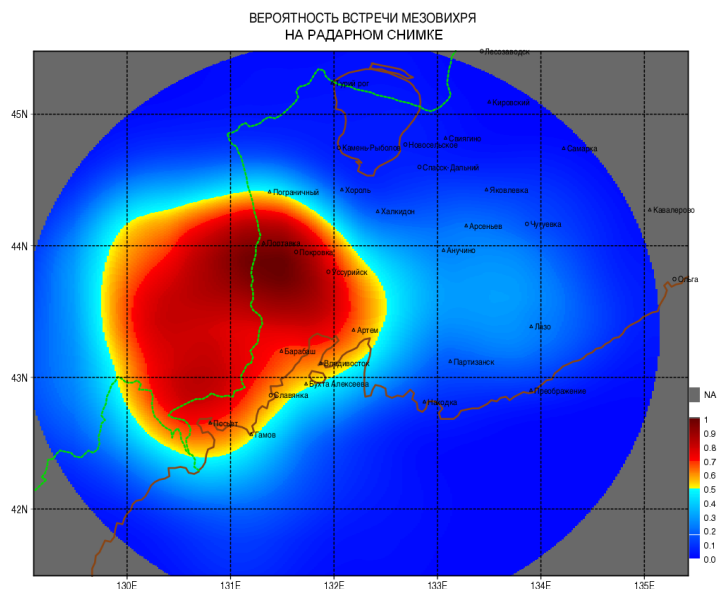
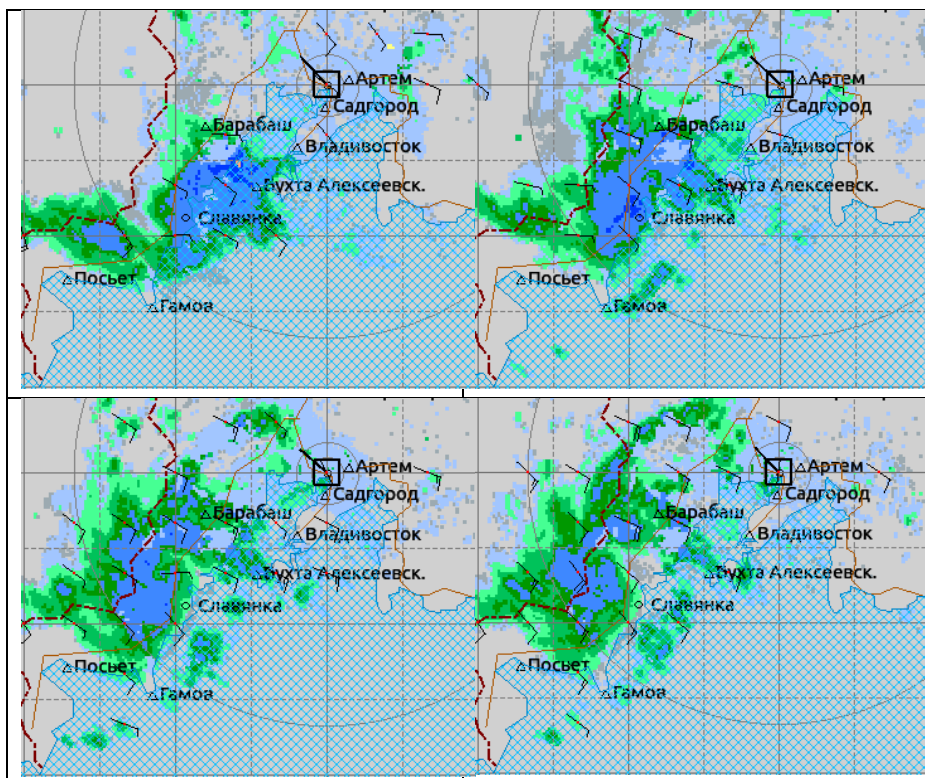


Рис. 3. Вероятность обнаружения мезовихря на суточных радарных снимках ( $\times 0,3$ )

Помимо характеристик МКК умеренных широт, указанных в работе [2], можно привести ряд выводов по анализу мезовихрей в южном Приморье за указанный период.



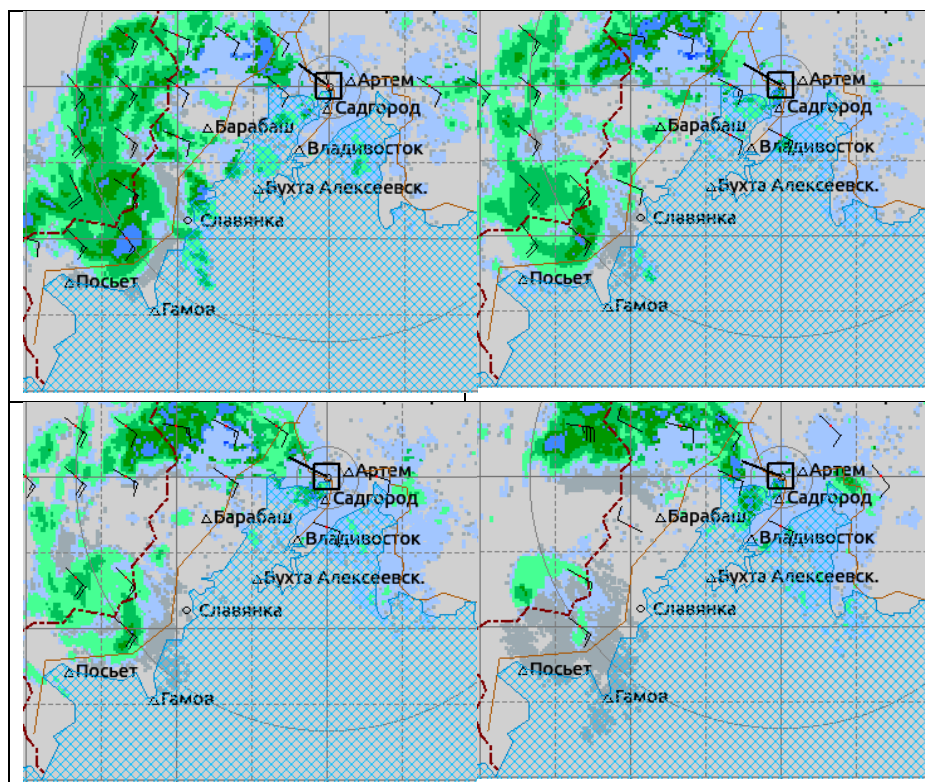


Рис. 4. Эволюция бета-мезомасштабного вихря в течении 6 часов 11 июня 2014 г

#### Выводы

1) Мезовихри на территории южного Приморья наблюдаются преимущественно в теплый период года. Помимо конвективной неустойчивости нижней тропосферы, они наиболее вероятны в области больших горизонтальных градиентов температуры и влажности воздуха, с влиянием орографии. С запада области мезовихревой активности расположены Черные горы и хребет Лаоелин (на территории Китая), с востока – Амурский залив, залив Петра Великого и долина реки Раздольной.

2) Так как горизонтальные градиенты температуры поверхности воды в Амурском заливе могут достигать 10-12 градусов [3] (что не учитывается современными используемыми мезомасштабными моделями, в которых эта поверхность имеет постоянную температуру), то при прогнозе мезовихрей необходима ТПО высокого разрешения.

3) Мезовихри в данном регионе можно квалифицировать, как достаточно частое явление, и построение мезомасштабной модели, описывающей зарождение и эволюцию мезовихрей может быть полезно при построении общей модели распространения вредных веществ и аэрозолей в атмосфере (возможно, с даунскейлингом от больших моделей, как отмечено в работе [4]), а также при прогнозе техногенных катастроф с выбросами в атмосферу.

## Литература

1. Вельтищев Н. Ф. Мезометеорология и краткосрочное прогнозирование. ВМО, 1988. – 136 с.
2. Луценко Э.И. Полярные мезомасштабные циклоны в атмосфере над Баренцевым и Карским морями / Э.И. Луценко, В.Е. Лагун // Проблемы Арктики и Антарктики. – 2013. – № 2 (96). – С. 76–89.
3. Ластовецкий Е.И. Гидрометеорологический очерк Амурского и Уссурийского заливов. – 1954. – 200 с.
4. Варенцов М.И. Оценка качества воспроизведения полярных мезоциклонов по данным реанализов и результатам регионального климатического моделирования. / М.И. Варенцов, П.С. Веземская, Е.В. Заболотских, И.А. Репина // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. – 2016. – Т. 13. – № 4. – С. 168–191.

### **ИЗМЕНЧИВОСТЬ ЦИРКУЛЯЦИОННЫХ ПРОЦЕССОВ В НИЖНЕМ ПОВОЛЖЬЕ НА ФОНЕ ГЛОБАЛЬНЫХ КЛИМАТИЧЕСКИХ ТЕНДЕНЦИЙ**

Морозова С.В.<sup>1</sup>, Полянская Е.А.<sup>1</sup>, Иванова Г.Ф.<sup>1</sup>, Левицкая Н.Г.<sup>2</sup>,  
Денисов К.Е.<sup>3</sup>, Молчанова Н.П.<sup>3</sup>

<sup>1</sup> ФГБОУ ВО Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н.Г.Чернышевского, Саратов, Россия

<sup>2</sup> ФГБНУ «Научно-исследовательский институт сельского  
ства Юго-Востока», Саратов, Россия

<sup>3</sup> ФГБОУ ВО Саратовский государственный аграрный университет имени  
Н.И.Вавилова, Саратов, Россия

*swetwl@yandex.ru*

Основные климатические тенденции, проявляющиеся и глобально, и на уровне регионов хорошо известны – наступившая после малого ледникового периода в Европе первая волна глобального потепления, пришедшаяся на конец XIX века - 40-х годы XX века, непродолжительный период стабилизации, имевший место в 50-е – 60-е годы прошлого века и начавшаяся с середины 70-х годов XX века вторая волна глобального потепления, существенно замедлившая темп с середины нулевых годов XXI века. Климатические тенденции наилучшим образом выявляются в изменениях температуры воздуха. По данным сайта <http://www.cru.uea.ac.uk/data/temperature/#> построена кривая временного хода аномалий средней полушарной температуры, где указанные климатические периоды выявляются очень четко. Оценив статистическую значимость методом доверительных интервалов и рассчитав значения коэффициентов линейных трендов в указанные климатические периоды, сделан вывод о статистической значимости изменений средней глобальной температуры. На основании

этого временные интервалы названы естественными климатическими периодами состояния земной климатической системы (ЗКС). Заметим, что в последнее время к этим изменениям, безусловно, добавилась и антропогенная составляющая.

Известно, что на столь малых временных промежутках (в пределах нескольких десятилетий) основным фактором изменения погодно-климатических условий выступает общая циркуляция атмосферы (ОЦА). Рассматривая динамику структурных элементов ОЦА глобального (планетарная высотная фронтальная зона (ПВФЗ), полюс циркуляции (ПЦ)) и регионального масштабов (центры действия атмосферы (ПВФЗ)), [1, 2] показала, что имеющие место пульсации центров действия атмосферы и изменения характеристик планетарной высотной фронтальной зоны на фоне естественной климатической изменчивости не обнаруживают статистической значимости. Ею же установлено, что для достижения статистической значимости необходимо смещение ПВФЗ и циклонических центров действия атмосферы минимум до 30-го градуса широты.

Глобальные климатические тенденции проявляются и на уровне регионов, в том числе, в Нижнем Поволжье. Роль циркуляционных факторов в формировании температурного режима рассматривалась дифференцированно, с учетом региональной типизации синоптических процессов [3, 4], согласно которой в Нижнем Поволжье все многообразие процессов сведено в к семи основным типам.

- I. Циклоническая деятельность на арктическом фронте.
- II. Воздействие арктического антициклона.
- III. Воздействие зимнего азиатского антициклона.
- IV. Воздействие субтропического антициклона.
- V. Малоградиентные поля повышенного и пониженного давления.
- VI. Циклоническая деятельность на полярном фронте.
- VII. Деформационное поле.

Для трех пунктов г. Самара, г. Волгоград, г. Астрахань рассчитана повторяемость указанных типов синоптических процессов (среднее число дней) за периоды 1949 – 1969 гг., соответствующий периоду стабилизации, и 1998 – 2007 гг., примерно совпадающий с фазой замедления потепления. Из анализа рассчитанных данных можно заключить, что во второй исследуемый временной промежуток (замедление потепления) по сравнению с первым (стабилизация) растет повторяемость процессов циклонической деятельности на арктическом фронте, и как следствие, увеличивается число арктических вторжений в

регион. Одновременно снижается повторяемость полярнофронтовых циклонов. Также заметно меньше отмечается случаев воздействия субтропических антициклонов на Нижнее Поволжье. Число дней с воздействием зимнего Азиатского антициклона уменьшилось незначительно (с 39 до 34 дней за год). Одновременно с этим растет повторяемость малоградиентных полей повышенного и пониженного давления. Выявленные климатические тенденции способствуют формированию более морозных зим и более жарких летних сезонов на юго-востоке ЕЧР и увеличению степени континентальности климата.

#### Литература

1. *Морозова С.В.* Исследование влияния общей циркуляции атмосферы на глобальный климат // — 2014. — Том 14. — Вып. 1. — С. 25-27.
2. *Морозова С.В.* О влиянии планетарной высотной фронтальной зоны на изменение некоторых характеристик климатического режима на Северном полушарии // Изв. Саратов. Ун-та. Серия Науки и Земле. — 2014. — Том 14. — Вып. 2 — С.25-30.
3. *Архангельский В.Л.* Региональная синоптика Нижнего Поволжья. —Саратов: Изд-во Саратов. ун-та, 1968. — 208 с.
4. *Полянская Е.А.* Синоптические процессы и явления погоды в Нижнем Поволжье. — Саратов: Изд-во Саратов. ун-та, 1986. — 208 с.

## **ОСОБЕННОСТИ ПРОЯВЛЕНИЯ ГЛОБАЛЬНЫХ КЛИМАТИЧЕСКИХ ТЕНДЕНЦИЙ НА ЮГО-ВОСТОКЕ РУССКОЙ РАВНИНЫ НА ОСНОВЕ КОМПЛЕКСНОГО АНАЛИЗА МЕТЕОВЕЛИЧИН**

Морозова С.В.<sup>1</sup>, Полянская Е.А.<sup>1</sup>, Иванова Г.Ф.<sup>1</sup>, Левицкая Н.Г.<sup>2</sup>, Денисов К.Е.<sup>3</sup>, Молчанова Н.П.<sup>3</sup>

<sup>1</sup> ФГБОУ ВО Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н.Г.Чернышевского, Саратов, Россия

<sup>2</sup> ФГБНУ «Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Юго-Востока», Саратов, Россия

<sup>3</sup> ФГБОУ ВО Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И.Вавилова, Саратов, Россия

*swetwl@yandex.ru*

Глобальные климатические изменения, выделяемые по ходу средней глобальной температуры, заметны и в регионах, однако, в каждом регионе имеются свои особенности. Так первая волна глобального потепления известна как «потепление Арктики», во вторую волну глобального потепления наибольший рост температур отмечался, наоборот, в континентальных районах умеренных широт. Интересным оказывается посмотреть, как эти тенденции проявлялись на юго-востоке Русской равнины. Исследование проводилось по девяти метео-

станциям региона, тенденции оказались идентичными, поэтому в настоящей публикации приведем результаты на примере Саратова.

Основными характеристиками климата являются температура и осадки. Для выявления региональных климатических тенденций исследовался вековой ход этих двух характеристик. За указанный временной промежуток (около ста лет) среднегодовая температура выросла с  $4,8^{\circ}\text{C}$  до  $7,2^{\circ}\text{C}$  (на  $0,24^{\circ}\text{C}$  за 10 лет). Применение скользящего осреднения и метода интегрально-разностных кривых позволило заключить, что первая волна глобального потепления практически не проявилась в регионе.

По результатам анализа столетнего ряда наблюдений за атмосферными осадками замечено, что в отличие от температуры, какой-либо закономерности в изменениях годовых сумм осадков в разные климатические периоды не выявлено. В целом, имеется очень слабая тенденция их роста. Анализ суточных сумм осадков за летний сезон показал увеличение повторяемости их экстремальных значений, причём максимум повторяемости их выпадения сместилось с середины лета (июль) на начало осени (сентябрь).

По своему интересен и режим облачности. Отметим, что временной ход количества общей облачности обратен временному ходу температуры, что характерно для континентальных климатов. Выявлено, что практически на всех рассматриваемых станциях наблюдается снижение количества (баллы) дневной общей облачности и рост ночной. Обусловленный этой тенденцией эффект влияния облачности на радиационно-климатические процессы различен в теплое и холодное время года.

Характеристика регионального климата может быть дополнена данными об изменениях продолжительности основных и переходных сезонов года. Для этого рассчитаны средние даты перехода температуры воздуха через определенные пределы в различные периоды климатической изменчивости. Выявлено, что весенние даты перехода сместились на более ранние сроки, а осенние – на более поздние. Особенно сильное смещение имеют весенняя дата перехода через  $0^{\circ}\text{C}$  и осенняя дата перехода через  $10^{\circ}\text{C}$  (пять и четыре дня соответственно). Можно констатировать существенное сокращение метеорологических зимнего и весеннего сезонов, некоторое удлинение летнего и неизменную продолжительность осеннего сезона на юго-востоке Русской равнины.

Очевидно, что такое своеобразное региональное проявление глобальных климатических тенденций определяется, в первую очередь, режимом циркуляции. Рассмотрим вклад циркуляции в формирование общего климатического режима территории на основании учёта количества тёплых и холодных вторже-

ний в различные климатические периоды: первая волна глобального потепления, стабилизация и вторая волна глобального потепления для зимы и для лета.

Зимой за все время наблюдений среднее число волн холода несколько превышает среднее число волн тепла. Летом среднее число тёплых и холодных волн одинаково, причем это равенство характерно для всех климатических периодов. Различия в числе тёплых и холодных волн в разные климатические периоды заметны зимой. В первую волну глобального потепления среднее за зимний сезон число холодных волн превышало число тёплых, что согласуется с выводом об отсутствии потепления в исследуемом регионе в этот период. В последующие два климатических периода (стабилизация и вторая волна) среднее число холодных вторжений за зимний сезон уменьшилось с 9,6 до 8,1, однако, увеличилась продолжительность волн. Число волн тепла зимой также так же различно в разные климатические периоды. Меньше всего тёплых волн наблюдалось в период стабилизации (7,5 за зимний сезон). В первую и вторую волны глобального потепления их средние числа равнялись 8,1 и 9,0, соответственно. Таким образом, проведенное исследование подтверждает сезонный характер второй волны потепления - рост температур холодной части года и свидетельствует о важной роли адвективных процессов в региональных изменениях климата.

## **ГИДРОБИОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПОЛИГОНАЛЬНЫХ ВОДОЕМОВ РЕЗЕРВАТА «КЫТАЛЫК» (СЕВЕРО-ВОСТОЧНАЯ ЯКУТИЯ)**

Нигаматзянова Г.Р.<sup>1</sup>, Фролова Л.А.<sup>1</sup>, Пестрякова Л.А.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Казанский (Приволжский) федеральный университет, Казань, Россия

<sup>2</sup> Северо-восточный федеральный университет им. М.К. Аммосова,  
Якутск, Россия

*gulnaraniga@mail.ru*

Исследования планктонных сообществ полигональных водоемов, типичных для регионов вечной мерзлоты, являются одними из важных составляющих оценки современного состояния озер криолитозоны. Состав и уровень количественного развития водных беспозвоночных организмов являются высокочувствительными показателями степени загрязнения водоема и влияния изменения климата на северные экосистемы. Изменения условий существования организмов отражаются на видовом составе, количественных показателях, соотношении отдельных таксономических групп, структуре популяции зоопланктонных организмов. Ресурсный резерват Кыталык, расположенный в бассейне р. Хрома Яно-Индибирского междуречья (побережье Восточно-Сибирского моря), созда-



вался при поддержке Всемирного фонда дикой природы (WWF) для защиты восточной популяции стерха, а также в целях сохранения других видов редких и хозяйственно важных животных и растений. Кроме того, на территории памятника природы расположены палеолитические стоянки первобытного человека, места захоронения мамонтовой фауны (<http://oopt.aari.ru>). Ландшафт резервата разнообразен: арктические тундры и комплексные болота, лиственнично-тундровые редколесья и горные тундры. Не малую роль в резервате играют полигональные водоемы, являющиеся местообитанием для многочисленных видов птиц, некоторые из которых занесены в Красную Книгу МСОП, России и республики Саха (Якутия), а также содержащие уникальные тундровые планктонные сообщества (<http://oopt.aari.ru>).

Материал для данных исследований был отобран летом 2011 г. в рамках совместного российско-германской экспедиции в районе нижнего течения реки Индигирка. Изучение современных полигональных водоемов на определенных ключевых участках, охватывающих разные стадии их развития, может служить информативной природной моделью, на которой представляется возможным проследить характер и глубину воздействия основных экологических факторов на биоту. При этом структурные элементы полигонов предоставляют широкий спектр гидрологических условий от водных местообитаний (в центре полигонов) до ксероморфных условий (над валиками). Выбор полигональных водоемов и озер для гидрологических исследований был обусловлен тем, на каком этапе формирования и развития они находятся, т.е. выбирались водоёмы с ярко выраженной полигональной формой, озёра, сформированные в результате слияния двух и более озерков соседствующих полигонов либо полигональные озёра на стадии зарастания. В ходе исследований были отобраны пробы воды и зоопланктона из 27 различных водоемов полигональной тундры. На одном из водоемов проводились мониторинговые исследования зоопланктона, отбор образцов производился раз в неделю. Также были проведены физические и гидрохимические исследования выбранных водоемов, в ходе которых были определены глубина водоема, температура воды и воздуха, рН, прозрачность водоемов (по диску Секки), удельная электропроводность воды, содержание ионов  $\text{NH}_4^+$  и  $\text{NO}_3^-$ , фосфатов, содержание растворенного в воде кислорода. Отбор проб зоопланктона осуществлялся с литоральной части водоемов при помощи малой сети Апштейна (размер ячеек 100  $\mu$ ), процеживанием 100 л воды. Фиксация организмов производилась 4 % раствором формальдегида. Всего за время исследований отобрано 36 образцов зоопланктона.



Основными задачами по исследованию зоопланктоценозов были: анализ видового состава зоопланктонных сообществ, сравнение количественных и качественных характеристик зоопланктонных сообществ водоемов, анализ зоогеографической структуры зоопланктона, эколого-фаунистическая характеристика доминантных видов зоопланктона, анализ морфологических, гидрохимических и гидробиологических характеристик исследованных озер, оценка качества вод. Для достижения поставленных задач были вычислены следующие индексы и показатели: индекс видового разнообразия Шеннона, применяемый для определения степени равномерности распределения особей в сообществе, индекс сапробности по Пантле и Букка в модификации Сладечека, основанный на учете комплекса физиологических свойств данного организма, обуславливающих его способность жить в воде с тем или иным содержанием органических веществ, индекс сапробности по Зелинке и Марвану, учитывающий сапробность валентность каждого индикаторного вида, индекс выравненности Пиелоу, индекса трофности вод по Китаеву, учитывающий всю биомассу сообщества.

По показателям зоопланктона водоемы резервата можно охарактеризовать как относительно богатые. В водоемах обнаружен 71 вид организмов с преобладанием видов типа Rotifera. Численность зоопланктона определялась коловратками и ветвистоусыми ракообразными (Cladocera, Crustaceae).

В исследованных водоемах по эколого-фаунистической характеристике виды с космополитным распространением преобладают над представителями с голарктическим и палеарктическим ареалом распространения. По биотопическому предпочтению доминировали эвритопные организмы (36 видов), в меньшей степени были представлены литоральные, планктонные и бентосные виды.

По проведенному анализу на основе показателей зоопланктона изученные водоемы полигональной тундры можно охарактеризовать как чистые и умеренно загрязненные, с низкими значениями сапробности и средними показателями трофности.

## ТЕМПЕРАТУРНЫЕ РИСКИ В ЛЕТНИЙ СЕЗОН НА ТЕРРИТОРИИ КРЫМСКОГО ПОЛУОСТРОВА

Никифорова М.П.

ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет имени В.И. Вернадского»,

Севастополь, Россия

*nikiforovamp@yandex.ru*

Изменения климата, как известно, на сегодняшний день проявляются, прежде всего, в повышении приземных температур воздуха. Так, средняя температура весной 2016 года (март-апрель-май) на Северном полушарии Земли достигла абсолютного максимума за всю 126-летнюю историю регулярных метеорологических наблюдений на планете, превысив прошлогодний рекорд. Практически полтора года с мая 2015 г. регистрировались абсолютные максимумы среднеглобальной температуры воздуха за месяц. В условиях таких явных тенденций повышения приземных температур все чаще фиксируются вспышки существенного увеличения метеопатических реакций населения. Большое количество работ подтверждают значительное влияние сильной жары на дополнительную смертность в Европе, например в 2003 г. или 2010 г.

Крымский полуостров – традиционный район рекреации и туризма, пользующийся большой популярностью у жителей стран СНГ. Климатические особенности его расположения позволяют осуществлять климатолечебные процедуры на его территории практически круглый год. Однако, максимальная рекреационная нагрузка здесь приходится на летний сезон, именно в этот период, в подавляющем большинстве случаев, могут наблюдаться экстремальные положительные температуры. Их воздействие само по себе может вызвать метеопатические реакции у отдыхающих, а учитывая дополнительную акклиматизационную нагрузку, которая возникает при смене климатического пояса, такое воздействие может быть существенно негативным и иметь серьезные последствия для здоровья человека. Этим обусловлена цель данной работы – анализ изменчивости биоклиматической комфортности летнего сезона на территории Крымского полуострова, а также возможности для ее оценки индекса жары Стедмена (ИЖ).

Основой настоящей работы являются результаты стандартных метеорологических наблюдений по срокам, выполнявшихся на сети станций Крыма. На первом этапе исследования анализировались особенности изменчивости среднемесячных значений приземных температур на территории Крымского полуострова за период 1961 – 2014 гг. Значения ИЖ оценивались по стандартной методике, разработанной Р.Г. Стедменом в 1979 г.:

$$ИЖ = -42,379 + 2,04901523 \cdot T + 10,14333127 \cdot U - 0,224755417 \cdot T \cdot U - 6,83783 \cdot 10^{-3} \cdot T^2 - 0,05481717 \cdot U^2 + 1,22874 \cdot 10^{-3} \cdot T^2 \cdot U + 8,5282 \cdot 10^{-4} \cdot T \cdot U^2 - 1,99 \cdot 10^{-6} \cdot T^2 \cdot U^2 \quad (1),$$

где: T – температура воздуха (°F), U – относительная влажность (%). Коэффициенты в формуле (2) приведены для температуры в градусах Фаренгейта. Полученные значения по стандартной формуле переводятся в температуры в градусах Цельсия и сравниваются с градациями в соответствии с табл. 1. Расчет ИЖ по формуле (2) дает значение индекса в тени, для открытого солнца к полученному значению прибавляют 8°С и также сравнивают с градациями в соответствии с табл. 1.

Таблица 1

Категории опасности в зависимости от значений ИЖ

Значение ИЖ, °С	Категория опасности	Возможные нарушения в самочувствии
27 – 32	Внимание	При физических нагрузках возможно утомление
32 – 41	Предельная осторожность	Средняя вероятность мышечных судорог, теплового и солнечного удара, спазма мышц от перегрева
41 – 54	Повышенная опасность	Высокая вероятность мышечных судорог, теплового истощения и солнечного удара
>54	Чрезвычайная опасность	Тепловое истощение, солнечный удар

Учитывая специфику Крымского региона, особенности изменчивости средних значений температур и возникновения температурных рисков анализировались для пунктов с наибольшей рекреационной нагрузкой – расположенных на береговой линии. Было установлено, что за рассматриваемый период 1961-2014 гг. изменения температур тут происходили фактически однообразно. Так, на рис. 1А представлен временной ход значения среднемесячной температуры июля для трех пунктов, пользующихся большой популярностью у отдыхающих и расположенных на различных частях побережья Крымского полуострова: г. Ялта – Южный берег Крыма, г. Феодосия – восточное и г. Евпатория – западное. На рис. 1А также приведен их осредненный линейный тренд, более подробные особенности которого можно увидеть на рис. 1Б, где представлен временной ход среднемесячной температуры июля в г. Ялта, а также кусочно-линейные тренды за десятилетние периоды.

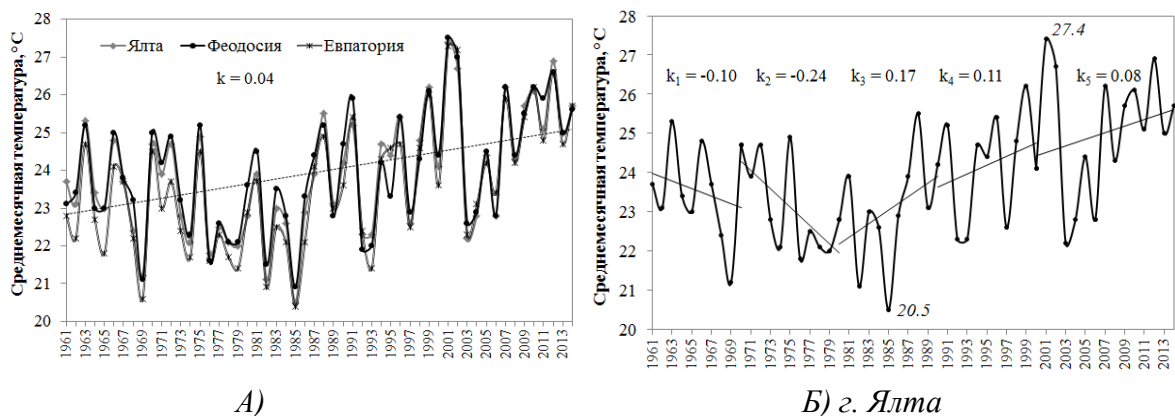


Рис. 1. Изменчивость среднемесячных значений приземной температуры в некоторых пунктах на территории Крымского полуострова за период 1961 – 2014 гг.

На протяжении всего рассматриваемого периода более высокие температуры наблюдались на восточном побережье, а более низкие – на западном. Разница эта вплоть до середины 80-х годов, составляла, в среднем, около  $1,0^{\circ}\text{C}$ . С 1961 по 1988 г. среднемесячная температура июля в г. Евпатория всегда была меньше соответствующей величины для г. Феодосия, за исключением 1976 г., когда температуры были одинаковыми. Начиная с 1989 г. и по настоящее время в более чем 30% случаев наблюдается обратная ситуация.

Амплитуда межгодовых изменений среднемесячных температур июля в среднем по побережью за последние 50 лет составила  $7^{\circ}\text{C}$ . Минимальные значения наблюдались в 1969 г. и 1985 г. и, в среднем, достигали  $\approx 20,5^{\circ}\text{C}$ . Абсолютный максимум среднемесячной температуры июля за рассматриваемый период на Черноморском побережье Крыма был достигнут в 2001 г. ( $\approx 27,4^{\circ}\text{C}$ ). Среднеквадратическое отклонение за 1961-2014 гг. исследуемого процесса составило около полутора градусов Цельсия. С подобными экстремумами связаны также большие скорости изменения среднемесячной температуры. Так (рис. 1Б) в г. Ялта (что справедливо также и для остальных участков Черноморского побережья Крыма), после падения температуры в 1969 г. наблюдался ее стремительный рост – на  $3,5^{\circ}\text{C}$  в следующем году, а после температурного максимума в 2001 г. отмечалось резкое падение среднемесячной температуры июля, которое за 2002-2003 гг. составило  $4,5^{\circ}\text{C}$ . После этого, как следует из рис. 1Б, наблюдался ее постепенный рост.

Проведен анализ очень сильного превышения ( $>2,5\sigma$ ) приземных температур. Его характеристики дают представление об интенсивности повышения температуры на Крымском полуострове. Анализ расчетов показал, что эта градация фиксируется здесь с июня по сентябрь за период лет 1999-2014 гг., а в

период 2009-2014 гг. с мая по ноябрь практически на всех станциях. Такая динамика свидетельствует о значительном повышении температуры в эти месяцы.

Анализ коэффициентов  $\sigma$  в градации очень сильное превышение ( $>2,5\sigma$ ) выявил, что максимальные превышения среднемесячной температуры воздуха над климатической нормой наблюдаются в августе и сентябре – более  $5,0\sigma$ . Зафиксированы такие превышения на ст. Керчь ( $5,9\sigma$  в период 2004-2008 гг. и  $5,6\sigma$  в период 2009–2014 гг.), Белогорск ( $5,0\sigma$  в период 2004-2008 гг.) и Алушта ( $5,2\sigma$  в период 2009–2014 гг.). Даже для горной станции Ангарский перевал, характерны превышения от  $2,9\sigma$  до  $4,3\sigma$ .

Таким образом, подобная динамика свидетельствует о значительном превышении среднемесячных температур последних лет (1999–2014 гг.) климатической нормы (1961–1990 гг.). Значения коэффициентов  $\sigma$  в градации очень сильное превышение достигают  $5,9\sigma$ . Возможные последствия повышения приземных температур в Крыму на организм человека были оценены с использованием индекса жары Стедмена.

## **ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА ПАЛЕОАНАЛОГОВ ДЛЯ ПРОГНОЗА ДИНАМИКИ РАСТИТЕЛЬНОСТИ ПРИ ИЗМЕНЕНИЯХ КЛИМАТА**

Новенко Е.Ю.<sup>1,2</sup>, Ольчев А.В.<sup>1,3</sup>

<sup>1</sup> Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова,  
Москва, Россия

<sup>2</sup> Институт географии РАН, Москва, Россия

<sup>3</sup> Институт Проблем Экологии и Эволюции имени А. Н. Северцова РАН,  
Москва, Россия

*lenanov@mail.ru*

Огромный интерес исследователей к проблеме изучения динамики климата и растительности в прошлые эпохи обусловлен главным образом возможностью на основании этих данных спрогнозировать возможные изменения растительных сообществ при различных сценариях будущих изменений климата. Анализ палеоклиматических данных показывает, что в период термического максимума голоцена, около 7,5-5,7 тыс. кал. л.н. (календарных лет назад) она была выше современной приблизительно на  $1,0^{\circ}\text{C}$ . Учитывая современные тенденции изменений климата, проявляющиеся прежде всего в стремительном росте глобальной температуры воздуха, анализ климатических условий и растительности в голоцене, очевидно, имеет принципиальное значение для надежного прогноза будущих изменений ареалов растительных сообществ.

В рамках данного исследования был использован метод палеоаналогов для прогноза возможных изменений растительности на территории юга Валдайской возвышенности при климатических изменениях текущего столетия. В качестве основного объекта исследований были выбраны хвойные леса Центрально-лесного государственного природного биосферного заповедника (ЦЛГПБЗ, 56,4° – 56,6° с.ш., 32,7° – 33,1° в.д.). Находясь вблизи южной границы таежной зоны в переходной полосе от южно-таежных к хвойно-широколиственным лесам, лесные экосистемы ЦЛГПБЗ, очевидно, особенно чувствительны к глобальному потеплению климата.

Для реконструкции климатических условий в прошлые эпохи в работе были использованы результаты палеоботанических исследований и радиоуглеродного датирования ряда разрезов органогенных отложений голоцена на территории ЦЛГПБЗ. Климатические реконструкции для голоцена (температуры наиболее теплого/холодного месяца, среднегодовых температур, количества осадков за год) были выполнены методом «лучших аналогов» по данным палинологического анализа.

Анализ температурной изменчивости на протяжении голоцена для исследуемой территории выявил хорошо прослеживающийся рост теплообеспеченности в раннем голоцене (11-7,5 тыс. кал. л.н.), термический максимум (7,5-4,7 тыс. кал. л.н.) и последующее плавное снижение температуры, наблюдаемое до середины XIX века.

Быстрый рост температур и увеличение количества осадков в течение ранних фаз голоцена (10,5-8,0 тыс. кал. л.н.) послужили импульсом для активной экспансии березовых лесов на территорию ЦЛГПБЗ, прежде занятую перигляциальными растительными сообществами. В период около 8,5 тыс. кал. л. н. среднегодовые температуры были уже на 3°C выше, чем в интервале 10,0-9,0 тыс. кал. л.н. Количество осадков принимает минимальные значения за весь голоцен (500 мм в год) около 10,5-11,0 тыс. кал. л.н., но уже в период 9,5-10,0 тыс. кал. л.н. возрастает до 750-800 мм в год, а затем около 8,5 тыс. кал. л.н. опускается до 600 мм в год.

В термический максимум голоцена (7,5-5,7 тыс. кал. л.н.) январские и среднегодовые температуры превышали современные значения на 2-3°C. Изменения в спорово-пыльцевых спектрах указывают на смену березняков хвойно-широколиственными лесами с участием дуба, вяза, липы и ясеня. Появление на исследуемой территории еловых лесов около 5,7 тыс. кал. л.н свидетельствует о похолодании и небольшом увеличении количества осадков в этот период. Вторая половина голоцена (5,5 тыс. кал. л.н. по настоящее время) характеризу-

лась сложной динамикой растительности и климата, проявлявшейся в чередовании фаз преобладания еловых лесов таежного типа (этапы похолоданий) и фаз широколиственно-еловых лесов с повышенным содержанием липы и вяза (этапы потеплений). Амплитуда колебаний зимних и среднегодовых температур между теплыми и холодными фазами составляла 1,5-2,0°C, а летних - 0,5-1,0°C.

В последнем тысячелетии на основании анализа соотношений основных компонентов в спорово-пыльцевых спектрах можно четко выделить Средневековый Климатический Оптимум (СКО) и Малый Ледниковый Период (МЛП). СКО (1200-800 кал. л.н.) отчетливо проявлялся в возрастании январских и среднегодовых температур соответственно на 2,0° и 1,5°C. В этот период в спорово-пыльцевых спектрах наблюдается увеличение доли широколиственных пород (дуба, липы, вяза и ясеня), а также появление в образцах пыльцы граба. МЛП (650-400 кал. л.н.) характеризуется снижением средней температуры января на 5,0°C (до -12,0°C), а среднегодовых температур - на 2,1°C (до 2,0°C). В спорово-пыльцевых спектрах этого периода происходит резкое сокращение доли термофильных элементов практически до их полного выпадения из спектров; наряду с этим возрастает роль ели. Увеличение увлажненности территории за счет роста количества осадков и снижения испарения способствовало началу активного процесса заболачивания территории.

Принимая во внимание ландшафтно-климатические условия температурного максимума голоцена как вариант возможного развития растительного покрова в исследуемом регионе к середине текущего столетия, можно ожидать изменений внутренней структуры растительных сообществ, таких как увеличение доли широколиственных пород в древостоях и в подлеске. Очевидно, может произойти сокращение площадей, занятых ельниками, и увеличение доли вторичных березовых и осиновых лесов. Палеогеографические данные, полученные для второй половины голоцена, показывают достаточно четкую реакцию растительного покрова как на потепление, так и на похолодание климата. Однако, даже для наиболее резких перестроек растительного покрова в голоцене требовались столетия и даже тысячелетия, в то время как ожидаемое в XXI веке потепление климата может занять период менее ста лет. Адаптивные механизмы растительного покрова обладают определенной инерцией и, очевидно, при прогнозе следует учитывать некоторое запаздывание отклика растительных сообществ на потепление климата. Поэтому вероятность катастрофических изменений лесных экосистем юга Валдайской возвышенности к концу XXI века довольно мала.

Исследование было выполнено при поддержке проекта РФФ № 16-17-10045.

## **ВЗАИМОСВЯЗЬ МЕЖДУ ДИНАМИКОЙ ТАЯНИЯ ЛЕДНИКОВ ЮГА ВОСТОЧНОЙ СИБИРИ И ЦИРКУЛЯЦИОННЫМИ ПРОЦЕССАМИ**

Осипов Э.Ю.<sup>1</sup>, Осипова О.П.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Лимнологический институт ЛИН СО РАН, Иркутск, Россия

<sup>2</sup>Институт географии им. В.Б.Сочавы СО РАН, Иркутск, Россия

*eduard@lin.irk.ru*

Увеличения летней температуры с 1980-х хорошо согласуются с интенсивным сокращением площадей ледников в конце 20 – начале 21 века [1, 2]. Эти климатические изменения в значительной мере объясняются механизмами атмосферной циркуляции в начале 21 века. Была проведена оценка взаимосвязи между изменениями летней абляции ледников юга Восточной Сибири и циркуляционными процессами в нижней и средней тропосфере. С 1850 по 2011г. площадь ледников юга Восточной Сибири сократилась в среднем на 59% [1]. Наиболее интенсивно ледники сокращались в период с 2001 по 2011 гг., что можно объяснить значительным повышением температуры (на 2,5°C) в 1970-2000-х гг. Максимальная температура отмечалась в 2001-2002 гг., что подтверждают суммы положительных температур (СПТ) над тремя исследуемыми ледниковыми зонами. В целом пять лет (2001-2005) были экстремально теплыми в исследуемом регионе, что способствовало усиленному таянию ледников. Типичные синоптические ситуации, характерные для периодов с максимальной и минимальной абляцией ледников Кодара и Восточного Саяна авторы рассматривали ранее [3]. В летние месяцы над тремя ледниковыми зонами в 50% случаев преобладало циклоническое барическое поле. Остальные 50% почти поровну распределились между антициклоническим и малоградиентным барическими полями (МБП). Наибольшее количество дней с циклонами наблюдалось над ледниками Кодара. Над тремя ледниковыми областями прослеживалась активная фронтальная деятельность. Проведен корреляционный анализ между СПТ и атмосферными параметрами. Получены высокие положительные коэффициенты корреляции между СПТ и антициклоническими полями, теплыми атмосферными фронтами и теплой адвекцией воздушных масс. Наибольшие коэффициенты корреляции между указанными величинами наблюдались над Байкальским хребтом и Восточным Саяном. Следовательно, увеличению абляции над этими ледниковыми зонами способствовали: барические поля по типу



антициклонального, теплые атмосферные фронты и адвекция тепла. Низкой абляции способствовали циклоны и адвекция холода.

Установлено, что на процессы таяния ледников оказывает существенное влияние атмосферная циркуляция. Выявлены типы барических образований, способствующие увеличению и уменьшению абляции ледников. В целом можно отметить, что летом циркуляция в районе исследования характеризуется ослаблением западно-восточного переноса, понижением атмосферного давления, наблюдается довольно высокая циклоническая активность, частая смена воздушных масс, большая повторяемость погод с фронтальными процессами.

#### Литература

1. *Osipov E.Y.* Mountain glaciers of southeast Siberia: current state and changes since the Little Ice Age / E.Y. Osipov, O.P. Osipova // *Annals of Glaciology*, 2014. – 55(66). – P. 167-176.
2. *Ананичева М.Д.* Изменение ледников гор Сунтар-Хаята и хр. Черского по данным Каталога ледников СССР и космическим снимкам 2001–2003 гг. / М.Д. Ананичева, Г.А. Капустин, М.М. Корейша // МГИ, 2006. – Вып. 101. – С. 163–169.
3. *Osipova O.P.* Relationship between recent climate change, ablation conditions of glaciers of the East Sayan Range, Southeastern Siberia, and atmospheric circulation patterns / O.P. Osipova, E.Y. Osipov // *Environmental Earth Sciences*, 2015. – 74 (3). – P. 1947-1956.

## **ВЛИЯНИЕ АТМОСФЕРНОЙ ЦИРКУЛЯЦИИ НА ОБРАЗОВАНИЕ СЕЛЕВЫХ ПОТОКОВ В ГОРНЫХ РАЙОНАХ ПРИБАЙКАЛЬЯ**

Осипова О.П.

Институт географии им. В.Б. Сочавы СО РАН, Иркутск, Россия,

*oliosip@yandex.ru*

В последнее десятилетие стихийные бедствия экзогенного характера повторяются все чаще как на территории России, так и во всём мире. Особенно чувствительны к изменениям метеорологического режима горные территории, а наиболее опасные природные процессы в горах, которые быстро реагируют на изменения погоды – это сели, приносящие значительные разрушения. Одной из главных причин, влияющих на формирование селевых потоков, являются изменения характера циркуляции атмосферы. В работе использована типизация циркуляции атмосферы Северного полушария, разработанная под руководством Б.Л. Дзердзиевского [1] для подробного анализа многолетних колебаний циркуляции атмосферы. Типизацию продолжают и обновляют в лаборатории климатологии ИГ РАН, а все характеристики циркуляции атмосферы в названной типизации за 1899-2016 гг. размещены в открытом доступе на сайте *www.atmospheric-circulation.ru*.

В основу указанной типизации положены направления и количество блокирующих процессов и выходов южных циклонов во всем Северном полушарии. На базе анализа ежедневных синоптических карт все макроциркуляционные процессы разделяются на 4 группы циркуляции, 13 типов и 41 подтип, элементарный циркуляционный механизм (ЭЦМ), который и является основной единицей типизации. С помощью динамических схем положения и перемещения барических образований при каждом ЭЦМ можно определить синоптическую ситуацию и характер погоды в интересующей точке северного полушария. Используемая типизация даёт возможность оценить предстоящие опасные природные процессы в конкретных регионах с изменением характера общей циркуляции атмосферы.

Макроциркуляционные процессы, приносящие селеопасную погоду в различные горные системы России и стран ближнего зарубежья, проанализированы в работе [2]. Исследовав динамику возникновения селей и проанализировав, какие ЭЦМ им предшествовали, выделилась некая закономерность. Наиболее опасными для различных горных систем являются ЭЦМ 2а, 7ал, 9а, 12а, 13л. Для Восточной Сибири, в частности для Прибайкалья, добавляются еще 2б, 2в, 3,4в и 10б. Тип ЭЦМ 2 со всеми его подтипами (а, б, в) входит в первую группу. Это зональная циркуляция. Максимальная продолжительность действия приходится на июль. Типы ЭЦМ от 3 до 7, включая их подтипы, входят во вторую группу нарушения зональности. В третью группу меридиональной северной циркуляции вошли ЭЦМ 9а, 10б, 12а. От двух до четырех северных блокировок и от двух до четырех циклонических прорывов. Тип ЭЦМ 13, в нашем случае летний (13л) относится к четвертой группе меридиональной южной циркуляции. При аномально высокой продолжительности ЭЦМ 12а и 13л в горных районах Прибайкалья с учетом запасов снега в горах, возможна большая вероятность активизации селей в конце мая и в июне, когда таяние снега происходит в сочетании с обильными ливнями.

#### Литература

1. *Дзержевский Б.Л.* Типизация циркуляционных механизмов в Северном полушарии и характеристика синоптических сезонов / Б.Л. Дзержевский, В.М. Курганская, З.М. Витвицкая // Труды НИУГУГМС, Гидрометиздат, 1946. – 80с.

2. *Malneva I.V.* The activity of mudflow processes in mountains of Russia and adjacent countries in 20 century / I.V. Malneva, N.K. Kononova // International Symposium on Latest Natural Disasters, September 5–8, 2005. Sofia, Bulgaria. CD. Topic VI. Case studies. Conclusions and recommendations. – P. 787–800. Topic\_6\22\_6\_p.doc.

## КЛИМАТИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ В ТРОПО-СТРАТОСФЕРЕ В ПЕРИОД 1850-2016 ГГ.

Переведенцев Ю.П., Шанталинский К.М.

Казанский (Приволжский) федеральный университет, Казань, Россия

*ypereved@kpfu.ru*

Проблема глобальных и региональных изменений окружающей среды и климата стала в настоящее время весьма актуальной в связи с появлением климатических угроз и необходимостью адаптации к происходящим климатическим изменениям [1]. Современное состояние проблемы климатических изменений отражено в последних оценочных докладах МГЭИК и Росгидромета, согласно которым в связи с возрастанием в атмосфере концентрации парниковых газов происходит непрерывный рост глобальной приповерхностной температуры. Этот процесс продолжится в 21 столетии. Эта точка зрения разделяется не всеми. В частности авторами [2] высказывается мнение, что при абстрагировании от наиболее существенных естественных возмущающих факторов долгосрочная глобальная температурная динамика выглядит как ступенчатая функция времени, т.е. климатическая система самопроизвольно, либо под внешним воздействием переходит из одного квазистационарного состояния в другое. Ступенчатый характер роста среднегодовой температуры воздуха (СГТВ) с середины-конца 1980-х гг. проявляется и в разных регионах России [3].

Цель настоящего сообщения представить пространственно-временные изменения полей температуры, давления, скорости ветра с 1850 по 2016 гг. в тропо-стратосфере Северного полушария (СП). Как правило, исследования большинства авторов ограничиваются приземным слоем атмосферы. Здесь же рассматривается ход метеовеличин до уровня 1 гПа (верхняя стратосфера).

В качестве исходных материалов использовались временные ряды температуры воздуха и атмосферного давления в узлах регулярной широтно-долготной географической сетки за период 1900-2014 гг. Университета Восточной Англии (CRU), данные NCEP/NCAR реанализа приповерхностной температуры воздуха и компонент скорости ветра в тропо-стратосфере СП за 1948-2013 гг. и данные NCEP-DOE реанализа 2 температуры на изобарических поверхностях с 1979 по 2016 гг.

Были построены поля средних многолетних значений и аномалий для вышеперечисленных метеорологических величин для СП. Главное внимание уделено процессам, происходящим в умеренных широтах (30-70°с.ш.) и в ее северной (50-70°с.ш.) и южной (30-50°ю.ш.) частях. Долгопериодная динамика

исследовалась с использованием фильтра Поттера, что позволило выделить низкочастотную компоненту (НЧК) с точкой отсечения 10, 20 и 30 лет.

Рассмотрим тенденции изменения приповерхностной температуры (ПТВ) СП по данным CRU. Анализ рядов аномалий ПТВ, сглаженных низкочастотным фильтром Поттера, показывает, что за последние более чем 150 лет при общем весьма существенном, но достаточно неравномерном повышении СГТВ СП имели место и периоды ее понижения.

Первое существенное похолодание наблюдалось с 1875 по 1909 гг. и составило  $0,11^{\circ}\text{C}$ , второе – с 1946 по 1972 гг. –  $0,10^{\circ}\text{C}$  за 26 лет. С 1909 по 1946 гг. произошло потепление и СГТВ СП увеличилась на  $0,40^{\circ}\text{C}$  за 37 лет, с 1972 по 2013 гг. в период фазы активного потепления величина повышения температуры составила  $0,67^{\circ}\text{C}$ . Отчетливо проявляется в ходе аномалий СГТВ СП 60-70-летнее колебание. Рассмотрена изменчивость температуры воздуха по отдельным регионам СП.

Показано, что температура воздуха (ТВ), осредненная в широтной зоне  $32,5-67,5^{\circ}\text{с.ш.}$ , в 1900-2014 гг. (115 лет) в январе повысилась на  $1,6^{\circ}\text{C}$ , а в июле на  $1,2^{\circ}\text{C}$ . Отмечается неравномерный характер изменения температуры. Наиболее активная фаза январского потепления по НЧК происходит в период 1970-2005 гг., а для июля в 1975-2014 гг., т.е. в июле потепление позже началось и продолжается по настоящее время. Анализ температуры и давления по 30-летним периодам выявил противофазный характер их поведения: так в начале века (1900-1929 гг.) в поле давления преобладала тенденция к росту, а в поле температуры к ее снижению. Похолодание происходило на фоне высокого атмосферного давления (АД). В период 1988-2000 гг., напротив, потепление климата происходило на пониженном фоне АД. В течение большей части XX столетия (1900-1987 гг.) в приатлантической и притихоокеанской частях Арктики формируются аномалии давления противоположного знака. Однако в фазе активного потепления (1988-2000 гг.) это явление ослабевает.

Степень сходства полей аномалий ТВ и АД для различных периодов оценивалась с помощью показателя аналогичности  $\rho$ . Наиболее высокие связи отмечаются в январе в поле температуры для периодов 1900-1929 и 1988-2014 гг. ( $\rho = -0,86$ ), а в поле давления между периодами 1900-1929 и 1960-1987 гг. ( $\rho = -0,69$ ). Выполнен низкочастотный анализ с помощью фильтра Поттера среднеянварской и среднеиюльской температуры и давления для ряда географических территорий – Исландского и Алеутского минимумов, Азорского, Гонолульского и Сибирского максимумов, Приволжского федерального округа. Колебания

временного хода НЧК давления в Исландской и Алеутской депрессиях имеют противофазный характер.

Анализ многолетнего хода изменения температуры в умеренной зоне СП на различных уровнях тропо-стратосферы (слой 1000-1 гПа) в период 1979-2016 гг. (38 лет) по данным реанализа показал, что на тропосферных уровнях (в слое 1000-250 гПа) происходит рост среднегодовой температуры со скоростью 0,2-0,3°C/10 лет, в слое 200-150 гПа коэффициент наклона линейного тренда температуры (КНЛТ) переходит через нуль и в стратосфере с 100 до 2 гПа наблюдается устойчивое понижение температуры воздуха. При этом если в нижней и средней стратосфере скорость понижения температуры составляет -0,1- -0,3°C/10 лет, то в верхней (5-2 гПа) значения КНЛТ заметно возрастают (до -1,0°C/10 лет), что свидетельствует о неоднородном характере термических процессов в толще атмосферы. Отметим, что представленные результаты соответствуют воззрениям современной парниковой теории потепления климата: в тропосфере температура повышается, в стратосфере понижается. Выделяется уровень 1 гПа на границе между стратосферой и мезосферой, где температура воздуха, начиная с 1995 по 1998 гг., резко повысилась с -17 до -11°C, что подтверждает гипотезу скачкообразного изменения состояния климатической системы. Величина КНЛТ на этом уровне достигла значения +0,4°C/10 лет. Заметим, что этот факт проявляется и при рассмотрении уровня 1 гПа всего Северного полушария.

Для установления зависимости между температурой воздуха и циркуляцией атмосферы рассмотрена динамика их низкочастотных компонент по всей умеренной широтной зоне 30-70°с.ш. и по подзонам 30-50 и 50-70°с.ш. для каждого года в период с 1948 по 2013 г. на изобарических поверхностях 850 и 500 гПа. Выявилось, что в зимний период наблюдается колебательный режим при запаздывании хода температуры относительно зональной скорости примерно на 8 лет. Все это повторяется в северной части умеренной зоны, однако в южной части в середине 1970-х годов наблюдается противофазный характер низкочастотного компонента ПТВ и зональной составляющей скорости ветра, при котором ПТВ достигает своего минимума, а зональная скорость ветра – максимума. Расчет коэффициентов множественной корреляции ( $r$ ) между ПТВ и составляющими скорости ветра на изобарической поверхности 850 гПа зимой и летом показал, что поле корреляции имеет очаговый характер. Значения  $r$  достигают 0,8, следовательно, вклад циркуляции в изменение температуры составляет порядка 60%.

Оценка воздействия отдельных циркуляционных мод – северо-атлантического колебания (САК), арктической осцилляции (АО), скандинавского колебания (СК) и др. на приповерхностную температуру внетропических широт СП с помощью композитного анализа позволил выявить регионы значимого отклика. Так, тепляющее влияние САК наиболее велико в зимний период на территории Центральной и Восточной Европы и в Средней Сибири, Арктическое колебание максимально проявляется в поле температуры в Восточной Европе и в Сибири, а Скандинавское колебание приводит к значительному понижению температуры воздуха в январе в Восточной Европе, Западной и Средней Сибири.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ № 15-05-06349.

#### Литература

1. Переведенцев Ю.П. Оценка современных изменений температуры воздуха и скорости ветра в тропосфере Северного полушария / Ю.П. Переведенцев, К.М. Шанталинский // Метеорология и гидрология, 2014. – № 10. – с. 19-31.
2. Барцев С.И. Новый взгляд на динамику климата Земли / С.И. Барцев, П.В. Белолипецкий, А.Г. Дегерменджи и др. // Вестник РАН, 2016. – т. 86. – № 3. – с. 244-251.
3. Лобанов В.А. Особенности и причины современных климатических изменений в России / В.А. Лобанов, Г.Г. Тошакова // Географический вестник, 2016. – № 3 (38). – с. 79-88.

## **КЛИМАТИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ВОЗНИКНОВЕНИЯ ПЫЛЬНЫХ БУРЬ НА ТЕРРИТОРИИ ИРАКА**

Переведенцев Ю.П., Аухадеев Т.Р., Аль-Маамури С.К., Наиф С.С.  
Казанский (Приволжский) федеральный университет, Казань, Россия  
*ypereved@kpfu.ru*

Пыльные бури относятся к опасным метеорологическим явлениям. Они возникают преимущественно в засушливых районах субтропической зоны при сильных ветрах. Территория Ирака в силу воздействия на нее ряда природных и антропогенных факторов предрасположена к этому явлению. Пыльные бури здесь происходят ежегодно преимущественно в период апрель-июль. Рассмотрим климатические условия Ирака с использованием данных реанализа.

Территорию Ирака поделили на 3 части – северную (1), центральную (2) и южную (3). Рассчитывались среднемесячные значения температуры воздуха и средние квадратические значения температуры (СКО) для каждого из этих районов в целом для периода 1900-2014 гг. и по 30-летним периодам: 1901-1930, 1931-1960, 1961-1990, 1991-2014 гг. Анализ полученных значений показал, что повсеместно хорошо выражен годовой ход, при этом температурные характе-

ристики между зонами отличаются в холодный период более значительно, чем в теплый. Наиболее высокая температура отмечена в заключительный период 1991-2014 гг.

Таблица 1

Средние многолетние значения температуры воздуха (°C) в период 1991-2014 гг.

Район	Месяц												Год
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
1	6,16	8,03	12,14	17,60	24,00	29,95	32,96	32,62	27,88	21,61	13,70	7,95	19,55
2	9,35	11,73	16,04	21,91	27,65	32,30	34,46	34,31	30,07	24,42	16,47	10,87	22,46
3	10,67	13,42	17,88	23,95	30,21	34,32	36,13	36,07	32,20	26,08	18,13	12,48	24,30

Как видно из табл. 1, в январе отмечается наиболее низкая температура в северной зоне (6,16°C), а в июле наиболее высокая температура фиксируется в южной зоне (36,13°C). При этом годовые амплитуды температуры достигают 26,80°C в северной и 25,46°C в южной зонах, что несколько меньше, чем в зоне умеренных широт. Значения СКО температуры меняются в пределах от 0,89° (июль) до 2,11°C (январь) в северной зоне, что свидетельствует о небольшой межгодовой изменчивости температурного режима. При этом значения коэффициентов наклонного тренда температуры (КНЛТ) (°C/ 10 лет), характеризующие скорость изменения температуры меняются по территории и периодам следующим образом (табл. 2).

Таблица 2

Распределение значений КНЛТ (°C/ 10 лет) в период 1991-2014 гг.

Район	Месяц												Год
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
1	-0,33	0,46	0,78	0,48	0,60	0,98	1,00	1,15	0,72	-0,12	-0,56	-0,19	0,41
2	-0,49	0,23	0,58	0,20	0,12	0,39	0,73	0,76	0,13	-0,63	-1,17	-0,68	0,02
3	0,10	0,78	1,26	0,58	0,92	1,13	1,34	1,26	0,75	0,39	-0,31	0,03	0,69

Как видно из табл. 2, температура воздуха в 1 и 2 районах в холодный период X-I уменьшается, зимой становится холоднее, а в остальные месяцы, особенно в летний период, температура растет особенно заметно в южном (3) районе. Так, в июле она увеличивается на 1,34°C/ 10 лет, что весьма значительно. Таким образом, летний период в Ираке в последние десятилетия становится все более жарким. Учитывая тот факт, что в этот период практически не выпадают атмосферные осадки, создаются благоприятные условия для возникновения пыльных бурь. Так, в летний период в условиях конвекции наблюдается усиление скорости ветра. Отметим, что годовое количество осадков по 3 районам распределяется следующим образом: на севере их выпадает 508 мм, в центре 138 мм и на юге 100 мм. Выпадают они в основном в период ноябрь-апрель. Расчет объемной влажности почвы в слое глубиной 10 см показал, что после

жаркого лета осенью в центральной и южной зонах почва не содержит жидкой фазы.

Для характеристики степени засушливости территории Ирака рассчитывался индекс сухости Будыко

$$ИС = \frac{0,18 \Sigma T}{\Sigma R} \quad (1)$$

где в числителе сумма температур, а в знаменателе годовая сумма осадков. Значения индекса сильно увеличиваются от северной к южной зоне. Так, в период 1991-2014 гг. в северной зоне ИС=5,07, а в южной ИС=19,34, при этом для всех 3-х зон особенно в южной наблюдается рост индекса сухости со временем. Следует отметить, что северная зона является гористой, а южная пустынной, где и возникают наиболее часто песчаные и пыльные бури. Несколько смягчает жесткость климата влияние Северо-Атлантического колебания. Так, в зимний период коэффициенты корреляции между индексами САК и температурой воздуха достигают 0,38, но это заметно ниже, чем в умеренных широтах.

Для оценки степени конвективной неустойчивости нижнего слоя атмосферы нами рассчитывалось число Ричардсона ( $R_i$ ) по формуле

$$R_i = (\gamma_a - \gamma) \frac{l^2 T (\Delta n)^2}{g (\Delta T)^2}, \quad (2)$$

где  $\gamma_a$  - сухоадиабатический градиент температуры,  $\gamma$  - вертикальный градиент температуры,  $l$  – параметр Кориолиса,  $T$  – температура (К),  $\Delta T$  – горизонтальный градиент температуры,  $\Delta n$  - расстояние.

Формула (2) получена из классической формулы Ричардсона с использованием формулы для расчета термического ветра, так как данные реанализа позволяют произвести необходимые расчеты по полю температуры.

Расчеты, выполненные по формуле (2), для 5 июля 2009 г., когда над юго-западной частью Ирака отмечалась сильная пыльная буря, подтвердили неустойчивый характер воздушных потоков в этом регионе. Следует отметить, что этому обстоятельству соответствует характер барического поля, если зимой Ирак находится на западной периферии Сибирского антициклона, то летом под воздействием азиатской депрессии, что обостряет градиенты.



## **ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ ОСНОВНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ТЕМПЕРАТУРНО-ВЛАЖНОСТНОГО РЕЖИМА В ПРИВОЛЖСКОМ ФЕДЕРАЛЬНОМ ОКРУГЕ В XIX-XXI ВЕКАХ**

Переведенцев Ю.П.<sup>1</sup>, Шанталинский К.М.<sup>1</sup>, Гурьянов В.В.<sup>1</sup>, Салахова Р.Х.<sup>2</sup>,  
Шайхулмарданова Л.В.<sup>1</sup>

Казанский федеральный университет, Казань, Россия

Ульяновский государственный университет, Ульяновск, Россия

*ypereved@kpfu.ru*

В последние годы усилился интерес к региональным изменениям климата и природной среды в целом и их социально-экономическим последствиям, происходящим на фоне современного глобального потепления.

В данном сообщении рассматриваются пространственно-временные изменения температурно-влажностного режима за последние десятилетия (1955—2009 гг.) на обширной территории Приволжского федерального округа (ПФО), для которого характерно многообразие природных условий, сложившихся на пространстве Волжского бассейна и Предуралья. При этом особое внимание уделено долгопериодным изменениям температуры воздуха, количества осадков и общей облачности, а также количественной оценке влияния ряда естественных факторов (солнечная активность, неравномерное вращение Земли, циркуляция атмосферы) на температуру воздуха и осадки региона.

В качестве исходных материалов для данного исследования использовали данные ВНИИГМИ-МЦД (1955-2009 гг.), представляющие собой средние месячные значения температуры приземного воздуха, сумм осадков и общей облачности более чем на 200 метеостанциях, относительно равномерно расположенных на территории округа и сопредельных территориях. Кроме того, использовались данные реанализа 1 NCEP/NCAR(1948-2009 гг.) о температуре воздуха Северного полушария, распространяемые NOAA/OAR/ESRL PSD, США.

Для выявления долгопериодных изменений временные ряды были подвергнуты цифровой фильтрации с помощью низкочастотного фильтра Поттера с полосой пропускания 10 лет и более.

Анализ результатов сглаживания временных рядов температуры, осредненных по территории округа в целом и отдельным его частям, показал, что изменение температурного режима на исследуемой территории достаточно однородно. Лишь на крайнем севере округа (север Кировской области и север Пермского края) и на крайнем юго-востоке (южные районы Башкортостана, центр и восток Оренбургской области) имеют место некоторые различия в долгопери-

одном ходе температуры по сравнению с остальной частью округа. Таким образом, на территории округа выявлено три разных по площади района, различающихся по характеру изменения температуры.

Анализ показывает, что годовая температура воздуха на территории ПФО за исследуемый период увеличилась примерно на  $1,8^{\circ}\text{C}$ . При этом наиболее активно температура повышалась с середины 1960-х годов. Однако и в этот период интенсивность повышения температуры не была постоянной. Так, если с 1967 по 1983 г. в течение 16 лет температура увеличивалась со скоростью около  $0,03^{\circ}\text{C}/\text{год}$  и ее суммарное повышение за этот период составило  $\sim 0,5^{\circ}\text{C}$ , то затем в течение 9 лет повышение температуры продолжалось со скоростью  $\sim 0,2^{\circ}\text{C}/\text{год}$ . С начала 1990-х годов и до конца исследуемого периода средняя годовая температура увеличивалась со скоростью более чем в два раза большей, чем в период 1967—1989 гг. В результате за 17 лет с 1992 по 2009 г. температура повысилась почти на  $1^{\circ}\text{C}$ .

В зимний период (декабрь — февраль) приземная температура воздуха, осредненная для всей территории ПФО, до 1970 г. понижалась, а ее повышение в последующий период, продолжавшийся до 2007 г., также было неоднородно. Причем с 1970 по 1983 г. повышение температуры составило  $1,8^{\circ}\text{C}$  (скорость повышения  $0,14^{\circ}\text{C}/\text{год}$ ). Далее в период с 1983 по 1992 г. скорость повышения уменьшилась до  $0,031^{\circ}\text{C}/\text{год}$ , а затем вновь увеличилась до  $0,056^{\circ}\text{C}/\text{год}$ . Следует отметить, что после 2006 г. повышение температуры зимой практически прекратилось. Таким образом, с 1970 г. средняя температура зимой в ПФО увеличилась почти на  $3^{\circ}\text{C}$ , а наиболее интенсивное ее увеличение наблюдалось в 1970-х годах.

Повышение температуры летом в ПФО началось в начале 1970-х годов и продолжается по настоящее время. За период с 1973 по 2009 г. летом температура увеличилась более чем на  $0,9^{\circ}\text{C}$  за 36 лет и некоторое замедление ее увеличения в середине этого периода также имело место, но выражено оно гораздо слабее, чем зимой.

Атмосферные осадки отличаются существенно большей пространственно-временной неоднородностью, поэтому на территории ПФО было выделено 7 районов по долгопериодному изменению сумм осадков. Наличие указанных районов свидетельствует о сравнительно неоднородном характере формирования температурно-влажностного режима ПФО под влиянием атмосферной циркуляции, состояния подстилающей поверхности и других факторов.

Долгопериодная динамика количества осадков на территории ПФО в период с 1955 по 2009 г. характеризуется заметными изменениями. С середины

1950-х и до 1970-х годов на территории округа наблюдалось практически повсеместное уменьшение сумм осадков. В период наиболее активных современных климатических изменений, которые начались с 1970-х годов, годовые суммы осадков на территории ПФО несколько увеличились. Причем это увеличение произошло в результате резкого увеличения количества осадков в теплый период (~40 мм за 15 лет) с начала 1970-х до конца 1980-х годов и более плавного их увеличения в холодный период (более 30 мм за 26 лет) с середины 1970-х годов и до начала XXI в. С конца 1980-х годов суммы осадков теплого периода на территории округа в среднем стали уменьшаться, и уменьшение составило более 30 мм за последние 20 лет, а с начала нового столетия стало уменьшаться и количество осадков холодного периода.

Определялась корреляционная связь рассмотренных ранее климатических показателей с естественными факторами. К их числу относятся североатлантическое колебание (количественная характеристика — индекс NAO), явление Эль-Ниньо — южное колебание (индекс SOI), длительность суток (угловая скорость вращения Земли), а также относительное число пятен на Солнце, характеризующее солнечную активность (числа Вольфа). Анализировали межгодовые изменения указанных факторов за период 1955—2009 гг. С помощью фильтра Поттера проводилось сглаживание кривых (оставлены колебания с периодом более 10 лет), что позволяет судить о тенденции изменения каждого фактора.

### Выводы

Результаты анализа метеорологических данных на территории Приволжского федерального округа за 1955—2009 гг. позволили выявить следующие основные особенности региональных изменений климата:

— проведена объективная классификация многолетних колебаний температуры воздуха и количества осадков на территории округа по характеру изменения ее низкочастотного компонента, позволившая выделить 3 района, различающихся по изменению температуры воздуха, и 7 районов — по изменению количества осадков;

— современное потепление в ПФО, начавшееся в 1960—1970-е годы, характеризуется ослаблением в 1980-е годы и в конце исследуемого периода, при этом наибольший вклад в повышение средней годовой температуры вносит зимний период; в северной части округа температура увеличилась больше, а в юго-восточной — меньше;

— за исследуемый период изменения температуры и осадков носили немонотонный характер: в период 1955—1970 гг. в целом на территории ПФО

выявлена тенденция понижения температуры воздуха (на  $\sim 1,5^{\circ}\text{C}$ ) и уменьшения количества осадков зимой (на  $\sim 28$  мм); отмечена общая тенденция повышения температуры воздуха зимой с 1970 до 2006 г. (на  $2,8^{\circ}\text{C}$ ) и летом до 2009 г. (на  $\sim 1^{\circ}\text{C}$ ), при этом по отдельным районам наблюдаются существенные различия;

— выявлено уменьшение годового количества общей облачности и осадков; при этом продолжительность многолетних циклов количества осадков летом вдвое меньше, чем зимой;

— за исследуемый период количество осадков в западных и северных наиболее увлажненных частях ПФО увеличилось и уменьшилось в южных и юго-восточных наиболее засушливых районах; в результате контраст увлажнения разных частей округа за исследуемый период несколько увеличился;

— обнаружена статистически значимая отрицательная связь между осредненной по территории ПФО годовой температурой воздуха и продолжительностью суток ( $r = -0,66$ ), а также тесная положительная корреляция между температурой зимой и индексом НАО ( $r = 0,64$ );

— рассмотрены сценарии изменения температуры воздуха и атмосферных осадков с помощью моделей ансамбля CMIP5 на 21 столетие.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (гранты 15-05-06349, 15-05-06399, 17-45-160693).

## **РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ПОЛЕЙ ВЕРТИКАЛЬНЫХ ДВИЖЕНИЙ ПРИ ВЫПАДЕНИИ ОЧЕНЬ СИЛЬНЫХ СНЕГОПАДОВ РАЗНОГО ТИПА**

Пищальникова Е.В.

Пермский государственный национальный исследовательский университет,

Пермь, Россия

*evaporova@rambler.ru*

Вертикальные потоки играют исключительную роль в формировании атмосферных процессов, следовательно, и осадков. Вертикальные движения непосредственно не измеряются, а вычисляются по различным формулам, основанным на моделях связи вертикальных движений с полями измеряемых величин (давления, ветра, температуры).

В данном исследовании для анализа полей вертикальных движений и удобства их сопоставления с различной метеорологической информацией, представленной на картах барической топографии, использовались данные о вертикальной скорости в изобарической системе координат VVEL (Vertical velocity (pressure), Па/с) на изобарических поверхностях 850, 700 и 500 гПа из

архива реанализа по модели CFS [3]. Для каждого случая очень сильного снегопада [1], выпавшего в Пермском крае за 1979–2015 гг., получены значения вертикальной скорости в сроки 0, 6, 12, 18 ч ВСВ на 3-х изобарических поверхностях и приведены к размерности гПа/12 ч, применяемой в синоптической практике.

Скорость вертикальных движений зависит от типа и эволюции циклона, а также формируемой им синоптической ситуации. Установлено, что очень сильные снегопады в Пермском крае образуются при 11 видах синоптических ситуаций, которые объединены по природе своего происхождения (фронтальные, внутримассовые и смешанные) [2]. Так из таблицы 1 видно, что фронтальные снегопады образуются при восходящих движениях со скоростью  $-84$  гПа/12 ч на высоте примерно 1,5 км, со скоростью  $-59$  гПа/12 ч — на высоте 3 км и  $-31$  гПа/12 ч — на высоте 5,5 км. Влияние теплого фронта и фронта окклюзии характеризовалось однородным распределением вертикальных потоков, движение которых имело восходящую траекторию на всех рассматриваемых высотах. Наиболее интенсивный подъем воздуха наблюдался при теплом фронте. Что касается холодного фронта и холодного фронта с волнами, то в поле вертикальных потоков наблюдались разнонаправленные вертикальные траектории: на поверхности 850 гПа — восходящие, на поверхности 500 гПа — нисходящие.

*Таблица 1*

Осредненные значения скорости вертикальных движений (гПа/12 ч) при образовании фронтальных снегопадов опасной интенсивности в Пермском крае за 1979–2015 гг.

Синоптическая ситуация	Высота изобарической поверхности, гПа		
	850	700	500
Теплый фронт	-155	-130	-100
Холодный фронт	-93	-40	10
Холодный фронт с волнами	-5	6	15
Фронт окклюзии	-83	-70	-50
Без учета типа фронта	-84	-59	-31

Снегопады опасной величины под влиянием внутримассовых процессов выпадали редко и были связаны с 2-мя синоптическими ситуациями. Под влиянием теплого сектора циклона формировались мощные восходящие движения на всех изобарических поверхностях, при этом скорость достигала —

275 гПа/12 ч. Под влиянием тыловой части циклона, наоборот, формировались нисходящие потоки, скорость которых возрастала с высотой от 70 до 125 гПа/12 ч (табл. 2).

Таблица 2

Осредненные значения скорости вертикальных движений (гПа/12 ч) при образовании внутримассовых снегопадов опасной интенсивности в Пермском крае за 1979–2015 гг.

Синоптическая ситуация	Высота изобарической поверхности, гПа		
	850	700	500
Тыловая часть циклона	70	90	125
Теплый сектор циклона	–10	–275	–190
Без учета вида синоптической ситуации	–30	–93	–32

Таким образом, в тыловой части циклона происходило самое быстрое опускание воздуха, которое способствовало понижению влагосодержания в атмосфере, и, как следствие, интенсивность очень сильных снегопадов не превышала 20 мм/12 ч.

Очень сильные снегопады смешанного типа в Пермском крае образуются при 5 видах синоптических ситуаций. В тех случаях, когда процесс образования снегопадов был связан с центральной частью циклона, отмечались интенсивные восходящие движения, что согласуется с общеизвестным утверждением: в центральной части циклонического вихря наблюдаются максимальные скорости восходящих движений, обусловленные сходимостью потоков (табл. 3).

Таблица 3

Осредненные значения скорости вертикальных движений (гПа/12 ч) при образовании снегопадов опасной интенсивности смешанного типа в Пермском крае за 1979–2015 гг.

Синоптическая ситуация	Высота изобарической поверхности, гПа		
	850	700	500
Теплый фронт в сочетании с северной частью циклона	–20	105	15
Теплый фронт в сочетании с центральной частью циклона	–110	–90	–75
Тыловая часть циклона в сочетании с вторичными холодным фронта-	–65	95	–5

ми			
Центральная часть циклона	–255	–175	–160
Центральная часть циклона в сочетании с фронтом окклюзии	–100	–50	–40
Без учета вида синоптической ситуации	–110	–23	–53

Более сложный характер распределения полей вертикальных движений наблюдался под влиянием теплого фронта в сочетании с северной частью циклона, когда восходящие движения отмечены только на изобарической поверхности 850 гПа, а на вышележащих поверхностях — нисходящие, причем на поверхности 700 гПа их скорость была в разы больше восходящих. Похожее распределение вертикальных движений отмечалось и под влиянием тыловой части циклона в сочетании со вторичными холодными фронтами, когда нисходящие потоки на изобарической поверхности 700 гПа значительно превосходили по скорости восходящие движения на изобарических поверхностях 850 и 500 гПа.

Таким образом, наибольшая скорость восходящих движений при выпадении очень сильных снегопадов в Пермском крае наблюдалась под влиянием центральной части циклонов, нисходящих — под влиянием их тыловых частей. Восходящие вертикальные движения создавали дополнительные благоприятные условия для увеличения общего влагосодержания воздушной массы в таких синоптических ситуациях как теплый фронт, сочетание центральной части циклона с теплым фронтом, теплый сектор, фронт окклюзии в сочетании с центральной частью циклона.

Работа выполнена при поддержке РФФИ (проект № 16-35-00410 мол\_а).

#### Литература

1. Наставление по краткосрочным прогнозам погоды общего назначения. РД 52.27.724–2009. Обнинск: «ИГ-СОЦИН», 2009. – 50 с.
2. *Пицальникова Е.В.* Синоптическая классификация очень сильных снегопадов в Пермском крае // Географический вестник. – 2017. – № 1(40). – С. 85–92.
3. *Saha S.* The NCEP Climate Forecast System Version 2 // Journal of Climate. – 2014. – Vol. 27. – P. 2185–2208.

# ТЕМПЕРАТУРНЫЕ АНОМАЛИИ ЗИМНЕГО ПЕРИОДА Г. САРАТОВА НА ФОНЕ ГЛОБАЛЬНОГО ПОТЕПЛЕНИЯ КЛИМАТА

Пряхина С.И., Котова А.А.

Саратовский государственный университет, Саратов, Россия

*kafmeo@sgu.ru*

В статье по ежедневным метеорологическим данным за семидесятилетний период (1941-2011 гг.) выделены аномально холодные и аномально тёплые зимы г. Саратова, анализируются средние суточные температуры за отдельные годы и по десятилетиям, дана балльная оценка зимнего сезона по степени благоприятности перезимовки озимых культур.

Наиболее выраженной особенностью климата XX и начала XXI столетий является глобальное потепление. Оно проявляется как в повышении глобальной приземной температуры, так и в повышении температуры океана. И в каждом полушарии наблюдается в общем похожая картина. По-видимому, этот процесс усиливается. Еще недавно по состоянию на 2001 г., глобальное потепление оценивалось в  $0,6^{\circ}\text{C}$  за 100 лет. В опубликованном Докладе международной группы экспертов в 2007 г. уже приводятся цифра  $0,75^{\circ}\text{C}$ , т. е. всего за несколько лет потепление выросло на  $0,15^{\circ}\text{C}$  [1].

Холодный период года является периодом покоя для зимующих культур: зерновых, многолетних трав, плодовых и ягодных кустарников. Зимний период разделяет между собой два цикла развития зимующих культур: осенний и весенний. Во многих случаях именно условия перезимовки растений определяют урожайность культур.

Поскольку условия перезимовки растений играют столь важную роль в получении высокой урожайности, важно знать термические характеристики зимнего сезона в районах выращивания озимых культур и в частности в Саратовской области.

Температура воздуха определяет не только условия, но и продолжительность периода зимовки растений, который начинается с устойчивого перехода средней суточной температуры воздуха через  $0^{\circ}\text{C}$  осенью и заканчивается при переходе ее к положительным значениям весной.

Используя ежедневные данные с 1941 г. по 2011 г. по станции Саратов ЮВ были подсчитаны средние суточные температуры воздуха с ноября по март за каждый зимний сезон. На основе расчётов была составлена таблица 1, в которой приводится средняя многолетняя сумма отрицательных температур за 7 десятилетий с 1941 по 2011 гг. Средняя многолетняя сумма отрицательных температур за 70-летний период составила  $-1015,4^{\circ}\text{C}$ .



Все зимы, набравшие суммы отрицательных температур более 120% от средней многолетней были отнесены к холодным зимам, а менее 80% от средней многолетней - к теплым зимам. Таким образом, зима считалась теплой, если сумма отрицательных температур за ноябрь-март составляла 800 °С и менее, нормальной от -800 до -1200°С и холодной - более 1200°С (таблица 2).

Самый холодный зимний период наблюдался в 1941-1942 гг., когда сумма отрицательных температур составила -1811,0°С, самый теплый – 2006-2007 гг., когда за зимний сезон сумма отрицательных температур составила всего – 401,2°С.

Анализируя динамику климатических температур, накопленных за зимний сезон в последние 70 лет, можно сказать, что самое холодное десятилетие было в 40-е годы прошлого столетия, в последующие десятилетия хотя и наблюдались холодные зимы, отмечается тенденция потепления зимнего сезона. На примере последнего десятилетия это хорошо видно (табл.1).

К аномально холодной зимам были отнесены зимы с суммой отрицательных температур 1400 С и более. Таких зим было 7: в 1941-1942, 1944-1945, 1950-1951, 1953-1954, 1955-1956, 1968-1969, 1986-1987 гг., суммы отрицательных температур соответственно составили: -1811,0°С, -1594,3°С, -1411,8°С, -1773,0°С, -1682,9°С, -1587,3°С, -1406,7°С. За последние 3 десятилетия с 1981 по 2011 гг. наблюдалась одна аномально холодная зима (1986-1987 гг.).

Оценка отдельных погодных условий приводящих к тому или иному проценту гибели растений к весне позволила выделить комплексы агрометеорологических условий перезимовки и оценить их по трех балльной шкале [2]. К неблагоприятному типу с оценкой в 1 балл были отнесены холодные, бесснежные и малоснежные или теплые малоснежные с наличием притертых ледяных корок и вымерзанием посевов более 25% [3]. Аномально холодные зимы с точки зрения благоприятности перезимовки озимых культур в целом оцениваются одним баллом. Бали рассмотрены условия перезимовки в аномально холодные зимы и дана их балльная оценка.

Самый большой процент гибели посевов озимых культур от вымерзания к весне, когда озимая пшеница в отдельных районах погибла полностью, а в целом по области гибель достигла 60%, что отмечалось в 1969 году. В эту аномально холодную зиму температура воздуха в течение 10 дней в период похолодания с 19 по 29 января держалась на отметке -35°С -40°С. В феврале минимальная температура почвы на глубине узла кущения в течение 8-9 дней опускалась до -19°С, в течение 3 дней до -27°С, высота снежного покрова в эти периоды не превышала 10 см.

Зима 1986-1987 так же оценивается в 1 балл. Сумма отрицательных температур за зимний сезон составила  $-1406,7^{\circ}\text{C}$ . Отмечалась значительная гибель посевов вследствие вымерзания в январе-феврале, так в январе среднедекадная температура изменялась от  $-14^{\circ}\text{C}$  до  $-18^{\circ}\text{C}$ , а в отдельные дни температура опускалась до  $-30^{\circ}\text{C}$  и ниже при незначительной высоте снежного покрова.

К аномально теплым зимам были отнесены зимы с суммой отрицательных температур менее  $-600^{\circ}\text{C}$ .

С 1941 г. до восьмидесятых годов аномально теплых зим не наблюдалось. С потеплением климата, повторяемость аномально теплых зим увеличилась до 7 за последние 3 десятилетия: 1982-1983, 1989-1990, 1999-2000, 2000-2001, 2001-2002, 2003-2004, 2006-2007 гг., когда сумма отрицательных температур соответственно составила  $-487,9^{\circ}\text{C}$ ,  $-572,0^{\circ}\text{C}$ ,  $-574,0^{\circ}\text{C}$ ,  $-476,0^{\circ}\text{C}$ ,  $-521,9^{\circ}\text{C}$ ,  $-551,6^{\circ}\text{C}$ ,  $-401,2^{\circ}\text{C}$ .

Все аномально теплые зимы были благоприятны с точки зрения перезимовки озимых культур и оценивались в основном в 2 и 3 балла.

Удовлетворительный с оценкой в 2 балла считалась зимовка при умеренно холодной малоснежной и теплой бесснежной зиме, когда гибель от притертых ледяных корок и вымерзания составила от 11 до 24%.

Благоприятно с оценкой в 3 балла зимовка проходила в сезоны с теплой, малоснежной и умеренно холодной снежной зимой, когда гибель озимых к весне не превышала естественного выпада растений (менее 10%) [2].

Например, самый аномально теплый зимний сезон 2006-2007 гг. с точки зрения перезимовки озимых культур был благоприятный с оценкой 3 балла, так как температура воздуха не опускался ниже  $-20^{\circ}\text{C}$ , а высота снежного покрова была в пределах 20-25 см, что предотвратило вымерзание озимых культур.

Тёплые зимы могут быть опасны оттепелями. Оттепели среди зимы во многих отношениях следует рассматривать как неблагоприятное метеорологическое явление, а особенно для сельского хозяйства. Оттепели влекут за собой угрозу образования притертой ледяной корки, еще одного немаловажного фактора для зимующих культур. Наступлению оттепелей часто предшествуют снегопады, в период оттепелей снежный покров уплотняется, а иногда сходит совсем. Так, в первой декаде января 1957 года, начинались сильные морозы. Высота снежного покрова была маленькой. В феврале наступило резкое потепление и снег в середине месяца полностью сошел. В сочетании с другими неблагоприятными агрометеорологическими явлениями год был неблагоприятным для возделывания зерновых культур.

С потеплением климата в последние три десятилетия увеличилась повторяемость аномально теплых зим и стали преобладать тёплые зимы, особенно в последнее десятилетие. Наибольшая повторяемость аномально холодных зим отмечалась с 1941 до конца шестидесятых годов, но начиная с восьмидесятых годов преобладают аномально теплые зимы, что благоприятно повлияло на перезимовку озимых культур. На основе обработанного метеорологического материала можно сказать, что в связи с потеплением условия для вымерзания озимых культур складываются все реже. Хотя в теплые зимы и наблюдаются неблагоприятные условия, связанные с оттепелями и со значительным снежным покровом (выпревание), но оценочный бал благоприятности перезимовки в последние три десятилетия стал выше, что говорит об улучшении условиях перезимовки в данном регионе.

#### Литература

1. Груза Г.В. Колебания и изменения климата на территории России. / Г. В. Груза, Э. Я. Ранькова // Известия РАН. Физика атмосферы и океана. – 2003. – Т. 39. - №2 – С. 166- 185.
2. Пряхина С.И. Агроклиматическая характеристика зимнего сезона города Саратова / С.И. Пряхина, М.Ю. Васильева, А.А. Котова // Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия Науки о Земле. - 2016. - Том 16, выпуск 2. - С. 78-81.
3. Пряхина С.И. Природно-ресурсный потенциал зернового производства Саратовской области / С.И. Пряхина, М.Ю. Васильева. –Саратов: ИЦ «Наука», 2015. – 108с.

## РЕКОНСТРУКЦИЯ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ ПЕРЕМЕННЫХ ДЛЯ ЦЕЛЕЙ РАСЧЕТА БАЛАНСА МАССЫ ГОРНОГО ЛЕДНИКА

Рыбак Е.А.<sup>1</sup> Рыбак О.О.<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> Сочинский научно-исследовательский центр РАН, Сочи, Россия

<sup>2</sup> Филиал Института природно-технических систем, Сочи, Россия

*elena.rybak@gmail.com*

Во многих регионах мира горные ледники играют роль регуляторов речного стока. Пресная вода, аккумулируемая ледниками в течение холодной половины года, высвобождается в период таяния, и, согласно оценке [1], ее доля в общем объеме речного стока в предгорных регионах Северного Кавказа, где реки имеют преимущественно ледниковое питание, может достигать 70%. Разумеется, в условиях роста водопотребления, связанного с ростом населения и развитием экономики, прогностические оценки доступных водных ресурсов в будущем имеют первостепенное значение. Проблемы, связанные с сокращением горного оледенения в условиях меняющегося климата, остро стоят в Средней Азии, создавая напряжение между отдельными странами (например, между

Кыргызстаном и Узбекистаном) [2], которое при росте дефицита водных ресурсов может перерасти в полноценный межгосударственный конфликт.

Региональные изменения климата в будущем, которые далеко не всегда следуют глобальным тенденциям, оценивать достаточно сложно, а сами оценки, которые строятся на основании тех или иных сценариев изменений глобального климата, носят вероятностный характер. Тем не менее, в горных и предгорных регионах, где экономика и социальная инфраструктура критически зависят от доступности водных ресурсов, необходимо иметь научно обоснованную стратегию долгосрочного планирования водопотребления. Ее важнейшей составляющей объективно является прогноз ледникового стока. Его расчеты напрямую связаны с прогностическими расчетами баланса массы горных ледников и наличием наиболее вероятных изменений регионального климата.

Единой и общепринятой методики построения прогностических оценок ледникового стока не существует. Тем не менее, для перевода чисто академической задачи в прикладную плоскость, необходимо выделить стандартные этапы. Некоторые из этих этапов могут выполняться параллельно, другие – последовательно. По нашему мнению, основные шаги построения регионального прогноза ледникового стока, могут быть сведены к следующим:

1. Выбор прогностического климатического сценария (схематического или основанного на модельных расчетах).
2. Выбор типа математической модели горного ледника.
3. Выделение в регионе реперных (опорных) ледников, для которых имеются максимально доступный объем данных.
4. Определение способа экстраполяции результатов моделирования динамики реперных ледников на другие ледники выбранного региона исследований.
5. Калибровка модели – определение наиболее вероятных значений ключевых настраиваемых модельных параметров [3].
6. Если сценарий основан на прогностических модельных расчетах, необходимо выбрать способ даунскейлинга [4]. Изменения отдельных климатических переменных могут задаваться схематически [5].
7. Валидация модели – воспроизведение в численных экспериментах совокупности наблюдаемых величин (скорости течения, баланса массы и т.д.) по набору заданных климатических переменных (входных данных).
8. Проведение серии прогностических численных экспериментов и интерпретация их результатов.

Основным препятствием для объективных прогностических расчетов является недостаток наблюдений. Это связано, в первую очередь, с труднодоступностью ледников и трудоемкостью проведения исследований. Разумеется, растущий объем данных, получаемых с помощью дистанционных методов (спутниковых, с применением беспилотных летательных аппаратов), облегчает задачу. Дистанционные методы, однако, не могут в полной мере заменить наблюдения непосредственно на ледниках. Поскольку организация мониторинга на каждом, даже относительно крупном леднике, очевидно слишком затратна, их проводят на немногих типичных (опорных, реперных) ледниках. Таковым для Центрального Кавказа является ледник Джанкуат. Его расчетные площадь и объем по состоянию на 2012-2013 гг. составляют  $2,45 \text{ км}^2$  и  $0,077 \text{ км}^3$  соответственно [6]. Он является типичным для своего региона горно-долинным ледником. Его выбор в качестве опорного обусловлен сходством его морфометрических характеристик со среднестатистическим ледником Кавказа [6]. Регулярные наблюдения здесь ведутся в течение последнего полувека. Набор наблюдаемых данных делает Джанкуат фактически идеальным объектом для калибровки и валидации математической модели динамики горного ледника.

Мы использовали данные сетевых метеорологических станций (СМС) Терскол и Местиа, расположенных в непосредственной близости от ледника, для сопоставления данных наблюдений за приземной температурой и влажностью воздуха и на них, и на автоматической метеорологической станции (АМС), работающей в теплую половину года непосредственно на леднике. Для расчета зимних осадков использовались данные снегомерных съемок в отдельные годы, которые сопоставлялись с измеренным количеством осадков на СМС Местиа. Построенные линейные регрессионные модели связи метеовеличин на СМС и АМС дали возможность реконструировать ряды температуры, влажности воздуха и твердых осадков на леднике в прошлом, и максимально объективно рассчитать поля приходных и расходных составляющих поверхностного баланса массы. Корректность расчетов была проверена путем сопоставления с полями баланса, построенными на основе данных многолетних наблюдений. Прделанное исследование является одним из этапов проведения даунскейлинга данных глобального климатического моделирования, методика которого в основных чертах изложена в [4]. В итоге, реконструированные поля баланса массы были использованы для расчета рядов ледникового стока в прошлом и экстраполированы до конца 21-го века.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (грант 15-05-00567).

Литература

1. *Панов В.Д.* Эволюция оледенения современного Кавказа: Дис. в виде науч. докл. на соиск. уч. степ. д-ра геогр. Наук / В.Д. Панов. - Ростов-на-Дону, РГУ, 2001. - 58 с.
2. *Petrakov D.* Accelerated glacier shrinkage in the Ak-Shyirak massif, Inner Tien Shan, during 2003–2013 / D. Petrakov, A. Shpuntova, A. Aleinikov et al. // *Science of the Total Environment*. - 2016. - V. 562. - P. 364-378.
3. *Рыбак О.О.* Калибровка математической модели динамики ледника Марух, Западный Кавказ / О.О. Рыбак, Е.А. Рыбак, С.С. Кутузов и др. // *Лед и снег*. - 2015. - № 2 (130). - С. 9-20
4. *Морозова П.А.* Регионализация данных глобального климатического моделирования для расчета баланса массы горных ледников / П.А. Морозова, О.О. Рыбак // *Лед и Снег*. - 2017 (в печати).
5. *Рец Е.П.* Моделирование таяния поверхности горного ледника / Е.П. Рец, Н.Л. Фролова, В.В. Поповнин // *Лед и Снег*. - 2011(116). - С. 24-31.
6. *Лаврентьев И.И.* Толщина, объем льда и подледный рельеф ледника Джанкуат (Центральный Кавказ) / И.И. Лаврентьев, С.С. Кутузов, Д.А. Петраков и др. // *Лед и Снег*. - 2014. - № 4 (128). - С. 7-19.

## **СОДЕРЖАНИЕ ФОРМАЛЬДЕГИДА В АТМОСФЕРНОМ ВОЗДУХЕ Г. САРАТОВА**

Семенова Н.В., Короткова Н.В.

ФГБОУ ВО «Саратовский национальный исследовательский государственный университет им. Н.Г. Чернышевского», Саратов, Россия

*fonadia@yandex.ru*

Качество атмосферного воздуха формируется в результате сложного взаимодействия природных и антропогенных факторов.

Основными источниками загрязнения атмосферного воздуха являются деятельность промышленных предприятий, трубопроводный транспорт, теплоэнергетика, добыча полезных ископаемых, автомобильный транспорт.

Наблюдения за состоянием атмосферного воздуха на территории Саратовской области проводятся Саратовским центром по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды ежедневно (кроме праздничных дней), с периодичностью шесть дней в неделю, три раза в сутки. Сеть мониторинга за состоянием атмосферного воздуха в Саратове включает шесть основных постов. При этом замеры концентраций формальдегида измеряются на всех ПНЗ города. Это позволяет территориально дифференцировать результаты замеров и провести пространственно-временной анализ.

Загрязнение атмосферного воздуха определяется по значениям концентраций примесей. В связи с этим, уровень загрязнения атмосферы в Саратове определяется как высокий. Наиболее распространенные атмосферные загрязни-

тели - сернистый газ, оксиды азота, оксид углерода, хлор, формальдегид, фенол, сероводород, аммиак, бенз(а)пирен, пыль. Среди загрязняющих веществ, оказывающих весомое влияние на загрязнение атмосферы города, является формальдегид [1].

Формальдегид относится к малым газовым примесям, однако он имеет важное значение в химии атмосферы и является одним из основных газовых компонентов-загрязнителей атмосферного воздуха городов. Он также рассматривается как приоритетное опасное соединение [2].

В соответствии с нормативными документами, регламентирующими содержание загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест, формальдегид классифицируется как токсичное и опасное вещество 1-го класса опасности (до 2014 г. формальдегида был 2-го класса опасности). Его гигиенические нормативы в атмосферном воздухе составляют  $\text{ПДК}_{\text{м.р.}} = 0,05 \text{ мг/м}^3$ ,  $\text{ПДК}_{\text{с.с.}} = 0,01 \text{ мг/м}^3$ . Стоит отметить, что с 1 июля 2014 г. было изменено значение ПДК формальдегида и его класс опасности. Значение ПДК изменилось с  $0,003 \text{ мг/м}^3$  на  $0,01 \text{ мг/м}^3$  (изменение № 10 в ГН 2.1.6.1338-03 «ПДК загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест», зарегистрировано в Минюсте России 11 апреля 2014 г. № 31909) [1].

При повышенных концентрациях формальдегид оказывает многообразное токсическое действие: раздражает слизистые оболочки верхних дыхательных путей, горла, глаз, вызывает тошноту и головную боль [2].

Источники поступления формальдегида в атмосферу многообразны.

В среднем концентрация формальдегида в Саратове составляет  $0,0186 \text{ мг/м}^3$  или  $1,86\text{ПДК}$ .

За последние пять лет наибольшие концентрации формальдегида отмечались в 2014 году. Среднегодовое значение составило  $2,47\text{ПДК}$ . При этом максимальные значения отмечались летом в июле и составили  $3,41\text{ПДК}$ . Минимум приходится на 2012 год. Среднегодовое значение концентрации  $1,47\text{ПДК}$ .

В годовом ходе можно отметить увеличение концентраций формальдегида от зимы к лету (с максимумом в июле  $2,45 \text{ ПДК}$ ) и уменьшение от лета к зиме (с минимумом в январе  $1,47 \text{ ПДК}$ ). Таким образом, в сезонном ходе наблюдается четкое увеличение концентраций формальдегида летом (среднее значение  $2,27\text{ПДК}$ ).

Формальдегид является загрязняющим веществом, значения концентраций которого наиболее часто превышает  $\text{ПДК}_{\text{с.с.}}$ .

Наиболее загрязнен данной примесью атмосферный воздух в районе ПНЗ-8, который расположен вблизи автомагистрали с интенсивным движением

транспорта. Среднегодовая концентрация примеси здесь составила 2,1ПДК. Так же достаточно высокие значения наблюдаются на пункте ПНЗ-6 (2,01ПДК), который расположен недалеко от завода АО "Саратовстройстекло", который в свою очередь является источником выброса формальдегида. Высокое значение концентрации на ПНЗ-5 определяется близостью автомагистрали, т.е. основным источником формальдегида здесь, как и на ПНЗ-8 является автотранспорт.

Из проведенного анализа содержания формальдегида в атмосфере города Саратова можно сделать выводы:

- формальдегид вносит существенный вклад в загрязнение атмосферы города;
- источниками формальдегида являются как выбросы от промышленных предприятий, так и автотранспорт;
- содержание формальдегида носит сезонный характер;
- концентрации формальдегида достаточно часто превышают ПДК;
- высокий уровень содержания формальдегида может неблагоприятно отражаться на состоянии здоровья населения города.

#### Литература

1. О состоянии и об охране окружающей среды Саратовской области в 2015 году. Государственный доклад. Саратов: 2016. – 247 с.
2. *Какарека С.В.* Анализ и оценка источников выбросов формальдегида в атмосферный воздух на территории Беларуси / С. В. Какарека, Ю. Г. Ашурко // Природопользование. – 2012. – Вып. 21. – С. 75-82.



# ВЛИЯНИЕ АТМОСФЕРНОЙ ЦИРКУЛЯЦИИ НА ТЕРМИЧЕСКИЙ РЕЖИМ СЕВЕРО-ВОСТОКА РОССИИ

Сточкуте Ю.В., Василевская Л.Н.

Дальневосточный федеральный университет, Владивосток, Россия

*julias76@mail.ru*

Глобальные и региональные атмосферные процессы, которые представлены индексами, определяют изменение климата в годовом и сезонном масштабе на фоне вековых тенденций.

Ранее нами было установлено, что на северо-востоке России (Чукотский АО, Магаданская область и восточная часть Якутии) с середины прошлого века наблюдается устойчивое потепление, наиболее выраженное в переходные сезоны года, однако, распределено оно крайне неравномерно – увеличиваясь с юга на север. Летом повышение температуры воздуха не столь значительно по сравнению с переходными сезонами, однако, его распределение по территории более равномерное. Для зимнего сезона характерно похолодание, которое значительно проявляется в январе почти на всей территории региона, а в декабре и феврале – лишь в виде отдельных очагов [1]. По Второму Оценочному докладу [2] понижение температуры воздуха в период 1976-2012 гг. также отмечено зимой.

Целью настоящей работы явилось изучение взаимосвязи между термическим режимом северо-востока России и рядом индексов атмосферной циркуляции северного полушария. Для достижения поставленной цели был проведен корреляционный анализ между рядами температуры воздуха на 26-ти реперных метеорологических станциях ([www.meteo.ru](http://www.meteo.ru)) и климатическими индексами (<http://seakc.meteoinfo.ru>, <http://www.cpc.noaa.gov>) в период 1950-2014 гг.

Между глобальным индексом циркуляции Блиновой Е.Н. ( $\alpha$ ), отражающим интенсивность западно-восточного переноса в средней тропосфере, и температурой воздуха в целом выявлена отрицательная связь (то есть при усилении зональных процессов в атмосфере Земли на исследуемой территории преобладают отрицательные аномалии температуры воздуха). Однако наиболее тесная зависимость температурного режима от индекса  $\alpha$  проявляется в холодное время года – с октября по январь. В октябре–ноябре и январе наиболее тесную связь с индексом циркуляции ( $r \geq 0.40$ ) имеет термический режим континентальной части территории. В декабре влияние зонального переноса на поле температуры воздуха хорошо проявилось не только на материке, но и на северо-восточном побережье, где статистическая значимость выделенного сигнала превысила 99% доверительный уровень.

Положительная фаза индекса WP (который отражает зональные и меридиональные изменения в расположении и интенсивности высотной фронтальной зоны над Азией и Тихим океаном, особенно в холодное полугодие) обуславливает отрицательный фон температуры воздуха во все сезоны, что подтверждается отрицательными коэффициентами корреляции.

Наиболее тесная связь (даже на 99% уровне) выявлена на побережье Охотского моря и в континентальной части ( $r=0,52-0,65$ ). С увеличением широты количество статистически значимых сигналов уменьшается, особенно на северо-восточном побережье.

Таким образом, термический режим северо-восточной части России определяется во все сезоны в большей степени региональными атмосферными процессами (индекс WP), а с октября по январь еще и макромасштабной циркуляцией (индекс Блиновой Е. Н.).

#### Литература

1. *Сточкуте Ю.В.* Многолетние изменения температуры воздуха и почвы на крайнем северо-востоке России / Ю.В. Сточкуте, Л.Н. Василевская // Географический вестник. – Пермь: ПГНИУ, 2016. – №2(37). – С. 147–151.
2. Второй оценочный доклад Росгидромета об изменениях климата и их последствиях на территории Российской Федерации. М., 2014. – С. 413–423.

## **ОПАСНЫЕ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЕ ЯВЛЕНИЯ И УЩЕРБЫ ОТ НИХ НА ТЕРРИТОРИИ РЕСПУБЛИКИ ТАТАРСТАН В СОВРЕМЕННЫЙ ПЕРИОД (2001-2016 ГГ.).**

Трущина И.Н., Гоголь Ф.В., Захаров С.Д.

ФГБУ «УГМС Республики Татарстан», Казань, Россия

*omp@tatarmeteo.ru*

Ежегодно опасные метеорологические явления (ОЯ) причиняют значительный ущерб различным отраслям экономики, жизни и здоровью населения. ОЯ невозможно предотвратить, но знание их особенностей на территории региона, а также непрерывный мониторинг погодных условий и своевременно переданные предупреждения при угрозе возникновения ОЯ позволяют принять меры по предотвращению или уменьшению ущерба.

В настоящей работе приведена повторяемость ОЯ на территории Республики Татарстан (РТ) в период с 2001 по 2016 гг. по данным ФГБУ «УГМС Республики Татарстан». Рассмотрению подлежат следующие опасные метеорологические явления: очень сильный ветер, шквал, смерч, очень сильные осадки (твердые, жидкие и смешанные), сильный ливень, крупный град, сильная метель, сильная жара, сильный мороз, сильные гололедные отложения, сильный

туман, аномально-жаркая погода, аномально-холодная погода, чрезвычайная пожарная опасность (ЧПО), а также агрометеорологическое явление заморозки [1].

Всего за рассматриваемый период по данным ФГБУ «УГМС Республики Татарстан» зафиксировано 211 ОЯ (рис. 1) Количество случаев ОЯ на территории Татарстана варьируется от 6 (2004 г.) до 32 за год (2007 г.).

Наиболее часто отмечался ветер: 12 случаев с очень сильным ветром и 32 случая шквалов, что в среднем за год составляет 2,75 случая. За 50 предыдущих лет очень сильный ветер был зафиксирован 94 раза, а шквал – 16 раз (в среднем 2,2 случая за год). В летний период для конвективных явлений, в частности, для усиления ветра до критериев ОЯ характерны локальные проявления, которые не всегда регистрируются наблюдательной сетью. В ряде случаев достижение некоторыми метеорологическими явлениями критериев ОЯ определялось в ходе обследований специалистами-метеорологами по косвенным признакам. Например, сила ветра устанавливалась в соответствии с международной шкалой Бофорта по характеру разрушений, по повреждениям деревьев. На втором месте по количеству опасных явлений находятся заморозки – отмечено 42 случая. Далее сильные дожди – 33 случая. За рассматриваемый период также было зафиксировано 24 случая ЧПО. Следующие по повторяемости: сильные ливни (15 случаев) и крупный град (13 случаев). Сильная жара отмечалась 8 раз (в период с 1950 по 2000 г. 12 раз), аномально-жаркая погода – 5 раз. Сильный мороз отмечен 7 раз (в период с 1950 по 2000 г. 27 раз), аномально-холодная погода – 9 раз. Сильных метелей за рассматриваемый период было всего 4, то есть 1 случай за 4 года (за предыдущие 50 лет ОЯ метелей зафиксировано 54 – в среднем по 1 случаю за год). Очень редко встречались такие явления как сильный гололед, очень сильный снег, сильный туман, сложные отложения – всего по 1 случаю за весь период. Также отмечены 2 случая смерча.

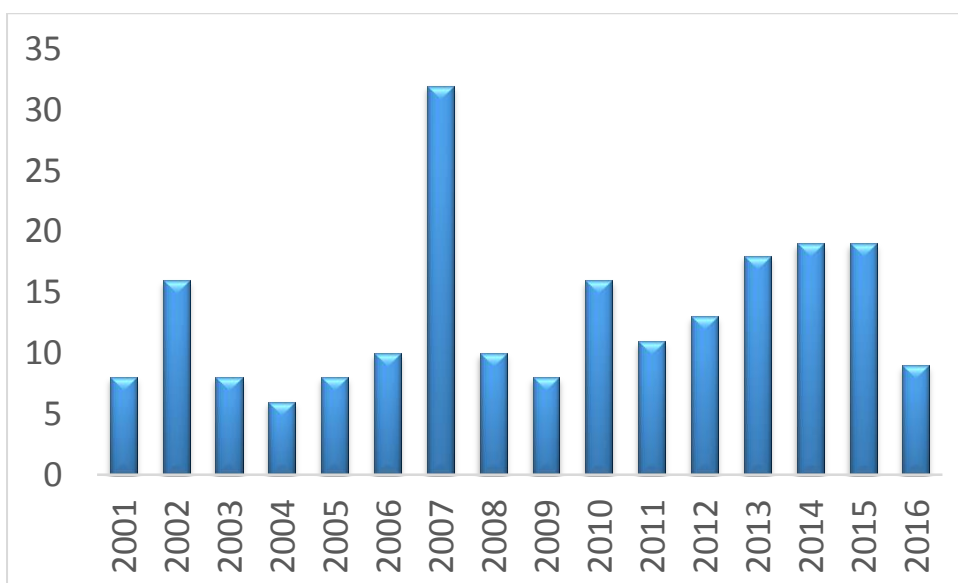


Рис. 1. Количество опасных явлений на территории Республики Татарстан в период с 2001 по 2016 гг.

Отметим, что за рассматриваемый период по интенсивности и продолжительности ОЯ на территории РТ особенно следует выделить 2010 год.

В 2010 г. уже с мая температура в республике повышалась до 30 гр. тепла. В период с 21 июля по 12 августа 2010 г. температуры достигали критерия ОЯ «сильная жара» и «аномально-жаркая погода». Средняя за 3-ю декаду июля температура составила 26-29°C, что превысило норму на 7-10°C - за весь ряд наблюдений это была самая жаркая декада июля. Средняя за 1-ю декаду августа температура воздуха составила 27-30°C, что на 9-12°C выше климатической нормы - это самая жаркая первая декада августа и самая жаркая декада всего летнего периода за всю историю наблюдений на территории Республики Татарстан. 1 августа установлены абсолютные рекорды по г. Казани и по Республике Татарстан – в Казани по данным АМСГ Сокол воздух прогрелся до 40,0 гр., на АМП в Буинске до 41,5 гр. Подобная жаркая погода в течение столь длительного времени за весь период наблюдений на территории республики ранее не отмечалась. Исключительно жаркая погода сопровождалась также исключительным дефицитом осадков - в среднем по РТ за период с апреля по июль выпало около 50 мм осадков или 25 % нормы. Аналогов подобной засухи за весь период наблюдений не было. С 11 мая 2010 г. до середины октября 2010 г. по всей территории РТ отмечалась чрезвычайная пожароопасность лесов, было зарегистрировано 98 лесных пожаров на площади 166 гектара, что более чем в 2 раза превысило аналогичные показатели 2009 года; произошло 26 торфяных пожаров. С мая 2010 г. на Куйбышевском водохранилище наблюдалось понижение горизонта воды. К концу ноября 2010 г. уровни воды понизились до отметок ниже НПУ на 388 см, а 15, 18, 21 ноября достигали опасной отметки (по дан-

ным ОГП Верхний Услон соответственно 48,97 м БС, 48,94 м БС, 48,92 м БС, что на 3, 6 и 8 см ниже отметки ОЯ). Повсеместно отмечались почвенная и атмосферная засуха. Полное иссушение почвы не позволило в нормальные сроки начать посев озимых культур. Распоряжениями Правительства РТ по атмосферной и почвенной засухе вводился режим чрезвычайной ситуации. Ущерб от засухи были беспрецедентными - погибли посевы сельскохозяйственных культур на площади 1295 тыс. га. Общий ущерб, нанесенный земледелию Татарстана в результате засухи, превысил 30 млрд. рублей.

Еще одно редкое по интенсивности и охвату территории явление отмечалось на территории РТ в декабре 2010 г., 4-6 декабря под влиянием западных циклонов прошли сильные осадки в виде снега, мокрого снега, ледяного дождя, ледяной крупы, дождя и мороси; метели с ухудшением видимости, усиление ветра порывами до 15-23 м/с, значительные колебания температуры и ее повышение до оттепели, снежные заносы и гололеды. В северо-западной части республики осадки преобладали в виде снега, в южных и восточных районах - дождя и мороси. За 3-е суток количество осадков по РТ составило 10-51 мм, в т.ч. в северных и западных районах – 42-56 мм (100-134 % месячной нормы). Очень теплая влажная погода с обильными смешанными осадками привела к образованию и быстрому нарастанию отложений гололеда. Днем 6 декабря в южных и восточных районах осуществилось нарастание гололеда диаметром до 13-18 мм, на МС Чулпаново до 23 мм, до критериев ОЯ. 7-9 декабря, с отходом теплого циклона дальше на восток, существенно похолодало, осадки прекратились, а гололед сохранился. В 13 районах РТ произошли обрывы линий электропередач, повалены опоры ЛЭП. Во многих районах ночью с 5 на 6 декабря 2010 г. была объявлена чрезвычайная ситуация.

#### Литература

1. Положение о порядке действий учреждений и организаций при угрозе возникновения и возникновении опасных природных явлений: Руководящий документ РД 52.88.699-2008 // Министерство природных ресурсов и экологии РФ; Федеральная служба по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (Росгидромет). – М., 2008. – 32 с.

## ФЛУКТУАЦИИ ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТИ ЦИРКУЛЯЦИОННЫХ СЕЗОНОВ

Тудрий В.Д., Исмагилов Н.В.

Казанский (Приволжский) федеральный университет, Казань, Россия

*nismagi@yandex.ru*

В [1] приводится подробный анализ различных методов типизаций атмосферных циркуляционных процессов, обсуждаются их возможности для прогноза погоды.

На основании типизации Б.Л. Дзердзеевского в докладе анализируются различные характеристики продолжительности циркуляционных сезонов, исходные данные получены из [2], которые охватывают период с 1899 по 2008 гг. Нами более подробно рассматривались характеристики за последние 60 лет с 1949 г. по 2008 г. Рассчитывались различные статистические характеристики продолжительности зимнего и летнего циркуляционных сезонов.

При сравнении средней продолжительности зимнего и летнего циркуляционных сезонов (ЦС) было получено, что средняя продолжительность зимнего ЦС на 1,5 сут. больше, чем летнего ЦС ( $x_3 = 103,5$  сут. и  $x_{л} = 102,0$  сут.). Изменчивость продолжительности ЦС, характеризуемая коэффициентом вариации  $c_v$  в оба сезона оказалась практически одинаковой  $c_v = 19,2\%$  (зима) и  $c_v = 18,7\%$  (лето).

Изменение во времени продолжительности зимней и летней циркуляции лучше описывается линейным трендом, коэффициент детерминации небольшой – для зимнего ЦС  $R^2 = 18,4\%$ , для летнего ЦС  $R^2 = 15\%$ . При этом скорость прироста продолжительности, характеризуемая коэффициентом наклона тренда, для зимнего ЦС 11,4 сут. за 10 лет, и для летнего ЦС 10,9 сут. за 10 лет, т.е. примерно одинакова.

Подбор законов распределения для числа дней с зимней циркуляцией показал, что наиболее близко экспериментальное распределение подчиняется логарифмически нормальному распределению – критерий согласия Колмогорова-Смирнова указывает на вероятность доверия  $P \approx 99\%$ . Для летнего циркуляционного сезона наиболее вероятно распределение продолжительности ЦС по закону Лапласа, вероятность  $P = 88\%$ . Нормальное и логарифмически нормальное распределение также не отвергаются.

Исследование флуктуаций продолжительности зимнего и летнего ЦС с помощью спектрально-корреляционного анализа позволило выявить ряд циклов продолжительности ЦС. Зимой без фильтрации трендовой составляющей

преобладают периоды флуктуации с  $T_1 = 60$  лет,  $T_2 = 5$  лет,  $T_3 = 12$  лет, причем  $T_2$  и  $T_3$  подтверждаются с вероятностью  $P \geq 90\%$ . Фильтрация трендовой составляющей подтверждает период мощных колебаний  $T_1 = 5$  лет ( $P \geq 90\%$ ), с меньшей вероятностью подтвердились циклы с  $T_2 = 7,5$  лет,  $T_3 = 12$  лет.

Для летнего циркуляционного сезона спектр флуктуации без фильтрации тренда указывает на флуктуации с  $T_1 = 60$  лет ( $P \geq 90\%$ ) и на мало достоверные периоды 12 лет, 6 лет, 7 лет, 3 года ( $P < 90\%$ ). Исключение линейного тренда позволило проявиться главному циклу с периодом  $T_1 = 3,0$  года и вторичным  $T_2 = 2,3$  года,  $T_3 = 6,7$  лет, 60 лет, 12 лет и другим. Однако все они имели небольшую доверительную вероятность ( $P < 90\%$ ).

Вейвлет-анализ для зимнего сезона (по данным 1949-2008гг) указывает на низкочастотные флуктуации продолжительности с периодом около 24 лет. Максимальная мощность низкочастотных колебаний была в годы 1957 – 1959, 2000 – 2002 и меньшая в промежутке около 1978 – 1981гг.

Выделенные периоды наиболее мощных флуктуаций продолжительности ЦС обнаруживаются в колебаниях различных процессов [3].

#### Литература

1. Гирс А.А. Основы долгосрочных прогнозов погоды. – Л.: Гидрометеиздат, 1960. – 559 с.
2. Кононова Н.К. Классификация циркуляционных механизмов Северного полушария по Б.Л. Дзердзеевскому. – М.: Воентехиздат, 2009. – 372с.
3. Дроздов О.А. Многолетние циклические колебания атмосферных осадков на территории СССР / О.А. Дроздов, А.С. Григорьева. – Л.: Гидрометеиздат, 1971. – 158 с.

## **АНАЛИЗ КОНВЕКТИВНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В СЕВЕРО-ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ ТИХОГО ОКЕАНА В ПЕРИОД АКТИВНОГО ТАЙФУНОГЕНЕЗА 2016 ГОДА**

Филь А.Ю., Крохин В.В., Жуков П.Е.

ФГБУ «ДВНИГМИ», Владивосток, Россия

*afil19893@gmail.com*

Как известно из литературы, конвективной деятельностью называют любые проявления конвекции в атмосфере: развитие восходящих и нисходящих токов воздуха, облаков и осадков конвекции, гроз, шквалов, смерчей и тромбов, тайфунов или ураганов и т.д. В метеорологии, по одной из классификаций, конвекцию разделяют на мелкую и глубокую. Основное отличие глубокой конвекции от мелкой состоит в том, что она развивается в атмосферном слое большой мощности и важную роль в ее развитии играют процессы, связанные с

фазовыми переходами влаги в атмосфере. Другая особенность глубокой конвекции состоит в том, что вследствие ее больших вертикальных и горизонтальных масштабов на нее оказывают существенное влияние горизонтальная неоднородность метеорологических полей синоптического масштаба, эффект вращения Земли и неоднородности подстилающей поверхности.

Необходимость в качественном анализе интенсивной конвективной деятельности и связанных с ней опасных явлений погоды (ОЯ), особенно в период активного тайфуногенеза, существует достаточно давно. Результаты такой работы будут всегда востребованы широкому спектру служб и ведомостей не только российского Дальнего Востока, но и России в целом.

Из отчета Гидрометцентра России о погодно-климатических особенностях Северного полушария Земли, 2016 год стал самым теплым в истории регулярных метеорологических наблюдений на планете, т.е. с 1891г. аномалия среднегодовой температуры воздуха впервые превысила  $+1,1^{\circ}$ . Исходя из этого для настоящего исследования был выбран 2016 год. В отделе метеорологии и тропических циклонов ФГБУ «ДВНИГМИ» ежедневно ведется мониторинг тропических циклонов (ТЦ), зарождающихся, развивающихся и эволюционирующих на территории северо-западной части Тихого океана (СЗТО). Согласно данным гидрометеорологического бюллетеня ДВНИГМИ в 2016г. на северо-западе Тихого океана действовало 26 ТЦ. Сезон тайфунов начался поздно и наблюдался с начала июля до декабря. Наиболее активный тайфуногенез происходил в августе (7 ТЦ) и сентябре (6 ТЦ) при норме 5,9 и 4,8 ТЦ соответственно. Тайфун LIONROCK (1610 согласно JMA), по интенсивности не был самым сильным. Однако, в конце августа, тайфун в совокупности с южным циклоном принес значительный ущерб Приморскому краю, с осадками более 200 мм за 3 суток и скоростями ветра превышающими 90 (с порывами до 130) узлов.

В синоптической практике в качестве показателей интенсивности атмосферной конвекции используют множество различных параметров (балл облачности, ливневые осадки, грозы и т.д.) а также индексы, характеризующие опасные конвективные явления (КО-index, TI-Thompson index, Индекс Пескова, индекс SCS, индекс грозовой активности Леншина, показатель Фальковича и др.). В настоящей работе изложены результаты анализа развития глубокой конвекции в северо-западной части Тихого океана в период активного тайфуногенеза 2016 года, рассчитанные на основе данных глобальной прогностической модели GFS NOAA (Global Forecast System of National Oceanic and Atmospheric



Administration) с шагом сетки 1x1, которая является моделью общего пользования и, применяется как в исследовательских, так и прогностических целях.

В современной метеорологической практике существует множество подходов и методик для выявления областей активной конвективной деятельности в заданном регионе. Анализ условий и степени развития конвекции в настоящем исследовании выполнялся по методике, изложенной в трудах ДВНИГМИ на основе работ Фальковича А.И. [А.И. Фалькович «Динамика и энергетика внутритропической зоны конвергенции»], Результаты работы представлены в виде автоматизированно-создаваемых полей конвекции и приземного давления. А также наложенных в отдельных случаях радиолокационных карт отражаемости осадков JMA.

Анализируя построенные карты показателя Фальковича, рассчитанного по полным уравнениям и характеризующего конвективную деятельность в тропической зоне, но также применимого и для регионов умеренных и полярных широт, в СЗТО во время прохождения южных циклонов в зимний период и тропических циклонов (ТЦ) в летний период по акваториям Дальневосточных морей и Тихого океана наблюдались зоны выделенные как области с глубокой конвекцией. В течение 2016 года такие зоны нередко охватывали практически всю территорию СЗТО. Так уже во второй половине января сразу 2 циклона, проходившие по акватории Желтого, Восточно-Китайского и Японского морей, принесли мощные воздушные массы, циркулирующие над обширной территорией Тихого океана, Японии, Японского моря и Приморского края со скоростью, превышающей 100 км/час, что привело к значительным осадкам в Приморье и Хабаровском крае, сообщил в своем интервью глава приморского управления гидрометеослужбой Б. Кубай. В период с конца марта до середины мая на территории Дальневосточных морей глубокая конвекция практически не прослеживалась, в то же самое время в районе алеутской депрессии, постоянного центра действия атмосферы, отмечались огромные территории с глубокой конвекцией в среднем достигающие 2500 км в диаметре. Район ВЗК в данный период прослеживался не четко. С середины июня и до конца сентября в районе ВЗК начался период активной конвективной деятельности, простирающийся на огромные территории от 1-5° С.Ш до 25-30° С.Ш. В это время в указанной территории отмечалось максимальное зарождение ТЦ, нередко достигающих в последствии стадии тайфуна.

Из метеорологии известно, что средняя (климатологическая) высота уровня конвекции находится на 150 – 200 мб (11 – 14 км). В то же время согласно работ Murakami для развития глубокой конвекции в регионе одним из

условий является наличие мощного конвективного слоя, не менее 7 км (уровень 400 мб) в высоту. Высота верхнего уровня конвекции (УК), в период с января по март 2016 года с данным пороговым значением не поднималась в среднем выше 20° с.ш. Следует отметить, что практически до конца мая и после октября 2016 года УК находился южнее 25-30° с.ш., по сравнению с предыдущими годами, когда уже в середине марта границы конвективного слоя 7 и более км отмечались севернее 30° с.ш. В период же тайфуногенеза все ТЦ зарождались в области УК выше 7 км, а большинство из них выше 11 км. В связи с этим можно сделать предположение, что данный уровень является некоторым критерием определения северной границы тропической атмосферы. Исходя из этого предположения северная граница тропической атмосферы СЗТО с января по март включительно находилась примерно на 8° с.ш. (зона оттенков желтого и красного цвета на карте УК), однако в феврале она опустилась еще ближе к экватору и составила около 2-5° с.ш.. С начала апреля вся территория Южно-китайского моря, а позже и Филиппинского моря, была охвачена активной конвективной деятельностью. Здесь зафиксированы значения верхнего уровня конвекции 13 и более км. К концу мая границы тропической атмосферы поднялись в среднем до 25° с.ш. К середине августа наблюдалось максимальное поднятие тропической атмосферы в среднем до 32° с.ш. с очагами в Желтом и Восточно-китайском морях достигающих 40° с.ш.

При анализе построенных карт конвективной деятельности на территории СЗТО за весь 2016 год выявилась некоторая закономерность суточного хода конвекции. Максимум в течение года приходится на 18 ч ВСВ, минимум — на 06 ч ВСВ за исключением августа и сентября, в эти месяцы минимум наблюдался в 00 ч ВСВ. Также хорошо отображаются различные синоптические ситуации, - характерная структура тайфуна с хвостовой конвективной полосой, глаз бури, область тихоокеанского антициклона, зона ВЗК, более детализированная структура фронтов, которую ни на синоптических картах, ни на картах облачности разглядеть невозможно. Ее особенность заключается в последовательном чередовании восходящих и нисходящих конвективных зон.

# CLADOCERA В ПАЛЕОЛИМНОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ ОЗЕР СЕВЕРНОЙ ЕВРАЗИИ

Фролова Л.А.

Казанский (Приволжский) федеральный университет, Казань, Россия

*larissa.frolova@kpfu.ru*

Кладоцеры или ветвистоусые ракообразные (*Cladocera* LATREILLE, 1829, Branchiopoda, Crustacea) относятся к одной из составных групп зоопланктона, населяющей самые разнообразные по типологии вод экосистемы и достигающие в них массового развития. Они играют существенную роль в биотическом балансе энергии и вещества в водоемах, в трофических цепях большинства рыб, используются в качестве индикаторов степени сапробности водоемов и как объекты искусственного культивирования в качестве «стартового» корма для молоди промыслово-ценных рыб.

Высокая скорость развития и смены поколений позволяет им очень быстро реагировать на изменение условий среды, вследствие чего кладоцеры широко используются в экологических исследованиях в качестве индикаторных организмов. В качестве индикаторных групп в палеоэкологических исследованиях на протяжении длительного времени используются диатомовые водоросли, пыльца растений, остатки высшей растительности. С недавнего времени становится все более востребованным использование в палеолимнологии и палеоэкологии в качестве одного из зоологических индикаторов ветвистоусых ракообразных. Цель данной работы – оценить возможности, преимущества, проблемы и перспективы использования группы *Cladocera* как одного из биоиндикаторов в палеоклиматических исследованиях, для реконструкций абиотических, в первую очередь климатических условий прошлого. Исследования сообществ ракообразных на основе fossilized остатков из донных отложений озер позволяют расширить область применения этой группы организмов в качестве биоиндикаторов, в частности для палеолимнологических и палеоэкологических реконструкций, для сравнения региональной лимнологии, с целью более полного освещения теоретических аспектов экологии сообществ и в биогеографии [1-4].

Количество видов, сохраняющихся в донных отложениях озер относительно невелико. С другой стороны, часто анализ кладоцерных сообществ с использованием палеолимнологических методик дает более полное представление о видовом составе ветвистоусых ракообразных в водоеме, чем регулярные многочисленные отборы проб в течение вегетационного сезона с использованием стандартных гидробиологических методик, т.к. в составе донных отложений

представлены виды, обитающие в различные периоды вегетационного сезона. Такой метод составления представления о составе кладоцерного сообщества может быть рекомендован для удаленных, труднодоступных, слабоизученных водоемов, или водоемов имеющих очень короткий безледный период, как например для малоизученных арктических и субарктических водоемов Сибири и Чукотки.

Отдельные виды *Cladocera* проявляют различную степень толерантность к биотическим и абиотическим факторам окружающей среды; некоторые виды имеют широкую экологическую пластичность и способны приспособиться к широкому диапазону изменений среды, тогда как другие таксоны, являясь стенобионтными, проявляют меньшую степень резистентности в отношении лимитирующих факторов. Температура является одним из важнейших факторов, воздействующим прямо или косвенно на зоопланктонные организмы, в особенности в арктических и субарктических водоемах, на границе зон температурной толерантности многих видов. На основе изучения современных сообществ отмечена тесная корреляция между видовым богатством зоопланктона и температурой окружающей среды [5]. Температура называется в числе наиболее значимых факторов, воздействующих на состав и структуру кладоцерных сообществ по результатам исследований в различных частях мира, включая Россию [6], финскую Лапландию [7], Канаду [8]. То есть, ветвистоусые ракообразные являются полноценными индикаторами изменений климата, как и ряд других биоиндикаторов (пыльца, диатомовые, хирономиды). На основе калибровочных рядов, содержащих данные о современном распространении и частоте встречаемости различных таксонов кладоцер в зависимости от температуры, создано несколько статистических моделей для реконструкции климатических условий прошлого. Данные по изменениям климата прошлого, полученные на основе кладоцерных реконструкций температур, и реконструкции по пыльцевым зернам, так же как изотопному кислороду четко согласуются между собой.

Таким образом, *Cladocera* представляют собой группу водных беспозвоночных, fossilizированные остатки которых в больших количествах и наилучшим образом сохраняются в донных отложениях озер на протяжении длительных отрезков времени (Смирнов, 2010). Высок их потенциал для палеоклиматических исследований, базирующийся на присутствии практически во всех водных биотопах, эколого-фаунистическом разнообразии этой группы и на коротком вегетационном периоде одной генерации.

## Литература

1. *Nazarova L.B.* Chironomids (Diptera: Chironomidae) in Lakes of Central Yakutia and their Indicative Potential for Paleoclimatic research / L.B. Nazarova, L.A. Pestryakova, L.A. Ushnitskaya, H-W. Hubberten // Contemporary Problems of Ecology. — 2008. Vol.1. — P. 335–345.
2. *Davidson T.A.* Representation of fish communities by scale sub-fossils in shallow lakes: implications for inferring cyprinid-percid shifts / T.A. Davidson, C.D. Sayer, M.R. Perrow, M.L. Tomlinson // Journal of Paleolimnology. — 2003. Vol. 30. — P.441–449.
3. *Frolova L.* Subfossil Cladocera (Branchiopoda, Crustacea) in climatic and palaeoenvironmental investigations in Eastern Siberia (Russia) // International Multidisciplinary Scientific GeoConference, SGEM 2016, SGEM2016 Conference Proceedings, 2016, Book4 Vol. 2, 601-606 pp.
4. *Ulrich M.* Rapid thermokarst evolution during the mid-Holocene in Central Yakutia, Russia / M. Ulrich, S. Wetterich, N. Rudaya, L. Frolova, J. Schmidt, C. Siegert, A.N. Fedorov, C. Zielhofer // The Holocene OnlineFirst. 2017. doi:10.1177/0959683617708454
5. *Korhola A.* Cladocera and other branchiopod crustaceans / A. Korhola, M. Rautio // Tracking environmental change using lake sediments. Vol. 4. Zoological indicators. — Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 2001. — P. 125-165.
6. *Frolova L.* Subfossil cladoceran remains from sediment in thermokarst lakes in northeastern Siberia, Russia / L/ Frolova, L. Nazarova, L. Pestryakova, U. Herzschuh // Journal of Paleolimnology. — 2014. — Volume 52, Issue 1. — P. 107-119. DOI 10.1007/s10933-014-9781-7
7. *Rautio M.* Zooplankton assemblages related to environmental characteristics in treeline ponds in Finnish Lapland // Arctic, Antarctic and Alpine Research. — 2001. Vol. 33. — P. 289–298.
8. *Sweetman J. N.* Environmental and spatial factors influencing the distribution of cladocerans in lakes across the central Canadian Arctic treeline region / J.N. Sweetman, K.M. Rühland, J.P. Smol // J. Limnol. — 2010. Vol. 69. — P. 1–12.

# ИЗМЕНЧИВОСТЬ ЛИВНЕВЫХ И ОБЛОЖНЫХ АТМОСФЕРНЫХ ОСАДКОВ НА ТЕРРИТОРИИ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ ПО ДАННЫМ РЕАНАЛИЗА

Харюткина Е.В.<sup>1</sup>, Логинов С.В.<sup>1</sup>, Мартынова Ю.В.<sup>1,2</sup>

1. Институт мониторинга климатических и экологических систем СО РАН,  
Томск, Россия
2. Сибирский региональный научно-исследовательский гидрометеорологический институт, Новосибирск, Россия,  
*kh\_ev@mail2000.ru*

В работе по данным реанализа выполнена оценка пространственно-временной изменчивости ливневых и обложных видов атмосферных осадков в Западно-Сибирском регионе в конце XX и начале XXI веков.

Расчет характеристик атмосферных осадков проводился для территории Западной Сибири ( $50^{\circ}$ - $70^{\circ}$  с.ш.,  $60^{\circ}$ - $90^{\circ}$  в.д.) за период интенсивного глобального потепления 1976-1998 гг. и за период замедления роста температуры 1999-2015 гг. по данным реанализа ERA-Interim (<http://www.ecmwf.int/en/research/climate-reanalysis/era-interim>). Рассчитывались как среднегодовые суммы, так и оценки каждого вида осадков за холодный и теплый сезоны года, при этом за холодный сезон принимался интервал времени с ноября по март, а за теплый - с апреля по октябрь. Проводились вычисления выборочной плотности вероятности  $p(x)$  с последующим расчетом выборочной функции распределения  $F(x)$ . В качестве средней характеристики по территории используется медиана функции распределения  $F(x)$ .

В целом, получено, что количество осадков на территории Западной Сибири в начале XXI века увеличивается, однако статистически значимых оценок изменчивости годовых сумм осадков не выявлено. Что касается изменчивости их различных видов, то характеристики ливневых осадков практически не меняются при переходе от одного временного интервала к другому. Для конвективных осадков, наоборот, наблюдается тенденция к увеличению их количества в теплый сезон за период 1999-2015 гг., при этом площадь выпадения этого вида осадков в регионе увеличилась на  $\sim 10\%$ .

Работа выполнена при поддержке гранта Президента РФ МК-2018.2017.5.

# МЕЖГОДОВАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ ВАРИАЦИЙ ПРИЗЕМНОГО И ИНТЕГРАЛЬНОГО АТМОСФЕРНОГО ВЛАГОСОДЕРЖАНИЯ НА ЕВРОПЕЙСКОЙ ТЕРРИТОРИИ

Хуторова О.Г., Хуторов В.Е., Калинин В.В., Тептин Г.М.

Казанский (Приволжский) федеральный университет, Казань, Россия

*olga.khutorova@kpfu.ru*

Водяной пар играет ключевую роль в радиационном балансе атмосферы Земли, вследствие чего временные и пространственные вариации содержания водяного пара на межгодовом, синоптическом и мезомасштабном уровне тесно взаимосвязаны с изменениями полей других метеорологических и геофизических элементов. В связи с этим одной из важнейших задач является поиск межгодовых закономерностей развития вариаций атмосферного влагосодержания.

В работе были построены длинные ряды интегрального влагосодержания атмосферы, рассчитанные по ежесекундным наблюдениям ГНСС-приемника в гг. Казань [1] и по измерениям сети всемирной службы IGS GNSS 2000-2016 гг. [2]. Приземное влагосодержание оценивалось по данным метеопараметров [3] за 1966-2015 гг. По измерениям относительной влажности, температуры и давления оценивались парциальное давление водяного пара  $e$ . Ряды приземных параметров более длинные и позволяют применять спектральный анализ для выделения межгодовых вариаций. Однако в последнее время получило развитие направление GPS - метеорологии, использующее сигналы глобальных навигационных спутниковых систем (ГНСС) для оценки интегрального влагосодержания атмосферы ( $IWV$ ) с высоким пространственно-временным разрешением. [1]. В Казани функционирует сеть приемников и показано, что по данным приемников ГНСС есть возможность исследования временных вариаций параметров атмосферы в широком спектре временных масштабов [4, 5].

Наиболее сильными в спектрах парциального давления водяного пара и интегрального влагосодержания являются сезонные вариации. Их амплитуды для нескольких пунктов приведены в табл. 1.

На рис. 1а представлена пространственная зависимость амплитуды годовой гармоники приземного влагосодержания на территории Европы. Как видно из табл. 1 и рис. 1а, среднемноголетние величины парциального давления водяного пара имеют сильную широтную зависимость, связанную как с притоком солнечной радиации, так и с влиянием влажных воздушных масс. Пространственная изменчивость на территории Европы от 2 до 8 мбар в среднем за 50 лет.

*Таблица 1*

**Периоды и амплитуды значимых периодичностей в рядах приземного  
парциального давления водяного пара**

Пункт	Мурманск 69,0N 33,0 E	Москва 55,8N 37,6E	Калининград 54,7N 20,5E	Сочи 44,6N 39,7E
Среднее значение, мбар	5.823	8.274	8.982	12.802
12 мес, амплитуда, мбар	0.997	2.935	1.161	1.587
6 мес, амплитуда, мбар	0.276	0.545	0.162	0.288

На рис. 1б представлена пространственная зависимость времени максимума годовой гармоник приземного влагосодержания на территории Европы. Запаздывание времени максимума от максимума притока солнечной радиации (170-180 суток) характеризует влияние океана, его пространственная изменчивость на территории Европы от 180 до 220 суток в среднем за 50 лет.

Гармонический анализ временных рядов приземного влагосодержания в скользящем временном окне показал, что как среднегодовые значения интегрального влагосодержания, так амплитуды и фазы годовой и полугодовой гармоник меняются год от года.

На рис. 2а представлены межгодовые вариации амплитуд годового хода для нескольких пунктов Европейской территории России и их линейные тренды. Видно, что амплитуды годовой гармоник в среднем увеличиваются со временем, но угол наклона тренда меняется с индексом континентальности пунктов.

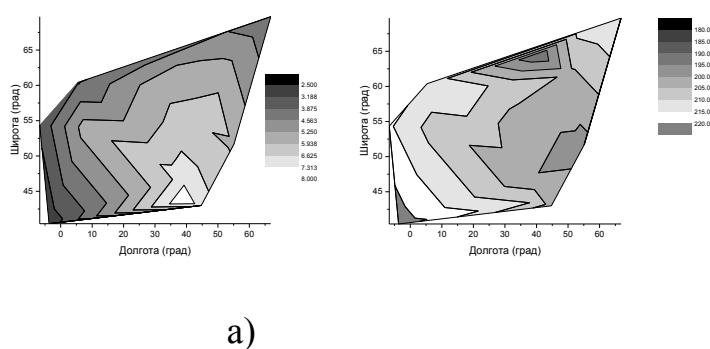


Рис. 1. а) Пространственная зависимость амплитуды годовой гармоник приземного влагосодержания  $e$ , мбар; б) Пространственная зависимость амплитуды годовой гармоник приземного влагосодержания, сутки



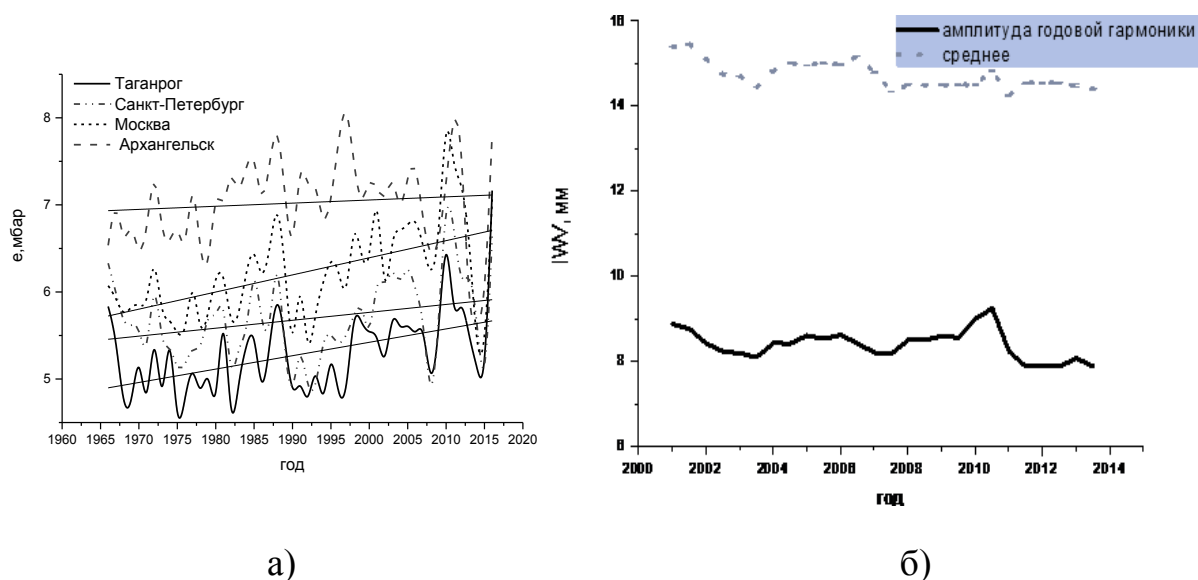


Рис. 2. а) Межгодовые вариации амплитуды годовой гармоника приземного влагосодержания для различных пунктов; б) Межгодовые вариации среднегодовых значений интегрального влагосодержания, амплитуды годовой гармоника для г. Потсдам.

Однако, при подробном анализе видно, что, начиная с 2000 г. тенденции к росту амплитуд не наблюдается. Тот же эффект можно видеть на рис. 2б, где представлены межгодовые вариации среднегодовых значений интегрального влагосодержания и амплитуды годовой гармоника для г. Потсдам (Германия).

Для исследования межгодовых вариаций влагосодержания атмосферы применялся Фурье анализ [4]. Фурье анализ 50 - летних рядов среднегодовых значений приземного влагосодержания с предварительно исключенными линейными трендами выявил, что в спектрах присутствуют квазипериодические процессы с временными масштабами 4-5 лет, 10 лет, 20 лет. Аналогичные вариации обнаружены и в рядах приземной температуры. На рис. 3 представлены спектры рядов парциального давления водяного пара и приземной температуры в г. Оренбург. Периодичности в рядах выявляются сходные, однако соотношение амплитуд для температуры и водяного пара в различных пунктах меняется.

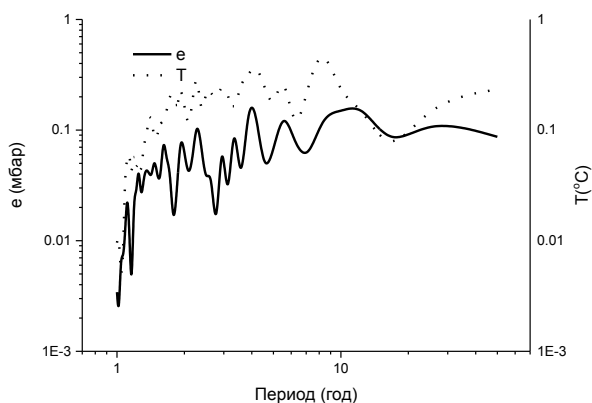


Рис. 3. Спектры межгодовых вариаций рядов парциального давления водяного пара и приземной температуры в г.Оренбург

В силу того, что длина рядов интегрального влагосодержания менее 17 лет, более медленная изменчивость была проанализирована с помощью скользящего сглаживания временного ряда внутри годового временного окна с шагом в полгода. На рис. 4 представлены Межгодовые вариации рядов интегрального влагосодержания (IWV) в г. Ольштын (Польша) и вариации длительности суток (dLOD) с исключенными трендами.

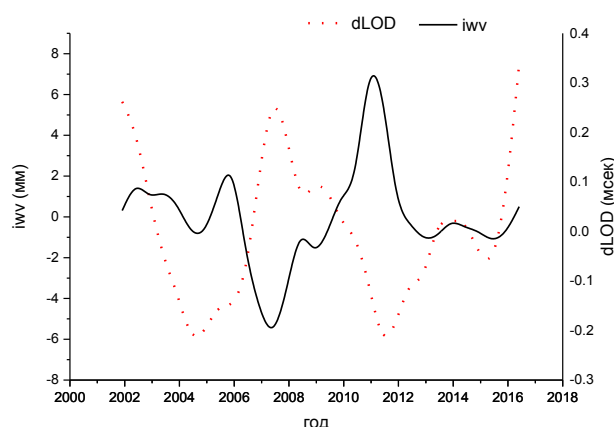


Рис. 4. Межгодовые вариации рядов интегрального влагосодержания (IWV) в г. Ольштын и вариации длительности суток (dLOD) с исключенными трендами

Рис. 4 показывает, что межгодовая динамика интегрального влагосодержания атмосферы и параметры вращения Земли меняются в противофазе, то есть процессы связаны. Механизм связи требует дополнительных исследований. Возможно, адвекция водяного пара и скорость вращения Земли испытывают влияние межполушарного обмена момента импульса [7] или в каждом параметре выделяется гармоника с периодом 18,6 лет, связанная с нутацией земной оси под воздействием Луны [8]. Межгодовые вариации и сильный сезонный ход влагосодержания отмечаются также по спутниковым данным [9]. В спектрах интегрального влагосодержания также присутствуют гармоники с периодами 4-5 лет и около 10 лет.

Работа выполнена при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (грант № 17-05-00863).

#### Литература

1. Хуторова О.Г. Вариации интегрального атмосферного влагосодержания, полученные по фазовым измерениям приемников спутниковых навигационных систем / О.Г. Хуторова, В.В.алинников, Т.Р. Курбангалиев // Оптика атмосферы и океана. – 2012. – Т. 25. – № 6. – С. 529–533

2. Всемирная Служба ГНСС. – URL: <http://igscb.jpl.nasa.gov/>
3. Булыгина О.Н. Описание массива срочных данных об основных метеорологических параметрах на станциях России. Свидетельство о государственной регистрации базы данных № 2014620549 / О.Н. Булыгина, В.М. Веселов, В.Н. Разуваев, Т.М. Александрова. – URL: <http://meteo.ru/data/163-basic-parameters#описание-массива-данных>
4. Хуторова О.Г. О перспективах исследования неоднородной структуры тропосферы с помощью сети приемников GPS- ГЛОНАСС / О.Г. Хуторова, А.А. Васильев, В.Е. Хуторов // Оптика атмосферы и океана. – 2010. – Т. 23. – № 6. – С. 510-514.
5. Калинин В.В. Использование сигналов спутниковых навигационных систем для определения характеристик тропосферы / В.В. Калинин, О.Г. Хуторова, Г.М. Тептин // Известия РАН Физика атмосферы и океана. – 2012. – Т. 48. – № 6. – С. 705 – 713.
6. Дженкинс Г. Спектральный анализ и его приложения.- Т.1,2 / Г. Дженкинс, Д. Ватс. – М.: Мир, 1971. – 312 с.
7. Richard D. Salstein Variations in Atmospheric Angular Momentum on Global and Regional Scales and the Length of Day / D. Richard, Rosen and A. David // Journal Of Geophysical Research, June 20, 1983. – Vol. 88. – No. C9. – pp. 5451-5470.
8. Сидоренков Н.С. Нестабильность вращения Земли // ВЕСТНИК РАН, 2004. – Т. 74. – № 8. – С. 701-715.
9. Астафьева Н.М. Внутри - и междугодовые изменения влагозапаса тропосферы по данным спутникового мониторинга Земли / Н.М. Астафьева, М.Д. Раев, Е.А. Шарков // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. – 2007. – Т. 2. – Вып. 4. – С. 20 – 26.

## **О ПРОГНОЗЕ ПОВЕРХНОСТНО СТОКА НА ОСНОВЕ ГАРМОНИЧЕСКОГО АНАЛИЗА ВРЕМЕННЫХ РЯДОВ ОСАДКОВ НА ТЕРРИТОРИИ ВОДОСБОРА**

Чередниченко А.В., Чередниченко А.В., Чередниченко В.С.

НИИ проблем биологии и биотехнологий КазНУ им. аль-Фараби,

Алматы, Казахстан

*geliograf@mail.ru*

*Показано, что на основе наиболее значимых гармоник, выделяемых в процессе гармонического анализа временных рядов осадков на территории водосбора реки, возможно прогнозирование величины тренда её стока на период до 20 лет.*

Недостаток питьевой воды или неудовлетворительное её качество является одной из главных проблем, сдерживающих развитие не только сельского хозяйства, но и целого ряда других отраслей хозяйственной деятельности. Основным источником воды в каждом регионе являются местные поверхностные воды – реки, озёра и водохранилища. Поэтому очень важной является задача долгосрочного прогнозирования изменения стока поверхностных вод [1-3 и др.].

В [3] был выполнен гармонический анализ временных рядов стока рек Семипалатинской и Алматинской областей и показано, что во временных рядах величин стока имеют место гармоники в 3,6,9,19, и 45 лет в Алматинской и близкие – в Семипалатинской области, где, кроме того, имеет место ещё гармоника в 24 г.

Поскольку сток является результатом количества осадков, выпадающих на территорию водосбора, то мы попытались установить такую связь. Результаты для регионов Семипалатинска и Алматы мы, таким образом, имеем возможность сравнить с результатами, полученными в [3].

На рис. 1 представлен временной ряд осадков для Алматы, а на рис. 2 – тот же ряд, аппроксимированный полиномом шестой степени. На рис. 3 представлен временной ряд величин стока для Алматинской и Семипалатинской областей по [3].

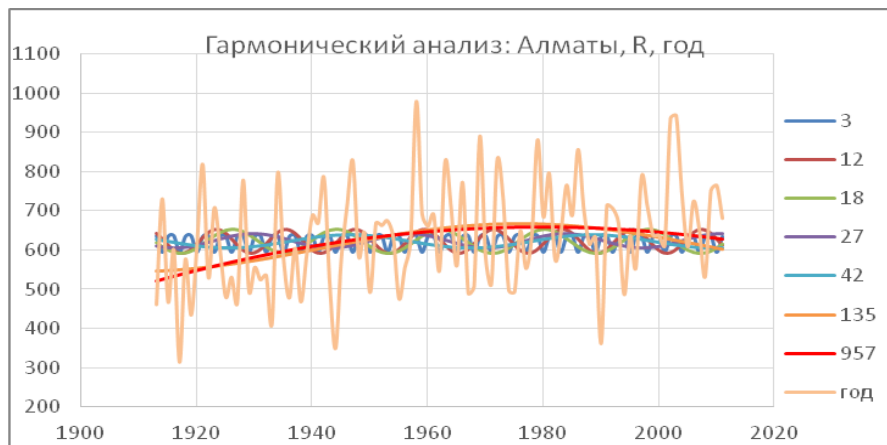


Рис. 1. Временной ход осадков по станции Алматы

Можно видеть, что во временном ряде осадков по станции Алматы содержатся гармоники 3, 12, 18, 27 и 42 года, т.е. совпадают или почти совпадают только гармоники 18-19 и 42-45 лет.

Совместный анализ гармоник во временных рядах осадков каждой из станций и в ряду суммарных осадков с одной стороны и гармоник в стоке показал, что связь имеется, однако она достаточно сложна, а иногда и неоднозначна. По этой причине мы выполнили далее анализ гармоник в стоке р. Урал с одной стороны и гармоник в индексах макроциркуляции – с другой. Исходные данные согласуются с [5,6].

Найденные нами взаимосвязи между гармониками в индексах общей циркуляции атмосферы и гармониками в стоке р. Урал могут стать основой для построения успешного сценария изменения стока на ближайшие десятилетия при условии сохранения найденных связей.

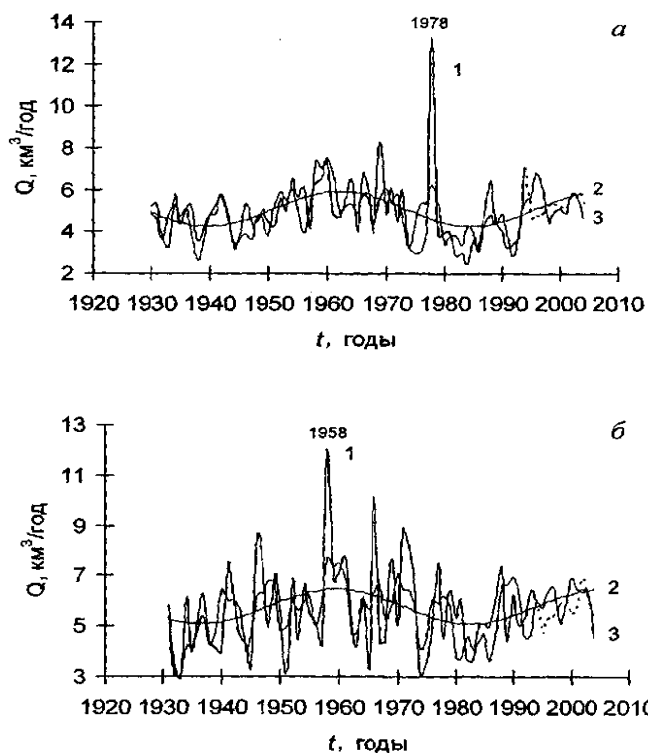


Рис. 2. Диаграмма колебаний местного стока Алматинской (а) и Семипалатинской )б) областей: 1 – данные наблюдений (пунктирная линия – поверочный участок 1996-2004 гг.), 2 – аппроксимирующая синусоида с периода 45 и 46 лет, 3 – сумма синусоид

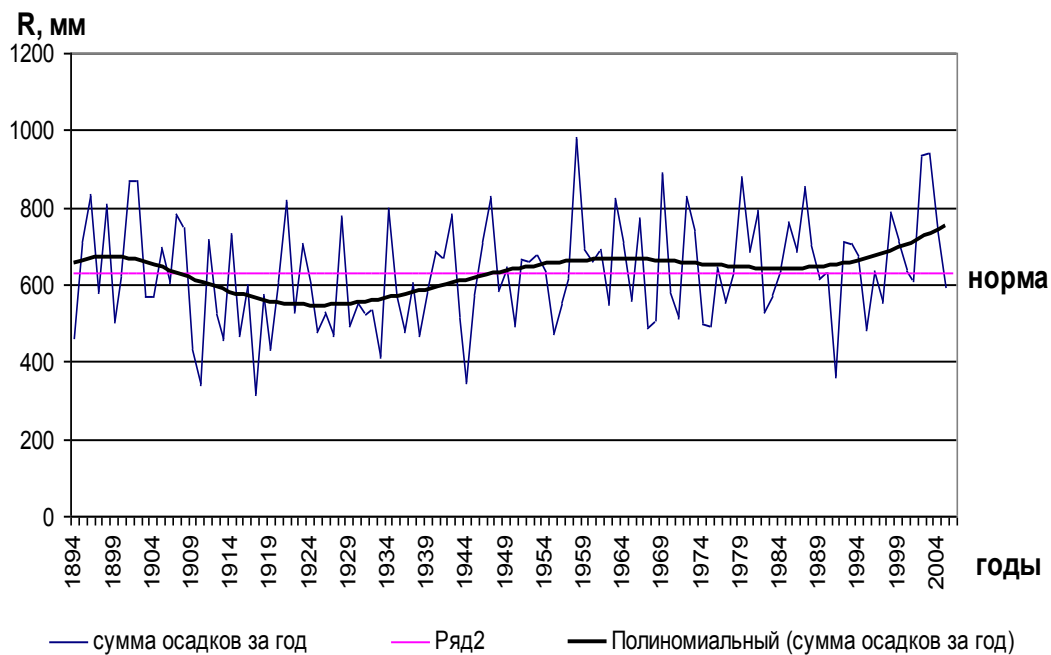


Рис. 3. Временной ход величин стока по Алматинской и Семипалатинской областям по [3]

## Литература

1. *Шкляев А.С.* Особенности распределения осадков и стока на среднем и Южном Урале и их связь с атмосферной циркуляцией. / Ученые записки Пермского государственного университета. №112. – 1961. – 108с.
2. *Чередниченко А.В.* О влиянии температуры воздуха и количества осадков на расход воды р. Жайык (Урал) – с. Кушум. / А.В. Чередниченко, С.К. Давлетгалиев, Э.П. Кожахметова, В.С. Чередниченко, Т.А. Байхонова // Вестник КазНУ. Серия географическая. – 2010. – № 1 (30). – С.17–24.
3. *Бабкин А.В.* Методология оценки периодичностей временных рядов местного стока регионов (на примере Алматинской и Семипалатинской областей) // Материалы Международной научно – практической конференции, посвящённой 70–летию института географии РК, 2008. – С.153–158.
4. Солнечно-земные связи, погода, климат / Под ред. Мак Нормана и Селиги, М., изд. «Мир», 1982. – 384с.
5. *Гирс А.А.* Многолетние колебания атмосферной циркуляции и долгосрочные метеорологические прогнозы. – Л: Гидрометеиздат, 1971. – 280с.
6. *Дмитриев А.А.* Космос, планетария климатическая изменчивость и атмосфера полярных регионов / А.А. Дмитриев, В.А. Беязо. – С.-Пб., Гидрометеиздат, 2006. – 358с.

## ВОССТАНОВЛЕНИЕ ПОЛЯ ТЕМПЕРАТУРЫ ВОЗДУХА НАД СЛОЖНЫМ РЕЛЬЕФОМ В РАЙОНЕ ТУНКИНСКОЙ КОТЛОВИНЫ

Чупина О.С.<sup>1</sup>, Воропай Н.Н.<sup>2,3</sup>

<sup>1</sup> Томский государственный университет, Томск, Россия

<sup>2</sup> Институт географии им.В.Б.Сочавы СО РАН, Иркутск, Россия

<sup>3</sup> Институт мониторинга климатических и экологических систем СО РАН,

Томск, Россия

*chupina.ru.3@mail.ru*

Трудности, с которыми сталкиваются исследователи, при изучении климата гор вызваны, прежде всего, недостатком имеющейся в распоряжении необходимой информации. Обычные поля метеорологических величин в горах искажаются под влиянием орографии и местной адвекции, возникает необходимость учитывать это влияние путем уточнения методики расчета климатических показателей.

Территория исследования – Тункинская котловина, находится в пределах юго-западной части Байкальской рифтовой зоны в Южно-Сибирской физико-географической области. Все метеорологические станции расположены в долинах рек и не дают представления о климатическом режиме в пределах высокогорных форм рельефа. С 2009 г. на территории котловины в рамках комплексных географических исследований ИГ СО РАН ведутся наблюдения за темпе-

ратурой воздуха в диапазоне высот 720-2000 м над ур.м. с помощью электронных термодатчиков DS-1922.

Цель нашей работы – изучить температурный режим на разных высотах в пределах Тункинской котловины. Для этого необходимо восстановить данные по всей площади котловины. Так как имеются только данные наблюдений в днище котловины и на ее склонах, предлагается использовать методику построения полей метеорологических величин на примере поля температуры, разработанную В.В. Севастьяновым.

В.В. Севастьяновым были рассчитаны поля многолетних средних месячных температур воздуха на высотах 500, 1000, 1500, 3000, 5000 м над ур. м. в горных районах Алтая и Саян за период 1961-1971 гг. Согласно методике выбираются аэрологические станции, находящиеся на расстоянии 2000-3000 км от точки, в которую следует интерполировать значения. В расчетах используется многолетняя средняя месячная температура воздуха с этих станций. Координаты станций переводятся в декартовую систему, далее вычисляются весовые коэффициенты  $A_0$ ,  $A_1$ ,  $A_2$ , отражающие поле температуры на разных высотах. Затем рассчитывается температура воздуха над изучаемой территорией:

Тункинская котловина является частью расчетной области. Мы сравнили средние месячные значения, полученные по данным с 1961 по 1971 гг., со средними месячными температурами, которые были рассчитаны по данным измерений на тех же высотах на территории Тункинской котловины в 2013 году. Самая низкая точка – метеостанция Тунка (720 м над ур. м.), самая высокая – верхняя граница леса на южном макросклоне Тункинских гольцов (1970 м над ур. м.).

За холодный период, начиная с ноября и до конца февраля, расчетная и измеренная температура воздуха отличается больше, чем за теплый. Максимальная разница в январе  $-12,1$  °С, с мая по сентябрь разница температур варьирует от 0 до  $2,1$  °С. Отклонения обусловлены тем, что с 70-х гг. XX века по настоящее время наблюдается повышение глобальной температуры воздуха. Таким образом, для расчета температурного поля за 2013 г. корректнее использовать современные данные. В связи с этим, по методике В.В.Севастьянова для периода 2009-2015 гг. были рассчитаны весовые коэффициенты за летние месяцы (табл. 2). Использованы данные о температуре воздуха на разных высотах (730, 1500, 3000, 5500, 9000 м над ур. м.), по десяти ближайшим аэрологическим станциям – Емельяново, Ангарск, Кызыл, Нижнеудинск, Хакасия, Чита, Киренск, Красный Чикой, Усть-Баргузин, Улан-Батор. С помощью коэффициентов рассчитана температура воздуха над исследуемой территорией за теплый пери-



од. Так как результаты расчета отражали температурный режим свободной атмосферы без учета подстилающей поверхности, вводилась соответствующая поправка.

Средняя месячная температура на метеорологической станции Тунка (720 м над ур. м.) за 2009–2015 гг. сравнивалась с рассчитанной температурой за тот же промежуток времени и с рассчитанной температурой с учетом коэффициентов за 1961–1971 гг. (табл. 1). Результаты, полученные при использовании современных данных, дают меньшие отклонения от измеренных значений (до 0,5 °С).

Так же проведены расчеты средней месячной температуры на высотах расположения модельных площадок на южном склоне Тункинских гольцов (табл. 2). Было выявлено, что расчетные средние месячные значения, коэффициенты для которых вычислялись по данным за период (2009-2015 гг.), отличаются от фактических за 2013 г в среднем на 3,2°С, а расчетные с коэффициентами за 2013 г имеют погрешность 0,3 °С. Из этого следует, что использование весовых коэффициентов за конкретный год способствует наименьшему отклонению от фактических данных.

*Таблица 1*

Средняя месячная температура воздуха на станции Тунка, °С

	июнь	июль	август
Измеренная (2009-2015 гг.)	15,1	17,2	14,9
Расчет с учетом коэффициентов 2009 – 2015 гг.	15,8	17,6	14,5
Расчет с учетом коэффициентов 1960 – 1970 гг.	13,5	16,8	14,1

*Таблица 2*

Температура воздуха на южном макросклоне Тункинских гольцов, °С

Месяц\высота, м	Расчетная (2009 – 2015 гг.)				Расчетная (2013 г.)				Измеренная (2013 г.)			
	730	1000	1500	2000	730	1000	1500	2000	717	946	1418	1968
VI	12,1	12,2	12,4	3,2	14,0	13,2	11,7	8,1	14,5	13,7	11,7	7,3
VII	14,2	14,5	14,9	6,2	16,9	15,8	13,9	13,7	17,1	15,5	13,9	9,6
VIII	13,4	12,6	11,3	2,2	15,4	14,4	12,7	12,6	16,6	15,0	13,8	9,9

Полученная, при использовании данных 1961-1971 гг., температура в свободной атмосфере (выше 1500 м) мало отличается от современных значений, из этого следует, что с течением времени в верхних слоях атмосферы температурный режим мало изменился. Данная методика хорошо подходит для расчета средних месячных температур. На точность полученных результатов большое влияние оказывает количество аэрологических станций и частота их

расположений. Чем больше станций, тем достовернее будут значения температуры воздуха в точке, где нужно восстановить данные.

## ДИНАМИКА ОПАСНЫХ ЯВЛЕНИЙ И КЛИМАТИЧЕСКИЕ РИСКИ В ИЖЕВСКЕ

Шумихина А.В.

Казанский (Приволжский) федеральный университет, Казань, Россия

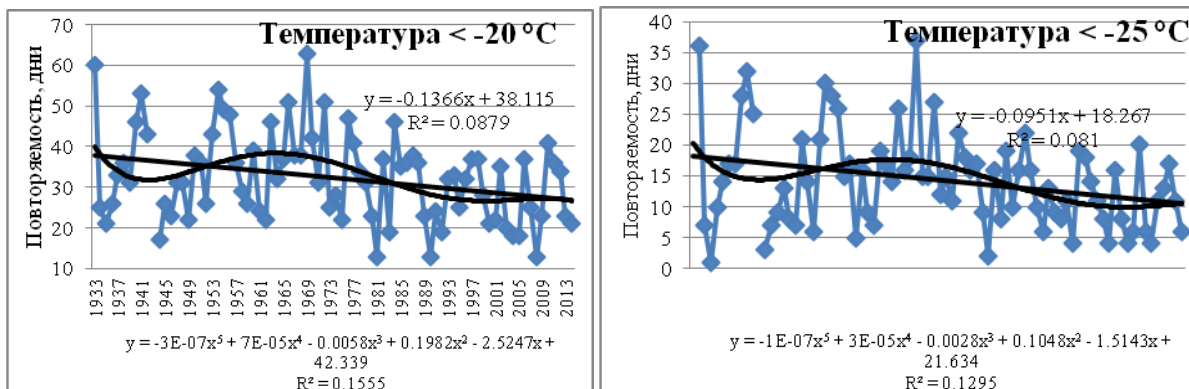
*kamb2442@mail.ru*

В работе рассмотрена динамика опасных явлений связанных с волнами жары и холода, предпринимается оценка климатических рисков. Используются ежедневные данные на станции Ижевск за период 1933-2014 гг., а также осредненные за месяц данные за период 1961-2014 гг.

### Динамика морозов в Ижевске в XX–XXI столетиях

Морозы в Ижевске – характерное и часто встречающееся явление в холодный период. Дни с минимальной температурой воздуха  $-20^{\circ}\text{C}$  и ниже наблюдаются в Ижевске с октября по апрель со средней повторяемостью в зимние месяцы равной 10 дням. Повторяемость сильных морозов  $-30^{\circ}\text{C}$  и ниже равна 1-2 дням. Экстремальные морозы с минимальной температурой воздуха ниже  $-35^{\circ}\text{C}$  в 80 % случаев наблюдаются в Ижевске при ультраполярных вторжениях. Влияние подобных синоптических условий в течение нескольких дней способствует наиболее сильным понижениям температуры воздуха до  $-40^{\circ}\text{C}$  и ниже.

На рис. 1 отражены изменения повторяемости минимальных температур ниже  $-20$ ,  $-25$  и  $-30^{\circ}\text{C}$ . Во всех случаях можно выделить период с максимальной повторяемостью морозных дней, наблюдавшийся во второй половине 60-х годов XX столетия, после чего происходило сокращение дней с морозами до середины 1990-х годов. В последние десятилетия происходит их несущественный рост. Согласно анализу линейного тренда, морозных дней становится меньше.



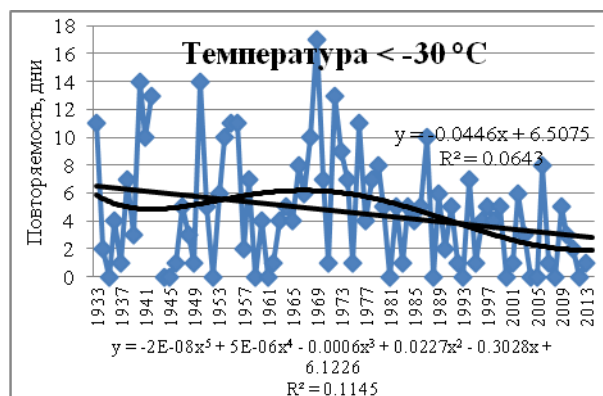


Рис. 1. Межгодовые изменения, линейный и полиномиальный тренды повторяемости минимальных температур воздуха ниже -20, -25, -30°C

Для оценки динамики годовой повторяемости морозов весь период измерений был разбит на 4 интервала по 20 лет (табл. 1).

Таблица 1

Средняя годовая повторяемость минимальных температур по периодам

Годы	<-20°C	<-25°C	<-30°C	<-35°C
1933-1952	33	15	5	2
1953-1972	40	19	6	1
1973-1992	30	13	5	1
1993-2014	28	10	3	1

Как и на графиках, в данных таблицы прослеживается рост повторяемости экстремальных морозов в середине прошлого века и ее спад после 1970-х гг. Максимальная повторяемость экстремальных морозов с теми или иными значениями принадлежат периоду до 1984 года. Последние 30 лет продолжительность волн холода с экстремальными морозами уменьшается.

### Сильная жара в Ижевске в XX–XXI столетиях

Дни с максимальными температурами выше 30 градусов встречаются в Ижевске практически ежегодно со средней повторяемостью 8 случаев за сезон. Дни с сильной жарой 35 °С фиксируются с повторяемостью 0,4 дня за сезон. Наиболее часто сильная жара наблюдается в условиях гребня тепла или высотного антициклона, в антициклональном приземном поле. Самые высокие значения температуры воздуха фиксируются в центрах высотных антициклонов со значением геопотенциала выше 580 гп.дам. и температурами воздуха на АТ-850 гПа 17-22 °С.

В отличие от межгодовых изменений морозов, динамика жаркой погоды, отраженная на рисунке 2 а, описывается линейной и полиномиальной аппроксимацией хуже, тренды статистически не значимы. Для анализа динамики также рассмотрен период с 1961 по 2014 гг. (рис. 2 б), тренд которого оказался

статистически значимым. Можно выделить 2 пика повторяемости жаркой погоды – в 80-х гг. XX в. и в конце первой декады XXI в., а также период более увеличения повторяемости жары с начала 1990-х годов.

В таблице 2 представлена средняя повторяемость жары за двадцатилетные периоды, согласно которой можно отметить более редкую повторяемость с 1952 по 1992 гг., и увеличение жарких дней за последние 20 лет. Повторяемость сильной жары в последние 20 лет увеличилась по сравнению с предыдущими периодами в 2-3 раза.

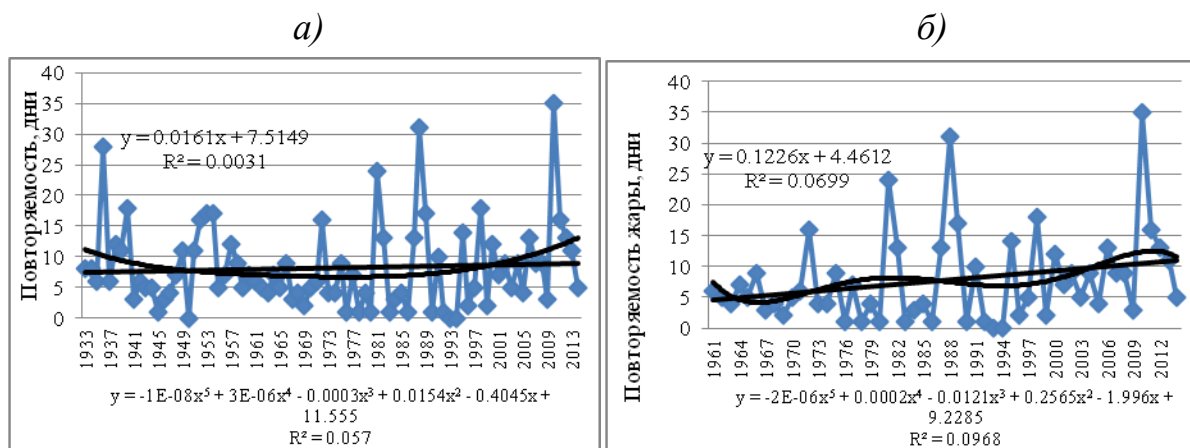


Рис. 2. Межгодовые изменения, линейный и полиномиальный тренды повторяемости максимальных температур воздуха выше 30 °С за 1933-2014 гг.(а) и 1961-2014 гг. (б)

Таблица 2

Средняя повторяемость жаркой погоды за периоды

Годы	> 30°C	> 35°C
1933-1952	8,5	0,3
1953-1972	7,6	0,3
1973-1992	7,5	0,2
1993-2014	9,1	0,6

### Оценка климатических рисков

Климатические риски связаны с межгодовой вариативностью сезонных значений климатических переменных. Они влияют на сельское хозяйство, которое в значительной степени зависит от термического режима и условий увлажнения. К примеру, среднее квадратическое отклонение сумм осадков в Удмуртской Республике в летний период (32-37 мм) сопоставимо с месячными суммами осадков этих месяцев (60-70 мм), что свидетельствует о больших рисках, связанных с межгодовой вариативностью сезонных значений.

Рассмотрим временное распределение модульных значений аномалий сумм осадков и температуры воздуха в Ижевске в январе и июле. Линейные

тренды статистически не значимы, но в долговременном ряде аномалий выявляется четкая статистически значимая цикличность вариаций колебания температуры воздуха и сумм осадков (рис. 3).

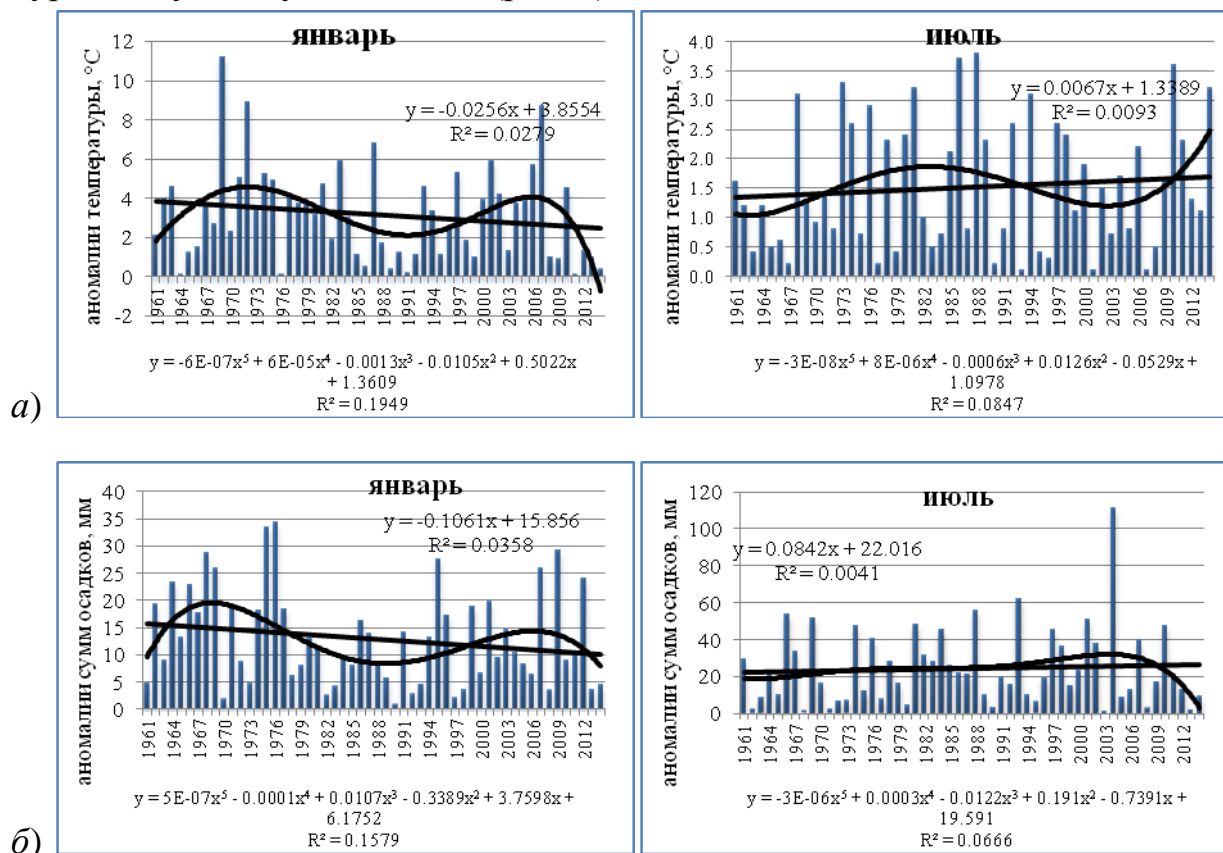


Рис. 3. Абсолютные отклонения температуры воздуха (а) и сумм осадков (б) от среднего многолетнего за январь и июль, линейные и полиномиальные тренды 5-й степени

В январе отмечается рост абсолютных значений аномалий в период интенсивного потепления конца XX-начала XXI веков.

На экономику также влияют риски с внутрисезонной вариативностью, относящейся к погодному фактору. В качестве примера рассмотрены аномалии среднемесячных температур и сумм осадков летних месяцев относительно средних показателей за весь летний сезон в городе Ижевск. Модульные значения и их динамика приведены на рисунке 4.

Согласно полиномиальному сглаживанию, в период наиболее активного роста температуры, наблюдающегося в конце XX-начале XXI столетий, отмечается и увеличение внутрисезонной вариативности температуры воздуха и суммы осадков.

Таким образом, в условиях потепления климата возрастает межгодовая и внутрисезонная вариативность величин, что приводит к увеличению климати-

ческих рисков в таких областях деятельности человека как сельское хозяйство, энергетика, ЖКХ, страхование, и др.

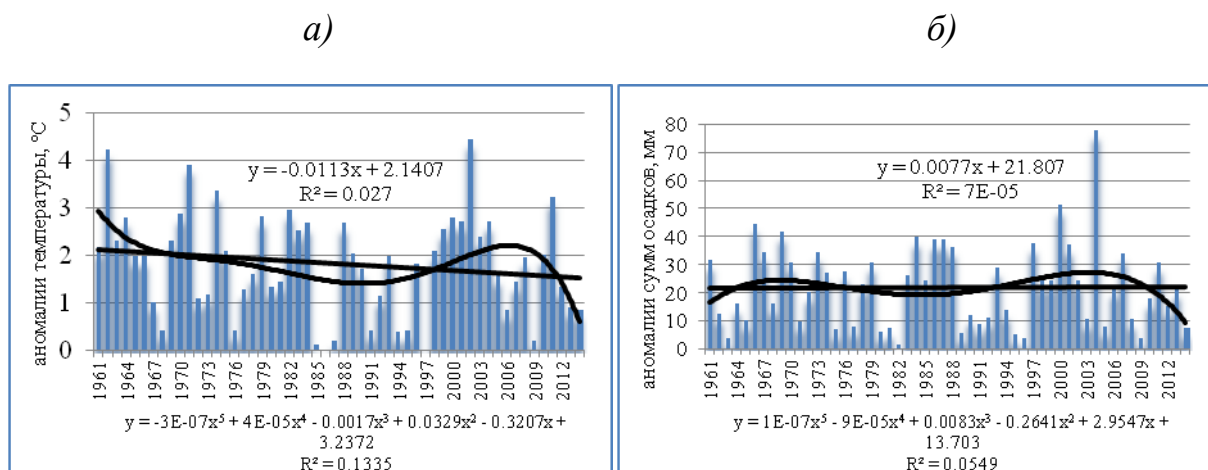


Рис. 4. Абсолютные отклонения июльской температуры воздуха (а) и сумм осадков (б) от средней за сезон температуры, линейные и полиномиальные тренды 5-й степени

#### Выводы

1. В холодную половину года климат смягчается: в последние десятилетия продолжительность волн холода уменьшается, поэтому их абсолютные минимумы не достигают рекордных значений, зафиксированных ранее. Наблюдается тенденция к уменьшению повторяемости экстремальных морозов.

2. В летнее время за последние 20 лет существенно увеличилась повторяемость сильной жары – в 2-3 раза по сравнению с предыдущими периодами.

3. В условиях потепления климата возрастает межгодовая и внутрисезонная вариативность температуры воздуха и количества осадков, что приводит к увеличению климатических рисков в таких областях деятельности человека как сельское хозяйство, энергетика, ЖКХ, страхование, и др.

## КАЧЕСТВО АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА В КРУПНЫХ ГОРОДАХ РЕСПУБЛИКИ ТАТАРСТАН

Янгличева Ю.Р.

Казанский (Приволжский) федеральный университет

*YRYanglicheva@mail.ru*

Проведено исследование уровня загрязнения атмосферы в промышленных центрах Республики Татарстан за период 2002-2013 гг., выявлены главные источники загрязнения воздушного бассейна; для сравнительной оценки уровня загрязнения атмосферного воздуха и выявления тенденций его изменения был использован комплексный индекс загрязнения атмосферы (КИЗА); основной

вклад в загрязнение атмосферы городов РТ вносят формальдегид, диоксид азота, оксид углерода, пыль, оксид азота. Выявлено, что в последние годы наблюдается ухудшение качества атмосферы Нижнекамска, отмечается увеличение содержания бенз(а)пирена и фенола.

При изучении влияния метеорологических условий на рассеивание, накопление выбросов промышленных стационарных источников и автотранспорта использовались данные о следующих метеорологических величинах и явлениях: температуре воздуха, инверсии температуры воздуха, направления и скорости ветра, влажности воздуха, осадках и туманах.

Так, в г. Казани высокое загрязнение атмосферы наиболее часто наблюдается при скоростях ветра 3-5 м/с зимой и 1-2 м/с летом. Эта закономерность лучше выражена в зимние месяцы по сравнению с летними. В пределах этих градаций скоростей ветра наблюдается от 60 до 73 % дней с высоким загрязнением зимой и от 40 до 78 % дней летом. На формирование уровня загрязнения атмосферы также оказывает влияние и направление ветра, что обусловлено пространственным расположением источников выбросов. Для г. Казани наиболее неблагоприятным является южное направление ветра, при котором наблюдается повышенное загрязнение атмосферы. В табл. 1 представлены данные о скорости ветра.

*Таблица 1*

Осредненные значения скорости ветра на территории города Казань, м/с

год	январь	февраль	март	апрель	май	июнь	июль	август	сентябрь	октябрь	ноябрь	декабрь
2002	2,4	3,2	3,5	2	2,2	1,7	1,6	1,8	2,2	2,8	3,3	2,2
2003	2,9	2,6	2,4	2,3	2,2	2,3	1,8	2,1	2,3	3,1	2,6	3,2
2004	2,3	2,5	2,9	2,1	2,3	2,6	2,4	2,6	2,1	3	3,3	2,1
2005	3	2,7	3,6	2,8	2,2	2,3	2,3	2,1	2,1	2,3	2,8	3,1
2006	2,9	1,9	3,3	2,3	2,2	2,4	2,7	2,1	2,7	2,5	2,7	3,1
2007	3,3	2,6	2,7	2,9	2,1	2,5	2,3	1,8	2	2	2,5	2,5
2008	2,5	3,6	2,7	2,4	2,4	2,3	1,7	1,9	2,3	2,6	3,2	2,1
2009	2,6	2,4	2	2,3	2,2	2,6	2,9	2,1	1,9	3	2,2	2,2
2010	2,1	2,1	2,8	2,3	2,6	2,4	1,7	2	2	2,3	2,7	2,2
2011	2,6	1,8	2,2	2,3	2,3	2,5	1,9	2,1	2,1	2,6	3,4	3,6
2012	2,5	2,6	2,5	2,3	2,3	2,4	2,3	2,1	2,2	2,9	2,9	2,1
2013	1,7	2,2	2,5	1,8	2,2	2,2	1,7	1,8	2,1	2,1	2,7	2,5

Для оценки качества атмосферного воздуха использованы систематические наблюдения за загрязнением атмосферы, проводимые Управлением по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды Республики Татарстан (УГМС РТ) за период 2012 -2014гг. на стационарных постах наблюдения (ПНЗ), расположены в трех городах РТ.

Проведя исследования уровня загрязнения атмосферы в промышленных центрах Республики Татарстан получены следующие результаты:

1. Основной вклад в уровень загрязнения атмосферы вносят выбросы от теплоэнергетики, предприятий химического профиля, строительной отрасли и машиностроения, около 70 % от общего числа выбросов поступает от автотранспорта (табл. 2, рис. 1).

Таблица 2

Динамика выбросов ЗВ в атмосферу города Казани, тыс. тонн

Год	Всего	Промышленность	Автотранспорт
2002	111,0	38,7	72,3
2003	104,3	31,8	72,5
2004	100,8	28,0	72,8
2005	102,4	25,9	76,5
2006	109,5	33,1	76,4
2007	120,7	28,7	76,3
2008	131,3	32,4	98,9
2009	136,5	31,0	105,5
2010	93,7	28,7	65,0
2011	99,9	30,6	69,3
2012	102,8	29,3	75,3
2013	106,8	29,0	77,8

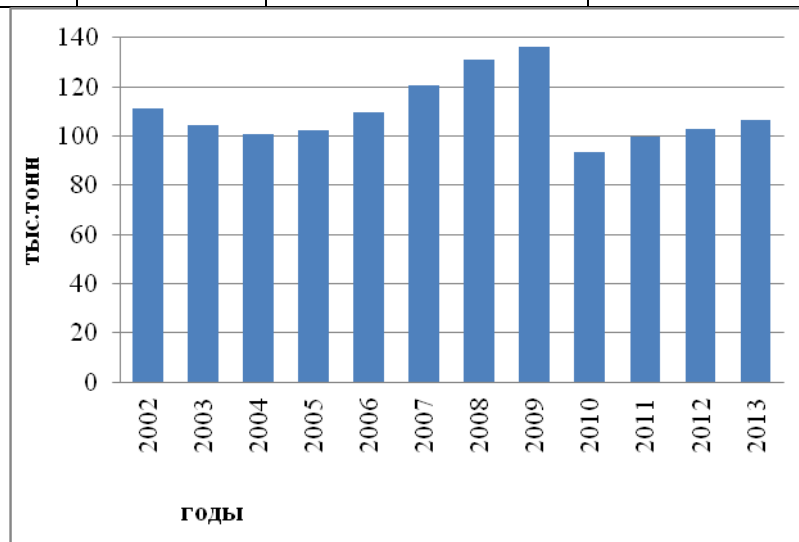


Рис. 1. Динамика выбросов ЗВ в атмосферу города Казани общее количество, тыс. тонн

Для города Набережные Челны основным крупным источником загрязнения является автомобильный завод, также влияние на формирование уровня



загрязнения оказывают предприятия машиностроения, целлюлозно-бумажной промышленности и ТЭЦ (табл. 3).

Таблица 3

Динамика выбросов вредных веществ города Набережные Челны

Год	Всего	Промышленность	Автотранспорт
2002	86,7	21	65,5
2003	85	21,5	64,3
2004	81,4	17,7	63,7
2005	75,6	17,4	58,1
2006	79,5	20,3	58,8
2007	63,2	16,4	52,8
2008	68,9	18,1	50,8
2009	63,9	13,4	50,5
2010	59,3	16,2	42,8
2011	52,9	16,2	36,7
2012	50,4	16,4	34,0
2013	50,3	14,2	36,1

Основными же источниками загрязнения воздушного бассейна Нижнекамска являются предприятия нефтехимического комплекса (табл. 4, рис. 2).

Таблица 4

Динамика выбросов ЗВ в атмосферу города Нижнекамска, тыс. тонн

Год	Всего	Промышленность	Автотранспорт
2002	102,2	84,7	17,4
2003	98,3	81,5	16,8
2004	85,6	69,0	16,6
2005	82,4	70	12,4
2006	103,0	90,1	12,9
2007	100	76,1	15,6
2008	87,7	68	19,7
2009	89	64,4	24,6
2010	75,6	56,9	18,7
2011	74,3	59,4	14,9
2012	76,2	60,4	15,8
2013	76,2	59,4	16,8

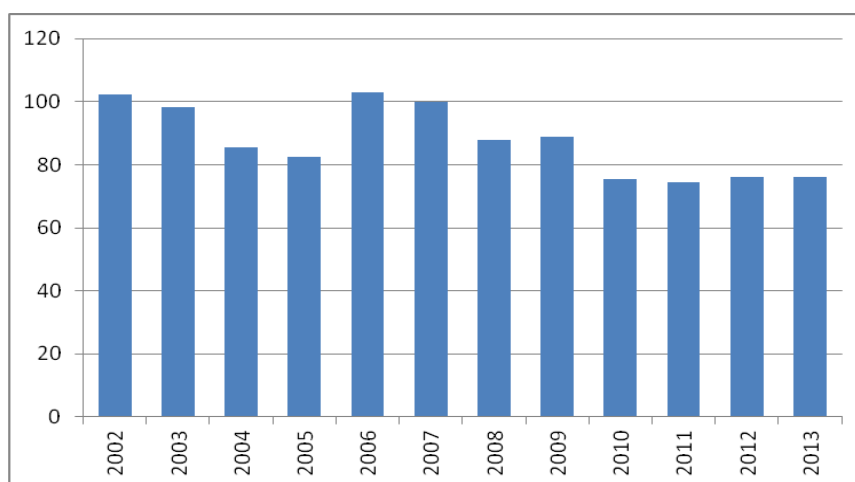


Рис. 2. Динамика выбросов ЗВ в атмосферу города Нижнекамска общее количество, тыс. тонн

2. Оценка многолетнего хода изменчивости уровня загрязнения атмосферы крупных промышленных центров республики с использованием КИЗА5, показала, что качество атмосферного воздуха в первых двух городах, начиная с 2011 года, оставалось неизменным - на отметке «высокий уровень». А вот в Нижнекамске уровень загрязнения воздуха перешел с «высокого» на «очень высокий».

3. Во всех рассматриваемых городах фиксируются высокие концентрации по формальдегиду. В г. Нижнекамск наблюдается высокое содержание такого специфического вещества, как аммиак, вариация его от 0,06 – 0,08 (ПДК 0,2). В Казани наблюдались наибольшие средние годовые концентрации оксида углерода в сравнении с другими городами. Здесь фиксируется максимальное значение CO, которое свидетельствует о преобладающем влиянии автотранспорта на состояние воздушного бассейна города. В г. Набережные Челны значение средних годовых концентраций взвешенных веществ за рассматриваемый период имели небольшую амплитуду, оставаясь на уровне 0,04 - 0,06 мг/м<sup>3</sup>.

### Секция 3

Глобальное загрязнение, регулирование воздействия на окружающую среду, экологические риски и устойчивое развитие

---

#### **INVESTIGATION OF WATER POLLUTION ON WATER RESOURCES FROM A SUSTAINABILITY POINT OF VIEW: A CASE STUDY FOR MID-BLACK SEA REGION OF TURKEY**

Buyukgungor H.

Ondokuz Mayis University, Samsun, Turkey

*hbuyukg@omu.edu.tr*

Thinking in a better and sustainable world does not only depend on new technologies, but mainly on changes in human behavior. Improving quality of life through protection of the environment should be taken as seriously by public service officers as issues like public security, health and education.

So, lately, many reports on Water combined the issues of the sustainability and quality of water supply with that of water pollution. In discussions of the new policy, however, it was decided that in the interest of clarity they should be treated separately.

Water Pollution Sustainability Objectives could be summarized as follows:

- Reduce: the mass of persistent, bio-accumulative, or toxic chemicals discharged to water body.

- Achieve: "not-net increase" in the volume of water body discharge through reuse of effluent.

- Achieve: "not-net increase" of the mass discharge of each pollutant to the creeks and bay through a combination of effluent reuse, pollutant decreases, and storm water pollutant decreases.

- Achieve: "not-net increase" of pollutant concentrations in the ecosystem (air, water, and land) from the residuals generated.

- Eliminate: the mass and concentration of pollutants entering the ecosystem (in the long term).

As well as other environment and sustainable development areas, also in water pollution control, technological activity issues have been categorized as clean production technologies and treatment technologies. Treatment technologies have been identified as technologies that are developed in parallel to industrialization, that generally separate contaminants from domestic and industrial wastewater by using physical, chemical and biological methods or advanced treatment technologies and that transfer these contaminants to less harmful form.

This study is a feature of evaluation for sustainable waste water development of Mid-Black Sea region of Turkey. Samsun is the biggest city situated in this region with the total population is ca. one million and 250 thousand throughout the city. Two of the major rivers of Turkey, Kizilirmak and Yeşilirmak flows through the borders of this city and finally reaches to the Black Sea. Also Abdal, Mert, Kürtün and Engiz rivers run through Samsun city and arrive to the Black Sea.

Samsun has water and wastewater treatments plants which contains advanced treatment units. These plants help the sustainable water management in this region. On the other side, for protection of water resource and water scarcity, using grey water is very good application. Greywater is the wastewater generated in the bathroom, laundry and kitchen. The use of greywater for agricultural irrigation purposes is occurring more frequently because of water scarcity and population growth. The treated greywater can be supplied for irrigation of indoor plants as the greywater is most suitable for this purpose.

## **APPLICATIONS OF LANDMAPPER HANDHELD METER FOR NEAR-SURFACE ECOLOGICAL SURVEYS AND BEYOND**

Golovko L.

President of Landviser, LLC

On-the-go sensors, designed to measure soil electrical resistivity (ER) or electrical conductivity (EC) are vital for faster non-destructive ecological soil mapping and monitoring in precision agriculture, civil and environmental engineering, archaeology and other near-surface applications. Compared with electromagnetic methods and ground penetrating radar, methods of EC/ER measured with direct current and four-electrode probe have fewer limitations and were successfully applied on clayish and saline soils as well as on highly resistive stony and sandy soils. However, commercially available contact devices, which utilize a four-electrode principle, are bulky, very expensive, and can be used only on fallow fields. Multi-electrode ER-imaging systems applied in deep geophysical explorations are heavy, cumbersome and their use is usually cost-prohibited in many near surface applications, such as forestry, archaeology, environmental site assessment and cleanup, and in agricultural surveys on farms growing perennial horticultural crops, vegetables, or turf-grass. In such applications there is a need for accurate, portable, low-cost device to quickly check resistivity of the ground on-a-spot, especially on the sites non-accessible with heavy machinery.

Our equipment utilizes well-known four-electrode principle to measure electrical conductivity or resistivity. Conductivity is just reciprocal of resistivity and thus *ER* results may as well be presented in convenient for soil scientists form of soil elec-

trical conductivity (EC), which is routinely used to evaluate salinity of soils and irrigation water. However, EC can be used in many more applications than just soil salinity! Also ERM-04 can output natural electrical potential (EP) of soil and plants, which has some specific applications .

Applications of EC/ER technology in soil studies

**Mapping** of soil properties highly influencing density of mobile electrical charges (measured EC/ER strongly correlates with those properties *in-situ*):

Soil salinity

Soil texture (i.e. silt, sand and clay contents, working formula needs to be developed)

Coarse fragment content and depth to bedrock

Depth to limiting layers like clay and plough pan

(wastewater - leaching fields)

Groundwater depth - capillary rise extent in profile

Correlations between soil EC maps and yield maps for many crops were established

Depth and extent of permafrost.

Pollution detection - depth and limits (pollution during oil and gas mining, for example)

Location and stability of karsts and carbonate sink holes.

Mapping of soil disturbance and search for hidden objects (drainage pipes, urban underground communications, forensic and archaeological applications).

Estimating depth of peat deposits during prospecting and locating methane accumulations in natural bogs and swamps.

**Monitoring** processes where only one soil properties changes:

Soil water content changes

Monitoring fertilizer uptake and other solute transport in soils (f.e. during phytoremediation)

Monitoring of freezing-melting processes in soil

Mapping and monitoring leakage from the retention ponds and sewage ponds, and underground oil storage tanks.

Applications in **soil genesis** studies.

Majority of soils in Russia has developed under downward leaching and typically feature the eluvial horizon with very high resistivity.

The thickness of horizons, the degree of eluviations and soil profile organization can be evaluated either without digging soil pits or by quick checking EC on the walls of soil pits.

Measuring of soil vertical and horizontal anisotropy nondestructively.

Special **applications beyond soil** studies:

Forestry – in addition to evaluating all important soil properties of forest soils, monitoring ER of a growing tree can indicate wood quality and if plant is stressed (also electrical potential is especially useful in plant health studies as non-penetrating electrodes can be mounted on surface of herbaceous plants).

Evaluating and monitoring stability of the roads (seasonal, gravel, asphalt, on permafrost or landslides, etc.).

Measuring integrity of underground electrical cables and pipes (and soil corrosive properties).

Monitoring charge-recharge processes in membrane resins in water purification plants or consumer distillers.

New applications of electrical geophysical methods in ecological mapping and monitoring are continuously being developed and ideas would be discussed at the meeting

## **THE INNOVATIVE METHODS OF TEACHING ‘THE WORLD AROUND US’**

Khusainov Z. A., Minnebaeva Z. E.

Kazan Federal University, Kazan, Russia

*zaudet@inbox.ru, minzul@mail.ru*

The process of building a responsible and valuable attitude of a personality to the environment is carried out throughout his life and largely depends on the knowledge obtained on the lessons of The World Around Us. In these lessons, the foundations of ecological education of students are laid, the level of their ecological culture is determined.

Students, keeping their attitude to nature formed in early childhood; start to show it, by acting as gatherers of still unknown facts, phenomena, and events. They find fossils, rocks and minerals, collect plants, take care of animals, see fantastic images in the contours of clouds, and admire the beauty of the dawn and sunset.

In this creative and business contact, direct interaction with nature sincere, invisible, but strong stirrings of careful attitude to nature are arisen. However, the students' behavior in nature could be both unconscious and uncontrollable. So, paying attention to beautiful butterfly, the student runs after it, grabs and squeezes it in the palm, in the end, a living organism dies. Seeing the beautiful flower of the wild cherry, the child immediately plucks it, sniffs, enjoys the smell, and then throws. It shows his ecological illiteracy. If kindness is not cultivated in childhood, it will never be cultivated because it is truly human feeling which is approved in the soul simultane-

ously with the knowledge of the first and most important truths, together with the experience the subtle nuances of the native words.

The main objective of the lessons *The World Around Us* is equipping students with environmental knowledge, leading them to the understanding that all components of nature are in the relationship that their violation can lead to unpredictable consequences, harmful for nature and human beings.

It is important to show students that the deterioration of the ecological state of the environment sets the task to the society about the need of educating environmentally literate people, clearly understanding the relationship of the environment and a human being in the system: nature man — nature altered — nature, refined for human life; people who are able to foresee the consequences of the impact of the industry on the entire living world.

The ecologization of such educational subjects as *The World Around Us*, allows the teacher to show the cause-effect relationship of this system, to introduce students to the world of Social Ecology and Geoecology. In addition, the entertaining materials on the environment used in the lesson and student's participation in work to improve the state of the native land, strengthens his enthusiasm in environmental activity. Students' knowledge, in spite of being holistic, will not become beliefs, will not be implemented without incorporating it into practice. Students' environmental literacy and culture is originated and activated only in the process of practical activities. It is the unity of consciousness and behavior, which is based on beliefs, allows students to perform a particular act, to understand its value. Consequently, the formation of conscious beliefs to nature is determined by their environmental knowledge.

Teachers of schools and gymnasiums of the Republic of Tatarstan have gained valuable experience in the use of ecological knowledge of the people, as an innovative process in the education, the folk pedagogy with environmental content. However, the use of knowledge of the Tatar people about the nature is not yet based on a solid basis, but on empirical experience and intuition.

To solve these problems, we studied the experience of the teachers by visiting and analyzing their lessons, by examining their plans for the work in groups with after school programs and extracurricular activities. We conducted surveys, testing, interviewing, and conversations with teachers, students and parents, as well as scientists from the Institute of Education development of the Republic of Tatarstan.

#### REFERENCE

1. On the Compatibility of Sustainability and Economic Growth // *Environmental Ethics*. – V. 19(3) – P. 12-17

2. Community, society, and the school // Educational Administration Abstracts. – 1995. – V. 30. – P. 96-102
3. *Khusainov Z.A.* Ecological Culture of schoolchildren: Monograph. –Deutschland, Saarbrucken, Palmarium academic publishing, 2012. –401p.
4. *Khusainov Z. A.* Regional model of ecological culture of pupils: Monograph. – Kazan: Ecocenter, 2002. – 160p.
5. *Kappeler A.* Some remarks on Russian national identities (sixteenth to nineteenth centuries) // Ethnic Groups. – 1993. – V.10. – I.1-3. P. 147-156
6. *Vandervoort D.* EthnoCulture, Anxiety, and Irrational Beliefs / D. Vandervoort, P. Divers, S. Madrid // Current Psycholodgy. – 1999. – V. 18. – P. 287-294

## **LATENT FLUCTUATION PERIODS AND LONG-TERM FORECASTING OF MARKAKOL LAKE LEVEL**

Madibekov A. S.<sup>1</sup>, Babkin A.V.<sup>2</sup>, Musakulkyzy A.<sup>1</sup>, Cherednichenko A.V.<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Institute of Geography LLP, Kazakhstan

<sup>2</sup>Russian State Hydrometeorological University, Russia

<sup>3</sup>Associate of Zhasyl Damu JSC, Kazakhstan

*madibekov@mail.ru, mus\_ain@mail.ru, abav@mail.ru, geliograf@mail.ru*

This study presents an analysis of fluctuations in the annual values of the lake level and, in view of the identified periods, makes its verification forecasts for the short term. The time series was analyzed from 1942 - the beginning of regular observations until 2003. Over the next 10 years, its values have been used to estimate the forecasts' results based on a new independent material. Evaluation of forecasting results has shown that for the combination of the identified sinusoids and trend tendencies, the forecasts turned out to be better than for the trend tendencies and no worse than for the mean value.

The time series of the lake level is analyzed using "Periodicities" method. This method is based on the approximation of the time series of hydro meteorological characteristics by sinusoidal functions in sequence with a systematic change in the period. The amplitude and phase of the best approximating sinusoid, as well as the additional addend around which it oscillates, and the sum of its quadratic differences with the values in the series are calculated for each period using the least squares adjustment.

In the analysis of the relation of the sum of quadratic differences of the approximating sinusoid to approximation period, the local minima of this sum should be observed for individual periods. Such a minimum of the sum of the quadratic differences of approximating sinusoid and the values in the series may be a sign of the presence of periodicity here.



When adding or combining the identified sinusoids, the correlation of their sum with the time series should consistently increase, reflecting peculiarities of its oscillations. The combination of sinusoids, which can also take into account the linear trend of the series, essentially represents its pattern, which can be used as a forecast expression for calculating future values of the lake level.

For certain periods, there are minima of the sums of quadratic differences of approximating sinusoids and the series values observed. Characteristics of sinusoids with the minima of sums of quadratic differences with series values are in italics. The minima of these sums are registered for the periods of 3, 6, 8, 12, 14 and 25 years respectively.

Fluctuations in the Markakol Lake level, the identified sinusoids with the periods of 12 and 14 years, the trend tendency and a combination of these sinusoids and trend tendencies. Sequences of increased lake level values with time series maxima in 1946, 1958 and 1969 and its decreased values with the minima in 1951 and 1963, the sinusoidal extremums with the periods of 12 and 14 years are closely spaced. The sinusoidal extremum with a period of 14 years is somewhat ahead of the corresponding extremum of the 12-year-old sinusoid at the maximum lake level in 1946 and its minimum in 1951; at the maximum lake level in 1958 these extremums occur almost simultaneously.

In the set of decreased values with a minimum lake level in 1963 and increased values with a maximum in 1969, the corresponding sinusoidal extremums with a period of 14 years lag behind the extremums of harmonics with a 12-year period. The time difference of sinusoidal extremums with the periods of 14 and 12 years is becoming greater in the region of decreased level values with the minimum values in 1974 and 1982 and in the future, these sinusoids virtually oscillate in their opposite phases.

In the first half of the analyzed interval, at which the corresponding sinusoidal extremums with the periods of 12 and 14 years are closely spaced, their combination with the trend tendency well describes the groups of years of increased lake level values with the maxima in 1946, 1958 and 1969, and its decreased values with the lows in 1951 and 1963. The decreased level values time interval with the minimum values in 1974 and 1982 is described by a smaller-amplitude basin in this combination, since the time of sinusoidal extremums with the periods of 12 and 14 years significantly diverges there.

Relatively small amplitude fluctuations in the lake level after 1989 are reflected by a smooth line formed by a combination of sinusoids with the periods of 12 and 14 years, oscillating in different phases, and a trend tendency. The derived forecast

equation fails to describe the peak lake level in 1988. Its correlation with the time series equals 0,516.

Forecasts by trend tendency and its combination with sinusoids with the periods of 12 and 14 years did not prove to be true in 2005, 2008, 2011, 2012 and 2013. According to these, 3 forecasts were verified for the period of 2004 - 2008, and 5 forecasts had proven to be true for the entire verification forecast interval of 2004-2013. The relative error of the forecast by trend tendency and its combination with the sinusoids with periods of 12 and 14 years with a lead-time of five years was 0,628 and 0,506, respectively, and with a lead-time of 10 years – 1,105 and 1,014.

Analysis of the Markakol Lake level time series for 1942 – 2003 using "Periodicity" method indicates the presence of harmonics with the periods of 12 and 14 years in its fluctuations. The combination of the trend tendency and these sinusoids well describes the fluctuations in the values of this series. The trend tendency and its combination with these sinusoids were used to compute verification forecasts of the lake level with a lead time of 5 and 10 years. The forecasting results were evaluated based on a new independent material and compared with the forecasts for the mean value of the time series.

Since by one of the results assessment criterion forecast was shown to be better by mean value while by another criterion it was better by trend tendency and its combination with the identified sinusoids, we can conclude that forecasting results based on mean value, trend tendency and its combination with sinusoids are of approximately the same quality. Nevertheless, the forecasts by a combination of trend tendency and sinusoids had proven to be better than those by trend tendency: with the same number of correct forecasts, the relative error is smaller in forecasts based on combination of sinusoids and the trend tendency.

When forecasting for the entire verification period of 2004 – 2013, the same number of forecasts was verified in all three schemes. Therefore, the forecast, which has a smaller relative error is a better one. Thus, the best forecast was obtained by a combination of sinusoids and trend tendency, and then by trend tendency, and the worst forecast was the one based on the mean value of the time series.

To make long-term lake level forecasts, it is necessary to analyze the time series of the levels of all lakes in the Republic of Kazakhstan, where there are ongoing continuous series. Reliable harmonics, which can be used in forecasting, should be identified for multiple, rather than one series. At the same time, the fluctuations phase for the same period should change gradually depending on the geographical location of the lakes.

For a more reliable forecasting of lake levels for the next 5-10 years, it is necessary to analyze their series for shorter time intervals, for example, for seasonal or monthly intervals.

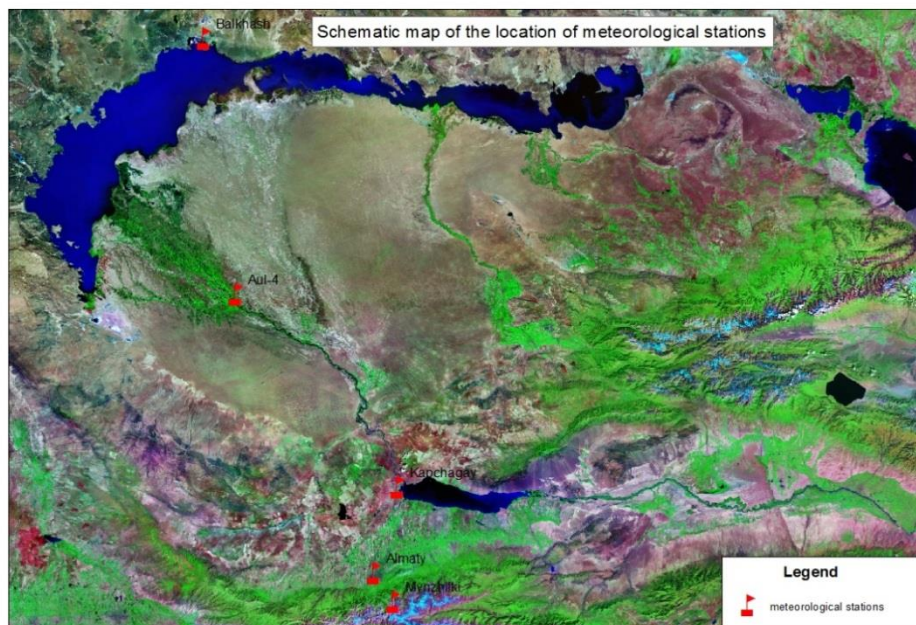
## THE ISSUE OF TRANSPORTING POLLUTANTS WITH ATMOSPHERIC PRECIPITATION

Madibekov A., Kogutenko L.

Institute of Geography, Almaty, Kazakhstan

*madibekov@mail.ru*

**Introduction.** The authors of this research found out that the distribution has mostly uneven nature, the concentrations of heavy metals (HM) are located in industrialized advanced regions or in urbanized cities, in addition, they have a certain downward trend [1]. Despite the reduction in the content of HM in atmospheric precipitation over the last decade, the level of air pollution still remains high, and the amount of research is inadequate. At the same time, the research of the chemical composition has another important value, precipitation contribute to the cleansing of the atmosphere by washing various impurities out of the atmosphere, and their chemical composition is an integral characteristic of pollution of a certain layer of the atmosphere through which they pass, in addition, all substances, which have been washed, precipitate at various distances from the source of pollution, depending on weather conditions.

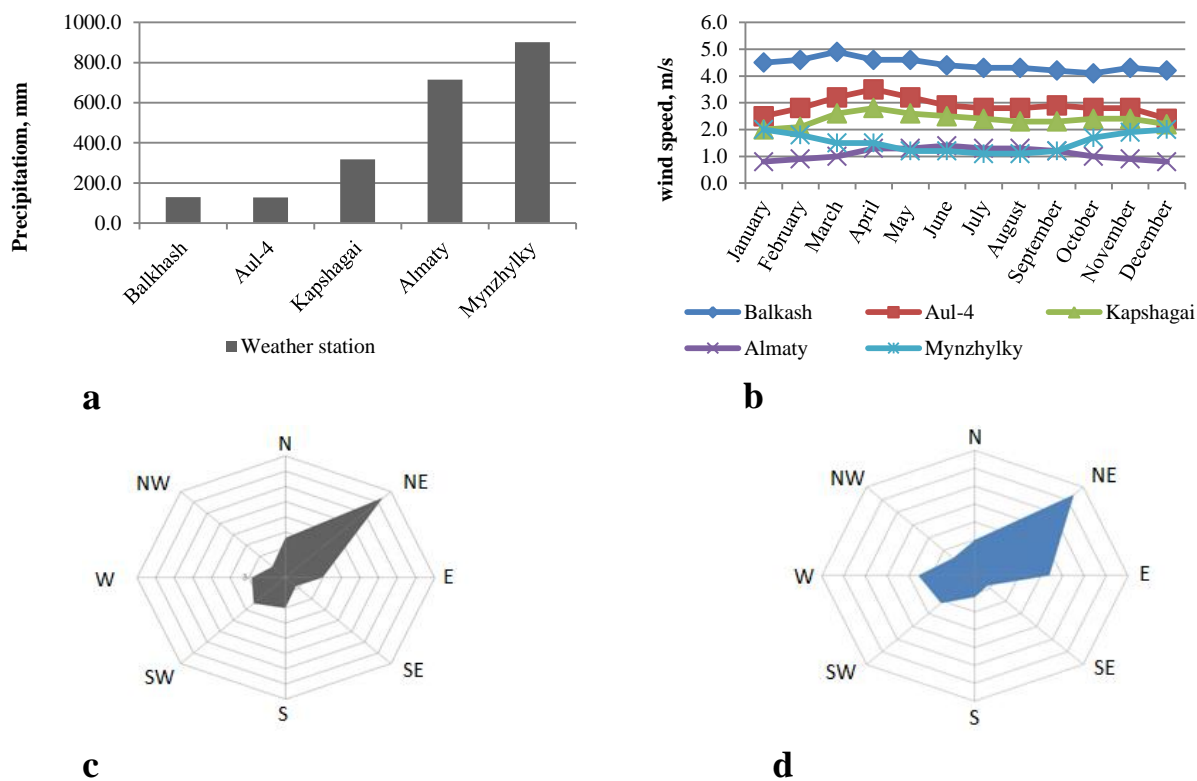


**Figure 1.** Research area

**Data and research methods.** The chemical composition of atmospheric precipitation for the period of 2000-2011 is analyzed in the work. WS located directly in

the Ile-Balkhash basin (Fig. 1) were selected as the object of the research, Manual on control of air pollution [2] was used to determine the chemical composition of precipitation samples, and the EMEP manual - for quality control of the measurements [3].

**Result and discussion.** Figure 2 shows some climatological characteristics of the research area. Large differences in the amounts of precipitation are to a considerable extent caused by climatic conditions primarily. Based on the local weather conditions, i.e. deficit of precipitation, high wind speed, recurrence of wind, it can be assumed that the conditions for the transport of pollutants are favorable enough.

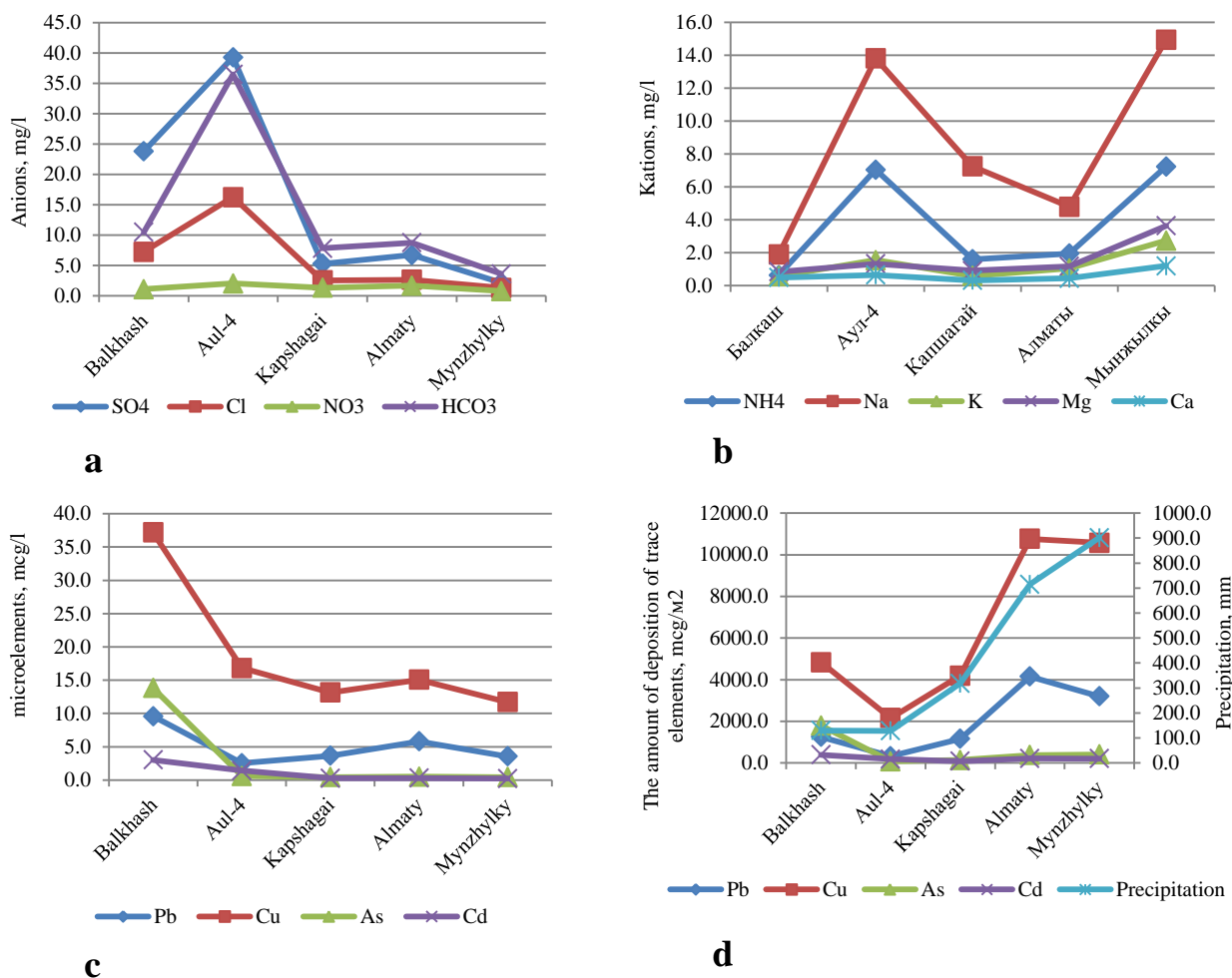


**Figure 2.** Distribution of the average annual amount of precipitation, mm/year (a), wind speed, m/s (b), recurrence of wind directions in Balkhash city (c), recurrence of wind directions in Aul-4 (d)

Atmospheric precipitations, being a sensitive indicator of air pollution in this work, are used as one of the parameters of the study of the transport of pollutants at the distances, in this regard it is of interest to trace whether the fallout of pollutants is found in distant from the sources, in this case, from Balkhash city. There is a marked increase in the concentration of basic anions over MS Aul-4, these values are small in other observation points, even several times smaller (Fig. 3a).

The distribution of the main cations is characterized by high variability, (Fig. 3b). Ions of ammonium, sodium are the main soluble component of the continental aerosol in areas remote from sources of pollution [4]. The predominance of this compound in the precipitation may mean the impact of long-range transport of impurities on the surface of Balkhash lake up to the delta of Ile river, where the Aul-4 sta-

tion is located. The increase in cations at the Mynzhylki point may indicate about the impact of the megacity on air pollution, the polluting impurities penetrate in the vertical direction influencing the physical and chemical processes in the atmosphere.



**Figure 3.** Distribution of long-term concentrations of pollutants: a) Anions; mg/l; b) Cations, mg/l; c) Microelements, mcg/l; d) Amount of fallout of microelements mcg/m<sup>2</sup>

An important indicator of the quality of atmospheric precipitation is the content of microelements. On the studied territory of Ile-Balkhash basin, precipitation is characterized as polluted with these compounds (Fig. 3c). The content of cadmium in the city of Balkhash is especially marked getting on the underlying surface, as well as in natural waters (by falling directly to the water body of due to surface runoff), they can worsen their quality. The existing pollution indicates about a powerful source of entering pollutants to the atmosphere, as well as about the transport of them to a distance of up to 300-400 km.

It was also of scientific interest in the assessment of quantitative fallout of microelements on the underlying surface of the earth. It was revealed that the amount of their fallouts depends on the intensity of precipitation only for copper (correlation co-

efficient of -0,59). As shown in Fig. 3d, copper and lead fall mostly with precipitation, in addition, the center of fallout is characteristic in the city of Almaty, where, as known, the main factor of pollution is vehicles, therefore, it is not surprising that up to 10,76 mg/m<sup>2</sup> of copper and 4,1 mg/ m<sup>2</sup> of lead fall there.

The correlation coefficients between the metal concentrations indicates the presence of a single source of incoming of these microelements. Negative correlation coefficients of the amount of precipitation were obtained for copper, lead, arsenic between their concentrations in atmospheric precipitations and the amount of precipitation, which may indicate the presence of a slight effect of "dilution and washout".

**Conclusion.** As a result of the study, it was found out that the considered meteorological characteristics, such as water scarcity, high wind speeds, recurrence of wind direction contribute to the transport of pollutants. It was revealed that the impact of pollution of the major metallurgical plant is found at a distance from it of up to 300-400 km, at the MS Aul-4. Also, it was identified that polluting impurities penetrate in the vertical direction to a height of 3 km, the height of location of the MS Mynzhylki. Heavy metals, in particular, cadmium, as a result of the transport, reaches the delta of Ile river, where its concentrations exceed the maximum allowable limits. It was revealed that the amount of fallout of heavy metals has a weak relationship to the intensity of precipitation, their high correlation dependences indicate the general source of pollutants entering the atmosphere.

Atmospheric precipitation should be considered as another source of pollution of river waters, so the assessment of the impact of atmospheric precipitation on the chemical composition of river waters is relevant and important in assessing the quality of river waters and planning water protection activities and runoff regulation.

#### REFERENCES

1. *Madibekov A.S.* Distribution of microelements in atmospheric precipitation over the South Kazakhstan / A.S. Madibekov //The Internet magazine of the National Certification Committee of the Kyrgyz Republic. – Bishkek, 2011. – URL: <http://vak.kg/jurnalVAK/> (дата обращения: 1.07.2017).
2. RD52.04.186-89, Regulatory Document: Manual on Atmospheric Pollution Control. – Moscow: Gidrometeoizdat, 1991. – 319 p.
3. EMEP: Manual for sampling and chemical analysis. EMEP/CCC-Report 1/95, Revision1/2001. O-7726. – Norwegian Institute for Air Research, 2001. – 176p.
4. *Brimblukumb P.* The composition and chemistry of the atmosphere. – Moscow: Mir, 1988.

# ОСОБЕННОСТИ МЕТОДОЛОГИЧЕСКОГО ПОДХОДА К ИЗУЧЕНИЮ ЗАКОНОМЕРНОСТЕЙ ВЛИЯНИЯ НАНОЧАСТИЦ НА ЗДОРОВЬЕ ЧЕЛОВЕКА ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ НЕРУДНЫХ НАНОМАТЕРИАЛОВ СТРОИТЕЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Айзенштадт А.М.<sup>1</sup>, Фролова М.А.<sup>1</sup>, Махова Т.А.<sup>1</sup>, Данилов В.Е.<sup>1</sup>, Rama S.  
Verma<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Северный Арктический федеральный университет им. М.В. Ломоносова, Архангельск, Россия,

<sup>2</sup>Stem cell and molecular biology lab, Bhupat and Jyoti Mehta school of Biosciences,  
Department of Biotechnology, ИТ-Madras, Chennai, India

*aizenmaria@gmail.com*

Способность инертных материалов, практически безвредных для организма человека, становиться опасными при высокой степени дисперсности известный факт, не связанный с появлением нанотехнологий. Это объясняется прежде всего неспособностью легких перерабатывать или удалять наночастицы, вызывая при этом рефлекторное сужение бронхиол и альвеол, что приводит к снижению количества кислорода в крови. Поэтому, при создании и использовании наноматериалов, вопросы прогнозирования влияния наночастиц на здоровье людей и экологию окружающей среды являются актуальными. В настоящее время выделяют три основные причины вредного воздействия наночастиц на здоровье человека [1]. Первая – токсичным может быть основное вещество наночастиц. Второе – некоторые наночастицы, не проявляя токсичных свойств, связанных с их химическим составом, могут выступать в роли катализаторов токсичных веществ. Третье – специфическое действие на организм, связанное с размерными эффектами.

Индустрия производства строительных материалов основана на использовании в качестве основных сырьевых ресурсов горных пород различного генезиса. Этот материал является основным и для производства нанокompозитов строительного назначения (нанодобавки в бетон, сухие строительные смеси, армирующие нановолокна и т.д.). Однако при этом, на сегодняшний день, нет сведений о показателях токсичности наночастиц горных пород, который можно использовать в качестве одного из критериев их применения. Таким образом, изучение закономерностей и механизмов влияния наночастиц на здоровье человека при производстве и применении нерудных наноматериалов строительного назначения является актуальным направлением в сфере современного строительного материаловедения.



В числе основных физико-химических характеристик, определяющих потенциальную опасность для здоровья человека минеральных наночастиц, рассматриваются их природа (металлические, оксидные, углеродные, кремний - содержащие), состав (нанокompозитные материалы), растворимость в воде и биологических жидкостях, заряд частицы, адсорбционная емкость, устойчивость к агрегации, гидрофобность, адгезия к поверхностям, способность к генерации свободных радикалов [2,3]. Интегральным параметром, позволяющим оценить способность наночастиц (наносистем) к трансформационным превращениям, на наш взгляд, является их поверхностная активность [4, 5]. Так, с позиций физико-химической механики дисперсных систем [6] синтез новых материалов происходит на основе механизмов двух взаимно противоположных процессов: деформации и разрушения твердого тела (дробление, измельчение, смещение и пр.) и образования новых структур (формование, спекания и пр.). При этом, активность высокодисперсной системы, полученной путем механического диспергирования в последующих трансформационных процессах определяется величиной избыточной энергией частиц (молекул, атомов) поверхностного слоя. Избыточная энергия, которой обладают поверхностные атомы, характеризуется удельной поверхностной энергией (удельной поверхностной свободной энергией или поверхностным натяжением системы,  $\sigma_s$ ) [7]. Таким образом, поверхностная активность учитывает способность высокоразвитой поверхности материала к самопроизвольным процессам компенсации избыточной поверхностной энергии и численно равна доли общего запаса потенциальной энергии системы, перешедшей в свободную поверхностную энергию при механоактивации сырья [8].

Для изучения закономерностей и механизмов влияния наночастиц на здоровье человека, а также экологических рисков, связанных с их использованием, в качестве исходного сырья выбраны горные породы Архангельской области осадочного и магматического происхождения: мелкий речной полиминеральный песок (месторождение «Краснофлотский-Запад» - М1), средний полимиктовый карьерный песок (месторождение Холмогорского района – М2) и базальт (месторождение «Мяндуха»). Для каждого из исследуемых образцов подобран оптимальный режим механического диспергирования, позволяющий получить необходимый размер частиц (50-200 нм) и хорошую воспроизводимость результатов. Величина поверхностной активности наночастиц исследуемых горных пород ( $k_s \cdot 10^{-3}$ ) для песка М1, песка М2 и базальта равна соответственно 0,59; 0,04; 0,56.



Резюмируя вышесказанное, оценка токсичности наночастиц должна быть основана на изучении физико-химических характеристик (форма частиц, заряд частиц, удельная поверхность, поверхностная энергия) и их взаимосвязи с влажностно-температурными параметрами окружающей среды.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 16-53-45019 ИНД\_а.

#### Литература

1. *Годымчук А.Ю.* Экология наноматериалов: учебное пособие/А.Ю. Годымчук, Г.Г. Савельев, А.П. Зыкова под ред. Л.Н. Патрикеева и А.А. Ревинной. – М.: Бином. Лаборатория знаний, 2012. – 272 с.
2. *Цао Гонжун, Ин Ван.* Наноструктуры и наноматериалы. Синтез, свойства и применение / Пер. с англ. 2-го издания А.И. Ефимова, С.И. Каргов, – М.: Научный мир, 2012. – 520 с.;
3. *Двойнишникова И.А.* Современное состояние минерально-сырьевой базы строительной индустрии. Перспективы освоения минерально-сырьевой базы Архангельской области: сб. науч. тр. Международной научно-технической конференции. Гл. редактор Сафин С.Г. – Архангельск, 2002. – С. 66-70.
4. Оценка поверхностной активности высокодисперсного сырья для композиционных строительных материалов / Л.А. Вешнякова, А.М. Айзенштадт, М.А. Фролова // Физика и химия обработки материалов. – 2015. – №2. – С. 68 – 72.
5. Поверхностная активность кремнеземсодержащих горных пород / Л.А. Вешнякова, Т.А. Дроздук, А.М. Айзенштадт, М.А. Фролова, А.С. Тутьгин // Материаловедение. – 2016. – № 5. – С. 45-48.
6. *Pacheco-Torgala F.* Nanotechnology: Advantages and drawbacks in the field of construction and building materials. / F. Pacheco-Torgala, S. Jalali. // Construction and Building Materials. – 2011. – V.25. – I. 2. – P. 582–590.
7. *Фролова М.А.* Критерий оценки энергетических свойств поверхности. / М.А. Фролова, А.С. Тутьгин, А.М. Айзенштадт, В.С. Лесовик, Т.А. Махова, Т.А. Пospelова // Наносистемы: физика, химия, математика. – 2011. – № 2 (4). – С. 120-125.
8. *Ayzenstadt A.* Integrated approach to the assessment of quality system of highly dispersed silica contained rocks/ A. Ayzenstadt, M. Frolova, T. Mahova //International Multidisciplinary Scientific GeoConference-SGEM. – Hofburg, 2016. – V. III. – P. 53-60.

**ДЕЙСТВИЕ БИОЦИДОВ ROSIMA 243 И NUOSEPT 78  
НА СПОНТАННОЕ ОКИСЛЕНИЕ БЕЛКОВ В МИЦЕЛИИ ГРИБА  
ASPERGILLUS TERREUS**

Аникина Н.А., Смирнов В.Ф., Смирнова О.Н., Яковлева А.А., Викулова А.С.  
Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского, Россия,  
Нижний Новгород  
*biodeg@mail.ru*

В настоящее время проблема биodeградации промышленных материалов является очень актуальной, т.к. она направлена на решение таких важнейших экологических вопросов как ресурсосбережение, борьба с промышленными загрязнениями и отходами и улучшение качества среды обитания человека. Среди наиболее эффективных биodeградантов материалов выделяются микроскопические грибы, которые способны в силу особенностей, таких как богатый ферментативный аппарат, высокая энергия размножения и устойчивость к воздействию абиотических факторов внешней среды, использовать в качестве источника питания различные природные и синтетические субстраты. В связи с этим управление интенсивностью процессов биodeградации позволяет решать в той или иной степени вышеуказанные экологические проблемы. В частности, ингибирование метаболизма микроорганизмов-деструкторов позволит решить проблему ресурсосбережения, а, наоборот, активация - проблему утилизации промышленных отходов и загрязнений. Кроме этого, в процессе биodeградации промышленных материалов, изделий, зданий и сооружений могут участвовать высоко патогенные грибы, способные вызывать различные заболевания человека, такие как микоаллергозы, микотоксикозы и микозы, и, таким образом, оказывать негативное влияние на его здоровье и ухудшать качество среды обитания человека. В настоящее время наиболее эффективным и широко используемым способом защиты промышленных материалов является введение в их состав различных биоцидных добавок. Планомерный и целенаправленный подбор средств защиты от биodeградации возможен только на базе исследований механизмов ингибирующего действия биоцидных соединений на метаболизм микроорганизмов. Одним из важнейших метаболических процессов, протекающих в клетках, является окисление липидов и белков. данные процессы в существенной мере определяют окислительный гомеостаз живых организмов. Если перекисное окисление липидов у микроскопических грибов достаточно изучено, то исследование процессов окислительной модификации белков (ОМБ) практически не проводилось.

В связи этим, целью нашей работы было исследования действия биоцидных соединений Rosima 243 и Nuosept 78, используемых в качестве средств биозащиты, на процесс спонтанного окисления белков в мицелии гриба *Aspergillus terreus* – одного из наиболее активного биодегранта промышленных материалов, в условиях биодеструкции синтетического субстрата. В качестве последнего в наших экспериментах использовалась водная дисперсия Лакротэн Э-21 (сополимер бутилакрилата – стирола – акриловой кислоты), применяемая при изготовлении водно-дисперсионных красок для наружных и внутренних работ, пастообразных клеев строительного назначения, шпатлевочных масс, рельефных штукатурок, грунтовок-преобразователей ржавчины.

Оценка интенсивности процессов окислительной модификации белков (ОМБ) проводилась на основе определение уровня карбонильных производных. Метод основан на реакции взаимодействия карбонильных производных окисленных аминокислотных остатков белков с 2,4-динитрофенилгидразином (2,4-ДНФГ) с образованием 2,4- динитрофенилгидразонов, которые регистрировались спектрофотометрически. На спектрофотометре в ультрафиолетовой части спектра регистрировали альдегид-динитрофенилгидразоны нейтрального характера (АДНФГ НХ,  $\lambda=356$  нм), кетон-динитрофенилгидразоны нейтрального характера (КДНФГ НХ,  $\lambda=370$  нм), а в области видимого света - альдегид-динитрофенилгидразоны основного характера (АДНФГ ОХ,  $\lambda=430$  нм) и кетон-динитрофенилгидразоны основного характера (КДНФГ ОХ,  $\lambda=530$  нм).

Было установлено, при введении полимерных материалов в состав среды культивирования меняется количественное и качественное содержания окисленных модификаций белков в мицелии гриба. Таким образом, процесс окисления белков может быть определенным биохимическим индикатором процессов биоповреждения материалов.

Было показано, что динамика накопления карбонильных производных белков в мицелии гриба *A. terreus* под действием как Rosima 243, так и Nuosept 78 имеет одинаковые тенденции. Так, на 7 сутки эксперимента, по сравнению с контролем, содержание окисленных белков в мицелии и в том, и в другом случае было существенно ниже. Это может свидетельствовать о замедлении процесса окисления белков в клетках гриба. Вероятно, это связано с тем, что на начальных этапах культивирования на среде, содержащей полимер с биоцидом, последний является для грибов стрессирующим фактором, в ответ на действие которого грибы максимально мобилизуют свои метаболические резервы, чтобы противостоять этому воздействию. Однако при дальнейшем культивировании процесс сдерживания ингибирующего влияния биоцида грибом нарушается и

организм уже не может полноценно противостоять действию стрессирующего фактора. В этом случае происходит усиление окисления белков, что и наблюдалось нами в процессе дальнейшего культивирования. Максимальное накопление в клетках гриба окисленных форм белков достигалось на 13 сутки.

Однако, стоит отметить наличие некоторых различий в действии Rosima 243 и Nuosept 78 на *A. terreus*. При введении в среду культивирования биоцида Nuosept 78 в большей степени по сравнению с контролем наблюдалось накопление альдегидных производных белков в мицелии гриба, а в случае введения в среду Rosima 243 – кетонных, что косвенным образом указывает на различия механизмов воздействия данных биоцидов.

Таким образом, было установлено, что биоциды Rosima 243 и Nuosept 78 способны оказывать ингибирующее воздействие на такой важный метаболический процесс, как окисление белков в клетках микроскопических грибов, а следовательно данные биоциды можно рекомендовать в качестве средств защиты промышленных материалов. Кроме того, показано, что процесс окисления белков в клетках микроскопических грибов может служить индикатором процесса биоповреждения, а также может использоваться для оценки степени влияния различных биоцидных соединений на метаболизм микроорганизмов.

## **ОКРУЖАЮЩАЯ СРЕДА И ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ: ПЕРСПЕКТИВЫ ПЕРЕХОДА К РАЦИОНАЛЬНОМУ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЮ**

Ачаев Р.А.<sup>1</sup>, Гацаева Л.С.<sup>2</sup>, Ачаева Р.В.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Грозненский нефтяной технический университет им. М.Д. Миллионщикова,  
Грозный, Россия

<sup>2</sup>Комплексный научно-исследовательский институт им. Х.И. Ибрагимова Рос-  
сийской академии наук, Грозный, Россия

*achaev.ruslan@yandex.ru*

Работа посвящена актуальным вопросам современного состояния окружающей среды. Основное внимание сосредоточено на ведущих направлениях по улучшению экологической ситуации в стране, связанные с Годом экологии в России. Решение вопросов по охране и защите окружающей среды, а также поддержанию ее стабильного состояния, на современном этапе переходит на более сложную ступень исследования.

Как известно, 2017 год был объявлен Годом экологии (Указ Президента РФ от 5 января 2016 г.). Основная идея этого документа была ориентирована на

привлечение внимания к экологическим проблемам и к состоянию окружающей среды для обеспечения экологической безопасности [1].

Основные направления деятельности в рамках проведения Года экологии затронули широкий спектр вопросов, связанных с улучшением окружающей среды и устранением экологического неравновесия (совершенствование законодательства, переход на наилучшие доступные технологии, совершенствование управления отходами, особо охраняемые природные территории, охрана водных ресурсов, охрана лесных ресурсов и лесовосстановление, охрана животного мира, экологическое просвещение и региональные программы) [2].

Каждый субъект Российской Федерации не является исключением по части наличия экологических проблем. Это вполне очевидно, т.к. зачастую экологическая проблема не возникает сама по себе, а является следствием нерационального подхода к освоению земного пространства. Эти проблемы вот уже на протяжении двух столетий интенсивно накапливаются и имеют сложное происхождение.

Так, например, изучению подобных проблем по Чеченской Республике посвящены исследования, которые в определенной степени имеют отношение к направлениям деятельности Года экологии.

Важное значение среди задач основных направлений Года экологии имеет современное состояние ООПТ и территорий, обладающих рекреационным потенциалом. Некоторые авторы отмечают необходимость совершенствования законодательных механизмов по оценке современного состояния ООПТ и объектов Северо-Восточного Кавказа [3-4]. Для определенных территорий отмечается несоответствие их фактического состояния и декларируемого юридического статуса.

Реализация мероприятий, связанных с экологическим просвещением и экологической культурой, безусловно, является неотъемлемой частью охраны окружающей среды и устойчивого развития. Без них невозможно формирование экологического мировоззрения общества и реализации идей Вернадского о ноосфере.

В ряде исследований затрагиваются вопросы состояния окружающей среды через состояние компонентов ландшафтов. Кроме того, в них обращается внимание на междисциплинарный характер проблем. Так, на основе исследования вопросов рационального природопользования, природно-ресурсного потенциала, а также результатов научных изысканий по добыче и переработке УВ сырья, анализируются различные стороны взаимодействия производственной деятельности нефтегазодобывающего комплекса и окружающей среды.

Научно-технический прогресс, нефтедобыча и рост численности населения республики тесно взаимосвязаны и определяют характер антропогенного воздействия на окружающую среду. Дается оценка масштабов этого воздействия в районах добычи полезных ископаемых и в районах использования земель сельскохозяйственного назначения. Исследованию и анализу подобных вопросов посвящен ряд работ [4 – 13]. В некоторых работах представлен анализ последствий неблагоприятной экологической обстановки в республике во взаимосвязи со здоровьем населения [14-15].

Как видно из вышесказанного, спектр проблем, связанных с современным состоянием окружающей среды, достаточно широк. Требуется привлечение государственных механизмов, которые непосредственно должны затрагивать рычаги воздействия на сложившуюся ситуацию в свете решения проблем охраны окружающей среды, рационального природопользования и устойчивого развития. Кроме того, отметим, что современное общество живет в долг у последующих поколений. И на данном этапе целесообразно вести речь о максимальном сокращении масштабов природопользования, переходу к эффективной переработке отходов производства на основе новейших технологий, а затем уже об устойчивом развитии. То есть, сначала общество должно «восстановить»/«вернуть» долги, а затем стабилизировать ситуацию для перехода к устойчивому развитию.

#### Литература

1. Указ о проведении Года экологии в 2017 году. 2016. – URL: <http://kremlin.ru/events/president/news/51142> (дата обращения: 1.07.2017)
2. О Года экологии в Российской Федерации. – URL: <http://ecoyear.ru/about/> (дата обращения: 1.07.2017)
3. *Забураева Х.Ш.* Геоэкологические проблемы, предпосылки и пути оптимизации земледелия в Чеченской Республике / Х.Ш. Забураева, Е.В. Краснов // Современные проблемы геологии, географии и геоэкологии. Материалы всероссийской научно-практической конференции, посвященной 150-летию со дня рождения В.И. Вернадского: сб. трудов. – Грозный, 2013. – С. 215-221.
4. *Забураева Х.Ш.* Гидрорекреационный потенциал Чеченской Республики / Х.Ш. Забураева, А.А. Даукаев // Грозненский естественнонаучный бюллетень. – 2016. – № 2 (2). – С. 15-21.
5. *Даукаев А.А.* Добыча полезных ископаемых и геоэкологические проблемы XX столетия / А.А. Даукаев, Л.С. Гацаева, З.Ш. Гагаева и др. // Современные проблемы науки и образования. – 2014. – № 6. – С. 1655.
6. *Даукаев А.А.* Классификация локальных структур в связи с размещением залежей УВ в разрезе мезокайнозоя Восточного Предкавказья / А.А. Даукаев // Грозненский естественнонаучный бюллетень. – 2016. – № 3 (3). – С. 50-54.

7. Керимов И.А. Природно-ресурсный потенциал ЧР: экологические проблемы и устойчивое развитие / И.А. Керимов, З.Ш. Гагаева, А.А. Абумуслимов и др. // Вестник Академии наук Чеченской Республики. – 2013. – № 1 (18). – С. 77-80.
8. Керимов И.А. Минерально-сырьевая база нефтяной отрасли ЧР: состояние и перспективы развития / И.А. Керимов, А.А. Даукаев, Т.Х. Бачаева и др. // Грозненский естественнонаучный бюллетень. – 2016. – № 1 (1). – С. 13-24.
9. Керимов И.А. Геоэкология нефтяного комплекса Чеченской Республики / Керимов И.А., Уздиева Н.С. – Назрань: Пилигримм, 2008. – 249 с
10. Гайрабеков У.Т. Этапы воздействия нефтяного комплекса на природно-антропогенную среду Чеченской Республики / У.Т. Гайрабеков // Наука и бизнес: пути развития. – 2012. – № 8 (14). – С. 005-008.
11. Гайрабеков У.Т. Морфоструктурные особенности и геодинамические условия формирования нефтяных месторождений на территории Чеченской Республики / У.Т. Гайрабеков, Т.Х. Бачаева // Грозненский естественнонаучный бюллетень. – 2016. – № 3 (3). – С. 40-43.
12. Забураева Х.Ш. Современное состояние и потенциал развития сельского хозяйства регионов Северо-Восточного Кавказа / Х.Ш. Забураева // Грозненский естественнонаучный бюллетень. – 2016. – № 4 (4). – С. 25-33.
13. Заурбеков Ш.Ш. Экологические проблемы нефтегазовой отрасли Чеченской Республики / Ш.Ш. Заурбеков, Л.Р. Бекмурзаева // Нефтяная отрасль Чеченской Республики: состояние, проблемы и приоритетные направления развития. Материалы Всероссийской научно-практической конференции: сб. научных трудов. – Грозный, 2012. – С. 182-188.
14. Забураева Х.Ш. Экологические проблемы регионов Северо-Восточного Кавказа / Х.Ш. Забураева, Ш.Ш. Заурбеков // Экология России: на пути к инновациям. – 2015. – № 12. – С. 32-36.
15. Забураева Х.Ш. Экологические факторы и заболеваемость населения Чеченской Республики / Х.Ш. Забураева, Ш.Ш. Заурбеков // Экология и промышленность России. – 2011. – № 6. – С. 52-56.

## **РАДИОАКТИВНОСТЬ ПОПУТНО ДОБЫВАЕМОЙ ВОДЫ СИСТЕМЫ ДОБЫЧИ НЕФТИ НА ОБЪЕКТАХ ПАО «ТАТНЕФТЬ»**

Бадрутдинов О.Р, Билалов Ф.С., Тюменев Р.С.

Казанский (Приволжский) федеральный университет, Казань, Россия

*oleg.badrutdinov@kpfu.ru*

При добыче и подготовке нефти в окружающую среду попадают элементы естественных природных радиоактивных семейств урана-238 и тория-232, а также калий-40. Попутно добываемые воды, грунты, оборудование подвергаются загрязнению радиоактивными элементами. Особенно остро эта проблема стоит на старых нефтедобывающих предприятиях, где повышена обводненность продукции. Отделенная от нефти вода направляется на кустовые насосные станции и через специальные скважины закачивается обратно в нефтяной

пласт для поддержания пластового давления. Однако это можно делать только в том случае, если радиоактивность воды не превышает допустимых уровней.

Согласно Постановлению Правительства РФ от 19 октября 2012 г. N 1069 жидкие отходы, образующиеся при добыче и переработке минерального и органического сырья с повышенным содержанием природных радионуклидов, относятся к радиоактивным отходам в случае, если выполняется условие:

$$A_U + 2,14 A_{Th} > 130 \text{ Бк/кг},$$

где:  $A_U$  - удельная активность урана-238, находящегося в равновесии с радионуклидами уранового ряда, Бк/г;  $A_{Th}$  - удельная активность тория-232, находящегося в равновесии с радионуклидами ториевого ряда, Бк/г.

В Татарстане на всех объектах НГДУ ПАО «ТАТНЕФТЬ» существует проблема радиоактивного загрязнения. Весь объем попутно добываемой воды концентрируется на очистных сооружениях (ОС). Для изучения содержания природных радионуклидов в попутно добываемой воде были отобраны пробы практически на всех очистных сооружениях НГДУ ПАО «Татнефть», имеющих выраженные радиационные проблемы.

Следует отметить, что для таких водных объектов, с таким сложным составом, такой высокой минерализацией (от 88 до 218г/л), да еще с остатками нефти и нерастворимыми примесями, аттестованных методик по определению Th-232 и U-238 не разработано. Нами выбрана аттестованная методика наиболее близкая к поставленной задаче. (Методика измерения активности радионуклидов  $^{239}\text{Pu}$ ,  $^{242}\text{Pu}$ ,  $^{236}\text{Pu}$ ,  $^{238}\text{Pu}$ ,  $^{241}\text{Am}$ ,  $^{243}\text{Am}$ ,  $^{238}\text{U}$ ,  $^{234}\text{U}$ ,  $^{235}\text{U}$ ,  $^{232}\text{Th}$ ,  $^{230}\text{Th}$ ,  $^{228}\text{Th}$  с помощью радиометра «УМФ-2000»).

В то же время все методики предполагают анализ только растворимых форм. В отобранных пробах присутствуют, хоть и в небольших количествах твердые нерастворимые частицы, которые тоже могут быть радиоактивными. Поэтому проводился анализ как растворимых, так и нерастворимых форм.

Объемная активность Th-232 и U-238 определялась с помощью альфа-бета радиометра УМФ-2000 со спектрометрическим выходом сигнала и ПО "SpectraDecAlpha".

Во всех пробах содержание Th-232 было менее 0,1 Бк/кг. Содержание U-238 меняется от 0,02 до 0,34 Бк/кг. При этом и уран 238 и торий 232 не находятся в радиоактивном равновесии со своими дочерними продуктами распада.

Объемная активность Ra-226, Ra-228 определялась согласно «Методике выполнения измерений объемной активности изотопов радия (226, 228) в природных водах гамма-спектрометрическим методом с предварительным концентрированием».



Удельная активность Ra226 в отфильтрованной воде меняется от 2,1 Бк/кг на Тихоновских ОС до 11,4 Бк/кг на Кичуйских ОС. Удельная активность Ra228 меняется в пределах от 1,9 до 6,2 Бк/кг (Лениногорских ОС и Азнакаевских ОС).

Для отфильтрованной попутно-добываемой воды нормируемая величина  $A_U + 2,14 A_{Th}$  меняется от 8,4 Бк/кг на выходе Лениногорских ОС до 19,3 Бк/кг на выходе Азнакаевских очистных сооружений.

Суммарная альфа- и бета- активность нерастворимого осадка измерялась на радиометре УМФ-2000. Фильтрат предварительно промывался от остатков нефти четыреххлористым углеродом, высушивался и взвешивался. Несмотря на незначительный вес этого осадка, в среднем 0,3-0,4 г/кг воды, максимум 0,92 г/кг воды, его активность в некоторых случаях достигает значительных величин.

Максимальные значения, как для альфа, так и для бета-активности имеет нерастворимый осадок на Кичуйских ОС. Его альфа- активность достигает 74,8 Бк/кг, а бета- активность 30,8 Бк/кг. Следует отметить, что во всех пробах с повышенной альфа- и бета-активностью нерастворимые осадки находятся в связанном с остаточной нефтью состоянии.

Таким образом, суммарная активность радионуклидов исследованных попутно-добываемых вод с учетом растворимых и нерастворимых солей меняется от 10 до 123,6 Бк/кг. Ни на одном из обследованных очистных сооружений НГДУ ПАО «ТАТНЕФТЬ» эта величина не превышает нормативного значения 130 Бк/кг и, следовательно, попутно добываемую воду на этих объектах нельзя отнести к радиоактивным отходам.

#### Литература

Кубарев П. Н. Исследование изменения естественной радиоактивности и создание комплекса мероприятий по обеспечению радиационной безопасности при добыче и подготовке нефти: автореф. дис. ... канд. техн. Наук / П.Н. Кубарев. – Бугульма, 2010. – 26с.

## **ТОКСИЧНОСТЬ ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД УРБАНИЗИРОВАННЫХ ТЕРРИТОРИЙ**

Бакаева Е. Н.<sup>1,2,3</sup> Игнатова Н.А.<sup>1,2</sup>, Тарадайк М.Н.<sup>1,2,3</sup>

<sup>1</sup>Институт водных проблем РАН, Ростов-на-Дону, Россия,

<sup>2</sup>ФГБУ «Гидрохимический институт», Ростов-на-Дону, Россия

<sup>3</sup>Южный Федеральный Университет, Ростов-на-Дону, Россия

*rotaria@mail.ru*

Следствием разнообразных видов нагрузки на водные объекты является возникновение такой характеристики качества вод, как токсичность, способную

оказывать вредное, патологическое, вплоть до гибели, воздействие на организм. В современных условиях, как в локальном, так и в глобальном масштабе, токсичность представляет собой одну из наиболее опасных характеристик качества поверхностных вод. В пределах городской черты водные объекты, подвергаясь воздействию различных видов антропогенного влияния, тем не менее, в ряде случаев, служат источниками питьевого водоснабжения, полива сельскохозяйственных культур в примыкающих к городу дачных участках, и местом отдыха горожан.

Наличие токсичности и степень токсического действия поверхностных вод определяют с использованием представителей биоты. Приоритет использования биологических компонентов экосистемы при оценке её состояния прописан в Водной Рамочной Директиве ЕС 2000/60 (ВРД), принятой в странах Европейского сообщества. Наиболее адекватную характеристику о токсичности вод получают приёмами биотестирования. Выбор метода биотестирования токсичности и необходимость использования набора биотестов представляются наиболее важными для получения адекватной картины о качестве вод водных объектов. Биотестирование с использованием набора биотестов, благодаря различной чувствительности тест-объектов к загрязняющим веществам, позволяет с большей надёжностью оценить интегральную токсичность вод.

Результаты биотестового анализа отдельных проб воды дают возможность оценить в целом качество воды водного объекта по токсичности и очертить участки с разной степенью токсичности.

Цель работы заключалась в изучении токсичности вод ручья балки Рябинина, имеющего статус федерального значения, и участка реки Темерник в пределах г.Ростов-на-Дону методом биотестирования по набору биотестов. В качестве тест-объектов использовали организмы различной систематической принадлежности и трофического уровня: *Chlorella vulgaris* Beijer по ПНД Ф Т 14.1:2:3:4.10-04 ПНД Ф Т 16.1:2:2.3:3.7-04, *Brachionus calyciflorus* по Р 52.24-662-2004, *Daphnia magna* по ПНД Ф Т 14.1:2:3:4.12-06, Т 16.1:2:2.3:3.9-06 и Р 52.24.566, *Raphanus sativus* - согласно ГОСТ Р ИСО 22030-2009.

Исследования пространственно-временной токсичности вод реки Темерник охватывают период с 1995 года по настоящее время, ручья балки Рябинина – сезонную динамику за последние три года.

Анализ многолетних результатов изучения токсичности поверхностных вод урбанизированных территорий позволил прийти к следующему: набор биотестов дает возможность определять адекватный уровень интегральной

токсичности вод, следить в динамике за процессами самоочищения и восстановления вод.

## **О СОВРЕМЕННЫХ ВИДАХ ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ**

Банкурова Р.У. Дадаханов Р.Р., Аутарханов М.А., Наибов А.Ш.

Чеченский государственный университет, Грозный, Россия

2017 год был объявлен Указом Президента РФ Годом экологии. Этот документ преследовал цель – привлечь внимание к экологическим проблемам и к состоянию окружающей среды для обеспечения экологической безопасности [1].

В основных направлениях мероприятий по Году экологии охватывается широкий спектр вопросов по охране окружающей среды. Это вполне понятно, т.к. современные темпы развития науки и общества привели к масштабным последствиям экологического характера, выражающегося в последствиях различного масштаба (опустынивание, сокращение лесов, осушение болот, деградация земель, сокращение многочисленных видов животных и растений и пр.). За последние два столетия нашей планете нанесен ущерб, несоизмеримый по своей силе и масштабам с предыдущим периодом проживания человечества на Земле.

Статистические данные [2] показывают, что городское население Земли, составлявшее в 1950 г. с 746 млн. в 2014 г. увеличилось до 3,9 млрд. Для сравнения: в 1950 г. численность населения земного шара составляла (на середину года) 2,6 млрд. чел. [3], а численность населения мира в 2017 г. (почти на середину года) составляет 7,5 млрд. чел. [4].

В настоящее время важную часть программы развития экономики любого государства занимает привлечение природно-ресурсного потенциала для развития соответствующей отрасли производства. Однако современное ландшафтное пространство, являющиеся неотъемлемой частью биосферы, испытывает на себе масштабные антропогенные нагрузки. Особую категорию, «вносящую» вклад в состояние окружающей среды, занимает транспорт (особенно это касается городов). По имеющимся данным [5] в России насчитывается более 40,9 млн. легковых автомобилей. При этом она занимает 5 место в мире по обеспеченности автомобилями на каждую тысячу человек (284 автомобиля). Для сравнения: в США этот показатель составляет 799 автомобилей (самый высокий показатель в мире), в Италии – 618, в Германии – 544, в Чехии – 458 [5].

Другим видом воздействия на окружающую среду является накопление отходов (мусора). При этом высокая доля этого накопления приходится на го-

рода. Сама по себе проблема, возможно, и не имела бы таких последствий, если бы вопрос утилизации и переработки отходов решался с учетом рациональных подходов и применением эффективных технологий. Не случайно одна из программных областей Повестки дня на XXI век посвящена максимизации экологически безопасного повторного использования и рециркуляции отходов [6].

Производство отходов – это одна из составляющих негативных последствий роста населения и развития экономики мира в целом. Кроме того, управление ТБО представляет собой одну из больших статей расходов бюджетов [7]. Человечество производит ежедневно более 3,5 млн. т твердых отходов [7].

Одним из экологических бедствий, имеющих антропогенное происхождение, является уничтожение экосистем в результате строительства ГЭС. Так, большие водохранилища могут затоплять значительные территории, которые в перспективе могли бы использоваться в других целях; многие города стали жертвой строительства ГЭС, в результате чего происходили массовые переселения и возникли экономические трудности.

В небезызвестных идеях В.И. Вернадского о биосфере обозначена ее единая целостность. Локальные масштабы воздействия на природу превратились в глобальные преобразования окружающей среды. Современная задача общества заключается в необходимости пересмотреть существующие подходы к вопросам использования ресурсов Земли и отказе от неоправданных запросов, что отвечает концепции устойчивого развития.

#### Литература

1. Подписан Указ о проведении Года экологии в 2017 году – URL://<http://kremlin.ru/events/president/news/51142> (дата обращения: 1.07.2017)
2. Информационный центр ООН в Москве. 2014 г. – URL: <http://www.unic.ru/press/po-dannym-oon-uvelichivaetsya-gorodskoe-narodonaselenie-segodnya-bolee-poloviny-naseleniya-mir> (дата обращения: 1.07.2017)
3. Мировая статистика. – URL: <http://iformatsiya.ru/mirovaya-statistika/824-obschaya-chislennost-naseleniya-mira-po-desyatiletiam-19502050.html>
4. Worldometers – всемирная статистика в реальном времени. – URL: <http://www.worldometers.info/> (дата обращения: 1.07.2017)
5. Autonews, август 2015 г. – URL: <https://www.autonews.ru/news/5825aff59a794747431327f3> (дата обращения: 1.07.2017)
6. Повестка дня на XXI век. – URL: [http://www.un.org/ru/documents/decl\\_conv/conventions/agenda21.shtml](http://www.un.org/ru/documents/decl_conv/conventions/agenda21.shtml) (дата обращения: 1.07.2017)
7. Nature Time. – URL: <http://nature-time.ru/2013/12/mirovye-proizvodstvo-otходов/> (дата обращения: 1.07.2017)

## **ЖИВЫЕ ОРГАНИЗМЫ КАК ПОТЕНЦИАЛЬНАЯ УГРОЗА САНИТАРНО-ГИГИЕНИЧЕСКОЙ ОБСТАНОВКЕ В УРБОСРЕДЕ**

Басыйров А.М., Аринина А.В.

Казанский федеральный университет, Казань, Россия

*Basaizat@yandex.ru*

По современным представлениям, территория города это пространство, где сплетены воедино объекты промышленности, жилищного и транспортного хозяйства, население, растительный и животный мир, почва и многие другие компоненты окружающей природной, антропогенно трансформированной среды. Другими словами, город – это часть биосферы, куда «вклинилась» техносфера с ее специфическими опасностями и угрозами. Все системообразующие компоненты, находясь между собой в сложных, постоянно меняющихся и трудно прогнозируемых отношениях, могут провоцировать различные опасности и чрезвычайные ситуации [1].

Рассматривая город как совокупность опасностей, надо понимать, что каждый город, каждый потенциально опасный для населения объект это уникальный, особенный случай стечения тех или иных обстоятельств, которые могут привести к определенным нежелательным последствиям. Поэтому, надо учитывать, что универсальных рекомендаций или комплексов мер, направленных на снижение потенциальной угрозы не существует [1].

Особенности города как среды обитания ранее нами уже упоминались [2,3]. Постоянная доступность пищевых ресурсов и наличие гнездопригодных убежищ делает территорию города средой обитания для видов, находящихся на разных стадиях синантропизации, бродячих животных, временным пристанищем во время миграций птиц. Стоит отметить, что в городе регистрируются случаи появления диких животных, как правило, зимой.

Положительная роль животных в городах заключается в том, что они являются естественными регуляторами численности вредных насекомых и грызунов, имеют большое эстетическое значение, некоторые могут применяться в роли индикаторов состояния окружающей среды. К сожалению, при достижении высокой численности городских популяций, например, птиц, на первый план выходит уже отрицательная роль и вред, наносимый данным видом.

Рассуждая об отрицательной роли, прежде всего надо отметить, что животные могут быть переносчики инфекционных заболеваний. Например, птицы являются переносчиками возбудителей различных бактериальных, грибковых, протозойных, вирусных, гельминтных заболеваний. В то же время их помет портит внешний вид и приносит вред памятникам, зданиям и другим сооруже-

ниям. Питаясь на территориях зерноскладов, или других предприятиях, где есть открытый доступ к зерновым, птицы не только поедают урожай, но и загрязняют его пометом. В последнее время особенно актуальным становится присутствие птиц внутри зданий торгово-развлекательных комплексов и крупных гипермаркетов, где они питаются и портят продукты питания. Большие скопления птиц могут оказывать влияние на безопасность авиаперелетов, поэтому их скопления, например, в аэропортах, крайне нежелательно. Отрицательные стороны присутствия в городе такого многочисленного вида, как сизый голубь, нами ранее уже упоминались [2-7].

Как уже упоминалось выше, отрицательная роль появляется с увеличением численности вида. К сожалению, приходится констатировать, что синантропы уже нуждаются в регуляции численности. Но, в этом случае должны быть учтены все экологические особенности вида, динамики популяций и другие факторы.

Прежде чем приступать к радикальным действиям по снижению численности «вредных» видов, стоило бы прибегнуть к достаточно простым, но, в то же время, трудно реализуемым мерам. В первую очередь, это закрыть доступ для животных к контейнерам для бытовых отходов и своевременный их вывоз. Открытые контейнерные площадки являются местом потенциальных контактов птиц, бродячих животных и грызунов, что усиливает опасность транзита и передачи различных заболеваний.

Стихийные места подкормок птиц, особенно зимой, становятся местом образования смешанных стай и межвидовых контактов, в том числе и с грызунами, усиливающих распространение инфекций. С одной стороны, наличие таких мест практически в каждом дворе свидетельствует о положительном, доброжелательном отношении жильцов к животным, в то же время с эстетической точки зрения такие места уже малопривлекательны, загрязнены пищевыми отходами, пометом и другими продуктами жизнедеятельности птиц и могут стать очагами санитарно-гигиенических неблагополучий.

Надо отметить, что архитектурные особенности современных зданий уже являются своего рода регуляторами численности, так как в них уже нет открытого доступа к чердакам или к техническим этажам. При капитальном ремонте крыш домов тоже закрывают все возможные входы для птиц, или же вешают на них различные решетки для исключения доступа. Если первая мера была направлена на снижение доступа к кормовым ресурсам, то вторая на уменьшение потенциальных гнездопригодных мест. В то же время, следует изучить

возможности привлечения в город хищных птиц как естественных регуляторов численности.

В связи с тем, что город является специфической средой с особой динамикой, в которой возможны многие межвидовые взаимоотношения, которые в естественной среде исключены, при составлении плана мероприятий и рекомендаций по улучшению санитарно-гигиенического состояния мест взаимодействия потенциально опасных для человека синантропов, должны принимать участие специалисты многих отраслей.

#### Литература

1. *Романовский Л.В., Антонова А.О.* Принципы и подходы к наполнению понятия «урбанистические риски» /Л.В. Романовский, А.О. Антонова //Хартия Земли – практический инструмент решения фундаментальных проблем устойчивого развития – Казань: Татар. кн. изд-во, 2016. – С.197-198
2. *Арина А.В.* Экология сизого голубя (*Columba livia*) в условиях урбанизированной среды города Казани/ А.В. Арина, И.И. Рахимов. –Казань: Олитех, 2013. – 184 с.
3. *Басыйров А.М., Рахимов И.И.* К изучению синантропизации сизого голубя в г. Казани / А.М. Басыйров, И.И. Рахимов // В мире научных открытий. – 2010. – №2 (8). – Т4. – С. 121-123.
4. *Басыйров А.М.* Санитарно-гигиенические аспекты пребывания синантропных птиц в городах (на примере *Columba livia*) / А.М. Басыйров // Хартия Земли - практический инструмент решения фундаментальных проблем устойчивого развития – Казань: Татар. кн. изд-во, 2016. – С.104-106.
5. *Басыйров А.М., Рахимов И.И.* Особенности микроядерного анализа эритроцитов крови в популяции Сизого голубя в г. Казани / А.М. Басыйров, И.И. Рахимов // Вестник Татарского государственного гуманитарно-педагогического университета. –2006. – С. 119-125.
6. *Басыйров А.М., Рахимов И.И., Арина А.В.* Оценка санитарно-эпидемиологических аспектов пребывания сизого голубя (*Columba livia*) в урбанизированной среде обитания / А.М. Басыйров, И.И. Рахимов, А.В. Арина // Сохранение разнообразия животных и охотничье хозяйство России. – Москва, 2009. – С. 547-549
7. *Рахимов И.И., Рахимов М.И., Басыйров А.М.* Социально-экологические предпосылки и возможности распространения птичьего гриппа синантропными видами животных/ И.И. Рахимов, М.И. Рахимов, А.М. Басыйров // Современная химия: интеграция науки, образования и экологии. – Казань, 2009. – С. 235-240.

## **ОЦЕНКА ВЫЖИВАЕМОСТИ ИНТРОДУЦИРОВАННЫХ ШТАММОВ В ПРОЦЕССЕ БИОРЕМЕДИАЦИИ НЕФТЯНЫХ ОТХОДОВ**

Бикташева Л.Р., Галицкая П.Ю., Селивановская С.Ю.

Казанский (Приволжский) федеральный университет, Казань, Россия

*biktasheval@mail.ru*

Эффективность процесса биоремедиации нефтяных отходов напрямую зависит от активности микроорганизмов, осуществляющих процесс деградации углеводов. При использовании метода биоаугментации выживаемость интродуцированных штаммов является одним из критериев успешности процесса. Существует возможность косвенно оценивать выживаемость внесенных штаммов с помощью методов основанных на анализе функциональных характеристик сообщества. Напрямую оценить динамику численности штаммов – деструкторов углеводов может метод количественной ПЦР.

В данной работе была проведена оценка эффективности использования метода биоаугментации нефтешламов в сравнение с биостимуляцией, а также проведен анализ выживаемости интродуцированных углеводородокисляющих штаммов. В целях биоремедиации был использован компост, предварительно подготовленный из муниципальных отходов – осадка сточных вод, отсева твердых бытовых отходов и промасленных опилок. Начальное содержание нефтепродуктов в нефтешламе составило 177,8 г/кг. Ремедиационную смесь готовили в соотношении 2:1, затем её разделяли на три части - первый образец представлял собой смесь компоста и нефтешлама, без дополнительного внесения микроорганизмов (I), во второй и третий образец вносили углеводородокисляющие штаммы однократно – на 0 сутки (II) и трехкратно – на 0, 28 и 56 сутки (III). Углеводородокисляющие штаммы, используемые для интродукции, были предварительно выделены из исследуемого нефтешлама и культивированы. Выделенные микроорганизмы относились к видам *Rhodococcus jialingiae*, *Stenotrophomonas rhizophila* и *Pseudomonas gessardii*. Для оценки выживаемости интродуцированных штаммов были созданы специфические праймеры с помощью программы Primer—BLAST(NCBI).

В ходе работы выявлено, что во всех трех образцах содержание углеводов снижается на 45-49%. Однако согласно полученным данным скорость снижения нефтепродуктов в образцах с тремя разными методами не отличается достоверно. Можно наблюдать, что однократная инокуляция и трехкратная инокуляция не позволили увеличить эффективность деградации нефтепродуктов по сравнению с методом биостимуляции (образец I).

Общая численность бактерий, оцененная методом количественной ПЦР колеблется от  $7,4 \times 10^7$  до  $4,06 \times 10^9$  копий генов на грамм, грибов – от  $3,76 \times 10^4$  до  $8,66 \times 10^5$  копий генов на грамм. Общее количество бактерий и грибов в пробе I значительно превышает количество в пробах II и III, что может быть вызвано дестабилизацией сообщества вследствие внесения углеводородокисляющих штаммов.



Выживаемость интродуцированных видов также была оценена методом количественной ПЦР. В образце I количество представителей *Rh. jialingiae* колеблется в пределах  $1,02 \times 10^6$  -  $1,56 \times 10^7$  копий генов на грамм. Представители вида *Rh. jialingiae* преобладают в образце с однократной инокуляцией (II), достигая максимума к 56 суткам ( $2,47 \times 10^7$  копий генов на грамм). Вторая и третья инокуляция в образце III не дает увеличения численности представителей *Rh. jialingiae*. В образце без интродукции (I) количество представителей *Ps. gessardii* в процессе биоремедиации не изменяется и колеблется в пределах  $1,17 \times 10^6$  –  $3,05 \times 10^6$  копий генов на грамм. Однократная инокуляция в образце II увеличивает численность представителей вида *Ps. gessardii* в 3,5 раза на 28 сутки, максимальные значения наблюдаются в образце III после второй инокуляции –  $2,45 \times 10^7$  копий генов на грамм. Представители вида *St. rhizophila* преобладают в образце без инокуляции (I), однократная инокуляция оказывает кратковременный рост в образце II, повторная инокуляция не влияет на численность. К 70 суткам можно отметить снижение численность всех трех внесенных штаммов, что может быть следствием уменьшения содержания углеводов, используемых ими в качестве субстрата.

В ходе работы установлено, что все три образца показывают равную эффективность деградации углеводов. Можно предположить, что несмотря на то, что инокуляция вызвала дестабилизацию микробного сообщества и уменьшение общего количества бактерий, внесенные углеводородокисляющие штаммы берут на себя деградацию углеводов и таким образом компенсируют снижение общего количества бактерий и грибов в пробах II и III. Тогда как в образце без инокуляции (образец I) разложение углеводов осуществляет аборигенное сообщество, стимулированное внесением компоста. В связи с большей простотой первого метода и того, что ни однократное, ни трехкратное внесение не повысило уровень биodeградации углеводов, использование метода биостимуляции с помощью компоста представляется более целесообразным.

## **ВЛИЯНИЕ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПРИБРЕЖНЫХ ВОД Г. ВЛАДИВОСТОКА НА МИКРОФЛОРУ МИДИИ ГРЕЯ *CRENOMYTILUS GRAYANUS***

Богатыренко Е. А.<sup>1</sup>, Дункай Т. И.<sup>1</sup>, Бузолева Л. С.<sup>1,2</sup>, Ким А. В.<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup> Дальневосточный федеральный университет, Владивосток, Россия,

<sup>2</sup> Научно-исследовательский институт им. Г.П. Сомова, Владивосток, Россия

\*kim-sandra@mail.ru

Японское море, благодаря эколого-географическим факторам является благоприятным местом для лова и разведения множества гидробионтов [1]. В настоящее время в Приморском крае России ведется активный лов мидий Грея *Crenomytilus grayanus*, и немаловажное значение в промысле этого моллюска играет его искусственное воспроизводство. Однако, растущее загрязнение прибрежных акваторий не может не влиять на природные и культивируемые популяции морских животных. Поскольку моллюски пропускают воду через мантийную полость, то вместе с морской водой в тела мидий попадают и накапливаются не только питательные вещества, но различные органические и неорганические поллютанты, а также микроорганизмы – возбудители инфекционных заболеваний. Таким образом, промышленные и коммунально-бытовые стоки крупных городов могут негативно влиять на естественные микробные сообщества

акваторий и снижая качество моллюсков как продуктов питания [2, 3].

Цель исследования – оценить влияние антропогенного загрязнения прибрежных акваторий г. Владивостока на состав микрофлоры мидии Грея *Crenomytilus grayanus*.

Для проведения исследований были выбрана б. Аякс, находящаяся в северо-восточной части острова Русский в черте г. Владивосток. Бухта имеет техногенное загрязнение нефтеуглеводородами, фенолами и тяжелыми металлами, выше допустимых норм [4].

Для экспериментов использовали взрослые особи мидии Грея одного размера, образцы воды и грунта из мест обитания этих животных. Пробы отбирались с глубины 5-6 м в б. Аякс в осенне-летний период 2014-2016 г.г. В лабораторных условиях желудочно-кишечный тракт мидий извлекали с помощью скальпеля и гомогенизирован. Гомогенат тканей, воду и суспензию грунта после серийных разведений высевали на агаризованную питательную среду СММ (среда для морских микроорганизмов) и культивировали в термостате при температуре 25°C в течение двух суток [5].

Идентификацию полученных штаммов бактерий проводили на основе изучения морфологических, культуральных и физиолого-биохимических свойств, а также на основе анализа структуры фрагмента гена 16S рНК.

В ходе исследования было выделено 181 штамм культивируемых гетеротрофных бактерий, из них 67 - из воды, 61 - из грунта, 53 - из мидий.

Все исследуемые штаммы микроорганизмов были идентифицированы и отнесены к 36 родам бактерий. По количеству выделенных штаммов в микрофлоре моллюсков доминировали представители семейства Micrococcales

(26%). Многочисленны были бактерии порядка Actinomycetales (11%), а именно родов *Actinomyces* и *Pimelobacter*. Также было выделено много представителей семейства Enterobacteriaceae (9%), родов *Vibrio* (9%) и *Paracoccus* (9%).

Важной особенностью микрофлоры мидий б. Аякс оказалось присутствие в ней таких патогенных и условно-патогенных микроорганизмов как *Escherihia coli*, *Listeria monocytogenes* и *Klebsiella sp.* Выявление подобных потенциально опасных бактерий свидетельствует о неблагоприятном санитарно-эпидемиологическом состоянии исследуемой акватории, что вызвано хроническим загрязнением бухты городскими коммунально-бытовыми стоками и значительной рекреационной нагрузкой в летний период. Немаловажным фактором, влияющим на экологическое состояние и микробное разнообразие вод б. Аякс, может быть интенсивное загрязнение акватории отработанными нефтепродуктами частных маломерных судов. Интересно отметить, что только в воде б. Аякс было обнаружено 2 штамма бактерий рода *Olleya*, некоторые представители которого, согласно литературным данным, встречаются в морской воде при обширных разливах нефти [6] и являются деструкторами полициклических нефтеуглеводородов [7], в том числе, высокотоксичного без(а)пирена.

Анализ полученных данных показал, что в микрофлоре мидий б. Аякса встречались бактерии, которые не были нами найдены в образцах воды и грунта этого района: представители родов *Kocuria* (4 штамма), *Pimelobacter* (3 штамма) и *Pseudoalteromonas* (1 штамм). Подобный факт может быть связан с накоплением в теле моллюсков микроорганизмов, находящихся в среде в небольшом количестве. Попадая в организм гидробионта, они могут колонизировать его желудочно-кишечный тракт, получая тем самым преимущество перед свободноживущими микроорганизмами.

Таким образом, установлено, антропогенное загрязнение вод б. Аякс существенно влияет на микробное сообщество пищеварительного тракта мидии Грея. Несмотря на то, что условно-патогенная микрофлора не доминирует в биоценозе, она все же смещает равновесие в сторону увеличения несвойственной гидробионту микрофлоры.

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского научного фонда (Соглашение № 14-50-00034).

#### Литература

1. Немцева Н.В. Микробиологическая характеристика биоценологических взаимоотношений гидробионтов и ее значение в санитарной оценке водоемов : дисс. д. мед. наук / Н. В. Немцева. – Челябинск. 1998. – 42 с.

2. *Лаженцева Л. Ю.* Распространенность галофильных вибрионов в морских промысловых объектах и продуктах из них: обзор / Л. Ю. Лаженцева // Исследование водных биологических ресурсов Камчатки и северо-западной части Тихого океана. – 2012. – № 26. – С. 33 – 52.

3. *Беленева И.А.* Сравнительное изучение структуры микробных сообществ мидии *Mytilus trossulus* из культивируемой и природной популяции залива Петра Великого / И. А. Беленева, Н. В. Жукова, Э. Ф. Масленникова // Микробиология – 2003. – № 4. – С. 528 - 534.

4. *Мощенко А. В.* Экологическое состояние восточной части пролива Босфор Восточный (залив Петра Великого Японского моря) / А. В. Мощенко, Л. Е. Шайхлисламова // Известия ТИНРО (Тихоокеанского научно-исследовательского рыбохозяйственного центра) – 2010. – Т. 161. – С. 199 – 211.

5. *Youchimizu M.* Study of intestinal microflora of Salmonids / M. Youchimizu, T. Kimura // Fish Pathol. – 1976. – V. 10. – № 2. – P. 243-259.

6. *Gutierrez T.* Hydrocarbon-degrading bacteria enriched by the Deepwater Horizon oil spill identified by cultivation and DNA-SIP / T. Gutierrez, D. R. Singleton, D. Berry, T. Yang, M. D. Aitken, A. Teske // The ISME journal. – 2013. – Vol. 7. – № 11. – P. 2091 – 2104.

7. *Isaac P.* Indigenous PAH-degrading bacteria from oil-polluted sediments in Caleta Cordova, Patagonia Argentina / P. Isaac, L. A. Sánchez, N. Bourguignon, M. E. Cabral, M. A. Ferrero // International Biodeterioration & Biodegradation. – 2013. – Vol. 82. – P. 207 – 214.

## **АНАЛИЗ АНТРОПОГЕННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ ДЛЯ СТРАН С НЕОДНОРОДНЫМ РАССЕЛЕНИЕМ: МЕТОДЫ И ПОДХОДЫ (НА ПРИМЕРЕ КАЗАХСТАНА)**

Боровиков М. С.

МГУ им. М.В. Ломоносова, Москва, Россия

*maximborovikov@gmail.com*

Распад СССР и переход к рыночной экономике значительным образом повлияли на уровень антропогенного воздействия в постсоветских странах, и, несмотря на улучшение абсолютных показателей, по удельным показателям ситуация по-прежнему остается неутешительной. Не стала исключением и Республика Казахстан. По ряду показателей в Республике наблюдается устойчивый рост воздействия, а в ряде областей и районов уровень антропогенного воздействия превышает допустимые показатели и вызывает интенсивную деградацию окружающей среды [1]. Это не остается незамеченным международными исследователями – Шымкент, Алматы и другие города регулярно попадают в список городов с высокими показателями загрязнения [2].

Исследования трансформации антропогенного воздействия в период независимости страны позволяют оценить влияние основных социально-экономических, политических и институциональных процессов на уровень антропогенного воздействия в областях, городах и районах Казахстана. Ключевые факторы, изменившие карту антропогенного воздействия в Республике Казахстан в постсоветское время:

- Переход от плановой экономики к рыночной с резким изменением условий работы предприятий и их активным закрытием в 90-е годы: вплоть до уничтожения целых подотраслей с последующим восстановлением в 2010-е годы или без восстановления;

- Усиление «демографического перекоса» между севером и югом – рост темпов роста населения в Южном Казахстане и миграционный отток в Северном и Восточном Казахстане;

- Увеличение значимости крупных городов без значимых промышленных производств как источников антропогенного воздействия – резкий рост воздействия в Астане, Алматы, Шымкенте и ряде других городов;

- Институциональные механизмы и приход зарубежных компаний в добывающие отрасли Казахстана: с одной стороны, неэффективные экологические платежи, с другой стороны – зарубежные компании с внутренними высокими стандартами (в итоге - меньшая значимость нефтедобывающей отрасли в территориальной структуре антропогенного воздействия на региональном уровне).

Существует 2 основных подхода к оценке антропогенного воздействия – отраслевой покомпонентный и комплексный. В работе использовалась комплексная оценка – она позволяет учесть большое количество факторов антропогенного воздействия, объективна при наличии адекватных статистических данных и позволяет сравнивать большое количество административных субъектов, в т.ч. позволяет производить межстрановые сопоставления на различных уровнях. В условиях роста экономики страны, увеличения не только промышленного, но и сельскохозяйственного производства, комплексная оценка антропогенного воздействия является актуальным направлением экологических исследований.

Изучение большого количества экологических и социально-экономических подходов к комплексной оценке антропогенного воздействия и экологической ситуации позволило сформулировать 3 основных критерия качественной оценки антропогенного воздействия для стран с неоднородным расселением:

Ключевой параметр качественной эколого-географической оценки антропогенного воздействия для стран с неоднородным расселением – **полимасштабность**. Неоднородность расселения населения на территории Казахстана, большая дифференциация природно-климатических условий и уровня экономического развития различных районов указывают на необходимость использования полимасштабного подхода. Области Республики – слишком большая единица для оценки антропогенного воздействия: на территории большей части страны отсутствует антропогенное воздействие в принципе, поскольку они представляют собой аридные территории с отсутствием постоянных населенных пунктов. В качестве примера можно рассмотреть Карагандинскую область – крупнейшую региональную единицу страны. Большая часть воздействия в Карагандинской области приходится на 4 основных локализованных источника воздействия: крупнейший город – Караганду, металлургический центр – Темиртау, районы расположения ГРЭС и добычи угля – Абайский район и районы добычи медной руды близ Жезказгана. Большая часть территории области – нетронутые земли, нарушаемые лишь линейными источниками воздействия – дорогами, а также испытывающие воздействие от высоких источников – труб Карагандинской ГРЭС-2 и металлургических предприятий Темиртау.

Необходимость оценки **реальных ареалов** по ключевым районам из-за «проблемы административных границ». «Проблема административных границ» - комплекс проблем, под которым в работе понимаются трудности экологических исследований из-за доступности статистики лишь по административным единицам. При этом различные виды загрязняющих веществ от отдельных видов антропогенного воздействия (например, выбросы в атмосферу или сточные воды) могут перемещаться вне зависимости от административных границ и наносить ущерб окружающей среде в соседних районах.

Проработка методики с точки зрения **недостатков статистики и ее достоверности**. Одной из специфических особенностей казахстанской статистики является неадекватный учет лесных территорий. В материалах Комитета по статистике Республики Казахстан наиболее лесистой областью Казахстана является Кызылординская область [3] – почти полностью находящаяся в пустынной зоне и имеющая явный дефицит воды. Дело в том, что в качестве лесных территорий Комитет по статистике РК учитывает саксаульники – несомненно, крайне важные элементы пустынных экосистем, закрепляющие пески и единственные древесные породы, способные произрастать в столь суровых условиях. Однако, говоря о классических функциях леса – климатообразующей, водоохранной, защитной (защита от антропогенного воздействия, от неблагоприят-

ных и опасных явлений) – можно отметить, что саксауловые леса в меньшей степени выполняют их.

Создание методики и проведение исследования с помощью комплексной оценки антропогенного воздействия в Республике Казахстан доказало необходимость использования полимасштабной методики с изучением реальных ареалов антропогенного воздействия и проверкой адекватности статистических показателей.

#### Литература

1. Битюкова В. Р., Боровиков М. С. Трансформация экологической ситуации регионов России и Казахстана в постсоветский период // Социально-экономическая география: история, теория, методы, практика. – Смоленск, 2016. – С. 391–403.
2. Mercer Health and Sanitation Index. – Mercer, 2011. – 11 p.
3. Охрана окружающей среды и устойчивое развитие Казахстана: статистический сборник / Комитет по статистике Республики Казахстан. – Астана, 2016. – 231 с.

## **ВОЛГОГРАДСКИЙ КРИЗИС ВОЛГО-АХТУБИНСКОЙ ПОЙМЫ И ПУТИ ЕГО РАЗРЕШЕНИЯ**

Брылев В. А.

Волгоградский государственный социально-педагогический университет, Волгоград, Россия

*brilev\_vspu@rambler.ru*

Волго-Ахтубинская пойма последний природный оазис на Волге. Ландшафты Волго-Ахтубинской поймы, являясь интразональными, резко контрастируют с зональными полупустынями. Пойма геологически молодой природный комплекс, который начал свое формирование около 10 тысяч лет назад. К настоящему времени ширина поймы колеблется от 20 до 30 километров, а полная длина составляет 450 километров.

Первоначально, по крайней мере около 150 лет назад, когда начались регулярные замеры уровней воды и объемов стока, были составлены соответствующие графики, а также из многочисленных описаний более 50% территории поймы было покрыто лесом, среди которого наибольшую ценность представляли дубравы, ареал которых оканчивается в Волгоградской области и «мягколиственными» древесными породами – тополь, ольха, ива, вяз, ясень и др. Кроме довольно редких древесных форм, травянистый покров был развит на центральной пойме. Внутри голубели многочисленные ерики. Эта картина показывает состояние ландшафтов до последней трети 19 в. Составленный нами график расходов Волги по многочисленным данным (рис. 1) показывает, что средние расходы Волги колебались в межень от трех до пяти тысяч м<sup>3</sup>/сек, но

иногда пойма заливалась на 50 – 60 %, вода в озерах обновлялась. Тогда еще антропогенно-хозяйственное воздействие на пойму было не столь заметным как в 20 веке.

В природной истории Волго-Ахтубинской поймы можно выделить несколько периодов ее эволюции: Среднеполоводный типичный естественный с начала периода гидрологических наблюдений с 1881 г. и до 1926 г. Этот период характеризовался естественными расхождениями воды, что зависело от запасов снега в Волжско-Каспийском бассейне и характера весны.

Второй период многоводный природный пойменный с 1919 по 1933 года, отмеченный двумя пиками половодья в 1919 году ( когда расходы в половодье достигали 50 тысяч м<sup>3</sup>/сек, а в 1926 г. с расходом на пике половодья до 58 тысяч м<sup>3</sup>/сек.. Это было максимальное половодье за всю историю Средней и Нижней Волги.

Третий период предтехногенный естественный с 1934 по 1959 г. Характеризуется некоторым спадом половодья в среднем на максимуме до 33 тысяч м<sup>3</sup>/сек. На Нижней Волге еще не происходит заметных антропогенных изменений природного комплекса Волги.

Следующий этап – антропогенно – техногенный начался в 1955 г., когда заполнялись крупнейшие волжские и камские водохранилища. Растительность гибнет, резко сокращаются рыбные ресурсы на фоне возрастающего сельскохозяйственного производства, и коттеджного строительства.

В особенности кризис Волго-Ахтубинской поймы нарастал с 2006 г., когда максимальные расходы воды в половодье составили 18100 м<sup>3</sup>/с, а в 2015 г. – всего 16000 м<sup>3</sup>/с, - самые низкие показатели за всю историю наблюдений. В последние годы максимальные расходы в половодье снизились в среднем до 17000 м<sup>3</sup>/с, а уровни воды в Волге не превышали 650 см.

В последнее десятилетие разница между зимними и весенними попусками максимально сократилась. Так, зимой 2006 – 2007 гг. сток был чрезмерно высок, и даже в марте – предпаводковый месяц – он превысил норму в 2 – 3 раза (тоже самое отмечалось и зимой 2008 – 2009 гг.). При этом объемы годового стока даже превысили многолетнюю норму, достигнув 281,8 км<sup>3</sup>. В последние годы ситуация несколько изменилась, объемы стока в зимнюю межень 2010 г. не превысили 16 км<sup>3</sup>. Не в зимних ли сбросах, кроется одна из причин нехватки воды на весенние сбросы и затопление поймы?

Уже более 10 лет научная общественность Волгограда при поддержке администрации области регулярно обращалась в Москву в межведомственный комитет о необходимости попусков через Волжский гидроузел в объеме до



27500 м<sup>3</sup>/с, продолжительностью пика половодья не менее двух недель, а «рыбохозяйственного сброса» с расходом воды 17000 – 18000 м<sup>3</sup>/с и длительностью 18 – 22 дня. Но в Москве в межведомственном комитета до 2016 г. отвечали – воды нет! Замкнутый круг, а где же она, ведь Волжский бассейн – крупнейший в Европе? И почему тогда обмелел глубоководный речной путь, который успешно функционировал до начала 21 в

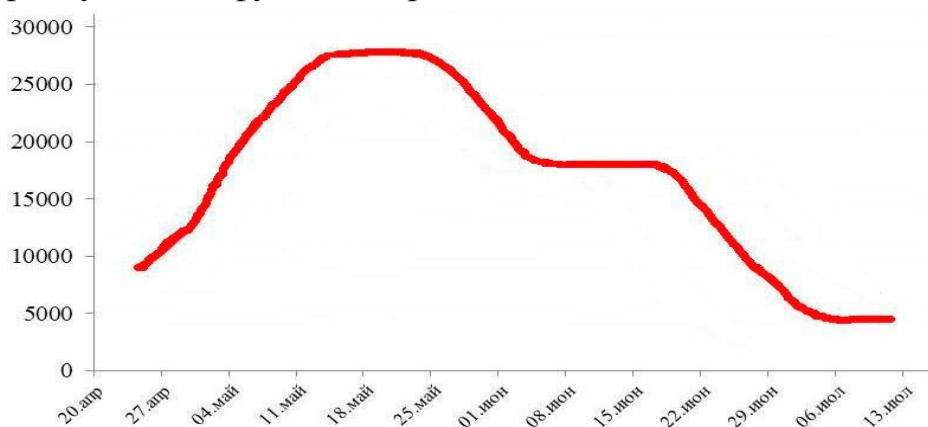


Рисунок 1. Гидрограф оптимального обводнения Волго-Ахтубинской поймы (по данным А.Н. Овчаровой и автора)

Диктат энергетиков продолжается и наносит ущерб природным и социально-экономическим интересам. Летом 2015 г. было закачано 9 млн. м<sup>3</sup>. Много это или мало? Этот объём в половодье Волга даёт примерно за 8 – 9 минут. Так что же экономичнее: качать воду сотнями насосов, затрачивая электроэнергию и труд сотен людей, или же приблизить половодье на сколько это возможно к среднему, после зарегулирования.

В протоколе Волгоградского совещания «Проект ПРООНГЭФ» и основного исполнителя ФГУ «Государственного океанографического института» от 3 декабря 2010 г. о возможных причинах зимнего половодья ничего не отмечено. Расходы зимой через Волжскую плотину достигают 10000 м<sup>3</sup>/с, т. е. вдвое превышают средние значения зимних попусков (рис. 1). Более 10 лет кафедра географии и геоэкологии ВГСПУ при поддержке Администрации области, Областной общественной палаты и ихтиологов обращались в Москву в межведомственный комитет, в особенности в течение 6 последних лет о необходимости пропусков воды через Волжский гидроузел в объеме 27500 м<sup>3</sup>/с, продолжительностью пика половодья не менее двух недель, «рыбохозяйственного пропуска» и «сельскохозяйственной полки» с расходом 17000 – 18000 м<sup>3</sup>/с, продолжительностью 18 – 22 дня, рекомендуя приводимый ниже гидрограф.

Волгоградцы после прохождения половодья 2016 года, которое длилось необычайно долго сказали, что Волго-Ахтубинская пойма «спасена».

В августе 2016 года в Волгограде в речном порту состоялось выездное заседание госсовета во главе с Президентом страны В.В. Путиным, соответствующими министрами и губернаторами приволжских регионов по вопросу возрождения глубоководного Волго-Донского пути почти на всем его протяжении. Практическое выражение результатов этого совещания будет строительство двух плотин: в нижнем бьефе Горьковской (Городецкой) ГЭС на Волге и на Нижнем Дону выше г. Ростов-на-Дону. В первом случае на бьефе с улучшением судоходства на средней волге, сохраняется от затопления часть поймы верхнем бьефе Чебоксарской ГЭС, а во втором улучшаются условия судоходства ниже Цимлянского гидроузла на Дону.

#### Литература

1. Авакян А.Б. Водохранилища / А.Б. Авакян, В.П. Салтанкин, В.А. Шарапов – М.: Мысль, 1987. – 325 с.
2. Брылев В. А. Изменение геоморфологического процесса и ландшафтов в Волго-Ахтубинской пойме в связи с зарегулированием гидрологического режима Волги / В. А. Брылев, А.В. Арестов, Е.Н. Стрельцова // Геоморфология. – 2001. – № 2. – С. 87 – 93.
- 3 Брылев В.А. Классификации антропогенных изменений природных условий некоторых районов Волго-Ахтубинской поймы // Антропогенные воздействия на природные комплексы и экосистемы. – Волгоград, 1976 – С. 3 – 7
4. Леонтьев О. К. Геоморфология берегов и дна Каспийского моря / О.К.Леонтьев, Е.Г. Маев, Г.И. Рычагов. – М: МГУ, 1977. – 210 с.

## **НОРМИРОВАНИЕ ПОТОКОВ ПОСТУПЛЕНИЯ РТУТИ В АЗОВСКОЕ МОРЕ ПО ОЦЕНКАМ ИНТЕНСИВНОСТИ СЕДИМЕНТАЦИОННОГО САМООЧИЩЕНИЯ ВОД**

Буфетова М. В.

Российский государственный геологоразведочный университет им. Серго Орджоникидзе МГРИ-РГГРУ, г.Москва, Россия

*mbufetova@mail.ru*

Азовское море обладает статусом рыбохозяйственного водоема высшей категории и имеет высокий рекреационный потенциал.

Настоящая работа посвящена оценке предельно допустимого потока поступления Hg в Азовское море и определению масштабов времени протекания процессов седиментационного самоочищения вод.

В Азовском море были выделены три района: Таганрогский залив, открытая акватория Азовского моря (собственно море) и Керченский пролив с предпроливьем, что связано с их морфометрическими и гидрологическими особенностями. Предельно допустимая концентрация Hg в морской воде составляет

0,1 мкг/л, в донных отложениях – 0,3 мкг/г сухой массы. Рассматривались данные с 1991–2015 гг.

Концентрация ртути в поверхностном слое донных отложений была максимальной в 1991 и в 1999 гг. (рис. 1б). В 1999 г. концентрация Hg в донных осадках Таганрогского залива превышала допустимую концентрацию и составляла 0.3 мкг/г. Концентрация Hg в воде и донных осадках Керченского пролива за период наблюдений не превышала допустимых концентраций.

Для оценки потоков ( $\Pi$ ) ежегодного депонирования тяжелых металлов в донные осадки использовалось выражение:

$$\Pi = C_{до} \times S \times v_{sed}, \quad (1)$$

где:  $C_{до}$  – концентрация металла в поверхностном слое донных отложений (мкг/г);  $S$  – площадь рассматриваемой акватории (км<sup>2</sup>);  $v_{sed}$  – удельная скорость осадконакопления (г/м<sup>2</sup>/год).

Результаты расчетов по формуле (1) потоков поступления Hg в донные осадки Таганрогского залива, собственно моря и Керченского пролива представлены на рис. 1в.

Из литературных данных известно, что в штормовых условиях наблюдается некоторая ремобилизация тяжелых металлов в водную толщу за счет взмучивания донных осадков. Тем не менее, исследования их содержания в колонках донных отложений показали, что основная часть тяжелых металлов прочно депонируется в грунтах. Поэтому, оценки потоков депонирования загрязняющих веществ в донных отложениях могут с достаточной степенью адекватности характеризовать седиментационное самоочищение вод.

Очевидно, что изменение концентрации загрязняющих в воде рассматриваемой акватории определяется соотношением потоков поступления и элиминации загрязняющих веществ. Динамика этого процесса может быть описана уравнением

$$dC_{в} / dt = \Pi_{к} - \Pi, \quad (2)$$

где:  $C_{в}$  – концентрация (мкг/л) и  $\Pi_{к}$  – поток поступления загрязнителя в рассматриваемую акваторию (т/год).

Из соотношения (2) видно, что при превышении потока поступления загрязнителя над потоком элиминации (при  $\Pi_{к} > \Pi$ ) его концентрация в воде и экологическая опасность будут возрастать. В стационарном состоянии описанной уравнением (2) динамической системы  $dC_{в}/dt = 0$  и  $\Pi_{к} = \Pi$ . Следовательно, величина  $\Pi$  характеризует максимально допустимый поток загрязнения акватории, который не приводит к ухудшению ее экологического состояния.

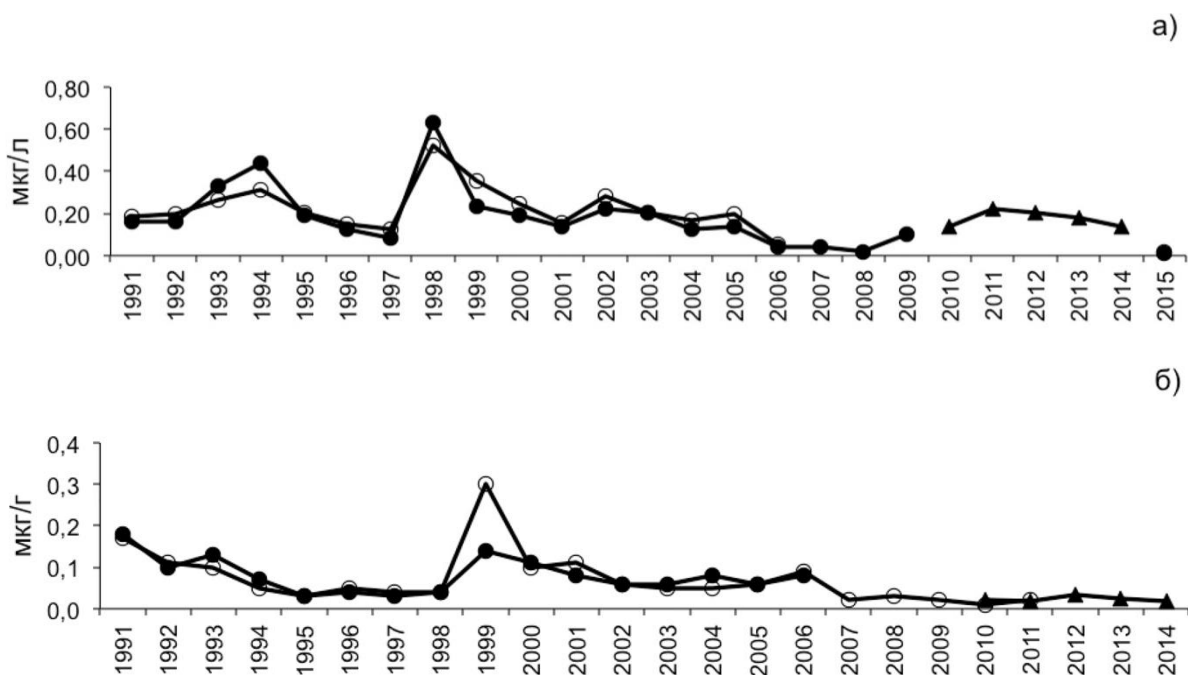
Период седиментационного оборота тяжелого металла в водной среде ( $T$ , лет), равный отношению его пула в воде к потоку депонирования в донные отложения, отражает масштабы времени протекания процессов седиментационного самоочищения вод:

$$T = C_v S h_{cp} / \Pi \quad \text{или} \quad T = C_v V / \Pi, \quad (3)$$

где:  $S$ ,  $V$ ,  $h_{cp}$  и  $C_v$ , соответственно, площадь ( $\text{км}^2$ ), объем ( $\text{км}^3$ ), средняя глубина (м) и концентрация тяжелого металла ( $\text{мкг/л}$ ) в воде анализируемой акватории.

Результаты расчетов по формуле (3) показали, что период седиментационного самоочищения вод открытой части моря составлял 0.33–1.8 т/год, в Таганрогском заливе 0.12–1.18 т/год, а в Керченском проливе 0.006–0.012 т/год (рис. 1в).

Исследование показало, что в собственно море (рис.1г) с увеличением концентрации Hg в воде периоды самоочищения вод от этого тяжелого металла возрастали, что свидетельствовало о повышении степени насыщения донных отложений региона Hg. В Таганрогском заливе (рис. 1г) была зарегистрирована тенденция снижения периода седиментационного оборота Hg в воде с 2009 по 2006 гг. с 29.3 до 3.7 лет, соответственно. По-видимому, это указывало на то, что донные осадки Таганрогского залива имели более высокую сорбционную емкость в отношении Hg. Зависимость коэффициентов накопления донных отложений Hg описывалась уравнением прямой линии на графике с логарифмическим масштабом по осям ординат (рис 1д). Однако эти данные были более вариабельны ( $R^2=0.48$ ), что было обусловлено различием сорбционной емкости донных отложений в различных частях Азовского моря.



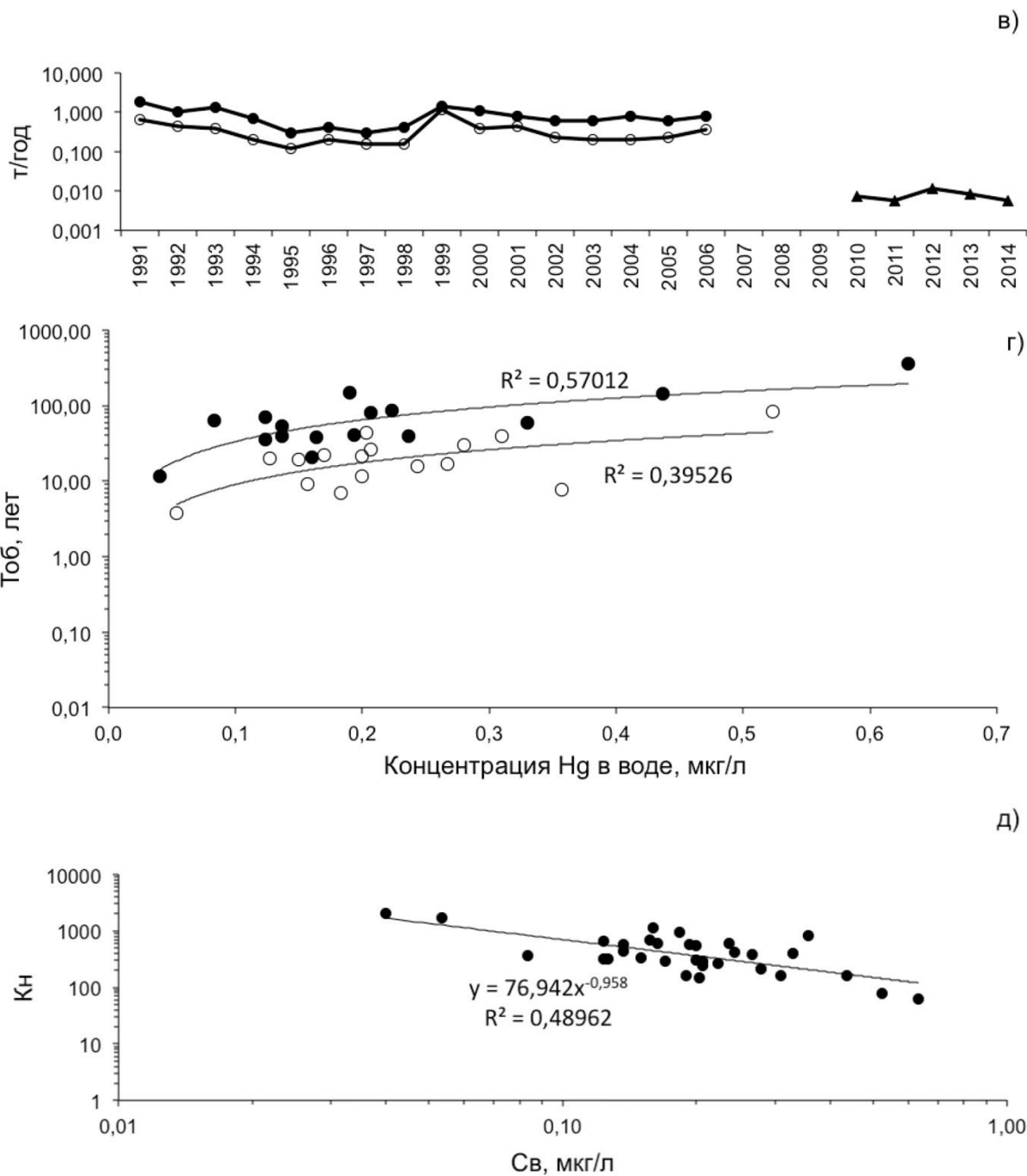


Рисунок 1 Геохимические характеристики распределения Hg в собственно море (●), Таганрогском заливе (○) и Керченском проливе (▲): а) концентрация ртути в воде (мкг/л); б) концентрация Hg в поверхностном слое донных отложений (мкг/г сухой массы); в) поток депонирования Hg в толще донных осадков (т/год); г) период седиментационного оборота Hg в воде (лет); д) зависимость изменения коэффициента накопления Hg донными отложениями от его концентрации в воде

Анализ скорости осадконакопления и содержания Hg в донных осадках показал, что седиментационные процессы протекают на сезонных и годовых масштабах времени и потоки депонирования тяжелых металлов в грунтах яв-

ляются значимыми факторами седиментационного самоочищения вод. Поэтому, оценки потоков депонирования тяжелых металлов в донные отложения могут использоваться для целей экологического нормирования. Практической задачей такого нормирования, очевидно, является установление закономерностей между концентрацией тяжелых металлов в донных отложениях в зависимости от их концентрации в воде, а также в зависимости от интенсивности потоков седиментационного самоочищения вод. При ее решении можно из условия стационарности системы «тяжелый металл в воде – тяжелый металл в донных отложениях» определять потоки депонирования загрязняющих веществ в донные осадки, при которых их концентрация в воде не превысит ПДК<sub>в</sub>.

Выше было показано, что интенсивность потоков седиментационного самоочищения вод уменьшалась с увеличением концентрации тяжелых металлов в воде, что было обусловлено сорбционными свойствами донных отложений. Было установлено, что зависимости между коэффициентами накопления Hg в донных осадках (К<sub>н</sub>) и ее концентрацией в воде (С<sub>в</sub>) во всех случаях адекватно описывались уравнением прямой на графиках с логарифмическим масштабом по осям ординат (К<sub>н</sub>–С<sub>в</sub>). Это указывает, что процессы сорбционного взаимодействия донных осадков с растворенной в воде Hg описываются уравнением Фрейндлиха.

В линейных масштабах уравнение Фрейндлиха имеет вид:

$$K_n = C_{до}/C_v = A C_v^{-B}, \quad (4)$$

где:  $A$  – коэффициент,  $B$  – показатель степени (л/мкг).

Очевидно, что для целей экологического нормирования необходимо знать величину К<sub>н</sub> при С<sub>в</sub>=ПДК<sub>в</sub>.

Для оценки предельно допустимых потоков (Ппр) поступления Hg в акватории при условии, что С<sub>в</sub> не должно превышать ПДК<sub>в</sub> использовали выражение:

$$Ппр = K_{n_{C_v=ПДК_v}} \times C_{ПДК_v} \times S \times v_{sed} \quad (5)$$

Результаты вычисления предельно допустимых потоков Hg в разные части Азовского моря при условии соблюдения санитарно-гигиенических требований к загрязнению вод следующие: в Таганрогский залив – 0,03, в собственно море – 0,095 и в Керченский пролив – 0,003 т/год.

# ЭКСПРЕСС - МЕТОДЫ ДИАГНОСТИКИ КАЧЕСТВА СРЕДЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЗАМЕДЛЕННОЙ ФЛУОРЕСЦЕНЦИИ ХЛОРОФИЛЛА

Валеева Г.Р., Карпов М.В.

Казанский (Приволжский) федеральный университет, Казань, Россия

*guzelvaleeva@yandex.ru*

Среди методов биологического контроля состояния окружающей среды особую ценность представляют методики, позволяющие получить сведения о негативном воздействии на экосистемы на самой ранней стадии, когда нарушения еще не приобрели необратимый характер.

Из характеристик растений, которые могут быть использованы для оценки их физиологического состояния, стоит выделить активность фотосинтетического аппарата, так как этот показатель изменяется под воздействием внешних факторов одним из первых, до проявления необратимых летальных и сублетальных изменений в организме. С высоким уровнем достоверности судить о состоянии фотосинтезирующего аппарата растения позволяет измерение показателя замедленной флуоресценции хлорофилла. Простота регистрации данного показателя позволяет с минимальными финансовыми и временными затратами вести мониторинг на значительной территории и обрабатывать выборки большого объема.

Из различных объектов урбофитоценозов наиболее подходящими для проведения данного биоиндикационного исследования являются хвойные деревья, так как они не обновляют основную часть фотосинтезирующего аппарата ежегодно, а, следовательно, их фотосинтетический аппарат подвергается воздействию внешних факторов дольше одного сезона, что увеличивает уровень изменений произошедших в нём под воздействием окружающей среды.

В ходе рекогносцировочной оценки качества среды г. Казани в 2010-2015 гг. была выдвинута гипотеза: показатели замедленной флуоресценции фотосинтезирующих органов (листьев или хвои) статистически значимо характеризуют уровень загрязнения городской среды. Для проверки данной гипотезы в 2015 г. была поставлена цель: выявить значения показателей замедленной флуоресценции хвои и сравнить их с результатами химико-аналитических определений качества почвенной среды в разных условиях загрязнения.

Методика измерения замедленной флуоресценции хлорофилла основана на регистрации замедленной флуоресценции хлорофилла в хвое сосны обыкновенной. Этот показатель с высоким уровнем достоверности позволяет определить жизнеспособность растения, так как он отражает такие важные характеристики

как количество живых клеток в исследуемом объекте и состояние фотосинтетического аппарата растения.

В ходе исследования на каждой из 13 выбранных пробных площадок с нескольких расположенных рядом деревьев производится сбор хвои второго года. Из собранной хвои случайным образом отбиралось 30 хвоинок. Из центральной части каждой хвоинки вырезался участок длиной  $20\text{мм} \pm 1\text{мм}$ . Хвоя распределялась по трём кюветам флуориметра (по 10 в каждую). Прибор подключался к СОМ-порту персонального компьютера, выполнялась калибровка (обнуление прибора по пустой кювете). Далее в прибор закладывались кюветы с пробами. Через специальное программное обеспечение прибор запускался в режиме измерения ОПЗФ на 3 (или более) круга. Выходные данные прибора ФОТОН-10 переносились для статистической обработки в программу Microsoft Excel. Для анализа использовались абсолютный показатель замедленной флуоресценции (ЗФв) и относительные (В/Н; ОПЗФ).

Пробоотбор почвенных образцов осуществляется в соответствии с ГОСТ 17.4.4.02-84 и 28168-89. рН определяли в соответствии с методическими указаниями Аринушкиной Е.В. Определение содержания нитратов производилось согласно ГОСТ 26951-86. Определение содержания меди, марганца, железа производилось в соответствии с ГОСТ Р-50684-94 и ГОСТ Р-50685-94

В ходе исследования результаты сравнивались с контрольным значением, вычисленным на основании данных по замедленной флуоресценции хлорофилла хвойных из мест с низкой антропогенной нагрузкой. Средний показатель ЗФв для участков с низким уровнем антропогенной трансформации составляет в среднем  $2900 \pm 300$ . Для ОПЗФ этот показатель составляет  $5,5 \pm 1,2$ .

Статистическая обработка результатов показала, что между показателями замедленной флуоресценции хлорофилла в хвое сосны обыкновенной, как ЗФн (замедленная флуоресценция на низком свете), так и ЗФв (замедленная флуоресценция на высоком свете) и ОПЗФ (относительный показатель замедленной флуоресценции), существует выраженная положительная корреляция на уровне более 80%. Причем это выявляется при использовании 2-х методов корреляции – параметрической и ранговой корреляции Спирмена. Это позволяет предположить, что использование любого из этих показателей достаточно для того, чтобы характеризовать результаты исследования в целом. При проведении статистического анализа результатов это значительно сокращает объём массивов данных, которые необходимо обрабатывать в ходе проведения мониторинговых работ с использованием данного метода. Это при равных временных затратах делает возможным анализ выборки большего объёма, что понижает погреш-



ность результатов, или исследование большего количества участков, что позволяет с большей достоверностью характеризовать состояние региона в целом.

В работе были получены следующие выводы:

1. Соотнесение результатов исследования замедленной флуоресценции хлорофилла в хвое сосны обыкновенной и химико-аналитических исследований почвы выявили наличие прямой корреляции биоиндикационных данных с содержанием в почве железа и обратной с содержанием в почве нитратов.
2. Значение коэффициента корреляции между почвенными факторами и состоянием тест-организмов не более 50%, это позволяет предположить, что показатель замедленной флуоресценции более зависим от уровня загрязнения атмосферы.
3. На территории химзавода «Оргсинтез» и городской больницы №7 выявлен критический уровень загрязнённости по данным биоиндикационного исследования. Это является показанием для более детального анализа источников стрессового воздействия на окружающую среду и ее загрязнения.
4. В точке РКБ №2 в почве отмечается высокое содержание нитратов и меди, а содержание подвижных форм марганца приближается к ПДК, что, возможно, обусловлено воздействием на эту территорию крупных промышленных объектов: заводов «Нэфис» и «Электроприбор».
5. Сочетание биоиндикационных методов с методами аналитической химии позволяет получить более достоверные данные о состоянии окружающей среды, а также точнее определить характер и источник загрязнения.

На основе использования комплекса различных методов можно более достоверно выявить характер загрязнения среды и снизить экологические риски поступления некоторых поллютантов в городскую среду. Показатели замедленной флуоресценции хвои сосны обыкновенной, часто применяемой в зеленых насаждениях города, могут служить информативными индикаторными параметрами загрязнения городской среды.

## **РЕЗУЛЬТАТЫ ОЦЕНКИ РИСКА ЗДОРОВЬЯ ПОДРОСТКОВ ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ ВОДНОГО ПЕРОРАЛЬНОГО ФАКТОРА СРЕДЫ ОБИТАНИЯ В УСЛОВИЯХ КРУПНОГО ПРОМЫШЛЕННОГО ГОРОДА (НА ПРИМЕРЕ Г.КАЗАНИ)**

Валеева Э.Р., Исмагилова Г.А.

Kazan Federal University, Institute of Fundamental Medicine and Biology

*val\_med@mail.ru*

ВОЗ на сегодняшний день осуществляет глобальный анализ и оценку гигиены питьевой воды (GLAAS) является инициативой ООН по водным ресурсам. Обеспечение доступа к безопасной питьевой воде является одним из наиболее эффективных инструментов в плане укрепления здоровья. Анализ исследований по оценке риска в нашей стране и Республике Татарстан показал наличие методических и токсикометрических проблем, приводящих к недооценке фактического уровня риска здоровью детского населения, связанных с неопределенностями оценки экспозиции, отсутствием региональных и возрастных различий в факторах экспозиции и чувствительности к канцерогенам.

**Цель:** провести оценку неканцерогенного и канцерогенного риска для здоровья подросткового населения (12-16 лет) при пероральном поступлении химических соединений с питьевой водопроводной водой на основе региональных и стандартных факторов экспозиции.

**Материал и методы** Оценка неканцерогенного риска при поступлении химических веществ с питьевой водой проводилась для подростков в возрасте 12-15 лет, проживающих в 4-ех районах (1-Вахитовский, 2- Советский, 3- Кировский, 4-Приволжский) г. Казань. Оценка риска проводилась в соответствии с данными Регионального информационного фонда (РИФ) социально-гигиенического мониторинга и результатами исследований, проведенных на базе аккредитованной лаборатории Федерального государственного учреждения здравоохранения.

#### **Результаты:**

Нами было изучено содержание 19 приоритетных химических загрязнителей, в том числе трех канцерогенов, в питьевой воде г. Казань за 2010–2015 гг. В связи с тем, что распределение значений факторов экспозиции и концентраций загрязняющих веществ отличалось от нормального распределения, для их представления использовали 95-й процентиля (P95). Превышение гигиенических нормативов не являлось главным критерием приоритетности. Основным критерием было выявление соединений, частота обнаружения которых в пробах питьевой воды превышала 5% на всех исследованных территориях. Оценка неканцерогенного риска при пероральном поступлении химических веществ с питьевой водой выявила различия в уровне риска при региональных значениях в сравнении со СФЭ. Результаты оценки неканцерогенного риска при пероральном поступлении химических веществ с питьевой водой показали, что величина суммарного риска только во 2 и 3 зонах города соответствует допустимому уровню. Во всех других зонах, независимо от значения факторов экспозиции, суммарные коэффициенты опасности свидетельствуют о настораживающем и

неприемлемых уровнях риска. Неприемлемый уровень суммарного риска отмечается  $HI_{Me} =$  от 4 до 8,67;  $HI_{95-го Perc} =$  от 8,7 до 16,8 отмечается во всех зонах на уровне медианы и 95-го перцентиля (Perc). Суммарные индексы опасности, рассчитанные на уровне стандартных ФЭ для подростков, кроме 2 и 4 зоны (почки – 6,13 и 3,32) и 1, 2 зоны (кровь – 3,19 и 3,01), не превышают верхней границы референтного уровня (3,0). Оценка значений суммарных индексов опасности, рассчитанные на основе региональных факторов экспозиции (медианных концентраций и 95-го перцентиля (Perc) для подросткового населения г. Казань показало превышение, но не верхней границы референтного уровня (3,0) для трех систем: кровь, почки и сердечно-сосудистая система, печень.

Оценка канцерогенного риска проводилась для 3 веществ, содержащихся в питьевой воде: кадмий, свинец, хлороформ. Суммарный канцерогенный риск при воздействии канцерогенов воды  $RFЭ_{Me}$  и  $RFЭ_{95 Perc}$  является допустимым только во всех зонах. Расчет уровней канцерогенного риска для этих канцерогенных веществ проводился с использованием стандартных значений и региональных факторов экспозиции на уровне Me и 95-го perc. Различия в величине уровней канцерогенного риска составили 0,087- 0,323 при ФЭ Me/СФЭ и 2,0 при ФЭ 95 Perc/СФЭ. В величину канцерогенного риска во всех зонах основной вклад вносит хлороформ и свинец.

Расчет уровней канцерогенного риска для этих канцерогенных веществ проводился с использованием поправочных коэффициентов для фактора канцерогенного потенциала. Хлороформ, содержащийся в питьевой воде не обладает прямым генотоксическим действием, поэтому канцерогенный риск для него рассчитывался без применения возрастных коэффициентов. TCR, рассчитанный с учетом ADAF, превышает допустимый уровень от 1,96 во 2 зоне и 1,71 (1,79) раз во 1 и 4 зонах на уровне всех значений экспозиции. В 3-й зоне отличия определяются в 1,34 раза. Сравнение результатов оценки канцерогенного риска, выполненное с учетом коэффициентов возрастной чувствительности по сравнению с традиционным подходом, выявило значительное различие в уровнях риска. TCR, рассчитанный с использованием возрастных коэффициентов, в 1,34–1,96 раза превышает уровни риска, полученные без учета восприимчивости к канцерогенам различных возрастных групп. Медиана относит 95% квартеля в 4 районе в большую сторону, в 3 районе в меньшую сторону. Мы можем предположить, что в большинстве случаев основной вклад вносят в 3 районе хлороформ, а в 4 – металлы. Наиболее высокий уровень канцерогенного риска регистрируется во всех изучаемых зонах на уровне 95 Perc (максимально разумная

экспозиция). Неканцерогенный риск при ингаляционном воздействии хлороформа составил 5,95, канцерогенный - 0,000156.

**Выводы:** Таким образом, сравнительная оценка стандартных, рекомендуемых US EPA и региональных значений факторов экспозиции (ФЭ), установленных на исследованных территориях (зонах) г. Казани, показала различия между большинством из них, достигающие для подростков в 2 раза. Различия в региональных и стандартных значениях ФЭ влияют на уровни риска здоровью населения. Анализ уровней риска с использованием местных факторов и возрастных различий в экспозиции химических веществ, поступающих перорально с питьевой водой, показал, что применение стандартных значений в методологии оценки риска, приводит к недооценке фактического неканцерогенного и канцерогенного риска для здоровья подростков на уровне 95-го перцентиля (Perc) в 2 раза во всех зонах. Значения общего суммарного канцерогенного риска (TCR) при воздействии трех канцерогенов питьевой воды — кадмия, свинца и хлороформа, рассчитанные с учетом ADAF, превышают уровни риска, полученные без учета восприимчивости к канцерогенам различных возрастных групп в 1,34/1,71(1,79) и 1,96 раза (в различных зонах) независимо от используемого фактора экспозиции. Во всех других зонах, независимо от значения факторов экспозиции, суммарные коэффициенты опасности свидетельствуют о настораживающем и неприемлемых уровнях риска  $HI_{me} =$  от 4 до 8,67;  $HI_{95th Perc} =$  от 8,7 до 16,8.

## **ВЛИЯНИЕ КОМПОНЕНТНОГО СОСТАВА ВОДНОЙ ВЫТЯЖКИ НА ОТКЛИК СТАНДАРТИЗИРОВАННЫХ БИОТЕСТОВ НА ПРИМЕРЕ ОЦЕНКИ ЭКОТОКСИЧНОСТИ ОТХОДОВ РАЗЛОЖЕНИЯ ПРИРОДНЫХ ФОСФАТОВ**

Воронина Л.В., Горленко А.С.

МГУ им. М.В. Ломоносова, Москва, Россия

*love.petrova1@yandex.ru*

Биологические методы анализа получили широкое распространение при исследовании экологического благополучия различных природных сред, а также включены в качестве нормативного показателя для оценки степени воздействия отходов производства на компоненты природных сред [1]. По сравнению с химическими методами анализа, они имеют ряд преимуществ, в частности, способность реагировать на кумулятивное действие набора загрязняющих веществ одновременно. Однако, если возможности стандартизированных методов биотестирования в целях изучения контроля водных объектов не вызывает со-

мнений [2], то в вопросе применимости водных вытяжек из отходов производства остаются дискуссионные моменты. К примеру, известен факт несогласованности результатов биотестирования одного вида отходов, полученных в различных лабораториях, а также трудности воспроизведения результатов анализа [3]. Целью исследований являлись сравнительные испытания ответной реакции стандартизированных биотестов на присутствие загрязняющих веществ в водных вытяжках, полученных из отхода разложения природных фосфатов серной кислотой (фосфогипс) нейтрализованные при производстве фосфорной кислоты (код ФККО 3 12 241 11 39 5).

Проанализирован массив данных по компонентному составу 203 нейтрализованных водных вытяжек из отходов и проведена экспериментальная оценка токсичности водных вытяжек из этих проб с применением 4-х тест-организмов: пресноводных рачков *Daphnia magna*, *Ceriodaphnia affinis*, *Paramecium caudatum* и *Scenedesmus quadricauda*. Биотестирование проводили в соответствии с требованиями аттестованных методик измерения (ФР 1.39.2007.03222., ФР.1.39.2007.03221., ФР 1.39.2007.03223. и ФР 1.39.2006.02506, соответственно). Водную вытяжку готовили с использованием культивационной воды, подготовленной по системе биологизации [4], а также на дистиллированной (рН 7,0-7,5) воде. Статистическая обработка данных проведена с применением регрессионного анализа, позволяющего выявить основные действующие на биологический отклик химические факторы.

Было проанализировано влияние 25 показателей (содержание натрия, магния, алюминия, фосфора, серы, калия, кальция, ванадия, хрома, марганца, железа, кобальта, никеля, меди, цинка, мышьяка, кадмия, бария, свинца) путем анализа водной вытяжки методом атомно-абсорбционной спектроскопии, а также оценивали рН вытяжек и содержание сухого остатка

Результаты биотестирования показывают, что отклик пресноводных рачков дафний характеризовался средним значением индекса токсичности в исходном разведении  $23,24 \pm 5,30\%$  (где 0% контроль) (рис. 1). При этом, вариабельность отклика характеризовалась значениями от 0% (вытяжки не оказывают негативного влияния) до 93% (почти полная гибель). Корреляционный анализ не выявил тесной связи с отдельными показателями состава вытяжки.

Вследствие того, что водные вытяжки из отхода характеризовались повышенной минерализацией (свыше 2г/л по сухому остатку) в параллельных сериях изучали ответную реакцию дафний, адаптированных к засолению 2г/л хлоридом натрия. Результаты испытаний показали, что токсичность проб снизилась более чем на 5% (индекс токсичности  $16,76 \pm 5,16\%$ ), однако вариабель-

ность показателей сохранилась (рис. 1). Таким образом, согласно отклику дафний исследованные вытяжки характеризовались отсутствием 5го класса токсичности.

Анализ водных вытяжек на токсичность с использование цериодафний, показал, что водные вытяжки оказывают негативное воздействие на гидробионтов. Результаты экспериментов показали, что средний индекс токсичности пресных цериодафний ниже, чем неадаптированных и близок больше к адаптированных к засолению дафний (индекс токсичности  $14,85 \pm 5,27\%$ ) (рис. 1). Вариабельность отклика характеризовалась как широкая.

Изучение отклика микроводорослей *Scenedesmus quadricauda* показало, что значительная часть проб не оказывала токсического воздействия на уровень флуоресценции хлорофилла водорослей в сравнении с контролем. Средний индекс токсичности лежал в 3,08% области стимулирования (рис 1). Вследствие того, что в приказе 536 МПР стимулирование не относится к факторам негативного воздействия, все пробы были признаны нетоксичными.

Исследование отклика инфузорий показало, что большинство проб не оказывали негативного воздействия, при этом гибель в контроле составляла 0%. Средний индекс токсичности в исходном разведении составлял  $7,70 \pm 1,68\%$  (рис. 1). Вариабельность отклика была значительно ниже, чем для ракообразных (от 0 до 36,8%).

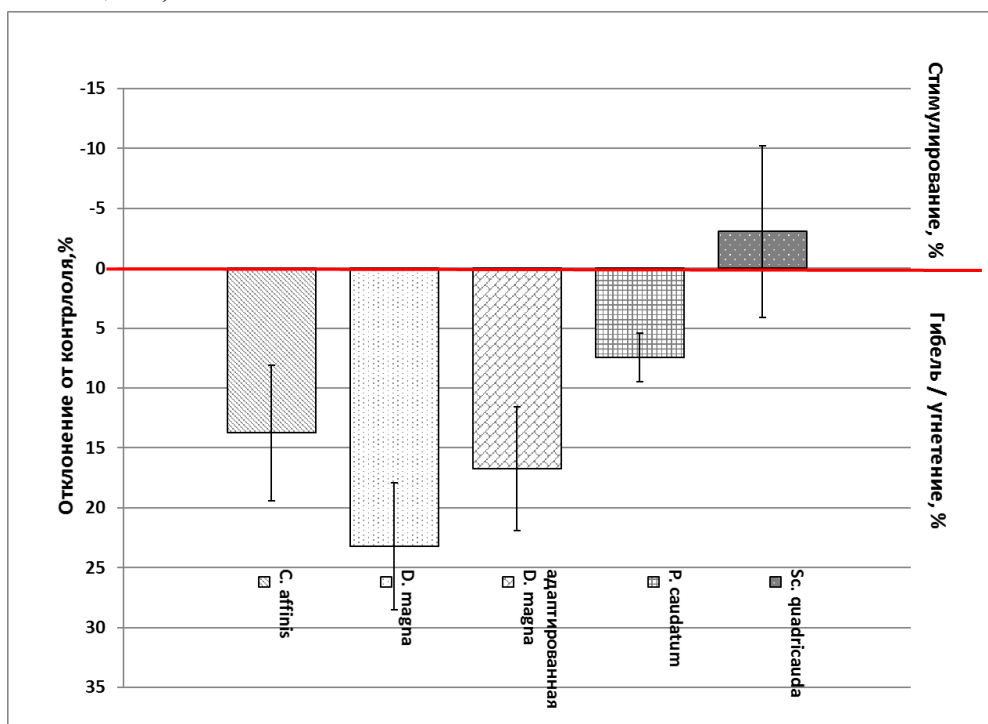


Рисунок 1. Средний индекс экотоксичности водных вытяжек фосфогипса

При сравнении полученных результатов определения класса опасности отходов, проведенных разными методами биотестирования, установлены различия в чувствительности тест-организмов. Показано, что с применением инфузорий и водорослей все исследованные вытяжки характеризовались как нетоксичные, в тоже время, при использовании в качестве тест-организма ракообразных, они обладали слабой токсичностью (рис. 1). Выбор ракообразных приведет к тому, что отход будет отнесен к более высокому классу опасности с большей вероятностью, чем при биотестировании на инфузориях и водорослях. Полученные данные объясняются различиями в путях поступления токсикантов в организмы и специфичностью действия.

Таким образом, показано, что для повышения достоверности токсикологического контроля необходимо использовать не два произвольно выбранных тест-организма, а набор из биотестов.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Приказ МПР РФ от 4 декабря 2014 г. № 536 "Об утверждении Критериев отнесения отходов к I - V классам опасности по степени негативного воздействия на окружающую среду" – URL: <http://base.garant.ru/71296500/> (дата обращения: 01.07.2017).
2. *Филенко О.Ф.* Биотестирование как способ контроля токсичности загрязняемой водной среды / О.Ф. Филенко, А.Г. Дмитриева // Приборы и системы управления. – 1999. – № 1. – С.61-63.
3. *Броновицкая Е.А.* Сопоставительная оценка токсичности поверхностных вод и почвы по результатам биотестирования двумя независимыми лабораториями/ Е.А. Броновицкая, В.В. Петраш, Т.Я. Ашихмина, Л.В. Кондакова // Теоретическая и прикладная экология. – 2015. – № 4. – С.59-63.
4. *Федосеева Е.Е.* Требования национальных и международных стандартов к качеству культивационной воды в практике применения гидробионтов для оценки экологической токсичности / Е. В. Федосеева, М. М. Гладкова, П. В. Учанов, В. А. Терехова // Использование и охрана природных ресурсов в России. — 2016. — № 4. — С. 44–49.

### **ПРИРОДНЫЕ СОРБЕНТЫ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ПРОБЛЕМЫ ЭВТОФИРОВАНИЯ ВОДОЕМОВ**

Галлямова С.Р.<sup>1,2</sup>, Трemasова А.М.<sup>2</sup>, Макаева В.И.<sup>2</sup>, Валиуллин Л.Р.<sup>2</sup>,  
Папуниди К.Х.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Казанский (Приволжский) Федеральный Университет, Казань, Россия

<sup>2</sup>ФГБНУ «Федеральный центр токсикологической, радиационной и биологической безопасности», Казань, Россия  
*galliamova95@mail.ru; vnivi@mail.ru*

Проведена оценка эффективности применения сорбентов шунгита и цеолита для обезвреживания и очистки сточных вод с целью снижения риска эв-

трофирования водоемов. Установлено, что до фильтрации сточная вода по большинству анализируемых показателей не соответствовала существующим нормам. После фильтрации образцов проб сточной воды через слои шунгита и цеолита по всем исследуемым показателям происходили позитивные сдвиги. Так, запах становился слабым и был равен 1 баллу, показатели мутности и цветности снижались до уровня установленных норм. Водородный показатель – ближе к нейтральному. Концентрация ионов аммония уменьшалась на 99,9% при значительном превышении данного показателя в исходном материале. Общая микробная загрязненность исследованной сточной воды до фильтрации составила  $8,6 \times 10^4$ , патогенных микроорганизмов обнаружено не было, количество стафилококков составило  $3,2 \times 10^3$  КОЕ/см<sup>3</sup>, индекс БГКП составил более 10000 клеток/л. После фильтрации показатель общей микробной загрязненности составил  $7,0 \times 10^2$ ; патогенной микрофлоры не выявлено, индекс БГКП – 8-12 клеток/л. Проведенными исследованиями установлено, что использование природных сорбентов шунгита и цеолита способствует значительному улучшению качества сточной воды по большинству анализируемых показателей.

Бурное развитие промышленности, транспорта, энергетики, сельского хозяйства привело к тому, что антропогенное воздействие на окружающую среду приняло глобальный характер [1]. Вода, использованная для различных нужд, становится не пригодной для дальнейшего применения, так как это приводит к образованию загрязненных сточных вод [2].

Поступление в водные объекты загрязняющих веществ изменяет химический состав воды, биохимический режим водных объектов, состав микроорганизмов. Происходит ухудшение экологического состояния водных объектов, их истощение и деградация [3-5]. В случае органического загрязнения водоемов наблюдается избыток биогенов (2 тип эвтрофикации), приводящий к снижению содержания кислорода в поверхности воды и у дна. Высокая скорость эвтрофирования резко проявляется в местах антропогенного воздействия [6].

Для выпуска в водоёмы, сточные воды подвергают очистке. В зависимости от степени их загрязнённости и наличия средств применяют различные методы очистки сточных вод. Особое внимание привлекают методы, основанные на применении с этой целью доступных природных сорбентов, в частности шунгита и цеолита. Процессы сорбционного связывания различных органических веществ получили широкое применение для решения экологических проблем, связанных с очисткой промышленных и бытовых сточных вод.



Целью настоящего исследования явилась оценка эффективности природных сорбентов шунгита и цеолита для очистки и обеззараживания сточных вод для снижения риска эвтрофирования водоемов.

Исследования проведены в лабораторных условиях отдела токсикологической безопасности ФГБНУ «ФЦТРБ-ВНИВИ». Шунгит и цеолит для исследования были предоставлены Ибрагимовым Н.Н. (ООО НПП «ОНЕГА»).

Исследования показали, что до фильтрации сточная вода по большинству анализируемых физико-химических показателей не соответствовала существующим нормам. Так, показатель запаха составил 4 балла, при норме ПДК 2 балла, цветности – 389,17 град что превышает норму в 11 раз, мутности – 25,25 ЕМФ, при норме 2,6-3,5 ЕМФ. Количество ионов аммония в исходной воде составило 148,87 мг/дм<sup>3</sup>, в то время как по нормативам их содержание не должно превышать 1,5 мг/дм<sup>3</sup>. Показатель стабильности был ниже установленной минимальной нормы на 48,1%. После фильтрации образцов проб сточной воды через слои шунгита и цеолита по всем исследуемым показателям происходили позитивные сдвиги.

При этом запах становился слабым и был равен 1 баллу, показатели мутности и цветности снижались до уровня установленных норм и составили соответственно 2,5 ЕМФ и 20 град. Водородный показатель – ближе к нейтральному. Концентрация ионов аммония, при значительном превышении данного показателя в исходном материале, уменьшалась на 99,9%, и составила 0,038 мг/дм<sup>3</sup>. Стабильность воды после фильтрации возросла до уровня установленных норм.

Общая микробная загрязненность исследованной сточной воды до фильтрации составила  $8,6 \times 10^4$ , патогенных микроорганизмов (*E.colli*, *Salmonella*) не обнаружено, количество стафилококков составило  $3,2 \times 10^3$  КОЕ/см<sup>3</sup>, индекс БГКП составил более 10000 клеток/л. После фильтрации показатель общей микробной загрязненности составил  $7,0 \times 10^2$ ; патогенной микрофлоры выявлено не было, индекс БГКП – 8-12 клеток/л.

Таким образом, полученные в результате проведенного исследования данные свидетельствуют о значительных положительных сдвигах в очистке и обезвреживании сточных вод для снижения риска эвтрофирования водоемов при использовании с этой целью природных сорбентов шунгита и цеолита.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Рахманин Ю.А. Актуализация проблем экологии человека и гигиена окружающей среды и пути их решения / Ю.А. Рахманин // Гигиена и экология. - 2012. – № 5. – С. 4-8.

2. Рациональное использование и охрана окружающей среды городов / Л.В. Бахирева [и др.] – М.: Наука, 1989. – 93с.
3. *Матросова Л.Е.* Биотехнологии в реабилитации окружающей среды / Л.Е. Матросова, М.Я. Тремасов, А.А. Иванов // Междунар. науч.-практич. конф. посвящ. 50-летию ФЦТРБ: сб. матер. – Казань, 2010. – С.330-332.
4. *Папуниди К.Х.* Диоксины: опасность, профилактика и лечение токсикозов, перспективы исследования / К.Х. Папуниди, М.Я. Тремасов, В.А. Новиков [и др.] // Ветеринарный врач. – 2010. – № 5. – С. 25-29.
5. *Смирнова И.Р.* Антропогенное воздействие отходов животноводства на окружающую среду / И.Р. Смирнова, М.Г. Киселева // Ветеринария. – 2011. – № 11. – С. 45-491.
6. *Калайда М.Л.* Экологическая оценка Куйбышевского водохранилища в условиях антропогенного воздействия. – Казань: Казан. гос. Энерг. Ун-т, 2003. – 135 с.

## **ПРОБЛЕМЫ ПОВЕРХНОСТНЫХ ИСТОЧНИКОВ ВОДОСНАБЖЕНИЯ КРУПНЫХ ГОРОДОВ (НА ПРИМЕРЕ СИСТЕМ ВОДОСНАБЖЕНИЯ Г.МОСКВЫ)**

Даценко Ю.С., Пуклаков В.В., Эдельштейн К.К.

Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова, Москва

*yuri0548@mail.ru*

Водоснабжение большинства крупнейших городов и урбанизированных центров мира базируется на использовании водных ресурсов речного стока. Это – речные воды со свойственным им сильным внутри- и межгодовыми колебанием характеристик объема и качества воды. Обеспечение гарантированных расходов воды на водоснабжение достигается созданием обычно нескольких водохранилищ глубокого сезонного, а часто и многолетнего регулирования стока. Поэтому современные источники муниципального водоснабжения представляют собой сложные системы гидротехнических сооружений находящиеся на обширных территориях водосборов.

В России Москва с ближайшими пригородами – крупнейший водопотребитель (4–6 млн. м<sup>3</sup>/сут). Исторически сложившаяся система водоснабжения Москвы на 99% использует поверхностные воды р. Москвы и Верхней Волги. Регулирование их стока источников водоснабжения осуществляется сложным водохозяйственным комплексом, состоящим из поочередно создававшихся трех гидротехнических систем – Волжской, Москворецкой и Вазузской. В этом комплексе сетью участков рек и каналов, их, ставших русловыми трактами подачи воды к водозаборным сооружениям, объединены 15 водохранилищ с питающими их реками и озерами. Гарантированная суммарная водоотдача этих водных систем составляет 132 куб.м/с; полезный объем водохранилищ – 2262 млн куб. м, площадь водосбора – более 55 тыс. кв. км. Водные ресурсы этой системы

помимо водоснабжения Московской городской агломерации, теплоэнергетики и промышленности, используются для обводнительных попусков в р. Москву в р. Клязьму и их притоков, а также для выработки электроэнергии на небольших ГЭС при гидроузлах.

Наряду с проблемой накопления необходимого количества воды, вопросы качества воды постоянно требуют внимания. Во-первых, от состава и концентрации веществ в воде, исходной для водопроводных станций, зависит технологический режим и затраты реагентов и электроэнергии на водоподготовку, во-вторых, колебания качества воды в широком диапазоне природных условий сложнее регулировать в водоисточнике так, как расход воды.

Качество воды в источниках водоснабжения формируется под влиянием природного и антропогенного факторов. Природные факторы качества воды трех систем водоснабжения – московской и волжской существенно различаются. Учесть влияние разнообразно меняющегося сочетания этих факторов при смене погоды и водности притоков для оптимизации качества подаваемых для водоснабжения объемов воды позволяет использование стандартного мониторинга в сочетании с диагностическими и прогностическими расчетами гидроэкологического состояния всех водохранилищ. Доклад иллюстрирует результаты регулярных наблюдений и дополняющих их модельных расчетов, выполненных для лет экстремальной водности.

## **ПРИМЕНЕНИЕ СИСТЕМНОЙ МЕТОДОЛОГИИ ПРИ СОЗДАНИИ ПЛАНА УПРАВЛЕНИЯ ВОДНЫМИ РЕСУРСАМИ НЕИЗУЧЕННЫХ РЕК**

Двинских С.А., Ларченко О.В.

Пермский государственный национальный исследовательский университет,

Пермь, Россия

*hydrology@psu.ru*

В настоящее время первостепенную важность имеет сохранение баланса между экономическим развитием и возможностью природных систем. Об этом говорится в концепции устойчивого развития. Однако не все компоненты природных систем играют одинаковую роль в сохранении их устойчивости. Одним из важнейших компонентов является вода. В связи с этим в странах ЕС разработана концепция интегрированного управления водными ресурсами (ИУВР), которая используется при решении водных проблем для предотвращения качественного и количественного истощения водных ресурсов.

В Российской Федерации для этих целей используют Схему комплексного использования и охраны водных объектов (СКИОВО), цель которой – провести инвентаризацию водопользователей и водопотребителей в пределах речных бассейнов крупных рек. На данный момент СКИОВО разработаны для большинства основных речных бассейнов. Но теперь следует сделать следующий шаг: использовать полученные результаты для управления водными ресурсами. Здесь возникают довольно серьезные проблемы:

1. Положение средних и малых бассейнов как ключевых точек устойчивого развития в этих схемах не рассматривается.

2. СКИОВО включает анализ качества воды по данным мониторинга, сеть которого обычно развита очень слабо (а на некоторых малых и средних реках полностью отсутствует). В связи с этим характеристика качества воды (а тем более прогноз) может быть не объективной, а, следовательно, план мероприятий по защите качества воды может быть не всегда верен.

3. Не разработан порядок согласования и утверждения (а значит и претворения в жизнь) выходной документации.

4. Схема не имеет «прямого действия», она не является планом, а лишь служит основой для разработки и принятия планов на федеральном и региональном уровнях в соответствии с действующей компетенцией; целевые показатели состояния бассейна являются не нормативами, а лишь целями по улучшению состояния бассейна реки. Схема не определяет допустимой антропогенной нагрузки, а служит основой для её определения. Кроме этого, согласно построению Схемы, управление водными ресурсами ведется сверху вниз.

Большинство разрабатываемых в настоящее время мероприятий (переброска стока, строительство очистных сооружений и т.д.) позволяют лишь приспособить изменившиеся условия к природной среде. Однако, как показывает практика, связи приспособления не всегда гарантируют ликвидацию экологических кризисных ситуаций. Поэтому необходимо создание связей управления, замыкающих систему. Они должны формироваться одновременно с возникновением природно-хозяйственной системы и так регулировать связи между человеком и природой, чтобы функционирование создаваемой системы не привело к нарушению экологического равновесия. Следовательно, от кризисных экологических ситуаций могут оберегать системы только связи управления, хотя в настоящее время в уже сложившихся природно-хозяйственных системах преобладают связи приспособления.

Мы сравнили основные положения двух проектов: обе нацелены на постоянное многоцелевое снижение негативного воздействия на водные ресурсы с

помощью предметно-ориентированных программ; основной подход – бассейновый, но при этом ИУВР – это философия, политика и руководство в области управления водными ресурсами, а СКИОВО только часть ИУВР, связанная с комплексным их использованием и носит в большей степени рекомендательный характер.

Нами разработана концепция управления водными ресурсами, которая предполагает выбор принципиально новых подходов к определению параметров, характеризующих возможности и пределы использования. Для получения объективной информации о состоянии реки мы предлагаем управленческие задачи решать снизу-вверх, от более частных объектов и проблем к более крупным. Используемая системная методология предполагает изучать отношения типа «причина-результат», такие как: *движущая сила* (экологические изменения), *нагрузки*, *состояние* (окружающей среды) и *отклики* (общества). Отправная точка – предварительный анализ системы. Он определяет ее границы, показывает очевидные недостатки собранных данных, идентифицирует основные нагрузки и выделяет потенциально затронутые подсистемы. Система пространственно дифференцируется на речные системы разного порядка (подсистемы).

Результатом проведенного исследования является разработка многофункциональной процедуры по созданию плана управления водными ресурсами в неизученных средних бассейнах для административной поддержки принятия решений их устойчивого развития. Считаем, что внедрение подобных планов управления бассейном наряду со СКИОВО уменьшит усилия в достижении заданных характеристик качества воды и приведет к минимизации экологических рисков.

## **ДИНАМИКА ИЗМЕНЕНИЯ КАЧЕСТВА АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА В ГОРОДАХ РЕСПУБЛИКИ ТАТАРСТАН ПО ДАННЫМ МОНИТОРИНГА ФГБУ «УГМС РЕСПУБЛИКИ ТАТАРСТАН»**

Девятова Н.Ф.

ФГБУ «Управление по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды Республики Татарстан», Казань, РФ

*nd13@mail.ru*

Наблюдения за состоянием загрязнения атмосферного воздуха на территории Республики Татарстан систематически осуществляются в городах Казань, Набережные Челны и Нижнекамск. Измеряются концентрации следующих примесей: пыли, взвешенных частиц  $PM_{10}$  и  $PM_{2.5}$ , диоксида серы, диоксида азота, оксида углерода, оксида азота, фенола, формальдегида, аммиака, серо-

водорода, бензола, ксилола, толуола, этилбензола, стирола, хлорбензола, аэрозолей серной кислоты, бенз(а)пирена, тяжелых металлов (хром, свинец, марганец, никель, цинк, медь, железо, кадмий, магний).

Для оценки загрязнения атмосферы используются три показателя качества воздуха: **ИЗА**, комплексный индекс загрязнения атмосферы, **СИ**, стандартный индекс, и **НП**, наибольшая повторяемость (в %) превышения ПДК по отдельной примеси по городу.

В соответствии с существующими методами оценки уровень загрязнения считается:

- Низким при ИЗА 0 - 4, НП<10, СИ<1;
- Повышенным при ИЗА 5 – 6, НП 10 – 19, СИ 1 - 4
- Высоким при ИЗА 7 - 13, НП 20 - 50, СИ 5 - 10;
- Очень высоким при ИЗА $\geq$ 14, НП>50, СИ>10.

Если ИЗА, СИ и НП попадают в разные градации, то степень загрязнения атмосферы оценивается по ИЗА.

В 2016 г. в гг. Казань, Набережные Челны, Нижнекамск уровень загрязнения атмосферного воздуха оценивался как «низкий» (в г. Казань ИЗА=4.0; в г. Набережные Челны ИЗА=3.7, в г. Нижнекамск ИЗА=4.7). Средние за год концентрации в г. Казань не превышали санитарно-гигиенических нормативов. В гг. Нижнекамск и Набережные Челны средняя концентрация формальдегида составила 1.10 ПДК<sub>с.с.</sub> и 1.22 ПДК<sub>с.с.</sub>, соответственно. Основной вклад в загрязнение атмосферного воздуха вносят фенол и формальдегид.

В период с 2011 по 2016 год формально уровень загрязнения в городах республики уменьшился с «высокого» в 2011-2013гг до «низкого» в 2015-2016гг. Однако реального улучшения качества атмосферного воздуха не произошло. Резкое снижение оценки степени загрязнения воздуха формальдегидом и фенолом связано с изменением санитарно-гигиенических нормативов – постановлениями Главного государственного санитарного врача РФ были увеличены значения максимальной разовой и среднесуточной предельно-допустимых концентраций формальдегида (от 17 июня 2014 года № 37) и фенола (от 12 января 2015 года № 3).

При оценке состояние загрязнения атмосферы с учетом старых ПДК для формальдегида и фенола, в гг. Казань, Набережные Челны и Нижнекамск уровень загрязнения воздуха характеризуется как «высокий». Динамика изменений ИЗА с учетом «новых» и «старых» значений ПДК по данным систематическим наблюдений в период с 2011 по 2016 гг. приведена на рис. 1.



Рисунок 1. Изменения комплексного ИЗА гг. Казань, Набережные Челны и Нижнекамск, рассчитанных со старыми и измененными величинами ПДК<sub>с.с.</sub> формальдегида и фенола

Реальное содержание формальдегида в атмосферном воздухе в последние десять лет не уменьшилось (рис.2). В г. Казань наблюдается увеличение концентрации формальдегида в период с 2012 по 2016 год, в гг. Набережные Челны и Нижнекамск среднегодовые концентрации формальдегида колеблются и находятся в пределах 0,011-0,018 мг/м<sup>3</sup>.

Концентрации фенола в г. Казань за период с 2007 по 2016 гг уменьшились. В г. Набережные Челны в последние несколько лет концентрации данного загрязняющего вещества находятся на уровне 0,002 мг/м<sup>3</sup>. В г. Нижнекамск в 2013 году было резкое увеличение концентрации фенола, однако с 2014 по 2016 год концентрации снизились и достигли уровня предыдущих лет (2009-2012гг).

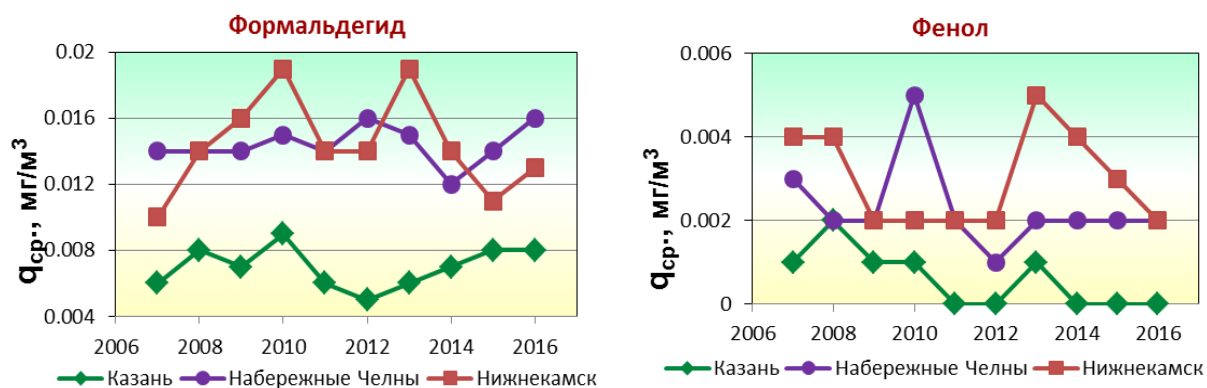


Рисунок 2. Динамика изменений концентраций фенола и формальдегида в гг. Казань, Набережные Челны, Нижнекамск в 2007-2016 гг.

За период 2012 - 2016 гг. в г. Казань уменьшились концентрации оксида углерода, диоксида азота и бенз(а)пирена, увеличились концентрации аммиака и формальдегида; в г. Набережные Челны – увеличились концентрации взвешенных веществ, диоксида серы, оксида углерода, аммиака, а содержание

бенз(а)пирена - уменьшилось; в г. Нижнекамск повысились концентрации оксидов углерода и азота, концентрация взвешенных веществ и бенз(а)пирена уменьшилась.

Таким образом, уровень загрязнения атмосферного воздуха в городах Казань, Набережные Челны, Нижнекамск в последние 10 лет стабильно высокий; в целом улучшения качества атмосферного воздуха не происходит.

## **ВЛИЯНИЕ ОТХОДОВ ПРОИЗВОДСТВА И ПОТРЕБЛЕНИЯ НА БИОЛОГИЧЕСКОЕ ЗАГРЯЗНЕНИЕ ПОЧВЫ В ГОРОДАХ АРХАНГЕЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ**

Дерябин А.Н.

Управление Роспотребнадзора по Архангельской области, Архангельск, России  
*deryabin-an@mail.ru.*

Почва – один из самых загрязненных компонентов городской среды, оказывающий влияние на условия жизни и состояние здоровья населения. В результате неудовлетворительной организации сбора и утилизации бытовых отходов формируется микробное загрязнение почвы, что повышает риск развития заболеваемости населения.

**Цель исследования:** оценить биологическое загрязнение почвы в городах Архангельской области, установить связь между содержанием биологических агентов в почве и количеством бытовых отходов.

**Материалы и методы.** Оценка биологического загрязнения почвы городов Архангельской области проведена по двум группам показателей: микробиологическим и паразитологическим с использованием базы данных ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Архангельской области» за 2007–2015 годы.

Содержание санитарно-показательных организмов группы кишечной палочки (индекса БГКП) и фекальных стрептококков (индекс энтерококков) в почве оценено на уровне медианы (Me) и 90-го перцентиля (P<sub>90</sub>). Для описания загрязнения почвы яйцами гельминтов использованы абсолютные значения и относительные частоты. Для выявления взаимосвязи между содержанием в почве биологических агентов и количеством бытовых отходов использован ранговый коэффициент корреляции Спирмена. Критический уровень статистической значимости принимался равным 0,05. Статистический анализ проведен в программе SPSS 17.0 для Windows.

**Результаты исследования.** Проведено исследование качества почвы в жилой зоне Северодвинска, Архангельска, Новодвинска, Котласа и Коряжмы.



Степень эпидемической опасности почвы оценена по индексам БГКП и энтерококков на уровне  $M_e$  и  $P_{90}$  согласно СанПиН 2.1.7.1287-03. В Котласе и Новодвинске на уровне  $M_e$  наблюдается умеренно опасное загрязнение почвы по индексу БГКП, в остальных городах почва оценивается как чистая (индекс менее или равен 10). На уровне  $P_{90}$  чрезвычайно опасное загрязнение почвы по индексу БГКП (индекс более 1000) установлено в Котласе. Опасная степень контаминации почвы (индекс БГКП 100 – 1000) – в Архангельске и Новодвинске. Умеренно опасная по загрязнению (индекс от 10-100) почва в Северодвинске.

По индексу энтерококков почва в городах Архангельской области на уровне  $M_e$  оценивается как чистая. На уровне  $P_{90}$  умеренно опасное загрязнение почвы установлено в Архангельске, Северодвинске и Новодвинске. Опасная степень контаминации почвы – в Котласе. В Коряжме почва по индексу БГКП и индексу энтерококков оценивается как чистая.

В Архангельске, Новодвинске и Северодвинске почва по содержанию яиц, личинок аскарид и токсокар относится к умеренно опасной (до 10). В почве остальных городов яиц, личинок аскарид и токсокар не выявлено.

Наибольшее количество бытовых отходов образовано в Архангельске, Северодвинске и Котласе. Выявлена взаимосвязь между количеством бытовых отходов, индексом БГКП на уровне  $P_{90}$  ( $r_s=0,42$ ;  $p=0,050$ ), индексом энтерококков в почве ( $r_s=0,50$ ;  $p=0,020$ ), содержанием яиц токсокар ( $r_s=0,43$ ;  $p=0,050$ ) и общим микробным загрязнением почвы ( $r_s=0,45$ ;  $p=0,040$ ).

Таким образом, при оценке общего загрязнения почвы в сумме по всем биологическим агентам самое высокое загрязнение обнаружено в Котласе, Архангельске и Новодвинске, что обусловлено образованием бытовых отходов в данных городах.

## **ВОДНЫЕ РЕСУРСЫ ГОРНЫХ РЕК ЮГА КАЗАХСТАНА (НА ПРИМЕРЕ БАССЕЙНОВ РЕК ХРЕБТА КАРЖАНТАУ)**

Достай Ж.Д., Алимкулов С.К., Сапарова А.А.

ТОО «Институт географии», Алматы, Республика Казахстан

*aselek.a.s@mail.ru*

Вопросы оценки, использования и прогноза возобновляемых водных ресурсов, качества и их охраны относятся к глобальным мировым проблемам, которые в основном определяют социальные и экономические интересы государств, и в частности суверенных республик, расположенных в Центральной Азии. Одним из основных факторов, лимитирующих дальнейшее социально-

экономическое и устойчивое состояния природно-хозяйственной системы Республики Казахстан, находящейся в засушливой зоне, является дефицит водных ресурсов. Обострение водных проблем затрагивает вопросы устойчивого водообеспечения стран на уровне экологической и национальной безопасности.

Рассматриваемая территория юга Казахстана относится к засушливым регионам с ограниченными естественными водными ресурсами и с интенсивным приростом численности населения, где в результате орошаемого земледелия водные ресурсы из-за ухудшения качества и количественного истощения не могут удовлетворять все возрастающие потребности в них. В этих условиях для решения проблем современного водообеспечения населения, сельского хозяйства, разработки мероприятий по охране окружающей среды требуются особенно надежные, детальные оценки водных ресурсов, исследования процессов их формирования, изменчивости в пространстве и во времени.

Сток рек Казахстана характеризуется большой межгодовой изменчивостью, причем объемы стока частых маловодных и редких многоводных лет могут отличаться в два и более раз. Это обстоятельство требует постановки фундаментальных исследований по изучению динамики изменений стока рек Казахстана с учетом климатических изменений и антропогенных факторов, которые отвечали бы требованиям водной безопасности страны.

Особенностью поверхностных вод республики является то, что почти половина речного стока поступает с территории сопредельных государств. В перспективе ожидается сокращение ресурсов трансграничного стока в республику в связи с хозяйственной деятельностью в Китае, России, Узбекистане и Кыргызстане.

Настоящие исследования посвящены актуальным вопросам современного состояния ресурсов поверхностных вод южного региона Казахстана. Предложен способ оценки годового стока на основе использования зависимости стока от средневзвешенной высоты водосбора. В данной работе была построена карта стока горных рек хребта Каржантау. Также были рассмотрены закономерности территориального распределения речного стока.

Для оценки поверхностных водных ресурсов использованы распространенные в гидрологии методы, основанные на пространственных закономерностях изменения речного стока. Оценка водных ресурсов производилась на основе гидрологических данных наблюдений, с длительностью не менее 5-ти лет. По имеющейся информации (база данных наблюдений) наблюдения на постах нередко прерывались или велись за нарушенной хозяйственной деятельностью стоком. Поэтому возникает задача восстановления пропущенных или искажен-

ных хозяйственной деятельностью величин стока, т.е. приведение рядов к расчетному периоду (1930-2012 гг.) с привлечением данных наблюдений пунктов-аналогов. В исследовании все ряды гидрологических постов приведены к единому расчетному периоду и были проверены на однородность. По восстановленным рядам посчитаны среднемноголетние значения стока для дальнейших работ по предложенному алгоритму.

Основные выводы, полученные в результате настоящего исследования:

В настоящем исследовании на основании обобщения материалов многолетних наблюдений по гидрологическому режиму рек представлены самые современные данные для бассейна р. Келес: Произведена современная оценка водных ресурсов бассейна р. Келес в количестве 0,19 км<sup>3</sup>.

Была построена карта среднемноголетнего стока бассейна р. Келес. Проанализированы пространственные закономерности распределения речного стока. В целом, водоносность региона уменьшается с севера на юг, согласно закону географической зональности, а также с запада на восток, в зависимости от досягаемости влагонесущих западных воздушных масс. При этом в полной мере проявляется высотная, типичная для горных территории поясность или так называемая высотная зональность. Для бассейна р. Келес характерно постепенное увеличение речного стока по высоте местности, на максимальных высотах имеют место наиболее благоприятные условия для формирования стока. Сток рек региона закономерно уменьшается с востока с северо-западных склонов хребта Каржантау на запад к устью р. Келес. На левобережных притоках р. Келес, таких как Жузумсай, Жигеренсай, Уясай, где высота превышает 1000 м слой стока превышает 150 мм. Максимальное значение стока достигает значения выше 250 мм на высотах выше 1500 м. В среднем течении р. Келес от с. Жанабазар до с. Горное, где в реку впадают незначительные притоки среднемноголетнее значение стока изменяется от 20 до 50 м.

Водные ресурсы бассейна р. Келес забираются на орошение, и для обеспечения водными ресурсами исследуемого региона с соседней Республики Узбекистан из р. Чирчик были построены 3 канала переброски (Большой Келеский магистральный канал, Зах и Ханым). Эти каналы переброски в свою очередь влияют на внутригодовое распределение стока рек. Внутригодовое распределение стока (ВРС) воды рек занимает центральное положение в вопросе водообеспечения и водопользования. Экономический эффект от реализуемых на практике водохозяйственных мероприятий прямым образом связан не только со знанием годового объема воды в водотоках, но и их распределением в течение года по отдельным сезонам, месяцам, а иногда и по декадам и пента-

дам. До настоящего времени при решении научных и прикладных задач относительно водного режима и ВРС рек служат оценки полученные в 60-70-х годах XX-века. Однако, как показывают гидрометеорологические исследования последних лет, начиная с конца 1970-х годов ВРС рек перетерпели серьезные изменения. В этой связи чрезвычайно важно исследовать многолетнюю динамику сезонного и месячного стока рек для рационального природопользования в области управления водохозяйственным сектором экономики Казахстана на нужды сельского хозяйства, в первую очередь орошаемого земледелия. Все отмеченное определяют задачи последующих исследований на фоне происходящих антропогенных нагрузок происходит изменение водного режима рек хребта Каржантау, как в многолетнем, так и внутригодовом разрезе.

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПАРАМЕТРИЗАЦИИ ХАРАКТЕРИСТИК КАЧЕСТВА ВОДЫ ДЛЯ ДИАГНОСТИКИ ВОЗНИКНОВЕНИЯ ИЗМЕНЕНИЙ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ РЕК**

Ерина О.Н., Ефимова Л.Е., Заславская М.Б.,

Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, Москва

*tamiblack@yandex.ru, ef\_river@mail.ru, m.zasl@mail.ru*

В гидрохимии параметризация качества воды – установление и обоснование диапазонов изменения параметров качества воды, соответствующих большей или меньшей безопасности населения и хозяйства, а также водных биоценозов, имеет достаточно большую историю. Отсутствие единообразия в выборе метода очень усложняет задачу использования результатов подобных оценок, опубликованных в литературе, для пространственных и временных обобщений. При постановке задачи оценки качества воды в каком-либо водном объекте, необходимо выбрать наиболее репрезентативный метод, учитывающий особенности ландшафтных, гидрологических и гидродинамических условий; состав и длительность рядов исходного гидрохимического и гидробиологического материала, а также крайне важно учитывать специфические показатели загрязнения, повторяемость и кратность превышения ими установленных нормативов (в России ПДК). При этом перечень учитываемых при расчете и анализе компонентов химического состава должен быть достаточно широк для объективности получаемой оценки.

В настоящее время перспективным путем при оценке возникновения опасных изменений экологического состояния водных объектов признана комплексная оценка загрязненности поверхностных вод, результатом которой служат классы (категории) качества воды, соответствующие определенным диапа-

зонам изменения величин избранных параметров. Указанные диапазоны соответствуют некоторым значениям факторов изменения качества воды, переход через которые сопровождается значительным увеличением социальных, экономических и экологических ущербов, что позволяет поставить им в соответствие представления о норме (фоне), риске, кризисе, бедствии и катастрофе с точки зрения безопасности населения, отраслевого водопользования или экологического состояния водных биоценозов.

Авторами проведено сопоставление результатов параметризации качества воды различными методами в районах с разными природными условиями формирования химического состава воды и степенью хозяйственной освоенности.

Были применены наиболее распространенные в российской практике индекс загрязнения вод (ИЗВ) и комплексная классификация по удельному комбинаторному индексу загрязненности воды (УКИЗВ), а также баварский индекс (СJ) и канадский индекс (WQI) [1–5]. Для сравнения методов параметризации качества поверхностных вод разработана единая шкала классов качества воды. Граничные значения диапазонов величин индексов некоторых классов были пересмотрены. Классы параметризации качества воды сопоставлены со шкалой гидроэкологического состояния водных объектов. В результате была получена единая шкала параметризации гидроэкологического состояния водных объектов с использованием различных классификаций качества воды.

Апробация предложенной единой шкалы параметризации качества воды различными методами с использованием материалов гидрохимического мониторинга в бассейнах нескольких водных объектов России позволила разработать серию рекомендаций по ее применению.

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского научного фонда (проект №14-17-00155)

#### Литература

1. *Кимстач В.А.* Классификации качества поверхностных вод в странах Европейского экономического содружества. – СПб.: Гидрометеиздат, 1993. – 48 с.
2. Методические указания: Метод комплексной оценки степени загрязнения поверхностных вод по гидрохимическим показателям. РД 52.24.643-2002. – 2002. – 24 с.
3. *Никаноров А.М.* Научные основы мониторинга качества вод. – СПб.: Гидрометеиздат, 2005. – 576 с.
4. *Семин В.А.* Основы рационального водопользования и охраны водной среды. – М.: Высшая школа, 2001. – С. 38–77

5. *Hurley T.* Adaptation and evaluation of the Canadian Council of Ministers of the Environment Water Quality Index (CCME WQI) for use as an effective tool to characterize drinking source water quality / T. Hurley, R. Sadiq, A. Mazumder // *Water Research*. – 2012. – №46 (11). – P. 3544-3552.

## **ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ ДОБЫЧИ РОССЫПНОГО ЗОЛОТА НА КАЧЕСТВО ВОД НЕРЕСТОВОЙ РЕКИ**

Ефимов В. А., Чалов С.Р., Ефимова Л.Е.

Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, Москва

Бассейн р. Лангери (длина 101 км, площадь бассейна 1350 км<sup>2</sup>) расположен в Восточно-Сахалинских горах. Река впадает в Охотское море. Наибольшее количество осадков выпадает в августе-сентябре. Среднегодовое количество осадков составляет около 800 мм/год. Река является важнейшим местом нереста Восточно-Сахалинской популяции тихоокеанского лосося.

Совместная экспедиция сотрудников кафедры гидрологии суши географического факультета МГУ и ВНИИРО, направленная на изучение качества вод реки Лангери проходила с 1 по 10 июня и с 10 по 27 августа 2015 г. Целью экспедиции была оценка гидроэкологического состояния реки.

Одной из основных угроз экологическому состоянию реки и её нерестовому потенциалу, является разработка россыпных месторождений золота производящаяся с 1937. За период с 1987 по 2011 год территория разработок в верховьях увеличилась в 2 раза. По данным августа 2015 г их площадь составила около 11 км<sup>2</sup> вдоль бывшего русла реки. Это лишенная растительности наклонная поверхность, преимущественно расчлененная двумя или тремя системами водотоков (руслоотводными каналами по бортам и водотоком в центре полигона). Также, в пределах нарушенной территории расположены заброшенные карьеры, и соединяющие их ручьи разного размера. Основным морфологическим элементом дна долины являются заброшенные отвалы грунта конусообразного типа, в фронтальной части подвергающиеся интенсивной эрозии. В результате нарушаются нерестовые участки русла реки и притоков, а продукты эрозии склонов и переработки породы попадают в водотоки и препятствуют проникновению рыбы в верховья бассейна. Оценка влияния золотодобычи на экосистему реки являлась важной задачей экспедиции.

Исследования проводились в периоды половодья и летней межени. В начале лета было организовано несколько гидрологических постов, оборудованных самописцами. Были измерены расходы, температура и электропроводность воды на 52 репрезентативных участках, отобрано 38 проб воды для определения химического состава, 23 пробы воды для определения растворённого в

воде кислорода, 27 проб воды для определения концентрации биогенных элементов и 26 проб взвешенных наносов. На двух репрезентативных участках были взяты колонки пойменных отложений (глубина 1м) для анализа эюр вертикального распределения изотопа цезия - 137, который позволил охарактеризовать особенности накопления наносов.

Опорный гидрологический пост был организован в среднем течении р. Лангери ниже участка разработок. По результатам измерений расходов воды, для него была составлена кривая зависимости уровней от расходов воды. В половодье расход составил 50,1 м<sup>3</sup>/с, в межень 1,78 м<sup>3</sup>/с. С этими показателями в значительной мере связано количество транспортируемого рекой взвешенного материала. Мутность воды в створе изменяется от 45 до 250 мг/л. Влияние шлейфа мутности прослеживается на протяжении 17 км ниже участка разработок. Максимальный меженный расход в устье составил 14,4 м<sup>3</sup>/с. В среднем по бассейну реки мутность воды меняется от 1 до 79 мг/л. Анализ вертикального распределения изотопа цезия-137 позволил охарактеризовать особенности накопления аллювия на различных участках течения р. Лангери. Наиболее высокие темпы аккумуляции наблюдались в 1958-1963 гг. в устьевой области.

Среднегодовые темпы аккумуляции составляют 2,3±0,6 мм/год. Основной источник поступления материала - поверхностный смыв с территории водосбора и поступление мелких фракций при промывке породы промприбором. Наибольшая концентрация взвешенных частиц в отобранных пробах воды приходится на глинистую фракцию с размерами частиц 0, 005-0,1мм. Значительные объёмы поступления мелких глинистых фракций, связанные со сбросом из илоотстойников, могут цементировать донные отложения, ухудшая их аэрацию и препятствуя развитию икры, а также приводят к заболеваниям рыбы во время нереста или выхода малька.

Минерализация воды в бассейне реки изменялась от 58 до 137 мкСм/см. Воды хорошо аэрированы, содержание растворённого кислорода варьировало незначительно (7-10 мг/л). Измерения показали значительные различия температуры воды на нарушенных и ненарушенных участках русла. Разница между температурой воды в русле р. Лангери и ее руслоотводе составила около 7<sup>0</sup>С, максимальная измеренная температура в русле реки в районе разработок достигала 23<sup>0</sup>С. Это препятствует нересту рыбы в верховьях реки, так как критической для неё является температура около 20<sup>0</sup>С. Температура воды притоков реки составляет около 8-11<sup>0</sup>С, и является оптимальной для нереста и развития молоди рыб.

Важной задачей исследования было определение форм фосфора в водах реки. Отбор проб проходил в период нереста лососёвых и частично в период снёнки. Полученные данные о концентрации фосфора на различных участках реки позволили качественно оценить интенсивность нереста. Выявлены значительные различия содержания валового фосфора в ручьях нижнего течения реки, где происходит гибель рыбы и её разложение (до 160 мкг/л) и ее верхнего течения выше участка разработок, куда лосось практически не заходит (около 20 мкг/л). Важно отметить, что концентрации фосфора высоки в районе самих разработок вследствие его поступления из техногенных илов (содержание Рвал. достигает 150 мкг/л; Рмин – 60 мкг/л).

В ходе экспедиции впервые были выполнены подробные гидрологические и гидробиологические исследования в бассейне р. Лангери. Получены данные о расходах воды и транспорте наносов различной крупности в периоды половодья и летней межени, определены периоды и объём сбросов вод из илоотстойников. Исследования концентраций биогенных элементов, показали интенсивность биологических процессов в разных частях бассейна и объём приноса в речную систему биогенных элементов морского происхождения. Были отмечены аномалии концентрации фосфора, связанные с разложением снёнки или поступлением фосфора из техногенных илов. Определены причины температурных аномалий в водотоках бассейна. Все эти данные позволили выработать рекомендации по рекультивации нарушенных разработками участков водосбора и реконструкции системы отстойников золотодобывающего предприятия.

Аналитическая часть работы выполнена при финансовой поддержке Российского научного фонда (проект №14-17-00155)

## **СОДЕРЖАНИЕ ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ В ПОЧВЕ И ХВОЕ ЕЛИ *PICEA PUNGENS* В МЕСТАХ ИНТЕНСИВНОЙ ТРАНСПОРТНОЙ НАГРУЗКИ ГОРОДА КАЗАНИ**

Зубкова А.Д.<sup>1</sup>, Степанова Н.Ю.<sup>2</sup>

Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н.

Туполева – КАИ, Казань, Россия

Казанский (Приволжский) федеральный университет, Казань, Россия,

*zubkovaad@mail.ru; step090660@yandex.ru*

Главными источниками загрязнения атмосферного воздуха городов являются промышленные предприятия и транспорт. На долю автотранспорта в



городских районах в странах Европы и Китая приходится 20-30% выбросов загрязняющих веществ [1, 2]. По данным Росстата и Росприроднадзора вклад автотранспорта в общий объем выбросов загрязняющих веществ в России в 2015 г. составил 44% [3].

В научной литературе отмечается наличие широкого перечня металлов, входящих в состав взвешенных веществ в выбросах транспортных средств [2, 4], образование которых связано с износом двигателя, сгоранием нефтепродуктов, истиранием шин и тормозных колодок. В придорожной пыли и почвах, а также на листьях растений содержатся ионы таких металлов, как Fe, Al, Zn, Mn, Sr, Pb, Ba, Cu. Установлено также, что вследствие небольшого размера частиц металлы имеют высокую адгезию и через придорожную пыль, почву, растения передаются людям, домашним и диким животным [4, 5].

Целью данной работы было оценить содержание металлов (Al, Fe, Mn, Zn, Cu, Pb, Cd, Cr, Ni, Co) в почве и хвое ели *Picea pungens* в местах интенсивных транспортных потоков г.Казани.

Анализ содержания кислоторастворимых форм металлов в почве показал отсутствие превышений ПДК, по мере уменьшения концентрации элементы выстраиваются в ряд: Fe>Al>Mn>Cu>Zn>Ni>Cr=Pb>Co>Cd. Превышение нормативов для подвижных форм отмечено для Cu в 1,1-1,5 раз в почвах в районе сквера Тукая, улиц К. Маркса и Лаврентьева и для Zn в 5-8 раз в почвах в районе улиц К. Маркса и Лаврентьева.

Анализ среднего содержания элементов в хвое елей, произрастающих в районах с интенсивным движением автотранспорта, выявил общую тенденцию к увеличению их содержания с возрастом хвои. Показано, что по содержанию большинства элементов выделяются образцы, отобранные в районе улицы К. Маркса. Поиск корреляционных зависимостей между содержанием элементов в почве и хвое не выявил значимой связи для хвои 1-го года. Для хвои 2-го года выявлена зависимость между содержанием Cu в хвое и кислоторастворимыми формами Cu в почве ( $r^2=0,71$  для  $p<0,05$ ) и содержанием Cr в хвое и подвижными формами Cr в почве ( $r^2=0,73$  для  $p<0,05$ ). Для хвои 3-го года показана зависимость между содержанием Fe в хвое и подвижными формами Fe в почве ( $r^2=0,72$  для  $p<0,05$ ).

Поиск зависимости между интенсивностью движения автотранспорта и содержанием элементов в почве показал наличие сильной связи для Cd и Co ( $r=0,79-0,85$ ) как для кислоторастворимых, так и для подвижных форм и отсутствие зависимости между интенсивностью движения автотранспорта и содержанием элементов в хвое.

Таким образом, проведенное исследование показало наличие превышений нормативов для подвижных форм Cu в 1,1-1,5 раз и Zn в 5-8 раз в почвах в районах с интенсивными транспортными потоками (сквера Тукая, улиц К. Маркса и Лаврентьева). Выявлена тенденция к росту содержания металлов по мере увеличения возраста хвои ели *Picea pungens*. Отмечен транслокационный механизм перехода Cu и Cr из почвы в растения. Показано, что загрязнение почвы Cd и Co, как подвижными, так и кислоторастворимыми формами может быть связано с интенсивностью автотранспортных потоков.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Hitchcock G. Air Quality and Road Transport: Impacts and solutions. / G. Hitchcock, B. Conlan, D. Kay, C. Brannigan, D. Newman — London: RAC Foundation, 2014. — 139 с.
2. Tackling air pollution in China // MIT News. — URL: <http://news.mit.edu/2017/tackling-air-pollution-in-china-0517> (дата обращения: 19.07.2017).
3. Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2015 году». — М.: Минприроды России; НИА-Природа, 2016. — 639 с.
4. Голикова Н. А. Содержание тяжелых металлов в плодах яблони, выращенных в черте города Курска / Н. А. Голикова, О. А. Новикова, Р. И. Овчинникова // Аграрный вестник Урала. — 2011. — № 2. — С. 43–44.
5. Qiao M., Cai C., Huang Y. Characterization of soil heavy metal contamination and potential health risk in metropolitan region of northern China / M. Qiao, C. Cai, Y. Huang // Environ. Monit. Assess. — 2011. — Vol. 172 (1–4). — P. 353–365.

## ЭКО-ОРГАНИЧЕСКИЙ ТУРИЗМ КАК ЭЛЕМЕНТ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ ТЕРРИТОРИЙ

Иванов Д.В., Зиганшин И.И.

Институт проблем экологии и недропользования АН РТ, Казань, Россия

*water-rf@mail.ru*

Традиционное сельское хозяйство является значимым источником антропогенного загрязнения окружающей среды в глобальном и региональном масштабах. Масштабное применение синтетических минеральных удобрений, пестицидов, ГМО, антибиотиков и гормонов роста привели к опасному для здоровья людей ухудшению качества сельхозпродукции и остро поставили вопрос о необходимости альтернативного, экологически ориентированного вида сельскохозяйственного производства. Во многих странах мира в последние десятилетия получило заметное развитие органическое сельское хозяйство, направленное на производство натуральных продуктов питания, производимых на экологически чистой территории. Органическое сельское хозяйство должно выполнять комплексную социальную роль, обеспечивая продовольственную



Рисунок 1. Пространственное распределение ООПТ и органических хозяйств по территории РТ

Решением указанной проблемы может стать развитие экологического туризма на базе органических хозяйств. При этом будут решены инфраструктурные проблемы, включая организацию приема маломобильных слоев населения.

Таблица.

SWOT-анализ потенциала развития эко-органического туризма в РТ

Сильные стороны	Слабые стороны
<ul style="list-style-type: none"> <li>- рациональное использование энергии и природных ресурсов;</li> <li>- производство высококачественной натуральной продукции;</li> <li>- подходящие почвенно-климатические условия для ведения органического земледелия;</li> <li>- высокий природно-рекреационный потенциал территории;</li> <li>- наличие развитой системы ООПТ;</li> <li>- наличие событийных мероприятий, связанных с историей и культурой народов республики;</li> <li>- наличие инфраструктуры размещения и питания в составе усадеб и фермерских хозяйств;</li> <li>- хорошая транспортная доступность хозяйств органического земледелия;</li> <li>- благоприятная экологическая обстановка сельских районов.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- низкое качество предоставляемых услуг по размещению и питанию;</li> <li>- недостаток специалистов по обслуживанию туристов;</li> <li>- недостаточное информационное обеспечение хозяйств органического земледелия;</li> <li>- сезонность услуг, связанная с климатическими условиями;</li> <li>- отсутствие инвестиционных ресурсов и финансовой поддержки со стороны государства;</li> <li>- неготовность сельских жителей принимать у себя в доме чужих людей;</li> <li>- отсутствие разработанных экологических маршрутов и смотровых площадок на ООПТ;</li> <li>- высокая стоимость продукции и предоставляемых услуг хозяйств органического земледелия.</li> </ul>
Возможности	Угрозы
<ul style="list-style-type: none"> <li>- рост популярности экологического туризма среди населения;</li> <li>- повышение материального благосостояния сельского населения и улучшение социально-экономического климата на селе;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- несовершенство нормативно-правовой базы сельского туризма;</li> <li>- слабая предпринимательская активность сельского населения;</li> <li>- высокая конкуренция с выездным туризмом;</li> </ul>

<ul style="list-style-type: none"> <li>- получение дополнительной прибыли за счет развития туризма;</li> <li>- возможность для развития разнообразных видов туристских услуг;</li> <li>- возможность бесплатного продвижения имиджа хозяйств органического земледелия через социальную рекламу;</li> <li>- пополнение республиканского и местных бюджетов за счет увеличения налогооблагаемой базы.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ухудшение экологического состояния природных объектов;</li> <li>- отсутствие программы поддержки хозяйств органического земледелия, занимающихся сельским туризмом;</li> <li>- отсутствие расчетов пропускной способности ООПТ;</li> <li>- ухудшение экологического состояния ООПТ вследствие рекреационного воздействия</li> <li>- общее снижение уровня жизни населения в России и в РТ.</li> </ul>
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Несмотря на преимущества эко-органического туризма, лишь 25% исследованных хозяйств активно развивают туристские услуги. Остальные готовы заниматься экологически ориентированным бизнесом при условии поддержки со стороны государства.

Проведенный SWOT-анализ (табл.) показал, что исследованные хозяйства имеют значительный ресурсный потенциал для развития эко-органического туризма и могут стать важным элементом устойчивого развития территорий.

Публикация осуществлена при финансовой поддержке РГНФ и Правительства Республики Татарстан в рамках научного проекта №16-16-16012.

## **АВИАЦИЯ: ВКЛАД В ГЛОБАЛЬНОЕ ЗАГРЯЗНЕНИЕ АТМОСФЕРЫ И МЕРЫ ПО МИНИМИЗАЦИИ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ РИСКОВ**

Иванова А.Р.

ФГБУ «Гидрометцентр России», Москва, РФ

*ivanova@mecom.ru*

В связи с постоянным ростом парка воздушных судов и увеличением воздушного трафика все большее внимание привлекает проблема загрязнения атмосферы воздушным транспортом. Ежедневно в мире совершается более 100 тысяч полетов самолетов. В Российской Федерации в 2016 году интенсивность движения превысила 1 400 тыс. полетов, еще более четверти миллиона полетов приходится на долю транзитного движения через воздушное пространство РФ [7].

При этом в атмосферу ежедневно попадает колоссальное количество продуктов сгорания авиационного топлива. Эмиссии оксидов углерода, азота, серы, водяного пара и углеводородов могут оказывать существенное воздействие на атмосферу, изменяя ее окислительную способность и участвуя в формировании парникового эффекта [8]. По этой причине еще в 1980 г. Международная организация гражданской авиации (ИКАО) разработала Приложение 16 «Охрана окружающей среды» к Конвенции о международной гражданской авиации, посвященное авиационному шуму (том 1) и эмиссии авиационных двигателей (том 2) [1]. С тех пор разрабатываются и ужесточаются все новые регламенты по ограничениям на содержание в выхлопной струе CO, NOx, сажи (дым) и негоревших углеводородов. Эти нормы постоянно совершенствуются, и в ближайшие годы предполагается очередное ужесточение требований по содержанию в продуктах сгорания, в первую очередь, оксидов азота. В настоящее время считается, что индекс эмиссии (количество вещества в граммах на один кг топлива) NOx для перспективных двигателей должен находиться в диапазоне 5-10, а для сажевых частиц EI (сажа) не превышать 0.15. На повестке дня стоит также вопрос о существенном снижении эмиссии CO<sub>2</sub> (~ на 80 %) [2].

В камере сгорания современных авиационных двигателей, где температура может подниматься до 2000 градусов, атмосферный азот связывается с кислородом, образуя оксиды NO и NO<sub>2</sub>. Окислы азота NOx, выбрасываемые воздушными судами, участвуют в химических реакциях образования озона. Время пребывания в атмосфере предшественника озона NOx увеличивается с высотой. Предполагается, что с увеличением концентрации NOx, концентрация озона в верхних слоях тропосферы и нижних слоях стратосферы увеличится, а концентрация метана уменьшится. На больших высотах повышение концентрации NOx приведет к уменьшению слоя стратосферного озона [2].

Количественные оценки сажевой эмиссии характеризуются значительной неопределенностью. Диаметр сажевых частиц в выхлопных газах самолетов составляет от 5 до 100 нанометров. Едва попав в атмосферу, сажа вносит свой вклад в образование конденсационного следа, поскольку на ней оседает часть водяного пара, выбрасываемого самолетом. Оценка воздействия конденсационного следа на парниковый эффект весьма противоречива. Наряду с точкой зрения о нагревающем эффекте трассерных облаков, существует мнение, что отражающая способность частиц конденсационного следа приводит к отражению приходящего излучения и, таким образом, к уменьшению нагревания тропосферы. К двигателям, изготовленным с 1 января 2020 г., будет применяться новый стандарт для нелетучих взвешенных частиц (non-volatile particulate matter -

nvPM). Ограничения для их массовых концентраций будут включены в виде отдельной главы во 2-й том Приложения 16 - «Эмиссия авиационных двигателей».

В последнее время с целью снижения воздействия авиации на экосистемы Земли исполнительные органы Европейского Союза включили авиацию в Европейскую систему торговли (ETS) квотами на выбросы парниковых газов [6]. Так, в апреле 2014 г. Германия выставила штрафов на 2,7 млн. евро 61 авиакомпании из России и др. стран, 44 из которых базируются не на европейской территории [5].

Хотя прямые авиационные выбросы парниковых газов составляют сейчас всего 2,5–3% от общих выбросов парниковых газов, по мнению ИКАО, в отсутствие ограничений в 2020 году количество авиационных эмиссий возрастет на 70% в сравнении с 2005 годом и по прогнозам на 2050 г. рост составит 300–700%. Своим огромным достижением в борьбе с парниковым эффектом ИКАО считает вступление в действие в 2018 г. резолюции по сокращению эмиссий CO<sub>2</sub>. В докладе ИКАО о состоянии окружающей среды, выпущенном в 2016 г., выражается позиция, что воздушный транспорт становится единственной крупной отраслью, располагающей многосторонним глобальным соглашением по рыночным мерам, которое поможет регулировать в будущем эмиссию парниковых газов [4].

С этой целью была разработана CORSIA (Carbon Offsetting and Reduction Scheme for International Aviation) – схема сокращения и компенсирования углерода для сектора международной авиации, чьей целью является стабилизация эмиссий CO<sub>2</sub> в период 2021-2035 гг. на уровне 2020 года и компенсация 80% эмиссий [3]. На основе CORSIA внедряется система глобальных рыночных мер, согласно которой превышение квот эмиссии, определяемой CORSIA, облагается значительным штрафом, который пойдет на восстановление окружающей среды и компенсационные меры. Эмиссии с 2019 по 2020 г. будут приняты за базовый уровень, и начиная с 2021 года любое государство, превышающее базовый уровень эмиссии, (рассчитываемое специальным образом на основе объема перевозок в тонно-километрах), будет подвергаться штрафу.

Не все государства, в том числе Россия, согласны с таким положением дел. Противники жестких ограничительных мер, придерживающиеся альтернативной точки зрения, считают, что влияние авиации на усиление парникового эффекта весьма сомнительно. Однако, с другой стороны, именно авиация является основным поставщиком загрязнения в верхних слоях тропосферы и стратосферы, которое может оказывать негативное влияние на озоновый слой Зем-

ли. Поэтому проведение политики, направленной на сокращение авиационных эмиссий, неизбежно.

Литература:

1. Охрана окружающей среды. Том 2. Эмиссия авиационных двигателей. – Приложение 16 к Конвенции о международной гражданской авиации. – URL: [https://transcontrol.tj/Doki/Annex%202016/Annex%2016/an16\\_v2\\_3ed\\_amend\\_8\\_ru.pdf](https://transcontrol.tj/Doki/Annex%202016/Annex%2016/an16_v2_3ed_amend_8_ru.pdf) (дата обращения: 03.05.17).
2. Старик А.М. Авиация и атмосферные процессы / А.М. Старик, А.Н. Фаворский// Актуальные проблемы авиационных и аэрокосмических систем. – 2015. – Т 20. – №1 (40). – С. 1-20.
3. Совет ИКАО принимает новый авиационный стандарт на эмиссию CO<sub>2</sub> – URL: <http://www.icao.int/Newsroom/Pages/RU/ICAO-Council-adopts-new-CO2-emissions-standard-for-aircraft.aspx> (дата обращения: 03.05.17).
4. On Board. A sustainable future. – ICAO Environmental report, ICAO, 2016.
5. The EU tackles growing aviation emissions – URL: [http://europa.eu/rapid/press-release-MEMO-16-3332\\_en.htm](http://europa.eu/rapid/press-release-MEMO-16-3332_en.htm) (дата обращения: 03.05.17).
6. The EU Emission Trading System (EU ETS). – European Union, 2016.
7. Данные по интенсивности воздушного движения в воздушном пространстве Российской Федерации – URL: <http://www.favt.ru/dejatelnost-organizacija-ispolzovanija-vozdushnogo-prostranstva-intensivnost-vozdushnogo-dvizhenija-v-vozdushnom-prostranstve-dannye-intensivnost/> (дата обращения: 03.05.17).
8. Wasiuk D. A Commercial aircraft fuel burn and emissions inventory for 2005-2011 / D. Wasiuk, A.H. Khan, Shallcross et al. // Atmosphere. – 2016. – V 7. – № 78. – P.1-14.

## **ПОЛУЧЕНИЕ И ПРИМЕНЕНИЕ ТЕРМОВЕРМИКУЛИТА ИЗ ОТХОДОВ КОВДОРСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ КОМПЛЕКСНЫХ РУД ДЛЯ СО- ЗДАНИЯ ИСКУССТВЕННЫХ ФИТОЦЕНОЗОВ НА ДЕПРЕССИВНЫХ ТЕРРИТОРИЯХ СЕВЕРНЫХ ШИРОТ**

Иванова Л.А.<sup>1</sup>, Мосендз И.А.<sup>2</sup>, Слуковская М.В.<sup>2</sup>, Дрогобужская С.В.<sup>2</sup>, Крем-  
нецкая И.П.<sup>2</sup>, Алексеева С.А.<sup>3</sup>

<sup>1</sup>ФГБУН Полярно-альпийский ботанический сад-институт им. Н.А. Аврорина  
КНЦ РАН, Кировск, Россия

<sup>2</sup>ФГБУН Институт химии и технологии редких элементов и минерального сы-  
рья им. И.В. Тананаева КНЦ РАН, Апатиты, Россия,

<sup>3</sup>ФГБУН Горный институт КНЦ РАН, Апатиты, Россия

*mosendz@chemy.kolasc.net.ru*

Термовермикулит, обладая такими свойствами, как высокая воздухо- и влагоемкость и низкая теплопроводность, способствует созданию в среде прораствания семян режима, оптимального по температуре, аэрации и влажности, и,



тем самым, сокращению сроков формирования создаваемого фитоценоза, что особенно важно в суровых климатических условиях северных широт. Термовермикулит в качестве основы травяной дернины испытан на предприятиях Мурманской обл. в различных технологиях природоохранного назначения. Полученные результаты свидетельствуют о перспективности применения данного субстрата.

В связи с тем, что в настоящее время ООО «Ковдорслюда» - предприятие по производству вермикулитовых концентратов, расположенное на Кольском полуострове, прекратило свою работу, была поставлена задача поиска новых источников вермикулитового сырья. Для достижения указанной цели выполнен комплекс работ, направленный на извлечение вермикулитового концентрата из заскладированных вермикулит-сунгулитовых отходов добычи флогопита (г. Ковдор, Мурманская обл.). Разработаны схемы обогащения, предусматривающие набор распространенных и простых в эксплуатации агрегатов – гидросепаратора, винтового сепаратора, концентрационного стола. Получены зернистые продукты, пригодные для получения низкокачественного (из-за высокого содержания примесей) термовермикулита, который, тем не менее, может быть использован в технологиях реабилитации техногенных ландшафтов.

Изучено влияние режима обжига на физико-химические свойства термовермикулита. Установлено, что оптимальными являются температура 650°C и минимально возможная для модульно-спусковых печей продолжительность обжига – 3 минуты.

Одним из направлений использования термовермикулита является фиторемедиация депрессивной территории в импактной зоне медно-никелевого комбината (г. Мончегорск, Мурманская обл.). Исследованы процессы иммобилизации термовермикулитом меди и никеля – основных экотоксикантов данной территории. Показано, что термовермикулит сорбирует металлы за счет процессов ионного обмена, адсорбции на активных центрах и образования мало-растворимых соединений. При взаимодействии термовермикулита с почвенными растворами содержание водорастворимых форм меди и никеля снижается на 80-90%, фитодоступных форм – на 15-30%.

Таким образом, разработана достаточно простая технология получения термовермикулита из вермикулит-сунгулитовых отходов для целей реабилитации депрессивных технологий, использование которого в качестве основы для создания ковровой травяной дернины будет способствовать существенному снижению токсичности почвенных растворов.

## МОНИТОРИНГ АНТРОПОГЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ МОСКОВСКОГО МЕГАПОЛИСА ПО ДАННЫМ GPS-ИНТЕРФЕРОМЕТРИИ ПЕРЕМещаЮЩИХСЯ ИОНОСФЕРНЫХ ВОЗМУЩЕНИЙ

Илюшин Я.А.<sup>1,2</sup>, Захаров В.И.<sup>1</sup>, Воронцов А.М.<sup>1</sup>, Борисова Н.Ю.<sup>1</sup>,  
Шпренгер А.А.<sup>1</sup>, Хамидуллин А.Ф.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Московский государственный университет им. М.В.Ломоносова, Москва

<sup>2</sup>Институт радиотехники и электроники В.А. Котельникова РАН, Москва,  
*ilyushin@phys.msu.ru*

В настоящее время во всем мире большое внимание уделяется контролю за состоянием среды обитания человека. Постоянный рост населения земного шара, рост антропогенной нагрузки на природную среду, интенсивное природопользование и потребление природных ресурсов приводит к деградации естественной природной среды, в первую очередь в наиболее плотно заселенных регионах с развитой городской и промышленной инфраструктурой.

Центральный промышленный район России, как один из самых населенных и промышленно развитых регионов РФ, характеризуется сложной экологической обстановкой и принадлежит к числу неблагоприятных в экологическом отношении. Московский мегаполис, где на относительно малой площади сконцентрировано большое количество населения и промышленных предприятий, является крупным источником возмущений естественной природной среды в регионе. Вследствие высокого потребления электро- и тепловой энергии, моторного топлива, а также сравнительно низкого альбедо городского ландшафта в солнечном свете, город фактически является мощным компактным источником тепла, уходящего в окружающую атмосферу. Также город выбрасывает в атмосферу значительные количества посторонних веществ, в частности водяного пара, а также углекислого газа, сажи, городской пыли, аэрозолей и др., влияющих на тепловой и радиационный баланс в атмосфере. Все это обуславливает сильные возмущения естественных распределений давления, температуры и влажности в атмосфере, генерирует акустогравитационные волновые возмущения, достигающие ионосферных высот. Указанные возмущения в значительной степени определяют региональную динамику атмосферы, местный климат в городе и регионе и перемещение воздушных масс в нем.

По этой причине, особую актуальность приобретают методы мониторинга состояния атмосферы в городе и регионе, сочетающие в себе как прецизионные местные измерения *in situ*, так и дистанционные измерения атмосферных параметров, обеспечивающие оценку усредненных значений на различных масштабах, в т.ч. в областях, не охваченных контактными измерениями.

В предлагаемой работе созданы и опробованы новые методики обработки данных наземных наблюдений сигналов спутников глобальных навигационных систем с возможностью обнаружения и оценки параметров атмосферных структур городского и регионального масштаба. В работе выполнен непрерывный радиоинтерферометрический мониторинг GPS-сигналов, принятых в течение летнего периода 2010 г (97 дней) на станциях Московского региона, принадлежащих сетям СНГО (MNGS, Moscow Navigational and geodetic support) и International Geophysical Survey network (IGS). В ионосфере были выделены перемещающиеся ионосферные неоднородности (ПИВ), которые располагаются вокруг Московского мегаполиса и группируются в виде некоторого кольца вокруг него. Рассмотрены эмпирические функции параметров (скоростей движения и наблюдаемых периодов) ПИВ. Показано, что наблюдаемые распределения представляют собой проявления акусто-гравитационных волн и могут быть связаны с особым тепловым режимом, в том числе и городским островом тепла, установившемся в Москве летом 2010 г в условиях блокирующего антициклона. В целях сравнения, аналогичные исследования проведены для г.Фейрбенкс (Канада). Выделенные волновые структуры Канаде в течение лета 2010 г. имеют также акусто-гравитационную природу, но не группируются в виде кольца, поскольку термические эффекты от обоих городов несравнимы. Проведенный в нашей работе анализ учитывает гео- и гелио-физическую активность при интерпретации наблюдаемых волновых структур, что позволяет значительно улучшить качество интерпретации поступающих данных.

В результате прецизионной обработки данных определена сложная структура кольцевой группировки ПИВ. На фоне московского мегаполиса, оказывающего определяющее влияние на формирование кольцевой структуры группирования ПИВ, выделены вклады окружающих г. Москву регионов и промышленных зон с высокой концентрацией производственных мощностей. Для г. Тулы с прилегающими окрестностями получена количественная оценка вклада в общий фон ионосферных возмущений на уровне 5-6 %. Следует отметить, что полученная в эксперименте оценка ниже теоретически предполагаемой эффективности генерации ПИВ, которая для г. Тулы прогнозирует величину 10 %.

Полученные результаты [1-6] указывают на тесную взаимосвязь и взаимовлияние атмосферных и ионосферных возмущений Московской области и сопредельных регионов, что объясняется мезомасштабными процессами переноса в атмосфере.

Исследование выполнено при поддержке фонда РФФИ (грант № 15-45-03266 р\_центр\_а «Разработка комплексных методов регионального мониторинга атмосферы на основе спутникового и наземного приема навигационных сигналов»)

#### Литература

1. *Илюшин Я.А.* Комплексные методики регионального мониторинга атмосферы на основе спутникового и наземного приема навигационных сигналов / Я.А. Илюшин, А.Л. Гаврик, В.И. Захаров // XXV Всероссийская школа-конференция "Распространение радиоволн": тезисы докладов. –Томск, 2016. – С. 1-3.
2. *Илюшин Я.А.* Development of complex methods for regional atmospheric monitoring based on space-borne and ground-based registration of navigational signals. / Я.А.Илюшин, V. I. Zakharov, A. L. Gavrik, A. M. Vorontsov, N. Yu Borisova // the Seventh Moscow Solar System Symposium 7M-S3. Space Research Institute: Abstracts. – Moscow, 2016. – P.280-282.
3. *Илюшин Я.А.* Комплексная методика регионального мониторинга атмосферы на основе регистрации навигационных радиосигналов спутниковыми и наземными приемниками / Я.А. Илюшин, А.Л. Гаврик, В.И. Захаров // Четырнадцатая Всероссийская открытая конференции "Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса": тезисы докладов. – Москва, 2016. – С. 133-134
4. *Захаров В.И.* Кольцо перемещающихся от московского мегаполиса ионосферных возмущений по GPS- данным / В.И. Захаров, Г.И. Горчаков // XI ежегодная конференция «Физика плазмы в солнечной системе». – Москва, 2016. С.78
5. *Zakharov V.I.* GPS observation of the travelling ionospheric disturbances from Moscow megacity / V.I. Zakharov, G.I. Gorchakov // 41st COSPAR Scientific Assembly 2016 Section C: Space Studies of the Upper Atmospheres of the Earth and Planets including Reference Atmospheres; Part C1.4 - Regions of Enhanced Risk for Ionospheric Weather. – Moscow, 2016.
6. *Zakharov V.I.* GPS observation of traveling ionospheric disturbances related to Moscow megacity/ V.I. Zakharov, G.I. Gorchakov // Advances in Space Research. – 2017. – V.59. – №.2. – P.614-618.

## **ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ПРИРОДНЫХ ВОД ПОДОЛЬСКОГО РАЙОНА МОСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ (НА ПРИМЕРЕ РЕКИ ДЕСНЫ)**

Карпухин М.М., Бузин И.С., Розанова М.С.

Факультет почвоведения МГУ имени М.В. Ломоносова, г. Москва, Россия

*kmm82@yandex.ru*

Малые реки являются регулятором водного режима ландшафтов, поддерживают равновесие и перераспределение влаги, определяют гидрологическую и гидрохимическую специфику средних и крупных рек. Формирование стока малых рек обусловлено тесной связью с ландшафтом бассейна, и как следствие этого, уязвимость экологии рек при интенсивном использовании не только водных ресурсов, но и прилегающих территорий. За счет человеческой деятельно-

сти в окружающую среду и, в частности, в пресноводные системы в глобальном масштабе поступают большие объемы элементов, таких как - Fe, Zn, Cd, Cr, Mn, Mo, Sb, Sn, Ni, Cu и Pb.

Проведенное исследование позволило охарактеризовать качественный и количественный состав вод реки Десны в ее среднем течении. Река Десна, впадая в более крупную реку Пахру, вносит существенный вклад в состав, химические и микробиологические свойства воды последней.

Для выявления особенностей реки Десны как водного объекта было проведено исследование аэрофотоснимков территории, по которой протекает река. Анализ аэрофотоснимков, сделанных в разные сезоны показал, что в зимний сезон после впадения реки Десны в реку Пахру в районе поселка Дубровицы, река Пахра лишается ледяного покрова. Хотя около места впадения и ранее Пахра полностью покрыта льдом. На основании этого факта был сделан вывод о том, что река Десна испытывает «термическое загрязнение» и загрязняет более крупную реку, впадая в нее. На снимках, сделанных в летнее время, отмечается развитие водной растительности на поверхности некоторых участков реки. Развитие растительности отмечено сразу после впадения в реку небольшого ручья, до этого растительность на водной глади полностью отсутствует. Ниже по течению от деревни Андреевское есть участок, где водная гладь реки покрыта растительностью полностью.

Расположенные вдоль реки кукурузные поля ежегодно возделываются и можно предположить, что с них, путем поверхностного смыва, в реку поступают элементы минерального питания растений, особенно азот и фосфор, так как их концентрация является лимитирующим фактором развития водной растительности. Можно так же предположить, что населенные пункты, расположенные на водосборной территории, особенно непосредственно возле реки, являются источником поступления в реку загрязняющих веществ, в том числе и биофильных элементов, в первую очередь азота и фосфора.

Аммонийный азот в водах реки превышен практически повсеместно, что может быть связано с наличием плотно застроенных берегов, жильцы которых не всегда используют очистительные системы для канализационных и бытовых стоков. Примечательно наличие именно аммонийного азота, источником которого, скорее всего, служит поступающая мочевины, который даже летом, в достаточно жаркую погоду не успевает трансформироваться в нитритную и нитратную формы, содержание которых сравнительно не велико.

Для вод реки Десны характерно высокое содержание фосфатов, ПДК превышены практически во всех исследованных створах. Высокое содержание

фосфатов может быть связано с использованием фосфорсодержащих чистящих средств, поскольку, по органолептическим признакам, вода содержит в себе ПАВ.

В результате проведенного трехлетнего мониторинга химического состава вод реки Десны можно выявить участки реки, подвергающиеся регулярному комплексному загрязнению, источники загрязнения и приоритетные загрязнители. Источниками, имеющими наибольший вклад в загрязнение экосистемы реки Десны, можно назвать сельскохозяйственные угодья (кукурузное поле) и город Подольск. Эти источники дают мультикомпонентное загрязнение экосистемы р. Десны, включающее в себя широкий спектр тяжелых металлов, нефтепродуктов, биогенных элементов.

Для остальных источников загрязнения можно выделить приоритетные загрязнители, поступление которых превышает поступление остальных поллютантов. Так города Троицк и Фабрика им. 1-го Мая вносят свой вклад в загрязнение вод реки Десны. Пробы воды и донных отложений, отобранные в районе Фабрики им. 1-го Мая, загрязнены нефтепродуктами, в пробе из стока ливневой канализации Кпдк составляет 171. Плотина города Троицка, разрушаясь, загрязняет воды реки Десны ртутью, в воде ниже плотины ПДК (за ПДК взяты Нормативы качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения, в том числе нормативы предельно допустимых концентраций вредных веществ в водах водных объектах рыбохозяйственного значения [утв. приказом Федерального агентства по рыболовству от 18 января 2010 г. № 20]) ртути превышена в 136 раз, что может быть связано с использованием специальных антиобрастающих покрытий.

Очистные сооружения могут являться источниками поступления тяжелых металлов (Zn, Ni, Cd, Pb и др.) в речные экосистемы, о чем свидетельствуют результаты опробования донных отложений в точках, расположенных ниже очистных сооружений и объединение этих точек в один кластер. Также очистные сооружения не оборудованные прудами аэрации являются источником термического загрязнения вод реки Десны, что также влияет на условия функционирования речной экосистемы.

К приоритетным загрязнителям водных экосистем, существующих в условиях урбанизации, стоит отнести нефтепродукты, ртуть, цинк, медь, ванадий. Превышение ПДК нефтепродуктов, цинка, ванадия и меди отмечено повсеместно, ртуть имеет значительные превышения ПДК и высокую токсичность. Остальные элементы и вещества либо очень редко превышают ПДК, либо не являются токсичными в условиях речных экосистем

В целом, состояние экосистемы реки Десны можно охарактеризовать как неблагоприятное, о чем свидетельствуют результаты исследования состава вод реки, донных отложений, а также сообществ гидробионтов. Повышенные концентрации некоторых веществ и элементов, таких как ртуть, нефтепродукты, фосфаты и так далее, могут превышать предельно допустимые концентрации в десятки, а иногда и в сотни раз. Часть донных отложений были классифицированы как загрязненные, а максимальный возраст двустворчатых моллюсков составил 5 лет, что также говорит нам о неудовлетворительном состоянии экосистемы.

Стоит отметить необходимость проведения регулярных наблюдений за состоянием вод реки Десны с целью выявления закономерностей изменения концентраций загрязняющих веществ, чего не удастся сделать по результатам ежегодных исследований.

В заключении, хотелось бы подчеркнуть необходимость мониторинга и охраны малых рек, с целью предотвращения необратимой деградации речных экосистем и их защиты от антропогенного воздействия.

## **ОСОБЕННОСТИ ВЕТРОВОГО РЕЖИМА И ВЕЛИЧИНА АНИОННЫХ ДЕТЕРГЕНТОВ В АТМОСФЕРНЫХ ОСАДКАХ СЕВАСТОПОЛЯ**

Катунина Е.В.

Севастопольское отделение Государственного Океанографического института имени Н. Н. Зубова (СО ГОИН), Севастополь, Россия

*katun\_elen@mail.ru*

Оценка химического состава атмосферных осадков (АО) позволит подтвердить факт их загрязнения разными поллютантами. Загрязнение осадков происходит в результате обмена загрязняющими веществами (ЗВ) между атмосферой, сушей и морем. Выведение ЗВ осуществляется через сухой и влажный (жидкие и твердые АО (дождь и снег)) стоки. Влажный сток, выпадая из облаков, очищает атмосферу от ЗВ.

В настоящее время одними из приоритетных ЗВ являются поверхностно – активные вещества (ПАВ). Сегодня они применимы в различных областях - от домашнего хозяйства до промышленного и сельскохозяйственного использования. Приблизительно 65% от всех ПАВ приходится на класс анионных синтетических поверхностно-активных веществ (АСПАВ).

Объектом исследования являются суточные атмосферные осадки, выпадающие в прибрежной зоне г. Севастополя, б. Севастопольская. АО могут не только отщеплять твердые частицы, но и приобретают загрязняющие примеси,

находящиеся на поверхности дисперсной среды, растворяя их. Цель работы: оценить величину концентраций анионных детергентов в атмосферных осадках (АО), поступающих на подстилающую поверхность, и сопоставить полученные результаты измерений АСПАВ с распределением скорости и направления ветра в момент выпадения осадков.

В работе приводится анализ трехлетних непрерывных (2009 – 2011 гг.) наблюдений за АО, собранными в прибрежной зоне юго – западного Крыма. Осадкосборник располагался на территории стационарной морской гидрометеорологической станции «МГ Севастополь» (44°36'54" с.ш., 33°32'00" в.д.). Это позволило собирать пробы воды для анализа в течение суток и синхронно измерять ингредиенты ветра в момент выпадения осадков.

Всего было собрано 184 пробы АО. Экстракционно – фотометрический метод анализа показал, что концентрация загрязнителя в дождевой воде варьировала в широком диапазоне от 10 мкг/л (предел чувствительности метода определения) до 400 мкг/л. Доля проб дождевой воды с концентрацией 10 мкг/л составила 24 %. Максимальная концентрация АСПАВ, равная 419 мкг/л, превысила предельно-допустимую концентрацию (ПДК) для морской воды в четыре раза.

Вариабельность величины анионных детергентов в АО может зависеть от действия разных условий таких, как быстрое перемещение воздушных масс, ветровой режим, время пребывания примеси в атмосфере, высокие скорости выведения примеси из атмосферы, разнообразия протекания в ней физико – химических реакций. В работе будет рассмотрен ветровой режим, характеризующийся направлением и скоростью ветра. Приземный ветер может переносить ЗВ, попавшие в атмосферу от локальных и удаленных источников, на большие расстояния, загрязняя, таким образом, другие территории. Для исследования зависимости между направлением ветра и величиной АСПАВ в АО направление ветра было разделено на 8 румбов. В районе исследования направление ветра отличалось значительным разнообразием. Чаще всего АО выпадали при направлениях ветра с восточной, южной, северо-восточной, северной и северо-западной составляющими. Особенность месторасположения пункта отбора проб АО на морском побережье и в городской зоне позволила предположить, что в данном районе могут существовать два типа состава осадков: осадки, где доминируют АСПАВ морского происхождения и АО, где могут доминировать АСПАВ континентального происхождения. АО, которые выпадают при направлениях ветра с восточной, южной и северо-восточной составляющими, соответствуют переносу континентального воздуха. Атмосферные осадки мор-



ского происхождения приносят ветры северных, северо-западных и западных румбов. В холодный период года (октябрь-март) высокие концентрации загрязнителя чаще всего наблюдались в АО континентального происхождения. В АО, которые выпадали из воздушных масс морского происхождения, наблюдались более низкие концентрации АСПАВ. В течение теплого периода года (апрель-сентябрь) максимальные концентрации АСПАВ могли наблюдаться как в составе осадков морского (150,02 мкг/л, северо-западное направление ветра), так и в составе осадков континентального (360,58 мкг/л, восточное направление ветра) происхождения.

Для исследования зависимости между скоростью ветра и концентрацией АСПАВ в АО результаты измерений скорости ветра были разделены на градации по 2 м/сек. Это позволило рассматривать значения концентраций АСПАВ в соответствии со шкалой: тихий (0-1,9), слабый (2,0-3,9), умеренный (4-5,9), свежий (6-7,9) и сильный ветер (более 8 м/сек). Для побережья б. Севастопольская периоды безветренной погоды – редкое явление. Наибольшее количество случаев выпадения АО отмечалось при скорости 2,0-3,9 м/сек, что соответствует градации «слабый ветер». Однако наибольшие уровни загрязнения АО анионными детергентами наблюдалось при скорости ветра 0-1,9 м/сек, что соответствует градации «тихий ветер». В холодный период года с увеличением скорости ветра концентрация загрязнителя увеличивалась. В теплый период года наблюдалась обратная зависимость – с увеличением скорости ветра концентрация АСПАВ в АО уменьшалась. Непрерывный цикл наблюдений за уровнем концентраций анионных детергентов в АО и ветровыми характеристиками в момент выпадения осадков позволил сделать следующие выводы о том, что АО являются неблагоприятным фактором воздействия на окружающую среду наряду с такими водами как сточные воды хозяйственно-бытового и промышленного происхождения. В большинстве случаев проб АО концентрация анионных детергентов в них варьировала в широком диапазоне. Согласно направлениям ветра и особенному месторасположению осадкосборника было выделено два типа осадков – осадки морского и континентального происхождения. В холодный период года в осадках континентального происхождения наблюдаются более высокие концентрации АСПАВ, чем в осадках морского происхождения. В АО при скорости ветра 0-1,9 м/сек наблюдаются наибольшие уровни загрязнителя. В холодный период с увеличением скорости ветра происходит увеличение концентрации загрязнителя, в теплый период года эта зависимость обратная. Для полного подтверждения выявленных зависимостей необходимо продол-

жить ряд наблюдения в условиях рассматриваемого физико-географического района.

## **КОНТРОЛЬ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ЯПОНСКОГО МОРЯ НЕФТЕУГЛЕВОДОРОДАМИ НА ОСНОВЕ ВЫЯВЛЕНИЯ МАРКЕРНЫХ ГЕНОВ В МИКРОБНЫХ СООБЩЕСТВАХ**

Ким А. В.<sup>1</sup>, Бузолева Л. С.<sup>1,2</sup>, Богатыренко Е. А.<sup>1</sup>, Земская Т. И.<sup>3</sup>, Мамаева Е.В.<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Дальневосточный федеральный университет, Владивосток, Россия,

<sup>2</sup> Научно-исследовательский институт им. Г.П. Сомова, Владивосток, Россия

<sup>3</sup> Лимнологический институт СО РАН, Иркутск, Россия

*kim-sandra@mail.ru*

Экосистема Японского моря характеризуется уникальным разнообразием обитающих в этом регионе организмов, обусловленным своеобразными физико-географическими особенностями региона. Также здесь отмечается высокая степень антропогенного воздействия, связанная с увеличением численности населения, урбанизацией побережий, индустриализацией и развитием туризма в Дальневосточном регионе России [1]. Источниками загрязнения дальневосточных морей являются предприятия целлюлозно-бумажной, электроэнергетической и нефтегазодобывающей промышленности, жилищно-коммунального хозяйства, судостроительные и судоремонтные предприятия, торговый и военноморской флот. Вследствие выбросов неочищенных бытовых отходов в заливах, бухтах, портовых зонах, включая базы отстоя судов во всех регионах Дальнего Востока, а также в прибрежных акваториях Японского моря вблизи г. Владивосток, традиционно отмечается повышенное содержание нефти и нефтепродуктов, солей тяжелых металлов и ядохимикатов [2].

Принимая во внимание необходимость разработки эффективной системы мониторинга загрязнения морской среды нефтеуглеводородами, целью работы стало проведение молекулярно-генетического анализа образцов водной толщи из акваторий Японского моря с разной антропогенной нагрузкой и выявление в микробных сообществах воды маркерных генов, отвечающих за деструкцию нефтяных углеводородов.

В качестве районов исследования было выбрано 5 акваторий Приморского края с разной степенью антропогенной нагрузки: б. Киевка, б. Находка, зал. Восток, б. Аякс, прол. Старка. Для выделения суммарной ДНК с фильтров использовали модифицированный метод фенол-хлороформной экстракции [3]. Дополнительная очистка ДНК проводили коммерческим набором ЛИТЕХ (Россия) согласно прописи производителя с пункта 2. Для осуществления ПЦР-

амплификации использовали праймеры на функциональные гены: ALKB3, NarAa, NarAb, NahAc.

Для оптимальной амплификации ДНК с праймерами на *alk* гены (350-550 п.н.) проводили подбор условий. Были выбраны следующие программы: 94 °С – 3 мин (1 цикл), 94 °С – 60 сек, 44 °С / 54 °С - 60сек (для ДНК чистых культур/ суммарной ДНК), 72 °С – 30 сек (30 циклов); 72 °С – 3 мин. Для оптимальной амплификации ДНК с праймерами на гены NarAb/NarAc (404-625 п.н.) также проводили подбор условий. Были выбраны следующие программы: 95° С– 3 мин (1 цикл), 94 °С – 40 сек, 55 °С - 60сек, 72 °С – 60 сек (30 циклов); 72 °С – 3 мин. Продукты амплификации разделяли электрофорезом в 1%-ном агарозном геле, окрашенным этидиум бромидом и визуализировали в ультрафиолетовом свете. Очистку ПЦР-продуктов проводили путем вырезания фрагментов ожидаемой длины и экстракцией из геля.

Выделенная суммарная ДНК также была тестирована на наличие функциональных маркерных генов, отвечающих за деструкцию *n*-алканов нефти и ПАУ (табл. 1).

Таблица 1.

Тестирование суммарной ДНК водной толщи исследуемых районов на наличие маркерных генов

Район	Маркерные гены			
	ALKB3	NarAa	Narab	NahAc
бухта Золотой Рог	+	-	-	+
бухта Находка	+	-	-	-
пролив Старка	-	-	-	-
залив Восток	+	+	-	+
бухта Киевка	-	-	-	-

Наличие функциональных генов было подтверждено для трех исследуемых акваторий из четырех. По результатам ПЦР-анализа ген *alk* В3, отвечающий за синтез белков, обеспечивающих деградацию коротко- и длинноцепочечных алканов, был идентифицирован во всех образцах, кроме ДНК из района пролива Старка и б. Киевка.

Гены, отвечающие за деструкцию ПАУ, были идентифицированы в суммарной ДНК, изолированной из водной толщи бухты Золотой рог и залива Восток. В других образцах присутствия исследуемых генов, с использованием выбранных праймеров обнаружено не было.

Таким образом, методами молекулярной биологии исследовано разнообразие и метаболический потенциал микробных сообществ районов прибрежных акваторий Японского моря с разной антропогенной нагрузкой. Впервые исследовано наличие функциональных генов в микробных сообществах прибрежных акваторий Японского моря, ответственных за деструкцию нефтеуглеводородов. В суммарной микробной ДНК из водной толщи б. Золотой Рог и б. Находка обнаружены гены, ответственные за окисление широкого спектра *n*-алканов, из зал. Восток - гены, регулирующие деструкцию *n*-алканов и полициклических ароматических углеводородов. Появление у микроорганизмов фонового района (зал. Восток) генов, ответственных за разложение нефтеуглеводородов, может быть связано с ухудшением экологической ситуации в данной акватории, что доказывает эффективность использования маркерных генов в качестве индикаторов нефтяного загрязнения.

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского научного фонда (Соглашение № 14-50-00034).

#### Литература

1. *Chenje M., Johnson P.* Water in Southern Africa. Harare and Maseru. SADS. –1996. — P. 45- 49.
2. *Огородникова А.А.* Эколого-экономическая оценка воздействия береговых источников загрязнения на природную среду и биоресурсы залива Петра Великого. — Владивосток: ТИПРО-центр, 2001. — 193 с.
3. *Rochelle P. A.* DNA extraction for 16S rRNA gene analysis to determine genetic diversity in deep sediment communities / P. A. Rochelle // FEMS Microbiol. Lett. – 1992. – V. 100. – P. 59-66.

## **ДИСТАНЦИОННЫЙ МЕТОД ДЕТЕКТИРОВАНИЯ ПОВЫШЕННОЙ РАДИОАКТИВНОСТИ В АТМОСФЕРНЫХ ВЫБРОСАХ БАЭС.**

Колотков Г.А.

Учреждение Российской академии наук Институт оптики атмосферы им. В.Е. Зуева Сибирского отделения РАН (ИОА СО РАН), Томск, Россия

*kolotkov@iao.ru*

Актуальность данного исследования заключается в том, что в настоящее время по всему миру накоплено огромное количество радиоактивных материалов, только отработанного топлива атомных электростанций более 270000 тонн, время хранения которого определяется тысячами лет [1]. Время распада радионуклидов и их мобильность в окружающей среде позволяет им широко распространяться и попадать в естественную пищевую цепочку. Существующие пути

решения проблемы можно разделить на: строительство новых хранилищ ядерных отходов или вторичное использование переработанного топлива. Например, страны, не обладающие новейшими ядерными технологиями, планируют строить дополнительные хранилища радиоактивных отходов, в то время как в России, данная проблема решается и за счет проектирования и запуска атомных электростанций (АЭС) с реакторами на быстрых нейтронах (БН-реактор) [2, 3].

Для выполнения соглашения об утилизации плутония, подписанного в 2000 году между Россией и США, в России разрабатываются и вводятся в эксплуатацию реакторы на быстрых нейтронах для сжигания МОКС-топлива. На работу таких АЭС возлагаются большие надежды, поскольку они позволят увеличить эффективность использования урана, в топливный цикл могут быть вовлечены запасы  $^{238}\text{U}$  и  $^{232}\text{Th}$ , которых в природе значительно больше, чем  $^{235}\text{U}$  – основного горючего для реакторов на тепловых нейтронах [3, 4].

Для расчета была взята Белоярская атомная электростанция (БАЭС) – единственная АЭС в России с энергоблоками БН. Местоположение Белоярской АЭС значительно близко, порядка 45 км от крупного города Екатеринбурга с населением. В случае гипотетического аварийного выброса, региональный центр может быть загрязнен более сильно и это, не смотря на то что положение Екатеринбурга выбрано правильно с учетом розы ветров рис.1. Заметим, что в летнее время направление ветра может меняться.

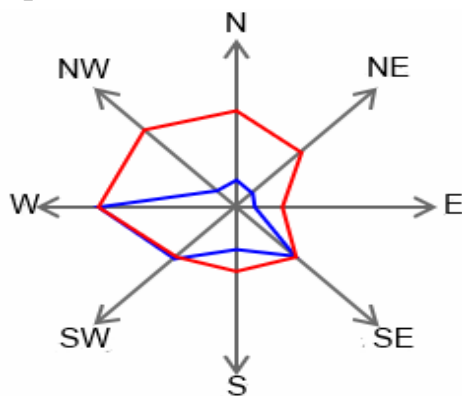


Рисунок 1. Роза ветров в г. Екатеринбург. (красная линия – июль, голубая – январь) [4].

Количество радиоактивности и состав радионуклидов в выбросах зависит от типа реактора. Радиоактивные благородные газы (РБГ) проявляются посредством и радиоактивного распада продуктов в топливе. Более того РБГ могут появляться в результате нейтронной активации. Таким образом,  $^{41}\text{Ar}$  может также содержаться в воздухе. Основные элементы, содержащиеся в выбросах АЭС с БН-реактором:  $^{24}\text{Na}$  (33%),  $^{137}\text{Cs}$  (33%),  $^{134}\text{Cs}$  (16%). Некоторые радионуклиды с маленьким периодом полураспада и не включены в данный список.

Таблица 1.

Оценки ежегодных выбросов в атмосферу из трех реакторов электрической мощностью 1000 Вт.

Радионуклид	BWR, Бк·год <sup>-1</sup>	PWR, Бк·год <sup>-1</sup>	FBR, Бк·год <sup>-1</sup>
<sup>41</sup> Ar	$9,25 \cdot 10^{11}$	$9,25 \cdot 10^{11}$	—
<sup>83m</sup> Kr	$< 3,7 \cdot 10^{10}$	$3,7 \cdot 10^{10}$	—
<sup>85m</sup> Kr	$5,55 \cdot 10^{12}$	$5,2 \cdot 10^{11}$	—
<sup>85</sup> Kr	$1,073 \cdot 10^{13}$	$1,739 \cdot 10^{13}$	—
<sup>87</sup> Kr	$7,4 \cdot 10^{12}$	$1,11 \cdot 10^{11}$	—
<sup>88</sup> Kr	$8,88 \cdot 10^{12}$	$8,51 \cdot 10^{11}$	—
<sup>131m</sup> Xe	$6,66 \cdot 10^{11}$	$3,034 \cdot 10^{12}$	—
<sup>133m</sup> Xe	$< 3,7 \cdot 10^{10}$	$4,44 \cdot 10^{12}$	—
<sup>133</sup> Xe	$1,184 \cdot 10^{14}$	$4,44 \cdot 10^{14}$	—
<sup>135m</sup> Xe	$2,738 \cdot 10^{13}$	$< 3,7 \cdot 10^{10}$	—
<sup>135</sup> Xe	$4,07 \cdot 10^{13}$	$3,182 \cdot 10^{12}$	—
<sup>138</sup> Xe	$5,18 \cdot 10^{13}$	$< 3,7 \cdot 10^{10}$	—
<sup>131</sup> I	$1,11 \cdot 10^{10}$	$9,25 \cdot 10^8$	$9 \cdot 10^2$
<sup>133</sup> I	$9,07 \cdot 10^{10}$	$8,51 \cdot 10^8$	—
<sup>14</sup> C	$3,515 \cdot 10^{11}$	$2,96 \cdot 10^{11}$	$1,2 \cdot 10^5$
<sup>3</sup> H	$1,591 \cdot 10^{12}$	$4,07 \cdot 10^{13}$	$9,7 \cdot 10^7$
Суммарная активность	$2,7 \cdot 10^{14}$	$5,2 \cdot 10^{14}$	$1,5 \cdot 10^8$

Символ “—” не означает что вышеперечисленные радионуклиды совсем не выбрасываются из АЭС с БН- реактором, это означает, что мы не обладаем достаточной информацией о радионуклидном составе выбросов. Принимая во внимание общую активность РБГ и доказанную возможность дистанционно детектировать повышенную концентрацию радиоактивности в выбросах АЭС и РХЗ, мы можем заключить что существующие радиометрические системы способны детектировать выбросы из АЭС с БН-реактором [3, 5, 6].

Оценка пространственного распределения радиоактивной примеси.

Для определения параметров пространственного распределения радиоактивной примеси, поступающей в атмосферу, использовалась расчетная модель Пасквилла-Гиффорда. Модель широко применяется для оценки локальных эффектов в ближайшей к ядерным объектам зоне радиусом до 10 км, вызванных кратковременным или стационарным выбросом радионуклидов в приземном слое атмосферы. Анализ распределения показал, что при устойчивом состоянии атмосферы излучение равномерно распределено по шлейфу для ровной поверхности с небольшой шероховатостью. Атмосферная стратификация и шероховатость подстилающей поверхности определяют область шлейфа выброса, в которой будет повышенная концентрация радионуклидов. Вследствие этого ин-

тенсивность излучения на частотах 1420, 1665 – 1667 МГц из этих областей будет больше. Таким образом, измеряя мощность излучения на данных частотах и учитывая параметры атмосферы, можно прогнозировать уровень излучения из зоны радиоактивного загрязнения, например, Белоярской АЭС. Результаты могут быть использованы для решения обратной задачи: оценки активности выброса по интенсивности излучения атомарного водорода.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 16-38-60115 мол\_а\_дк.

#### Литература

1. Moment of truth nears for nuclear waste time bomb By Vera Eckert. –URL: <http://www.reuters.com/article/2015/06/19/us-nuclear-waste-idUSKB N0OZ1A020150619> (дата обращения 19.05.2015)
2. БК, Таллинн. В Эстонии хотят построить новое хранилище радиоактивных отходов. – URL: <http://www.baltic-course.com/rus/energy/?doc=117658> (дата обращения 04.04.2016)
3. *Kolotkov G.A.* Remote detection of raised radioactivity in gasoerosol release from Beloyarsk nuclear power plant / G.A. Kolotkov, S.T. Penin // Proceedings of SPIE. – 2016. V.10035. – CID: 1003 66. [10035–101]. doi:10.1117/12.2249010
4. *Kolotkov G.A.* The analysis of influence of atmospheric stratification on the emission plume from operated by Beloyarsk NPP / G.A. Kolotkov, S.T. Penin // Proceedings of SPIE. – 2016. – V.10035. – CID: 1003 6M. [10035–133]. doi:10.1117/12.2249124
5. *Тыква R.* Man-Made and Natural Radioactivity in Environmental Pollution and Radiochronology / R. Tykva, D. Berg // Netherlands: Springer. –2004. – Vol. 7. – 416 p.
6. Source and effects of ionizing radiation. United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation. UN-SCEAR 1993: Report to the General Assembly with Scientific Annexes. – New York: United Nations,1993. – 917p.
7. *Kolotkov G.A.* Radiometric complex for detection of increased radioactivity in gas-aerosol emission from enterprises of nuclear fuel cycle // 17th International Conference of Young Specialists on Micro/Nanotechnologies and Electron Devices EDM 2016: Conference Proceedings. – Erlagol, Altai. 2016. – P. 120-123. ISBN 978-1- 5090-0785-1. art. no. 7538708 DOI: 10.1109/EDM. 2016.7538708.

## **ИДЕНТИФИКАЦИЯ ИСТОЧНИКОВ ПОСТУПЛЕНИЯ ПОЛИЦИКЛИЧЕСКИХ АРОМАТИЧЕСКИХ УГЛЕВОДОРОДОВ В ДОННЫЕ ОТЛОЖЕНИЯ УСТЬЕВОГО УЧАСТКА РЕКИ ДОН**

Котова В.Е.<sup>1,2</sup>, Андреев Ю.А.<sup>1,2</sup>, Черновьянц М.С.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>ФГБУ «Гидрохимический институт», Ростов-на-Дону, РФ

<sup>2</sup>ФГАОУ ВО «Южный федеральный университет», Ростов-на-Дону, РФ

*Valentina.E.Kotova@gmail.com*

Полициклические ароматические углеводороды (ПАУ) – органические соединения, в состав которых входит два и более конденсированных бензольных кольца. Среди нескольких сотен различных ПАУ выделяют группу из приоритетных 16 соединений, которые включены в перечень особо опасных загрязняющих веществ, что объясняется их мутагенным и канцерогенным действием: нафталин (Naph), аценафтилен (Acn), аценафтен (Ace), флуорен (Fl), фенантрен (Phe), антрацен (An), флуорантен (Flu), пирен (Py), бенз[а]антрацен (B[a]A), хризен (Chry), бенз[б]флуорантен (B[b]F), бенз[к]флуорантен (B[k]F), бенз[а]пирен (B[a]P), дибенз[а,h]антрацен (DB[a,h]A), бенз[g,h,i]перилен (B[g,h,i]P), индено[1,2,3-cd]пирен (In[cd]P).

ПАУ распространены повсеместно, поскольку источники их поступления многочисленны: природные (лесные пожары, извержения вулканов и другие термические геологические процессы) и антропогенные (сжигание бытовых отходов, отопление жилых помещений с использованием различных видов топлива, выхлопные газы транспортных средств, табачный дым). Существует другая разновидность разделения источников – по природе происхождения – на пирогенные (образование ПАУ при относительно высоких температурах (650-690 °С) и недостатке кислорода в пламени) и петрогенные (связано с использованием нефти и продуктов её переработки). Попадая в водоемы, ПАУ благодаря своим липофильным свойствам сорбируются взвешенными частицами, оседают и накапливаются в донных отложениях со временем. Это способствует включению ПАУ в пищевые цепи гидробионтов, а также может привести к вторичному загрязнению воды водоемов. Так как полициклические ароматические углеводороды обладают канцерогенными свойствами, содержание некоторых из них в донных отложениях нормируют согласно «берлинским», «бранденбургским» и «голландским листам»: допустимая концентрация суммарного количества ПАУ в донных отложениях (и почве) – 1 нг/г сухого остатка (с.о.), а содержание, требующее вмешательства, – 40 нг/г с.о.

Целью данной работы является установление индикаторных отношений ПАУ для выявления источника их поступления в донные отложения реки Дон.

Определение столь низких количеств ПАУ в донных отложениях представляет сложную аналитическую задачу: извлечение исследуемых веществ из матрицы твердого вещества органическими растворителями; очистка полученных экстрактов; выделение из сконцентрированных экстрактов фракции полициклических ароматических углеводородов методом колоночной хроматографии на силикагеле и анализе методом высокоэффективной жидкостной хроматографии со спектрофлуориметрическим детектированием [1, 2]. Разработанная



схема применена для определения содержания ПАУ в образцах донных отложений, отобранных из разных районов реки Дон в 2016 году. На рисунке 1 приведены суммарные содержания ПАУ в образцах донных отложений изучаемых участков.

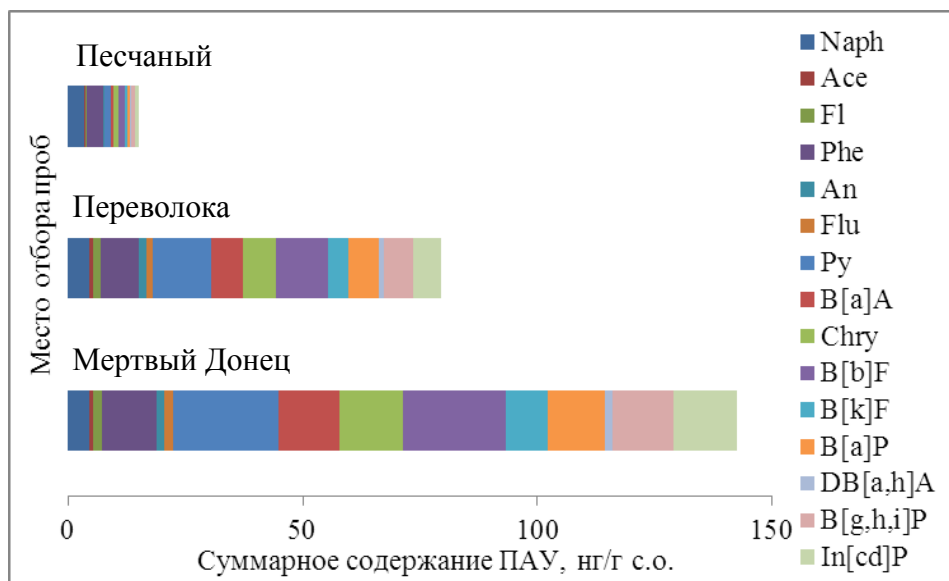


Рисунок 1. Суммарные содержания с вкладом индивидуальных ПАУ в донных отложениях устьевого участка реки Дон

Для определения источников поступления исследуемых соединений в донные отложения реки Дон выбран способ оценивания отношений индикаторных ПАУ, в том числе суммарный индекс  $TI_{\text{PAH}}$  (total PAHs index), который рассчитывается по формуле [3]:

$$TI_{\text{PAH}} = \frac{\text{Flu}}{\text{Flu} + \text{Py}} + \frac{\text{An}}{\text{An} + \text{Phe}} + \frac{\text{B[a]A}}{\text{B[a]A} + \text{Chry}} + \frac{\text{In[cd]P}}{\text{In[cd]P} + \text{B[g,h,i]P}}$$

критерии представлены в таблице 1.

Таблица 1.

Характеристики источников поступления ПАУ [3]

Отношение ПАУ	Петрогенный источник (▲)	Смешанный источник (▲☼)	Пирогенный источник (☼)	
			Горение нефтепродуктов	Горение древесины, угля, травы
An/(An+Phe)	< 0,1	-	> 0,1	
Flu/(Flu+Py)	< 0,4	-	0,4 ÷ 0,5	> 0,5
B[a]A/(B[a]A+Chry)	< 0,2	0,2 ÷ 0,35	> 0,35	
In[cd]P/(In[cd]P+B[g,h,i]P)	< 0,2	-	0,2 ÷ 0,5	> 0,5
Flu/Py	< 0,4	-	> 0,4	
(Flu+Py)/(Chry+Phe)	< 0,5	-	> 0,5	
$TI_{\text{PAH}}$	< 4	-	> 4	

По предложенным способам оценки рассчитаны отношения индикаторных соединений и найдены источники ПАУ для каждой пробы. В таблице 2 показаны результаты определения природы происхождения полициклических ароматических углеводородов в донных отложениях.

Таблица 2.

Характеристики источников ПАУ по представленным критериям для исследуемых проб

Пункт отбора	Мертвый Донец	Переволока	Песчаный
An/(An+Phe)	☼	☼	▲
Flu/(Flu+Py)	☼	☼	☼
B[a]A/(B[a]A+Chry)	☼	☼	☼
In[cd]P/(In[cd]P+B[g,h,i]P)	☼	☼	☼
Flu/Py	☼	☼	☼
(Flu+Py)/(Chry+Phe)	☼	☼	☼
Т <sub>РАН</sub>	☼	☼	☼

Данные исследования показали, что полициклические ароматические углеводороды присутствуют во всех образцах донных отложений реки Дон в интервале суммарных содержаний от 16 до 166 нг/г с.о. Оценки возможного источника поступления ПАУ по отношениям содержаний индикаторных соединений выявили согласованность результатов по всем критериям, которые указывают на подавляющее количество ПАУ пирогенного происхождения, что может быть вызвано сжиганием, в том числе жидких видов топлива, выхлопными газами транспорта.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Заявка 2017106715 Российская Федерация, МПК G01N 30/94. Способ подготовки проб для определения алифатических и полициклических ароматических углеводородов в донных отложениях / Котова В.Е, Андреев Ю.А.; заявитель ФГБУ «Гидрохимический институт»; пат. поверенный Сергеева Н.Н. – приоритет 28.02.2017. 17 с.
2. Котова В.Е. Хроматографическое изучение компонентного состава нефтепродуктов в донных отложениях / В.Е. Котова, Ю.А. Андреев, М.С. Черновьянц // Сорбционные и хроматографические процессы. – 2016. – Т. 16. № 6. – С. 885-892.
3. Yunker M.B. PAHs in the Fraser River basin: a critical appraisal of PAH ratios as indicators of PAH source and composition / M.B. Yunker, R.W. Macdonald et al. // Organic Geochemistry. –2002. –Vol. 33. – P. 489-515.

## НАКОПЛЕНИЕ ТЯЖЁЛЫХ МЕТАЛЛОВ ЛИСТЬЯМИ *VACCINIUM MYRTILLUS L.* В УСЛОВИЯХ НЕФТЕЗАГРЯЗНЕНИЯ

Кравченко И.В.<sup>1</sup>, Шепелева Л.Ф.<sup>2</sup>, Шаронова К.Е.<sup>1</sup>

БУ ВО Сургутский государственный университет<sup>1</sup>, г. Сургут, Россия,

Томский государственный университет<sup>2</sup>, Томск, Россия

В настоящее время все большую актуальность приобретают вопросы загрязнения природной среды тяжёлыми металлами [1]. Тяжёлые металлы, в виде микроэлементов, в небольших количествах, могут входить в состав ферментов, регулирующих белковый, углеводный, жировой обмены и участвовать в синтезе нуклеиновых кислот. Попадая в растительные объекты в высоких концентрациях, эти же химические элементы, могут вызывать токсическое действие [2]. Поэтому, в последнее время, во многих работах рассматривается изучение особенностей накопления тяжёлых металлов в природных объектах (растения, почва) [3] и данная тема является актуальной при экологических исследованиях.

Цель исследования – изучить накопление тяжёлых металлов листьями черники обыкновенной (*Vaccinium myrtillus* L.), произрастающей на чистых и нефтезагрязнённых пробных площадях. *Vaccinium myrtillus* является типичным представителем для Ханты-Мансийского автономного округа – Югры.

В настоящей статье представлены результаты исследования накопления 3 химических элементов (тяжёлых металлов) в зеленой фитомассе кустарничков, собранных на территории Южно-Сургутского месторождения (ЮСМ) и в окрестностях д. Юган. На пробной площади (ПП) ЮСМ было выделено 6 точек: Т1 – наиболее загрязнённая, ближе остальных точек находится к ядру загрязнения; Т2а и Т2 следуют непосредственно за ней и тоже являются загрязнёнными точками. Т2-3 является промежуточной точкой между Т2 и Т3. Т3 и Т4 являются наиболее чистыми точками, так как наиболее отдалены от места аварии и могут выступать в качестве контроля. Территория окрестностей д. Юган была взята за контроль.

Сбор растительного сырья проводился летом 2014 г. Отбор образцов и их подготовка выполнены по существующим правилам отбора проб [4]. Содержание тяжёлых металлов (Cu, Pb, Cd) определяли методом атомно-абсорбционной спектроскопии на спектрометре МГА-915 МД [5, 6] на базе Научной лаборатории биохимии и комплексного мониторинга окружающей среды Научно-исследовательского института экологии Севера БУ ВО Сургутского государственного университета. Результаты представлены в таблице.

Исследования показали, что в листьях черники обыкновенной с Южно-Сургутского месторождения на ПП между точками Т2 и Т3 происходит наибольшее накопление свинца (19,60 мг/кг) и меди (5,47 мг/кг), кадмий в больших количествах накапливается в пробе с ПП Т3 (0,74 мг/кг). Наименьшие значения содержания всех тяжёлых металлов обнаружены в пробе с ПП ЮСМ

Т4 (считается относительно чистым участком). Пробы с контрольного участка (окрестности д. Юган) показывают результаты по содержанию меди в 5 раз больше, свинца в 3 раза больше и кадмия в 4 раза больше чем пробы с ПП ЮСМ Т4, однако их содержание ниже, чем на Т3, Т2-3, Т2.

Таблица

Содержание тяжелых металлов (мг/кг) в листьях *Vaccinium myrtillus* L. на нефтезагрязненных и чистых территориях

Точки сбора	Cu	Pb	Cd
Юган осиново-кедровый разно-травный лес	3,16±0,13	0,57±0,01	0,24±0,008
ЮСМ Т4	0,56±0,05	0,20±0,03	0,06±0,001
ЮСМ Т3	3,96±0,01	2,97±0,01	0,74±0,004
ЮСМ Т2-3	5,47±0,24	19,60±0,98	0,53±0,003
ЮСМ Т2	3,05±0,02	1,09±0,03	0,08±0,0005

В целом, эти значения не превышают ПДК меди для растений (2,0-12,0 мг/кг сухого вещества) [7], что вероятно связано с защитными или барьерными механизмами накопления этого элемента. Наибольшее значение содержания свинца отмечено в пробе ЮСМ Т2-3 (19,60 мг/кг). *Vaccinium myrtillus* активно накапливает свинец, его содержание в зеленой массе листьев превышает значение ПДК (0,1-5,0 мг/кг сухого вещества) [8, 10]. Во всех остальных пробах не выявлено превышение ПДК по данному элементу.

Следует отметить, что содержание кадмия в исследуемых образцах превышено почти во всех пробах (ПДК составляет (0,05-0,2 мг/кг)) [7]. А.А. Романьковой и И.В. Батлуцкой [9] также было установлено, что наибольшее количество кадмия аккумулируют именно листья растений.

#### Литература

1. Химическое загрязнение почв и их охрана / М. С. Малинина, Д. С. Орлов, Г. В. Мотузова и др. — ВО Агропромиздат Москва, 1991. — С. 325.
2. Кабата-Пендиас А. Микроэлементы в почвах и растениях / А. Кабата-Пендиас, Х. Пендиас. — М.: Мир, 1989. — 439 с.
3. Ильин В.Б. Микроэлементы и тяжелые металлы в почвах и растениях Новосибирской области / В.Б. Ильин, А.И. Сысо – Новосибирск: Изд-во СОРАН, 2001. – 229 с.
4. Агро- и биохимические методы исследования состояния экосистем : учеб. пособие для вузов. / Титова В.И., Дабахова Е.В., Дабахов М.В. – Нижний Новгород: из-во ВВАГС, 2011. – 170 с.
5. ГОСТ 30178-96 Сырье и продукты пищевые. Атомно-абсорбционный метод определения токсичных элементов. – М.: Стандартинформ – 10 с.

6. ПНД Ф 14.1:2.253-09 (М 01-46-2013) Методика измерений массовой концентрации алюминия, бария, бериллия, ванадия, железа, кадмия, кобальта, лития, марганца, меди, молибдена, мышьяка, никеля, свинца, селена, серебра, стронция, титана, хрома, цинка в пробах природной и сточных вод атомно-абсорбционным методом с электротермической атомизацией с использованием атомно-абсорбционного спектрометра модификацией МГА-915, МГА-915 М, МГА-915 МД. – М.: ФЦАО, 1998. – 36с.
7. Джанаев З.Г. Почвенно - агрохимическая оценка состояния плодородия почв Северного Кавказа / З.Г. Джанаев. – Москва: МГУ, 2004. – С.600–725.
8. Ильин В.Б. Тяжелые металлы в системе почва – растение / В.Б. Ильин. – Новосибирск: Наука, 1991. – 151 с.
9. Романькова А.А. Содержание кадмия и свинца в высших растениях на территории Красненского района Белгородской области / А.А. Романькова, И.В. Батлуцкая // Научные ведомости Белгородского государственного университета. Серия: естественные науки. – 2011. – Т.14. –№ 3(98). – С. 68–75
10. Baker D.E. Chemical monitoring of soil for environmental quality animal and health / D.E. Baker, L. Chesnin //Advances in Agronomy. – 1975. – Vol.27. – P. 306-366.

## **ОСВОЕНИЕ НЕФТЕГАЗОВЫХ РЕСУРСОВ ИРКУТСКОЙ ОБЛАСТИ В КОНТЕКСТЕ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ**

Красноштанова Н.Е.

Институт географии им. В.Б. Сочавы СО РАН, Иркутск, Россия

*knesun@mail.ru*

Устойчивое развитие (УР) региона подразумевает сбалансированное социально-экономическое развитие, обеспечивающее экологическую безопасность территории. С позиций концепции УР рост экономических показателей должен непременно сопровождаться повышением благосостояния населения и сохранением природной среды. Это очень сложная и труднореализуемая модель развития, особенно для территорий с добывающей промышленностью. Во-первых, это обусловлено исчерпаемостью извлекаемых ресурсов, во-вторых, неизбежным отрицательным воздействием на компоненты природной среды при строительстве и функционировании производственных объектов. Регионы освоения нефтегазовых ресурсов сталкиваются с различными проблемами как социально-экономического, так и экологического характера на разных этапах развития промышленности, что определяет трудности для перехода к развитию согласно принципам УР.

В Иркутской области нефтегазодобывающая промышленность начала активное развитие с середины 2000-ых, причиной этому послужило начало реализации проекта строительства нефтепровода ВСТО. На развитие нефтегазовой отрасли в Восточной Сибири возлагается ряд задач, одной из которых является

улучшение социально-экономической обстановки, и в первую очередь, в районах промысловой деятельности, так как преимущественно, это отдаленные районы с низким уровнем социально-экономического развития. Промышленная добыча нефтегазового сырья в Иркутской области ведется на территории Усть-Кутского, Катангского и Киренского районов. Как и для других северных территорий, здесь существует ряд острых социально-экономических проблем. Считается, что развитие нефтегазовой промышленности послужит импульсом к улучшению социально-экономической ситуации на этой территории. С начала активной промышленной добычи нефтяных ресурсов прошло почти 10 лет, однако значительных перемен нет. Причиной отсутствия положительного эффекта являются: анклавный характер процесса освоения; узкоотраслевой характер экономики осваиваемых территорий; отсутствие квалифицированной рабочей силы среди местного населения; утечка имеющихся квалифицированных работников из местных предприятий в нефтегазовую отрасль.

Наибольшая положительная динамика по данным о социально-экономической ситуации в районах прослеживается по общеэкономическим показателям и оплате труда. Отмечается значительный рост доходов консолидированного бюджета, со значительным увеличением собственных доходов. В несколько раз возрос уровень среднемесячной заработной платы. При этом уровень зарплат в сфере добычи полезных ископаемых в разы выше оплаты труда в социальной сфере, например, здравоохранении. Диверсификация экономики – одно из условий устойчивого развития территории, особенно с добывающей промышленностью, время присутствия которой ограничено объемом извлекаемого сырья. Однако это остается одной из важнейших проблем районов, как старого, так и нового нефтегазового освоения. Даже для Усть-Кутского района, экономика которого представлена наибольшим разнообразием видов экономической деятельности, в настоящее время влияние нефтегазовой отрасли значительно, т.к. все крупные проекты, реализуемые на его территории, связаны с освоением углеводородных ресурсов. С точки зрения диверсификации экономики складывается неблагоприятная ситуация с вытеснением нефтегазовой промышленностью традиционной для осваиваемых территорий промысловой деятельности.

На фоне роста экономических показателей развитие отраслей социальной сферы и демографические показатели значительно отстают или продолжают сохранять отрицательную тенденцию. Данная ситуация обусловлена в первую очередь сдерживающими факторами, перечисленными ранее, ограничивающими распространение эффекта на всю социально-экономическую среду районов.

Высокое различие в уровне зарплат определяет заинтересованность местного населения в устройстве на работу в более доходной сфере. Однако здесь возникает проблема отсутствия требуемой квалификации. Значительную часть трудовых ресурсов с требуемой квалификацией и опытом работы компании привозят из других регионов. Тендерная система привлечения подрядчиков к выполнению работ поставила в худшие условия местные предприятия, т.к. чаще всего выигрывают иногородние компании с большим опытом работы в нефтегазовой сфере, которые приезжают со своим оборудованием и ключевыми специалистами, что усиливает изоляцию от местных трудовых и материальных ресурсов.

Среди наиболее важных для местного населения аспектов развития нефтегазодобычи стоят проблемы негативного воздействия на окружающую среду (ОС). Обеспокоенность вопросами экологии тем выше, чем меньше населенный пункт, что связано с родом деятельности жителей. В сельских поселениях большое количество людей занимаются традиционными видами деятельности, т.е. это сфера, на которую развитие промышленности влияет прямым образом на всех этапах процесса освоения углеводородных ресурсов. Местное население, особенно представители традиционного природопользования, являются прямыми свидетелями промышленного освоения новых территорий. Отзывы с их стороны о происходящих работах часто критичны. Промышленная деятельность вносит коррективы в сложившийся уклад традиционного природопользования механическим, химическим, шумовым загрязнением ОС. Отмечаются даже локальные экологические катастрофы (нарушение водотока и гибель рыбы). Свидетельства местного населения об отрицательных последствиях для ОС, традиционного природопользования и нарушениях природоохранного законодательства, позволяют сделать выводы, что на данном этапе снижение негативного влияния на ОС от освоения углеводородных ресурсов возможно. Во-первых, декларируемая экологическая ответственность промышленных компаний должна быть разделена между всеми участниками, т.е. соблюдаться также подрядными и субподрядными организациями, поэтому требуется усиление контроля в этой сфере. Во-вторых, вовлекать местное население в процесс экологического контроля и доводить до сведения о результатах проверок замеченных нарушений. С одной стороны это не затратный способ контроля работ в труднодоступных районах, с другой, это позволило бы снизить напряженность населения, обеспокоенного экологическими последствиями работ нефтяников.

Сложившаяся ситуация в районах промышленной добычи нефтегазового сырья в Иркутской области как в социально-экономической сфере, так и охране

природной среды в настоящее время не соответствует принципам УР. Решение существующих проблем и переход к УР требует соответствующей политики разных административных уровней и совершенствования законодательной базы.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ, проект «Инновационное развитие, территориальная организация и рост качества жизни населения в Сибирских и Арктических регионах России», № 16-02-00570(а).

## **ВОССТАНОВЛЕНИЕ ЛАНДШАФТОВ ПОСЛЕ РАЗРАБОТКИ НЕФТЕНОСНЫХ ПЕСКОВ В КАНАДЕ**

Кузнецова А.М.<sup>1</sup>, Салимгареева О.А.<sup>2</sup>, Кузнецов П.В.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Department of Renewable Resources, University of Alberta, Edmonton, AB, Canada;

<sup>2</sup> Факультет почвоведения МГУ им. М.В. Ломоносова, г. Москва, Россия  
*alsu@ualberta.ca*

Нефтяные месторождения, расположенные в провинции Альберта (Канада), являются третьими по величине доказанными запасами нефти в мире. Однако разработка этих богатейших месторождений, представляющих собой природную смесь песка, глины, воды и тяжелых фракций углеводородов, осложнена тем, что требует нетрадиционных способов добычи. В зависимости от глубины залегания нефтяных песков их добыча производится двумя способами: (1) добыча из открытых карьеров (глубина залегания песков до 60 м) и (2) бурение кустов скважин с последующей закачкой в них горячей воды и выкачивания смеси воды и битума (*“in situ”*). Для экстракции битума используют горячую воду, смешанную с щелочью и растворителем - процесс экстракции Кларка [1]. Оставшаяся после экстракции смесь воды, глины, песка, остаточного битума и растворителя образует «хвосты» и складывается в хвостохранилище [1]. В прудах-хвостохранилищах происходит отделение технологической воды для повторного использования в экстракции битума [2]. Более 80% воды используется повторно, однако ее полное отделение от минерального матрикса может занять десятки лет, поэтому необходимы эффективные технологии для ускорения отделения воды. Воздействие нефтедобывающей промышленности на окружающую среду в Альберте в первую очередь связано с нарушением почвенного и растительного покрова, повышенным водопользованием, выбросами парниковых газов и производством «хвостов», которые нуждаются в дополнительной очистке.



## **Воздействие на окружающую среду**

*Нарушения земель.* Примерно 20% нефтеносных песков Альберты могут быть извлечены открытым способом, а 80% требуют технологий добычи *in situ*. В настоящее время преобладает добыча открытым способом, которая уничтожает лесные ландшафты. Нефтедобывающая промышленность в целом вызывает фрагментацию ландшафтов, создавая линейные (трубопроводы, дороги) и полигональные (карьеры, компрессорные станции) антропогенные нарушения, которые влияют на биоразнообразие [3].

*Использование воды.* Река Атабаска является основным источником воды для разработки и экстракции нефтеносных песков. Для производства 1 барреля нефти необходимо около 3 баррелей воды: большая часть воды преобразуется в пар и используется в процессе флотации, который отделяет битум от песка и глины [4]. Отработанная технологическая вода является щелочной, слегка солоноватой и очень токсичной для водной биоты из-за высокой концентрации органических кислот, выщелоченных из битума во время экстракции.

*Хвостохранилища.* На каждый 1 м<sup>3</sup> синтетической сырой нефти производится 1,5 м<sup>3</sup> «хвостов» [5], которые откладываются в хвостохранилищах, где происходит сегрегация минеральных частиц (глины и песка). Однако «тонкие хвосты» (взвешенные глинистые частицы) остаются в жидком состоянии в течение десятилетий из-за медленной скорости консолидации. Отдельные фракции «хвостов» содержат значительное количество пирита, потенциальное окисление которого также может быть источником кислотных вод и повышенного выщелачивания тяжелых металлов [6].

*Выбросы парниковых газов.* Добыча и обработка нефтеносных песков - это высокоэнергетические операции, требующие значительного потребления топлива и приводящие к выбросам парниковых газов – углекислого газа, метана и закиси азота. Кроме того, хвостохранилища производят углекислый газ и метан в результате микробной биодеградаци/ферментации остаточного битума и разбавителя, который используется для экстракции [7].

## **Рекультивация и восстановление земель**

Нефтедобывающие компании обязаны разработать план рекультивации земель и получить одобрение правительства до начала любого проекта [2]. После окончания добычи, компании проводят процесс рекультивации: проектирование формы рельефа, восстановление почвенного и растительного покрова (как для наземных, так и для водных экосистем). Компании должны использовать местные виды растений для восстановления местных бореальных ландшафтов и проводить их мониторинг в течение 15 лет [8]. Восстановление зе-

мель считается законченным, когда мониторинг покажет, что ландшафты устойчивы.

Рекультивация хвостохранилищ (прудов, которые содержат смесь воды, глины, песка и остаточного битума) является еще одним аспектом восстановления земель. В настоящее время существует тридцать четыре технологии обработки хвостов, которые были разделены на пять групп: физические/механические процессы; естественные процессы; химические/биологические процессы; смеси/совместное захоронение и постоянное хранение [2]. Для варианта с автономным ландшафтом «тонкие хвосты» должны быть обезвожены, смешаны с песком, захоронены и покрыты грунтом. Другое перспективное направление рекультивации хвостохранилищ предполагает создание искусственных водоемов (“end-pit lakes”), в которых суспензии «тонких хвостов» покрываются слоем технической и речной воды.

Нефтяные запасы Альберты играют важную роль в канадской экономике, поставляя стабильные и надежные энергоресурсы, но нефтедобыча оказывает значительное воздействие на окружающую среду. Поэтому продолжение исследований по рекультивации после добычи нефтеносных песков необходимо для создания наилучшего способа восстановления нарушенных экосистем.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. *Mamer M.* Oil sands tailings technology: understanding the impact to reclamation / M. Mamer // BC Mine Reclamation Symposium 2010. – URL: <https://circle.ubc.ca/bitstream/handle/2429/30342/13%20Mamer.pdf?sequence=1>. (дата обращения: 01.07.2017).
2. Oil Sands Tailings Technology Review / BGC Engineering Inc. – Oil Sands Research and Information Network, University of Alberta, OSRIN Report TR-1, 2010. – 136p.
3. *Jordaan S.* Quantifying land use of oil sands production: a life cycle perspective / S. Jordaan, D. Keith, B. Stelfox // Environmental Research Letters. – 2009. – V.4. – 15p. DOI: 10.1088/1748-9326/4/2/024004
4. *Allen E.* Process water treatment in Canada’s oil sands industry: I. Target pollutants and treatment objectives / E. Allen // Journal of Environmental Engineering and Science. – 2008. – V. 7(2). – P. 123-138, <https://doi.org/10.1139/S07-038>
5. *Holden A.* Geochemical interactions between process-affected water from oil sands tailings ponds and North Alberta surficial sediments / A. Holden, R. Donahue, A. Ulrich // Journal of contaminant hydrology. – 2010. – V. 119(1-4). – P. 55-68.
6. *Kuznetsov P.* Oil sands thickened froth treatment tailings exhibit acid rock drainage potential during evaporative drying / P. Kuznetsov, A. Kuznetsova, J. Foght, T. Siddique // Sci. Total Environ. – 2015. – V. 505. – P. 1-10.

7. *Siddique T.* Microbial communities involved in methane production from hydrocarbons in oil sands tailings. / T. Siddique, T. Penner, J. Klassen, C. Nesbø, J. M. Fogh // *Environ. Sci. Technol.* –2012. – V. 46. – P. 9802-9810.

8. Fact or fiction oil sands reclamation / Grant J., Dyer S., Woynilowicz D. The Pembina the Institute, 2008. – URL: [http://pubs.pembina.org/reports/Fact\\_or\\_Fiction-report.pdf](http://pubs.pembina.org/reports/Fact_or_Fiction-report.pdf). (дата обращения: 01.07.2017).

## **ГЕОИНФОГРАФИКА КАК СПОСОБ ОЗНАКОМЛЕНИЯ НАСЕЛЕНИЯ С ЭКОЛОГИЧЕСКИМИ ПРОБЛЕМАМИ РЕГИОНА (НА ПРИМЕРЕ ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТОСФЕРНОГО ВОЗДУХА)**

Кузнецова Е. Ю.

ФГБОУ ВО «Курский государственный университет», г. Курск, Россия

*kuznetsonak27@yandex.ru*

Атмосферный воздух является важнейшим показателем состояния окружающей среды и развития региона. С ним связана наибольшая часть рисков для здоровья населения. Его чистота – ведущий фактор в обеспечении санитарно-эпидемиологического благополучия населения и характера среды обитания.

В атмосферный воздух области выбрасывается более 300 наименований загрязняющих веществ. Наиболее распространенные и их предельные допустимые концентрации (ПДК) представлены в таблице 1.

Таблица 1.

Сравнение концентрации веществ в атмосферном воздухе за 2008 и 2014 г. [1, с. 53; 2, с. 9; 3, с. 8].

Показатель \ Год	2008	2014	2015
Формальдегид	в 1,2 раза выше допустимой нормы	3,0 раза выше допустимой нормы	В 2,8 раза выше допустимой нормы
Диоксид азота	1,0 ПДК	2,2 ПДК	1,0 ПДК
Запыленность	0,4 - 0,7 ПДК	0,4 – 0,6 ПДК	0,5 – 0,6 ПДК
Оксид углерода	0,4 ПДК	0,4 ПДК	0,4 ПДК
Свинец	6,7 ПДК	2,6 ПДК	2,6 ПДК
Бенз(а)пирен	0,5 ПДК	1,4 ПДК	0,2 ПДК

Атмосферный воздух на территории Курской области загрязнен различными веществами. Основными загрязнителями являются формальдегид (39%),

свинец (27%), диоксид азота (14%), оксид углерода (10%) и взвешенные вещества (12%).

Проводимый ежегодно анализ качества атмосферного воздуха свидетельствует о тенденции к снижению уровня его загрязнения. В населенных пунктах Курской области доля проб атмосферного воздуха, превышающих ПДК, в 2015 году по сравнению с 2014 годом снизилась с 3,2% до 2,95% [2, с. 6; 3, с.8].

Качество атмосферного воздуха населенных пунктов Курской области определяется интенсивностью загрязнения от выбросов стационарных источников (промышленные предприятия) и передвижных (транспорт). Второму фактору способствует неудовлетворительное качество автомобильных дорог и их низкая пропускная способность, несоответствующая быстрым темпам роста автотранспортного парка. Основные источники загрязнения располагаются в городе Курск и Железногорск, где проживает большая часть населения области. Воздух загрязняется в результате работы предприятий, а также взрывных работ на Михайловском ГОКе [2, с. 6; 3, с.8].

Проблема низкого качества атмосферного воздуха является не единственной проблемой природы Курской области. Для того чтобы их преодолеть и начинать восстанавливать природную среду и среду обитания человека, необходимо, в первую очередь, ознакомиться с соответствующими кризисами природы.

С началом XXI века началось развитие экологической культуры населения мира посредством экопросвещения и экообразования. Это является этапам на пути к устойчивого развитию региона и развитию экологического знания. Для этого необходимо производить ознакомление широких масс населения с проблемами окружающей среды региона – Курской области. В настоящее время экологическое просвещение охватывает все слои населения. Для обучающихся общеобразовательных учреждений и высшей школы это закономерный процесс (т.к. экологические знания являются требованиями программ обучения, содержания и входят в примерные результаты обучения). При этом стоит острая проблема экологической дезинформации более старшего поколения (работающих граждан и пенсионного возраста), т.к. информация представленная в официальных документах по проблемам и охране окружающей среды сложна для понимания широких масс, а иная информация часто оказывается неверной, неполной или вовсе отсутствует. Необходим поиск нового формата для реализации экологического просвещения граждан. На мой взгляд, этим средством может стать инфографика.

Инфографика – это отрасль коммуникативного дизайна, в основе которой лежит графическое представление информации, связей, числовых данных. Основным назначением инфографики является информирование о какой-либо проблеме, явлении, фактах [1].

Для большего эффекта популяризации экологического знания инфографика должна представлять собой конгломерацию карт, картосхем, статистических данных, исторических фактов и так далее. Т.к. в географическую инфографику включаются ГИС-данные, то необходимо ввести новое понятие – геоинфографика.

Геоинфографика – это графический, визуализированный, способ представления информации, данных и знаний географического (экологического) содержания [4].



Рисунок 1. Инфографика «Загрязнение атмосферного воздуха»

Данный вид визуализации предполагает предоставление информации в переработанном виде, доступной для обывателей, т.е. геоинфографика – это синтез текстового, числового и картографического материала. Для ее разработки и использования необходимо производить работу как с текстом, так и с его шрифтом (типографика), а также сбор данных, их анализ и обработку с включением ГИС [5].

В год экологии необходимо разработать серию инфографики, освещающую основные экологические проблемы Курской области (в частности, загрязнение атмосферного воздуха). Данную продукцию рекламного (пропагандирующего) характера разместить в общественных местах, которые предполагают

интенсивный поток разновозрастной публики. Такими местами могут стать крупные торгово-развлекательные центры, холлы драматического театра и цирка, троллейбусы и трамваи.



Рисунок 2. Инфографика «Атмосферный воздух Курской области»

В данной работе представлены два варианта инфографики «Загрязнение атмосферного воздуха: Курская область». Они подготовлены на основе ежегодных докладов по охране окружающей среды. Разрабатываются подобные плакаты по проблемам водных объектов, геологических проблем и другие. Предполагается, что данные серии будут опубликованы в социальных сетях, в СМИ регионального уровня и размещены как рекламные баннеры в общественных местах. Таким образом, данная работа (ознакомление широких масс населения с проблемами окружающей среды) является ключевым звеном в сфере экопросвещения и формирования экологической культуры населения региона, а также реализацией идеи устойчивого развития территории.

#### Литература

1. Доклад о состоянии и охране окружающей среды на территории Курской области в 2008 году. – Курск, 2009 г. – 176 с.
2. Доклад о состоянии и охране окружающей среды на территории Курской области в 2014 году. – Курск, 2015 г. – 157 с.

3. Доклад о состоянии и охране окружающей среды на территории Курской области в 2015 году. Курск, 2016 г. – 126 с.
4. Кузнецова Е.Ю. Геоинфографика – инновационное средство обучения в школьной географии / Е.Ю. Кузнецова // Международный журнал социальных и гуманитарных наук. – 2016. – Т. 6. – №1. – С. 88-92.
5. Кузнецова Е. Ю. Геоинфографика как средство наглядности в современной школе// Вторая Всероссийская молодежная конференция «Образование для будущего, или будущее образование: взгляд молодежи»: материалы. – Ростов-на-Дону: Южный Федеральный университет, 2016. – 248 с.

## **МЕТОДЫ И ТЕХНОЛОГИИ ПРОГНОЗА КАЧЕСТВА ВОЗДУХА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ДАННЫХ ЧИСЛЕННЫХ МОДЕЛЕЙ**

Кузнецова<sup>1</sup> И.Н., Нахаев<sup>1</sup> М.И., Шалыгина<sup>1</sup> И.Ю., Бруслова<sup>1</sup> Н.Е., Захарова<sup>2</sup> П.В.

<sup>1</sup> ФГБУ «Гидрометцентр России», Москва

<sup>2</sup> ГПБУ «Мосэкомониторинг», Москва

Главной целью прогнозирования качества воздуха является заблаговременное предсказание ситуаций, способных оказать негативное влияние на здоровье и окружающую среду. К их числу относятся неблагоприятные для очищения воздуха метеорологические условия (НМУ) и сопутствующие им концентрации загрязняющих веществ, превышающие гигиенические нормативы.

Современные численные модели атмосферы позволяют с высоким пространственно - временным разрешением прогнозировать метеорологические характеристики в пограничном слое атмосферы. С их использованием в Гидрометцентре России разработан метод расчета метеорологического показателя рассеивания примесей и загрязнения приземного воздуха (МПРЗ), предусматривающий разделение полного диапазона влияющих атмосферных процессов на три группы: интенсивное, умеренное и слабое рассеивание. Третья группа рассеивания определяется препятствующими очищению приземного воздуха метеорологическими характеристиками: термическая устойчивость и слабый ветер в атмосферном пограничном слое, отсутствие осадков и признаков смены воздушной массы, что в совокупности соответствует НМУ.

На основе разработанного метода в Гидрометцентре России создана технология оперативного прогноза полей МПРЗ с использованием данных модели атмосферы COSMO - Ru7. Сегодня прогноз МПРЗ рассчитывается и визуализируется в виде карт для областей ЦФО для каждого часа на двое суток. Учитывая характерную внутрисуточную динамику метеорологических условий и антропогенного загрязнения, отдельно представляется прогноз преобладающего типа МПРЗ для 6-ти часовых интервалов: вечер, ночь, утро и день (рис.1). Это



позволяет практикующим специалистам определять временные границы неблагоприятных метеорологических условий, что особенно важно при составлении предупреждений о наступлении НМУ с рекомендациями сократить выбросы в атмосферу.

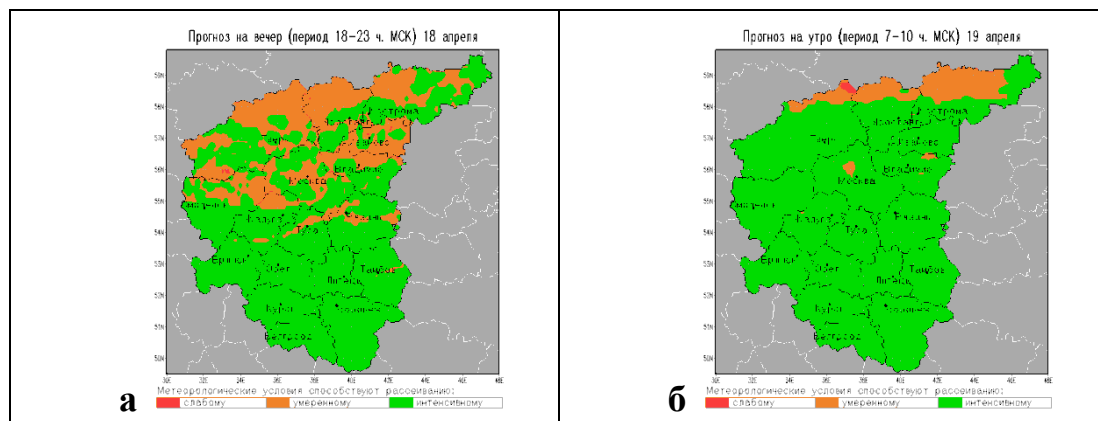


Рисунок 1 Прогноз преобладающих метеорологических условий рассеивания вечером (а) и утром (б) с использованием данных модели атмосферы COSMO - Ru7.

Образующийся при НМУ уровень загрязнения приземного воздуха зависит от эмиссий загрязняющих веществ, а также от температурного фона, который имеет значение для активности химических реакций в атмосфере. Даже кратковременные НМУ вызывают повышение уровня загрязнения, в несколько раз превышающего фоновый. На рис.2 демонстрируется временная динамика концентрации CO и PM<sub>10</sub> в эпизоде НМУ по измерениям на станциях автоматического контроля загрязнения атмосферы в Москве, где хорошо видны утренние и вечерние пики загрязнения, синхронизированные с НМУ.

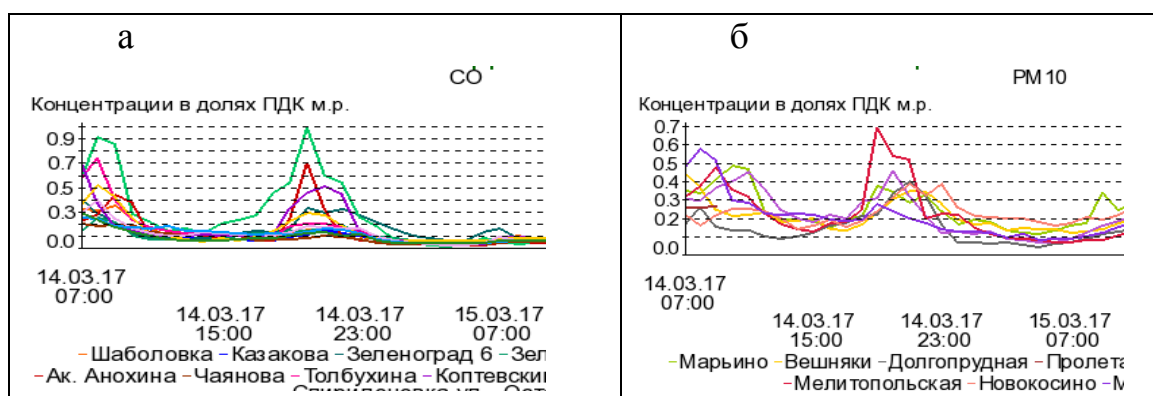


Рисунок 2 Концентрация CO (а) и PM10 (б) 14-15 марта 2017 г  
(<http://www.mosecom.ru/>)

Влияющие на локальное загрязнение пространственно неоднородные эмиссии, множество сложных химических и фотохимических преобразований



первичных загрязнителей на фоне внутрисуточной динамики процессов в пограничном слое атмосферы и процессов синоптического масштаба в той или иной степени описывают современные химические транспортные модели (ХТМ), предусматривающие также учет процессов вымывания и выведения из атмосферы малых газовых и аэрозольных составляющих. В Гидрометцентре России создана технология оперативного прогноза концентраций загрязняющих веществ на основе ХТМ. На стадии выбора наиболее успешного варианта проводится апробация двух ХТМ - Chimere и Cosmo-Ru7-ART, использующих прогностические метеохарактеристики одной модели атмосферы COSMO - Ru7. На рис. 3 представлены примеры расчета полей концентраций одной из моделей. Использование объективного инструмента прогноза качества воздуха (ХТМ) кроме других имеет преимущество в пространственном разрешении, а также возможность прогнозирования веществ, наблюдения за которыми не проводятся на сети регулярного мониторинга, таких как приземный озон, мелкодисперсные частицы  $PM_{10}$  и др.

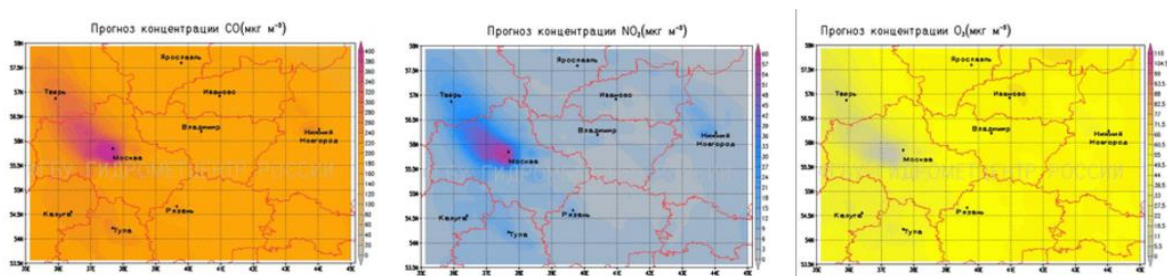


Рисунок 3 Пример. Визуализированные поля часовой концентрации CO, NO, O<sub>3</sub>, рассчитываемые на двое суток ХТМ Chimere (<http://www.meteoinfo.ru/index.php?option>)

Применение ХТМ обычно сопровождается процедурой верификации модельных расчетов и предполагает этап постобработки как следствие неточностей задания эмиссий антропогенных загрязнителей воздуха, специфики их сезонного, недельного и внутрисуточного распределения каждой ХТМ, а также из-за погрешностей прогноза метеорологических характеристик материнской (или внешней) модели атмосферы. Такие работы проводятся по данным непрерывных измерений концентраций загрязняющих веществ на сети Мосэкомониторинг (число станций приблизилось к 40). Регулярное сравнение «модель – наблюдение» позволило установить для каждой ХТМ (Chimere и Cosmo-Ru7-ART) систематические и характерные модельные ошибки расчета отдельных загрязняющих веществ.

Успешность прогноза НМУ и загрязнения воздуха в большом городе напрямую зависит от точности воспроизведения в моделях процессов городского масштаба; пока в моделях не учитываются характерные для города притоки

антропогенного тепла, влияние микроциркуляций и др. Их существенную роль в формировании термического режима мегаполиса, специфического переноса загрязнений вследствие орографических микроциркуляций демонстрируют результаты проведенных нами исследований по данным наблюдений в Московском регионе, которые указывают также на важность учета антропогенной составляющей в оценках климатических трендов.

Качество окружающей среды включает такой показатель, как ультрафиолетовая облученность, которую принято представлять в виде УФ-индекса (УФИ). В Гидрометцентре России создана технология прогноза УФИ на основе разработанных совместных с ЦАО методов; для территории России рассчитывается максимально возможный на день прогноза и ожидаемый с учетом балла облачности УФИ, на сайте (<http://www.meteoinfo.ru/uvi>) представлены рекомендации по использованию информации для снижения риска негативного влияния УФ-радиации.

## **КОНЦЕПЦИЯ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ (МЕЖДУНАРОДНО-ПРАВОВЫЕ И ВНУТРИГОСУДАРСТВЕННЫЕ АСПЕКТЫ) CONCEPT OF SUSTAINABLE DEVELOPMENT (INTERNATIONAL LAW AND INTERNAL ASPECTS)**

Кукушкина А.В.

МГИМО МИД России, Москва

В 1980-х годах состоялись переговоры между государствами-членами ООН по экологическим вопросам. В 1983 году ГА ООН была учреждена Всемирная комиссия по окружающей среде и развитию, которая заявила об актуальной необходимости в новом типе развития, обеспечивающем экономическое благосостояние нынешнего и будущих поколений, наряду с охраной природных ресурсов и окружающей среды, от которых полностью зависит развитие. В докладе Комиссии Генеральной Ассамблее ООН в 1987 году была выдвинута новая концепция устойчивого развития как альтернатива развитию, основанному на неограниченном экономическом росте.

Комиссия подготовила доклад «Наше общее будущее», рассмотрев который, ГА ООН предложила провести Конференцию ООН по окружающей среде и развитию – Встречу на высшем уровне «Планета Земля».

На конференции ООН по окружающей среде и развитию, состоявшейся в 1992 году в Рио-де-Жанейро, было положено начало новому глобальному партнерству в интересах устойчивого развития - партнерству, основанному на осознании неделимости вопросов охраны окружающей среды и процесса развития.

В Повестке дня на XXI век, принятой на конференции, были рассмотрены насущные проблемы современности в области окружающей среды и развития, и поставлена цель подготовить мир к задачам следующего столетия по достижению долгосрочных целей устойчивого развития [1].

Необходимо разработать политику и международно-правовые акты, предусматривающие комплексный учет социально-экономических и экологических аспектов устойчивого развития.

Социально-экономический аспект требований к модели устойчивого развития предопределяет реализацию в глобальном масштабе комплекса мер, направленных на борьбу с нищетой, изменение структуры потребления, регулирование роста населения, сохранение здоровья человека, содействие устойчивому развитию регионов, международное сотрудничество в области окружающей среды, учет экологических требований при принятии социальных и экономических решений.

Экологический аспект устойчивого развития предполагает широкий круг мер, направленных на охрану окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов: охрану атмосферы, рациональное использование земельных ресурсов, сохранение лесов, борьбу с опустыниванием и засухой, сохранение биоразнообразия, охрану и рациональное использование водных ресурсов, экологически безопасное использование биотехнологий, повышение безопасности использования токсичных химических веществ, решение проблемы отходов.

Реализация всех этих требований должна обеспечить динамическое равновесие в развитии, которое позволило бы снять определенные противоречия между потребностями общества в природных ресурсах и возможностями их удовлетворения при сохранении природно-ресурсного потенциала.

Здесь необходим поиск оптимального компромисса между вечно противоречивыми интересами субъектов рыночной экономики и требованиями экологической безопасности, между интересами нынешнего и будущих поколений. Проблема состоит в том, что если современное производство в полной мере подчинить необходимым для экологического благополучия ограничениям, то это затормозит экономическое развитие, что в свою очередь снизит возможности решения экологических проблем, [2] т.е. нельзя тормозить экономическое развитие только по экологическим соображениям. Закрепление в нормах права и создание механизма реализации строгих экологических требований следует осуществлять сбалансированно, поэтапно, с учетом социально-экономических возможностей в различных регионах планеты.

Международная комиссия по окружающей среде и развитию определяет устойчивое развитие, как развитие, при котором проблемы сегодняшнего дня решаются без нанесения ущерба интересам будущих поколений. Так же применяется термин «устойчивое использование» по отношению к использованию возобновляемых ресурсов [3]. Он означает использование в таком объеме, при котором сохраняется запас для самовосстановления. Результатом устойчивого развития является устойчивая экономика, которая не разрушает основные природные ресурсы, развивается путем приспособления к окружающей среде, использует новейшие научные разработки и технические усовершенствования.

Государства должны применять такие меры, при которых бизнес, промышленность и торговля учитывали бы задачи сохранения Земли. Необходима разработка таких технологических процессов, которые снизили бы до минимума потребление сырья и энергии, сократили расходы и предотвратили бы загрязнение окружающей среды.

В сентябре 2002 г. в Йоханнесбурге состоялась встреча Рио+10. Десятилетний обзор обеспечил хорошую возможность для того, чтобы оценить, что сделано для достижения намеченных конференцией в Рио целей.

В докладе Генерального Секретаря ООН 55-й сессии ГА ООН от 30 августа 2000 г. подчеркивается, что достижение главной цели устойчивого развития призвано обеспечить решение двуединой задачи: удовлетворить экономические потребности нынешнего поколения, не ставя под угрозу способность будущих поколений удовлетворять свои потребности и одновременно обеспечить защиту окружающей среды.

В Декларации тысячелетия отмечается, что в основу охраны и рационального использования всех живых организмов и природных ресурсов должна быть положена осмотрительность в соответствии с постулатами устойчивого развития. Только таким образом можно обеспечить для наших потомков те огромные богатства, которые дарованы нам природой. Нынешние неустойчивые модели производства и потребления должны быть изменены в интересах нашего будущего благосостояния и благополучия наших потомков. Здесь же отмечается твердое намерение придерживаться во всей экологической деятельности новой этики бережного и ответственного отношения к природе.

Непосредственно обращенным к вопросам окружающей среды было ещё одно послание Генерального Секретаря ООН «В поддержку нашего будущего» (Sustaining our future). В нем отмечается, что при создании ООН в 1945 г. задумывались только об обеспечении двух видов свобод – от нужды и страха. Сейчас появилась задача обеспечить свободу будущим поколениям поддерживать

их жизнь на планете. Природная среда предоставляет, причем бесплатно, основные услуги, без которых наш биологический вид не сможет выжить – озоновый слой предохраняет от опасных ультрафиолетовых лучей, а экосистемы помогают очищать воздух и воду. Они превращают отходы в ресурсы и поглощают атмосферный углерод, способствующий потеплению климата планеты. Биоразнообразие является обильным источником продуктов питания и лекарств, а также поддерживает устойчивость видов к сельскохозяйственным вредителям и болезням. Экологическая устойчивость касается каждого – всех, кто живет в развитых и развивающихся странах.

В Повестке дня на XXI век говорится, что устойчивое развитие – это способ борьбы с бедностью и разрушением окружающей среды.

Можно отметить, что в настоящее время мы оцениваем успех по количеству денег, которые он приносит. Однако системы учета национальных богатств должны также принимать в расчет полную стоимость природных ресурсов и полную стоимость ухудшения состояния окружающей среды. Тот, кто загрязняет окружающую среду, должен нести расходы по ликвидации загрязнения (4).

Несмотря на то, что сейчас «экологическая» составляющая в расходной части российского бюджета мала, учитывая ее доминирующее положение в доходной части бюджета, а так же тот факт, что экспорт практически полностью остается природоемким, интерес, проявленный в России при обсуждении перехода страны на модель устойчивого развития, позволяет рассчитывать на возрастание учета экологических факторов как на макроэкономическом, та и на микроэкономическом уровнях.

В Российской Федерации 1 апреля 1996 года указом №440 была утверждена концепция перехода РФ к устойчивому развитию (5).

В этой связи в России неизбежно будут совершенствоваться и укрепляться экономические механизмы природопользования, методы экономической оценки экологических и природных ресурсов, принцип платности за пользование природными ресурсами и за загрязнение окружающей среды, добровольно принятие бизнесом мер по охране природы (6).

Таким образом, можно отметить, что достижение определенного уровня экономического развития в соответствии с концепции устойчивого развития рассматриваются не как самоцель, а как средство достижения необходимого уровня социального развития и экологической безопасности российского общества.

Литература

1. Doc UN/AS - 19/29, 1997. – p.5
2. Колбасов О.С. Международное экологическое право на пороге XXI века / (выступление на заседании Российской ассоциации международного права в 1998 году). – 19с.
3. Второй проект Всемирной стратегии охраны природы. Забота о Земле, Стратегии устойчивого существования. – Швейцария, Гланд, 1991. – 5с.
4. Программа действий / Составитель Майкд Китинг. – Женева, 1993.– 8с.
5. Концепция перехода Российской Федерации к устойчивому развитию // Экологическое право. Сборник нормативных актов. –М.: 1998. – С. 368-373.
6. Перелет Р.А. Взаимосвязь торговли и окружающей среды. – С.72

## **ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ РИСКИ ЗДОРОВЬЮ НАСЕЛЕНИЯ, СВЯЗАННЫЕ С ПРОСТРАНСТВЕННОЙ ДИНАМИКОЙ РАССЕИВАЮЩЕЙ СПОСОБНОСТИ АТМОСФЕРЫ ВОРОНЕЖСКОЙ ОБЛАСТИ**

Куролап С.А., Акимов Е.Л., Акимов Л.М.

Воронежский государственный университет, Воронеж, Россия

*skurolap@mail.ru*

Циркуляционные процессы в атмосфере во многом определяют биоклиматическую комфортность окружающей среды и экологические риски для здоровья населения. Целью настоящего исследования является анализ связи критериев общественного здоровья с динамикой рассеивающей способности атмосферы в пространственном аспекте на территории Воронежской области.

В качестве основного показателя рассеивающей способности атмосферы выбран метеорологический потенциал самоочищения атмосферы, предложенный Т.С. Селегей ( $K_m$ ), рассчитываемый по формуле :

$$K_m = \frac{P_{ш} + P_m}{P_o + P_v},$$

где повторяемость дней:  $P_{ш}$  - со штилем (0-1 м/с);  $P_m$  - с туманом;  $P_o$  - с осадками  $\geq 0,5$  мм;  $P_v$  - с ветром  $\geq 6$  м/с.

В случае если  $K_m > 1$ , то условия аккумуляции загрязняющих веществ в атмосфере преобладают над условиями, способствующими их рассеиванию, и, наоборот, чем меньше  $K_m$ , тем лучше условия для рассеивания вредных примесей.

В качестве исходной метеорологической информации для анализа потенциала рассеивающей способности атмосферы Воронежской области нами использованы ежедневные метеорологические характеристики, описывающие состояние атмосферы в основные сроки наблюдений (каждые 3 часа), за период с 1998 по 2015 гг., по 9 опорным метеорологическим станциям Воронежской об-

ласти. Используемые исходные данные размещены на официальном сайте Росгидромета РФ (Метеоцентр – <http://meteocenter.net/>).

Отмечено, что на территории Воронежской области в целом наблюдаются благоприятные условия рассеяния загрязняющих веществ, а распределение коэффициента самоочищения атмосферы носит выраженный субширотный характер и колеблется в пределах от 0,75 на юге области до 0,10 на севере и в центральной части, расположенной на Окско-Донской низменности.

Медико-географическая оценка состояния здоровья населения проведена на основе базы данных по параметрам общественного здоровья Воронежской области по территории 32 муниципальных районов и 2 городских округов (Воронежский, Борисоглебский) за аналогичный период по основным классам и некоторым социально-значимым болезням. Исходные данные по состоянию здоровья населения предоставлены Центром гигиены и эпидемиологии в Воронежской области.

С целью выявления влияния самоочищения атмосферы на здоровье населения проведен корреляционный анализ между показателями заболеваемости взрослого и детского населения в районах области с коэффициентом самоочищения как по средним многолетним данным за 18-летний период, так и по временным рядам изменения данных параметров в каждом муниципальном районе и городских округах региона.

Установлено, что наибольшие значения коэффициента корреляции ( $r$ ) средней степени наблюдаются между параметром самоочищения  $K_m$  и средними многолетними показателями заболеваемости населения болезнями органов дыхания ( $r = 0,44$ ), мочеполовой системой ( $r = 0,31$ ), раком предстательной железы ( $r = 0,26$ ). Положительная связь свидетельствует, что в районах с уменьшением рассеивающей способности атмосферы относительно среднеобластного уровня и, видимо, повышением загрязнения воздуха населенных мест, заболеваемость населения возрастает. Причем, наиболее чувствительными являются органы дыхания, мочеполовая система и предстательная железа мужского населения. Аналогичная слабая тенденция прослеживается также с репродуктивной патологией и болезнями крови. В распределении коэффициентов корреляции четко просматривается циркуляционный фактор атмосферы. В районах, расположенных к северо-западу от оси Воейкова и подверженных циклональной циркуляции, знак корреляционной связи отрицательный и обусловлен влиянием холодных, влажных ветров с Атлантики (повышение самоочищения при возрастании «жесткости» погоды в холодный период на фоне более сильных прохладных

ветров способствует росту заболеваемости). Фактор загрязнения атмосферы в данном случае существенного значения не имеет.

Помимо органов дыхания достаточно устойчива тенденция пространственных закономерностей также по болезням мочеполовой системы. Однако, в отличие от болезней органов дыхания ситуация иная. В пространственном распределении коэффициентов корреляции между параметром самоочищения атмосферы  $K_m$  и заболеваемостью болезнями мочеполовой системы взрослого населения Воронежской области, просматривается циркуляционный фактор, а также влияние ветрового режима и образа жизни населения (сельские жители, работающие на открытой местности, более подвержены заболеваниям мочеполовой системы). Так, в районах, расположенных к северо-западу от оси Воейкова и подверженных циклональной циркуляции, чаще наблюдается прямая зависимость увеличения заболеваемости взрослого населения при увеличении параметра самоочищения атмосферы  $K_m$ . На юге области, в районах расположенных юго-восточнее от оси Воейкова, знак корреляционной связи отрицательный, что дополнительно указывает на медико-географическую роль антициклонального типа погоды в проявлении заболеваний мочеполовой системы.

Четко просматривается и сезонность мочеполовых заболеваний, реагирующих на температурно-ветровые параметры. В летнее время на территории Воронежской области преобладает антициклональный тип погоды, обусловленный влиянием отрога Азорского антициклона. Наблюдается увеличение штилевых условий, что ведет к увеличению параметра  $K_m$ . Высокая температура воздуха при безоблачном небе и штилевые условия в летнее время, видимо, способствуют увеличению посещаемости населения водоемов, что, возможно, и приводит к переохлаждению (водоемы медленно прогреваются и температура воды ниже, чем воздуха), а в конечном итоге - к относительному увеличению заболеваемости болезнями мочеполовой системы. В зимний период холодные ветры с Атлантики способствуют развитию и обострению хронических болезней мочеполовой сферы.

Таким образом, положение оси Воейкова (ветрораздела) имеет определенное значение для формирования общественного здоровья. Полученные результаты рекомендуется использовать при обосновании программ профилактики климатообусловленных заболеваний населения.



# КОРПОРАТИВНАЯ СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ КРУПНОГО БИЗНЕСА НА ТЕРРИТОРИЯХ ПРИСУТСТВИЯ (НА ПРИМЕРЕ ГРАДООБРАЗУЮЩИХ ПРЕДПРИЯТИЙ РОССИИ)

Лазаренко В.А.

Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, Москва, РФ  
*lasarenko91@mail.ru*

Внимание к феномену «корпоративная социальная ответственность» (КСО) усилилось лишь в конце XX века, когда влияние компаний на социальную сферу и экологическую целостность регионов, а не только на акционеров и инвесторов, стало очевидным. Деятельность компаний в регионах присутствия определенно влияет на уровень и качество жизни населения, остается лишь открытым вопрос, в какой мере.

В данной работе мы придерживаемся следующего определения КСО бизнеса: «корпоративная социальная ответственность это обязательство бизнеса осуществлять добровольный вклад в развитие общества, включая социальную, экономическую и экологическую сферы, принятое компанией сверх того, что требует закон и экономическая ситуация».

В работе Стивена П. Роббинса и Мэри Коултер рассмотрено три основных подхода к понятию концепции КСО и отношению бизнеса к социально ответственной деятельности.

**Первый подход** обозначают как концепцию «*корпоративного эгоизма*». Считается, что это наиболее традиционный, классический подход к определению социальной ответственности бизнеса. Если бизнес не нарушает закон и права человека и исправно платит налоги, то неправильно «навязывать» бизнесу еще и социальную ответственность.

**Второй подход** называют концепцией «*корпоративного альтруизма*». Она является противоположной классическому подходу. Исходя из этой концепции, предприниматели должны вносить максимальный вклад в развитие общества, повышать качество жизни местных сообществ и сохранять окружающую среду. Согласно такому взгляду на деятельность бизнеса, компании являются открытыми системами и влияют на большое количество заинтересованных сторон (ЗС).

**Третий подход** – концепция «*разумного эгоизма*» (enlightened self-interest). Согласно ей, социальная ответственность приносит компании прибыль в долгосрочной перспективе, создает репутацию благополучной компании (хорошо влияет на т.н. «goodwill» – деловую репутацию) и формирует «эффект

публичности». По мнению экспертов, именно такой подход сегодня наиболее близок российским компаниям.

Доклад посвящен анализу взаимодействия крупнейших российских компаний с территориями присутствия. На примере ряда системообразующих предприятий проводится анализ отдельных компонентов корпоративной социальной ответственности: социальная активность в регионах присутствия, взаимодействие с заинтересованными сторонами и деятельность по сохранению окружающей среды.

Для исследования была составлена выборка из компаний, которые оказывают сильное влияние на регионы присутствия, в выборку вошло 20 компаний. Компании являются крупнейшими предприятиями России, согласно рейтингам Эксперт-400 и РБК 500 и их влияние на регионы присутствия высоко. На балансе многих из них (например, «Русал», «Росэнергоатом», «Лукойл», «Еврохим», «Норникель», «Газпром» и др.) находятся монофункциональные города, т.е. эти предприятия являются системообразующими для целого ряда городов России и их социально-экономическая деятельность во многом определяет состояние человеческого капитала целого ряда регионов.

Политика в сфере КСО в регионах присутствия выбранных компаний проверялась в годовых отчетах, содержащих нефинансовую информацию (нефинансовый отчет, отчет об УР, социальный отчет, интегрированный отчет) за последние три года и на сайтах компаний.

Матрица показателей, по которой проверялись компании, включала в себя три критерия:

1. Уровень социальной ответственности компании в регионах присутствия;
2. Качество взаимодействия с заинтересованными сторонами;
3. Раскрытие информации об экологическом влиянии на регионы и деятельность по защите окружающей среды.

В результате проведенного исследования установилась следующая картина. В целом, компании лучше всего раскрывают информацию и ведут свою деятельность в экологической сфере, менее качественно в сфере социальной политики и еще менее качественно в сфере взаимодействия со стейкхолдерами.

Больше половины исследуемых компаний (12 компаний из 20) проводят политику в сфере КСО на должном уровне, соблюдая мировые стандарты и применяя опыт зарубежных практик в сфере социальной политики. Следует отметить, что в пятерку лучших компаний в сфере КСО вошло три частных и две государственных компании, что говорит о том, что социальная деятельность не только прерогатива государства, но и обязанность частного бизнеса. В

сумме государственные компании набрали 186 баллов, что на 25 баллов меньше, чем у частных компаний (211 баллов). Это все косвенно указывает на то, что, вероятно, в России требования к социальной и экологической активности частного бизнеса выше, чем деятельность государственных компаний в этой сфере.

На основе исследования были сделаны следующие выводы:

– предприятия частного бизнеса активнее развивают комплексную политику в сфере корпоративной социальной ответственности в регионах присутствия, чем государственные компании. Такие результаты косвенно указывают на то, что в России требования к социальной и экологической деятельности частного бизнеса выше, чем к деятельности государственных компаний;

– политика КСО компаний в регионах присутствия не зависит от объема выручки компании. Возможно, социальная активность компаний базируется на других факторах. Такими факторами могут быть особые взаимоотношения с регионами присутствия, попытки повышения конкурентоспособности компании, практика формирования хорошей репутации, развитие общественной приемлемости;

– зачастую лидирующее положение в отрасли может неблагоприятно сказываться на политике КСО в регионах присутствия. Показателен пример Аэрофлота, Транснефти, ФСК ЕЭС и Газпрома. Компании являются крупнейшими игроками в своей отрасли (или монополистами) и оказывают сильное влияние на развитие регионов присутствия. Однако указанные компании не строят системного взаимодействия с регионами присутствия и не ведут комплексного и открытого диалога с заинтересованными сторонами.

– отличительной чертой политики КСО компаний атомной отрасли является высокий уровень взаимодействия с заинтересованными сторонами при относительно невысокой по качеству политике социальной деятельности в регионах присутствия. Наиболее вероятно, что такая практика связана с политикой компаний развития общественной приемлемости атомной энергетики.

## **УТИЛИЗАЦИЯ ОКИСЛИТЕЛЕЙ РАКЕТНОГО ТОПЛИВА НА ОСНОВЕ АЗОТНОЙ КИСЛОТЫ**

Мамедов Эл.Ш., Велиева Д.С., Алиева Ф.М., Мамедов А.Э.

Институт Катализа и Неорганической Химии им. академика М.Нагиева НАН  
Азербайджана, Баку, Азербайджан  
*namsa@science.az*

В мире сложилась такая ситуация когда ученые стали все больше уделять особое внимание процессам отрицательно влияющим на окружающую среду.

Очевидно, что промышленные отходы, являются постоянным источником загрязнения экологического состояния планеты.

Эти отходы, например, если только говорить о химических, могут являться ценным сырьем получения различных химических веществ, с целью их вторичного использования в промышленности.

За последние десятилетия в Германии произошли существенные перемены в обращении с отходами: от простого захоронения страна прошла путь к переработке и разумному использованию вторичных ресурсов. Процесс рециклинга - это любой способ утилизации, в результате которого материалы отходов подвергают переработке, делаящей изделия, материалы или химические вещества пригодными для их повторного использования. Германия является пионером в области рециклинга отходов как в Европе, так и за её пределами. Ни в одной другой стране не получают столько сырья из отходов, как в Германии. Немецкие технологии рециклинга являются ведущими во всем мире.

И поэтому первый этап развития системы рециклинга в Германии связывают с созданием в начале 60-х годов прошлого столетия Федерального союза немецкой промышленности по удалению и обезвреживанию отходов.

Одним из примеров отрицательного воздействия на экологию окружающей среды можно будет отметить и хранение по сегодняшний день некондиционных ракетных топлив.

На территории Союза Независимых Государств, в том числе и в Азербайджане сосредоточено большое количество не использованных со времен бывшего Советского Союза различных компонентов ракетного топлива. После распада Советского Союза, многие военные базы оказались перед фактом наличия различных токсичных компонентов ракетного топлива, которые в прошествии многих лет и по истечению срока хранения стали представлять серьезную угрозу окружающей среде и населению в ближайших пунктах проживания. В связи с этим задача ликвидации и утилизации накопленных компонентов ракетного топлива, является жизненно важной и весьма актуальной, требующей решения на международном уровне.

Как известно в жидкостных ракетных двигателях (ЖРД) в свое время применялись двухкомпонентные топлива (ТГ-02, ТМ-185 и т.д.) с использованием азотнокислых окислителей под техническим названием «Меланж». Эти окислители были разработаны в середине прошлого века.

Хранение всех этих компонентов в настоящее время приводит к риску нарушения экологического состояния в определенных регионах. Поэтому первоочередная задача это не дожидаясь экологической катастрофы приступить

как можно быстрее к ликвидации опасных для окружающей среды и человечества непригодных компонентов ракетного топлива.

Азотнокислые окислители – категория компонентов жидкого ракетного топлива применяемые в боевых ракетах, космических ракетах – носителях и т.д., где применение жидкого кислорода невозможно или не целесообразно из-за его испарения.

В состав этих окислителей входит концентрированная азотная кислота, четырёхокись азота, и ингибиторы коррозии, добавляемые для уменьшения коррозионного действия азотной кислоты и четырёхокси азота на коммуникации и аппаратуру ракетного двигателя, а также резервуары, в которых окислители хранятся.

Все окислители на основе азотной кислоты гигроскопичны, характеризуются сильно выраженными окислительными свойствами. Они являются сильнодействующими ядовитыми веществами, вследствие относительно низкой температуры кипения ( $22^{\circ}\text{C}$ ) четырёхокси азота.

### **Окислители типа АК**

Пары окислителя могут вызвать отравление при поступлении в организм человека через органы дыхания и кожные покровы.

Попадая на кожные покровы и слизистые оболочки, окислители вызывают химические ожоги разной степени тяжести. Увлажнение кожи способствует усилению поражения в три раза по сравнению с неувлажненной.

Первые признаки острого отравления парами окислителей развиваются вслед за воздействием их и выражаются першением в носоглотке, слезотечение, кашлем, ощущением стеснения в груди, головной болью, общей слабостью.

Через 0,5-1,0 час начальные явления исчезают и после скрытого периода (период мнимого благополучия), продолжающегося от 3 до 6 часов и более, состояние пострадавшего может резко ухудшиться в связи с развитием отека легких. В менее выраженных случаях начальные симптомы острого отравления могут пройти незаметно.

При длительном воздействии паров окислителей (предельно допустимая концентрация окислов азота в воздухе рабочей зоны составляет  $5 \text{ мг/м}^3$ ) наблюдаются: патологические изменения слизистой оболочки носа и носоглотки, нарушения функций нервной и сердечнососудистой системы, верхних дыхательных путей, биохимические изменения со стороны крови, понижение сопротивляемости организма к инфекциям, развитие хронических заболеваний органов пищеварения.

К настоящему времени существует и используется в основном два направления утилизации меланжа:

- путем уничтожения (сжигания). Этот путь по экономическим и экологическим причинам не может быть реализован в промышленных масштабах.

- путем переработки меланжа в продукцию производственно-технического назначения.

Широкие и интересные перспективы открываются при утилизации азотсодержащих окислителей, с одновременным производством продукции, направленной в область сельскохозяйственного использования.

Учитывая исключительную токсичность азотсодержащих окислителей ракетного топлива с помощью программы НАТО "Наука для мира и безопасности" Азербайджан завершил уничтожение запасов окислителей ракетного топлива, которое оставалось на территории государства еще со времен Советского Союза и представляло реальную опасность для населения страны и окружающей среды.

Около 1,3 тыс. тонн меланжа, который является очень токсичным веществом с высокой коррозионной способностью, переработано в нейтральную жидкую кальциевую селитру, т.е. удобрение для сельского хозяйства. Это было сделано в Азербайджане с использованием химического процесса, который не причинил никакого вреда окружающей среде.

Для осуществления работ использовался мобильный завод по переработке, который был построен в рамках совместного проекта правительства Азербайджана с НАТО. Проект был разработан и выполнялся Министерством обороны Азербайджана и национальной Академией наук. Азербайджанская сторона в свою очередь предоставила необходимые для реализации проекта инфраструктуру и материалы обеспечения.

Подобная технология утилизации окислителей ракетного топлива была в дальнейшем использована и в другой стране, которая сталкивалась с подобной проблемой. Конкретно в Узбекистане, где было уничтожено около 1,1 тыс. тонн меланжа.

## **О СООТНОШЕНИИ СОЦИАЛЬНОЙ, ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ И ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ФУНКЦИЙ «ЗЕЛеноЙ» ЭКОНОМИКИ**

Матова Н.И.

Филиал ФГБНУ «Институт природно-технических систем», Сочи, Россия

*lej06@yandex.ru*

В настоящее время наиболее широко используется определение, сформулированное ЮНЕП: «зеленой» является такая экономика, которая обеспечивает

долгосрочное повышение благосостояния людей и сокращает неравенство, позволяя будущим поколениям избежать существенных рисков для окружающей среды и ее обеднения [1, с.2].

Анализируя данное определение, хочется отметить, что формулировка «повышение благосостояния человека» несколько размыта. Если речь идет о росте благосостояния всех людей относительно достигнутого на данный момент уровня, то мы видим явное противоречие с одной из трех аксиом «зеленой» экономики – «Невозможно требовать удовлетворения бесконечно растущих потребностей в условиях ограниченности ресурсов». Единственное, что можно сказать в защиту такой трактовки – задача роста благосостояния действительно экономическая задача.

Однако, скорее всего, имеется в виду необходимость более справедливого или равномерного распределения благ в пространственном аспекте и между социальными слоями и группами населения. Эта задача решается скорее не самой экономикой, а ее *социальной надстройкой*, использующей различные перераспределительные механизмы и являющейся инструментом социальной политики государства. Таким образом, представляя цель «зеленой» экономики как «борьбу с бедностью», мы переходим в сферу общественно-социальных отношений.

Другая идеологическая концепция «зеленой» экономики, которой мы и придерживаемся, заключается в том, что она («зеленая» экономика) является *инструментом* достижения целей устойчивого развития, но не его альтернативой, поэтому не может и должна брать на себя решение задач во всех трех сферах триады «экономика – природная среда – общество». Задача формирования эффективной экономической модели с тремя целевыми функциями (собственно целевой функцией экономики – «максимальное удовлетворение потребностей общества в условиях ограниченности ресурсов», социальной – «отсутствие или сокращение бедности и нищеты» и экологической – «сохранение природных ресурсов и предотвращение экологических рисков») видится нам несколько утопичной. Компромисс, необходимый для одновременного решения задач с подобными, во многом антагонистическими, целевыми функциями, скорее всего, будет содержать слишком незначительное множество допустимых значений в виде вариантов и инструментов действий, что не позволит значимо продвигаться ко всем поставленным целям.

Используя математический аппарат, дадим формализованное представление концепции «зеленая» экономика как модели оптимизации экономической деятельности с соблюдением определенных требований. Идеологическая

наполненность характеризуется набором целевых функций и (или) ограничений.

Традиционная экономика может быть представлена производственной функцией, описывающей количественную зависимость между величинами выпуска продукции, работ, услуг (Q), характеризующих удовлетворение потребностей общества материальными и нематериальными продуктами, производимыми экономикой, и факторами производства, стремящейся к максимуму (формула 1).

$$Q = f(K, L, M, T, N) \Rightarrow \max, \quad (1)$$

где Q – объем выпуска материальных и нематериальных продуктов;

K – капитал;

L – труд;

M – природные ресурсы;

T – технология;

N – предпринимательские способности.

Таблица 1.

Дополнительные целевые установки, характеризующие специфику «зеленой» экономики, и соответствующие им целевые функции

Вид цели	Целевая установка	Целевая функция
Экологическая	Сохранение природных ресурсов и активов	Сумма используемых экономикой природных ресурсов стремиться к минимуму: $\Sigma M \Rightarrow \min$ (2)
Экологическая	Предотвращение загрязнения окружающей среды и экологических рисков	Доля применяемых в экономике технологий, предотвращающих или сокращающих загрязнение окружающей среды и экологические риски (Тэ), максимальна: $\frac{\Sigma Tэ}{\Sigma T} \Rightarrow \max$ (3)
Социальная	Отсутствие или сокращение бедности и нищеты	Количество рабочих мест, создаваемых «зеленой» экономикой (Lзэ), увеличивается относительно количества рабочих мест в «коричневой» экономике, а также в динамике $\Sigma Lзэ \Rightarrow \max$ (4) Доля предпринимателей (владельцев бизнеса, менеджеров), учитывающих при принятии управленческих решений принципы социальной справедливости и ответственности (социально ответственный бизнес, Nco), максимальна: $\frac{\Sigma Nco}{\Sigma N} \Rightarrow \max$ (5)



Принятие решения об объемах и направлениях экономической деятельности – начале производства нового продукта (товаров, работ, услуг), планируемых масштабах существующего производства или о необходимости его реконструкции, – то есть нахождение значения производственной функции для конкретного предприятия, региона или страны в целом, в модели «зеленой» экономики сводится к вариационным исчислениям в условиях существования дополнительных целевых установок.

При решении поставленной задачи целесообразно в качестве первого шага провести ранжирование части целей по значимости, а второго – перевести остальные целевые функции в ограничения. Предлагаем в качестве целевых функций оставить экологические, а социальные представить в виде ограничений. Подобный подход обосновывается тем, что, с одной стороны, экономическая система по природе своей не предназначена для решения социальных проблем, с другой – инструменты, позволяющие запустить основополагающие механизмы сглаживания существующего сегодня катастрофического социально-экономического неравенства (образование, воспитание, нравственность, духовность и т.д.), находятся во внеэкономических сферах.

Оптимальный вариант функционирования «зеленой» экономики можно описать, используя модель оптимума Парето: общественное экономическое и экологическое благосостояние максимально при таком состоянии экономики и природной среды, когда никто (предприятие, отрасль, регион, страна) не может улучшить свое положение, не ухудшая положение (экономическое или экологическое) другого.

Здесь уместно вспомнить слова нобелевского лауреата по экономике Амартия Сена: «состояние общества может быть оптимальным по Парето, но при этом одни могут находиться в крайней нищете, а другие купаться в роскоши, поскольку нищета одних не может быть смягчена без снижения уровня роскоши богатых». И только осознанная, и в этом смысле добровольная, готовность общества и экономики к ограничениям и уступкам в настоящем ради будущего и справедливости, является основным условием для перехода к «зеленой» экономике, а в дальнейшем – к устойчивому развитию не только на локальном, но и на глобальном уровнях [2].

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Навстречу «зеленой» экономике: пути к устойчивому развитию и искоренению бедности - обобщающий доклад для представителей властных структур. – ЮНЕП, 2011. – URL: [http:// www.unep.org/green-economy](http://www.unep.org/green-economy) (дата обращения: 01.07.2017)

2. Матова Н.И. Содержание понятия «зеленая» экономика в современных российских условиях / Н.И. Матова // Регионы России в новых экономических условиях: материалы научно-практической конференции. – Сочи, 2016. – С. 66-75.

## **ГЛОБАЛЬНОЕ ЗАГРЯЗНЕНИЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ И НЕКОТОРЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА И ВОДНЫХ РЕСУРСОВ**

Милюткин В.А., Бородулин И.В., Агарков Е.А., Кнурова Г.В.  
Самарская государственная сельскохозяйственная академия,  
ООО «ЭКОВОЛГА», ООО «Агробиомашконсалт», Самара, РФ  
*oiapp@mail.ru*

Глобальные экологические проблемы главным образом связаны с глобальными экономическими проблемами – это общемировые процессы, касающиеся всего человечества на планете.

Однако глобальные проблемы складываются из региональных, решение которых менее затратно и более эффективно. В связи с чем, нами проводится большая работа по научному изысканию технологий и технических средств по обеспечению экологической безопасности атмосферного воздуха и водных ресурсов [1-11]. Указанная научно-внедренческая работа классифицируется по следующей схеме рис.1 на основе изобретений, открытий, испытаний экспериментальных устройств, сооружений и технических конструкций для очистки водоемов от загрязнений глобального характера – сине-зеленых водорослей – цианобактерий и для снижения загрязнения воздуха топочными газами ГРЭС с отбором углекислого газа и дальнейшего его использования в биореакторах для стимулирования роста биологической массы цианобактерий с переработкой их в плазменно-энергетическом реакторе в биотопливо III поколения [12-13].

Экологизацию водных систем, наряду с различными технологиями и способами, рекомендуется осуществлять различными локальными и большеобъемными техническими средствами – сборщиками по конструкциям полученных патентов на изобретения: 2851172, 2555896, 2582365, 2596017 и рядом заявок на изобретения. Однако в технологии экологической реабилитации водоемов существенным является сбор донных отложений акромулирующих в течении более 3,5 млрд.лет (время определенное в научных источниках – как время жизнедеятельности сине-зеленых водорослей) основу непрерывного роста и развития водорослей при наступлении благоприятных условий – тепло и свет (летнее время для средней полосы), для чего разработаны патенты на изобретения 5131618 и 5156048.

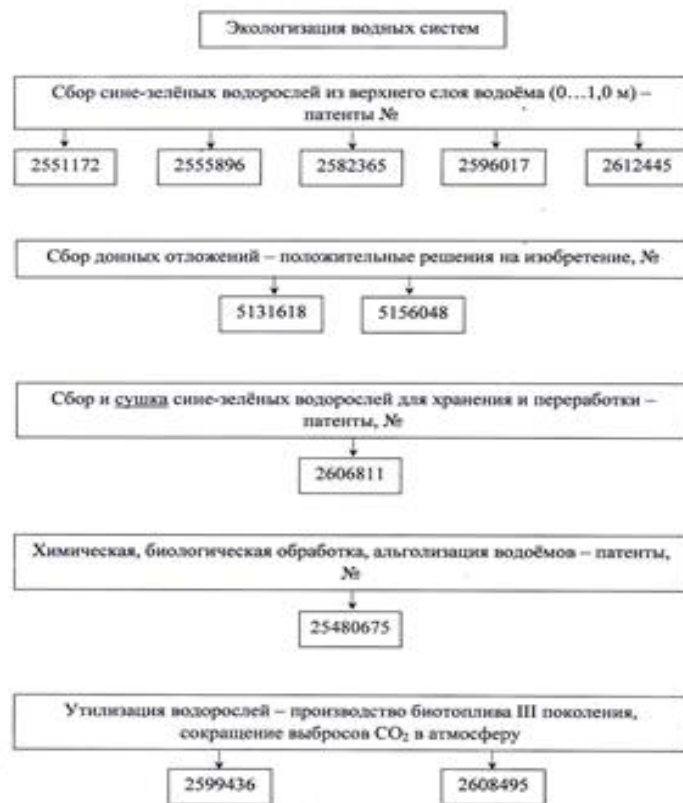


Рисунок 1 Классификация устройств и технологий (патенты на изобретения) для экологизации водоёмов и водостоков сбором и утилизацией сине-зелёных водорослей (цианобактерий)

В связи с сезонностью возможного сбора сине-зеленых водорослей при планировании их дальнейшего использования нами разработана и запатентована сушилка сине-зеленых водорослей (патент № 2606811) для их хранения и переработки в течение года в биотопливо III поколения.

Для утилизации сине-зеленых водорослей с производством из них по перспективным технологиям биотоплива III поколения с одновременным использованием печных газов ГРЭС с большим количеством углекислого газа и азота для интенсивного наращивания биомассы водорослей, разработаны устройство и способ в соответствии с полученными патентами на изобретение [12-13]. 2599436 и 2608495

Для эффективного проведения экологической очистки химическими и биологическими (альголизация) способами для равномерного распределения химических препаратов и биологических средств – хлореллы в толщи воды разработано специальное устройство в соответствии с патентом на изобретение 25480675.

В целом комплекс мероприятий с использованием разработанных технико–технологических средств позволяет осуществлять экологическую региональную реабилитацию водоемов.

#### Литература

1. Милюткин В.А. Технические средства для обеспечения безопасной экологической среды в водоемах / В.А. Милюткин, И.В. Бородулин, З.П. Антонова, Н.Ф. Стребков // «Прикладные науки и технологии в США и Европе, общие проблемы и научные открытия» – США: Нью-Йорк, 2014 – с. 216-220.
2. Патент № 2548075 Российская Федерация, МПК C02F 3/00. Устройство для очистки водоемов от сине-зеленых водорослей с помощью биопрепарата / Милюткин В.А., Стребков Н.Ф., Котов Д.Н.; Заявл. 24.06.2013; опубл. 10.04.2015, Бюл.№ 10. – 5с.
3. Патент № 2551172 Российская Федерация, МПК C02F 3/00 Устройство для очистки водоемов от сине-зеленых водорослей/ Милюткин В.А., Стребков Н.Ф., Бородулин И.В., Котов Д.Н.; Заявл. 28.01.2014; опубл. 20.05.2015, Бюл.№ 14. – 5с.
4. Патент № 2555896 Российская Федерация, МПК C 02 F 1/00. Устройство для очистки водоемов от сине-зеленых водорослей / Милюткин В.А., Стребков Н.Ф., Бородулин И.В.; Заявл. 20.02.2014г., Опубл. 10.07.2015г., Бюл. №19. – 5с.
5. Патент № 2582365. Российская Федерация, МПК E 02B15/10, Устройство для очистки водоемов от сине-зеленых водорослей. / Милюткин В.А., Стребков Н.Ф., Бородулин И.В.: Заявл. 31.07.2014; опубл. 20.02.2016, Бюл.№ – 5с.
6. Патент №2596017. Российская Федерация, МПК E02B15/00, A01D 44/00. Агрегат для очистки водоемов от водорослей. /Милюткин В.А., Стребков Н.Ф., Котов Д.Н., Бородулин И.В.; Заявл. 28.05.2015; опубл. 27.08.2016, Бюл.№24. – 5с.
7. Милюткин В.А. Технологии и технические средства механического сбора сине-зеленых водорослей в водоеме / В.А. Милюткин, Г.В. Кнурова, С.П. Симченкова, В.Н. Сысоев, И.В. Бородулин, З.П. Антонова// Сборник научных статей по итогам международной научно-практической конференции – Санкт-Петербург, 2014. – с. 79-82.
8. Милюткин В.А. Техническое устройство и технология для биологической (химической, бактериологической) борьбы с сине-зелеными водорослями / В.А. Милюткин, С.П. Симченкова, Г.В. Кнурова и др.// Сборник научных статей по итогам международной научно-практической конференции –Санкт-Петербург, 2014. – С. 83-85.
9. Милюткин В.А. Технологии и технические средства (на уровне изобретений – патентов) эффективного использование сине-зеленых водорослей (цианобактерий) / В.А. Милюткин, И.В. Бородулин// American Journal of Science and Technologies. – 2015. – Т.2 – №2(20). – С. 595-601.
10. Милюткин В.А. Энергосберегающая технология сбора и утилизации сине-зеленых водорослей с открытых водных поверхностей мобильным, автономным комплексом / В.А. Милюткин, И.В. Бородулин // Международная научно-практическая конференция «Энергосбережение в сельском хозяйстве» – Ярославль, 2016. – С. 32-37.
11. Патент №2606811. Российская Федерация, МПК A01D 44/00. Сушилка для сине-зеленых водорослей /Милюткин В.А., Бородулин И.В., Стребков Н.Ф., Антонова З.П.; Заявл. 13.08.2015; опубл. 10.01.2017. Бюл. №1. – 5с.

12. Патент № 2608495. Российская Федерация, МПК А 01G 7/02. Способ утилизации продуктов сгорания энергоустановок, использующих природный газ /Бородулин И.В., Милюткин В.А., Антонова З.П., Панкеев С.А.; Заявл. 04.08.2015; опубл. 18.01.2017. Бюл. №2. – 5с.

13. Патент № 2599436. Российская Федерация, МПК С12 М1/04, А 01G 7/02. Устройство для утилизации продуктов сгорания энергоустановок использующих природный газ. / Бородулин И.В., Милюткин В.А., Антонова З.П., Панкеев С.А.; Заявл. 04.08.2015; опубл. 10.10.2016. – 5с.

## **СКРИНИНГ СОСТОЯНИЯ УРБЭКОСИСТЕМ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДА БИОИНДИКАЦИИ (НА ПРИМЕРЕ Г. КАЗАНЬ)**

Минакова Е.А.<sup>1</sup>, Шлычков А.П.<sup>2</sup>, Галеева А.З.<sup>1</sup>, Батрова С.Ф.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Казанский (Приволжский) федеральный университет, Казань, Россия

<sup>2</sup>Институт проблем экологии и недропользования АН РТ, Казань, Россия

*ekologyhel@mail.ru*

Основными элементами системы озеленения города являются парки, сады, озелененные территории жилых и промышленных районов, набережные, бульвары, скверы, защитные зоны. Растительность в этих искусственных городских ландшафтах, как средовосстанавливающая система, обеспечивает комфортность условий проживания людей в городе, регулирует (в определенных пределах) газовый состав воздуха и степень его загрязненности, климатические характеристики городских территорий, снижает влияние шумового фактора и является источником эстетического восприятия [1].

Казань является крупным промышленным центром Российской Федерации. Ведущими отраслями, оказывающими существенное влияние на загрязнение атмосферного воздуха, являются машиностроение, химическая и легкая промышленность. На территории города расположено свыше 140 крупных и более 70 тысяч средних и мелких предприятий, образующих несколько крупных промышленных зон. Основными веществами, загрязняющими атмосферный воздух г. Казани, являются: ЛОС, оксиды азота, оксид углерода, углеводороды (без ЛОС), диоксиды серы. Уровень загрязнения атмосферного воздуха в г. Казани характеризуется как «высокий». Общее количество выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух от стационарных источников в 2012 г. составили 288,1 тыс. т, а автотранспорта - 317,3 тыс. т или 52,4%.

Несмотря на то, что согласно Строительным нормам и правилам СНиП 2.07.01-89 "Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений" (утв. постановлением Госстроя СССР от 16 мая 1989 г. N 78) уровень озелененности территории застройки населенных пунктов должен быть не

менее 40%, а в границах территории жилого района - не менее 25% (включая суммарную площадь озелененной территории микрорайона), анализ данных исполнительного комитета г. Казань указывает на недостаточную степень озеленения города (16 %) [2].

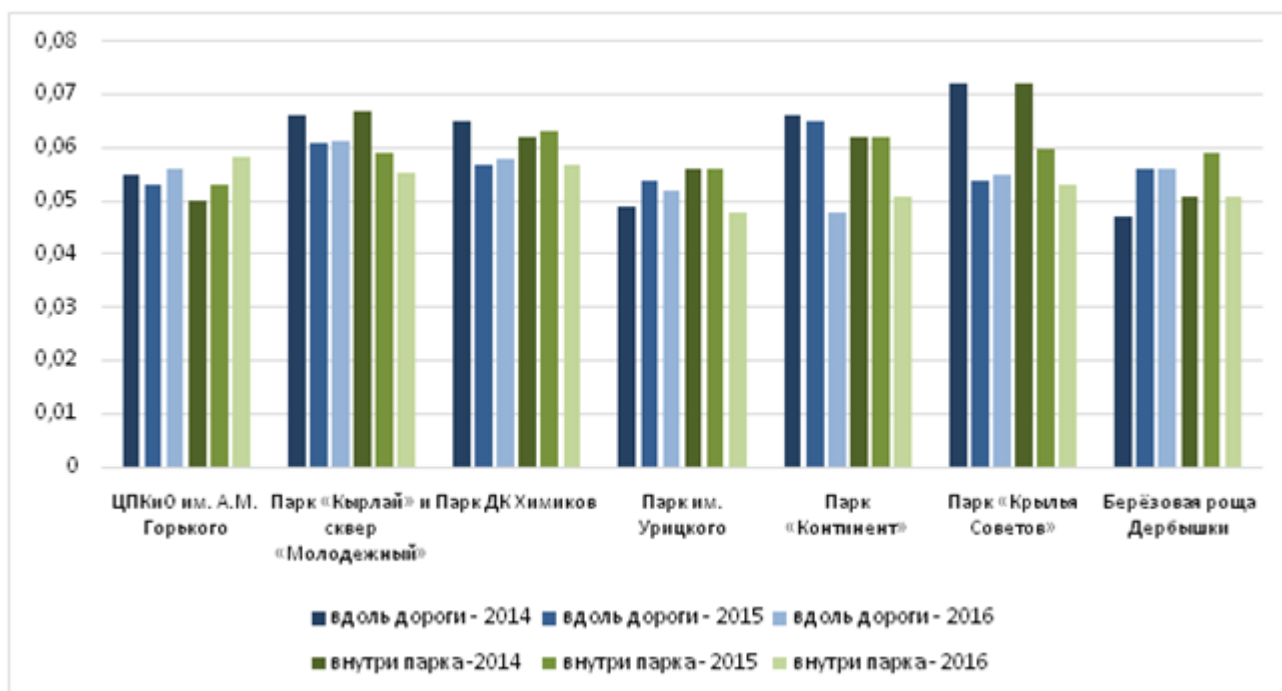
Биологический мониторинг позволяет интегрально оценить состояние окружающей среды и провести скрининг антропогенного воздействия на живые объекты. Одним из универсальных биоиндикационных методов является метод флуктуирующей асимметрии. Флуктуирующей асимметрией (ФА) - называют небольшие ненаправленные (случайные) отклонения от двусторонней симметрии у организмов или их частей. Показатель ФА позволяет фиксировать даже незначительные отклонения параметров среды, еще не приводящих к существенному снижению жизнеспособности особи. В основу данного исследования положена методика оценки качества среды, разработанная авторским коллективом ученых под руководством д.б.н., чл.-корр. РАН В.М. Захарова [3].

Результаты, изложенные в настоящей работе, являются частью комплексных территориального биоэкологического исследований территории Республики Татарстан [2, 4-5], проводимых на кафедре биоэкологии, гигиены и общественного здоровья Казанского федерального университета с 2012 г. Объектом исследования для определения степени нарушения стабильности развития выбрана береза повислая (*Betula pendula* Roth.), дерево семейства Березовые (*Betulaceae*).

Отбор материала проводился в 2014 – 2016 г.г. Были заложены семь площадок на рекреационных территориях г. Казани. На каждой площадке закладывались две точки отбора:

- внутри парковой зоны
- на границе парка и придорожной полосы на расстоянии 10 - 30 м. от зоны влияния автодорог.

По результатам проведенных измерений нами рассчитаны величины ФА, значения которых приведены на рис.1. На всех обследованных площадках отмечен уровень ФА, превышающий величину условной нормы, что свидетельствует о критическом состоянии среды в изученных рекреационных территориях г. Казани.



Рисинок 1. Динамика индекса ФА в парках г. Казани (2014 – 2016 г.г.)

При сопоставлении показателей ФА на внутривпарковых и придорожных участках в пределах одной площадки нами было обнаружено отсутствие значительных различий показателей ФА, что может свидетельствовать о недостаточных размерах рекреационных зон г. Казани, и как следствие, о недостаточном потенциале рекреационных территорий способствовать улучшению качества окружающей среды.

Обследованные рекреационные территории г. Казани в соответствии с выявленным качеством окружающей среды были сгруппированы нами на две группы:

- территории с критическим состоянием окружающей среды (парк «ДК Химиков», парк «Континент», парк «Кырлай», парк «Крылья Советов»)
- территории с существенными отклонениями качества окружающей среды от нормы («ЦПКиО им. Горького», парк «Урицкого», сквер «Березовая роща (Дербышки)»).

Кроме того, нами были получены усредненные значения показателей ФА по площадкам за весь период наблюдения и построен тренд изменения индекса ФА (рис. 2). Как следует из графика, за рассмотренный период обнаруживается тенденция снижения показателя ФА, и, следовательно, улучшения качества окружающей среды.

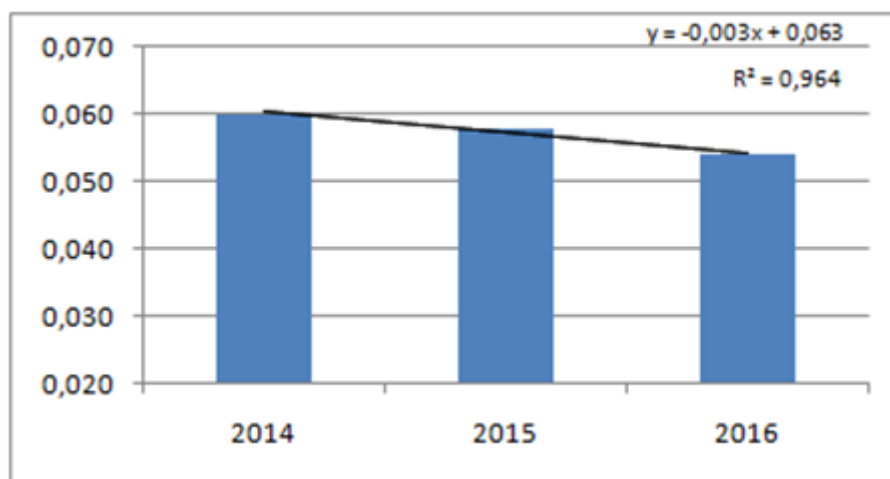


Рисунок 2. Усредненные значения ФА в г. Казань (внутри парков и вдоль дорог)

В целом снижение значений показателя ФА по г. Казани позволяет говорить о самовосстановлении березы повислой (*Betula pendula* Roth.) после проведения ряда мероприятий (масштабной высадки деревьев «Зеленый рекорд», строительства дорожных развязок и подземных пешеходных переходов), направленных на снижение антропогенной нагрузки, обусловленной выбросами автотранспорта.

#### Литература

1. Тетиор А.Н. Городская экология. 3-е изд. – М. : Издательский центр «Академия», 2008. – 336 с.
2. Минакова Е.А. Оценка качества окружающей среды рекреационных территорий г. Казани/Е.А. Минакова, А.П. Шлычков // Научно - методический информационный журнал «Вестник НЦ БЖД». – 2015. – № 2 (24). – С. 126 - 131
3. Захаров В.М. Здоровье среды: методика оценки / В.М. Захаров, А.С. Баранов, В.И. Борисов и др. – М.: Центр экологической политики России, 2000. – 68 с.
4. Минакова Е.А. Оценка окружающей среды урбосистемы г. Казань с использованием метода биоиндикации: придорожные территории/ Е.А.Минакова, А.П. Шлычков, И.Г. Шайхиев // Вестник Казанского технологического университета. – 2015. – Т. 18. – № 17. – С. 225-230.
5. Минакова Е.А. Оценка экологического состояния урбосистемы г. Казани с использованием метода флуктуирующей асимметрии листовой пластинке березы повислой (*Betula pendula*) / Е.А. Минакова, Л.М. Кустова, А.П. Шлычков // Вестник Татарстанского отделения Российской Экологической Академии «Экология и промышленная безопасность» – 2013. – № 3 – С. 96 - 98.



# **ИНСТИТУЦИОНАЛЬНЫЕ И ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ И УСЛОВИЯ ПЕРЕХОДА НА МОДЕЛЬ «ЗЕЛЕННОГО» ЭКОНОМИЧЕСКОГО РОСТА В РЕГИОНАХ ТУРИСТСКОЙ СПЕЦИАЛИЗАЦИИ**

Мишулина С. И.

ФГБНУ Институт природно-технических систем (Филиал в г. Сочи), Сочи

*MISHulSV@yandex.ru*

Поиск решения экологических проблем, угрожающих существованию человечества как биологического вида, безуспешность попыток примирить социум, экономику и экологию в рамках действующей «коричневой» модели экономического развития привели к необходимости смены экономической модели. В поиске альтернативы «коричневой» экономике, не обеспечивающей эффективного использования природных ресурсов, характеризующейся истощением природного капитала, утратой биоразнообразия, климатическими изменениями, ростом экологических рисков и угроз, была разработана модель «зеленой» экономики.

В настоящее время можно констатировать отсутствие общепринятого определения «зеленой» экономики. Национальные трактовки варьируются в зависимости от остроты тех или иных социально-экономических и экологических проблем, с которыми сталкиваются эти страны.

Международными организациями используется достаточно широкое определение, сформулированное ЮНЕП, согласно которому «зеленой» является такая экономика, которая обеспечивает долгосрочное повышение благосостояния людей и сокращает неравенство, позволяя будущим поколениям избежать существенных рисков для окружающей среды и ее обеднения. В то же время, ЮНЕП даже в своих документах периодически использует иные определения, что свидетельствует об отсутствии однозначного понимания сущности «зеленой» экономики и актуальности соответствующих исследований. Важным, на наш взгляд, при решении этой задачи является то, что «зеленая» экономика - это не сектор(а) экономики, не отдельный вид деятельности, а экологически безопасная, социально ориентированная экономика. Ее построение предполагает эколого обусловленную (направленную) инновационную модернизацию (техническую, технологическую, организационную, институциональную и ментальную) всех секторов экономики и сферы потребления.

Отличительной чертой «зеленой» экономики является то, что ее субъекты при выборе варианта действий принимают и осознанно применяют ограничения, накладываемые соображениями сохранения природной среды, а также со-

циального благополучия. Иными словами, цель субъектов «зеленой» экономики – не только максимальная выгода при минимуме затрат, но еще и минимизация негативного воздействия на природную среду на всех этапах жизненного цикла продукта.

Индустрия туризма является динамично развивающимся сектором мировой экономики, создающим почти десять процентов мирового ВВП и обеспечивающим занятость каждого одиннадцатого, занятого в мировой экономике. Обладая мультипликативным эффектом, она воздействует на развитие широкого спектра отраслей экономики, так или иначе вовлеченных в производство туристского продукта. Оказывая положительный эффект на экономику на региональном, национальном и глобальном уровнях, туризм, одновременно, характеризуется высоким уровнем негативного воздействия на окружающую природную и культурную среду. Вклад туризма в глобальное потепление, по некоторым оценкам, уже сегодня составляет 5% от общих мировых выбросов CO<sub>2</sub>. При сохранении существующего сценария развития к 2050 году прогнозируемые темпы роста туризма приведут к увеличению потребления энергии (154%), выбросов парниковых газов (131%), потребления воды (152%) и росту объемов твердых отходов (251%).

Место и роль туризма в мировой экономике, а также острота экологических проблем, связанных с его развитием, определяют актуальность проблемы выявления факторов и условий экологизации индустрии туризма, формирования «зеленой» индустрии туризма.

Анализ факторов (причин, движущих сил) развития «зеленой» экономики позволяет выделить общие (для всех отраслей) и специфические, характерные для индустрии туризма, факторы развития «зеленой» экономики и «зеленого» туризма. К общим можно отнести следующие экономические и институциональные факторы:

- необходимость обеспечения национальной безопасности (энергетической, продовольственной, экологической);
- рост спроса на экологически безопасную продукцию и услуги;
- возможность получения двойного выигрыша: снижения операционных затрат и негативного воздействия на окружающую среду, повышения конкурентоспособности продукции;
- мультипликативный эффект «зеленой» экономики;
- роль «зеленых» инноваций в обеспечении перехода к шестому технологическому укладу;

- институциональные (международные и внутринациональные обязательства, ужесточение законодательства, развитие систем экологической стандартизации и сертификации, образование, культура и традиции) и инвестиционные факторы развития «зеленой» экономики на региональном, национальном и глобальном уровнях.

К особенностям, определяющим значимость и темпы экологизации индустрии туризма, следует отнести:

- высокую зависимость качества и объема туристского продукта от состава и состояния природного и культурного капитала, доступного для его производства;

- вовлеченность в процессы производства и потребления туристского продукта широкого круга стейкхолдеров и необходимость согласования их эколого-экономических интересов;

- конкуренция за право использования ресурсов между индустрией туризма и другими секторами экономики;

- преобладание микро, малых и средних предприятий как в самой индустрии туризма, так и в секторах, обеспечивающих их функционирование. Как следствие – отсутствие общего понимания целей, задач и путей «озеленения» индустрии;

- высокая наукоемкость «зеленых» инноваций, требующая значительных инвестиций, которыми, как правило, не обладают микро, малые и средние предприятия;

- мультипликативный эффект туризма и его влияние на уровень и качество жизни населения.

Важнейшими условиями «озеленения» индустрии туризма являются:

- политическая воля и активная поддержка государства, синхронизация целей развития, планов и программ экологизации различных секторов и отраслей экономики;

- «озеленение» планирования развития туристских дестинаций;

- вовлеченность всех стейкхолдеров и координация их усилий;

- доступность информационных, научных, образовательных, финансовых, инвестиционных ресурсов, необходимых для формирования благоприятной среды для «зеленых» инноваций в туризме;

- развитие программ разработки «зеленых» инноваций и поддержки их реализации (различные формы стимулирования);

- повышение уровня экологической культуры населения.

## Литература

1. The Economic Impact of Travel & Tourism: 2016 Annual Update – Summary. World Travel & Tourism Council. – URL: [http://www.wttc.org/-/media/files/reports/economic-impact-research/2016-documents/economic-impact-summary-2016\\_a4-web.pdf](http://www.wttc.org/-/media/files/reports/economic-impact-research/2016-documents/economic-impact-summary-2016_a4-web.pdf) (дата обращения 16 ноября 2016 г.)
2. Программа устойчивого туризма в составе 10-летней рамочной программы в области Устойчивого потребления и производства. – URL: [www.unep.org/10yfp/tourism](http://www.unep.org/10yfp/tourism) (дата обращения 16 ноября 2016 г.)

### **СОВРЕМЕННЫЕ АСПЕКТЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МИКРООРГАНИЗМОВ И РАСТЕНИЙ ДЛЯ ОЧИСТКИ НЕФТЕЗАГРЯЗНЕННЫХ ПОЧВ**

Муратова А.Ю., Панченко Л.В., Семина Д.В., Турковская О.В.

ФГБУН Институт биохимии и физиологии растений и микроорганизмов Российской академии наук, Саратов, Россия

*amuratova@yahoo.com*

В современном мире углеводороды являются самым распространенным и востребованным сырьем и источником энергии, и, как следствие, наиболее масштабным загрязнителем окружающей среды, особенно в регионах их добычи, транспортировки и переработки. В результате деятельности предприятий нефтегазовой отрасли возникает необходимость очистки больших и малых территорий почвенных и водных объектов, пострадавших от нефтяного загрязнения, а также проблема утилизации отходов переработки, содержащих значительные количества углеводородных поллютантов. Современным подходом в очистке нефтезагрязненных объектов является применение технологий био- и фиторемедиации, основанных на использовании жизнедеятельности живых организмов. Растительно-микробные ассоциации и симбиозы с гибким метаболизмом и уникальными ферментными системами имеют большие преимущества для выживания в экстремальных условиях нефтезагрязненных экосистем, и их выживание обусловлено не только увеличением толерантности к ксенобиотикам, но также активным удалением токсичных веществ из окружающей среды. Микроорганизмы, утилизирующие углеводороды в качестве единственного источника углерода и энергии, в биоремедиации составляют основу таких технологий как биостимуляция, биоаугментация, а также ризоремедиация. За последние десятилетия учеными разработаны многочисленные биопрепараты нефтедеструкторов на основе монокультур и микробных консорциумов, с удобрениями, структураторами и эмульгаторами для повышения качества очистки. В течение многих лет использования микробных биопрепаратов-нефтедеструкторов обнаружались и связанные с ними серьезные проблемы,

среди которых отсутствие универсальной эффективности существующих биопрепаратов при использовании в различных климатических условиях; постепенная утрата специфической активности у селекционированных штаммов, составляющих основу того или иного биопрепарата; часто встречающееся несоответствие коммерческих биопрепаратов заявленным характеристикам не только по деструктивной активности, но и по микробному составу. При этом, отмечается, что наиболее эффективными являются биопрепараты на основе природных углеводородокисляющих микроорганизмов, выделенных в конкретной климатической зоне, так как микрофлора, не характерная для той или иной экосистемы, вносимая в составе биопрепаратов, может подавляться аборигенными микробными популяциями (Андреева и др., 2006). Все перечисленное свидетельствует о том, что поиск новых штаммов микроорганизмов и разработка на их основе альтернативных биопрепаратов-нефтедеструкторов остаются актуальными, т.к. применение их в экологической биотехнологии по-прежнему востребовано природоохранными организациями различного уровня.

В представленной работе изложены результаты исследования новых свободноживущих и ризосферных микроорганизмов-деструкторов нефтяных углеводородов для использования их в технологиях био- и фиторемедиации.

Объектами исследования являлись 80 штаммов-деструкторов углеводородов, 26 – из коллекции ризосферных микроорганизмов ИБФРМ РАН и 54 – вновь выделенные изоляты из образцов ризосферы растений и неризосферного нефтезагрязненного грунта. В результате скрининга были отобраны два наиболее активных штамма-деструктора нефти: S-33, выделенный из ризосферы люцерны серповидной (*Medicago falcata* L.), и 100н, выделенный из образцов нефтешлама. Исследование деструктивной активности у этих микроорганизмов по отношению к нефти (1%) показало, что штамм S-33 способен разрушать 49, а штамм 101н – 46% нефти в течение 7 сут. культивирования. Фракционный анализ остаточной нефти свидетельствовал о том, что микробной деградации подвергались все основные ее фракции: парафины, нафтены, моно-, би- и полициклические ароматические углеводороды, а также спирто-бензольные смолы. Штамм 101н в большей степени подвергал деградации ароматические фракции нефти а ризосферный штамм S-33 – парафиновые углеводороды. На основании изучения культурально-морфологических, физиолого-биохимических и генетических признаков штаммы-деструкторы нефтяных углеводородов S-33 и 101н были идентифицированы как *Acinetobacter* sp. и *Achromobacter marplatensis* соответственно.

Испытание деструктивной активности штамма *A. marplatensis* 101н по отношению к нефтяным углеводородам с использованием реальных нефтезагрязненных отходов показало, что исследуемый микроорганизм в сочетании с аммиачной селитрой, (100 мг/кг), за 30 сут. культивирования способен подвергать деградации 49% от общей суммы нефтяных углеводородов, присутствующих в концентрации 274 г/кг в грунте с повышенной кислотностью (рН 4,9). Деградация нефтешлама, добавленного в жидкую минеральную среду в концентрации 15%, за 10 сут. культивирования штамма *A. marplatensis* 101н составила 30%.

На основании ранее проведенных экспериментов была показана перспективность использования растений люцерны для фиторемедиации нефтезагрязненного грунта (Muratova et al., 2008; Panchenko et al., 2017), а использование микробного инокулянта может повысить эффективность очистки. В результате 2,5-мес. почвенного эксперимента по биоремедиации оригинального загрязненного нефтешламом грунта (14,3 г/кг) с применением штамма *Acinetobacter* sp. S-33 и люцерны серповидной было установлено, что наиболее эффективная очистка (39%) достигалась при использовании растительно-микробной композиции *M. falcata* – *Acinetobacter* sp. S-33, успешно деградирующей фракции ароматических углеводородов. Показано, что инокуляция растения штаммом *Acinetobacter* sp. S-33 увеличивала прирост как корней, так и побегов растения более, чем на 40% и оказывала влияние на почвенный микробоценоз.

По результатам проведенных экспериментов можно заключить, что штаммы микроорганизмов-деструкторов нефтяных углеводородов *Acinetobacter* sp.S-33 и *A. marplatensis* могут быть перспективны для разработки на их основе микробного биопрепарата для обработки нефтезагрязненных почв и отходов.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Андреева И.С. Психротолерантные штаммы-нефтедеструкторы для биоремедиации почв и водной среды / И.С. Андреева, Е.К. Емельянова, С.Н. Загребельный, С.Е. Олькин, И.К. Резникова, В.Е. Репин // Биотехнология. –2006. – № 1. – С. 43-52.
2. Muratova A.Yu. Phytoremediation of oil-sludge-contaminated soil / A. Yu. Muratova, T.V. Dmitrieva, L.V. Panchenko, O.V. Turkovskaya // Int. J. Phytorem. –2008. – V.10. –№ 6. – P. 486-502.
3. Panchenko L, Muratova A., Turkovskaya O. Comparison of the phytoremediation potentials of *Medicago falcata* L. and *Medicago sativa* L. in aged oil-sludge-contaminated soil / L. Panchenko, A. Muratova, O. Turkovskaya // Environ. Sci Poll Res. – 2017. – Vol. 24. – P. 3117–3130.

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПОВЕДЕНЧЕСКИХ РЕАКЦИЙ *DAPHNIA MAGNA* ДЛЯ ОЦЕНКИ ТОКСИЧНОСТИ ОБЪЕКТОВ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Никитин О.В., Насырова Э.И., Нуриахметова В.Р., Латыпова В.З.

Казанский федеральный университет, Казань, Россия

*nikitin-kfu@mail.ru*

На современном этапе развития техники возможно чувствительное определение наличия токсических веществ в воде по поведенческим характеристикам тест-объектов, посредством компьютерного анализа их цифровых изображений. Первые работы, связанные с оценкой поведения тест-организмов и токсичности среды подобными методами появились в конце 80-х – начале 90-х гг. XX в. Из-за низких вычислительных мощностей компьютеров, исследователи ограничивались анализом последовательностей из нескольких десятков изображений.

На кафедре прикладной экологии КФУ разработан программно-аппаратный комплекс для обнаружения и регистрации поведенческих реакций дафний – «Анализатор токсичности «ТгаскТох», реализующий алгоритмы компьютерного зрения в непрерывном режиме. Для экспериментов используется лабораторная культура *Daphnia magna*. Общая схема эксперимента следующая: 1) три дафнии переносятся в прозрачный пластиковый контейнер с 25 мл культивационной воды; 2) контейнер переносится в анализатор токсичности; 3) производится измерение скорости плавания дафний, т.н. «контроль» (Хс); 4) для изучения воздействия токсиканта, он помещается в контейнер в количестве, необходимом для достижения нужной концентрации (возможен перенос дафний в другой контейнер с токсикантом); 5) в течение следующего временного интервала производится повторное измерение скорости плавания дафний, т.н. «опыт» (Хо); 6) в ходе эксперимента, данные визуализируются на экране; 7) в конце эксперимента данные по плавательной активности передаются в виде файла для статистического анализа и расчета индекса токсичности (рис. 1).

По представленной схеме с помощью анализатора токсичности были исследованы характеристики поведенческой активности *D. magna* в нормальных условиях и при добавлении различных токсикантов: бихромата калия, сульфата цинка, пестицида эсфенвалерата, цианотоксина микроцистина. В случае добавления солей металлов отмечалось статистически значимое снижение, а в случае с пестицидом и цианотоксином увеличение скорости плавания дафний при краткосрочном времени экспозиции в 10-30 минут.

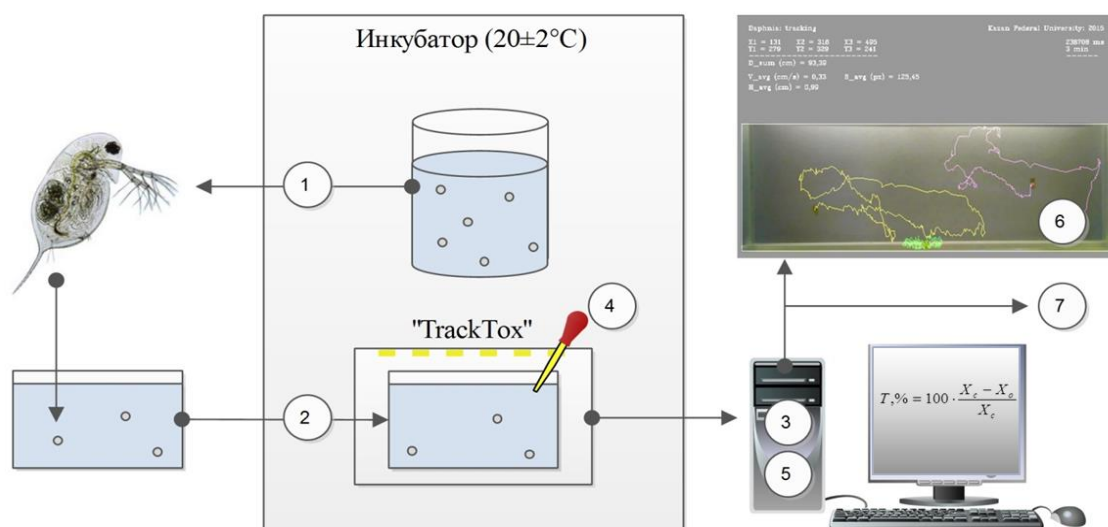


Рисунок 1. Схема определения токсичности при помощи «Анализатора «TrackTox»

Помимо анализа токсичности водных растворов веществ интерес представляет оценка токсичности других объектов окружающей среды при помощи технологии компьютерного зрения: отходов, почв, донных отложений. В том числе и из-за методических трудностей, связанных с пробоподготовкой (изменением окраски и повышением мутности анализируемых образцов). В 2017 г. были проведены указанные исследования по оценке токсичности вытяжки донных отложений, искусственно загрязненных солями хрома ( $K_2Cr_2O_7$ ). В качестве контроля выступала вытяжка из чистых донных отложений. Для моделирования загрязненных донных отложений, использовались высушенные и измельченные незагрязненные донные отложения, в которые вносился бихромат калия, после чего донные отложения перемешивались. Для дальнейших исследований образцы заливались дистиллированной водой в соотношении «твердая фаза : жидкость» – «1:10», после суточного экспонирования на ротаторе надосадочная жидкость отстаивалась и фильтровалась.

В полученных донных отложениях и вытяжках из них определялось содержание тяжелых металлов (на ICPE-9000). Фоновое содержание хрома в чистых донных отложениях составило  $23 \pm 4,6$  мг/кг, в загрязненных –  $9100 \pm 1820$  мг/кг. Концентрация хрома в водных вытяжках из чистых донных отложений составила  $90 \pm 4,5$  мкг/л («ДО-контроль»), в вытяжках из модельных донных отложений –  $2300 \pm 115$  мкг/л. При указанной концентрации наблюдались трудности с регистрацией дафний на анализаторе токсичности (из-за окрашивания раствора), вследствие чего пробу дополнительно разбавляли в 20 раз («ДО-хром»,  $115 \pm 5,7$  мкг/л). Далее указанные вытяжки подвергались биотестирова-



нию в следующей последовательности: «Культивационная вода» → «ДО-контроль» → «ДО-хром» (рис. 2).

Средняя скорость плавания дафний в культивационной воде составляла  $0,67 \pm 0,01$  см/с, после переноски в вытяжку из чистых отложений практически не изменялась и составляла  $0,60 \pm 0,01$  см/с, а после помещения дафний в вытяжку из донных отложений с хромом уменьшалась до  $0,55 \pm 0,01$  см/с. Для полученных выборок было показано несоответствие данных нормальному распределению (по критерию Шапиро-Уилка). Данные по скорости плавания дафний в вытяжке из донных отложений с хромом статистически значительно отличаются от контрольных по критерию Манна-Уитни ( $p < 0,05$ ), что может свидетельствовать о наличии реакции на качество донных отложений. Более детальную информацию о характере плавательной активности дафний может дать по минутный анализ динамики – в этом случае ингибирующий эффект от хрома прослеживается особенно четко.

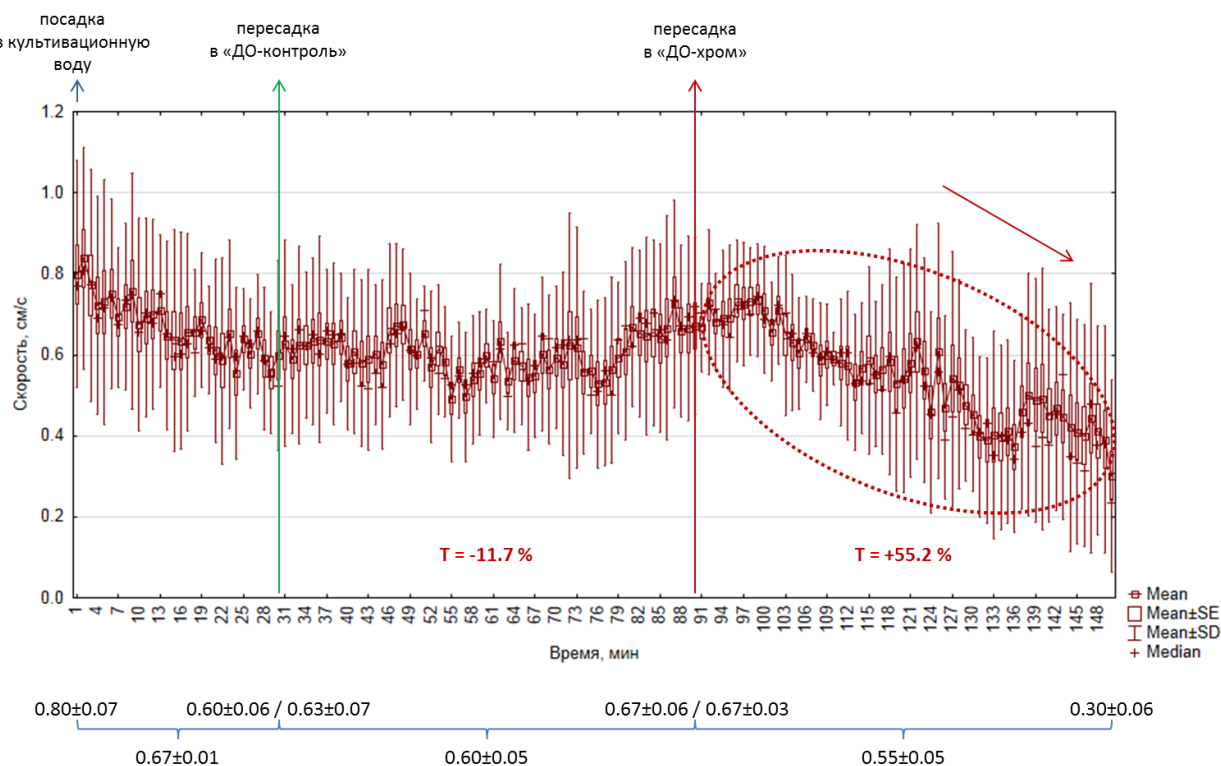


Рисунок 2. Сводные данные по плавательной активности дафний (скорость, см/с) в сериях экспериментов (N=5) с вытяжками из донных отложений (внизу графика представлены данные по скорости в первую и последнюю минуты этапа тестирования, а также средние за этап)

Дополнительной оценкой токсичности может служить индекс токсичности, широко используемый в практике:  $T, \% = 100 \cdot (X_k - X_0) / X_k$ . Можно от-

метить, что токсический эффект в серии с хромом, несмотря на явно выраженное снижение скорости к концу эксперимента, данным подходом не обнаруживается (индекс по средней скорости составил всего 8,3 %). Вероятно, это является особенностью агрегации данных, когда наблюдается существенный разброс значений в течение эксперимента. Для устранения влияния данного фактора, можно рекомендовать использовать для расчета индекса токсичности не интегральное значение параметра скорости за весь период наблюдений, а лишь граничные, характеризующие конечное состояние дафний, как в контрольных, так и в опытных условиях. Индекс токсичности, рассчитанный подобным образом, составил 55 и 67 % для средней и медианной скорости. Учитывая отличие распределения данных от нормального, можно рекомендовать использование индекса токсичности, рассчитанного именно по медиане. Полученные значения более точно соответствуют реальной картине плавательной активности дафний, наблюдаемой в эксперименте.

Таким образом, проведенные исследования показали возможность использования нового метода биотестирования основанного на компьютерном зрении для оценки качества, как водных растворов опасных веществ, так и загрязненных донных отложений.

## **ЗАГРЯЗНЕНИЕ ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ РЕК В РАЙОНАХ ИНТЕНСИВНОЙ НЕФТЕДОБЫЧИ НА ПРИМЕРЕ Р. ШЕШМА И ЕЁ ПРИТОКОВ**

Новикова Л.В., Степанова Н.Ю.

Казанский (Приволжский) федеральный университет, Казань, Россия

*ljudmila\_88@list.ru*

Донные отложения - неотъемлемая и существенная часть водных экосистем, позволяющая оценить антропогенное загрязнение экосистемы в ретроспективе лет. В районах нефтедобычи донные отложения накапливают в себе компоненты нефти и попутных вод, химические вещества, применяемые при разработке месторождений, проведении ремонтных работ. Как правило, водные экосистемы одновременно находятся под воздействием и других антропогенных факторов и выделение вклада нефтяной промышленности в загрязнение донных отложений затруднено.

Целью данной работы явилась сравнительная оценка загрязнения донных отложений нефтепродуктами и металлами в районах с интенсивной нефтедобывающей и сельскохозяйственной деятельностью.

Пробы донных отложений были отобраны на реках: р. Шешма (n=25) – нефтедобывающая деятельность в водосборе и р. Меша (n=21) – сельскохозяйственная деятельность. Содержание тяжелых металлов определялось атомно-эмиссионным спектральным методом с индуктивно связанной плазмой на приборе ICPE-9000; нефтепродуктов методом ИК-спектрометрии.

Для типизации донных отложений использовали упрощенный подход, при котором донные отложения относят к пескам, если они содержат более 50% песчаной фракции (>50 мкм), все остальные к илам. Основная масса донных отложений вошла в категорию «илы»: 71,4% в р. Меша и 76% в р. Шешма.

Содержание нефтепродуктов колебалось в широких пределах от 0 до 600 мг/кг, в среднем составляя  $64,11 \pm 11,81$  мг/кг для р.Шешма и  $38,94 \pm 7,54$  мг/кг для р. Меша. В илах разных рек содержание нефтепродуктов изменялось в незначительных пределах. В песчанистых грунтах р. Шешма содержание нефтепродуктов в 3 раза выше по сравнению с донными отложениями р. Меша ( $109,16 \pm 19,64$  и  $27,63 \pm 3,78$  мг/кг соответственно), что выявляет вклад нефтедобывающей деятельности в антропогенную нагрузку реки. Максимальные превышения ПДУ, составляющего для илистого типа донных отложений – 50 мг/кг; песчаного – 21 мг/кг [1] обусловлены в бассейне р. Шешма близостью нефтебаз, кустов скважин.

Достоверные отличия между реками (табл. 1) выявлены только по содержанию цинка во всех типах грунта и марганца в песке. Накопление цинка в донных отложениях в районах интенсивной нефтедобычи некоторые авторы [2] связывают с образованием комплексных соединений с мазутом, данный металл может выступать маркером антропогенного загрязнения. Накопление марганца в песках требует дополнительного изучения.

Таблица 1

Содержание металлов в зависимости от типа грунта (мг/кг)

		Cr	Cu	Ni	Zn	Fe <sup>1</sup>	Mn <sup>1</sup>
Без выделения типа ДО	Ш	30.20±1.90	16.95±1.03	36.12±2.43	50.76±4.63*	13.00±0.89	0.72±0.21
	М	29.00±1.73	14.84±1.52	32.29±1.94	23.62±1.36*	12.96±0.89	2.19±0.59
Пески	Ш	25.17±4.21	14.28±2.41	32.17±5.97	34.50±5.03*	10.64±1.68	0.46±0.06*
	М	23.00±3.97	11.72±4.68	25.67±4.29	19.50±3.52*	9.58±1.97	0.25±0.06*
Илы	Ш	31.79±2.05	17.79±1.09	37.37±2.63	55.89±5.40*	13.58±1.01	0.81±0.28
	М	31.40±1.5	16.09±1.05	34.93±1.78	25.27±1.11*	14.31±0.76	2.96±0.75

Примечание 1 – в гр/кг; М- р.Мёша; Ш- р.Шешма

Для оценки накопления металлов в зависимости от типа грунта все данные по рекам были объединены (таблица 2).

Таблица 2.

Различие содержания металлов и металлоидов в зависимости от типа грунта

Элемент	Ил	Песок	Критерий Kruskal-Wallis
As	3.11±0.49	1.29±0.71	3.77 p=0.05
AlI	9.83±0.81	7.6±1.75	2.31 p=0.13
Co	5.69±1.3	4.66±2.07	0.06 p=0.8
Cr	31.62±1.3	24.08±2.78	5.15 p=0.02*
Cu	17.04±0.77	13.00±2.54	4.18 p=0.04*
Fe <sup>1</sup>	14.0±0.65	10.11±1.24	5.59 p=0.02*
Mn <sup>1</sup>	1.76±0.40	0.35±0.05	6.07 p=0.01*
Ni	36.29±1.66	28.92±3.64	3.54 p=0.05*
Pb	39.15±9.31	23.92±11.3	p =0.28

Примечание 1 – в гр/кг \* - значимое различие

Отмечена общая для обеих рек тенденция увеличения содержания Cr, Cu, Fe, Mn и Ni от песчаных донных отложений к илистым.

#### Литература

1. Степанова Н.Ю. Использование интегрального подхода для нормирования качества донных отложений природных вод / Н.Ю. Степанова, В.З. Латыпова, В.А. Румянцев, Ш.Р. Поздняков // Водные ресурсы. – 2015. – Т.42. – №6. – С.647-656
2. Keshavarzi B. Heavy metals and polycyclic aromatic hydrocarbons in surface sediments of Karoon River, Khuzestan Province, Iran / B. Keshavarzi, Z. Mokhtarzadeh, F. Moore, M.R. Mehr, A. Lahijanzadeh, S. Rostami, H. Kaabi // Environ Sci Pollut Res. – 2015. – V.22. – I.23. – P. 19077-19092 Doi: 10.1007 / s11356-015-5080-8

## ПОЧВЕННЫЕ ФЕРМЕНТЫ КАК БИОДИАГНОСТИЧЕСКИЙ ПОКАЗАТЕЛЬ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ТЯЖЕЛЫМИ МЕТАЛЛАМИ УРБАНОЗЕМА

Новоселова Е.И., Турьянова Р.Р., Волкова О.О.

Башкирский Государственный Университет, Уфа, Россия

*wolkova.olja@yandex.ru*

Губительный антропогенный прессинг на почвенный покров в городах привел к появлению нового специфического типа почв – урбаноземов. Для них характерно нарушение естественного расположения горизонтов, почвенных режимов, биологической активности и др. [1] Большая концентрация промышленных предприятий, выбросы автотранспорта, захламлённость территории города ведет к поступлению в почвы огромного количества загрязняющих веществ, в том числе и тяжелых металлов (ТМ).

Одним из чувствительных показателей воздействия тяжелых металлов на почвенный покров является его биологическая активность, которую отражают

такие показатели как функциональная активность микроорганизмов, активность почвенных ферментов и др. Ее интегральным показателем является интенсивность дыхания.

В модельном лабораторном опыте изучали влияние меди и кадмия на активность почвенных ферментов и интенсивность дыхания урбанозема. ТМ вносили в почву в виде растворенных в воде сульфата меди и уксуснокислого кадмия в дозах 16,5 (доза 1), 33 (доза 2), 66 (доза 3) и 132 (доза 4) мг/кг почвы и 5 (доза 1), 10 (доза 2), 20 (доза 3) и 40 (доза 4) мг/кг почвы соответственно. Активность каталазы, полифенолоксидазы и пероксидазы определяли по методам описанными Ф.Х. Хазиевым [2], интенсивность дыхания по А.Ш. Галстяну [3] на 3, 90, 180 и 360 сутки с начала эксперимента.

Ингибирование активности каталазы наблюдалось уже при минимальном загрязнении почвы кадмием (рис.1). Это является показателем высокой токсичности металла и чувствительности фермента на его воздействие. С ростом дозы кадмия процент снижения активности каталазы составил: на 3 сутки после загрязнения почвы 24-41% по сравнению с контролем, на 90 – 10-45% и 180 – на 13-43%. Однако в конце эксперимента наблюдалось повышение активности фермента на 11-41% по сравнению с контролем.

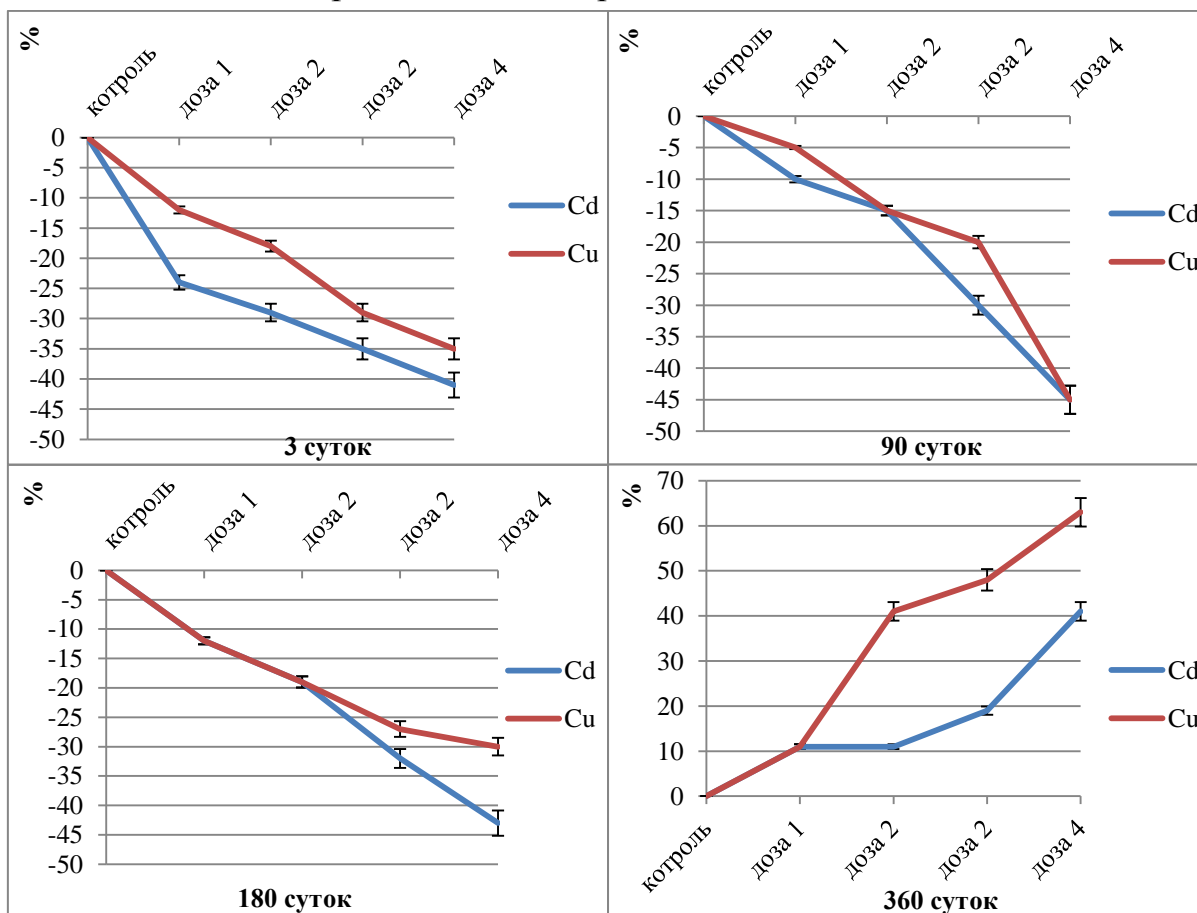


Рисунок 1. Процент изменения активности каталазы в урбанизированной почве, загрязненной различными дозами кадмия и меди

Токсичный эффект на изучаемый показатель проявился также при внесении в почву меди в сроки наблюдения от 3 до 180 суток (рис. 1). Несмотря на то, что медь является микроэлементом необходимым для нормального функционирования живых организмов, при повышении доз активность каталазы достоверно снижалась: на 12-35% на 3 сутки после загрязнения почвы, на 5-35% на 90, на 12-30%, на 180 сутки. На 360 сутки наблюдалась аналогичная опыту с кадмием закономерность: рост активности каталазы с повышением дозы металла на 11-63%.

В течение всего эксперимента было выявлено увеличение активности пероксидазы с ростом дозы кадмия в почве на 6-28% на 3 сутки, 10-55% на 90 сутки и на 19-34% на 180 сутки после загрязнения. В конце эксперимента активность фермента была на 5-14% ниже контрольных значений (рис 2).

Медь на 3 сутки после начала эксперимента повышала активность пероксидазы на 2-23 %, на 90 сутки на 1-6%, на 180 сутки на 26-33%. На 360 сутки проявилось ее токсическое действие на данный фермент и снижение активности составило 6-25% (рис.2).

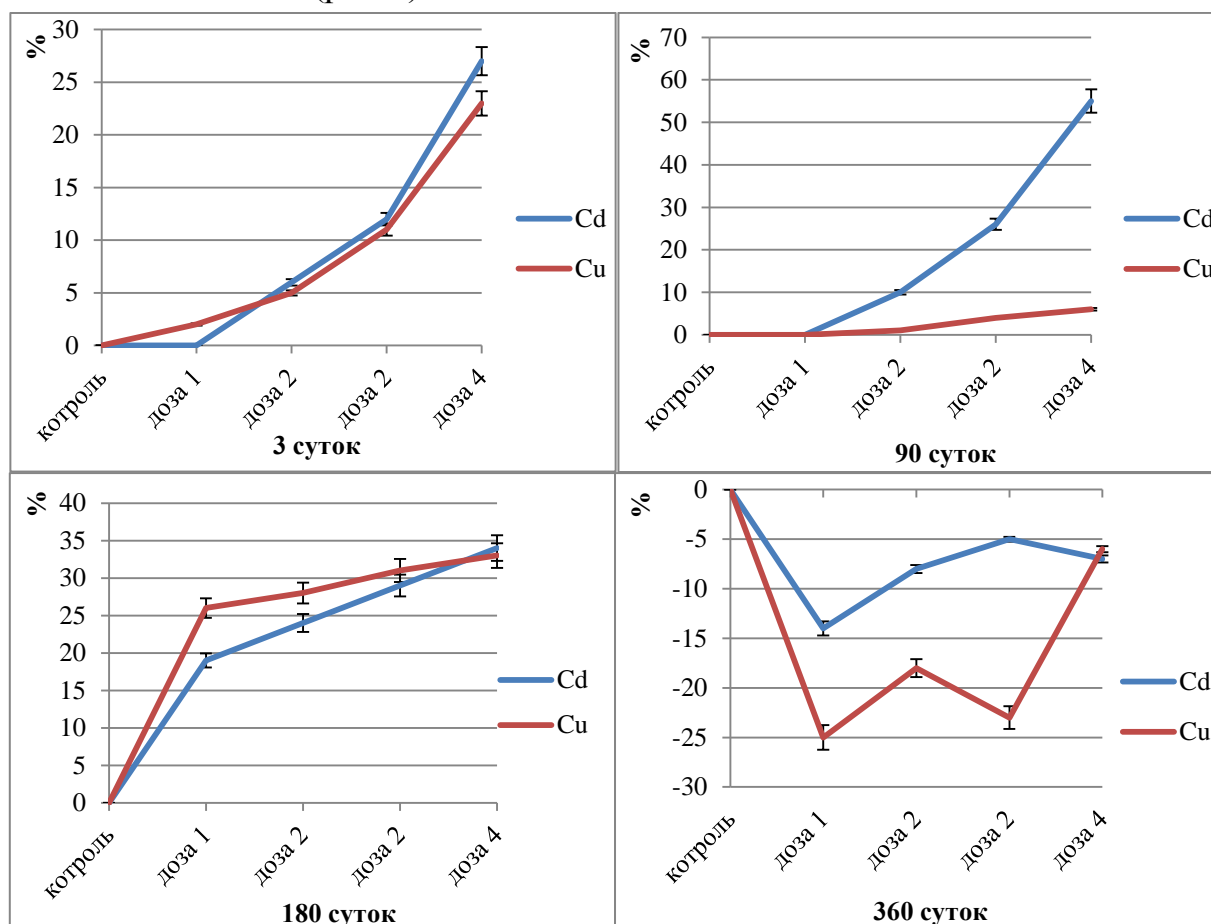


Рисунок 2. Процент изменения активности пероксидазы в урбанизированной почве, загрязненной различными дозами кадмия и меди

Сравнительный анализ графиков на рис. 1 и 2 выявил антагонистическое изменение активности каталазы и пероксидазы. Аналогичные результаты были получены нами и на других типах почв [4-5], загрязненных кадмием, медью и другими тяжелыми металлами. Одной из возможных причин такой зависимости, по-видимому, является участие в реакциях с этими ферментами перекиси водорода.

Кадмий и медь в течение всего опыта ингибировали активность полифенолоксидазы (рис. 3). Достоверное снижение ее активности относительно контроля при загрязнении кадмием и медью установлено во всех вариантах опыта и составило для кадмия на 3 суток 6-23%, для меди соответственно 6-21%, на 90 – 5-29% и 1-23%, на 180 – 11-23% и 10-25%, и на 360 – 1-30% и 3-19%.

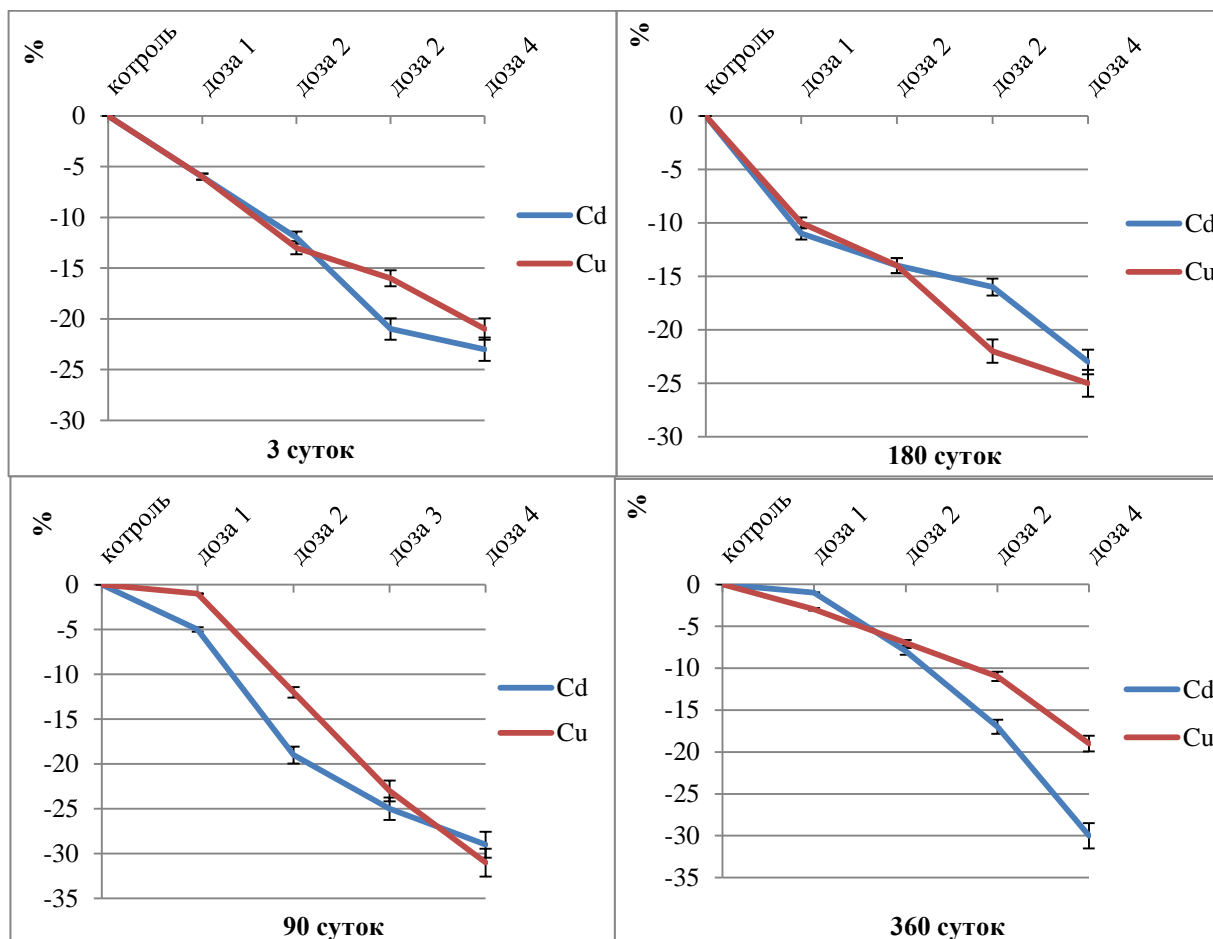


Рисунок 3. Процент изменения активности полифенолоксидазы в урбанизированной почве, загрязненной различными дозами кадмия и меди

Токсическое действие ТМ проявилось также и относительно интенсивности дыхания почвы. С увеличением дозы кадмия в урбаноэме интенсивность дыхания снизилась: на 90 сутки на 4-52%, на 180 на 11-76% и 360 на 2-27%

(рис. 4). Внесение меди в дозах 16,5 и 33 мг/кг усилило интенсивность дыхания соответственно на 11-22% на 90 суток и на 180 суток в пределах доз 16,5-66 мг/кг на 6-16% по сравнению с контролем. Вероятно, это обусловлено тем, что медь - микроэлемент, который включается в биологические процессы. Более высокие дозы меди 66 и 132 мг/кг почвы проявили токсичный эффект по сравнению с контролем: снижение интенсивности дыхания составило 8-22% на 90 суток и при дозе 132 мг/кг на 12% на 360 суток. Выявлена обратно пропорциональная зависимость интенсивности дыхания от дозы металла на 180 суток: ее снижение составило 41-67%.

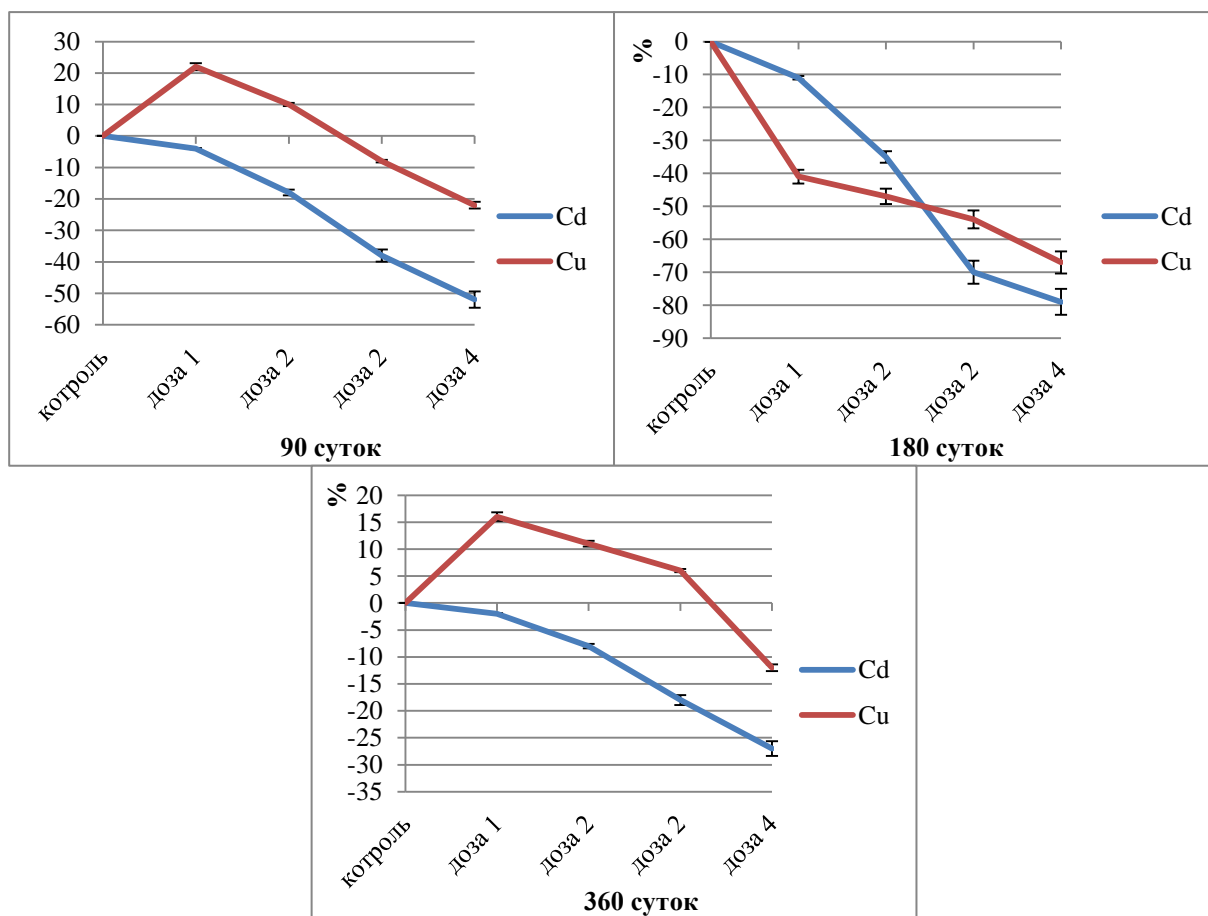


Рисунок 4. Процент изменения интенсивности дыхания в урбанизированной почве, загрязненной различными дозами кадмия и меди

Неоднозначная зависимость между дозой металла и интенсивностью дыхания, по всей вероятности, связана с тем, что этот показатель является интегральным, он отражает функциональную активность почвенной биоты. Снижение активности изученных ферментов на фоне повышения интенсивности дыхания является показателем их первого отклика на загрязнение (молекулярный уровень).

Таким образом, проведенные исследования дают возможность рекомендовать использование активности почвенных ферментов для биодиагностики



загрязнения данными металлами урбаногема на ранних сроках поступления кадмия и меди в почву. Интенсивность дыхания может использоваться в этих целях только при загрязнении кадмием.

Как видно из выше изложенного полученные зависимости по изменению активности изученных ферментов могут использоваться для составления ориентировочных биодиагностических шкал загрязнения урбаногема относительно используемых доз кадмия и меди, в изученные сроки, после подтверждения результатов в полевых исследованиях.

#### Литература

1. Каменщикова В.И. Влияние тяжелых металлов на биологическую активность подзолистой почвы / В.И. Каменщиков, О.А. Федотова // Вестник Пермского университета. – 2004. – №2. – С. 163-165.
2. Хазиев Ф.Х. Методы почвенной энзимологии. – М.: Наука, 2005. – 252 с.
3. Галстян А.Ш. Ферментативная активность почв Армении. – Ереван: Изд-во Айастан, 1974. – 275 с.
4. Новоселова Е.И. Влияние свинца и цинка на активность каталазы аллювиальной луговой почвы / Е.И. Новоселова, О.О. Волкова // Международный Научно исследовательский журнал International Research journal. – 2015. – № 4 (35). – Ч.1. – С.19-21
5. Новоселова Е.И. Активность окислительно-восстановительных ферментов в почве, загрязненной тяжелыми металлами / Е.И. Новоселова, М.И. Гарипова, О.О. Волкова, Л.Д. Аллабердина, Н.Р. Нигматуллина, Е.И. Михайлова //Иновации в формировании стратегического вектора развития фундаментальных и прикладных научных исследований: сб. науч. статей. – Санкт-Петербург, 2015. – С.8-10.

### **К ВОПРОСУ О НЕОБХОДИМОСТИ НОРМИРОВАНИЯ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ ДЛЯ СОХРАНЕНИЯ ВОДНОЙ СРЕДЫ**

Оганесова Е.В., Тригуб А.Г., Дмитриева Е.С., Медянкина М.В.

Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии – ВНИРО, Москва, Россия

*toxic\_fish@mail.ru*

Производство и использование химических веществ важно для мировой экономики, однако, сопряжено с вредным воздействием на здоровье человека и окружающую среду. Тенденция последнего десятилетия – замена национальных классификаций опасностей химикатов глобальными [1]. Система классификации (СГС), созданная ООН с целью приведения к единому стандарту критериев оценки токсичности, опасности и маркировки веществ, используемых в разных странах, уже вошла в российские нормативные документы [2,3].

Экологический раздел руководства представлен классификациями опасности для водной среды в первую очередь, поскольку это важнейший природ-

ный ресурс. В РФ требования, направленные на обеспечение сохранения качества воды водных объектов и сохранение биоресурсов, устанавливаются Федеральными Законами: ФЗ № 74 «Водный кодекс РФ», ФЗ № 416 «О водоотведении и водоснабжении», ФЗ № 166 «О рыболовстве и сохранении водных биологических ресурсов», ФЗ № 7 «Об охране окружающей среды». Обращение пестицидов, наиболее строго регулируемых законодательством, дополнительно регламентируется ФЗ № 109 «О безопасном применении пестицидов и агрохимикатов» и ФЗ № 357 «Об утверждении порядка государственной регистрации пестицидов и агрохимикатов».

Санитарно-гигиенические нормативы предельно допустимых концентраций (ПДКсан) загрязняющих веществ ориентированы на сохранение здоровья человека, а рыбохозяйственные (ПДКр/х) - на сохранение водных биологических ресурсов [2, 3]. Экспериментальное обоснование величины норматива ПДКр/х представляет систему комплексных исследований, включающую оценку токсичности для представителей всех групп гидробионтов, влияние на гидрохимические параметры, показатели самоочищения и органолептические свойства воды [2]. Величину ПДК считают условно безопасной для водной среды и используют для контроля. Дополнительно оценивается возможный риск применения пестицидов, уровень воздействия которых на окружающую среду изначально известен [3].

Анализ нормативов ПДКр/х выявил, что рыбы на разных стадиях развития оказываются лимитирующим звеном в 47,5% случаев, зоопланктон – в 32,5% случаев и простейшие - в 0,3%. Сравнение 1038 показателей ПДКр/х и 1383 ПДКсан показало, что лишь для 243 веществ имеются оба норматива. Для 20 веществ ПДКр/х равно 0,00001 мг/л, из остальных 223 веществ: 24 норматива ПДКр/х и ПДКсан отличаются не более чем в 1,7 раза и 150 санитарно-гигиенических нормативов превышают рыбохозяйственные в 2 -33 000 раз. Для 49 веществ ПДКсан ниже ПДКр/х, с разницей от 1,5 до 3500 раз.

Сравнение имеющихся нормативов показало, что ПДКр/х и ПДКсан не могут быть взаимозаменяемыми.

#### Литература

1. ГОСТ 30333-2007 «Паспорт безопасности химической продукции». Общие требования. – М., Стандартинформ, 2008. – 12 с.
2. Методические указания по разработке нормативов качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения, в том числе нормативов предельно допустимых концентраций вредных веществ в водах водных объектов рыбохозяйственного значения. – М.: ВНИРО, 2011. – 201 с.
3. Согласованная на глобальном уровне система классификации опасности и маркировки химической продукции (СГС). 5-е изд. – ООН, 2013. – 628 с.

## КАРБОНАТНАЯ СИСТЕМА ВОД СЕВАСТОПОЛЬСКОЙ БУХТЫ

Орехова Н.А.

ФГБУН Морской гидрофизический институт РАН, Севастополь, РФ

*natalia.orekhova@mhi-ras.ru*

В настоящее время особенно остро стоит проблема увеличения уровня атмосферного углекислого газа и, как следствие, изменение климата, трансформация природных циклов. В течение последних 120 лет наблюдается непрерывный рост концентрации углекислого газа в атмосфере (ежегодный прирост составляет около 0,4%), что обусловлено, прежде всего, глобальной индустриализацией. Около 30% поступающего в атмосферу  $\text{CO}_2$  поглощается океаном, растворяясь в верхнем слое вод. Способность к поглощению атмосферного углекислого газа и буферную емкость морских вод обеспечивает карбонатная система. Снижение способности поглощать атмосферный углекислый газ, вследствие увеличения его концентрации, приводит к необратимым изменениям в морских экосистемах, включая нарушение равновесия карбонатной системы, увеличение кислотности вод, что непременно проявляется в ухудшении экологических характеристик экосистемы и снижении качества социально-экономических показателей региона. Наиболее очевидны эти изменения в прибрежных морских экосистемах, подверженных постоянному антропогенному воздействию.

Целью данной работы является изучение изменчивости компонентов карбонатной системы, как составной части природного цикла углерода, и оценка современного состояния экосистемы Севастопольской бухты в условиях активного антропогенного воздействия.

Севастопольская бухта является типичным примером антропогенно нагруженной акватории. Она является зоной интенсивного судоходства, а наличие аварийных и ливневых стоков обеспечивает дополнительное поступление нестойкого органического вещества и биогенных элементов в воды бухты. Кроме того, постройка заградительного мола в середине 70-х гг. привела к ограничению водообмена с открытой частью моря до 70%.

Наиболее репрезентативной характеристикой, отражающей устойчивость экосистемы, является содержание общего растворенного неорганического углерода ( $\text{TCO}_2$ ), как суммы равновесных концентраций растворенных неорганических форм углерода. Этот параметр является консервативной характеристикой, и любые заметные ее изменения свидетельствуют о нарушении равновесия продукционно-деструкционных процессов и изменении величины потока углекислого газа, преимущественно, в результате антропогенного воздействия.

По данным мониторинга, выполняемого с 1998 г. по настоящее время, до 2006 г. не было зафиксировано значимого изменения величины  $\text{TCO}_2$ . Однако, начиная с 2007 г., отмечается более выраженный рост  $\text{TCO}_2$  (увеличение составило 5%), что связано с увеличением потока углекислого газа как атмосферного, так и образуемого в результате окисления органического вещества. Также с 2007 г. наблюдается устойчивое снижение величины водородного показателя (рН). Изменение рН поверхностного слоя вод было более очевидным. К настоящему времени это снижение составляет ~1%, однако в абсолютном значении – 0,06 ед. рН. Устойчивое снижение рН в поверхностном слое свидетельствует об увеличении потока нестойкого органического вещества и его активном окислении.

Более очевидные изменения были отмечены для парциального давления углекислого газа ( $p\text{CO}_2$ ). В период с 1998 по 2016 гг. в поверхностном слое вод Севастопольской бухты величина  $p\text{CO}_2$  увеличилась на 17%, при этом, как и для других характеристик, наиболее интенсивный рост фиксируется с 2007 г. (на 30 и 15% для поверхностного и придонного слоев, соответственно). Данное увеличение  $p\text{CO}_2$  указывает не только на увеличение потока атмосферного углекислого газа, но и количества  $\text{CO}_2$ , образуемого за счет окисления органического вещества в донных отложениях, поступающего затем в придонный слой вод. По величине парциального давления углекислого газа в поверхностном слое вод можно сделать вывод, что воды бухты в настоящее время поглощают углекислый газ из атмосферы, за исключением осенней съемки 1998 г. и летнего период 2014 г., когда воды бухты являлись источником углекислого газа, что является характерным для подобного типа экосистем. Однако тенденция к снижению разности между величинами парциального давления на границе вода – атмосфера указывает на снижение поглотительной способности вод, что неизменно приведет к смене естественного режима.

Подобное распределение компонентов карбонатной системы указывает на наличие дополнительного источника углекислого газа в поверхностном слое вод, образуемого как за счет разрушения легкоокисляемого органического вещества, поступающего с береговых источников, так и за счет увеличения потока атмосферного углекислого газа и  $\text{CO}_2$ , продуцируемого в водах и донных отложениях бухты.

Пространственная изменчивость характеристик карбонатной системы вод бухты также свидетельствует о значительном вкладе антропогенных источников в формирование современных условий в экосистеме. Максимальные изменения соотношения компонентов карбонатной системы и увеличение  $\text{TCO}_2$

наблюдались в местах локального выпуска ливневого и канализационного стоков, являющихся источниками легкоокисляемого органического вещества и биогенных элементов, и в районе расположения ТЭЦ. В этих районах фиксируются значительные изменения, которые свидетельствуют об увеличении уровня антропогенной нагрузки и о происходящих негативных процессах в экосистеме бухты.

Таким образом, в настоящее время в экосистеме бухты отмечаются изменения физико-химических характеристик и их соотношений, приводящие к трансформации естественных режимов и смещению природных циклов (цикл углерода).

Активное использование экосистемы Севастопольской бухты, отсутствие мер по регулированию уровня антропогенного воздействия и природоохранных мероприятий способствовали увеличению  $\text{TCO}_2$  и изменению соотношения его параметров, что привело к снижению способности поглощать атмосферный углекислый газ. Это, несомненно, отразится на буферной емкости экосистемы и способности ее к самовосстановлению.

Работа выполнена в рамках проекта РФФИ №16-35-60006 мол\_а\_дк «Многолетние изменения характеристик цикла углерода Севастопольской бухты» и программы государственного задания по теме 0827-2014-0010 «Комплексные междисциплинарные исследования океанологических процессов, определяющих функционирование и эволюцию экосистем Черного и Азовского морей, на основе современных методов контроля состояния морской среды и гриттехнологий».

## **ДИАГНОСТИКА ПОЧВЫ В НАСЕЛЕННОМ ПУНКТЕ С НЕВЫСОКИМ УРОВНЕМ АНТРОПОГЕННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ (НА ПРИМЕРЕ ПОС. СТЕПНОЕ САРАТОВСКОЙ ОБЛАСТИ)**

Плешакова Е.В., Нгун К.Т., Решетников М.В.

Саратовский национальный исследовательский государственный университет  
имени Н.Г. Чернышевского, Саратов, Россия

*plekat@yandex.ru*

В современном мире соединения тяжелых металлов (ТМ) являются повсеместными загрязнителями почвенного покрова [1], они влияют на биологические свойства почвы, ингибируя активность почвенных ферментов [2], что связано как с подавлением биохимической активности микроорганизмов, так и с уменьшением их количественного и качественного состава [3]. И если про-

блемы загрязнения почвы ТМ в районах крупных городов широко освещены в отечественной и зарубежной литературе [4-7], то для населенных пунктов с населением менее 50 тыс. человек и не имеющих крупного промышленного производства, этот вопрос практически не изучен.

В рамках мониторинговых исследований почв населенных пунктов, являющихся административными центрами Саратовской области, мы осуществили диагностику почвы поселка городского типа Степное с помощью микробиологического и химического анализа. В ходе работы в 30-ти почвенных пробах определяли содержание подвижных форм меди, цинка, свинца, кадмия, хрома и никеля, рассчитывали экологически опасные уровни концентраций ТМ в почвенном покрове и суммарный коэффициент загрязненности  $Z_c$ . Оценивали микробиологические показатели почвы: общую численность гетеротрофных микроорганизмов (ОЧГМ) и количество железобактерий. Определяли также численность углеводородокисляющих микроорганизмов (УОМ), учитывая, что нефтяные углеводороды, наряду с ТМ, являются широко распространенными и опасными загрязнителями почвы, которая нередко подвергается воздействию смешанного загрязнения.

Установлено, что геохимический ряд для подвижных форм ТМ на территории поселка городского типа Степное выглядит следующим образом:  $Ni > Zn > Pb > Cu > Cr > Cd$  (по средней концентрации) и  $Ni > Cu > Pb > Cr > Zn > Cd$  (по превышению над нормативными показателями). Анализ полученных данных позволил распределить элементы на две группы: первая – никель, свинец, медь, в этой группе в пробах наблюдается превышение над ПДК; вторая – хром, цинк и кадмий, в этой группе не зафиксировано превышений над ПДК. Расчет суммарного коэффициента загрязнения выявил следующее – на исследуемой территории  $Z_c$  изменяется в пределах от -0,8 до 3,92 при среднем значении 0,51. К категории с допустимым уровнем загрязнения ( $Z_c$  от 0 до 16) относятся все 30 проб (100%).

Результаты проведенного корреляционного анализа для выявления возможных парагенетических ассоциаций элементов показали наличие в большинстве случаев сильных корреляционных связей (значение  $r$  от  $\pm 0,7$  до  $\pm 1,0$ ), это характерно для таких ассоциаций, как: Cr-Ni, Cr-Pb, Cr-Zn, Cr-Cu, Ni-Pb, Ni-Zn, Ni-Cd, Ni-Cu, Pb-Zn, Pb-Cu, Zn-Cu. Средние корреляционные взаимосвязи (значение  $r$  от  $\pm 0,3$  до  $\pm 0,699$ ) характерны для пар: Cr-Cd, Pb-Cd, Zn-Cd, Cd-Cu. На основании этих результатов, учитывая также, что превышения над ПДК не значительны, можно предположить, что элементы имеют, скорее всего, единое минералогическое происхождение, унаследованное от материнских пород.

В большинстве исследованных нами пробах почвы ОЧГМ находилась в пределах от 24,8 до 99,4×10<sup>5</sup> КОЕ/г почвы, количество железобактериальных микроорганизмов – в диапазоне от 4,5 до 24,2×10<sup>5</sup> КОЕ/г почвы, количество УОМ в 16-ти пробах находилось в диапазоне от 32,3 до 86,1×10<sup>5</sup> КОЕ/г почвы. Эти показатели численности бактерий соответствовали нормальным показателям для каштановых солонцеватых и солончаковых почв. Выявлено повышенное содержание УОМ в 6-ти почвенных пробах, что, скорее всего, связано со свежим углеводородным загрязнением. Были обнаружены достоверные коэффициенты прямой корреляции: между ОЧГМ и численностью УОМ – 0,50 и между ОЧГМ и численностью железобактериальных микроорганизмов – 0,63.

Оценивая результаты микробиологического исследования почвы на территории пос. Степное, были отмечены следующие особенности: три пробы отличались пониженным содержанием почвенных микроорганизмов исследованных физиологических групп, эти пробы также характеризовались высокими значениями суммарного коэффициента загрязненности. В одной из проб (№ 7) наблюдалось повышенное содержание микроорганизмов всех исследованных групп, а в пробе № 11 обнаруживалась максимальная численность железобактериальных микроорганизмов и высокая ОЧГМ, свидетельствуя о воздействии на почву специфического загрязнителя.

В целом, по результатам химического анализа все 30 исследованных проб почвы мы отнесли к категории почв с допустимым уровнем загрязнения, по результатам микробиологического анализа – большинство из проб. Отсутствие значимых корреляций между численностью гетеротрофных, углеводород-, железобактериальных микроорганизмов и показателями химического загрязнения почвы также свидетельствует в пользу благоприятной экологической ситуации на территории пос. Степное.

#### Литература

1. *Robert B.* Heavy metal pollutants and chemical ecology: exploring new frontiers // *Journal of Chemical Ecology*. – 2010. – V. 36. – P. 46-58.
2. *Tuomela M.* Influence of Pb contamination in boreal forest soil on the growth and ligninolytic activity of litter-decomposing fungi / M. Tuomela, K. Steffen, E. Kerko // *Microbial ecology*. – 2005. – Vol. 53. – P. 179-186.
3. *Murata T.* Effects of Pb, Cu, Sb, Zn and Ag contamination on the proliferation of soil bacterial colonies, soil dehydrogenase activity, and phospholipid fatty acid profiles of soil microbial communities / T. Murata, M. Kanao-Koshikawa, T. Takamatsu // *Water, Air and Soil Pollution*. – 2005. – Vol. 164. – P. 103-118.
4. *Смагин А.В.* Экологическая оценка почвенных ресурсов и технологии их воспроизводства (на примере г. Москвы) / А.В. Смагин, С.А. Шоба, О.А. Макаров. – М.: Изд-во Моск. ун-та, 2008. – 360 с.

5. Регионы и города России: интегральная оценка экологического состояния / Под ред. Н.С. Касимова. – М.: Молодая гвардия, 2015. – 661 с.
6. *Su C.* A review on heavy metal contamination in the soil worldwide: Situation, impact and remediation techniques / *C. Su, L. Jiang, W. Zhang* // *Environmental Skeptics and Critics*. – 2014. – Vol. 3(2). – P. 24-38.
7. *Salah E.A.M.* Level, distribution and pollution assessment of heavy metals in urban community garden soils in Baghdad City, Iraq / *E.A.M. Salah, K.H. Yassin, S. Abd-Alsalaam* // *International Journal of Scientific & Engineering Research*. – 2015. – Vol. 6(10). – P. 1646-1652.

## **ЛИГНИНОЛИТИЧЕСКИЕ БАЗИДИОМИЦЕТЫ ДЛЯ ОЧИСТКИ ОБЪЕКТОВ, ЗАГРЯЗНЕННЫХ ПАУ**

Позднякова Н.Н., Баландина С.А., Дубровская Е.В., Голубев С.Н.,  
Турковская О.В.

ФГБУН Институт биохимии и физиологии растений и микроорганизмов РАН,  
Саратов, Россия

*pozdneyakova\_n@ibppm.ru*

Полициклические ароматические углеводороды (ПАУ) – вещества, являющиеся на сегодняшний день одними из приоритетных поллютантов [1]. К довольно большому количеству природных ПАУ, поступающих в окружающую среду в результате извержения вулканов, лесных и степных пожаров, постоянно увеличивающийся вклад вносят антропогенные источники, в первую очередь металлургические и коксохимические предприятия, а также автомобильный транспорт и сжигание мусора.

С учетом того, что эти вещества характеризуются токсическими, мутагенными и канцерогенными свойствами, их постоянно увеличивающееся присутствие в среде вызывает серьезную озабоченность ученых. Среди способов решения этой проблемы биотехнологические методы очистки и восстановления загрязненных объектов окружающей среды имеют серьезные преимущества перед физико-химическими в силу их экологической целесообразности и относительно низкой затратности. В последнее десятилетие получило развитие такое направление, как микоремедиация – биотехнология на основе использования деструктивного потенциала грибов различной эколого-физиологической и таксономической принадлежности. Главная роль в таких технологиях отводится детально изученному штамму грибов, способному эффективно разрушать загрязнитель.

Лигнинолитические базидиомицеты имеют определенные преимущества перед другими микроорганизмами, заключающиеся в высокой скорости роста и высокой активности экстрацеллюлярных ферментов, которые обеспечивают



утилизацию лигнина – основного природного субстрата этих грибов [2]. В процесс окисления лигниновых компонентов древесины могут вовлекаться и содержащиеся ароматические структуры поллютанты, такие, как ПАУ. Это явление, имеющее видовую и/или штаммовую специфичность, служит поводом для поиска и изучения высокоактивных штаммов базидиомицетов, необходимых для очистки объектов, загрязненных ПАУ.

Нами исследованы 10 коллекционных штаммов родов *Agaricus*, *Bjerkandera*, *Pleurotus*, *Schizophyllum*, *Stropharia* и *Trametes*, относящиеся к отряду Basidiomycota царства грибов (Fungi)<sup>12</sup>. В качестве ПАУ использовали антрацен, фенантрен и флуорен в исходной концентрации 50 мг/л. Установлено, что в условиях погруженного культивирования все штаммы были способны снижать концентрацию ПАУ в среде на 16-100%<sup>13</sup>.

Основными конечными метаболитами при деградации ПАУ грибами *Stropharia rugosoannulata* и *Agaricus bisporus* являлись их хиноновые производные: 9,10-антрахинон, фенантрен-9,10-хинон и 9-флуоренон. В случае *Pleurotus ostreatus*, *Trametes versicolor*, *Schizophyllum commune* и *Bjerkandera adusta* подобные метаболиты выявлялись в ходе культивирования, но исчезали в конце эксперимента, что указывало на их дальнейшую утилизацию.

Тестирование активности основных ферментов лигнинолитического комплекса в культуральной жидкости исследуемых грибов выявило продукцию лакказы, Mn-пероксидазы и лигнин пероксидазы. При этом отмечены различия в активности и составе лигнинолитического комплекса отдельных видов: *Pleurotus ostreatus*, *Trametes versicolor* и *Schizophyllum commune* продуцировали лакказы и Mn-пероксидазы, *Stropharia rugosoannulata* и *Agaricus bisporus* в исследуемых условиях продуцировали только лакказу, а *Bjerkandera adusta* – лигнин пероксидазу и Mn-пероксидазу.

Известно, что ПАУ доступны для окисления всеми тремя лигнинолитическими ферментами, соответствующие хиноны являются продуктами этих реакций [3-5]. Соотнесение полученных нами данных о метаболитах, образующихся в процессе деградации ПАУ исследуемыми грибами, с продукцией ферментов, позволяет сделать вывод о том, что лигнинолитические ферменты катализируют начальную атаку молекул этих поллютантов. Однако в присутствии единственного лигнинолитического фермента – лакказы происходит их накопление, а дальнейшая утилизация возможна с участием Mn-пероксидаз.

---

<sup>12</sup> Авторы благодарят д-ра Д. Шлоссера (Центр исследований окружающей среды, Лейпциг, Германия) и д-ра Д.К. Варезе (Университет Турина, Италия) за предоставление штаммов.

<sup>13</sup> Авторы благодарят к.б.н. Чернышову М.П. за проведение газожидкостной хроматографии

Следует отметить, что хиноновые производные являются весьма токсичными соединениями, что показано нами ранее на проростках сорго веничного (*Sorghum bicolor* L. Moench) и люцерны посевной (*Medicago sativa* L.) [6].

В этой связи для корректного выбора штаммов грибов для микоремедиации необходимым этапом исследований должны являться не только идентификация образующихся метаболитов, но и изучение активности основных лигнинолитических ферментов. Это позволит при разработке технологического процесса избежать накопления токсичных веществ в очищаемых объектах.

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда (проект № 16-14-00081).

#### ЛИТЕРАТУРА

1. *Abdel-Shafy H.I.* A review on polycyclic aromatic hydrocarbons: Source, environmental impact, effect on human health and remediation / H.I. Abdel-Shafy, M.S.M. Mansour // Egypt. J. Petrol. – 2016. – V. 25. – P. 107-123.
2. *Wong D.* Structure and action mechanism of ligninolytic enzymes / D. Wong // Appl. Biochem. Biotechnol. – 2009. – V. 157. – P. 174-209.
3. *Torres E.* Biocatalytic oxidation of polycyclic aromatic hydrocarbons in media containing organic solvents / E. Torres, R. Tinoco, R. Vazquez-Duhalt // Wat. Sci. Technol. – 1997. – V. 36. – № 10. – P. 37-44.
4. *Acevedo F.* Degradation of polycyclic aromatic hydrocarbons by the Chilean white rot fungus *Anthracoxyllum discolor* / F. Acevedo, L. Pizzul, M. Castillo, R. Cuevas, M. Diez // J. Hazard. Mater. – 2011. – V. 185. – P. 212-219.
5. *Pozdnyakova N.* Oxidative degradation of polyaromatic hydrocarbons and their derivatives catalyzed directly by the yellow laccase from *Pleurotus ostreatus* D1 / N. Pozdnyakova, J. Rodakiewicz-Nowak, O. Turkovskaya, Haber J. // J. Molecular Catalysis B: Enzymatic. – 2006. – V. 41. – № 1. – P. 8-15.
6. *Дубровская Е. В.* Изменение фитотоксичности полициклических ароматических углеводов в процессе их микробной деградации / Е. В. Дубровская, Н.Н. Позднякова, А.Ю. Муратова, О.В. Турковская // Физиология растений. – 2016. – Т. 63. – № 1. – С. 180–188.

## **БИОФИЛЬТРАЦИЯ СТОЧНЫХ ВОД ДЛЯ ГЛУБОКОГО УДАЛЕНИЯ АЗОТА**

Рахманкулова З.Ш., Вдовина Т.В., Сироткин А.С., Храбрых Ю.В.,  
Шагеева А.Ф., Дмитриев А.С.

ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технологический  
университет», Казань, Российская Федерация  
zilya\_rah@mail.ru

В современных условиях значительная часть водных объектов подвергается интенсивному антропогенному эвтрофированию, одной из причин которого является избыточное поступлением биогенных веществ в составе неочищенных или недостаточно очищенных сточных вод. В соответствии с этим проблема удаления биогенных элементов из коммунально-бытовых сточных вод остается весьма актуальной. При этом в компактных, модульных системах водоочистки предпочтение отдается биофильтрационным системам благодаря возможности создания в них условий благоприятных для протекания разнообразных биотрансформаций, в частности, как аэробных, так и анаэробных процессов. Последнее особенно актуально для биотрансформации соединений азота, поскольку для удаления азота ключевыми процессами являются нитрификация с окислением аммонийного азота в нитриты и нитраты в аэробных условиях и их последующее восстановление в анаэробных или аноксических условиях.

Проводились экспериментальные исследования процесса непрерывной биофильтрации модельного раствора коммунально-бытового стока в каскаде трех последовательно работающих аэрируемых биофильтров с затопленным слоем загрузки. Модельный раствор не содержал органических источников азота, что исключало дополнительное образование аммонийного азота в ходе аммонификации и обеспечивало достоверность оценки материального баланса форм азота.

Полученные результаты свидетельствуют о высокой эффективности удаления органических веществ и аммонийного азота - до 98 % и 99,6 %, соответственно. При этом анализ потребления субстрата и накопления продуктов метаболизма микроорганизмами в процессе экспериментальных исследований свидетельствует о дисбалансе между общим количеством потребленного аммонийного азота, с одной стороны, и количеством аммонийного азота, окисленного нитрификаторами и потребленного гетеротрофами, с другой стороны. Очевидно, что в аэрируемой биофильтрационной системе имеются условия, для протекания процессов дальнейшей трансформации продуктов нитрификации -

нитратов в газообразные продукты (молекулярный азот, оксиды азота (I) и (II)) в результате протекания процессов денитрификации или анаэробного окисления аммония (Anammox-процесса).

Для подтверждения полученных результатов проводилась идентификация микроорганизмов в составе микробиоценоза биофильтрационной системы методом флуоресцентной *in-situ* гибридизации (FISH). В процессе экспериментальных исследований в составе образцов биопленок были идентифицированы аммонийоокисляющие  $\beta$ -протеобактерии, нитритоокисляющие бактерии р. *Nitrospira*, денитрифицирующие бактерии рр. *Curvibacter*, *Azoarcus*, а также Anammox-бактерии *Brocadia anammoxidans* и *Kuenenia stuttgartiensis*. Таким образом, была выявлена возможность протекания в аэрируемой биофильтрационной системе таких требующих принципиально различных условий процессов как окисление органических веществ, аммонификации, нитрификации, денитрификации и, возможно, анаэробного окисления аммония.

На основании данных о кинетике роста биомассы, дыхательной активности микробных клеток, потреблении субстрата и накоплении продуктов метаболизма выявлены закономерности биотрансформации соединений азота в условиях длительной биофильтрации и экспериментально подтверждена высокая эффективность применения биофильтрации сточных вод для глубокого удаления азота.

## **ДИАТОМОВЫЕ ВОДОРОСЛИ (BACILLARIOPHYTA) КАК ПОТЕНЦИАЛЬНЫЕ БИОСЕНСОРЫ**

Романова Д.Ю.

Институт морских биологических исследований им. А.О. Ковалевского РАН;  
Севастополь, РФ

*driaromanova@yandex.ru*

В условиях возрастающей антропогенной нагрузки на морские экосистемы необходим постоянный экологический мониторинг показателей количественного развития и физиологического состояния гидробионтов. Удобным объектом для проведения наблюдений *in situ* и *in vitro* являются бентосные диатомовые водоросли, достаточно чутко реагирующие на изменение факторов окружающей среды, которые могут служить индикаторами при комплексной оценке воздействия экологических факторов на структуру таксоценов [1-2]. Целью работы является выявление видов-индикаторов, наиболее чувствительных к изменениям физико-химических параметров среды обитания, а также отсле-

живание физиологического состояния выделенных видов в культурах и при использовании их в экспериментах.

Известно, что программа генетической реализации панциря – это сборка силикатных макромолекул, образующих комплексы повторяющихся элементов (поровый аппарат микроводоросли) и выполняющих определенные физиологические функции (фильтрация, улавливание квантов света и др.). Такая молекулярная машина предполагает наличие генетически заданной, четко очерченной симметрии каркаса сборки в процессе морфогенеза. На силаффиновой матрице путем усложнения строится архитектура структурных элементов, являющихся физиологически необходимыми для существования вида. Участие пептидов, катализирующих поликонденсацию кремниевой кислоты, обуславливается видоспецифически, что отражает то огромное биоразнообразие отдела диатомовые водоросли, насчитывающее по разным оценкам от 20-25 тысяч видов [3].

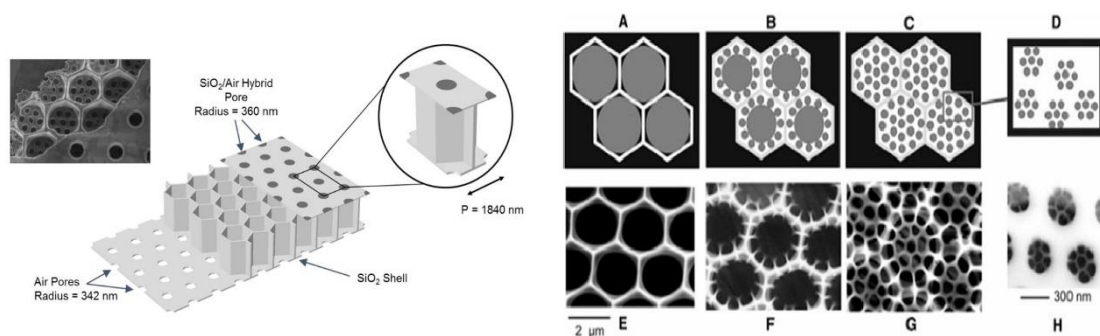


Рисунок 1. Слева - модель организации порового аппарата [4], справа - процесс биосилификации створки: образование порового аппарата [5].

Кремний является основополагающим химическим элементом, создающим молекулярные соединения панциря диатомеи в виде гексагональных сеток (рис. 1). Доказано, что у морских планктонных диатомовых водорослей элементный химический анализ показывает содержание 95,6%  $\text{SiO}_2$  [6]. Наличие биодоступного кремния в среде обитания является абсолютным и необходимым условием жизнеспособности микроводоросли.

Кремний откладывается в виде аморфных сфер диаметром 30—50 нм с помощью комплекса Гольджи в процессе цитокинеза вегетативного деления. В наших исследованиях с видом *Psammodictyon panduriforme* var. *continua* (Grunow), были обнаружены на поверхности клеток «микросферы» (рис. 2), однако данное явление можно было наблюдать только лишь при кардинальном уменьшении размеров клетки и значительных морфологических изменениях в условиях культуры. В естественных условиях обитания вид не уменьшается до

минимальных размеров, а переходит к половому размножению для поддержания жизнеспособности популяции.

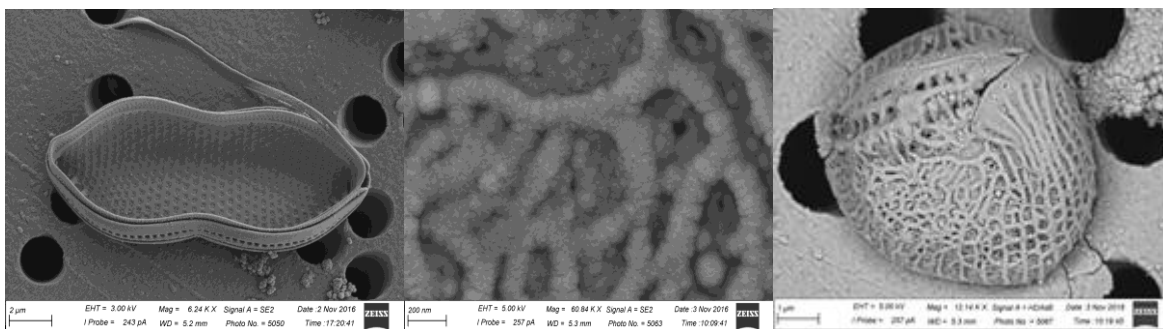


Рисунок 2. Слева - внутренняя организация панциря *Psammодиctyon panduriforme* (гексогональная сетка в основе орнаментации), посередине и справа - «узор» измененного панциря *P. panduriforme* при длительном содержании

Сбой в механизме биологической репликации является следствием длительного содержания культуры клеток в однотипных условиях без пересева на свежую искусственную морскую среду (при нарушении схемы культивации). Однако явление изменений процесса морфогенеза наблюдается и при воздействии на клетку различного рода токсикантов, например, соединений цинка [7].

Диатомовые водоросли идеальны в качестве лабораторного объекта, поскольку клетка вегетативно делится каждый день, и результаты можно получить сопоставимо быстрее, чем на других модельных объектах. Таким образом, использование сочетания методов токсикологического тестирования для оценки видовой чувствительности, морфометрии, репродуктивной биологии, молекулярно-генетического анализа поможет решить важную задачу – выделение ключевых компонентов таксоценоза донных диатомовых водорослей, изучении их биологии и нормы реакции на различные загрязнители для определения наиболее перспективных индикаторных видов.

#### Литература

1. Баринаева С. С. Биоразнообразие водорослей-индикаторов окружающей среды / С. С. Баринаева, Л. А. Медведева, О. В. Анисимова // Тель-Авив: PiliesStudio, 2006. – 498 с.
2. Гелашвили Д.Б. Принципы и методы экологической токсикологии / Д.Б. Гелашвили, В.С. Безель, Е.Б. Романова, М.Е. Безруков, А.А. Силкин, А.А. Нижегородцев; под ред. Д.Б. Гелашвили. – Нижний Новгород: Нижегородский госуниверситет, 2016. – 704 с.
3. Round F. E. The diatoms. Biology and morphology of the genera / F. E. Round, R. M. Crawford, D. G. Mann– Cambridge: Cambridge University press, 1990. – 747 p.
4. Mishler J. “Diatom frustule photonic crystal geometric and optical characterization” // J. Mishler, P. Blake, A. J. Alverson, D.K. Roper, J.B. Herzog //Nanobiosystems: Processing, Characterization, and Applications VII 2014. – Vol. 9171. – doi: 10.1117/12.2062287
5. Sumper M. A phase separation model for the nanopatterning of diatom biosilica // Science. – 2002. – Т. 295 . – № 5564. – P. 2430-2433.

6. Lee R.E. Phycology:4th edition. – Cambridge: Cambridge University Press, 2008. – 547 p.

7. Medas D. The amorphous Zn biomineralization at Naracauli stream, Sardinia: electron microscopy and X-ray absorption spectroscopy //Environmental Science and Pollution Research. – 2014. – Т. 21. – №. 11. –Р. 6775-6782.

## **ОТ УСТОЙЧИВОГО ЗЕМЛЕПОЛЬЗОВАНИЯ К УСТОЙЧИВОМУ РАЗВИТИЮ**

Рудский В.В.

Университет Мартина Лютера, г. Галле (Заале), Германия

*rudsky@mail.ru*

С конца XX века резко возрос интерес к исследованию проблем изменения климата, которые тесно связаны со многими элементами ландшафта и влияют на хозяйственную деятельность. Своеобразным «зеркалом» ландшафта выступают почвы, имеющие решающее влияние на глобальную климатическую и экологическую систему Земли. Растения поглощают углекислый газ из воздуха и образуют большое количество биомассы, т.е. органические соединения углерода. Таким образом, диоксид углерода фиксирован в первую очередь в растениях, а после их отмирания преобразуется в почвенный гумус. Однако интенсивное сельскохозяйственное использование ускоряет процесс минерализации для обратного превращения гумуса в углекислый газ. Это снова выбрасывается в атмосферу и вносит свой вклад в парниковый эффект и, таким образом, изменение климата. Не только климат, но и плодородие почв страдает от этого эффекта. Толщина верхнего горизонта почвы на экстенсивно используемых пастбищах составляет 45см, а на интенсивно используемых пашнях не превышает 25см.

С уменьшением содержания гумуса ухудшаются благоприятные свойства почв, что приводит к увеличению восприимчивости почв к эрозии. Негативную роль также играют такие процессы как весенние палы, недостаточное количество удобрений, слишком глубокая вспашка, увеличивающие минерализацию гумуса. Последствия этих процессов - уменьшение плодородия, снижение эффективности сельского хозяйства, а образование большого количества углекислого газа, наряду с другими факторами, например, развитием промышленного производства и транспорта, ведет к изменению климата (глобальному потеплению). Наибольшие потери органического вещества произошел в степных ландшафтах в первые годы освоения целинных земель в 1950-х годах. Впоследствии содержание гумуса стабилизировалось,

но на гораздо более низком уровне, при этом первоначально высокие урожаи уже не могли быть достигнуты.

Для более глубокого изучения данных проблем в период с 2012 по 2016 годы выполнялся крупный международный проект «КУЛУНДА», инициатором и руководителем которого был известный немецкий географ, директор Института географии Университета Мартина Лютера Галле-Виттенберг, профессор Манфред Фрюауф.

Проведенные в рамках проекта эксперименты позволили получить статистические величины, формирующие конкретные рекомендации для оптимального согласования различных параметров с региональными условиями и условиями обработки почвы.

Меры по оптимальной адаптации сельского хозяйства к климатическим условиям также способны внести важный вклад в защиту климата - и в то же время привлечь экономические выгоды от него. Долгосрочной целью этих мер является достижение отрицательного баланса углерода. Таким образом, степи не только долговечны, но и эффективно поглощают парниковые газы. Это, во-первых, экономически выгодно, т.к. формирует более стабильную доходность. Во-вторых, это экологически благоприятно для защиты атмосферы и сохранения почв в качестве центрального фактора региональной экономики.

Для успешного осуществления мер по адаптации условий к агротехническим приемам ведения хозяйства безусловно важную роль сыграет немецко-русский проект сотрудничества «Кулунда». Полученные результаты помогут в познание причин изменения климата в Евразии, а также выработать консолидированную концепцию решения многих экологических проблем.

## **ОЦЕНКА РОЛИ ВОДОРЕГУЛИРУЮЩИХ ЛЕСНЫХ НАСАЖДЕНИЙ НА ПРАВОБЕРЕЖЬЕ КУЙБЫШЕВСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА**

Рыбакова Н.А.

Институт лесоведения РАН, Московская обл., п. Успенское, Россия

*1986620@gmail.com*

Куйбышевское водохранилище относится к числу крупнейших в Европе, длина его береговой линии 2,6 тыс.км, из них 1,3 тыс.км на территории Республики Татарстан. Правобережье водохранилища расположено в условиях значительной расчлененности рельефа (коэффициент расчленения территории 2-2,4). При создании Куйбышевского водохранилища на его берегах в 1956-59г.г. было создано более 5 тыс.га защитных насаждений. Наибольшее распространение получили водорегулирующие лесные полосы различного породного состава



(сосновые, лиственничные, дубовые, березовые, вязовые), которые расположены, как правило, вдоль бровки коренного берега. Шаблонное расположение лесных полос без учета расчленения территории привело к тому, что этими насаждениями перехватывается незначительный объем поверхностного стока с местных водосборов. Обследование правого берега водохранилища показало, что на каждые 100 м береговой линии в среднем приходится одна ложбина или лощина. 80% поверхностного стока с водосборных площадей входит в присетевые насаждения сосредоточенными потоками, которые успевают набрать здесь достаточно большую скорость.

Площадь участков насаждений, где поверхностный сток с сельскохозяйственных угодий контактирует с лесной почвой, происходит его поглощение, отложение взвешенных наносов, снижение концентрации биогенов и пестицидов (так называемые «рабочие» участки насаждений), очень низка. Результаты обследования на правобережье показали, что площадь «рабочих» участков составляет в водорегулирующих лесных полосах и в естественных лесах в гидрографической сети лишь 5-15% насаждений. Для условий Поволжской возвышенности установлена связь между объемом поглощенного стока весеннего снеготаяния и площадью «рабочих» участков насаждений, которая хорошо отражается (коэффициент корреляции 0,85). Расчеты показали, что водоохранную функцию лесополосы осуществляют лишь на 0,46% площади примыкающих сельскохозяйственных угодий, приовражные и прибалочные – на 0,64%, естественные леса в балках - 0,52%.

Из общего объема загрязнений водохранилища к началу 1990-х годов 60% приходилось на поверхностный сток с сельскохозяйственных угодий. Лесные насаждения являются единственным эффективным средством очистки поверхностного стока с сельскохозяйственных угодий от наносов, биогенных элементов, пестицидов. На основе стационарных исследований на правобережье водохранилища (Республика Татария) оценена необходимая водоохранная лесистость водосборов. Предлагается использовать три показателя водоохранной лесистости ( $L$ ): лесистость, необходимая для полного поглощения поверхностного стока ( $L_B$ ), полного отложения взвешенных наносов ( $L_H$ ), очистки стока от биогенных элементов до предельно допустимых концентраций (ПДК) ( $L_{ПДК}$ ). Водоохранная лесистость рассчитана по характеристикам, полученным в период весеннего снеготаяния, составляющего около 90% годового стока. Площадь насаждений, обеспечивающее полное поглощение поверхностного стока, определена из соотношения слоев поверхностного стока с сельскохозяйственных угодий (мм) и суммарного водопоглощения в лесных насаждениях за период

снеготаяния (мм). По нашим многолетним наблюдениям средний слой стока весеннего снеготаяния составил на серых лесных суглинистых почвах 75 мм, водопоглощение в лесополосах, созданных на сельскохозяйственных землях, 260 мм, в естественных липово-дубовых насаждениях 1300 мм. Отсюда  $L_B$  равна 14,3% площади сельскохозяйственных угодий. Различия суммарного водопоглощения в период половодья в лесных полосах различного породного состава статистически не достоверны: в лесных полосах березы  $238 \pm 52$  мм, сосны  $234 \pm 62$  мм, лиственницы –  $202 \pm 58$  мм.

Водоохранную лесистость, необходимую для полного отложения наносов ( $L_H$ ), можно определить, используя для расчетов сток наносов с сельскохозяйственных угодий и слой отложения их насаждениями. Среднемноголетний сток наносов с пашни составил 0,2 мм.

Слой отложившихся в насаждениях наносов тесно связан с величиной стока наносов с полевых частей водосборов (коэффициент корреляции 0,93). Отложение наносов в насаждениях аппроксимируется уравнением прямой  $Y=0,01+31,1 X$ , где  $Y$  – слой отложения наносов, мм;  $X$  – слой стока наносов с пашни в диапазоне от 0,01 до 28 мм. Среднее многолетнее отложение наносов в защитных насаждениях на серых лесных почвах составляет 3 мм. Лесистость, необходимая для полного отложения наносов  $L_H$  составила 3,3% площади сельскохозяйственных угодий.

Насаждения уменьшают загрязнение поверхностного стока за счет поглощения ее вместе с растворенными биогенными элементами, задержания с наносами, снижения их концентрации в результате разбавления более чистой снеговой водой. Расчеты в Приволжской лесостепи (Никитин, Спирина, 1985) показали, что для расчета  $L_{ПДК}$  можно использовать коэффициент равный 60, установленный по соотношению лесистости, необходимой для снижения концентрации биогенов до уровня ПДК и для полного поглощения стока. Рассчитанная таким образом  $L_{ПДК}=8,6$ , при которой задерживаются все наносы вместе с содержащимися в них химическими веществами.

Применение современных противоэрозионных агротехнических мероприятий (вспашка поперек склона, глубокая и гребнистая вспашка и др.), сокращает поверхностный сток снеготаяния на 10-15 мм (Сурмач, 1971). Расчеты показали, что при применении таких мероприятий  $L_B$  снизится до 5,1% площади сельскохозяйственных угодий,  $L_H$  – 3,2%,  $L_{ПДК}$  – 6,3%.

Для увеличения водоохранного потенциала лесных насаждений необходимо способствовать увеличению площади «рабочих» участков, для чего размещать насаждения по днищам ложбин, лощин, балок, создавать смешанные

по составу и высокополнотные насаждения с густым подростом и подлеском. Большое внимание должно уделяться сохранению естественных насаждений в гидрографической сети, обладающих высокой водопоглотительной способностью. При подборе породного состава лесных полос необходимо учитывать их влияние на способность создавать лесную подстилку противостоящую размыву потоками воды. По устойчивости к смыву потоками воды подстилки в лесополосах располагаются в следующем порядке: дуб, сосна, лиственница, береза и вяз, по устойчивости к размыву серой лесной почвы: лиственница, береза, сосна, дуб, вяз.

#### Литература

1. *Никитин А.П.* Роль лесных насаждений в защите водоемов от заиления и загрязнения / А.П. Никитин, А.Г. Спирина // Водные ресурсы. –1985. – №1. – С.27-33.
2. *Сурмач Г.П.* Водорегулирующая и противозерозионная роль насаждений. М.: Лесная промышленность, 1971. – 111с.

## УСТОЙЧИВОЕ РАЗВИТИЕ КАК ГЕОЭКОНОМИЧЕСКАЯ ПРОБЛЕМА

Савенко В.С.

Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, Москва, РФ

*Alla\_Savenko@rambler.ru*

В одной из своих последних работ В.И. Вернадский назвал ноосферой будущее состояние биосферы, которое должно возникнуть в результате разумной природообразующей деятельности человека. Полвека спустя приходится признать, что действующие принципы социально-экономического развития не позволяют добиться гармонизации с природой. Концепция устойчивого развития – такого развития, которое позволяет удовлетворять потребности ныне живущих людей, но не ставит под угрозу возможность будущих поколений удовлетворять свои собственные потребности, – представляет, образно говоря, “техническое задание”, в котором оговорены необходимые и достаточные условия длительного эволюционного развития человечества. Реализация этого технического задания сопряжена с решением многих проблем, в том числе с изменением фундаментальных принципов экономики.

В свое время К. Маркс охарактеризовал труд как процесс, в котором человек опосредует, регулирует и контролирует обмен веществ между собой и природой. Однако ни в учении К. Маркса, ни в других экономических теориях выяснение законов, по которым происходит обмен веществ между человеком и природой, не было предметом специальных исследований. Природа и окружающая среда в экономике рассматриваются как ресурс, который человек тем или иным способом использует, производя предметы потребления, распределяемые

затем между членами общества в соответствии с существующей системой общественно-экономических отношений. Во взаимоотношениях природы и человека всегда решался один вопрос: как с наименьшими затратами взять у природы максимально больше ресурсов. Вопрос о том, имеются ли у самой природы “потребности” и что надо сделать для их удовлетворения, никогда ранее не стоял.

В этом отношении показательна попытка А.Е. Ферсмана связать, по его выражению, на рыночной основе экономические и геохимические характеристики хозяйственной деятельности человека. Человек, согласно А.Е. Ферсману, является покупателем, которому нужно определенное количество разных товаров по определенной цене, зависящей от его потребностей, предложения и стоимости эксплуатации технических средств. Земная кора является поставщиком этих товаров, имея в наличии некоторое их количество в форме месторождений полезных ископаемых. А.Е. Ферсман показал, что цены различных видов полезных ископаемых прямо пропорциональны потребности в них и обратно пропорциональны степени концентрирования в месторождениях, разведанным запасам руд и эффективности технических средств добычи. Однако в рыночных отношениях должны удовлетворяться потребности не только покупателя, но и производителя. Между тем земной коре человек ничего взамен не дает, кроме ненужных ей отходов техногенного метаболизма. Он просто отбирает необходимые ему “товары”, сообразуясь со своими потребностями и имеющимися возможностями их изъятия. Цена определяется исключительно имеющимся количеством того или иного необходимого товара и издержками процесса его присвоения. Рыночных отношений здесь нет. Есть присвоение организованной группой людей чужой собственности в особо крупных размерах с применением технических средств. Будь “продавец” не земной корой, за подобные действия человеку грозил бы немалый срок лишения свободы.

Современная экономика, равно как и экономические системы прошлого, основана на насилии природы. Человек, изобретая все более совершенные средства насилия – орудия труда – отбирает у природы все то, что кажется ему необходимым. Однако ущербность существующей экономической системы заключается не в том, что ведущая роль в ней отводится человеку и его интересам, а в том, что при этом полностью игнорируются интересы природы, которые должны учитываться новой экономикой.

В чем же заключаются потребности природы, а точнее той ее части (биосферы), с которой непосредственно связано существование человека?

Существование жизни на Земле возможно только в условиях сильной термодинамической неравновесности биосферы, находящейся в квазистационарном состоянии, при котором изменение среды обитания организмов происходит медленнее биологической эволюции. Современное общество создало глобальную технологическую систему с незамкнутым циклом производственных процессов, в котором используется энергия неравновесных состояний биосферы. Тем самым было нарушено условие устойчивости биосферы. Устойчивое неравновесное состояние биосферы может быть достигнуто только в том случае, если скорости образования отходов и потребления ресурсов будут меньше скоростей их разрушения и регенерации соответственно. Это означает, что при устойчивом стационарном (или квазистационарном) состоянии биосферы отходы глобальной технологической системы должны превращаться в ресурсы и компенсировать тем самым их расходование.

Полная регенерация отходов требует затрат, превышающих, как правило, затраты на производство материальных продуктов потребления. Переход на замкнутый цикл производственных технологий не соответствует базовым принципам современной экономики, но может быть реализован при введении новой системы оценки стоимости природных ресурсов, в которой эта стоимость определяется по величине энергии, затраченной природой на их создание. Данный подход позволяет унифицировать экономический анализ хозяйственной деятельности и природных процессов и сделать эти процессы равноправными участниками процесса труда.

Действующая в настоящее время глобальная система производственных технологий должна смениться системой ноосферных технологий, в которой 1) несбалансированность потоков энергии и вещества, вызванная хозяйственной деятельностью, не должна превышать пределов устойчивости текущего состояния биосферы и 2) хозяйственная деятельность не должна сопровождаться снижением интенсивности потоков энергии и вещества. С наибольшей эффективностью эти условия могут быть реализованы при “встраивании” технологических процессов в существующую систему структурно-функциональной организации биосферы.

Для развития биосферы достаточно устойчивости любого состояния, допускающего продолжение жизни. Для человека приемлемы только такие состояния, при которых устойчивость биосферы сочетается с возможностью дальнейшего развития хозяйственной деятельности. Можно сказать, что пространство устойчивых эволюционных траекторий развития ноосферы уже, чем биосферы, но является частью последнего. Интересы человека и биосферы совпа-

дают лишь частично, и главная задача науки заключается в том, чтобы направить эволюционный процесс по нужной человеку траектории устойчивого развития. Интересы биосферы при этом будут соблюдены. В этом состоит суть коэволюции человека и природы.

## **ЗАГРЯЗНЕНИЕ УГЛЕВОДОДАМИ СПОСОБСТВУЕТ РАСПРОСТРАНЕНИЮ ГЕНОВ АНТИБИОТИКОРЕЗИСТЕНТНОСТИ**

Сазыкин И.С., Селиверстова Е.Ю., Сазыкина М.А.

Южный федеральный университет, Ростов-на-Дону, Россия

*issa@sfedu.ru*

Известно, что гены резистентности к антибиотикам (АРГ) присутствуют даже у микроорганизмов, никогда не контактировавших с продуктами человеческой деятельности. При этом, мобильные элементы бактериального генома и вирусы способны мобилизовать АРГ и распространять их среди других, в том числе клинически значимых, микроорганизмов. Происходит также обратный процесс, при котором АРГ патогенных бактерий, отобранные и эволюционировавшие под антропогенным давлением, более того, даже целые кассеты и генные острова резистентности, возвращаются в резистомы природных сообществ с помощью тех или иных генных векторов.

Чтобы полностью понять механизм возникновения и распространения лекарственной устойчивости, нужно обратиться к изучению антибиотиков и их генов устойчивости не только в клиниках, но и в естественной природной среде обитания микроорганизмов.

В настоящее время приобретение бактериями устойчивости к антимикробным препаратам происходит в основном не за счет селекции новых генетических детерминант, а путем передачи готовых генетических кассет, определяющих лекарственную устойчивость в составе мобильных элементов генома [1].

Главными источниками поступления клинически релевантных генов антибиотикорезистентности в окружающую среду являются муниципальные и госпитальные очистные сооружения, а также стоки животноводческих ферм [2; 3]. В местах сброса сточных вод происходит первоочередное накопление детерминант лекарственной устойчивости микроорганизмов. Стоки служат источником поступления АРГ не только в водные, но и в почвенные экосистемы. Это происходит при орошении почв сточными водами, а также при использовании навоза и активного ила очистных сооружений для удобрения почвы и на площадках хранения активного ила (полях фильтрации).

Обмен генетическим материалом происходит также и в обратном направлении - гены устойчивости к антибиотикам, приобретенные патогенными бактериями путем горизонтального переноса, присутствуют и у бактерий, выделяемых из окружающей среды [4]. Наличие подобного “пула” и “круговорота” генов устойчивости позволяет микроорганизмам легко и быстро обходить направленные на их эрадикацию меры, к которым относится применение анти-микробных препаратов.

Контактирование бактерий микрофлоры, ассоциированной с человеком, с природными микроорганизмами в очистных сооружениях или в природных экосистемах является важной особенностью для понимания появления новых механизмов резистентности у патогенных для человека штаммов [5]. Ключевым вопросом при этом является интеграция генов устойчивости к антибиотикам в мобильные элементы генома - особенность, которой благоприятствует сброс антибиотиков в природные экосистемы [6; 7].

Горизонтальному переносу и накоплению АРГ в природных условиях способствует загрязнение тяжелыми металлами [8]. В то же время крайне слабо изученным остается вопрос о влиянии углеводов на резистом микробных сообществ.

Нашими недавними исследованиями установлено, что инкубация микроорганизмов с углеводородами увеличивает количество образующихся рифампицин-устойчивых мутантов *Pseudomonas putida*, *Vibrio harveyi*, *V. aquamarinus* и усиливает горизонтальный перенос плазмиды, несущей гены устойчивости к ампициллину и канамицину от *E. coli* к двум видам *Vibrio*. Так, количество рифампицин-устойчивых мутантов *P. putida* возрастает в присутствии гексадекана в  $10^3$ – $5 \times 10^4$  раз, в присутствии нафталина – в 30–500 раз; *V. harveyi* и *V. aquamarinus* в присутствии гексадекана, бензола, нафталина, антрацена, бенз[а]пирена и дизельного топлива – в 3–100 раз. Перенос плазмиды, несущей АРГ, от *E. coli* к двум видам вибрионов усиливается под воздействием перечисленных углеводов в 2–20 раз. Аналогичным образом, хотя и слабее, на модельные микроорганизмы действуют и экстракты почв импактной зоны Новочеркасской ГРЭС, загрязненных полиароматическими углеводородами.

Механизмом, ответственным за увеличение количества рифампицин устойчивых мутантов и усиление межродового переноса плазмиды, несущей АРГ, вероятно, является окислительный стресс, возникающий в бактериальной клетке под воздействием углеводов. При биотрансформации углеводов микроорганизмами происходит усиление образования АФК [9; 10]. Кислородные радикалы могут повреждать ДНК и оказывать стимулирующее дей-

ствие на мутагенез, активизировать механизмы рекомбинации и передачу мобильных элементов а, следовательно, влиять на скорость горизонтального переноса и накопления генов лекарственной устойчивости бактерий.

Исследование выполнено при поддержке Министерства образования и науки РФ (грант № 6.2379.2017/ПЧ), с использованием научного оборудования ЦКП "Высокие технологии" ЮФУ.

#### Литература

1. French G.L. The continuing crisis in antibiotic resistance // Int. J. Antimicrob. Agents. – 2010. – V. 36. – Suppl 3– P. S3-S7.
2. Rodriguez-Mozaz S. Occurrence of antibiotics and antibiotic resistance genes in hospital and urban wastewaters and their impact on the receiving river / S. Rodriguez-Mozaz, S. Chamorro, E. Marti, B. Huerta, M. Gros, A. Sánchez-Melsió, C.M. Borrego, D. Barceló, J. L. Balcázar // Water research. – 2015. – V. 69. – P. 234-242.
3. Sazykin I.S. Biosensor-based comparison of the ecotoxicological contamination of the wastewaters of Southern Russia and Southern Germany / I.S. Sazykin, M.A. Sazykina, L.E. Khmelevtsova, E.A. Mirina, E.M. Kudееvskaya, E.A. Rogulin, A.V. Rakin // Int. J. Environ. Sci. Technol. – 2016. – V. 13. – № 3. – P. 945-954.
4. Silver S. A bacterial view of the periodic table: genes and proteins for toxic inorganic ions / S. Silver, L.T. Phung // J. Ind. Microbiol. Biotechnol. – 2005. – V. 32. – P. 587–605.
5. Baquero F. Antibiotics and antibiotic resistance in water environments / F. Baquero, J.L. Martinez, R. Canton // Curr. Opin. Biotechnol. – 2008. – V. 19. – P. 260–265.
6. Martinez J.L Environmental pollution by antibiotics and by antibiotic resistance determinants // Environ. Pollut. – 2009. – V. 157. – P. 2893–2902.
7. Liu C.-C. A comparative study of class 1 integrons in *Acinetobacter baumannii* / C.-C. Liu, C. Y. Tang, K.-C. Chang, H.-Y. Kuo, M.-L. Liou // Gene. – 2014. – V. 544. – P. 75–82.
8. Martins V. V. Aquatic environments polluted with antibiotics and heavy metals: a human health hazard / V.V. Martins, M. O. Barboza Zanetti, A. Pitondo-Silva, E.G. Stehling // Environ. Sci. Pollut. Res. – 2014. – V. 21. – P. 5873–5878.
9. Сазыкин И.С. Хемилюминесценция экстрактов нефтеокисляющих бактерий *Acinetobacter calcoaceticus* и их действие на PsoxS':lux биосенсор / И.С. Сазыкин, В.Н. Прокофьев, В.А. Чистяков, М.А. Сазыкина, В.В. Внуков // Прикладная биохимия и микробиология. – 2011. – Т. 47. – № 4. – С. 443-447.
10. Sazykin I.S. Expression of SOD and Production of Reactive Oxygen Species in *Acinetobacter calcoaceticus* Caused by Hydrocarbons Oxidation / I.S. Sazykin, M.A. Sazykina, L.E. Khmelevtsova, M.I. Khammami, Sh.K. Karchava, M.V. Zhuravleva, E.M. Kudееvskaya. // Annals of microbiology. – 2016. – V. 66. – № 3. – P. 1039–1045. DOI 10.1007/s13213-015-1188-9.

## ЭКОТОКСИКОЛОГИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ БИОЦЕНОЗОВ НИЖНЕГО ДОНА

Сазыкина М.А., Сазыкин И.С., Хаммами М.И.



Южный федеральный университет, Ростов-на-Дону, Россия

*samara@sfedu.ru*

В настоящее время в условиях масштабного загрязнения водных экосистем токсичными веществами проблема контроля качества природных вод приобретает особую значимость [1]. Информация по накоплению токсических веществ в водных экосистемах важна для прогноза их развития и состояния биоресурсного потенциала, а также в плане оценки негативных последствий для человека.

При проведении экологического мониторинга водной среды одним из перспективных направлений является анализ с использованием биосенсоров на основе светящихся бактерий [2-4]. Люминесцентные бактериальные сенсоры, в которых в качестве репортеров используются гены бактериальных люцифераз, открывают широкие возможности их использования в экологической токсикологии.

Объектом нашего исследования служили водные экосистемы Нижнего Дона - р. Дон и родники г. Ростова-на-Дону. Для исследования токсичности проб водных экосистем была использована батарея люминесцентных биосенсорных штаммов, предназначенных для определения интегральной токсичности, генотоксичности, прооксидантной активности, а также для детекции ртути, мышьяка, вызывающих повреждение белков и мембран веществ, антибиотиков тетрациклинового и  $\beta$ -лактамного ряда. Штаммы были любезно предоставлены И.В. Мануховым (ФГУП «ГосНИИГенетика»). Для определения общей токсичности был использован природный штамм *Vibrio aquamarinus* ВКПМ В-11245.

Оценка качества воды родников г. Ростова-на-Дону при помощи бактериальных lux-биосенсоров проводилась в течение 2009–2012 гг. и 2014--2017 гг.

Результаты исследования воды 23 родников в течение 2009–2012 гг. Ростова-на-Дону показали их системное загрязнение токсичными веществами, регистрируемыми при помощи использованных биолюминесцентных сенсоров. Со всеми биосенсорами в воде исследованных ростовских родников выявлены биологические эффекты, опосредованные присутствием токсикантов различной природы [5].

В воде всех родников выявлено присутствие генотоксических веществ. В ряду выявленных генотоксикантов преобладают вещества промутагенной природы (81,6 % проб родниковой воды). Корреляционный анализ результатов, полученных с помощью биолюминесцентных сенсоров и показателей химического анализа, выявил участие ПАУ в развитии прооксидантного эффекта и генотоксичности воды родников г. Ростова-на-Дону.

Наибольший процент проб с различными токсическими эффектами обнаружен в воде следующих родников: «Гремучий» № 1; источник в районе ж/д станции «Аксай»; «Гремучий» № 2; на ул. Подгорной, 61.

Если рассматривать динамику токсичности по годам, в этом отношении лидировал 2011 г. В большинстве исследованных родников именно в этот год регистрировалось самое большое количество эффектов токсичности.

Результаты тестирования родников в 2014-2017 гг. подтвердили масштабный характер загрязнения ростовских источников. Наиболее высокое содержание токсических веществ было зарегистрировано в родниках Александровский и Первомайский.

Результаты экотоксикологического мониторинга донных отложений в 16 точках Нижнего Дона в течение 2003–2007, 2011 и 2015 гг. позволили выявить хронический характер загрязнения генотоксикантами ряда исследованных районов. В 36,7 % исследованных районов Нижнего Дона зарегистрированы генотоксические вещества промутагенной природы; прямые мутагены обнаружены в 28,9 % проб. Были зарегистрированы периоды времени, на которые пришелся максимум загрязнения генотоксичными веществами. Основной период, во время которого было обнаружено максимальное количество токсикантов – 2011 г. Определены районы, наиболее подверженные антропогенному прессингу.

Корреляционный анализ результатов, полученных с помощью биолюминесцентных сенсоров и показателей химического анализа, показал, что источниками генотоксичности донных отложений Нижнего Дона служат нефтепродукты, отдельные ПАУ (фенантрен, флуорантен, пирен, хризен, бенз(к)флуорантен, бенз(а)пирен), ванадий, никель. Определен высокий уровень корреляции между содержанием ртути и обнаруженным при помощи биосенсорных штаммов генотоксическим эффектом, содержанием гидропероксидов [6].

В ряде проб родниковой воды и донных отложений нижнего течения р. Дон с помощью lux-биосенсоров для детекции антибиотиков тетрациклинового и β-лактамного ряда показано присутствие данного класса соединений.

Таким образом, использование батареи lux-биосенсоров в экологическом мониторинге водной среды (на примере биоценозов Нижнего Дона) дало возможность оперативно оценить спектр токсического действия загрязняющих веществ, определить хронически загрязненные районы и выявить периоды времени, на которые приходится пик антропогенного загрязнения.

Исследование выполнено при поддержке РФФИ (грант № 17-04-00787 А), с использованием научного оборудования ЦКП "Биотехнология, биомедицина и экологический мониторинг" ЮФУ.

#### Литература

1. *Vystavna Y.* Monitoring of trace metals and pharmaceuticals as anthropogenic and socio-economic indicators of urban and industrial impact on surface waters / Y. Vystavna, P. Le Coustumer, F. Huneau // *Environ. Monit. Assess.* – 2013. – V. 185. – № 4. – P. 3581-3601.
2. *Elad T.* Broad spectrum detection and "barcoding" of water pollutants by a genome-wide bacterial sensor array/ T. Elad, S. Belkin // *Water Res.* – 2013. – V. 1. – № 47(11). – P. 3782-3790. DOI: 10.1016/j.watres.2013.04.011
3. *Elad T.* Reporter Gene Assays in Ecotoxicology / T. Elad, S. Belkin // *Adv. Biochem. Eng. Biotechnol.* – 2016. – Chapter. – P. 1-23. DOI:10.1007/10\_2016\_47
4. *Ma X.Y.* Bioassay based luminescent bacteria: interferences, improvements, and applications / X.Y. Ma, X.C. Wang, H.H. Ngo, W. Guo, M.N. Wu, N. Wang // *Sci. Total Environ.* – 2014. – V. 15. – P. 468-469. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2013.08.028
5. *Сазыкина М.А.* Оценка качества воды родников г. Ростова-на-Дону на основе микробиологических и токсикологических показателей / М.А. Сазыкина, З.С. Кхатаб, Е.М. Новикова, И.С. Сазыкин // *Вода: Химия и Экология.* – 2013. – № 1. – С. 102–107.
6. *Sazykin I.S.* Distribution of polycyclic aromatic hydrocarbons in surface sediments of lower reaches of the Don River (Russia) and their ecotoxicologic assessment by bacterial lux-biosensors / I.S. Sazykin, M.A. Sazykina, M.I. Khammami, L.E. Khmelevtsova, N.V. Kostina, R.G. Trubnik // *Environ. Monit. Assess.* – 2015. – V. 187(5):4406. DOI:10.1007/s10661-015-4406-9.

## РАЗВИТИЕ НАЛОГООБЛОЖЕНИЯ НЕФТЕДОБЫВАЮЩИХ КОМПАНИЙ РОССИИ

Салмина С.В.<sup>1</sup>, Сбоева И.М.<sup>1</sup>, Селивановская Ю.И.<sup>1,2</sup>, Хафизова А.Р.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Казанский федеральный университет, Казань, Россия

<sup>2</sup>Казанский национальный исследовательский технический университет им.

А.Н. Туполева – КАИ, Казань, Россия

В настоящее время в России нефтедобывающие компании являются одними из основных бюджетообразующих предприятий, которые обеспечивают значительную часть поступлений в консолидированный бюджет Российской Федерации. В России налог на добычу полезных ископаемых является составляющей природной ренты. Однако, по мнению экспертов, сложившийся настоящее время механизм исчисления налога на добычу полезных ископаемых не совсем корректный по отношению к текущим экономическим условиям разработки месторождений нефти, что требует его замены и перехода к налогообложению на основе финансового результата.

По мере истощения действующих месторождений, ухудшения структуры запасов и увеличения затрат на добычу нефти, действующая система налогообложения перестала обеспечивать необходимую рентабельность разработки действующих месторождений, это приводит к тому, что примерно 30-40% поставленных на государственный баланс извлекаемых запасов нефти, то есть запасов, которые технологически можно извлечь, не будут вовлечены в разработку по причине полной убыточности их разработки в действующей системе налогообложения. При этом, поскольку в действующей системе учитывается некий среднеотраслевой уровень затрат высокорентабельные запасы нефти имеют относительно низкую налоговую нагрузку и государство изымает ренту с таких активов не в полной мере.

Подтверждением является практика практически ежегодного введения или пересмотра точечных налоговых льгот в отношении деятельности по добыче нефти, а именно, в настоящее время введен льготный режим налогообложения для шельфовых месторождений, две льготы по вывозной таможенной пошлине, одиннадцать региональных налоговых льгот, девять льгот по налогу на добычу полезных ископаемых для определенных типов коллекторов и качества нефти. При этом, зачастую льготы сформулированы таким образом, что для их применения и администрирования требуются профессиональные познания в геологии и технологии разработки месторождений, то есть простота налогового администрирования в текущих условиях полностью утрачена.

Наличие природной ренты, учёт которой распространён в зарубежных налоговых системах, создаёт предпосылки для реформирования отечественной налоговой системы в русле мировой практики в сторону дифференциации налогообложения в зависимости от конкретных природных условий, что позволит уравнивать положение хозяйствующих субъектов, осуществляющих деятельность в разных природных условиях, а также сделать рентабельной деятельность на истощённых источниках природных ресурсов.

Процесс формирования гибкой системы налогообложения должен рассматриваться как важнейшая часть общей системы государственного регулирования нефтяного сектора, включая регулирование процессов разработки и добычи, цен, доступа к транспортной инфраструктуре. Этот процесс должен происходить поэтапно, а каждый его шаг должен синхронизироваться с мероприятиями по реформированию других элементов системы регулирования, с развитием рынка углеводородного сырья. В стратегии перехода к гибкой системе налогообложения нефтедобычи представляется целесообразным выделить последовательные этапы.

Одним из этапов перехода к рентному налогообложению предполагается введение дифференцированных ставок налога на добычу ископаемых в отношении нефти. Для этого необходимо формирование адекватной системы учета производственных и финансово-экономических показателей в нефтедобывающих компаниях. В дальнейшем будет необходима корректировка дифференцированных ставок налога параллельно с реформированием системы регулирования цен на нефть.

Следующий этап предполагает переход на адвалорную, выраженную в процентах, дифференцированную ставку налога на добычу, что позволит более адекватно учитывать цены внутреннего и внешнего рынков. Необходимые условия для реализации этапа – это введение института справочных цен, применяемых для целей расчета стоимости налогооблагаемой продукции; расширение рамок дифференциации налогообложения с учетом фактора запасов – размеров и степени истощения.

Последующим этапом является введение прогрессивного-регрессивного налога на сверхприбыль в зависимости от рентабельности с учетом цен на нефть. Как нам представляется, может быть выстроена стратегия перехода к гибкой системе налогообложения нефтяной промышленности с постепенной ее переориентацией от производственного к экономическому подходу. Все это создаст достаточные условия для отказа от налога на добычу полезных ископаемых и перехода к рентным платежам.

Переход на налогообложение финансового результата при добыче нефти позволит:

изымать в доход государства дополнительно сверхприбыль от разработки высокорентабельных запасов нефти, которые в условиях действующей системы налогообложения имеют относительно низкий уровень налогообложения;

обеспечивать рентабельность разработки месторождений, находящихся на поздних стадиях добычи, а также трудноизвлекаемых запасов и запасов, не обеспеченных инфраструктурой;

учитывать изменение цен на нефть на мировых рынках, а также других макроэкономических показателей.

Учитывая большое бюджетообразующее значение нефтяной отрасли, на первоначальном этапе планируется перевод на новый налог небольшого количества месторождений, так называемых «пилотных проектов», на которых будет проведена апробация новых принципов налогообложения.

Для высокорентабельных месторождений предлагается внести прогрессивно-регрессивный коэффициент, зависящий от цен на нефть. Он варьируется в

зависимости от стоимости нефти. Кроме того, необходимо постепенно переходить на налогообложение, основанное на определении сверхприбыли в зависимости от рентабельности с учетом цен на нефть.

## **НАУЧНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ПАРТНЁРСТВО В СИСТЕМЕ НЕПРЕРЫВНОГО ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ**

Самигуллина Г.С.

ИУЭФ, Казанский федеральный университет, Казань, Россия

*galinatera@yandex.ru*

Исследования состояния биосферы земли Денниса и Доннелы Медоуз (1972), работы А. Печчеи (1980), Б. Коммонера (1974), Н. Моисеева (1988), Д. Лихачева (1991); Конференция ООН по окружающей среде и развитию «Повестка дня на XXI век» (Рио-де-Жанейро, 1992), встречи на высшем уровне по устойчивому развитию (Йоханнесбург, 2002), документы ООН, ЮНЕСКО, ЮНЕП и др., приводят к осознанию того, что решение глобальных экологических проблем должно начинаться с локального, местного уровня.

Важное место в решении экологических проблем страны имеет высокий уровень экологического образования, которое является частью единой триады «экологическое воспитание - экологическое просвещение – экологическое образование». Все эти части представляют собой основу формирования экологического мировоззрения, необходимость сохранения оптимальной для жизни среды обитания, в том числе на региональном и локальном уровнях.

Федеральные законы «О государственной политике в области экологического образования», «О государственном регулировании образования в области экологии», «Об экологической культуре» не являются документами, позволяющими включать экологию в структуру школьного образования.

Международная экологическая конференция Рио-де-Жанейро (1992г.) из семи глобальных экологических проблем признала две - биологического характера, остальные – геоэкологического плана.

География, как единственная дисциплина, изучающая триединство «человек-природа-общество», могла бы занять достойное место в экологическом образовании. Еще один аргумент в пользу нашего предмета – множество учебников нового поколения, написанные географами Г.С. Камериловой, В.И. Сиротиным, Н.Ф. Винокуровой и т.д.

Комиссией Международного географического союза по географическому образованию Декада ООН 2005-2014 гг. по образованию для устойчивого раз-

вития рассматривается, как возможность укрепить свою приверженность идеям образования для устойчивого развития.

Люцернская «Декларация о географическом образовании для устойчивого развития» дополняет основной Международный устав по географическому образованию (1992 г.) и ставит во главу угла вклад географии в образование для устойчивого развития.

Экологическую парадигму рассмотрим на примере научно-методического партнёрства общего среднего образования, высшего образования (бакалавриат, магистратура, аспирантура), повышения квалификации учителей естественно-географических дисциплин, профессиональной переподготовки по программе САЕ, общественно-профессиональных сообществ учителей географии (ОПС).

Предметом исследования стали вопросы экологического образования, отражающие в своей целостности и взаимосвязи природу педагогического творчества и формирование модели экологического образования, включающей гностический, конструктивно-проектировочный, коммуникативно-деятельностный компоненты.

В целях имплементации, в том числе экологического образования в интересах устойчивого развития кафедра ТиМГиЭО ИУЭиФ КФУ установила сотрудничество с кафедрой дидактики географии Берлинского университета им. Гумбольдта.

Кафедра ТиМГиЭО, исторически занимавшаяся подготовкой учителей географии, включилась в реализацию Концепции САЕ (Стратегической Академической Единицы) Института психологии и образования КФУ по созданию эколого-образовательной среды.

Полноценное формирование и функционирование творческой эколого-педагогической деятельности возможно при условии построения модели непрерывного экологического образования школа-вуз-ОПС учителей, консолидации квалифицированных и заинтересованных педагогов, разумной «экологизация» отдельных школьных предметов, формирования холистической картины мира, сочетания научной и учебно-методической работы.

#### Литература

1. Brown, L. R. World on the edge. How to prevent environmental and economic collapse. – М.: AST-PRESS BOOK, 2013. – 208 p. – (Ideas for peace).
2. Хаубрих Х. (Фрейбург) Люцернская декларация: географическое образование для устойчивого развития / Хаубрих Х. (Фрейбург), С. Рейнфред (Люцерн), И. Шлейцер (Вейнгаартен) // География и экология в школе 21 века. – 2008. – №1. – С.35-41.
3. Зверев И.Д. Экологическое и эстетическое воспитание школьников / И. Д. Зверев, Л.П.Печко. – М.:Педагогика,1984. – 135с.

4. *Мамедов Н.М.* Основания экологического образования / Н.М.Мамедов //Философия экологического образования/гл.ред.И.К.Лисеев. –М.,2001. – 390с.
5. *Попова Л.В.* Становление и развитие высшего профессионального экологического образования в России: анализ проблем – М.: изд-во Московского университета,2013. – 192с.
6. *Кун Т.* Структура научных революций / Пер. с англ. И.З. Налетова. Общая ред. и послесловие С.Р. Микулинского и Л.А.Марковой. – М.: Прогресс, 1975. – 2 изд. – 1977.
7. О повышении воспитательного потенциала образовательного процесса в общеобразовательном учреждении // География в школе. – 2002. – №9. – С.36.
8. Российские научные школы. – М.: Издательский дом «Академии Естествознания», 2011. – Т.4. – С.62-63.
9. *Жумабекова Б.К.* Биогеоценология (учебное пособие) // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований.– 2012. – №9. – С.11-12.
10. *Timofeeva A.G.* Educational environment for the ecological education of preschool children / A.G. Timofeeva, E.V. Akifeva // European Science and Technology: 10th International scientific conference. – Munich , 2015. – P.82–88.
11. *Петров А.В.* О соотношении понятий «интеграция» и «межпредметные связи» / А.В. Петров, А.И. Гурьев // Наука и школа. – 2002. – №2. – С.56-58.
12. *Чанаев Н.К.* Вопросы реализации интегративного подхода к обучению //Интеграция в педагогике и образовании: Сб. науч. метод. работ/Самар. обл. отд-ние педагогич. о-ва России. Самар. индустриально-педагогич. колледж; Науч. ред. сб. Кустов Ю.А. – Самара,1994, – С.22-26.
13. Living Planet Report 2006. – Gland: WWF, 2008. – 41 p.

## **ОТВЕТСТВЕННОСТЬ ЗА НАРУШЕНИЕ ТРЕБОВАНИЙ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ**

Селивановская Ю.И.<sup>1,2</sup>, Гильмутдинова И.М.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Казанский федеральный университет, Казань, Россия

<sup>2</sup>Казанский национальный исследовательский технический университет им.

А.Н. Туполева – КАИ

В настоящее время все большее значение приобретают вопросы экологической безопасности. В соответствии со ст. 1 Федерального закона от 10 января 2002 г. № 7-ФЗ «Об охране окружающей среды» экологическая безопасность - состояние защищенности природной среды и жизненно важных интересов человека от возможного негативного воздействия хозяйственной и иной деятельности, чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера, их последствий. Содержание понятия «экологическая безопасность» шире понятия «охрана окружающей среды», так как включает в себя не только обеспечение благоприятного состояния окружающей среды, но и обеспечение экологических интересов и потребностей человека, общества и государства. В Россий-



ской Федерации был разработан проект Федерального закона «Об общем техническом регламенте «Об экологической безопасности». Технический регламент должен быть принят в целях охраны окружающей среды, для чего он определяет основные положения технического регулирования в области экологической безопасности и устанавливает общие требования к обеспечению экологической безопасности процессов производства, хранения, перевозки, утилизации продукции. Так как подобный закон в настоящее время не принят, то вопросы ответственности за нарушение требований экологической безопасности регулируются Федеральным законом «Об охране окружающей среды».

Устойчивое развитие любого региона возможно в ситуации благоприятной окружающей среды, что зависит от соблюдения экологического законодательства. Федеральным законом «Об охране окружающей среды» за нарушение законодательства в области охраны окружающей среды в России устанавливается имущественная, дисциплинарная, административная и уголовная ответственность. Однако, существует еще и материальная ответственность. Так как материальная ответственность предполагает отношения между работником и работодателем, то она регулируется трудовым законодательством, но в случае если материальная ответственность вызвана совершением экологического правонарушения, то ее также можно отнести к проявлению экологической ответственности.

Гражданско-правовая (имущественная) ответственность за нарушение требований экологической безопасности заключается в обязанности возмещения вреда окружающей среде. Юридические и физические лица, причинившие вред окружающей среде в результате ее загрязнения, истощения, порчи, уничтожения, нерационального использования природных ресурсов, деградации и разрушения естественных экологических систем, природных комплексов и природных ландшафтов и иного нарушения законодательства в области охраны окружающей среды, обязаны возместить его в полном объеме в соответствии с законодательством.

Дисциплинарная ответственность за нарушение требований экологической безопасности предусматривается за противоправное, виновное неисполнение или ненадлежащее исполнение работником его трудовых функций, связанных с осуществлением планов и мероприятий по охране окружающей среды и рациональному использованию природных ресурсов, а также за нарушение требований экологического законодательства, предусмотренных его должностными обязанностями.

Административная ответственность предусматривается за совершение экологического проступка, предусмотренного административным законодательством. На федеральном уровне административная ответственность в области охраны окружающей среды регламентируется главой 8 Кодекса РФ об административных правонарушениях, которая содержит как общие составы экологических проступков, так и специальные. В Республике Татарстан административная ответственность в области охраны окружающей среды предусматривается Кодексом РТ об административных правонарушениях, который содержит фактически один состав правонарушения в данной сфере - уничтожение редких и находящихся под угрозой исчезновения видов животных или растений (ст. 3.1 КоАП РТ).

Уголовная ответственность наступает за экологические преступления. Уголовный кодекс РФ включает главу 26 «Экологические преступления». В 2014 году в России за экологические преступления, предусмотренные главой 26 УК РФ, было осуждено 9479 человек, в 2015 году – 8960 человек, в 2016 году – 8642 человека. Однако и в других главах УК РФ содержатся составы преступлений, которые обеспечивают соблюдение требований экологической безопасности. Например, в УК РФ появился новый состав экологического преступления «экоцид», помещенный в раздел «Преступления против мира и безопасности человечества» (ст. 358). К уголовной ответственности в РФ могут привлекаться только физические лица, то есть если юридическое лицо (предприятие) причиняется вред окружающей среде и тем самым совершает экологическое преступление, предусмотренное Уголовным кодексом РФ, то к ответственности привлекается не само предприятие, а конкретное виновное лицо. Это не всегда соответствует принципу справедливости, так как наказание, которое может понести человек, не соответствует степени вреда, который наносится экологическим отношениям предприятием. Следует установить уголовную ответственность для предприятий, и прежде всего это касается именно экологических преступлений. В этом случае к предприятию следует применить такие виды наказаний, как штраф, приостановление или прекращение деятельности, внеся соответствующие изменения в уголовное законодательство.

Установление различных видов ответственности за нарушение законодательных требований экологической безопасности является одним из способов борьбы с экологическими правонарушениями, так как реализуется предупредительная функция ответственности. При этом, необходимым условием действенной борьбы является постоянное совершенствование законодательства путем устранения коллизий и пробелов правового регулирования во-

просов ответственности за нарушение требований экологической безопасности.

## **СОВРЕМЕННЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К СОЗДАНИЮ ТЕРРИТОРИАЛЬНЫХ СИСТЕМ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА**

Семенова И.В., Булгаков В.Г., Запевалов М.А.

ФГБУ «НПО «Тайфун», Обнинск, Россия

*semenova@rpatyphoon.ru*

В последнее время в России большое внимание уделяется созданию территориальных систем мониторинга окружающей среды, как необходимой составляющей устойчивого развития субъектов Российской Федерации [1, 2].

Мониторинг окружающей среды проводится на основе сети наблюдений за уровнем загрязнения окружающей среды Росгидромета и территориальных систем наблюдений в составе государственной системы наблюдений за состоянием окружающей среды в соответствии с порядком установленным положением [3].

Территориальные системы наблюдений организуются органами исполнительной власти субъектов Российской Федерации с учетом государственной сети наблюдений Росгидромета для эффективного решения экологических проблем региона и обеспечения территориального планирования. Территориальная система наблюдений создается на основании законодательного акта субъекта Российской Федерации, которым, в частности, устанавливается порядок финансирования территориальной системы наблюдений из бюджета субъекта федерации и назначается орган исполнительной власти субъекта Российской Федерации, уполномоченный на взаимодействие по вопросам формирования и функционирования территориальной системы наблюдений с Росгидрометом и ее соответствующим территориальным органом (филиалом территориального органа).

Формирование и развитие территориальных сетей наблюдений Росгидромета и территориальных систем наблюдений в субъектах Российской Федерации базируется на следующих принципах:

- соответствие решаемых задач экологическим приоритетам;
- организационное, информационное и функциональное единство территориальных сетей и систем наблюдений;
- исключение дублирования наблюдений;
- возможность централизованного использования ресурсов системы;

- унификация программных, информационных и технических средств, обеспечение совместимости элементов сетей и систем наблюдений, возможности их модульного наращивания и модернизации;

- возможность структурного и функционального развития сетей и систем наблюдений и спектра оказываемых услуг;

- одновременное решение задач в интересах национальной экологической безопасности и социально-экономического развития страны и регионов;

- соответствие международным требованиям и рекомендациям.

Общими задачами территориальных систем наблюдения являются:

- получение и анализ информации на территории субъекта и ведение экологического паспорта территории;

- выявление и оценка вкладов источников загрязнения в рамках осуществления государственного экологического надзора;

- оценка эффективности природоохранных мероприятий;

- обеспечение социально-экономического развития территорий.

Необходимым элементом территориальной системы является информационно - аналитический центр сбора, обработки и представления информации, а в ее состав могут входить как стационарные, так и подвижные пункты наблюдений за загрязнением окружающей среды.

При осуществлении мониторинга загрязнения окружающей среды обеспечивается согласованное функционирование территориальных сетей и систем наблюдений и локальных систем наблюдений в субъектах Российской Федерации, а также единство и сопоставимость методов наблюдений за загрязнением окружающей среды, сбора, обработки, хранения и распространения полученной в результате наблюдений информации.

На уровне субъектов Российской Федерации обеспечивается интеграция данных об уровнях загрязнения окружающей среды, получаемых в рамках территориальных сетей и систем наблюдений, а также локальных систем наблюдений.

Для обеспечения интеграции данных в субъектах Российской Федерации и сопоставимости информации на всей территории страны при организации и обеспечении функционирования территориальных сетей и систем наблюдений, а также локальных систем наблюдений следует соблюдать следующие требования:

- наблюдения должны осуществляться в соответствии с требованиями нормативных правовых актов Росгидромета;

- наблюдения осуществляются участниками деятельности в области гидрометеорологии и смежных с ней областях на основе лицензий, выдаваемых в установленном порядке Федеральной службой по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды [4];

- территориальные и локальные системы наблюдений подлежат государственной регистрации и государственному учету и имеют статус участника государственного мониторинга, который отражается в свидетельстве о государственной регистрации. Государственную регистрацию и государственный учет территориальных и локальных систем наблюдений организует и осуществляет в установленном порядке Федеральная служба по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды;

- методики измерений должны быть зарегистрированы в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений и входить в федеральный перечень методик измерений по РД 52.18.595 [5];

- перечень средств измерения, используемых при ведении мониторинга загрязнения окружающей среды, должен быть согласован с соответствующими территориальными органами Росгидромета;

- программы наблюдений должны быть согласованы с соответствующими территориальными органами Росгидромета и содержать процедуры, включающие обязательное участие лабораторий в межлабораторных сличительных испытаниях, организуемых головными НИУ Росгидромета.

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований и Правительства Калужской области (грант №16-45-400071).

#### Литература

1. Постановление Правительства Российской Федерации «О государственном экологическом мониторинге (государственном мониторинге окружающей среды) и государственном фонде данных государственного экологического мониторинга (государственного мониторинга окружающей среды)» от 9 августа 2013 г. № 681. – URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_150638/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_150638/) (Дата обращения 1.07.2017)

2. Постановление Правительства Российской Федерации «Об осуществлении государственного мониторинга состояния и загрязнения окружающей среды» от 6 июня 2013 г. № 477. – URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_147245/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_147245/) (Дата обращения 1.07.2017)

3. Положение о государственном мониторинге состояния и загрязнения окружающей среды (утверждено постановлением Правительства Российской Федерации «Об осуществлении государственного мониторинга состояния и загрязнения окружающей среды» от 6 июня

2013 года № 477) (с изменениями на 10 июля 2014 года) – URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_147245/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_147245/) (Дата обращения 1.07.2017)

4. Положение о лицензировании деятельности в области гидрометеорологии и в смежных с ней областях (за исключением указанной деятельности, осуществляемой в ходе инженерных изысканий, выполняемых для подготовки проектной документации, строительства, реконструкции объектов капитального строительства) (утверждено постановлением Правительства Российской Федерации от 30.12.2011 года № 1216). – URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_125454/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_125454/) (Дата обращения 1.07.2017)

5. РД 52.18.595-96 Федеральный перечень методик выполнения измерений, допущенных к применению при выполнении работ в области мониторинга загрязнения окружающей природной среды. – URL: <http://base.garant.ru/5370026/> (Дата обращения 1.07.2017)

## **РЕАГЕНТНЫЕ ПРЕПАРАТЫ В БИОТЕХНОЛОГИИ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД**

Сибиева Л.М., Кобелева Й.В., Сироткин А.С., Дегтярева И.А., Вдовина Т.В.,  
Ежкова Д.В.

ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технологический  
университет», Казань, Россия

*liniza8@gmail.com*

Очистка сточных вод тесно связана с охраной окружающей среды и является актуальной проблемой современности. В настоящее время на очистных сооружениях канализации наряду с биологической очисткой сточных вод, которая обеспечивает высокую степень очистки от органических веществ, все чаще применяется и физико-химическая обработка сточных вод, как правило, связанная с применением коагулянтов и флокулянтов. Это обусловлено рядом причин, связанных с недостатками традиционной биологической очистки сточных вод. Во-первых, традиционная биологическая очистка сточных вод не позволяет достичь требуемой эффективности удаления фосфатов, которые, попадая в водоем, служат основной причиной их эвтрофикации. Во-вторых, немаловажной проблемой при работе аэротенков является обеспечение устойчивой седиментации активного ила и взвешенных веществ. В-третьих, неотъемлемым следствием аэробной биологической очистки сточных вод является образование избыточной биомассы активного ила в значительном количестве, что вызывает проблемы с ее обезвоживанием и дальнейшей утилизацией.

В настоящее время на практике применяются различные схемы, сочетающие в себе биологический процесс и реагентное осаждение. Совмещение этих процессов позволяет добиться более высокого качества очищенной воды, чем при применении каждого из них в отдельности. По мере того как совершенствуется процесс биофизико-химической очистки, расширяется спектр реаген-

тов, применяемых для осуществления этого процесса. Схемы биофизико-химической очистки воды различаются местом введения реагента. В последнее время все чаще встречаются технологические схемы с дозированием реагентов непосредственно в биологическую систему. Однако используемые химические реагенты не являются биологически доступными соединениями. Более того, многие из них являются токсичными веществами. Адсорбируясь активным илом и циркулируя в системе, эти вещества могут вызывать стойкую интоксикацию гидробионтов активного ила, что сопровождается аллогенной сукцессией и формированием специфического биоценоза. В связи с этим необходимыми являются исследования влияния применения реагентных препаратов на комплекс свойств активного ила.

В данной работе проведена комплексная оценка влияния различных реагентных препаратов при внесении их непосредственно в аэротенк на эффективность процесса биологической очистки сточных вод, а также на ряд свойств избыточного активного ила.

Объектами исследования выступали:

активный ил, отобранный из очистных сооружений городов Республики Татарстан;

инновационные комплексные реагенты компании VTA - Biokat P 500 и Nanofloc;

традиционные коагулянты -  $\text{FeCl}_3$  и  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ .

В работе были поставлены следующие задачи:

Оценка биологических процессов очистки сточных вод по показателям:

- удаления органических веществ;
- удаления соединений азота;
- ферментативной активности микроорганизмов активного ила.

Оценка процесса дефосфотации сточных вод.

Оценка водоотдающих свойств обработанного избыточного активного ила по показателям:

- седиментации и илового индекса;
- удельного сопротивления фильтрации;
- 4. Оценка микробиологического состава обработанного активного ила;
- 5. Оценка токсичности обработанного активного ила.

Результаты исследования процесса дефосфотации сточных вод свидетельствуют о высокой степени эффективности очистки в пробах с Biokat P 500. Реагенты Nanofloc,  $\text{FeCl}_3$  и  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$  уступают Biokat P 500 в удалении соедине-

ний фосфора. Биологические процессы очистки протекали достаточно удовлетворительно во всех системах с реагентами.

Согласно полученным результатам исследования, применение реагентов является эффективным методом для улучшения водоотдающих характеристик активного ила. По результатам анализа скорости осаждения и илового индекса показано, что наиболее значительное улучшение седиментационных свойств наблюдается в системах с реагентом Nanofloc. В результате исследования фильтрующих свойств активного ила выявлено, что максимальное снижение удельного сопротивления фильтрации наблюдается в присутствии Nanofloc и  $\text{FeCl}_3$ . В системах с Biokat P 500 и  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$  удельное сопротивление осадка снижается в меньшей степени.

Результаты исследований, направленных на изучение влияния реагентной обработки на микробиологический состав активного ила показали, что внесение реагентных препаратов приводит к некоторому уменьшению числа гетеротрофных и фосфатмобилизующих микроорганизмов, аэробных азотфиксаторов, а также бактерий, использующих минеральные формы азота. Наибольший рост денитрифицирующих бактерий наблюдался в системах с Biokat P 500 и Nanofloc. Рост микроскопических грибов также наблюдался во всех системах с активным илом, при этом наибольший рост наблюдался в присутствии реагентов Biokat P 500 и  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ .

Результаты определения токсичности проб активного ила с реагентными препаратами свидетельствуют о незначительной степени токсичности активного ила. В системах без реагентов, с Biokat P 500 и Nanofloc гибель тест объектов не превышает 10%. Пробы с  $\text{FeCl}_3$  и  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$  оказывают несколько большее токсическое действие на тест объекты.

## **ПОВЫШЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ОАО «КАЗАНСКИЙ ЗАВОД СИНТЕТИЧЕСКОГО КАУЧУКА» ПУТЕМ ЭФФЕКТИВНОЙ ЛОКАЛЬНОЙ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД**

Сотников А.В., Балымова Е.С., Сироткин А.С.

ОАО «Казанский завод синтетического каучука», Казань

ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технологический университет»

*termoupakovka@mail.ru*

Основанный в 1935 году, Казанский завод синтетического каучука (ОАО «КЗСК») в настоящее время является ведущим предприятием отечественной нефтехимической промышленности. Обладая современными технологиями и



богатым научно-производственным опытом специалистов, завод производит уникальную высококачественную продукцию, находящую применение в самых различных отраслях промышленности стран СНГ и дальнего зарубежья.

С точки зрения экологической безопасности предприятие эксплуатирует биологические очистные сооружения, которые принимают для очистки производственные сточные воды уникального состава. Основными токсичными компонентами сточных вод являются восстановленные соединения серы. Проблема их очистки является одним из приоритетных экологических и экономических аспектов предприятия.

Увеличение объемов производства крупнотоннажного технологического продукта завода – полисульфидного каучука привело к изменению состава и объема сточных вод, а именно, по содержанию соединений серы при высоком значении отношения химического потребления кислорода (ХПК) к биологическому потреблению кислорода (БПК<sub>20</sub>) (ХПК/БПК<sub>20</sub>) (табл.1).

Для эффективной эксплуатации биологических очистных сооружений соотношение ХПК/БПК<sub>20</sub> должно быть не более 1,5. Увеличение этого соотношения в данном случае до 3,0 к 2015 г. приводит к негативным последствиям для биоценоза активного ила, осуществляющего очистку сточных вод.

Применительно к ОАО «КЗСК» это проявляется в сегрегации хлопьев активного ила и, как следствие, в выносе части биомассы с очищенной водой сопровождающимся снижением качества биологически очищенных сточных вод.

Таблица 1.

Характеристика сточных вод, поступающих на очистные сооружения

Наименование компонента (показателя)	Концентрация загрязняющего вещества (максимальное – усредненное – минимальное)			
	1979г.	1988г.	1997г.	2015г.
рН	11,6-7,5-3,3	11,8-7,8-2,4	11,7-7,5-4,0	12,4-7,7-6,4
ХПК, мг/дм <sup>3</sup>	2411-358-53	1095-219-52	446-64-21	857-120-23
БПК <sub>20</sub> , мг/дм <sup>3</sup>	300-184-95	307-121-18	127,5-33,2-5,4	168-40-14
БПК <sub>20</sub> /ХПК	0,51	0,55	0,52	0,33
ХПК/БПК <sub>20</sub>	1,95	1,81	1,93	3,0
Сульфаты, мг/дм <sup>3</sup>	748-528-297	545-161-73	263-109-47	301-256-183
Сульфиды, мг/дм <sup>3</sup>	0,13-0,04-0,01	15,6-0,7-0,01	0,08-0,02-0,01	0,04-0,02-0,01
Сухой остаток, мг/дм <sup>3</sup>	3200-2200-1300	2600-700-300	880-375-160	1087-791-622

Снижение значения соотношения БПК<sub>20</sub>/ХПК от 0,51 до 0,33 к 2015 г. свидетельствует о наличии в сточных водах сложноокисляемых соединений и недостаточной адаптации микроорганизмов к их присутствию.

На основании проведенного анализа и поиска возможных путей решения проблемы обеспечения экологической безопасности на предприятии, был раз-

работан проект внедрения в основное производство дополнительной стадии локальной очистки токсичных сточных вод.

Результаты лабораторных исследований показали возможность уменьшения количества и загрязненности серосодержащих сточных вод путем эффективного отделения от воды компонентов полисульфидного каучука непосредственно в производственном цикле и их возвратом в производство (рис. 1, 2).

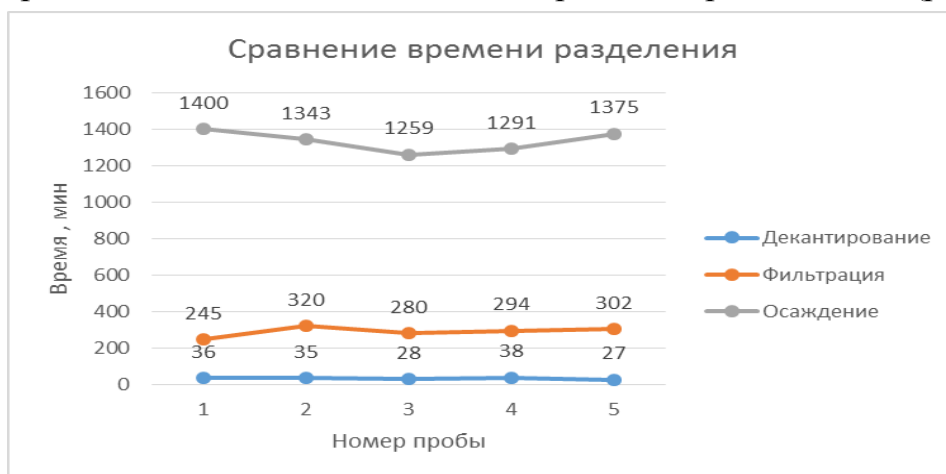


Рисунок 1. Оценка времени разделения полисульфидов и воды разными способами.

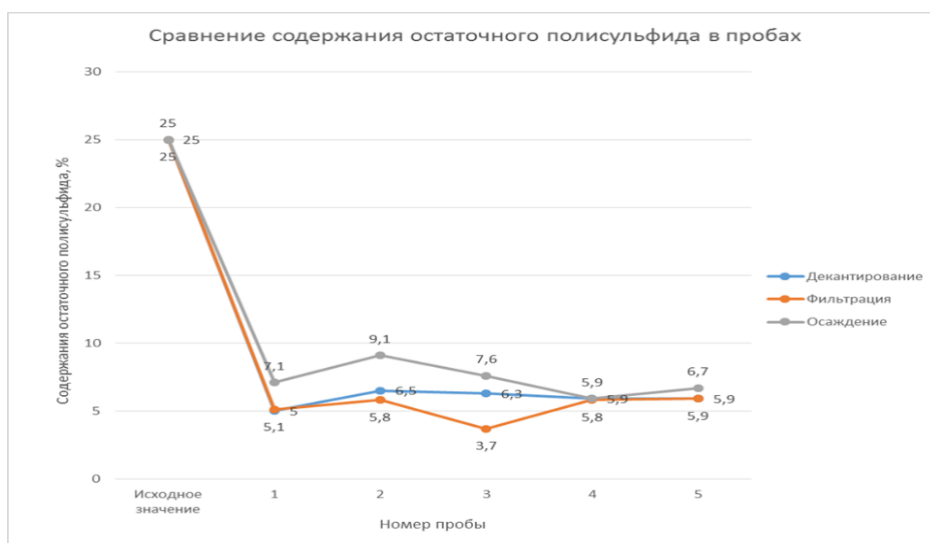


Рисунок 2. Содержание остаточных полисульфидов в воде

Представленные данные свидетельствуют о высокой эффективности процесса декантирования путем центробежного разделения водной дисперсии полисульфидов. Это позволило принципиально сократить количество и повысить качество сточных вод, отводимых на биологические очистные сооружения предприятия, и одновременно сократить издержки путем повторного использования отработанного сырья.

На разработанный способ утилизации серосодержащих сточных вод получен патент.

Таким образом, в результате проведенных технических мероприятий был усовершенствован процесс производства химической продукции, оптимизирован алгоритм выполнения программы нейтрализации отходов, что является немаловажным как для обслуживающего персонала, так и для снижения негативного воздействия сточных вод на водоприёмник (р. Волга).

## **ПРИОРИТНЫЕ ХИМИЧЕСКИЕ ЗАГРЯЗНИТЕЛИ ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ Г.КАЗАНЬ: ПОДХОД, ОСНОВАННЫЙ НА ОЦЕНКЕ РИСКОВ**

Степанова Н.В., Фомина С.Ф., Архипова Н.С.

Казанский Федеральный Университет, Казань, Россия

*stepmed@mail.ru*

Качество питьевой воды оказывает значительное влияние на общественное здоровье. По данным государственного доклада Роспотребнадзора «О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации» количество смертей, связанных с употреблением загрязненной питьевой воды выросло в прошлом году в три раза и достигло почти 18,9 тыс. против 5,9 тыс. в 2015-м году. Выросла и связанная с водным фактором заболеваемость: в прошлом году было зафиксировано 1,486 млн случаев болезней мочеполовой системы, органов пищеварения, кожи и подкожной клетчатки, костно-мышечной и эндокринной систем, системы кровообращения и других (1,455 млн по итогам 2015). Основное негативное воздействие на здоровье людей оказывают химические примеси, содержащиеся в водопроводной воде, как природного происхождения, например нитраты, а также промышленного - соединения металлов (железа, марганца, стронция, алюминия) и другие вещества. Актуальной проблемой остается наличие соединений хлора в питьевой воде. Анализ современного этапа качества питьевой воды свидетельствует, что единые требования к составу и свойствам питьевой воды в общемировом масштабе не унифицированы и, должны учитывать и отражать национальные особенности питьевого водоснабжения в пределах государств. В 4-ом руководстве по контролю качества питьевой воды Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ) подчеркивается, что подходы, основанные на оценке риска для здоровья должны использоваться для обоснования управленческих решений по обеспечению безопасности питьевой воды.

Исследование проводилось для детей в возрасте 3-6 лет, проживающих в 4-ех районах (зонах) г. Казань. Источником водоснабжения выделенных зон

(Кировский район (1 зона) и Вахитовский районы (3 зона)) является водозабор «Волжский». Население Советского (2 зона) и Приволжского района города (4 зона) пользуется питьевой водой смешанного характера («Волжский» водозабор и подземные водоисточники. Оценка неканцерогенного риска осуществлялась по значениям верхней границы 95% ДИ результатов исследований, выполненных на базе аккредитованной лаборатории ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Республике Татарстан» согласно руководств по оценке риска для здоровья населения (Р 2.1.10.1920-04) и Агентства по охране окружающей среды US EPA. Изучение токсичности проводилось на основе хронического суточного поступления веществ пероральным, накожным и ингаляционным путями. Для химических веществ в качестве ориентировочной меры допустимого накожного воздействия (RfDd) используется величина поглощенной дозы, рассчитанная исходя из референтной дозы (RfDo) при пероральном пути поступления и коэффициента абсорбции в желудочно-кишечном тракте (GIABS). Региональные факторы экспозиции (РФЭ) на уровне медианы (Me) и 95-го перцентиля (95P) были установлены по результатам анкетированного опроса.

Анализ суммарных индексов опасности (НИ), рассчитанных по значениям РФЭ (Me и 95-го Perc) для детского населения г. Казань показал (кроме 1 зоны) превышение верхней границы референтного уровня (3,0) для трех систем: кровь, почки и сердечно-сосудистая система. Основной вклад в развитие общетоксических эффектов со стороны критических органов и систем при пероральном поступлении оказывают во 2 и 4 зонах нефтепродукты (от 29 до 54,7%), во всех зонах – хлороформ (от 10 до 30,6%) и нитраты (от 12,8 до 35,9%), в 3 зоне – магний (до 11,2%) и фториды в 1 и 3 зонах (от 13,7 до 14,3%). Основным путем поступления во всех зонах является пероральный (65,4% - 83,3%). Ингаляционный путь составляет от 16,01% до 33,2 % и обусловлен во всех зонах хлороформом (65,4%), доля накожного пути – от 0,5% до 1,1%. Поступление химических веществ с питьевой водой в различных зонах г. Казань свидетельствует о нарастающем и высоком уровне неканцерогенного риска для здоровья детского населения проживающего во 2 и 4 зонах. Величина суммарных индексов опасности (ТНИ), рассчитанных с использованием РФЭ на уровне медианы и 95-го Perc составила  $TNI_{me} = 14,2$  и  $15,03$  и  $TNI_{95perc} = 13,03$  и  $14,8$  в зонах со смешанным типом водоснабжения.

Формирование перечня приоритетных контролируемых показателей, представляющих реальную опасность для здоровья населения и его чувствительных групп, является неотъемлемой составляющей разработки эффективных мероприятий по предупреждению, предотвращению или сведению к минимуму

возможного негативного воздействия на здоровье. Важной задачей в данном контексте является научное обоснование не только достаточности включаемых в контролируемый перечень химических веществ с учетом характера и особенностей их воздействия на организм, но и их приоритетности с точки зрения вероятности ущерба здоровью. Иногда это требует разработки и обоснования новых подходов к выбору контролируемых показателей и организации контроля качества питьевой воды. В основу выбора приоритетных контролируемых показателей, характеризующих химическое загрязнение питьевой воды и подлежащих постоянному контролю, положен принцип о понятии безвредности питьевой воды, который базируется на требованиях санитарных норм и правил и результатах оценки риска для здоровья населения. Безвредность питьевой воды по химическому составу определяется ее соответствием нормативам по обобщенным показателям, содержанию вредных химических веществ, обусловленным антропогенным происхождением и получивших глобальное распространение, а также присутствием вредных химических веществ, поступающих и образующихся в воде в процессе ее обработки в системе водоснабжения и веществ на территории конкретного региона или города. Приоритетными загрязнителями питьевой воды г. Казань, определяющими от 62,6 % до 99, 0 % уровня суммарного неканцерогенного риска во всех зонах г. Казань, являются нефтепродукты (суммарно), хлороформ, нитраты (по NO<sub>3</sub>), магний и фториды. Величина суммарных индексов опасности (ТН), рассчитанных с использованием РФЭ на уровне медианы и 95-го Perc свидетельствует о настораживающем и высоком риске при комплексном поступлении химических веществ с питьевой водой. Полученные результаты предполагают обоснование управленческих решений по минимизации риска для здоровья детского населения Советского (2 зона) и Приволжского района города (4 зона).

## **ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЭКСТРАГИРУЕМЫХ МЕТАЛЛОВ И ЛЕТУЧИХ СУЛЬФИДОВ ДЛЯ ПРОГНОЗА ОЦЕНКИ ТОКСИЧНОСТИ ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ**

Степанова Н.Ю., Выборнова И.Б.

Казанский (Приволжский) федеральный университет, Казань, Россия

*nstepanova.kazan96@gmail.com*

Донные отложения (ДО) играют важную роль в самоочищении водоемов, хорошо адсорбируют и абсорбируют загрязняющие вещества, в том числе, соединения тяжелых металлов (ТМ). Однако при изменении условий в водоеме (уменьшении рН, содержания кислорода) может происходить высвобождение

тяжелых металлов из донных отложений и поступление их в водную толщу, что представляет угрозу гидробионтам.

Для прогноза токсичности ДО в отношении металлов часто используется подход (EPA-SAB-EPEC-95-020, 1995; Simpson, 2001), в основе которого лежит соотношение эквивалентного содержания летучих сульфидов и экстрагируемых токсичных металлов (Cd, Cu, Ni, Pb и Zn), выраженных в молярных концентрациях. В соответствии с принятым подходом, если соотношение  $\sum \text{Me}^{2+} / \sum \text{S}^{2-} < 1$  или  $\sum \text{Me}^{2+} - \sum \text{S}^{2-} < 0$ , то все металлы находятся в виде труднорастворимых сульфидов и не представляют опасности для гидробионтов в силу их малой доступности. Если соотношение  $\sum \text{Me}^{2+} / \sum \text{S}^{2-} > 1$  или  $\sum \text{Me}^{2+} - \sum \text{S}^{2-} > 0$ , то часть металлов переходит в растворимую, доступную для гидробионтов форму.

В работе исследовались ДО городского пруда Адмиралтейский г.Казани, представляющий собой искусственно образованный водоем, значительно преобразованный хозяйственной деятельностью человека. Пробы отбирались ковшевым дночерпателем с поверхностного слоя, немедленно переносились в герметичную тару для сохранения анаэробных условий и хранились при  $t=4^{\circ}\text{C}$  до доставки в лабораторию. Определение сульфидов (acid-volatile sulfide (AVS)) определяли после продувки посуды с навеской ДО инертным газом для удаления кислорода и добавления раствора соляной кислоты для разрушения нерастворимых солей сульфидов тяжелых металлов с выделением сульфидов в виде газообразного сероводорода с дальнейшим его улавливанием в водном растворе щелочи. Содержание сульфидов определяли по общепринятой методике (РД. 52.24.525-2011). Определение экстрагируемых металлов (simultaneously extractable metals (SEMs)) в реакционной смеси определяли атомно-абсорбционным методом на приборе ICPE-9000 (ПНД Ф 16.2.2:2.3.71-2011).

Большинство отобранных образцов ДО по своему гранулометрическому составу характеризовались как илы с высоким содержанием органических веществ в пределах 2,0-41,9%. Содержание летучих сульфидов (AVS) варьировало в интервале 0,35 - 90 мкмоль/г ( $48,5 \pm 9,7$  мкмоль/г, среднее  $\pm$  SE), при этом сумму экстрагируемых металлов Cd, Cu, Ni, Pb, Zn (SEM) определили на уровне 0,39-8,3 мкмоль/г ( $3,9 \pm 0,9$  мкмоль/г, среднее  $\pm$  SE).

ДО, в большей степени состоящие из мелкодисперсных частиц, отличались большим содержанием экстрагируемых металлов. В то же время, сильной связи между AVS и содержанием органических веществ отмечено не было ( $r^2 = 0,25$ ,  $p < 0,05$ ).

Наибольший вклад в суммарное количество экстрагируемых металлов (SEM) вносили Fe и Mn, однако в силу проявления токсичных свойств

наибольшее внимание в исследовании было уделено Cd, Cu, Ni, Pb и Zn. В большинстве проб сумма экстрагируемых металлов (Cd, Cu, Ni, Pb и Zn) была ниже содержания сульфидов, что может свидетельствовать об отсутствии условий для проявления токсичных свойств перечисленных металлов.

Полученные результаты дают возможность сделать ориентировочный прогноз токсического воздействия металлов и являются дополнением к существующим инструментальным методам оценки токсичности донных отложений [5-8].

#### Литература

1. EPA-SAB-EPEC-95-020. U.S. Environmental Protection Agency. In SAB report: Review of the agencies approach for developing sediment criteria for five metals. Office of Water. – Washington, DC. – 1995
2. *Simpson S. L.* A rapid screening method for acid-volatile sulfide in sediments / S.L. Simpson // *Environmental Toxicology and Chemistry*. – 2001 – Vol. 20. – № 12. – P. 2657–2661
3. РД. 52.24.525-2011. Массовая доля сульфидной серы в донных отложениях. Методика выполнения измерений фотометрическим методом с N,N-диметил-п-фенилендиамином – Ростов-на-Дону: Государственным учреждением Гидрохимический институт (ГУ ГХИ), 2011. – 36 с.
4. ПНД Ф 16.2.2:2.3.71-2011. Количественный химический анализ почв. Методика измерений массовых долей металлов в осадках сточных вод, донных отложениях, образцах растительного происхождения спектральными методами. – 45 с.
5. *Ankley G. T.* Technical basis and proposal for deriving sediment quality criteria for metals / G. T. Ankley, D. M. Di Toro, D. J. Hansen // *Environ. Toxicol. and Chem.* – 1996. – Vol. 15, – P. 2056-2066
6. EPA 823-D-96-002. U.S. Environmental Protection Agency. The national sediment quality survey. A report to Congress on the extent and severity of sediment contamination in surface waters of the United States. Office of Water. – Washington, DC. – 1996.
7. EPA-600-R-02-011. U.S. Environmental Protection Agency. Procedures for the derivation of equilibrium partitioning sediment benchmarks (ESBs) for the protection of benthic organisms: Metal mixtures. - Washington, DC. – 2005.
8. *Третьякова Е. И.* Влияние сульфидной фракции на поведение тяжелых металлов в донных отложениях / Е. И. Третьякова, Т. С. Папина, А. Н. Эйрих // *Ползуновский вестник*. – 2008. – №1-2. – С. 144-147.

# ВЛИЯНИЕ АНТРОПОГЕННЫХ И ПРИРОДНЫХ ФАКТОРОВ НА ФОРМИРОВАНИЕ АССИМИЛЯЦИОННОГО АППАРАТА *BETULA PENDULA* ROTH В УФИМСКОМ ПРОМЫШЛЕННОМ ЦЕНТРЕ

Тагирова О.В.

ФГБОУ ВО «Башкирский государственный педагогический университет  
им.М.Акмуллы», Уфа, Россия

*olecyi@mail.ru*

Древесные растения промышленных центров испытывают стрессовое состояние, вследствие чего происходят изменения в формировании ассимиляционного аппарата древесных растений.

Экологическое состояние промышленных центров характеризуется объемами выбросов загрязняющих веществ, как от стационарных, так и от воздействия передвижных источников. Объем выбросов загрязняющих веществ в г.Уфа в атмосферу в 2015 году составил 222,232 т.. В расчете на 1 человека - 0,198 т, а на единицу территории (1 га) – 3,139 т. Благодаря мероприятиям по улучшению состояния окружающей среды проводимых на территории Уфимского промышленного центра и в Республике Башкортостан, в частности, происходит снижение объема выбросов загрязняющих веществ в атмосферу.

Изменения морфологических характеристик листьев *Betula pendula* Roth связаны с состоянием окружающей среды и условиями произрастания. При этом в период формирования листовых зачатков и почек в вегетационный период 2015 г., в зимний период 2015-2016 гг. и в вегетационный период 2016 г. (период отбора образцов) отмечаются различия в температурном режиме: максимальные летом (+34,3 – 2015 г. и +35,4 – 2016 г.) и минимальные зимой (-31,4 – 2015 г. и -35,6 – 2016 г.). Кроме того значительно отличается сумма осадков: в 2015 г. (613 мм), в 2016 г. (507 мм).

На постоянных пробных площадях на территории Уфимского промышленного центра (ПП1 – промышленная зона, ПП11 – зона относительного контроля) проводился отбор образцов листьев березы в течение вегетационного периода 2016 г.

Согласно рекомендаций Захарова В.М. и др. выполнен сбор, обработка и интерпретация фактического материала (табл. 1). Наибольший интегральный показатель стабильности развития насаждений березы повислой на территории ПП11 (табл. 1) в июле месяце соответствует 5-и баллам (величина асимметрии равна 0,063), что соответствует «критическому» состоянию деревьев. Наименьший интегральный показатель стабильности ПП11 в сентябре месяце соответствует 5 баллам (величина асимметрии равна 0,057) - деревья находятся



в «критическом состоянии». Однако, относительное жизненное состояние насаждений соответствует категории «здоровое».

Таблица 1

Показатели асимметрии листовых пластин *Betula pendula* Roth в 2016 году

Месяц	Величина асимметрии ПП1	Величина асимметрии ПП11
Июнь	0,061	0,062
Июль	0,058	<b>0,063</b>
Август	0,058	0,059
Сентябрь	-	<b>0,057</b>
Октябрь	0,061	0,061

Проведен факторный дисперсионный анализ для выбора величин флуктуирующей асимметрии отдельных метрических признаков листовых пластин характерных для выбранных пробных площадей.

При анализе полученных данных с помощью непарного критерия Стьюдента в августе был выявлен только 4-ый признак (расстояние между концами первой и второй жилок второго порядка) (таблица 2).

Таблица 2

Анализ с использованием непарного критерия Стьюдента

Признак	Июнь	Июль	Август	Сентябрь	Октябрь
1	-	-	-	-	-
2	-	-	-	-	-
3	-	-	-	-	-
4	-	-	+	-	-
5	-	-	-	-	-

Рассмотренные различия дисперсий сравниваемых групп (ПП1 и ПП11) с помощью F-критерия показали, что различия явно выражены в августе месяце по 4-м признакам. Тогда, как 1-ый признак (ширина половинок листа) проявился только в июне месяце, 2-ой признак (длина второй жилки второго порядка от основания листа) проявился в июле и августе, 3-ий признак (расстояние между основаниями первой и второй жилок второго порядка) был выявлен только в августе, 4-ый признак (расстояние между концами первой и второй жилок второго порядка) – в августе, 5-ый признак (угол между главной жилкой и второй от основания жилкой второго порядка) был выявлен в июне, июле и августе (табл. 3).

Различия дисперсий сравниваемых групп (ПП1 и ПП 11)  
с помощью F-критерия

Признак	Июнь	Июль	Август	Сентябрь	Октябрь
1	+	-	-	-	-
2	-	+	+	-	-
3	-	-	+	-	-
4	-	-	+	-	-
5	+	+	+	-	-

По результатам исследований можно сделать вывод о том, что в 2016 г. август месяц является наиболее информативным. Именно в этот период по анализу с использованием непарного критерия Стьюдента были выявлены различия по 4-му признаку (расстояние между концами первой и второй жилок второго порядка), а с помощью критерия Фишера были выявлены различия в августе месяце по 4-м признакам: 2-ой признак (длина второй жилки второго порядка от основания листа), 3-ий признак (расстояние между основаниями первой и второй жилок второго порядка), 4-ый признак (расстояние между концами первой и второй жилок второго порядка), 5-ый признак (угол между главной жилкой и второй от основания жилкой второго порядка). По результатам исследований можно сделать вывод о том, что в 2016 г. август месяц является наиболее информативным.

Основными причинами изменчивости морфологических характеристик и отклонений в развитии листьев являются антропогенное воздействие и воздействие природных факторов.

**ТЕХНОГЕННЫЕ РАДИОНУКЛИДЫ: РАСПРЕДЕЛЕНИЕ  
И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ ХРОНОЛОГИИ  
ДЕПОНИРОВАНИЯ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ  
В ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЯХ**

Федоров Ю.А., Кузнецов А.Н., Ярославцев В.М.

Южный федеральный университет, Ростов-на-Дону Россия

*yaroslavtsev.vlad@gmail.com*

Донные отложения, сформировавшиеся в водоемах и водотоках в обстановке техногенного пресса оказывают негативное влияние на гидробионты и ухудшают качество воды. Они, как правило, сложены техногенным или природно-техногенным материалом и отличаются от естественных формирований

морфологией, химическим, литологическим составом, физико-химическими и биогеохимическими свойствами. Нередко загрязненные донные отложения оказываются более опасными с экологической точки зрения, чем сложенные преимущественно относительно инертным техногенным материалом. Поэтому ниже по тексту мы будем придерживаться понятия «слой антропогенного воздействия», подразумевая под ним горизонт донных отложений, содержащий в своем теле техногенный материал и (или) загрязняющие вещества. Выявление хронологии его образования, мощности и границ залегания представляет собой важную экологическую проблему.

Для этого в летне-осенние периоды в Азовском море и водоемах и водотоках его бассейна авторами были организованы и проведены пять комплексных научно-исследовательских экспедиций, в ходе которых впервые для рассматриваемых водных объектов с помощью ударной грунтовой трубки были отобраны пробы донных отложений мощностью 0,2–1,0 м [1]. В них послойно изучались распределения содержания нефтяных компонентов. Анализ проб осуществлялся с использованием комплекса аттестованных хроматографических, оптических и весовых методов, позволяющих определять содержание главных нефтяных компонентов (углеводородов, ПАУ и смолистых соединений), а также присутствие углеводородов современного биологического происхождения. Параллельно с определением нефтяных компонентов определялась удельная активность радиоизотопов  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{241}\text{Am}$ , а также валовое содержание свинца и ртути для последующей датировки их аккумуляции. Радиологическое исследование проб производилось с помощью гамма-спектрометрического метода [2,3]. Содержание свинца определялось методом атомной абсорбции, а ртути этим же методом, но в холодном паре.

В сообщении приведены результаты послойного определения удельной активности техногенного изотопа цезия-137, америция-241, содержания нефтяных компонентов, свинца и ртути в колонках донных отложений Азовского моря, реках и водоемах его бассейна. В них на всех станциях отмечен первый пик, связанный с чернобыльскими, а на отдельных станциях второй – с его глобальными выпадениями в начале 1960-х гг. По разрезу донных отложений повсеместно наблюдалось закономерное снижение удельной активности  $^{137}\text{Cs}$ , свинца, ртути и основной массы нефтяных компонентов с глубиной. Применение комплексного подхода, основанного на использовании сведений по распределению удельной активности техногенных радионуклида и приоритетных загрязняющих веществ позволило выделить в донных отложениях мощность слоя

антропогенного воздействия и уточнить время его начала на экосистему Азовского моря, водоемы и водотоки его бассейна.

Исследование выполнено за счет гранта РНФ (проект №17-17-01229) и РФФИ (проект №15-05-004977)

#### Литература

1. Федоров Ю.А. Комплексные экосистемные исследования в российской части Азовского моря (18–25 июля 2006 г.) / Ю.А. Федоров, В.В. Сапожников, А.И. Агатова и др. // Океанология. – 2007. – Т. 47. – № 2. – С. 316–319.

2. Федоров Ю.А. Скорость осадконакопления в Азовском море по результатам определения удельной активности Cs-137 и Am-241 / Ю.А. Федоров, А.Н. Кузнецов, М.Е. Трофимов // Доклады РАН. – 2008. – Т. 423. – № 2. – С. 262–263.

3. Федоров Ю.А. Цезий-137 в воде и донных отложениях (по результатам экспедиции «Азовское море – 2006») / Ю.А. Федоров, А.Н. Кузнецов, М.Г. Давыдов, М.Е. Трофимов, Е.Н. Ленец // Известия вузов. Северо-Кавказский регион. Естественные науки. Спецвыпуск «Науки о Земле». – 2007. – С. 26–31.

### **ТОКСИЧНОСТЬ ПОЧВ г. РОСТОВА-НА-ДОНУ**

Хаммами М.И., Сазыкин И.С., Сазыкина М.А.

Южный федеральный университет, г. Ростов-на-Дону, Россия

*mars@sfnu.ru*

Почва является одним из основных условий жизнеобеспечения человечества. Ее сохранение в условиях развития агропромышленного комплекса и активной урбанизации возможно только при хорошо налаженном контроле за использованием почвенных ресурсов. Составной частью экологического мониторинга окружающей природной среды является биотестирование, дающее возможность суммировать биологически важные данные об окружающей среде [1]. Высокой экспрессности и производительности в биотестировании качества природной среды позволяет достичь использование биолюминесцентных бактерий [2-5].

В связи с вышесказанным для тестирования почв была использована батарея люминесцентных биосенсорных штаммов, предназначенных для определения генотоксичности; прооксидантной активности; а также для детекции ртути, мышьяка и веществ, вызывающих повреждение белков и мембран. Штаммы были любезно предоставлены И.В. Мануховым (ФГУП «ГосНИИГенетика»). Для определения общей токсичности был использован природный штамм *Vibrio aquatarius* ВКПМ В-11245.

Материалами исследования служили 19 проб почв, отобранных в 2015 г. в разных районах г. Ростова-на-Дону: 1 - пересечение ул. Большая Садовая / пр.

Буденновский; 2 - туберкулезный диспансер; 3 - торговый центр «Горизонт»; 4 - центральная городская больница; 5 - Ботанический сад ЮФУ; 6 - областная больница; 7 - Дом профсоюзов; 8 - торговый центр «Золотой Вавилон»; 9 - пересечение пр. Зорге / пр. Стачки; 10 - парк Революции; 11 - парк Дружбы; 12 - пересечение ул. Большая Садовая / пр. Ворошиловский; 13 - пересечение ул. Красноармейская / пр. Буденновский; 14 - парк им. М. Горького; 15 - Ростовское море; 16 - торговый центр «Мега»; 17 - Набережная; 18 - аэропорт; 19 - ул. 40-лет Победы.

Фактор индукции (I) люминесценции генно-инженерных штаммов определяли как отношение интенсивности свечения суспензии lux-биосенсора, содержащей тестируемое соединение (Lc), к интенсивности свечения контрольной суспензии lux-биосенсора. При достоверном отличии опыта от контроля  $I \leq 2$ , обнаруженный токсический эффект оценивали как «слабый». При  $2 < I' \leq 10$  - как «средний». При  $10 < I'$  - как «сильный» эффект. Для оценки интегральной токсичности использовали индекс токсичности (T). Методика допускает три пороговых уровня индекса токсичности: допустимая степень токсичности: T меньше 20. Образец токсичен: T равен или больше 20 и меньше 50. Образец сильно токсичен: T равен или более 50.

Исследование общей токсичности образцов почв, проведенное с помощью природного штамма *Vibrio aquamarinus* ВКПМ В-11245, показало, что 11 из 19 образцов являются сильно токсичными (пробы №№ 1, 4, 6-9, 12, 13, 16, 18, 19). Во всех остальных образцах зарегистрирована допустимая степень токсичности. Наибольшую токсичность проявили образцы почв, отобранные в районах автомагистралей. В частности, для проб почв из точек № 1 и 13 зарегистрирован максимальный уровень токсичности (T=89). Образцы с допустимой степенью токсичности в основном представлены зонами отдыха.

Генотоксичность проб почв определялась с помощью измерения люминесцентного ответа биосенсорного штамма - *E. coli* MG1655 (pRecA-lux). Без применения метаболической активации генотоксический эффект был зарегистрирован в 14 пробах из 19 (№ 1, 3, 4, 6-10, 12, 13, 16-19). При тестировании в условиях метаболической активации было отмечено наличие промутагенов в 15 пробах из 19. В данном случае в 8 пробах (№ 1, 7, 9, 11, 12, 13, 18) генотоксический эффект был средней силы. Максимальные величины зарегистрированы в пробах № 7, 12, 13 (I=2,2) и № 18 (I=2,3). Генотоксичность почв, отобранных в этих точках, также можно объяснить непосредственной близостью автомобильных дорог и аэропорта. В исследованных образцах были зарегистриро-

ваны промутагены и вещества промутагенной природы, то есть присутствует комплекс различных генотоксичных веществ.

Статистически достоверные ответы при воздействии исследованных экстрактов почв получены в образцах почв № 1, 6, 7, 9, 12, 13, 15, 18, 19 со штаммом *E. coli* MG 1655 (pSoxS-lux), отвечающим на присутствие супероксид-аниона в среде; и в точках № 1, 4, 6, 7, 9, 12, 16-19 со штаммом *E. coli* MG1655 (pKatG-lux), реагирующим на повышение содержания перекиси водорода и органических пероксидов. В образце № 12 в обоих случаях зарегистрирован наибольший эффект ( $I=1,9$  и  $1,7$ , соответственно).

Исследование проб почв при помощи биолюминесцентного штамма *E. coli* MG1655 (pIbpA-lux) показало присутствие веществ, повреждающих клеточные белки, в образцах почв № 1, 6, 7, 9, 12, 13, 16, 18, 19. С биосенсором *E. coli* MG1655 (pFabA), отвечающим на вещества, повреждающие мембраны, статистически значимый ответ получен в меньшем количестве образцов (№ 7, 8, 12, 13, 18, 19). Величина максимального фактора индукции при использовании данных биосенсорных штаммов была зарегистрирована в образце почвы № 13 и составила  $1,8$ .

Таким образом, по результатам биотестирования с батареей люминесцентных тестов можно сделать заключение, что образцы почв, в которых зарегистрирован ответ практически со всеми использованными биосенсорами, преимущественно были отобраны вблизи автомобильных дорог, а также у аэропорта. Токсические вещества поступают в почвы этих районов в основном в результате сгорания автомобильного (или авиационного) топлива. Наибольшее количество зарегистрированных эффектов максимальной величины отмечено в точках № 1, 9, 12, 13, 18, 19. Значительно меньшее количество зарегистрированных токсических эффектов приходится на городские зоны отдыха. Этот факт объясняется меньшей антропогенной нагрузкой, приходящейся на эти районы.

Исследование выполнено при поддержке Министерства образования и науки РФ (грант № 6.2379.2017/ПЧ).

#### Литература

1. Бакаева Е.Н. Динамика токсичности вод и донных отложений водного объекта рекреации / Е.Н. Бакаева, Н.А. Игнатова // Современные проблемы науки и образования. – 2011. – № 6. – С. 243-243.
2. Elad T. Broad spectrum detection and "barcoding" of water pollutants by a genome-wide bacterial sensor array / T. Elad., S. Belkin // Water Res. – 2013. – V. 1. – 47(11). – P. 3782-3790. doi: 10.1016/j.watres.2013.04.011

3. Elad T. Reporter Gene Assays in Ecotoxicology / T. Elad., S. Belkin // Adv. Biochem. Eng. Biotechnol. – 2016. – Chapter. – pp. 1-23. DOI: 10.1007/10\_2016\_47
4. Ma X.Y. Bioassay based luminescent bacteria: interferences, improvements, and applications / X.Y. Ma, X.C. Wang, H.H. Ngo, W. Guo, M.N. Wu, N Wang // Sci. Total Environ. – 2014. – V. 15. – P. 468-469. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2013.08.028.
5. Сазыкина М.А. Использование биосенсоров для детекции антропогенного загрязнения природных вод / М.А. Сазыкина, Е.А. Мирина, И.С. Сазыкин // Вода: Химия и экология. – 2015. – № 10. – С. 67-79.

## **ВЛИЯНИЕ КРИОГЕННЫХ ПРОЦЕССОВ НА НАДЕЖНОСТЬ НАКОПИТЕЛЕЙ ПРОМЫШЛЕННЫХ ОТХОДОВ.**

Чуркин С.В., Дорошенко С.П., Невзоров А.Л.

Северный (Арктический) федеральный университет имени М.В. Ломоносова,  
Архангельск, Россия

*s.churkin@narfu.ru*

На горно-обогатительных комбинатах Российской Федерации ежегодно в накопителях отходов складывается около 2 млрд. т отходов обогащения (хвостов). К настоящему времени суммарная площадь накопителей превысила 3000 км<sup>2</sup>. Безопасная эксплуатация накопителей, мощность отложений отходов в которых достигает иногда нескольких десятков метров, в первую очередь определяется устойчивостью ограждающих дамб. Потеря устойчивости, основными причинами которой являются, как правило, фильтрационные процессы, переливы воды через гребень и разрушение основания, приводит к образованию волны прорыва и затоплению прилегающей территории промышленными отходами.

В условиях холодного климата при оценке устойчивости следует учитывать влияние сезонного промерзания-оттаивания на деформационно-прочностные характеристики грунтов и фильтрационные процессы в теле дамбы. В частности, наличие пылеватых и глинистых фракций в составе грунта обуславливает его морозное пучение, основной причиной которого служит миграция влаги к фронту промерзания и образование линз и прослоек льда. Из-за образования избытка влаги модуль деформации и сопротивление сдвигу оттаившего пучинистого грунта существенно ниже, чем у грунта до замерзания. Кроме того, промерзание низового откоса дамбы и образование наледи в пляжной зоне приводят к существенному изменению положения кривой депрессии грунтовых вод.

В статье рассматриваются приборы, устройства и методики, связанные с оценкой пучинистости грунтов и мониторингом температурного режима дамб.

Методика испытаний и основные требования к прибору для определения пучинистости грунтов изложены в ГОСТ 28622-2012. Одной из особенностей испытаний является подача воды непосредственно к их нижнему промерзающему образцу. Применительно к испытаниям грунтов, используемых для возведения ограждающих дамб, указанная особенность является недостатком, так как в дамбе расстояние от фронта промерзания до уровня грунтовых вод может быть существенно больше, чем в стандартном приборе.

В приборе (патент №2556681), разработанном авторами, обеспечивается возможность моделирования условий промерзания грунта в дамбе. Испытания шести образцов при различном расстоянии от фронта промерзания до уровня воды. Прибор состоит из разрезных гильз различной высоты для размещения шести образцов, теплоизоляционных кожухов, датчиков температуры, штампов и поддона с водой. Испытания проводились на образцах разных типов песков и глинистых грунтов. Оказалось, в частности, что относительные деформации пучения образцов суглинка высотой 150, 250 и 350 мм из-за изменений условий миграции влаги отличаются в несколько раз. Как следствие, существенно отличаются и значения влажности оттаявшего грунта. Определенное влияние на результаты оказывает и число циклов промерзания-оттаивания. Для изучения зависимости водопроницаемости грунтов от последнего фактора авторами создан специальный прибор (патент №2586271).

В связи с тем, что глубина сезонного промерзания грунта в теле дамб кроме температуры воздуха зависит от многих факторов - толщина снежного покрова, направление и скорость ветра, ориентация склона - и может меняться от года к году, для получения достоверных данных необходим мониторинг в полевых условиях. Для этой цели авторами разработана и реализована полевая автоматизированная система дистанционного мониторинга (патент № 2548749), позволяющая собирать, накапливать и передавать информацию по беспроводным каналам связи. Система включает в себя зонды с датчиками магнитного поля и марками-магнитами, а также термометрические зонды с семью датчиками температуры. Значения послойных деформаций морозного пучения определяется по изменению интенсивности магнитного поля, создаваемого каждой маркой-пучиномером при ее перемещении. Для функционирования системы мониторинга создано два электронных блока: первый – для сбора и хранения информации; второй – для передачи данных.

Процессы промерзания и оттаивания грунтов в ограждающих дамбах и пляжной зоне накопителей промышленных отходов могут оказывать значительное влияние на их эксплуатационную надежность. Испытания грунтов в



ходе изысканий и мониторинг их состояния при эксплуатации следует проводить с учетом указанных факторов.

## **ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПЕРЕРАБОТКИ ОТХОДОВ ПРЕДПРИЯТИЙ АПК НА ТОНКОПЛЕНОЧНОЙ МОБИЛЬНОЙ УСТАНОВКЕ СУШКИ**

Шипков В.П., Фахреев Н.Н., Дыганова Р.Я.

ФГБОУ ВО "Казанский государственный энергетический университет", Казань, Россия

*dyganova.roza@yandex.ru*

Новые требования федерального законодательства в области обеспечения экологической безопасности, введенные Федеральным законом от 21.07.2014 № 219-ФЗ "О внесении изменений в Федеральный закон "Об охране окружающей среды" и отдельные законодательные акты Российской Федерации", вносят категоризацию объектов, оказывающих негативное воздействие на окружающую среду.

К 2 категории относят объекты АПК, оказывающие умеренное негативное воздействие на окружающую среду, в том числе предприятия, деятельность которых связана с разведением сельскохозяйственной птицы и крупные свекло-сахарные заводы.

Деятельность предприятий птицеводства и переработки сахарной свеклы всегда сопровождается достаточно высокой отходностью и большую их часть составляют органические отходы. Так в ходе производства 1 тонны сахар-песка образуется около 6,5 тонн свекловичного жома с влажностью 80-85%. В ходе выращивания птицы (период выращивания 37-45 суток) на птицеводческом хозяйстве с поголовьем 1000 птиц образуют около 6 тонн подстилочного птичьего помета.

С целью определения оптимальной технологии переработки данных типов органических отходов авторами проведен анализ различных технологий по переработке отходов по энергетическим, экономическим, экологическим и техническим параметрам. Выбрана тонкопленочная технология сушки.

Авторами на базе ФГБОУ ВО "КГЭУ" проведены экспериментальные исследования по переработке отходов птицеводства (подстилочный помет птицы) и свеклосахарного производства (свекловичный жом) на мобильной промышленной тонкопленочной установке компании VOMM Impianti E Processi S.p.A.

В ходе экспериментальных исследований определен оптимальный режим работы установки сушки, подтверждено снижение влажности отхода с исходных 57% до 10% для подстилочного помета птицы и с 85% до 12% для свекло-

вичного жома. Апробирована грануляция высушенного продукта и последующая термоутилизация полученных гранул в специальной печи для оценки возможности использования отхода в качестве альтернативного топлива.

Проводимые исследования соответствуют стратегической цели "Основ государственной политики экологического развития России на период до 2030 года" и позволят предупредить и сократить образование отходов, переработать отход в продукт, пригодный для дальнейшего вовлечения в производственном процессе, прекратить использования существующих площадок размещения отходов и приступить к их рекультивации.

Исследования авторов направлены на обеспечение экологически безопасного обращения с отходами, что соответствует Закону Республики Татарстан "Об утвержденной Стратегии социально-экономического развития Республики Татарстан до 2030 года", принятому Государственным Советом РТ.

## **ОПРЕДЕЛЕНИЕ ГЕНЕТИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ ВИРУЛЕНТНОСТИ СИНЕГНОЙНОЙ ПАЛОЧКИ НА МОДЕЛИ САЛАТА ЛАТУКА**

Шуралев Э.А.

Казанский (Приволжский) федеральный университет, Казань, РФ

*eduard.shuralev@mail.ru*

**Введение.** Образующие биопленку бактерии, такие как условно патогенная для человека синегнойная палочка (*Pseudomonas aeruginosa*), эволюционно адаптировались к условиям окружающей среды с низкими уровнем питательных веществ, что связано с их профилем экспрессии генов [1]. Образование биопленки также приводит к более высокой устойчивости к антибиотикам. Большинство штаммов *P.aeruginosa* развивают высокую внутреннюю резистентность в результате неэффективного поглощения антибиотиков через наружную мембрану [2]. Важной составляющей внешней мембраны является полимер клеточной стенки, пептидогликан, который жизненно необходим для выживания бактерий. Другой перспективной мишенью в клеточной стенке клеточной стенки является биосинтез липополисахарида (ЛПС), важным компонентом которого является специфичная для грамотрицательных бактерий 3-дезоксид-Д-манно-октулозоновая кислота. Секвенирование генома *P.aeruginosa* радикально увеличило представления об основных генах и закодированных белках этого патогена [3]. Основываясь на биоинформатике и оценке экологических и биологических данных грамотрицательных микроорганизмов сформирован целевой список генов, с расшифровкой и идентификацией их функций [4]. Однако между этими генами и вирулентностью *P.aeruginosa* не установлена

прямая связь. Целью данной работы был анализ генов-мишени биосинтеза клеточной стенки, муретина и ЛПС, которые подвергали исследованиям *in vivo* на модели салата латука (*Lactuca sativa*) путем нокаута каждого отдельного определенного гена.

**Материалы и методы.** Замену генов-мишеней проводили используя *sacB*-стратегию с применением суицидального вектора pEX18Ap [5]. Были сконструированы праймеры со встроенными сайтами рестрикции, позволяющие проводить направленную вставку в мобилизуемый вектор. Конструкции трансформировали в донорный штамм *E.coli* ST18, который использовали для конъюгационного переноса плазмид в нативный штамм *P.aeruginosa* PAO1. Для подтверждения правильной замены целевого гена проводили сайт-специфическую ПЦР.

*P.aeruginosa* культивировали в литической среде LB и минимальной среде M9. Для сравнительного анализа характеристик роста в качестве источника углерода в среду M9 добавляли 2% глюкозы или 2% глицерина.

Анализ факторов вирулентности проводили на модели салата латука (*Lactuca sativa*) [6]. Бактериальную суспензию в объеме 10 мкл ( $10^7$  КОЕ/мл) инокулировали в середину листа салата, с последующим выдерживанием при комнатной температуре в течение семи дней (срок наблюдения).

**Результаты.** Для подтверждения генов биосинтеза клеточной стенки были созданы штаммы одиночного гена *P.aeruginosa* PAO1 путем удаления генов-мишеней. Вероятные нокаут-мутанты были идентифицированы по фенотипам как чувствительные к карбенициллину, резистентные к гентамицину и устойчивые к сахарозе.

Было выявлено, что мутация биосинтеза клеточных стенок замедляет рост микроорганизма в питательной среде. При культивировании при 37°C в минимальной среде M9 с глюкозой мутантные штаммы  $\Delta murA$ ,  $\Delta murD$ ,  $\Delta murF$  и  $\Delta rpiB$  показали значительно меньшую скорость роста по сравнению с нативным штаммом. В минимальной среде M9 с глицерином мутантные штаммы  $\Delta murA$ ,  $\Delta murD$ ,  $\Delta murF$  и  $\Delta rpiB$  также значительно снижали скорость роста по сравнению с исходным штаммом. Особо нужно отметить мутантный штамм  $\Delta rmlA$ , который показал отсутствие способности к росту в среде.

Используя мутантные культуры были исследованы клеточная морфология и колониальные характеристики нативного штамма и мутантов  $\Delta murA$ ,  $\Delta murD$ ,  $\Delta murF$ ,  $\Delta rpiB$ ,  $\Delta rmlA$  и  $\Delta waaA$ , выращенных *in vitro*. Все штаммы, использованные в этом исследовании, образовывали гладкие колонии при культивировании на LB. Отмечено, что колонии  $\Delta murA$  и  $\Delta murF$  имели слегка белые и

более гладкие поверхности, в то время как штамм  $\Delta rmlA$  показал слабый рост. Резкие изменения в морфологии колонии наблюдались, когда нативный и мутантные штаммы выращивались на среде M9 с добавлением глюкозы. Все колонии мутантов были меньше по сравнению с нативным штаммом, за исключением штамма  $\Delta rmlA$ , который терял способность расти в минимальной среде. Штамм  $\Delta murD$  образовывал гладкие колонии с меньшим рельефом, в то время как штамм  $\Delta waaA$  образовывал шероховатые и гладкие колонии. Колонии штаммов  $\Delta murF$  и  $\Delta rpiB$  имели сильно шероховатые поверхности.

Для дальнейшей оценки влияния отсутствия гена на вирулентность *P.aeruginosa* использовалась модель инфекции салата латука (*Lactuca sativa*). Было обнаружено, что модельное растение не восприимчиво к инфекциям, вызванным штаммами  $\Delta murD$ ,  $\Delta murF$  и  $\Delta rmlA$ . Эти мутантные штаммы не вызывают никаких признаков инфекции даже после длительного инкубационного периода. Напротив, нативный штамм вызывал некротические поражения уже спустя три дня после инфицирования. Штаммы  $\Delta waaA$  и  $\Delta rpiB$  вызывают замедленные слабые симптомы гниения на листьях растения. Удивительно, что штамм  $\Delta murA$  размножается в листьях салата и вызывает симптомы болезни, подобные тем, что вызываются нативным штаммом. На 7-й день инфекции штамм  $\Delta murA$  проникал во всю середину листа салата, что приводило к сильной мацерации, степень тяжести инфекции была даже больше, чем у дикого типа.

**Заключение.** Понимание деталей последствий потери функции целевого гена заложило бы основу для альтернативной стратегии разработки лекарств. Дальнейшая работа должна теперь быть направлена на исследования целого генома этих мутантов. Кроме того, следует использовать сравнительные методы на основе микрочипов, чтобы узнать больше о взаимодействии этих мутаций и экологической универсальности *P.aeruginosa*. Предполагается, что определенные данным исследованием целевые показатели могут служить потенциальными мишенями для разработки новых лекарственных средств против *P.aeruginosa*.

#### Литература

1. Amini S. Fitness landscape of antibiotic tolerance in *Pseudomonas aeruginosa* biofilms. / S. Amini, A.K. Hottes, L.E. Smith, S. Tavazoie // PLoS Pathog. – 2011. – V.7. – e1002298.
2. Giamarellou H. Prescribing guidelines for severe *Pseudomonas* infections. J Antimicrob Chemother. –2002. –V.49. – P. 229-233.
3. Stover C.K. Complete genome sequence of *Pseudomonas aeruginosa* PAO1, an opportunistic pathogen. / C.K. Stover, X.Q. Pham, A.L. Erwin et al. // Nature. – 2000. – V.406: – P. 959-964.

4. Moynie L. The AEROPATH project targeting *Pseudomonas aeruginosa*: crystallographic studies for assessment of potential targets in early-stage drug discovery. / L. Moynie, R. Schnell, S.A. McMahon et al. // Acta Crystallogr Sect F Struct Biol Cryst Commun. – 2013. – V.69. – P. 25-34.

5. Thoma S. An improved *Escherichia coli* donor strain for diparental mating./ S. Thoma, M. Schobert // FEMS Microbiol Lett. – 2009. – V.294. – P.127-132.

6. Rahme L.G. Use of model plant hosts to identify *Pseudomonas aeruginosa* virulence factors. / L.G. Rahme, M.W. Tan, L. Le, et al. // Proc Natl Acad Sci USA. –1997. – V.94: – P.13245-13250.

## **УТИЛИЗАЦИЯ НЕФТЯНЫХ ШЛАММОВ С ПРИМЕНЕНИЕМ МИКРООРГАНИЗМОВ В БИОМАССУ ЛИПИДНЫХ МЕТАБОЛИТОВ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В КАЧЕСТВЕ ИСТОЧНИКА БИОТОПЛИВА**

Щемелинина Т.Н., Анчугова Е.М., Матистов Н.В., Маркарова М.Ю.

Институт биологии Коми научного центра УрО РАН, Сыктывкар, Россия

*tatyanakomi@mail.ru*

Накопление так называемых персистентных (стойких) загрязняющих веществ, которые почти не разрушаются в природе или разрушаются очень медленно [1] нарушает сложившиеся в ходе длительной эволюции природные системы и связи в биосфере, подрывает способность природных комплексов к саморегуляции. К персистентным загрязнителям можно отнести нефтяные шламмы, а также те загрязнения нефтепродуктами (масла, дизельное топливо, бензин, смолы и т.д.), которые годами накапливаются и загрязняют окружающую среду.

Законодательство многих стран, в том числе и России, стимулирует вовлечение промотходов в хозяйственный оборот в качестве вторичных сырьевых ресурсов. В настоящее время развитие получают многочисленные технологии переработки нефтесодержащих отходов, направленные на использование их ресурсного потенциала с получением различной товарной экологически безопасной продукции, такой как: дорожно-строительные материалы, вторичное углеводородное сырье различных технологических процессов нефтепереработки, вторичные нефтепродукты и т.д. Технологии переработки нефтешламов хорошо развиты как в аппаратном, так и в методическом отношении. Биологические методы же в основном направлены на усиление процессов деградации остаточных нефтепродуктов с утратой энергетического ресурса. В тоже время известно, что среди возобновляемых источников энергии биомасса всегда находила наиболее широкое применение в качестве матрицы для получения различных веществ – биотоплива (биодизель, биоэтанол) [2,3].

Основной задачей для получения биомассы являются - условия, методы культивирования, а так же субстраты, на которых происходит накопление биомассы. Одним из перспективных и экологичных решений этой проблемы является накопление биомассы микроорганизмов на отходах производств, нефтяных разливах, местах хранения нефтяных шламмов. Помимо накопления биомассы микроорганизмов параллельно решаются дополнительные проблемы – утилизация отходов и биоремедиация мест нефтяных аварий.

Основным запасным веществом большинства нефтеперерабатывающих микроорганизмов являются липиды (основной источник биодизеля). Выделенные липиды из микроорганизмов должны соответствовать стандартам для получения биодизеля по цетановому числу (ЦЧ). Оптимальную работу современных дизельных двигателей обеспечивают дизельные топлива с ЦЧ от 45 до 55. Чем выше сумма содержания пальмитиновой и стеариновой кислот, тем выше качество биодизеля [4].

Цель работы – выявление особенностей накопления жирных кислот микроорганизмами при выращивании на нефтяных углеводородах.

Для эксперимента были взяты аборигенные микроорганизмы (штаммы бактерий, дрожжей, микроводорослей, грибов), выделенные из нефтезагрязненных почв Усинского района. Штаммы культивировали на питательных средах, обогащенных нефтью при комнатной температуре, естественном освещении, при 220 об/мин в течении 7 суток. Варианты включали в себя Системы, состоящие из: 1 – биомасса дрожжей и бактерий, 2 – биомасса микроводорослей, 3 – биомасса дрожжей *Rhodotorula glutinis*, В-1115, бактерий *Pseudomonas libanensis* В-3041D и микроводорослей *Acutodesmus obliquus*, *Chlorella* sp., *Monoraphidium* sp., *Anabaena* sp., 4 – биомасса грибов *C. malorum* ВКМ F-4708D. В качестве контроля использовали результаты определения содержания жирных кислот в исходной питательной среде без сахарозы с добавлением нефти без засева микроорганизмами (К).

Метилловые эфиры жирных кислот получали по методу К.М.Синяка с соавторами. Определение насыщенных жирных кислот (ЖК) содержащихся в липидных метаболитах микробиоты было проведено с помощью хромато-масс-спектрометрического анализа.

Результаты проведенного нами исследования показали, что компонентный состав ЖК в системе, включал карбоновые кислоты с длиной цепи от C<sub>12</sub> до C<sub>18</sub> с четным числом углеродных атомов. Следует отметить штаммовую специфичность накопления стеариновой и пальмитиновой кислот. Преобладающим компонентом была пальмитиновая кислота в биомассе бактерий, дрожжей,

микроводорослей и их консорциумов (табл.1), а в биомассе грибов - стеариновая кислота (табл.2). Как видно из таблицы 1, накопление содержания пальмитиновой кислоты  $C_{16:0}$  происходит во всех вариантах по сравнению с контрольным, но оптимальное накопление, обеспечивающее нормы по ЦЧ, наблюдается в варианте 2 с внесением микроводорослей. Суммарное содержание пальмитиновой и стеариновой кислот в вариантах с использованием штаммов бактерий, дрожжей и микроводорослей невысокое, т.е. получаемый биодизель нельзя отнести к премиальному.

Максимальное накоплением пальмитиновой кислоты наблюдали в биомассе гриба *C. malorum* ВКМ F-4708D, наработанного на нефтеобогатщенной среде (табл.2). Суммарное содержание пальмитиновой и стеариновой кислот штамма составило 94.1%, что позволяет отнести получаемый биодизель к премиальному топливу.

Таблица 1

Содержание ЖК в Системах (бактерии, дрожжи, микроводоросли, консорциум), %

Вариант	$C_{12:0}$	$C_{14:0}$	$C_{14:1}$	$C_{16:0}$	$C_{16:1}$	$C_{18:0}$	$C_{18:1(9)}$	$C_{18:1(11)}$	$C_{18:2cis}$
К	0	5,5	2,39	33,6	13,56	4,72	10,10 3	2,08	28,04
1	0,5	3,6	2,3	44,2	24,2	1,7	1,8	7,8	14,0
2	1,3	4,9	2,7	49,0	4,3	3,3	9,0	2,5	22,9
3	2,0	6,4	6,0	34,4	14,0	1,0	7,1	6,2	22,8

Таблица 2

Содержание ЖК в Системах (грибы), %

Вариант	$C_{12:0}$	$C_{14:0}$	$C_{16:0}$	$C_{16:1}$	$C_{18:0}$	$C_{18:1(9)}$	$C_{18:1(11)}$	$C_{18:2cis}$
к	6,4	10,0	48,2	н/о	8,2	7,3	1,8	16,4
4	н/о	2,9	52,9	н/о	41,2	н/о	н/о	2,9

$C_{12:0}$  – лауриновая кислота;  $C_{14:0}$  – миристиновая;  $C_{14:1}$  – миристолеиновая;  $C_{16:0}$  – пальмитиновая;  $C_{16:1}$  – пальмитолеиновая;  $C_{18:0}$  – стеариновая;  $C_{18:1(9)}$  – олеиновая;  $C_{18:1(11)}$  – вакценовая;  $C_{18:2}$  – линолевая.

Таким образом, наиболее перспективным по отношению к переработке нефтепродуктов в биотопливо является штамм *Cadophora malorum* ВКМ F-4708D, содержание пальмитиновой кислоты в котором составило 52.9%, что обеспечивает нормы по ЦЧ.

Исследование выполнено при финансовой поддержке Государственного задания “Технологии “живых систем” на основе высших растений, культивируемых растительных клеток, микроорганизмов и ферментов для получения био-

медицинских препаратов, биотоплива и защиты окружающей среды” № 115021210021 и ООО “Биоэкобаланс”.

#### Литература:

1. Экологический энциклопедический словарь. – Кишинев: Главная редакция Молдавской советской энциклопедии. И.И. Дедю, 1989. – URL: <http://dic.academic.ru/dic.nsf/ecolog/5624> (дата обращения: 1.07.2017).
2. Юзбашева Е.Ю. Перспективы использования микробного синтеза биодизеля. / Е.Ю. Юзбашева, Т.В. Юзбашева, Е.Б. Мостова, Н.И. Перковская, С.П. Синеокий // Биотехнология. – 2014. – № 2. – С.8-23.
3. Veopoulos A. An overview of lipid metabolism in yeasts and its impact on biotechnological processes / A. Veopoulos, J.M. Nicaud, C. Gaillardin // Appl. Microbiol. Biotechnol. – 2011. – V. 90(4). – P. 11993-1206.
4. Коваленко Г.А Биокаталитические гетерогенные процессы переэтерификации растительных масел в биодизель / Г.А. Коваленко, Л.В. Перминова, А.Б. Беклемишев, Е.Ю. Яковлева, М.Б. Пыхтина // Катализ в промышленности. – 2014. – № 6. – С. 71–79.

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КЕРАМЗИТОВОЙ ПЫЛИ В ЛАКОКРАСОЧНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

Свергузова С.В., Сапронова Ж.А., Старостина Ю.Л., Беловодский Е.А.  
ФГБОУ ВО «Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова», г. Белгород, Россия

*pe@intbel.ru*

Наращивание объемов производства полезной продукции сопровождается образованием и накоплением огромного количества промышленных отходов, основная масса которых не вовлекается в процессы вторичной переработки. Производство строительных материалов является одним из наиболее значимых факторов, оказывающих негативное воздействие на окружающую среду. К разнообразным отходам производства строительных материалов относятся: бой, лом, некондиционная продукция, пульпы, шламы, пыли. К одним из таких отходов относится пыль рукавных фильтров керамзитового производства, которая в настоящее время по большей части не востребована и складывается на промышленных полигонах.

По данным специалистов на сегодняшний день в России работает около 160 заводов по производству керамзита. Общий объем годового производства составляет около 3,5млн. м<sup>3</sup>. Пыль образуется при подготовке сырья, сушке керамзитовых гранул, обжиге, охлаждении и расसेве материала по фракциям. Пыль на заводах улавливается пылесадительными камерами, циклонами, рукавными фильтрами. Утилизация керамзитовой пыли представляет серьезную



проблему. На крупных керамзитовых заводах ежесуточно может образовываться до 7-8т пыли, что составляет 10-15% от массы исходного сырья.

Пыль керамзитового производства, как показывает практика, находит широкое применение в производстве керамзитового гравия (повторно), мелкого заполнителя легких бетонов (взамен кварцевого песка), керамического кирпича и теплоизоляционной засыпки. Однако, несмотря на множество описанных способов использования керамзитовой пыли, большая ее часть складывается в отвалах. Поэтому разработка новых альтернативных способов утилизации керамзитовой пыли является актуальной задачей.

В данной работе проведены исследования по использованию пыли керамзитового производства в качестве пигмента-наполнителя в составе органоразбавляемой грунтовки красно-коричневого цвета.

К пигментам-наполнителям в лакокрасочной промышленности предъявляется ряд специфических требований: высокая дисперсность, низкая маслосъемность, небольшая плотность, дешевизна и доступность сырья, минимальное содержание водорастворимых примесей (электролитов).

Оценка основных физико-химических свойств керамзитовой пыли, как истинная плотность, маслосъемность, рН водной вытяжки сопоставимы с таковыми для традиционного используемых наполнителей – мела, барита и доломита.

Для получения более полных данных о физико-химических свойствах пыли керамзитового производства исследовали структуру поверхности частиц с помощью электронного центра микроскопа MIRA3 TESCAN научно-исследовательского центра высоких технологий ФГБОУ ВО «Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова». Результаты показали, что частицы керамзитовой пыли имеют высокоразвитую поверхность с четко очерченными границами раздела фаз.

Для придания пыли более высокой дисперсности ее подвергали дополнительному помолу с помощью бисерной мельницы и для дальнейших исследований отбирали фракцию с размером частиц менее 50 мкм с помощью сита №005. Подготовленная таким образом проба пыли подвергалась испытаниям на пригодность использования ее в лакокрасочном производстве в условиях производственной лаборатории ООО «Завод краски КВИЛ», г. Белгород.

Испытания пыли в качестве пигмента-наполнителя проводили по следующим основным показателям: диспергируемость, степень перетира, условная вязкость, твердость, время высыхания, адгезия, эластичность. Для проведения исследования по указанным показателям испытываемый образец пигмента-наполнителя был введен в рецептуру органоразбавляемой грунтовки красно-

коричневого цвета. В качестве материала сравнения был использован красный железистоокисный пигмент ( $P_r$  КЖО), используемый в лакокрасочном производстве.

Образцы грунтовок были изготовлены на пигментных материалах при равных условиях. Образцы нанесены методом пневматического распыления на предварительно зачищенные и обезжиренные пластинки в соответствии с ГОСТ 8832-76, разд.3.

Сравнение результатов технических характеристик грунтовки, приготовленной с использованием пигментов на основе керамзитовой пыли, показали соответствие всем нормативным требованиям. Необходимо отметить короткое время высыхания при 20°C.

Таким образом, керамзитовая пыль может быть рекомендована к использованию в качестве пигмента-наполнителя при производстве органоразбавляемой грунтовки красно-коричневого цвета.

## **ОЧИСТКА СТОЧНЫХ ВОД ГАЛЬВАНИЧЕСКИХ ПРОИЗВОДСТВ ОТХОДАМИ РАСТЕНИЕВОДСТВА**

Василенко Т.А., Ламакина М.П., Брусницина О.М.,

Белгородский государственный университет им. В.Г. Шухова, г. Белгород.

*land-vna78@list.ru*

В работе предложено использование золы от сжигания лузги подсолнечника, которая является отходом производства в качестве реагента для очистки гальванических сточных вод. В качестве отходов для очистки сточных вод от тяжелых металлов, в т.ч. и шестивалентного хрома используют шлаки, красные шламы, чугунную стружку, травильные растворы, пыль электросталеплавильного производства [1–7]. В Белгородской области общее количество отхода золы от сжигания лузги подсолнечника достигает 100 тыс. т/год, которая в дальнейшем подлежит захоронению. Зола в своем составе имеет ценные компоненты в виде минералов калия, кальция и магния, которые имеют сходный механизм действия с традиционными реагентами. Использование золы в качестве реагента (в виде порошка или в виде 30% кислотной вытяжки) апробировано на реальных сточных водах гальванического производства. Содержание оксида кальция в золе может варьировать от 26,82 до 30,25 %, оксида калия от 32,45 до 52,22 %, оксида магния – 9,64 до 22,85 % (табл. 1). В золе присутствуют такие минералы, как: арканит, калицинит; диккинсонит; сильвит; гидрат хлорида магния; тетрафосфат магния; гидрофосфат магния, кальция, железа и марганца; кальцит; двуводный гипс.

Таблица 1. Химический состав золы, %

Компонент	Содержание	Компонент	Содержание
CaO	15,39–30,25	ZnO	0,037–0,048
K <sub>2</sub> O	48,33–52,22	TiO <sub>2</sub>	0,016–0,035
MgO	9,64–22,85	Br	0,007–0,035
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	4,67–10,30	I	0,012–0,029
SO <sub>3</sub>	4,55–14,02	Rb <sub>2</sub> O	0,017–0,032
SiO <sub>2</sub>	0,81–2,66	SrO	0,026–0,056
Cl	1,51–3,75	Sb <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,011–0,022
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,13–0,37	ThO <sub>2</sub>	0,010–0,021
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,18–0,34	TiO <sub>2</sub>	0,014–0,021
Na <sub>2</sub> O	0,22–0,28	Nb <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,004–0,008
MnO	0,022–0,052	NiO	0,003–0,007
CuO	0,030–0,042	ZrO <sub>2</sub>	0,003–0,007

Химический и минералогический состав золы от сжигания лузги подсолнечника установлен рентгеноструктурным анализом на рентгенофлуоресцентном спектрометре Scientific ARL 9900 WorkStation со встроенной системой дифракции.

В эксперименте использовали измельченную золу от сжигания лузги подсолнечника. Изучены физико-химические свойства золы: pH водной вытяжки – 10,05–12,69; истинная плотность 1023–1040 кг/м<sup>3</sup>; насыпная плотность – 396–412 кг/м<sup>3</sup>; растворимость в концентрированных кислотах: HCl<sub>конц</sub> – 97,4–98,2%; H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>конц – 96,3–97,6 %; средний диаметр частиц: без измельчения – 12,12–16,78 мкм; с измельчением – 11,0–15,22 мкм.

Химический анализ нерастворимой части золы (сиштоф, полученный после кислотной обработки) показал, что конечное содержание оксида калия составляет 0.513% при первоначальном содержании ≈ 50.0 %. Это свидетельствует о том, что все соединения калия, присутствующие в виде K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, KHCO<sub>3</sub>, KNa<sub>2</sub>CaMn<sub>4</sub>Fe<sub>10</sub>Al(PO<sub>4</sub>)<sub>12</sub>(OH,F)<sub>2</sub>, KCl переходят в раствор. Рентгенофазовый анализ показал, что в ее составе присутствует двухводный гипс CaSO<sub>4</sub>·2H<sub>2</sub>O, метафосфат магния Mg<sub>4</sub>P<sub>4</sub>O<sub>12</sub> и диоксид кремния SiO<sub>2</sub>. Химический оксидный состав сиштофа золы, полученного после кислотной обработки в течении 6,0; 12,0 и 24 ч представлен в табл. 2.

Таблица 2. Динамика изменения содержания оксидов Ca, Mg, K и Fe в исходной золе и сиштофе золы после выщелачивания (pH<sub>исх</sub> = 0,5)

Компонент	Значение для исходной золы	Содержание оксидов после кислотной обработки					
		Т : Ж = 1 : 4 (20% вытяжка), время обработки, часы			Т : Ж = 1 : 2,3 (30% вытяжка), время обработки, часы		
		6,0	12,0	24,0	6,0	12,0	24,0
CaO, %	26,82	38,2	41,48	42,36	38,79	37,18	37,98
MgO, %	32,45	27,04	27,5	27,37	25,68	28,11	23,86
K <sub>2</sub> O, %	21,26	12,71	13,67	10,27	16,3	14,19	18,15
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , %	0,339	0,419	0,407	0,41	0,360	0,369	0,391
pH	11,15–12,69	9,65	10,12	10,29	10,32	10,54	10,85

Экспериментально определяли конечные концентрации ионов никеля, цинка, хрома, железа в гальваническом стоке после введения в него 30% кислотной вытяжки из золы. Эффективность осаждения с использованием кислот-

ной вытяжки из золы уступает традиционным реагентам – 10%-ным растворам известкового молока и каустика. Эффективность очистки (%) и конечные концентрации указаны в табл. 3. Как следует из результатов, очистка кислотной вытяжкой не столь эффективна и поэтому рекомендуется использовать золу в виде порошка.

Таблица 3. Очистка гальванического стока традиционными реагентами и кислотной вытяжкой из золы от сжигания лузги подсолнечника ( $pH_{исх\ выщел} = 0,5$ ,  $t = 24$  ч)

Характеристика гальваностока	Исходная концентрация	Допустимая концентрация для сброса в централизованную канализацию	Наименование раствора с реагентом и его концентрация					
			Известковое молоко (10%)		Гидроксид натрия (10%)		Кислотная вытяжка из золы (30%)	
			Скон	Э осаждения, %	Скон	Э осаждения, %	Скон	Э осаждения, %
$Zn^{2+}$ , мг/дм <sup>3</sup>	34411,9	0,0135	6281,25	81,75	11,57	99,97	9565,0	72,2
Cr общий, мг/дм <sup>3</sup>	5,206	0,046 (Cr <sup>6+</sup> ) 0,06 (Cr <sup>3+</sup> )	0,863	83,42	0,503	90,34	1,266	75,68
$Ni^{2+}$ , дг/дм <sup>3</sup>	3,416	0,036	0,327	90,43	0,168	95,08	0,418	87,76
Fe <sub>общ</sub> , мг/дм <sup>3</sup>	242,12	0,94	48,96	79,78	2,70	98,88	189,00	21,94
pH	2,51	–	8,77	–	8,85	–	8,72	–

Апробирована очистка реального гальваностока золой. Эффективность очистки в отношении никеля и меди составило 62 и 48 % при расходе золы 3,0 г/дм<sup>3</sup> в течении 1–2 часов Установлен химический и минералогический состав гальванического шлама. Разработана технологическая схема очистки сточных вод гальванического производства отходами растениеводства (рис. 10). Так как в стоках присутствует шестивалентный хром, то для перевода хрома из Cr<sup>6+</sup> в Cr<sup>3+</sup> рекомендуется использовать бисульфит натрия. Предложено использование гальваношлама в качестве добавки при изготовлении стенового материала (керамического кирпича) с его добавкой до 3,0 %.

#### Литература:

1. Лухнева, О.Л. Использование промышленных отходов в системах доочистки сточных вод гальванических производств / О.Л. Лухнева // Водоочистка. 2014. – № 3. – С. 34–38.
2. Кирюшина, Н.Ю. Особенности очистки сточных вод гальванических производств от ионов тяжелых металлов шлаком электросталеплавильного производства / Н.Ю. Кирюшина // Водоочистка. 2013. – № 6. – С. 44–58.
3. Винникова О.С., Лукашов С.В. Определение оптимальных условий получения железосодержащих коагулянтов окислением отработанных травильных растворов гипохлоритом натрия. Экология и промышленность России. 2015. – Т. 19, № 5. С. 34–36.
4. Пасечник, Л.А. Влияние способа обработки красных шламов на сорбцию ионов меди (II) / Л.А. Пасечник, И.Н. Пягай, И.С. Медянкина, В.М. Скачков, С.П. Яценко, Н.А. Сабирзянов // Экология и промышленность России. – 2016. – Т. 20, № 5. – С. 27–33.
5. Курбангалеева, М.Х. Разработка мероприятий по минимизации соединений хрома(VI) в сточных водах производства асбестоцементных изделий / М.Х. Курбангалеева, Л.Р. Пергушова, Э.А. Минниханова // Экология и промышленность России. – 2015. – Т. 19, № 1. – С. 38–41.

6. Свергузова С.В., Порожняк Л.А., Ипанов Д.Ю., Шамшуров А.В., Новикова Е.В. Коллоидно-химические свойства пыли ЭДСП в процессах водоочистки. Экология и промышленность России. – 2013. – № 7. С. 22–25.

7. Свергузова С.В., Сапронова Ж.А., Святченко А.В. Технология получения железосодержащего коагулянта из отходов сталеплавильного производства для очистки ливневых вод / Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова, 2016. – № 12. – С. 160–164.

## **РАЦИОНАЛЬНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД ПРОИЗВОДСТВА СОЛОДА**

Василенко Т.А., Свинцов А.В., Черныш И.В., Белгородский государственный университет им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия

*land-vna78@list.ru*

Работа посвящена исследованию применению осадка биологической очистки сточных вод производства солода и шлама карбоната кальция в качестве органоминеральных добавок [1]. В настоящее время в России образуется до 100 млн. т/год осадков сточных вод с влажностью 98%, то есть по сухому веществу образуется до 2 млн. т/год [2], [3]. Среди нескольких способов утилизации осадков сточных вод, основным способом утилизации в Российской Федерации является его захоронение или длительное хранение на иловых площадках. Использование осадка как удобрения не превышает 4–6 % от его общего количества [5]. При использовании осадков в качестве удобрения почвы и растения могут загрязняться различными формами тяжелых металлов, поэтому для использования осадка в таких целях необходимо проводить работы по его обработке от тяжелых металлов [6, 7].

Объектом исследования являлся отход с названием «Ил избыточный обезвоженный сточных вод производства солода». Химический состав отхода представлен следующими компонентами, % мас.: железа оксид – 0,39; алюминия оксид – 0,003; сульфаты – 0,417; влажность – 81,20; органические вещества – 16,98; нитраты – 0,003; кальция оксид – 0,690; магния оксид – 0,021; фосфаты – 0,150; хлориды – 0,005; никель – 0,005; кадмий – 0,0001; свинец – 0,001; зола (кремния диоксид) – 0,1349. Ежегодное образование отхода составляет около 2200 т/год. Он образуется в результате биологической очистки производственных сточных вод на одном из предприятий Белгородской области

Содержание тяжелых металлов и мышьяка в осадке не превышает нормы. Согласно ГОСТ Р 17.4.3.07-2000 [8] осадок биологической очистки можно использовать под все виды сельскохозяйственных культур, кроме овощных, грибов, зелени и земляники. Также он полностью подходит для технической и биологической рекультивации загрязненных почвогрунтов [9]. Микробиологи-

ческие и паразитологические показатели не превышают нормы. По степени негативного воздействия на окружающую среду осадок имеет четвертый класс опасности. Так же в работе использовался отход производства мела – шлам карбоната кальция, который не обладает токсикологическими свойствами. Шлам имеет следующий состав, % мас.: никель – 0,0060; железа триоксид – 0,0420; карбонат кальция (природный компонент) – 64,500; хром – 0,0001; марганец – 0,0210; кремния диоксид – 35,4196; кадмий – 0,0002; медь – 0,0016; цинк – 0,0075; свинец – 0,002.

Почва для исследования отбиралась на территории университета БГТУ им. В.Г. Шухова в октябре 2015 г. Содержание тяжелых металлов и мышьяка в почве не превышает нормы ПДК. Компоненты (шлам, почва и осадок) смешивали в различных пропорциях. Содержание шлама карбоната кальция составляло 1 %. Перед использованием осадок биологической очистки и шлам карбоната кальция подвергался сушке. Содержание осадка биологической очистки составило, % к массе смеси: 10.0; 20.0; 30.0; 40.0; 50.0 и 100 %.

В процессе эксперимента в вегетационные сосуды высаживались семена кресс-салата *Lepidium sativum* (сем. Крестоцветных) и проводились исследования зависимости всхожести семян и длины проростков от содержания осадка биологической очистки в почвенной смеси. По результатам исследования выявлено, что для выращивания кресс-салата содержание осадка в почвенной смеси не должно превышать 20 % так как длина ростков уменьшается с увеличением доли осадка. Это говорит о его фитотоксическом действии.

Следующими культурами в эксперименте были ячмень (*Hordéum vulgáre*) и овес (*Avena sativa*). В отдельные вегетационные емкости высаживались отсортированные семена. Повторность эксперимента трехкратная. Согласно полученным данным при фиксировании показателя всхожести, рекомендуемая норма осадка для овса и ячменя составляет 20,0–30,0 % , также с увеличением содержания доли осадка в почвенной смеси возрастает длина ростков.

Было рассчитано фитотоксическое действие осадка биологической очистки в зависимости от его содержания в почве по массе на вегетационный сосуд для злаковых культур. Стимулирующее действие на ячмень наблюдается при содержании осадка в почвенной смеси до 30%, в овсе – до 40% осадка. Перед использованием осадок биологической очистки необходимо смешать со шламом карбоната кальция с их последующим гранулированием. Исходные компоненты из бункеров поступают на ленточный конвейер, далее попадают через воронку в лопастной двухвальную смеситель для перемешивания, а затем перебрасываются в гранулятор. В дальнейшем гранулированная смесь отправляется на суш-

ку и отсюда уже готовый продукт может быть направлен в емкости накопления или сразу же отгружаться потребителям. Проведенные исследования показали перспективность использования осадка биологической очистки сточных вод производства пивного солода в количестве до 20% к почве, что соответствует до 20 т/га. Разработана технологическая схема получения органоминерального удобрения.

#### Литература:

1. *Пахненко, Е.П.* Осадки сточных вод и другие нетрадиционные органические удобрения: учебное пособие / Е.П. Пахненко. – М. : БИНОМ. Лаборатория знаний. – 2007. – 311 с. – ISBN 978-5-94774-597-9.
2. *Сергиенко, Л.И.* Экологически безопасная технология для утилизации осадков природных и сточных вод г. Волжского / Л. И. Сергиенко, Д.А. Семенова // Экологические системы и приборы. – 2013. – № 3. – С. 3–7.
3. *Гальченко, С.В.* Обоснование использования осадка сточных вод городских очистных сооружений в качестве удобрения / С.В. Гальченко, А.С. Чердакова // Экологический вестник России. – 2012. – № 3. – С. 30–34.
4. *Бернадинер, Т.А.* Выбор оптимальных направлений переработки и обезвреживания осадков сточных вод / И.М. Бернадинер, Т.А. Степанова, П.В. Хоренева и др. // Экология и промышленность России. – 2012. – № 6. – С. 44–45.
5. *Довгань, С.А.* Экологические, технологические и экономические аспекты использования осадков сточных вод / С.А. Довгань // Экология и промышленность России. – 2012. – № 5. – С. 28–30.
6. *Санягина Н.А.* Влияние осадков сточных вод на содержание тяжелых металлов в почве и растениях. / Н.А. Санягина, Б.В. Сульдин // Гигиена и санитария. – 2014. – № 2. – С. 14–15.
7. *Хомяков, Д.М.* Экологическая и технологическая оценка использования органических удобрений на основе различных осадков сточных вод / Хомяков Д. М., Дурихина Н. В., Бурякова Ю. В // Экологические и технологические вопросы производства и использования органических и органоминеральных удобрений на основе осадков сточных вод и твердых бытовых отходов. Материалы международного симпозиума. – РАСХН-ВНИПТИОУ Москва. – 2003. – С. 153–155.
8. ГОСТ Р 17.4.3.07-2001. Охрана природы. Почвы. Требования к свойствам осадков сточных вод при использовании их в качестве удобрений. – М.: Стандартинформ. – 2008. – 5 с.
9. ГОСТ Р 54534-2011. Ресурсосбережение. Осадки сточных вод. Требования при использовании для рекультивации нарушенных земель. – М.: Стандартинформ. – 2012. – 8 с.

## **УГЛЕРОДСОДЕРЖАЩИЙ СОРБЕНТ НА ОСНОВЕ ВТОРИЧНОГО КРЕМНЕЗЕМСОДЕРЖАЩЕГО СЫРЬЯ МАСЛОЭКСТРАКЦИОННОГО ПРОИЗВОДСТВА**

Старостина И.В., Столяров Д.В., Аничина Я.Н., Порожнюк Е.В.

ФГБОУ ВО «Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова», г. Белгород, Россия, starostinairinav@yandex.ru

В современных условиях интенсивного роста промышленного производства все более актуальной задачей становится защита окружающей среды от промышленных загрязнений. Особо остро стоит вопрос образования и очистки сточных вод, которые поступают в поверхностные водные объекты, загрязняют грунтовые и подземные воды, ухудшают условия водоснабжения и использования воды в хозяйственных целях.

Сточные воды многих предприятий химической, нефтехимической и машиностроительной промышленности характеризуются как многокомпонентные, содержат в своем составе соединения тяжелых металлов, масла, жиры, взвешенные вещества и нефтепродукты. Тяжелые металлы относятся к веществам кумулятивного, аддитивного, канцерогенного и мутагенного действия, поэтому сточные воды, содержащие соединения тяжелых металлов подвергаются глубокой очистке. С этой целью используются различные методы – реагентные, сорбционные, биохимические. Но наибольшее предпочтение отдается сорбционным процессам, которые позволяют использовать в качестве адсорбентов как природные, так и искусственные, а также материалы, полученные из отходов различных производств.

В данной работе представлены результаты исследования по использованию отработанного кизельгурового шлама (ОКШ) маслоэкстракционного производства – диатомита в качестве исходного сырья для получения углеродсодержащего адсорбционного материала.

В качестве объекта исследования рассматривали ОКШ, образующийся на стадии винтеризации - фракционирования рафинированного масла охлаждением в условиях ОАО «ЭФКО», г. Алексеевка, Белгородская область. Шлам представляет собой жирный порошок грязно-белого цвета с содержанием масложировой смеси в количестве 60- 70%. В состав органических примесей входят также растительные воски, содержание которых составляет от 1,5% до 12%.

В настоящее время отработанный кизельгуровый шлам является отходом 4 класса опасности. Из возможных направлений использования, преобладающим является складирование на открытых хранилищах - более 95% вывозится на свалки, ухудшая тем самым состояние окружающей среды. Кроме того, в пылевидном состоянии при вдыхании он ухудшает иммунитет и негативно влияет на органы дыхания. Поэтому, учитывая растущие объемы производства растительных масел в России, вопросы расширения области использования отработанных порошков-сорбентов становятся все более актуальными.



Для удаления из кизельгура органических соединений, содержащихся в очищаемом масле и присутствующих в отработанном материале, а также для повышения сорбционной активности ОКШ подвергали термической модификации в интервале температур от 450 до 650°C продолжительностью обработки 1 час.

Увеличение температуры до 500°C сопровождается изменением окраски от коричневой до черной, что свидетельствует о протекании процесса окисления органических примесей с образованием частичек углерода, которые осаждаются в порах и на поверхности диатомита. При дальнейшем увеличении температуры обработки происходит окисление углерода с образованием  $\text{CO}_2$  и снижение интенсивности черной окраски вплоть до полного обесцвечивания. Разложение органических веществ происходит с образованием щелочных продуктов, что обеспечивает создание щелочной среды в модельных растворах при его контакте с полученным материалом и вносит свой вклад в процесс снижения концентрации ионов тяжелых металлов.

ОКШ, термически модифицированный при различных температурах, использовали в качестве адсорбционного материала для очистки модельных растворов от ионов  $\text{Cu}^{2+}$  и  $\text{Ni}^{2+}$ . Результаты исследований показали, что оптимальной температурой модификации ОКШ является 500°C. Полученный при этом материал представляет собой тонкодисперсный порошок черного цвета с преобладающей фракцией частиц 55-60 мкм. Использование материала обеспечивает максимальную эффективность извлечения ионов  $\text{Cu}^{2+}$  – 92% и 87% и  $\text{Ni}^{2+}$  – 98% из модельных растворов с концентрациями 10 и 25 мг/л, соответственно.

Для углеродсодержащего адсорбента, полученного карбонизацией ОКШ при 500°C, определены величины сорбционной емкости в равновесных условиях по отношению к ионам  $\text{Cu}^{2+}$  и  $\text{Ni}^{2+}$ . Величины адсорбции определялись в интервале концентраций ионов тяжелых металлов от 3 до 400 мг/л, объем растворов составил 50 мл, расход материала – 0,5 г, время перемешивания – 24 час. Уровень pH поддерживали в интервале 5,0 – 5,3 с целью предотвращения процесса гидратообразования. Сорбционная емкость для ионов  $\text{Cu}^{2+}$  составила 14,2 мг/г и  $\text{Ni}^{2+}$  – 17,0 мг/г.

Таким образом, отработанный кизельгуровый шлам может рассматриваться как ценное органоминеральное сырье для получения углеродсодержащих сорбционных материалов, используемых в системе очистки сточных вод от ионов тяжелых металлов.

# МОДЕЛИРОВАННЫЙ ЖЕЛЕЗООКСИДНЫЙ ОТХОД КАК СЫРЬЕ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ КОАГУЛЯНТА

Свергузова С.В., Сапронова Ж.А., Святченко А.В., Порожнюк Л.А.  
БГТУ им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия  
pe@intbel.ru

Глобальное загрязнение водных ресурсов вызвано поступлением в поверхностные и подземные воды громадного количества разнообразных загрязняющих веществ, попадающих туда со сточными водами. К экологически опасным загрязняющим веществам относятся нефтепродукты, тяжелые металлы, жиры, масла и другие органические и неорганические вещества. Так, например, в Белгородской области можно отметить, что в водные артерии Белгородчины поступают сотни и тысячи тонн загрязняющих веществ (рис.1 и рис.2).

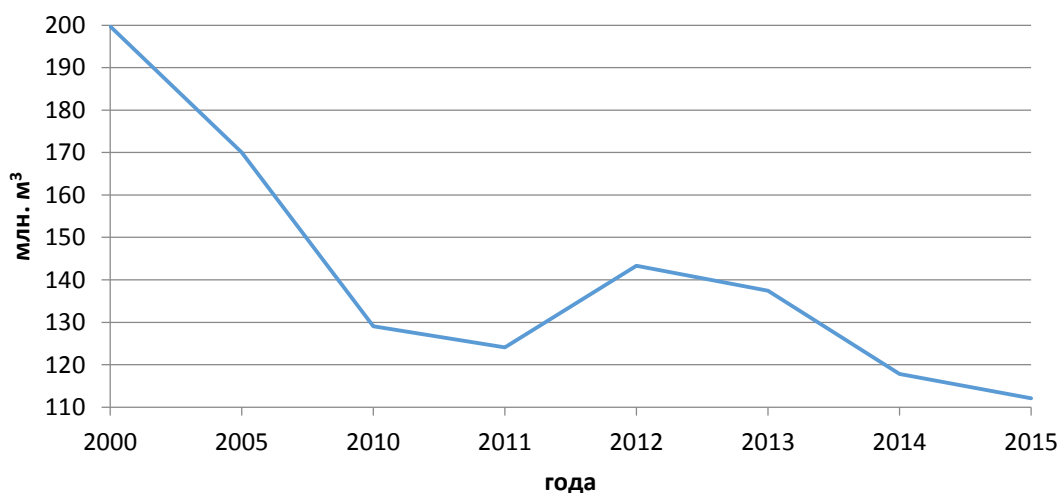


Рис.1. Сброс сточных вод в водные объекты Белгородской области

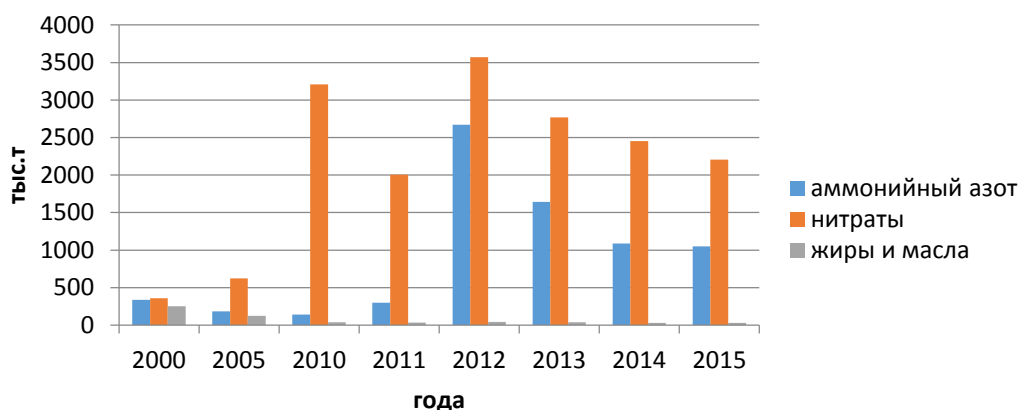


Рис.2. Поступление загрязняющих веществ в водные объекты Белгородской области

Большую опасность для водных объектов представляют сточные воды малых предприятий, которые очень часто в недостаточной степени проходят водоочистку или не очищаются совсем. Как правило, они расположены на берегах

маловодных водотоков, поэтому сброс таких вод наносит огромный ущерб гидробионтам ввиду слабой интенсивности процессов самоочищения. К одним из таких производств относятся заводы по получению соевого молока и других соевых продуктов. Сточные воды таких предприятий имеют значительную мутность, содержат большое количество взвешенных веществ, отличаются высокими значениями ХПК и БПК и должны подвергаться глубокой очистке. Для очистки подобных вод можно успешно использовать коагуляцию. Несмотря на обширный перечень используемых коагулянтов, поиск недорогих и эффективных коагулирующих препаратов является актуальной задачей.

Нами для получения коагулянта использован железоксидный отход – пыль электродуговых сталеплавильных печей Оскольского электрометаллургического комбината Белгородской области, содержащий соединения железа в пересчете  $Fe_2O_3$  до 50% и с размером частиц до 50 мкм. После обработки исходной пыли серной кислотой была получена суспензия, которую добавляли к модельным эмульсиям, содержащим остатки соевого молока. После перемешивания эмульсии и фильтрования, в фильтрате определяли остаточную мутность на турбидиметре НИ 98703. Результаты исследования представленные на рис.3 показывают, что с увеличением добавки КС эффективность осветления модельных растворов возрастает.

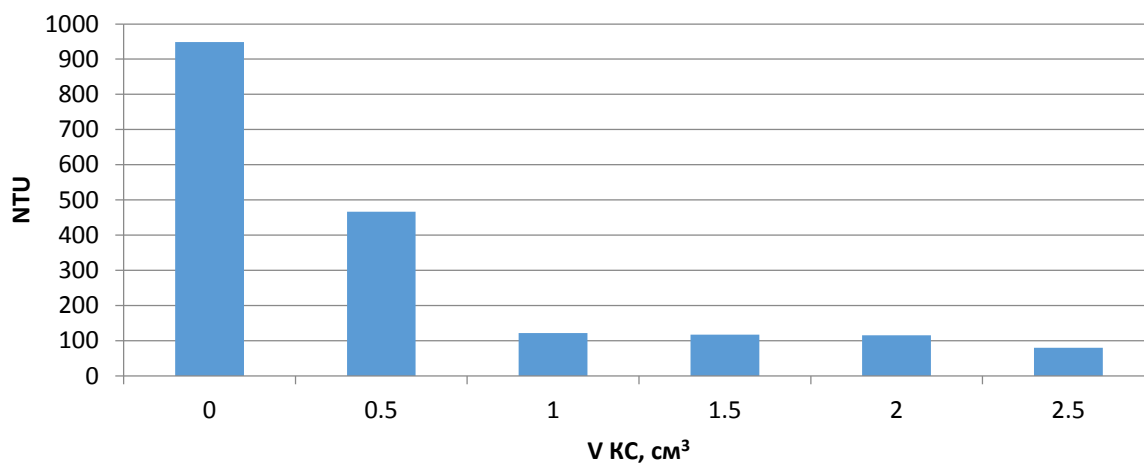


Рис.3. Влияние добавления КС на изменение NTU модельных растворов

## **ECOLOGICAL-GEOMORPHOLOGICAL ASSESSMENT OF THE SUBURBAN AREA OF ASTANA**

Akiyanova F., Zinabdin N., Kenzhebeyeva A., Adilbekova F., Ilyassova A.,  
Karakulov E.

Branch of the Institute of Geography in Astana, the Republic of Kazakhstan,  
af\_ingeo@mail.ru

One of the problems of modern society's development is a significant deterioration of the ecological condition of urban settlements and urbanized territories. The uncontrolled growth of large cities and their suburban areas, high rates of urban ecosystems' pollution, the impact of hazardous exogenous processes lead to increased environmental tension, degradation of the natural resource potential of the adjacent territories, affect the safety of life of the local population.

This problem is also relevant for the suburban area of the capital region of Kazakhstan, that includes three administrative districts of the Akmola region: Tselinogradsky, Arshalynsky and Shortandinsky, which are located approximately in the 50-km zone around the capital. The total area of the suburban area is 12,118 km<sup>2</sup>. The growth rates of the population of these regions within the one-two-hour availability from Astana far exceed the projected ones for the last two decades. Within the zone, occupying only 8% of the territory of the Akmola region, as of the beginning of 2017, 14% of the population of the region lived. Over the past 15 years, the territory of construction of settlements close to the city has increased almost tenfold, which was accompanied by the expansion and construction of roads and engineering support networks. The dynamic development entailed significant changes in the natural environment, which affected the stability of the basic component of the natural environment – relief.

The main genetic, typological and large morphometric characteristics of the relief of the suburban area are determined by the features of the tectonic development and geological structure of the region. At the same time, the external climatic and anthropogenic factors are superimposed on the long geological formation of the relief changing its micro and mesoforms more intensively. Within the urban and adjacent areas, the micro- and mesoforms of the relief are destroyed, negative forms of relief pass to the buried state, new forms of technogenic relief are created. Change in morphometric characteristics, morphological appearance of the relief and lithogenic base lead to a decrease in the stability of the relief and to a change in the direction and intensity of dangerous exogenous processes.

The aim of the research was an ecological-geomorphological assessment of the impact of modern exogenous processes on the organization of the territory of the actively developing suburban zone of Astana. To achieve the goal, the following tasks were accomplished: 1. Geomorphological mapping of the suburban zone of Astana; 2. Zoning of the suburban area of Astana in terms of the development degree of the dangerous geomorphological processes; 3. Assessment of sources of the natural environment pollution for determining the transfer and accumulation of

pollutants; 4. Ecological and geomorphological assessment of the suburban area of Astana.

Traditional methods of studying the relief in cameral and field conditions, as well as methods of geoinformation analysis, geomorphological mapping, and modeling of exogenous processes and decryption of digital satellite images were used.

As a result of the works, the geological-geomorphological structure of the suburban zone of Astana was studied and mapped. The study area is located within the northern part of Central Kazakhstan hummocky topography which is composed by dislocated Paleozoic rocks. Relief was formed as the result of long continental regime under the influence of denudation processes. Denudation contributed to the relief flattening and formation of thick weathering crust. The main types of the relief are flat and slightly undulating denudation socle plains at absolute elevations of 340-392 m with prevailing surface slopes of up to 3°. They are developed along the complexly sedimentary, effusive, sometimes intrusive rocks of the Paleozoic. The accumulative plains within the suburban zone are genetically represented by alluvial, lacustrine-alluvial, proluvial and deluvial-proluvial types.

Characteristic features of the relief of the suburban zone are the sections of Yesil and Nura river valleys, the regime of these rivers is the Kazakh type and they prevailingly have snow supply. The main phase of the water regime is the strongly marked spring flood (90-95% of the annual runoff), which contributes to the risk of floods caused by extreme water level increases and significant rainfall. It should be noted that the risk of floods in the riverbeds is currently decreasing due to the regulation of runoff. At the same time, the risk of floods and flooding of the river valleys in high water years as well as flooding of low parts of plains during the spring snowmelt remains high. It is also worth noting that over the past decade the riverbeds of the Yesil and Nura rivers within the city of Astana and the suburban zone underwent significant anthropogenic transformation, experienced change in the morphometric characteristics and, consequently, in the ecological and geomorphological conditions.

Regions with different hazard erosion degree were distinguished on the base of hazard erosion map analysis. Low-risk areas include flat and slightly undulating watersheds, flat weakly dissected parts of river terraces. The relatively erosionally hazardous areas include the mid-dissected parts of the watershed surfaces (denudation plains) and the near-valley territories. Erosionally dangerous areas are the most dissected areas with a dense network of ravines and gullies. Erosion and deflation processes are observed at 3.5% of the farmlands. The total area of the eroded soils in Arshalynsky, Shortandinsky and Tselinogradsky districts is 9.4%. The total area of the deflated soils in these areas is less than 1%.

Ecological and geomorphological assessment of the suburban zone of Astana was carried out from the position of stability of the relief to external influences, special attention was paid to the anthropogenic impact on the transformation of the relief. It is revealed that the most part of the territory belongs to relatively stable territories with erosive potential of 0.3 to 0.5 t/km<sup>2</sup>. Areas with unstable terrain are limited and they are characterized by sufficiently high rates of erosion processes with a potential of 7.1 t/km<sup>2</sup>. Based on the data obtained, recommendations were given to re-

duce the impact of hazardous exogenous processes on the territory organization of Astana suburban area.

**AN INTEGRATED RISK ASSESSMENT OF THE ENVIRONMENTAL HAZARDS INFLUENCE ON KAZAKHSTAN SECTION (FROM KHORGAS AND DOSTYK DRY PORTS TO AKTAU SEAPORT) OF THE INTERNATIONAL TRANSPORT CORRIDOR**

Akiyanova F., Atalikhova A., Arykbayeva Z., Dauilbayev B., Zinabdin N., Kubybayev A., Tkach K.

Branch of the Institute of Geography in Astana, the Republic of Kazakhstan,  
af\_ingeo@mail.ru

In the context of modern globalization, a noticeable increase in the trade and ridership has been noted on the Eurasian continent. Kazakhstan's advantageous geographical position as a land bridge between the main macroeconomic markets, such as China, Russia, the countries of European Union and Asia-Pacific region, significantly shortens cargo delivery time and increases the potential for transit opportunities and foreign trade balance of all the participants.

In order to provide possible convenient conditions for the international cargo transportation and trade and economic relations, on the assumption of the need to ensure a reliable and stable year-round communication, it was important to study the environmental risks that could affect international transport corridors' capacity.

The risk of the environmental hazards influence on the operation, and in some areas, the construction of the Kazakhstan section of the multimodal transport corridor, had been studied from the "western" (Aktau seaport) to the "eastern" gates of the country (Korgas and Dostyk dry ports) and had been assessed as the hazardous natural phenomena and processes influence probability. International transport corridor's total length within the territory of Kazakhstan is around 5424 km, the area of the investigated zone is approximately 291.3 thousand km<sup>2</sup>.

An integrated risk assessment have been conducted by the componentwise analysis of the natural environment, including the relief geotechnical features, annual and seasonal climate variations, surface and groundwater regime, soil and vegetation conditions evaluation over the 50-kilometer zone along the transport corridor. The research was carried out using the capabilities of geoinformation systems, official data, scientific publications, updated digital space image and authors' field and cameral studies.

The analysis of physico-geographical conditions made it possible to determine the areas of different risk levels (high, medium high, medium, medium low, low) and to reveal the genesis of the natural hazards that have the highest impact.

In general, the territories with medium and high influence risk occupy about 55% of the study area, the rest are characterized by low and low risk values.

Areas with a high risk level are mainly located as individual sections in the southern Kazakhstan foothill seismic regions with a high degree of relief energy and

a dense hydrographic network. They are also characterized by the risks of adverse weather phenomena influence.

The geomorphological risk indicators are noticed to reduce within The Kazakh Uplands (Yellow Ridge) – Central and Western Kazakhstan denudation and accumulative plains system. These areas of the transport corridor are characterized by a sparse hydrographic network and a reduced risk of hydrological factors, while at the same time there is an increase of adverse weather events and soil and vegetation degradation risks. The greatest danger of the transport corridor functioning from the meteorological conditions are represented by the dust storms, strong snowstorms and fogs, as well as from ice-frost phenomena.

The results of an integrated risk assessment of the environmental hazards influence on the functioning of the Kazakhstan section of the international transport corridor with the definition of risk's prevailing type and level, made it possible to create a system of geographically-referenced preventive environmental recommendations on impact reducing. Recommendations' implementation will contribute to the risks reduction and international transport corridor's proper, uninterrupted, effective and safe operation.

## **ИЗМЕНЕНИЕ СТОКА ТРАНСГРАНИЧНОЙ РЕКИ ИЛЕ ПОД ВОЗДЕЙСТВИЕМ ХОЗЯЙСТВЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ**

Алимкулов С.К., Кожаметова Э.П., Талипова Э.К., Кулебаев К.М.

ТОО «Институт географии», г. Алматы, Республика Казахстан

kairat.kulebayev@mail.ru

Начиная с 1960-1970 гг. водные ресурсы рек Казахстана стали интенсивно осваиваться. Первые комплексные исследования ресурсов речного стока проведены именно в эти периоды и по сути необходимость их проведения как раз были вызваны с планируемыми водохозяйственными мероприятиями. В этих обобщениях проблема антропогенных изменений речного стока не рассматривались, да и таковые проблемы в те годы, можно сказать, не имели существенного значения. Такая ситуация в совокупности с достаточно стационарным климатом породила существующей и практически являющейся основой всех гидрологических и водохозяйственных расчетов с тех пор «стационарной теории» климата и гидрометеорологических условий. Водохозяйственные мероприятия проектировались исходя из этого простой экстраполяцией ретропараметров на перспективу. И впрочем, такой подход в определенном смысле оправдал ожидания, все крупные водохозяйственные системы, основанные на эти обеспеченные параметры вполне прослужили и служат на благо экономики страны.

Сегодняшние реалии, однако, несколько меняет сложившиеся представления о гидрометеорологических процессах и явлениях, прежде всего, в связи с глобальным изменением климата, во-вторых, постоянным ростом антропогенных нагрузок на водные ресурсы. Роль климата бесспорна, однако в данной статье пойдет речь о роли хозяйственной деятельности в изменении внутригодового распределения стока рек региона.

В современных условиях хозяйственная деятельность достигла таких масштабов, что стала оказывать влияние не только на качество природных вод, но также на их режим и на суммарные водные ресурсы больших речных бассейнов и регионов. Это вызвало необходимость оценки их изменения под влиянием деятельности человека.

Балкаш – Алакольский бассейн является одним из крупнейших озерных экосистем планеты и представляет собой уникальный природный комплекс, по площади превышающий размеры многих государств. Бассейн занимает обширную территорию на Юго-востоке Казахстана и Китая. В данной статье приведены результаты анализа антропогенного влияния на внутригодовое распределение речного стока трансграничной реки Иле. Изучена водохозяйственная деятельность в верхнем течении р. Иле (на территории Китайской Народной Республики (КНР)), изменение водного режима в период освоения гидроэнергетических и земельных ресурсов бассейна р. Иле, а также их изменения при использовании воды в сельском хозяйстве.

Экологическая устойчивость озера Балкаш во многом зависит от воды, поступающей с территории Китая. Увеличение водозабора из р. Иле в КНР приведет, по мнению специалистов, к обмелению и засолению оз. Балкаш, и, как следствие, к серьезным социально-экономическим последствиям. В КНР, в верховьях р. Иле построены и продолжают строиться ирригационные сооружения на территории, примерно равной площади всех орошаемых земель в Иле-Балкашском бассейне – более 580 тыс. га. Согласно китайским ученым площадь орошаемых земель в Синьцзяне не превышает 500 тыс. га.

По мнению экспертов казахстанско-китайской совместной комиссии по использованию и охране трансграничных рек между Республикой Казахстан и КНР, до 1990 года степень развития и использования водных ресурсов была очень низкой в верховьях реки Иле. Развитие и использование водных ресурсов с 1990 года усиливается, и общий объем водопотребления в период с 1990 по 2008 гг. можно проследить в пределах 2 км<sup>3</sup>/год. К 2010 году общие водозаборы составили около 5 км<sup>3</sup>.

В настоящем исследовании для выявления антропогенного воздействия на внутригодовое распределение стока рек юго-востока Казахстана (наиболее крупного и водоносного водосбора Балкаш-Алакольского ВХБ) был использован метод сравнительного анализа характеристик стока за разные периоды хозяйственной деятельности. Для количественной оценки влияния китайской стороны на водный режим р. Иле были использованы данные гидропостов, расположенных в верхнем течении р. Иле.

Основные выводы, полученные в результате настоящего исследования:

1. Установлено, что до 1970 года объем водозабора на хозяйственные нужды был минимальным и не оказывал существенного влияния на гидрологический режим рек Балкаш-Алакольского бассейна. Ввод в эксплуатацию Капшагайского водохранилища и другой хозяйственной деятельности в бассейне р. Иле привел к значительному уменьшению весеннего половодья и увеличению меженного стока реки, особенно зимнего.



2. Выявлено значительное изменение внутригодового распределения стока р. Иле под влиянием хозяйственной деятельности на территории бассейна, расположенного в КНР. В китайской части бассейна в настоящее время нет возможности глубокого межгодового регулирования стока. Регулирование затрагивает лишь сезонную неравномерность стока. В средние по водности годы регулирование стока на территории КНР отмечается в период половодья, с апреля по июль расход воды сократился на 12-37 % по сравнению с его естественной величиной, а в другие месяцы наблюдается увеличение стока (14-90 %). В маловодные годы в наибольшей степени возросла доля стока зимне-весенних месяцев (декабрь-май). Максимальное отклонение от естественной величины отмечено в январе (168 %) и феврале (267 %) месяце. В многоводные годы внутригодовое распределение стока практически не отреагировал на регулирование стока р. Иле со стороны КНР, только незначительное уменьшение стока наблюдается в июле месяце на 14 %.

3. Эксплуатация Капшагайского водохранилища на территории юго-востока Казахстана привела к увеличению зимнего (ноябрь-март) на 23-73 % и, наоборот уменьшению объема весеннего половодья (апрель-октябрь) на 10-50 % по сравнению до строительства водохранилища. В маловодные годы (75% обеспеченности) сток в ноябре-феврале увеличился на 61-129 % и уменьшение в другие месяцы (2-40 %) от своего естественного режима. В многоводные годы максимальное регулирование стока наблюдается в период половодья, и уменьшение стока составляет от 22 % до 62 % (апрель-август).

**РАЗМЕРНО-ВЕСОВОЙ И ВОЗРАСТНОЙ СОСТАВ БЕЛОГЛАЗКИ  
(*ABRAMIS SAPA*) СВЯЖСКОГО ЗАЛИВА КУЙБЫШЕВСКОГО ВОДО-  
ХРАНИЛИЩА ЗА 2016 ГОД**

Андреева Т.В. Кузнецов В.В., Галиева Г.Ф.

Казанский (Приволжский) Федеральный университет, Казань, Россия

*andreevatv55@mail.ru*

Белоглазка (*Abramis sapa*) являлась обычным видом реки Волги и ее притоков. После создания Куйбышевского водохранилища данный вид стал немногочисленным [1, 2]. Доля белоглазки в промысле в Куйбышевском водохранилище составляет 1,0 – 2,0% [3].

Сбор ихтиологического материала проходил в верхней части Волжского плеса Куйбышевского водохранилища в летне-осенний период 2016 года. Отлов рыбы осуществлялся ставными сетями с размером ячеи 24, 30, 36, 40, 60 мм. Обработка материала проводилась с использованием общепринятых методик [4]. Возраст определялся по чешуе и спилу луча спинного плавника [5]. Статистическая обработка полученных материалов осуществлялась в соответствии с рекомендациями Г. Ф. Лакина [6].

Свияжский залив расположен в верхней части Волжского плеса в устье реки Свияги и представляет собой мелководный водоем с большим количеством островов. За период наблюдения было поймано и обработано 92 экземпляра рыбы, из которых 51 самка и 41 самец. Важными показателями состояния популяции рыб являются их размерные и весовые показатели. Размах размеров тела белоглазки за период наблюдений в 2016 году, колебался от 12,5 до 24,5 см. Рыбы с размерами 16 - 22 см составили основную массу вылова - 79,3%. Размеры самок колебались от 16 до 24,5 см, при средней длине  $20,4 \pm 0,3$  см. Размеры самцов колебались от 12,5 до 22 см, при средней длине  $17,9 \pm 0,4$  см. Средние показатели размеров самцов и самок различаются и эти отличия были достоверны.

Сравнение показателей длины тела белоглазки, выловленной в 2016 году, с аналогичными показателями более ранних наблюдений показало некоторые различия. По результатам уловов 1986-1987 гг. [2] размеры белоглазки колебались от 15,0 до 26 см, при средних значениях  $20,6 \pm 0,14$ .

По результатам уловов 2013-2014 годов [7] длина тела белоглазки варьировала: в 2013 году от 16,5 до 25,0 см, при средних размерах  $20,08 \pm 0,28$  см, а в 2014 году от 16,0 до 23,0 см, при средних показателях  $19,5 \pm 0,37$  см. Средний вес уловов белоглазки верхней части Волжского плеса Куйбышевского водохранилища в 2016 году равнялся  $154,1 \pm 5,7$  г. Вес особей варьировал от 30 до 300 г. Вес самцов колебался от 30 до 190 г, при среднем значении  $124,9 \pm 6,3$  г. Основная масса самцов имела вес от 90 до 150 г, доля которых составляла 63,4%. Весовой состав самок изменялся в пределах от 80 до 300 г, а среднее значение равнялось  $177,6 \pm 7,5$  г. Основная масса самок имела вес от 90 до 240 г, доля которых составляла 87,3%. Различия по массе между самцами и самками были достоверны.

Возрастная структура белоглазки в летнее-осенних уловах Свияжского залива Куйбышевского водохранилища в 2016 году была представлена относительно небольшим количеством поколений - 2008-2013 гг. в возрасте от 3+ до 8+. При этом доминировало поколение 2011 года в возрасте 5 полных лет, на долю которых приходилось 43,5%. В уловах преобладали половозрелые рыбы.

Реконструкция роста белоглазки показала, что средние размеры на первом, втором и третьем годах жизни самцов и самок белоглазки практически сходны. На четвертом году жизни размеры самок незначительно превышают размеры самцов.

Максимальные темпы роста приходятся на первый и второй год жизни. В дальнейшем, вероятно, с наступлением половой зрелости наблюдается замедление роста. При этом самки растут лучше самцов и достигают более значительных размеров.

Таким образом, биологические показатели белоглазки Свияжского залива Куйбышевского водохранилища позволяют характеризовать состояние вида рассматриваемого района водохранилища как относительно благополучное.

#### Литература

1. *Кузнецов В.А.* Белоглазка, густера / В.А. Кузнецов // Экологические особенности рыб и кормовых животных Куйбышевского водохранилища / Казан. гос. ун-т; [под ред. А.В. Лукина]. Казань : Изд-во Казан. ун-та, 1986. – с. 86 -91.

2. *Григорьев В.Н.* Белоглазка // Изучение основных компонентов водной экосистемы верхней части Куйбышевского водохранилища / В.Н. Григорьев, И.Н. Бортникова/ Казан. гос. ун-т; [под ред. В.А.Кузнецова]. Казань: Изд-во Казан. ун-та, 1989. – С. 121 -125.

3. *Кузнецов В.А.* Рыбы Волжско-Камского края / В.А. Кузнецов. – Казань, 2005. – 208 с.

4. *Правдин И.Ф.* Руководство по изучению рыб (преимущественно пресноводных) / И.Ф. Правдин. - М.: Изд-во «Пищ. пром-ть». 1966. – 376 с.

5. *Чугунова Н.И.* Руководство по изучению возраста рыб / Н.И. Чугунова М.: Изд-во АН СССР. 1959. – 164 с.

6. *Лакин Г.Ф.* Биометрия: уч. пособ. для биол. спец. Вузов / Г.Ф. Лакин. – М.: Высш. шк., 1990. – 352 с.

7. *Андреева Т.В.* Размерно-весовая характеристика белоглазки (*ABRAMIS SAPA, PALLAS, 1814*) в нижней части Свяжского залива Куйбышевского водохранилища за 2013-2014 годов / Т.В. Андреева, В.В. Кузнецов //Современные проблемы науки и образования. – 2015. – № 6. URL: [www.science-education.ru/130-22905](http://www.science-education.ru/130-22905)

## **ДИНАМИКА ФАУНЫ И НАСЕЛЕНИЯ ПТИЦ АГРОЦЕНОЗОВ В ПРИГРАНИЧНОЙ ЗОНЕ КАЗАНСКОГО АЭРОПОРТА**

Беспалов А.Ф., Беляев А.Н.

Казанский (Приволжский) федеральный университет, Казань, Россия  
*kerwood@mail.ru*

Проблема безопасности полетов, с развитием авиации поставила важнейшую задачу предотвращения столкновений самолетов с птицами. Решение данной проблемы невозможно без детального изучения закономерностей круглогодичного поведения птиц вблизи аэропортов.

Целью работы стало выявление особенностей динамики фауны и населения птиц агроценозов окрестностей Казанского аэропорта на протяжении года. Следовало определить, насколько опасно для воздушных судов присутствие этих местообитаний в приграничной зоне аэропорта.

Международный аэропорт «Казань» - основной аэропорт Казани, действующий с 1979 года. Расположен он в 26 км к югу от города. Его территория окружена сельскохозяйственными угодьями (во время проведения исследования на примыкающих к аэродрому полях произрастали рожь, пшеница, люцерна и картофель, был посеян горох).

Ежемесячно с июня 2015 по май 2016 гг. в агроценозах, расположенных по периметру границ аэропорта проводили маршрутный учет птиц без ограничения ширины трансекты. Длина маршрута в данных местообитаниях каждый месяц составляла 13 километров. По материалам учётов вычислялась плотность населения птиц, на основании чего выделялись сезонные аспекты населения. При описании населения птиц доминантами и субдоминантами по обилию считались виды, доля которых в сообществе составляла более 10%. Для оценки структуры населения птиц использовали следующие показатели: видовое богатство (количество видов), общая плотность (суммарная плотность экз./км<sup>2</sup> всех видов местообитания), видовое разнообразие (индекс Шеннона - Уивера).

За время исследований было зарегистрировано 60 видов птиц, 38 из которых относились к отряду воробьинообразных. Видовое богатство плавно уменьшалось с июня (28 видов) по декабрь (2 вида), затем увеличивалось, особенно резко с апреля (21 вид) по май (30 видов). Больше число видов пришлось на месяцы апрель - сентябрь, что говорит о ценности данного местообитания для группировок птиц в гнездовой период и во время последующих кочевок. Зимой данный биотоп для птиц непривлекателен.

Из опасных для воздушных судов видов (относительно крупных или стайных) здесь присутствовали серая цапля *Ardea cinerea*, гуменник *Anser fabalis*, кряква *Anas platyrhynchos*, черный коршун *Milvus migrans*, полевой лунь *Circus cyaneus*, степной лунь *C. macrourus*, луговой лунь *C. pygargus*, болотный лунь *C. aeruginosus*, тетеревиный *Accipiter gentilis*, обыкновенный канюк *Buteo buteo*, могильник *Aquila heliaca*, орлан-белохвост *Haliaeetus albicilla*, обыкновенная пустельга *Falco tinnunculus*, серая куропатка *Perdix perdix*, чибис *Vanelus vanellus*, озерная чайка *Larus ridibundus*, вяхирь *Columba palumbus*, сизый голубь *C. livia*, болотная сова *Asio flammeus*, желна *Dryocopus martius*, обыкновенный скворец *Sturnus vulgaris*, грач *Corvus frugilegus*, серая ворона *C. cornix*, ворон *C. corax*, рябинник *Turdus pilaris* и белобровик *T. iliacus*. Присутствие приводных видов было определено относительно близким расположением реки Меши, гусей во время пролета – наличием крупных площадей озимых культур, хищных видов – присутствием стойких группировок мелких птиц и млекопитающих, синантропных видов – близостью поселков и наличием построек аэропорта, доступных для гнездования.

Общая плотность птичьего населения была максимальной в июне – 1188,1 экз./км<sup>2</sup> и мае – 1139,1 экз./км<sup>2</sup>, низкой - с октября по март с минимумом 6,2 экз./км<sup>2</sup> в декабре. Плотность населения птиц агроценозов во время гнездования и особенно после него определялась главным образом сельскохозяйственной культурой, которая здесь произрастает, тщательностью последующей ее уборки и наличием разделительных лесополос, добавляющих виды древесного, кустарникового и опушечного комплексов.

Наибольшую плотность населения имел полевой жаворонок *Alauda arvensis* с апреля по июнь (до 443,1 экз./км<sup>2</sup> в мае), кроме данного вида высокие показатели плотности имели: зяблик *Fringilla coelebs* (до 196,9 экз./км<sup>2</sup> в июне), обитание которого здесь было связано с разделительными лесополосами, желтая трясогузка *Motacilla flava* (до 190,8 экз./км<sup>2</sup> в мае), и кочующая после гнездового периода по агроценозам коноплянка *Acanthis cannabina* (с июля по сентябрь до 190,8 экз./км<sup>2</sup>).

Доминантами в птичьем населении - с апреля по июнь был полевой жаворонок (до 50%), в июле – желтая трясогузка (18,9%), в августе-сентябре – коноплянка (до 35,4%), с октября по декабрь - большая синица *Parus major* (42,1-99,7%), с января по март - серая куропатка *Perdix perdix* (99,8-37,5%). Субдоминантами в разные месяцы к ним добавлялись лесной конек *Anthus trivialis* (до 13,4%), сорока *Pica pica* (до 25%), полевой воробей *Passer montanus* (до 31,6%), зяблик (до 16,6%), чиж *Spinus spinus* (до 13,7%) и черноголовый щегол *Carduelis carduelis* (до 37,5%). Таким образом, доминировали в подавляющем большинстве мелкие виды птиц, малоопасные для воздушных судов, лишь в зимний период вблизи аэродрома по полям и лугам появлялись стайки серых куропаток, представляющие опасность на низкой высоте – при взлете и посадке самолетов.

Индекс видовой разнообразия в зимние месяцы едва достигал 0,02, далее повышался с марта по июль (1,1-2,5), а затем снижался с августа по ноябрь (2,4-1,0). В целом, это невысокие показатели, а максимальные их значения в июле и августе указывают на ценность данного биотопа для послегнездовых кочевков и осеннего пролета птиц.

Стоит заметить, что во время вегетационного периода некоторые участки агроценозов по птичьему населению отличаются от соседних. Следует особо выделить по степени орнитологической опасности юго-восточную границу аэропорта в связи с крупными площадями озимых культур у южной границы аэродрома и близостью р. Меша. Озимые привлекают многих птиц для питания и гнездования, в том числе и хищников. Окрестности р. Меша весной и осенью находятся в составе пролетных путей многих птиц, особенно околородных, в том числе и гусей, а в другое время поставляют на южную границу аэропорта околородных птиц и крупных хищников.

Таким образом, агроценозы, включающие как открытую часть (поля), так и лесную (лесополосы), в летние месяцы заселяются разнообразными видами птиц как открытых так и лесных биотопов. После уборки урожая на земле полей часто остается много семян, что делает привлекательными их для птиц в период послегнездовых кочевков (август-сентябрь). Наличие большого числа птенцов воробьинообразных птиц с июня по сентябрь привлекает пернатых хищников. С октября по март данное местообитание малопривлекательно для птиц, в это время здесь лишь можно встретить в светлое время суток кочующих (синицы) или пролетающих (серая ворона) птиц, и лишь стайки серых куропаток держатся здесь относительно стабильно, большей частью на озимых.

## **ФОРМИРОВАНИЕ СЕТИ ОСОБО ОХРАНЯЕМЫХ ПРИРОДНЫХ ТЕРРИТОРИЙ РЕГИОНАЛЬНОГО УРОВНЯ В ВОЛГОГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ**

Брылев В.А., Буруль Т.Н.

Волгоградский государственный социально-педагогический университет,

Волгоград, Россия

*brilev\_vspu@rambler.ru*

Волгоградская область – один из крупнейших регионов юга Европейской территории России. Ее площадь 112,9 тыс. км<sup>2</sup> при населении 2,6 млн. жителей. Низкая плотность населения один из факторов относительно хорошей сохранности природных компонентов. Другой фактор, объясняющий разнообразие природных достопримечательностей – наличие двух крупнейших рек Волги и Дона и их притоков, образующих высокую расчлененность рельефа и обуславливающих выходы многочисленных родников. Третий фактор, объясняющий репрезентативность биоразнообразия – наличие 2 почвенно-климатических зон, 5 подзон и десятков региональных ПТК.

В конце XIX – начале XX в. исследователи природы Волго-Донского края А.П. Павлов, И.Ф. Синцов, Е.В. Милановский, Г.Н. Высоцкий, Н.А. Димо, Б.А. Келлер, А.Ф. Киреев и др. отмечали множество уникальных природных объектов в нашей области, которым предлагали придать статус охраняемых.

В 70 – 80-е гг. XX в. были узаконены более 80 памятников природы с подразделением на категории: геолого-геоморфологические, водные, ботанические, зоологические, комплексные или ландшафтные.

К началу 90-х гг. XX в. сложились предпосылки создания природных парков. В разработке научного обоснования и полевых работ по созданию природных парков Волго-Ахтубинского, Донского, Эльтонского авторы принимали непосредственное участие.

В начале 2000-х гг. были созданы еще 4 природных парка – Щербаковский, Нижне-Хоперский, Усть-Медведицкий и Цимлянский. Таким образом, по «паркотворчеству» регион стал лидером в России.

Вместе с развитием сети природных парков нами велась работа по инвентаризации системы других ООПТ – заказников и памятников природы. В 2000 г. реестр ранее наработанных природных памятников и заказников был упразднен. Остались и финансировались только 7 природных парков. В настоящее время поколениями экологов, географов и биологов изучено около 200 природных объектов, которые могут войти в систему ООПТ региона. Прежде всего, это памятники природы: геолого-геоморфологические, гидрологические (род-

ники, озера, источники) ботанические и др. Наряду с узаконенными охраняемыми природными территориями, многие перспективные объекты отражены на карте и в таблице географического атласа-справочника Волгоградской области.

Система ООПТ Волгоградской области состоит как из утвержденных законодательно ООПТ (62 объекта), так и перспективных объектов – всего 203. Представлены три уровня охраны: федеральный, региональный и местный. Помимо традиционных категорий (памятники природы, заказники, природные парки) есть такие категории как территории, представляющие особую ценность, природные ландшафты, охраняемые речные системы.

Мы были активными участниками процесса создания природных парков области и входили в состав рабочей группы по разработке научных обоснований. Парки отличаются специфичностью, неповторимостью ландшафтных условий, что делает их уникальными природными объектами.

**Волго-Ахтубинский парк.** В 1999 г. был разработан закон об охране Волго-Ахтубинской поймы. К этому же времени рабочая группа, под руководством автора, подготовила документы и научное обоснование к созданию данного природного парка. Площадь парка более 1000 км<sup>2</sup>, наибольшей охране подлежат водно-болотные угодья. Эти, так называемые «рамсарские» угодья, включены в Международную систему аналогичных объектов.

В 2000 г. был научно обоснован и утвержден **природный парк «Эльтонский»**. Озеро Эльтон известно как самое большое соленое озеро Европы. Уникальна залежь лечебной грязи озера и функционирующий более 100 лет на его базе санаторий. Выделяется биота Приэльтонья. В феврале 2000 г. был утвержден закон об охране озера, осенью 2001 г. – предложен план зонирования парка.

**Донской и Щербаковский парки** – представляют собой эрозионные ландшафты возвышенных территорий, сильно расчлененных овражно-балочными системами и сформированных в макроизлучинах Волги и Дона. Сходство также обнаруживается в геоморфологической составляющей – в обоих парках ярусный рельеф.

Аналогична степень эрозионной расчлененности, достигающая 2 км/км<sup>2</sup>. На севере Щербаковской излучины и парка сформировались огромные долины малых рек Щербаковки и Даниловки. Размеры самих водотоков незначительны в сравнении с V-образными обширными и глубокими каньонами. То есть происхождение этих долин древнее, реликтовое, дохвалынское.



В Донской излучине и в парке выражен бедленд, где пласт мела туронского яруса оказывается размытым и в альб-сеноманских песках образуются овраги, балки, голые склоны со смытой почвой.

Сходным на сравниваемых ландшафтах является важное природное явление – родники. В каждом парке их несколько десятков. Они формируются по поверхности глин маастрихта в Щербаковском парке, в Донском на сеноманском водоносном горизонте.

**Нижнехопёрский** (2003 г.) и **Усть-Медведицкий** (2005 г.) парки представляют собой пойменно-террасовые ландшафты долин р. Дон и р. Хопер. В строении долины характерна ярко выраженная асимметрия. Обе реки протекают в основном по полю развития меловых и палеогеновых отложений, но за пределами Усть-Медведицкого парка, в так называемой «Средней» излучине Дона, река препарирует структуры Арчедино-Донских поднятий Доно-Медведицкого вала.

Эти территории богаты живописными пейзажами, меандрами, грандиозными меловыми кручами Дона. Имеет значение историко-этнографический фактор – донские казаки Хопёрского и Усть-Медведицкого округов войска Донского. Это и «шолоховские» места и места, связанные с жизнью и деятельностью писателя советского времени – А.С. Серафимовича. Оба природных парка имеют огромный потенциал для туристических и экологических маршрутов.

Природный парк **«Цимлянские пески»** (2003 г.) стоит особняком среди других природных парков. Ниже устья р. Чир расположен огромный песчаный правобережный массив. Цимлянские пески накопились в период таяния максимального Донского раннеплейстоценового ледника, под которым находится древняя (плиоценовая) излучина, врезанная в правый берег Дона. Ландшафт Цимлянского природного парка дюнно-бугристый полузакрепленный псаммофитами. На территории парка можно встретить табун одичавших лошадей. Есть родники, колодцы и отдельные левяды.

Основу экологического каркаса Волгоградской области составляют 7 природных парков общей площадью около 5000 км<sup>2</sup>, что в перспективе обеспечит устойчивое функционирование ПТК региона. В систему каркаса входят также ландшафтные заказники и памятники природы и другие категории ООПТ (около 220), которые детализируют и характеризуют набор зональных и азональных урочищ, фаций и, собственно, памятников природы. Развитие этой системы ООПТ в регионе авторами продолжается и одна из задач, стоящих в настоящее время, повышение статуса ООПТ.

# СОСТОЯНИЕ ПОПУЛЯЦИИ ЛИСИЦЫ ОБЫКНОВЕННОЙ В ЛЕСОСТЕПИ КАЗАХСТАНА ПОД ВЛИЯНИЕМ ОХОТНИЧЬЕЙ НАГРУЗКИ

Вилков В.С., Пашков С.В.

Северо-Казахстанский государственный университет им. М. Козыбаева, г.

Петропавловск, Казахстан

*sergp2001@mail.ru*

Изучение структуры популяции, плодовитости, численности и других особенностей биологии лисицы обыкновенной (*Vulpes vulpes*) (далее – лисицы) позволили нам рассчитать послепромысловые и предпромысловые ресурсы в лесостепи Казахстана.

Установлено, что в последние годы численность весенней популяции лисицы, по данным авторов, составляет от 6505 особей до 9368 особей, то есть колебания не превышают 1,5 раза. Наивысшая численность отмечена в лесостепи не в благоприятном по метеорологическим и кормовым условиям 2008, а в следующем, 2009 г., хотя средняя плотность зверей на 1000 га угодий в 2008 г. была почти в 1,3 раза выше, чем в следующем. Основная причина связана с тем, что в 2008 г. незначительно увеличилась плотность рассматриваемого вида в пределах степных угодий (с 2,7 особей до 3,3), но, занимая большую площадь они повлияли на общие ресурсы, которые достигли 9368 особей. Почти такая же численность была и в 2009 г. – 9225 особей. После 2011 г., когда зарегистрирована самая низкая численность вида, наблюдался незначительный подъём. Но последовавшая многоснежная зима 2012 г. и продолжающаяся эпизоотия бешенства, а, возможно, и другого заболевания, ограничили рост численности, который сохранился на уровне 7136 особей. В 2015 г. ресурсы составили 11 359 особей.

Рассматривая роль различных типов угодий в формировании послепромысловых ресурсов, необходимо отметить, что определяющее значение играют степные биотопы, которые концентрируют в разные годы от 40,6 до 52,8% всех после промысловых ресурсов. Практически одинаковый вклад вносят лесные угодья и агроценозы. Так, первые концентрируют от 14,8 до 29,3% ресурсов (в среднем 23,3%). На вторые приходится от 19,7 до 25,3% (в среднем 22,0%).

В сумме на 3 названных типа угодий приходится от 90,9 до 93,3% всех послепромысловых ресурсов лисицы лесостепной зоны Казахстана. Следовательно, при организации и проведении учётных работ, борьбы с бешенством и другими заболеваниями, основное внимание следует уделять степным, лесным и пахотным угодьям.

Оставшиеся 2 типа: залежи и тростниковые заросли водоёмов, обеспечивают условия существования всего 6,7-9,1% особям от числа учтённых. Но для получения не более 10% погрешности при расчётах обитающих в регионе лисиц, учёт этих мест обитания – обязателен.

Расчёт предпромысловых ресурсов, с учётом выживаемости молодняка к сезону охоты, общей доли самок и числа принимающих участие в размножении, позволил оценить их от 11359 особей до 23728. Максимальная численность была отмечена в 2000 г, а минимальная – в 2008 г. Разница между этими показателями составила почти 2 раза, в то время как различия между максимальными и минимальными показателями послепромысловых ресурсов не превышали 1,5 раза. Из этого следует: 1. Знание весенних ресурсов не гарантирует определение осенней численности рассматриваемого вида; 2. Без изучения особенностей половозрастной структуры популяции и успеха размножения – объективно оценить ресурсы рассматриваемого вида невозможно.

Сравнивая полученные нами данные по весенней и осенней численности лисицы с официальными сведениями, например, в 2012 г., можно констатировать, что они завышены. Послепромысловые ресурсы – в 1,4 раза, а предпромысловые – в 1,3 раза или на 3124 особи.

Анализ опроса 481 охотника позволил рассчитать для исследуемой территории объём добычи рассматриваемого вида и оценить влияние охоты на его популяцию. С 1990 по 2012 гг. ежегодно отстреливалось от 1831 до 3449 особей. Объём отстреливаемых зверей коррелирует с промысловыми ресурсами. Поэтому, чем больше её численность в угодьях, тем чаще она попадает под выстрел охотника. Таким образом, зависимость в данном случае прямая. Хотя, в отдельные годы она может нарушаться, что связано с использованием для добычи лисицы снегоходов. В том случае, если зима снежная, а наст в поле довольно плотный, то даже на фазе средней или низкой численности объём отстреливаемых зверей может быть выше, чем в годы её максимума.

Однако важным показателем использования популяции являются не абсолютные цифры, а степень изъятия общей численности. В 2000-2009 гг. она составила 12,4-15,2%. Причём наибольшей показатель совпал с периодом депрессии 2001 г. Таким образом, в условиях лесостепной зоны, объём добычи лисицы не всегда отражает состояние её популяции, хотя в 1960-1980 гг. по количеству сданных шкур данного вида судили о его динамике.

Современное состояние охоты на лисицу, когда она добывается преимущественно случайно, оказывает минимальное влияние на её популяцию. Даже с учётом нетрадиционного, браконьерского способа добычи со снегоходов, сте-

пень изъятия не превышает 20-26%, что намного ниже допустимого. Таким образом, охота в лесостепи, в разных формах её проявления, не является фактором ограничивающим численность этого вида.

В целом, следует констатировать незначительную степень изъятия особей данного вида по отношению к предпромысловым ресурсам. Рекомендуемые нормы отстрела составляют до 40–50% от осенней численности. В отдельных случаях, в специализированных хозяйствах, при необходимости резкого снижения поголовья эти нормы могут быть увеличены до 70-80%. То есть изымается полностью весь годовой прирост. В лесостепи Казахстана фактическая добыча в 3-4 раза меньше возможной. Следовательно, охота, как фактор, регулирующий численность лисицы, не оказывает на нее сколько-нибудь существенного влияния.

#### Литература

1. *Корытин Н.С.* Анализ выживаемости обыкновенной лисицы (*Vulpes vulpes* L.) на фазах роста и снижения численности / Н.С. Корытин // Экология. 2002. №3. - С. 201-202.
2. *Вилков В.С.* Структура популяции лисицы лесостепи Казахстана / В.С. Вилков // Вестник Курганского государственного университета. 2006. №4. - С. 10-12.

### **СОСТОЯНИЕ КОРМОВОЙ БАЗЫ БЕНТОСОЯДНЫХ РЫБ И ОЦЕНКА УРОВНЯ ПРОДУКТИВНОСТИ ВОДОТОКОВ ДЕЛЬТЫ Р. ВОЛГА В ПРЕДПАВОДКОВЫЙ ПЕРИОД ПО СТРУКТУРНЫМ ХАРАКТЕРИСТИКАМ МАКРОЗООБЕНТОСА**

Даирова Д.С.

ФГБОУ ВО Казанский ГМУ Минздрава России, г. Казань, Россия

*dairova3110@mail.ru*

Макрозообентос является неотъемлемой составляющей экосистемы Нижней Волги, практическая значимость которого определяется потенциальной рыбопродуктивностью, неразрывно связанной с состоянием кормовой базы и доступностью ее для рыб-бентофагов. Использование макрозообентоса как подсистемы биоценотического уровня в целях диагностики трофического статуса основывается на достаточно хорошо изученных особенностях структуры и функционирования донных сообществ.

В настоящей работе представлены материалы исследований зообентоса в водотоках дельты р. Волги (Волго-Каспийский морской судоходный канал (ВКМСК), Белинский, Кировский и Староиголкинский каналы), послужившие основой для анализа динамики таксономического состава, распределения донных беспозвоночных по исследуемым водотокам и оценки продуктивности

данных водотоков для бентосоядных рыб в предпаводковый период (апрель 2016 г.). Результаты настоящих исследований получены автором во время работы в 2016 г. в ФГБНУ «КаспНИРХ».

Видовая структура бентофауны водотоков низовьев р. Волга в предпаводковый период отличалась богатым и разнообразным таксономическим составом (индекс Шеннона-Уивера в среднем составил 2,52 бит/экз.), включавшим 56 видов и таксонов рангом выше вида, среди которых преобладали гетеротопы (37 таксонов), представленные личинками и куколками амфибиотических насекомых из отрядов Diptera (32), Trichoptera (3), Coleoptera (1) и Megaloptera (1). Следует отметить, что различные стадии водных фаз амфибиотических насекомых являются одним из основных объектов питания водных и околоводных животных за счет своей гетеротопности. Группа ракообразных (15 таксонов) включала в себя представителей кумовых (отряд Cumacea), равноногих (отряд Isopoda) раков, бокоплавов (отряд Amphipoda). В состав группы червей (4 таксона) вошли кольчатые черви (классы Polychaeta, Oligochaeta) и круглые черви (класс Nematoda).

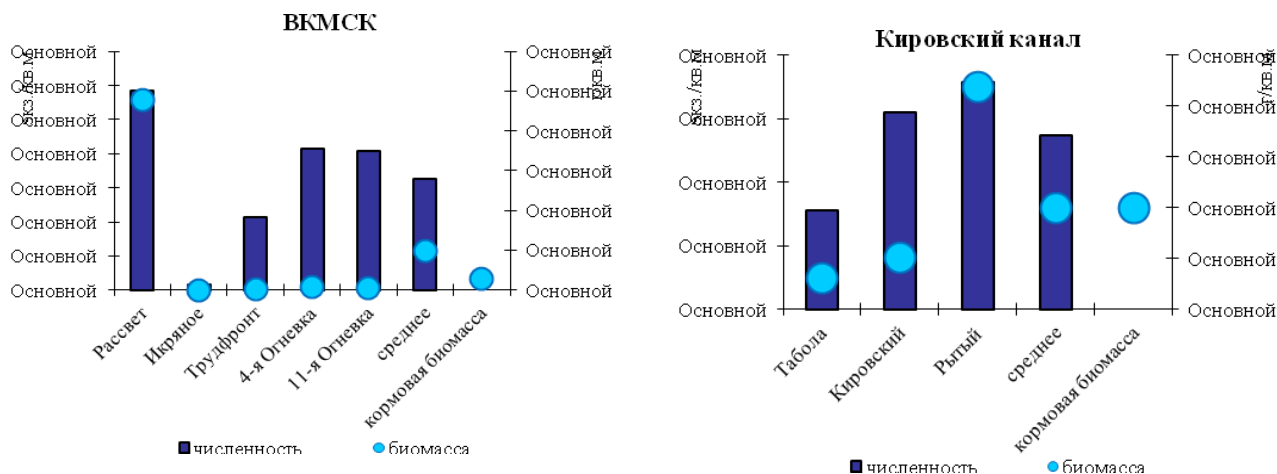
Анализ пространственного распределения донных беспозвоночных на исследуемой акватории согласно градации по частоте встречаемости (ЧВ) показал, что широкое распространение (>50%) получили лишь олигохеты, обнаруженные на 94% исследуемых станций. Являясь эврибионтной группой организмов, олигохеты характеризовались высокой толерантностью к различным типам биотопов. В категорию второстепенных видов (ЧВ=25-50%) вошли круглые черви, брюхоногие моллюски *Lithoglyphus naticoides*, личинки мокрецов сем. Ceratopogonidae, личинки жуков сем. Hydrophilidae, личинки и куколки хириноmid *Polypedilum* (s. str.) *nubeculosum*, *Polypedilum (Tripodura) bicrenatum*, *Dicrotendipes nervosus*, *Cryptochironomus* (s. str.) *defectus*, *Cladotanytarsus* gr. *mancus*, *Orthocladius* (s. str.) *oblidens*, *Cricotopus (Isocladius) sylvestris*, *Procladius (Holotanypus) choreus*. Остальные таксоны донных беспозвоночных были отнесены к категории редких (ЧВ < 25 %). Донная фауна обследуемых водотоков была представлена главным образом пелофильными и пело-псаммофильными комплексами, реже – пело-псаммореофильными, аргилло-пелофильными и фитофильными комплексами. Последние три комплекса, в отличие от предыдущих не отличались богатством видового состава и высокими количественными показателями.

Учитывая разнородность биотопов и особенности литодинамического режима биотопов дельтовых водотоков, количественные показатели макрозообентоса по станциям, расположенных на данных водотоках, существенно раз-

личались (рис. 1). Основными биотопами в русловых зонах дельтовых водотоков являлись преимущественно суглинки от желто-бурого до темно-коричневого цвета, глина темно-бурого цвета, заиленные пески с подстилающими их суглинками. Грунты дна выходных участков каналов – песчаные, в большей или меньшей степени заиленные, иногда с примесью мелкой ракуши и детрита.

В целом, в апреле величина средней численности донных беспозвоночных (4712 экз./м<sup>2</sup>) в большей степени была сформирована за счет массового развития представителей «мягкого» бентоса (кольчатых червей, личинок и куколок двукрылых), в меньшей степени – организмов «жесткого» бентоса (преимущественно речной дрейссеной). Основу биомассы (170,034 г/м<sup>2</sup>) создавали, прежде всего, двустворчатые (перловицы, речные дрейссены, горошинки, адакны) и брюхоногие моллюски (речные живородки, литоглифы). Структурообразующую роль в макрозообентосе водотоков низовьев р. Волга по численности принадлежала малощетинковым червям (61%), двустворчатым моллюскам *Dreissena polymorpha* (11%), а также личинкам и куколкам хирономид *P. (s. str.) nubeculosum* (6%). В ранг доминантов по биомассе вошли речные дрейссены *Dr. polymorpha* (57%), перловицы *Unio longirostris* (22%) и речные живородки *Viviparus viviparus* (13%).

Сопоставление данных по уровню развития донной фауны в исследуемых водотоках низовьев р. Волга в предпаводковый период (рис. 1), позволило нам продифференцировать их по степени продуктивности, основываясь на структурные характеристики макрозообентоса [1, 2].



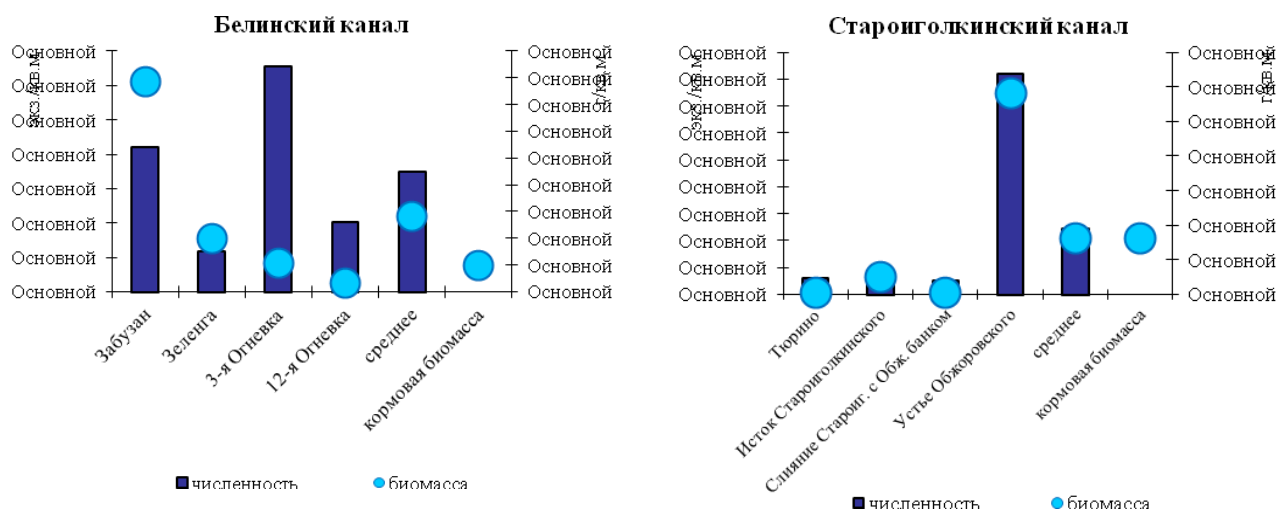


Рис. 1 Количественные показатели зообентоса водотоков дельты р. Волги

Так, наилучший уровень развития кормовой базы для рыб-бентофагов наблюдался в ВКМСК, главным образом в его верхней части (близ с. Рассвет). В целом, тип водотока оценивался как «гипертрофный», класс продуктивности – «очень высокий» (143,225 г/м<sup>2</sup>). Низкая кормовая база была характерна для Староиголкинского канала, данный водоток относился к категории α-мезотрофного типа, класс продуктивности – «умеренный» (3,238 г/м<sup>2</sup>). Значения кормовой биомассы бентоса Кировского (7,994 г/м<sup>2</sup>) и Белинского (19,641 г/м<sup>2</sup>) каналов свидетельствуют об их β-мезотрофном и α-эвтрофном статусе соответственно. Обобщенный анализ особенностей формирования структурных показателей зообентоса и оценка продуктивности по степени развития донных кормовых организмов в каждом из исследуемых водотоков показали, что уровень продуктивности экосистемы низовьев р. Волга в предпаводковый период являлся благоприятным для рыб-бентофагов. Полученные данные могут быть использованы при прогнозировании состояния кормовой базы бентосоядных рыб в условиях разнотипных воздействий на экосистему Нижней Волги.

Автор благодарен сотрудникам лаборатории Водных проблем и токсикологии и лаборатории Гидробиологии ФГБНУ «КаспНИРХ», принимавших участие в сборе и камеральной обработке материала.

#### Литература

1. Алимов, А.Ф. Продукционная гидробиология / А.Ф. Алимов, В.В. Богатов, С.М. Голубков / Под общ. ред. В.В. Хлебовича. – СПб.: Наука, 2013. – 342 с.
2. Китаев, С.П. О соотношении некоторых трофических уровней и «шкалах трофности» озер / С.П. Китаев // Экология и природопользование разных природных зон. – V съезд Всесоюз. гидробиол. об-ва. – Ч. 2. Куйбышев, 1986. – С. 254-255.

# ОЦЕНКА РАЗНООБРАЗИЯ РАСТЕНИЙ НА ОТАБОТАННЫХ КАРЬЕРНО-ОТВАЛЬНЫХ КОМПЛЕКСАХ С РАЗЛИЧНЫМИ СУБСТРАТАМИ

Дмитракова Я.А., Абакумов Е. В.,

Санкт-Петербургский государственный университет, С.Петербург, Россия

*janamja@rambler.ru*

Сокращение биоразнообразия является одной из основных мировых экологических проблем. Признано, что основная вина в глобальном вымирании лежит на человеке, а одной из причин исчезновения видов является уничтожение местообитаний. Карьеры строительных материалов – пример полного уничтожения экосистем. Восстановление сообществ на техногенных местообитаниях – крайне медленный процесс, тормозящийся рядом лимитирующих факторов. Изучение уровня биоразнообразия на карьерах строительных материалов и оценка различных подходов к рекультивации земель – актуальная задача в свете современных экологических проблем.

В ходе исследований нами было описано 9 отработанных карьеров с различными субстратами, расположенных на Северо-Западе Русской равнины. В пределах каждого карьера были выделены максимально контрастные экотопы, на которых заложены площадки 25x25 м. На каждой площадке проведено геоботаническое описание растительности, в итоге для каждого участка рассчитаны наиболее типичные индексы разнообразия – индекс Симпсона и индекс Шеннона.

Авторы полагают, что уровень биоразнообразия на карьерах зависит от технологии применяемых работ. На субстратах, более богатых питательными веществами, видовое разнообразие как правило выше. В первые годы зарастания карьеров уровень биоразнообразия, довольно низкий, он достигает максимума на стадиях 20-25 летнего возраста в случаях самозарастающих участков, и участков рекультивации травами. С дальнейшим развитием, под развитыми лесными сообществами видовое богатство, как и видовое разнообразие падает. При этом, стоит отметить, что иногда, в случае существования на карьерах ряда лимитирующих факторов, препятствующих развитию растительности, процессы восстановления очень сильно затягиваются во времени. Довольно интересно, что участки с минимальным общим проективным покрытием и видовым богатством, могут характеризоваться максимальными индексами разнообразия. Наибольшим уровнем биоразнообразия характеризовались карбонатные субстраты, что связано с потенциально высокой плодородностью данных грунтов. Наименьшее видовое богатство, а также индекс Шеннона и обратный индекс



Симпсона отмечены на самозарастающем песчаном карьере, однако в случае нанесения на песчаный субстрат органогенного материала, перечисленные показатели сопоставимы с карбонатными карьерами.

Таким образом, с точки зрения вопросов биоразнообразия лучшим методом для рекультивации карбонатных карьеров – является создание благоприятных физических условий субстрата и оставление участка под самозарастание. Данный вариант также наиболее экономически выгоден. При этом, ввиду относительно низкого уровня разнообразия еловых и сосновых лесов, установившихся на карьерах, а также их высокой ценности для региона, использовать критерий «высокое биоразнообразие» для разработки плана рекультивации следует с особой осторожностью.

## **РЕДКИЕ ВИДЫ РОДА *OXYTROPIS* DC. (FABACEAE) ФЛОРЫ РЕСПУБЛИКИ БАШКОРТОСТАН В КУЛЬТУРЕ НА ТЕРРИТОРИИ ГОРОДА УФЫ**

Маслова Н.В., Елизарьева О.А., Галикеева Г.М., Тютюнова Н.М.

Уфимский Институт биологии РАН, Уфа, Россия

*maslovanv-ib-ufa@mail.ru*

Существующий ассортимент полезных растений, используемых в зеленом строительстве, – это результат длительного интродукционного процесса. Интродукционное изучение – важный элемент в разработке рекомендаций по рациональному использованию и охране полезных растений [1].

Для редких видов рода остролодочник *Oxytropis* DC. флоры Южного Урала разрабатываются программы по сохранению, включая охрану *in situ* и *ex situ*, методы реинтродукции. Одним из способов сохранения этих видов является интродукция [2 - 4].

В данной статье кратко представлены результаты исследования при интродукции и характеристика как декоративных растений 8-ми редких видов рода *Oxytropis* флоры Южного Урала, 6 из них включены в Красную книгу Республики Башкортостан (2011) – с категорией 2 (вид, сокращающийся в численности): *O. kungurensis* Knjasev (также включен в Красный список Европы, Красную книгу МСОП) и *O. approximata* Less., *O. sordida* (Willd.) Pers.; с категорией 3 (редкий вид) – *O. baschkirensis* Knjasev, *O. gmelinii* Fisch. ex Boriss. (включен в Красный список Европы), *O. hippolyti* Boriss. (включен в Красную книгу Российской Федерации (2008), Красную книгу МСОП), а также 2 редких вида *O. spicata* (Pall.) O. et B. Fedtsch. и *O. tatarica* Knjasev, нуждающихся на

территории республики в особом внимании к их состоянию в природной среде и мониторинге [2].

Изучение видов рода *Oxytropis* при интродукции было начато в 1997 году (интродукционный питомник редких видов растений Уфимского Института биологии РАН на территории Ботанического сада в г.Уфе). Все виды интродуцированы семенами, выращиваются в монокультуре. В работе использованы традиционные методы наблюдения и изучения редких видов [5; 6]. Оценка декоративности видов проведена с использованием стандартной методики [7], оценка перспективности интродукции видов – по интегральной шкале, разработанной в ГБС РАН (г.Москва) [5].

По феноритмотипу остролодочники – длительно вегетирующие виды весенне-летне-осенне-зеленые с периодом зимнего покоя. В условиях культуры имеют устойчивый тип фенологического развития. По срокам цветения к весенне-летнецветущим растениям относим *O. kungurensis* (май – июнь); к летнецветущим – *O. approximata*, *O. gmelinii* и *O. hippolyti* (июнь – июль); к летне-осеннецветущим – *O. baschkirensis* (июнь – сентябрь); к весенне-летне-осеннецветущим *O. spicata* и *O. tatarica* (май – сентябрь). По длительности цветения изучаемые виды разнообразны: от быстроцветущего *O. kungurensis*, среднецветущих *O. approximata*, *O. gmelinii* и *O. hippolyti* до долгоцветущих *O. baschkirensis*, *O. spicata* и *O. tatarica*. У быстроцветущих и среднецветущих видов наблюдается вторичное цветение в августе – сентябре при влажной и теплой осени. Эти виды относим к группе цветочно-декоративных растений, период декоративности – фаза цветения. По окраске венчика цветка остролодочники можно условно разделить на 2 группы: «розовоцветковые» (от бледно-розового до голубого или фиолетового у *O. baschkirensis*, *O. kungurensis* и *O. spicata*) и «желтоцветковые» (от почти белого до желтоватого у *O. approximata*, *O. gmelinii* и *O. hippolyti*). Полиморфизм по окраске венчика отмечается у *O. gmelinii*, *O. kungurensis*, *O. spicata*.

Остролодочники ежегодно образуют семена. Свежесобранные семена видов хорошего качества: всхожесть составляет 80-100 %, при хранении увеличивается твердость до 70-90 %, которая нарушается скарификацией (всхожесть повышается до 80-90 %). Остролодочники размножаются только семенами. Все виды размножали рассадным способом, приживаемость сеянцев в зависимости от года наблюдения и срока посадки составила 60-100 %.

Темп онтогенеза остролодочников в сравнении с природным ускоренный, по продолжительности краткий (2-5 лет): у *O. approximata*, *O. baschkirensis*, *O.*

*gmelinii*, *O. hippolyti*, *O. spicata*, *O. kungurensis* и длительный (5-15 лет): у *O. gmelinii*, *O. kungurensis*, *O. spicata*. Цветение наступает на 2-5 год развития.

Жизненное состояние остролодочников в культуре высокое. Ежегодные наблюдения показывают, что биометрические показатели растений равны или превышают таковые в природе, например: увеличивается высота растения, число соцветий, число цветков в соцветии и др. Жизненная форма (стержнекорневые каудексообразующие травянистые многолетники с поликарпическими побегами розеточного типа) растений сохраняется. Показатели семенной продуктивности остролодочников выше, чем в природе.

Согласно системе комплексной оценки успешности интродукции (способности к семенному размножению, зимостойкости, устойчивости к вредителям и болезням, а также благодаря декоративным качествам) как очень перспективные виды характеризуются *O. spicata*, *O. tatarica*; перспективные – *O. approximata*, *O. baschkirensis*, *O. hippolyti*, *O. gmelinii*, *O. kungurensis*; неперспективный – *O. sordida* (растения развиваются до имматурного и виргинильного состояния, сохраняясь на делянке до 3-х лет) (Маслова и др., 2006, 2009). Предварительная оценка декоративности видов рода *Oxytropis* по 10 признакам (по 100-балльной шкале) составила для *O. baschkirensis* 81 балл, *O. kungurensis* – 76, *O. spicata* и *O. tatarica* – 74, *O. hippolyti* – 73, *O. approximata* и *O. gmelinii* – 72. Все эти оценочные данные показывают, что испытанные остролодочники представляют практический интерес как перспективные декоративные растения: их можно использовать для такого рода фитокомпозиций как рокарии, альпинарии, каменистые сады. Эти композиции могут быть не только украшением парков и садов в городах, но выполнять просветительскую и природоохранную функцию. Так, городская среда может дать приют редким видам, что будет способствовать их сохранению.

Таким образом, по комплексу биолого-хозяйственных признаков 7 редких видов рода *Oxytropis* перспективны для культуры в городских условиях лесостепной зоны Южного Предуралья; что дает возможность сохранить виды *ex situ*, получить посевной и посадочный материал для реинтродукции и использовать для создания декоративных композиций в ландшафтном стиле.

Исследование выполнено при частичной финансовой поддержке РФФИ и Правительства Республики Башкортостан в рамках научного проекта №17-44-020506 р\_а в 2017-2019 гг.

#### Литература

1. Ботанические сады в современном мире: теоретические и прикладные исследования. – М., 2011. – 765 с.

2. Красная книга Республики Башкортостан. Т. 1. Растения и грибы. – Уфа: Медиа Принт, 2011. – 384 с.
3. Маслова Н.В. Интродукционное изучение редких видов рода *Oxytropis* DC. в Ботаническом саду УНЦ РАН / Н.В. Маслова, О.А. Елизарьева, Д.Н. Куватова, С.Ф. Асадуллина // Изучение заповедной природы Южного Урала. Сб. науч. трудов. Вып. 2. – Уфа, 2006. – С. 166-178.
4. Маслова Н.В. Коллекция редких видов семейства Fabaceae в Ботаническом саду / Н.В. Маслова, О.А. Каримова, Л.А. Абрамова// Биоразнообразие растений на Южном Урале в природе и при интродукции. – Уфа: Гилем, 2009. – С. 65-80.
5. Карписонова Р.А. Травянистые растения широколиственных лесов СССР. Эколого-флористическая и интродукционная характеристика / Р.А. Карписонова. – М.: Наука, 1985. – 205 с.
6. Трулевич Н.В. Эколого-фитоценологические основы интродукции / Н.В. Трулевич. – М.: Наука, 1991. – 216 с.
7. Методика государственного сортоиспытания декоративных культур. – М., 1960. – 182 с.

## **О СОСТОЯНИИ ПОПУЛЯЦИЙ *FRITILLARIA MELEAGROIDES* PATRIN. EX SCHULT. (*LILIACEAE*) В МУСЛЮМОВСКОМ РАЙОНЕ РТ**

Идрисова Г.И.<sup>1</sup>, Митрофанова А. К.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Казанский (Приволжский) федеральный университет, Казань, Россия

<sup>2</sup>МБОУ Муслюмовский лицей, Муслюмово, Татарстан, Россия

*guzel\_imatovna@mail.ru*

*Fritillaria meleagroides* Patrin. ex Schult. (*Liliaceae*) - рябчик шахматовидный – поликарпическое травянистое растение с малолистным удлиненным побегом и полутуникатной луковицей, весенний эфемероид. В Республике Татарстан популяции рябчика шахматовидного встречаются на юго-западе, в пойме р. Свяги в окрестностях дер. Альшеево и на востоке, в пойме р. Ик в окрестностях дер. Тумутук Азнакаевского района [1]. В Красной книге РТ указаны еще три местонахождения, но сведения о численности и состоянии популяций данного вида отсутствуют [2].

Цель нашей работы – оценка плотности, анализ онтогенетической и виталитетной структуры и сравнительно-морфологическое изучение *Fritillaria meleagroides* из двух популяций Муслюмовского района РТ.

Одна из исследуемых популяций (далее популяция 1) находится на расстоянии около 1 км к северо-западу от дер. Катмыш (55°18'58"N, 53°09'27"E). Протяженность ее составляет до 1-го км в длину вдоль левого берега р. Ик, максимальная ширина достигает 200 м, минимальная - 1,5 м. Здесь же имеется увлажненная низина, где растут *Caltha palustris* L., *Eleocharis* sp., *Scirpus* sp.

Помимо этого, вместе с рябчиком произрастают *Lysimachia nummularia* L., *Achillea millefolium* L., *Chlechoma hederacea* L., *Veratrum lobelianum* Bernh. и др. Основной аспект буро-фиолетовый из-за временного доминирования *Fritillaria meleagroides*. Местами в большом количестве встречается *Ranunculus auricomus* L. и тогда аспект становится фиолетово-желтым. В обеих исследуемых популяциях окраска околоцветника рябчика шахматовидного варьирует от светло-бордовой с неясным рисунком до темно-буро-фиолетового без рисунка и часто встречаются двуцветковые особи. Средняя плотность особей рябчика шахматовидного на 1 м<sup>2</sup> в 2009 году составила 17,9±0,52 (16-21), в 2011 году - 53±4,75 (40-67), в 2017 – 113,4±6,17 (86-145).

Другая исследуемая популяция (далее популяция 2) расположена на расстоянии около 2 км к северо-востоку от дер. Ст. Чекмак (55°14'30"N, 53°13'9"E) на правом берегу р. Ик в пойменном лесу. Территория, занимаемая данной популяцией, в длину составляет около 600 м, максимальная ширина - 250 м. Видовой состав растений здесь отличается и представлен *Polygala* sp., *Sanguisorba officinalis* L., *Galium boreale* L., *Taraxacum* sp., *Trifolium medium* L., *Veronica prostrata* L., *Filipendula vulgaris* Moench. и др. Много земляники, ближе к лесу встречается ландыш майский. Средняя плотность особей рябчика шахматовидного на 1 м<sup>2</sup> в 2009 году составила 19,2±0,87 (16-23), в 2011 году - 50,2±4,41 (37-66), в 2017 – 57,6 ±4,54 (42-90).

В 2009-2011 годах пойменные луга с рябчиком шахматовидным систематически использовались для выпаса скота, в настоящее время пастбищный режим отсутствует и только около дер. Ст. Чекмак пойменный луг используется как сенокосное угодье.

Исследования проводили в период с 12 по 24 мая 2009, 2011 годов и 29-30 мая 2017 года. В каждой из популяций было заложено по 10 пробных площадок в 2009 и 2017 годах и по 5 - в 2011 году размером 1 м<sup>2</sup>. В пределах каждой пробной площадки подсчитывали число особей рябчика шахматовидного (ювенильные, имматурные, вегетативные и генеративные). Для сравнительного анализа учитывали такие количественные признаки генеративных растений, как общая высота растения, расстояние от основания листочка околоцветника до нектарника (расположение нектарника), длина листочков внутреннего околоцветника, расстояние от верхушки листочка внутреннего околоцветника до его наиболее широкой части, общая длина столбика со стилодиями, относительная длина стилодиев («расщепленная часть столбика»), высота и диаметр луковицы, а также отношение между признаками (индекс). Объем выборки в каждый

год исследования в каждой из исследуемых популяций составил по 50 растений, для луковиц – 25 и только один год.

Статистическую обработку данных проводили с применением пакетов MS Excel и STATISTICA 6.0.

Онтогенетический спектр популяции 1 в 2009, 2017 гг. и популяции 2 в 2017 г. имеет одинаковый характер двувершинной кривой с максимумом на группе особей в генеративном состоянии. Онтогенетический спектр популяции 1 в 2011 г. и популяции 2 в 2009 и 2011 гг. имеет одинаковый характер одновершинной кривой с максимумом на группе особей в генеративном состоянии. В целом нужно отметить, что в 2017 г. по сравнению с 2011 г. в обеих популяциях произошло уменьшение группы вегетативных и генеративных растений одновременно с увеличением группы ювенильных и имматурных растений.

В 2009 и 2011 годах растения из популяции 1 имели более крупные цветки ( $3,05 \pm 0,01$  и  $2,88 \pm 0,01$ , соответственно), чем растения из популяции 2 ( $2,74 \pm 0,02$  и  $2,78 \pm 0,01$ ). Разница достоверна на 5% уровне значимости. Также между растениями из исследуемых популяций сохранялась достоверная разница (на 5% уровне значимости) по таким признакам, как расстояние от верхушки листочка внутреннего околоцветника до его наиболее широкой части и общая длина столбика. Общая высота растения в среднем в 2017 году была почти одинаковой ( $35,3 \pm 1,04$  и  $35,2 \pm 0,97$ , соответственно в 1 и 2 популяциях). В 2017 году по всем биометрическим показателям разница между растениями в популяциях недостоверна. Для большинства исследуемых биометрических показателей рябчика шахматовидного отмечен средний уровень изменчивости ( $CV=13-20\%$ ).

Анализ виталитетной структуры с использованием таких признаков, как общая высота растения и диаметр луковицы, показал, что популяция 1 является процветающей, популяция 2 – депрессивной. Индекс качества популяции 1 равен 0,35, популяции 2 – 0,28. В популяции 1 особи низшего и среднего класса представлены одинаково (по 0,31), высшего класса – 0,38. В популяции 2 особи низшего класса преобладают (0,45), средний и высший класс имеет значения 0,23 и 0,32, соответственно.

Рябчик шахматовидный является гигромезофитом длительно затопляемых речных пойм и, таким образом, полученные нами данные показывают, что условия произрастания на пойменном лугу около дер. Катмыш более благоприятны для него, чем около дер. Ст. Чекмак.

Литература

1. *Идрисова Г.И.* Возрастная структура и анатомо-морфологические особенности рябчика шахматовидного (*Fritillaria meleagroides* Patrin ex Schult. et Schult. fil.) в интродуцированной модельной и географически изолированных популяциях // Ботанические исследования в азиатской России. Материалы XI съезда Русского ботанического общества (18-22 августа 2003 г., Новосибирск-Барнаул).- Барнаул: Изд-во Алтайского гос. ун-та, 2003, Том 2, с. 50-52.
2. *Прохоров В. Е.* Рябчик шахматовидный / В. Е. Прохоров // Красная книга Республики Татарстан (животные, растения, грибы). Издание третье. – Казань. Издательство «Идел-Пресс», 2016. - С. 415-416.

## **РАЗРАБОТКА И АКТУАЛИЗАЦИЯ СХЕМЫ ОХОТНИЧЬИХ УГОДИЙ ХМАО-ЮГРЫ КАК СПОСОБ ОПТИМИЗАЦИИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ**

Казанцева Л.Н., Казанцев Ю.В.

АУ ХМАО-Югры «Научно-аналитический центр рационального недропользования им. В.И.Шпильмана», Тюмень, Россия

*kln@crru.ru*

Ханты-Мансийский автономный округ - Югра, площадь которого составляет 53,48 млн. га, является основным нефтегазоносным районом России и одним из крупнейших нефтедобывающих регионов мира, при этом располагает огромным природно-ресурсным потенциалом.

К распределённому фонду недр относится 22,3 млн. га или 42% территории округа [1]; лесосырьевые ресурсы составляют 3,2 млрд. м<sup>3</sup> и сосредоточены на площади 28 млн. га [2], на реках и озёрах выделено более тысячи рыбопромысловых участков, закреплено 129 охотничьих угодий на площади 20,6 млн. га (38% от площади округа), зарегистрировано 86 охотпользователей, для большинства из которых охота это основной вид деятельности [3]. Кроме того, широкое распространение получило традиционное природопользование КМНС (коренных малочисленных народов Севера) – в округе зарегистрировано 475 родовых угодий (территорий традиционного природопользования – ТТП), общей площадью 12,6 млн. га, что составляет 23% от территории Югры. Среди видов традиционного природопользования – рыболовство, охотничий промысел, оленеводство, сбор дикорастущих. Для компенсации антропогенной нагрузки на природную среду в округе развивается сеть ООПТ, которая в настоящий момент насчитывает 27 объектов международного, федерального и регионального уровней.

В такой ситуации особенно важно соблюсти интересы всех заинтересованных сторон, поскольку, как правило, на одной территории осуществляется сразу несколько видов природопользования.

Для инвентаризации и оптимизации использования природных ресурсов АУ ХМАО - Югры «НАЦ РН им. В.И.Шпильмана» в 2011-2012 годах разработал, а в 2016 году актуализировал схему размещения, использования и охраны охотничьих угодий, которая была утверждена постановлением Губернатора ХМАО - Югры от 24.06.2013 N 84.

Впервые на такую большую территорию выполнено региональное охотустройство в столь детальном виде. Подготовлены карты угодий масштаба 1 : 100 000. На их основе сформирована ГИС «Охота» на платформе MapInfo 10.0, которая включает базы данных по бонитировке классов угодий, закреплённым охотугодьям, территориям традиционного природопользования (родовым угодьям), ООПТ, объектам транспортной инфраструктуры.

Интерпретация материалов лесоустройства и уточнение их контуров по космическим снимкам, а также бонитировка угодий в результате полевых исследований позволили выделить более 700 тыс. элементов среды обитания охотничьих ресурсов.

Большая часть территории округа (47%) 25172.22 тыс. га занята лесами, болота занимают 17792.67 тыс. га, или 33,3% территории. По территории округа протекают крупные реки - в широтном направлении р. Обь, в меридиональном – р. Иртыш, многочисленны озера. Поэтому значительные площади заняты под водными объектами (2922.8 тыс. га или 5.4%) и пойменными комплексами (2413.3 тыс. га или 4.5%). Расположенные на западе округа части Северного и Приполярного Урала добавляют разнообразия таёжным угодьям, однако в целом площадь тундр и гор без растительности не превышает 0.8% территории округа.

На лесопокрытой территории доминируют хвойные леса, в общей сложности они составляют 75%, мелколиственные леса менее многочисленны и занимают 19.2% территории, доля лесов с уравновешенным составом - около 5%.

Оценка качества угодий в округе была произведена с учётом зоогеографического районирования Западной Сибири, многолетнего учёта численности охотопромысловых животных и птиц, а также результатов натуральных обследований.

Бонитировка угодий по округу проведена с учётом критериев качества для каждого вида охотничьих животных, были выделены непригодные, плохие,



средние и хорошие угодья. Тем самым, с картографической точностью определены площади и контуры угодий.

Материалы о численности и площадях обитания свидетельствуют о низкой плотности промысловых видов и это вызвано не только экологическими факторами. Прежде всего, это особенности проводимого учёта, а также браконьерство копытных.

Суровые природные условия ХМАО-Югры, низкая плотность населения промысловых животных, в сочетании с высокими затратами на материально-технические средства, зоотехнические мероприятия, ЗМУ, а также низкий спрос на пушнину (за исключением соболя), зачастую приводят к нерентабельности охотничьих хозяйств. По данным статистической отчётности 2 ТП-охота на протяжении целого ряда лет затраты на ведение охотничьего хозяйства на 30-400% превышают доходы.

Вследствие этого, интерес предпринимателей к ведению охотничьего хозяйства снижается, площади закреплённых охотугодий уменьшаются. С другой стороны, развивается сеть особо охраняемых природных территорий, которые одновременно являются охотничьими резерватами (зонами охраны охотничьих животных). Кроме того, 17.05.2017 истекает пятилетний срок, в течение которого в соответствии с Приказом Минприроды России №137 от 18.05.2012 прекращается срок действия в прежних границах охотугодий, площадь которых больше 1 млн. га, таких в ХМАО-Югре 3.

Эти факторы, а также развитие промышленной инфраструктуры привели к необходимости актуализации схемы размещения, использования и охраны охотничьих угодий на территории Ханты-Мансийского автономного округа – Югры. Изменения, вносимые в схему, предполагают создание 94 общедоступных охотничьих угодий общей площадью 20,105 млн. га во всех административных районах и 18 перспективных зон для предоставления охотничьих угодий в долгосрочное пользование общей площадью 4,5 млн. га в Березовском, Белоярском, Советском, Кондинском, Октябрьском, Нижневартовском районах ХМАО-Югры.

#### Литература

1. Доклад об экологической ситуации в Ханты-Мансийском автономном округе-Югре в Отчет «Недропользование в Ханты-Мансийском автономном округе-Югре в 2015 году» // ИздатНаукаСервис. Тюмень, - 2016. - 238 с.
2. Департамент природных ресурсов и несырьевого сектора экономики Ханты-Мансийского автономного округа - Югры [Электронный ресурс]. URL: [ugrales.ru](http://ugrales.ru)

3. Постановление Губернатора ХМАО - Югры от 24.06.2013 N 84 «О схеме размещения, использования и охраны охотничьих угодий на территории Ханты-Мансийского автономного округа – Югры».

## НОВЫЕ ВИДЫ ДЛЯ АДВЕНТИВНОЙ ФЛОРЫ КАЗАНИ И ЕЁ ОКРЕСТНОСТЕЙ

Короткова Г.Г.

Казанский (Приволжский) федеральный университет, Казань, Россия

*galkor176@gmail.com*

Приводятся данные о заносных и редких культивируемых видах. Для каждого таксона указана его жизненная форма: Д.- дерево; К.- кустарник; Пк.- полукустарник; Л.- лиана; Мн.- травянистый многолетник; Дв.- двулетник; Одн.- однолетник.

### г. Казань

*Abutilon theophrastii* Medik. - (Одн.); клумбы. Экземпляры выросшие в условиях Казани обладают всхожестью до 80%.

*Geranium dissectum* L. - (Одн, дв.); на газоне.

*Irpea quatoclit* L.- (Одн.); клумбы.

*Louiseania triloba* (Lindl.) Pachom. - (К.); на территории городского кладбища.

*Ornithogalum umbellatum* L. - (Мн.); клумбы.

*Phlox divaricata* L.- (Мн.); клумбы.

*Pulmonaria saccharata* Mill. - (Мн.); клумбы.

*Sagina subulata* (Sw.) Presl. - (Мн.); клумбы.

*Stachys lanata* Jacq.- (Мн.); клумбы.

*Syringa microphylla* Diels. - (К.); клумбы.

### Высокогорский р-н РТ. Окрестности ж/д станции Киндери.

*Aquilegia vulgaris* L. - (Мн.); культура сосны и в лиственном лесу. Группы растений различались по окраске цветков.

*Armoracia rusticana* Gaertn.- (Мн.); культура сосны.

*Cerasus vulgaris* Mill. - (К.); культура сосны.

*Dianthus barbatus* L. - (Мн.); культура сосны и в смешанном лесу. Группы растений различались по окраске цветков.

*Lonicera caerulea* L. - (К.); культура сосны. Есть плодоносящие особи.

*Narcissus x hybridus* hort.- (Мн.); культура сосны.

*Papaver pseudoorientale* (Fedde) Medw.- (Мн.); несколько цветущих экземпляров на поляне в культуре сосны.

*Parthenocissus quinquefolia* (L.) Planch. - (К.); культура сосны и вдоль автодороги.

*Ribes rubrum* L. - (К.); культура сосны, 1 плодоносящий экземпляр.

*Rosa rugosa* Thunb. - (К.); культура сосны, несколько цветущих экземпляров.

*Rudbeckia hirta* L. - (Мн.); культура сосны и по обочине тропинки. Под пологом сосен есть цветущий экземпляр.

*Solidago canadensis* L.- (Мн.); культура сосны.

*Tulipa* x *hybrida* hort.- (Мн.); культура сосны.

**Лаишевский р-н РТ. Столбищенское участковое лесничество пригородного лесничества.**

*Fraxinus pennsylvanica* Marsh.- (Д.); лиственный лес.

*Malus baccata* (L.) Borkh. - (Д.); на опушке лиственного леса

*Syringa vulgare* L. - (К.); культура сосны и ели.

*Quercus rubra* L. - (Д); на опушке леса.

**Верхнеуслонский р-н РТ. Село Ключищи.**

*Malva sylvestris* L. - (Дв); на садовом участке. Садоводческое товарищество «Чишма».

## **МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОБЛАСТИ РАСПРОСТРАНЕНИЯ СЕМЯН И АНАЛИЗ ПРОСТРАНСТВЕННОГО РАСПОЛОЖЕНИЯ ОРХИДНЫХ**

Мандзага Б. М., Фардеева М.Б., Мухарамова С.С., Зарипов Ш.Х.

Казанский Федеральный университет, Казань, Россия

*aufgeld2008@yahoo.fr*

Для прогнозирования выживания и сохранения редких видов растений важным является определение потенциальной экологической площади, на которой вид может существовать и развиваться достаточно долго. Одним из способов определения потенциальной экологической площади, занятой популяцией, является картирование особей. Однако при практическом картировании, как правило, обнаруживаются только сами растения, при этом размеры областей распространения их семян остаются неизвестными. Вместе с тем, именно область, которая с той или иной плотностью покрыта семенами, является основной мерой оценки потенциального экологического пространства, занимаемого популяцией. В общем случае, размеры таких областей определяются возможностями распространения семян растений и условиями среды. Одним из механизмов их распространения является перенос семян в воздушном пространстве и

последующее их прорастание в области падения семян на поверхность почвы. В общем случае, расстояния возможного перемещения семян растений определяются атмосферными условиями (скорость ветра, коэффициент турбулентного обмена), физико-географическими характеристиками ландшафта и свойствами самих семян (размеры, плотность). Все это относится и к распространению семян орхидей – одного из редких видов растений.

В настоящей работе представлена простейшая аналитическая модель распространения семян в результате диффузии от точечного источника и на ее основе проведен анализ размеров области распространения семян двух видов орхидных (*Dactylorhiza maculata* (L.) Soo и *Platanthera bifolia* L. Rich.).

Флотация (летучесть) семян орхидей определяется их микроскопическими размерами, малой массой, большим объемом воздушного пространства внутри семени, малым объемом зародыша и структурой семенной оболочки (тестой). Объемы семени и воздушного пространства – важные показатели для характеристики скорости распространения семян в воздухе. Воздушное пространство внутри семени зависит от объемов семенной оболочки и зародыша [1]. В плодах орхидных содержится иногда до 2 миллионов семян, у *D. maculata* – около 6 тыс. семян в одном плоде, у *P. bifolia* – до 4,5 тыс., после выброса они разносятся вокруг растения в результате турбулентной диффузии и ветрового движения.

Для оценки размеров области распространения семян и времени их оседания применяется математическая модель диффузионного переноса взвеси от мгновенного точечного источника. Т.к. рассматриваемые виды орхидей, произрастают среди лесных деревьев, влиянием ветра будем пренебрегать. Аналитическое решение соответствующей задачи о переносе семян от нестационарного точечного источника запишется в виде

$$c(x, y, z, t) = \frac{N}{(4\pi D)^{3/2} t^{3/2}} e^{-\frac{x^2+y^2}{4Dt}} \left( e^{-\frac{(z-h)^2}{4Dt}} - e^{-\frac{(z+h)^2}{4Dt}} \right) \quad (1)$$

где  $c(x, y, z, t)$  – числовая объемная концентрация семян,  $N$  – число семян в единичном выбросе,  $D$  – коэффициент турбулентной диффузии,  $x, y, z$  – декартовы координаты,  $t$  – время. Поверхностная концентрация  $\delta(x, t)$  семян с учетом (1) вычисляется по формуле

$$\delta(x, t) = -D \int_0^t \frac{\partial c}{\partial z} \Big|_{y=0, z=0} d\tau \quad (2)$$

Семена двух собранных на территории заповедника видов орхидных имеют веретеновидную форму: семена *D. maculata* – средняя длина около 670 мкм, диаметр 107-110 мкм, плотность  $\rho_p = 196 \text{ кг м}^{-2}$ ; семена *P. bifolia* – средняя длина около 687 мкм, диаметр 122 мкм, плотность  $\rho_p = 330 \text{ кг м}^{-2}$ . Средняя высота побегов генеративных особей *D. maculata* принималась равной 0.53 м и *P. bifolia* – 0.6 м. В рамках принятой модели проведена оценка времени и радиуса области оседания семян орхидных *D. maculata* и *P. bifolia*. Область диффузионного переноса семян отмечается приблизительно в радиусе 3-5 м от материнского растения. В целом пространственный рисунок расположения пре-генеративных и генеративных растений *D. maculata* соответствует формированию скоплений ювенильных, имматурных и виргинильных особей вокруг материнских растений. Агрегативный тип пространственной структуры клубнеобразующих орхидей, по-видимому, связан с радиусом максимальной концентрации семян, возникающей в результате их диффузионного переноса.

На основе данных, собранных в 2009 и 2011 годах, проведен анализ пространственного размещения орхидей *Dactylorhiza maculata* (Пальчатокоренник пятнистый) на кустарничково-сфагновой сплаvine (кв.120/119) на Раифском участке заповедника в Республике Татарстане с помощью теории пространственных точечных процессов [2].

#### Литература

1. Коломейцева Г.Л. Семена орхидей: развитие, структура, прорастание / ., Антипина В.А., Широков А.И., Хомутовский М.И., Бабош А.В., Рябченко А.С. – М.: Геос, 2012. – 351 с.
2. Савельев А.А. Теория пространственных точечных процессов в задачах экологии и природопользования (с применением пакета R): учебное пособие / Мухарамова С.С., Чижикова Н.А., Пилюгин А.Г. – Казань: изд-во Казанского университета, 2014. – 146 с.

## **АГРОЭКОЛОГИЯ И ФИТОФТОРОЗ (*PHYTOPHTHORA INFESTANS* MONT. DE BARY.) КАРТОФЕЛЯ В УСЛОВИЯХ ТАДЖИКИСТАНА**

Партоев К., Нихмонов И.

Институт ботаники, физиологии и генетики растений Академии наук  
Республики Таджикистан, Душанбе, Таджикистан

*pkarbonali@mail.ru*

Отрасль картофелеводства в условиях Таджикистана играет особую роль в обеспечении продовольственной безопасности. В связи с этим, правительство республики уделяет особое внимание дальнейшему развитию этой отрасли. В 2012 году в республике была принята Государственная Программа по развитию картофелеводства, которая выдвигала новые задачи перед специалистами сель-

ского хозяйства, а также селекционерами и фитопатологами по созданию новых перспективных сортов картофеля. В начале 70-х годов прошлого столетия учеными республики были установлены некоторые закономерности распространения грибковых, бактериальных вирусных, виroidных и микоплазменных болезней картофеля, а также распространения тлей – основных переносчиков болезней картофеля в Таджикистане [1]. Было установлено, что распространение ряда грибковых, бактериальных, вирусных, виroidных болезней и их зооветеринарных векторов зависит от агроэкологических условий зоны возделывания картофеля, особенности рельефа местности, растительного покрова, скорости ветра, коммуникаций и т.д. Кроме того, были доказаны преимущества налаживания местного горного семеноводства картофеля и возможности отказа от завоза посадочного материала из других стран [2].

Фитофтороз, или поздняя гниль (*Phytophthora infestans* Mont. De Bary) — одна из самых вредоносных, быстро распространяющихся грибковых болезней картофеля, которая резко снижает урожай картофеля и поражает клубни во время хранения. Появляется она чаще всего в конце мая по август [3,4,5]. Особенно быстро распространяется в дождливые годы, а также при резкой смене дневной и ночной температуры, сопровождающейся обильными росами и туманами. Первоначальная причина возникновения болезни — посаженные в почву зараженные клубни картофеля. На пораженных ростках во влажной почве или внутри разросшегося куста образуются споры гриба, которые заражают почву и рядом находящиеся здоровые растения. С каплями дождя или росы споры проникают в почву, где заражают клубни нового урожая картофеля. У пораженных растений картофеля вначале на кончиках листьев в нижнем ярусе появляются темно-бурые мокнущие пятна. Они могут возникать в любом месте стебля, но чаще всего ближе к верхушкам. Длительная теплая и влажная погода способствует быстрому развитию болезни. Надземная часть растений в течение нескольких суток (7—10 суток) превращается в черную гниющую массу.

### **Материал и методика**

Для выявления степени поражения разных сортов картофеля грибковым заболеванием фитофторозом (*Phytophthora infestans*. Mont. De Bary) нами в течение 2010-2012 гг. были заложены полевые опыты в различных высотах над уровнем моря (800, 1200, 1600, 2000 и 2700 м) в условиях Гиссарской и Раштской долин Республики Таджикистан. Исходным материалом для проведения опытов служили здоровые элитные клубни сортов картофеля- Кардинал (стандарт- St.), Зарина, Пикассо, Жуковский ранний, Дусти и Файзабад. Схема посадки сортов была 70 x 20 см, повторность делянки опытов была 4-кратная,

размещением рендомизированно. В каждой делянке посадили по 50 шт. семенных клубней с диаметром 35-50 мм, с каждого сорта учётных растений составило 200 растений. Учёт поражаемость растений фитофторой провели в фазе массового цветения. Агротехника возделывания на опытных участках была на основе принятой технологии в каждой зоне и она в основном состояла из проведении посадки клубней, подкормки растений минеральными удобрениями (NPK) из расчёта 150:180:100 кг/га, в виде действующего вещества, проведением 6 раз вегетативных поливов (в долине) и 10 раз в горной зоне.

### Результаты исследований

Наши исследования показали поражения картофеля грибковым заболеванием фитофторозом (*Phytophthora infestans* Mont. De Bary.) в зависимости от агроэкологической особенности зоны посадки картофеля.

*Таблица*

Поражаемость сортов картофеля в зависимости от агроэкологической особенности зоны над уровнем моря (n=200 растений; 2010-2012 гг.)

Сорта картофеля	Поражаемость растений картофеля фитофторозом, %					
	800 м над ур. м.	1200 м над ур. м.	1600 м над ур. м.	2000 м над ур. м.	2700 м над ур. м.	Среднее
Кардинал (St.)	28,5	18,0	12,5	8,5	3,5	13,57
Пикассо	26,5	13,5	11,5	7,5	2,5	10,80
Зарина	25,5	12,5	10,0	7,5	3,5	10,30
Жуковский ранний	29,5	14,5	12,0	8,5	4,5	12,10
Дусти	19,5	8,0	6,0	3,5	0,5	6,80
Файзабад	18,5	9,0	4,0	3,0	1,0	6,50
Среднее	24,67	12,67	9,33	5,33	2,67	10,01
НСР <sub>05</sub>	1,3	1,6	1,4	0,9	0,5	1,2

Как видно из данные таблицы агроэкология высоты над уровнем моря играет важную роль в поражений сортов картофеля фитофторозом. Например, если сорта картофеля на высоте 800 м над уровнем моря в среднем поражаются 24.67%, то этот показатель на высоте 2700 м над уровнем моря составляет всего лишь 2.67%. Это свидетельствует о том, что на высоте более 2500-2700 м над уровнем моря из-за чистоты воздуха, прохладной горной погоды и высокой солнечной инсоляции (особенно ультрафиолетовой радиации), видимо гриб фитофторы не сможет нормально развиваться и вызывать болезни растения картофеля. Наоборот, в условиях долины, где условия для нормального роста и развития гриба наиболее благоприятно (тепла, влажный и загрязненный воздух) степень поражения растений почти в десять раз больше, чем в горах.

Также нами установлено, что новые сорта картофеля Дусти и Файзабад в среднем по сравнению с другими сортами поражаются грибковым заболеванием фитофторы почти в 1.5- 2.0 раза меньше, что видимо связано с их генотипической особенностью.

Таким образом, следует отметить, что на поражаемость сортов картофеля фитофторой особую роль принадлежит агроэкологические условия высоты над уровнем моря по вертикальной расположенности зоны возделывания растений и генотипа сортов. В связи с этим в будущем необходимо семеноводческих посевов картофеля разместить на высокогорной зоны республики, где мало встречаются грибковые болезни, переносчиков вирусной и других болезней картофеля.

Литература

1. Каримов Б. К. Столбур и нитевидность картофеля в Таджикистане / Б.К. Каримов. Научные труды НИИКХ. - М.: 1975.- вып. XXIV, 42. – С.142-145.
2. Партоев К. Селекция и семеноводство картофеля в условиях Таджикистана / К. Партоев. – Душанбе.- 2013. – 190 с.
3. Муминджанов Х.А. Физиолого-биотехнологический подход к селекции и семеноводству картофеля / Х.А. Муминджанов. Душанбе.- 2003.- 126 с.
4. Салимов А.Ф. Биотехнологические основы получения качественного семенного картофеля в Таджикистане. Автореф. дисс... док. с.-х.н. Душанбе.- 2007. - 48 с.
5. Еланский С.Н. Особенности развития фитофтороза в России / С.Н. Еланский // Защита картофеля, №1.- 2015.- с. 8-11.

## **ПРОСТРАНСТВЕННАЯ МОДЕЛЬ ПОТЕНЦИАЛЬНОГО РАСПРОСТРАНЕНИЯ СООБЩЕСТВ *QUERCETEA PUBESCENTIS* DOING-KRAFT EX SCAMONI ET PASSARGE 1959 В ГРАНИЦАХ ЛЕСОСТЕПНОЙ ЗОНЫ ВОСТОЧНОЙ ЕВРОПЫ**

Прохоров В.Е., Кожевникова М.В.

Казанский (Приволжский) Федеральный университет, Казань, Россия

*vadim.prokhorov@gmail.com*

Сообщества класса *Quercetea pubescentis Doing-Kraft ex Scamoni et Passarge 1959* представляют собой европейские термофильные флористически богатые светлые дубовые леса на плодородных почвах.

На территории Республики Татарстан (Европейская часть России) к сообществам *Quercetea pubescentis Doing-Kraft ex Scamoni et Passarge 1959* могут быть отнесены сообщества с доминированием *Quercus robur* в древостое и большим количеством степных видов в подлеске и травостое. Данные растительные сообщества являются уникальными природными комплексами. Они сохранились в Средней России небольшими фрагментами и описаны как с за-



пада, так и с востока от Республики Татарстан. Такие леса являются неотъемлемой частью лесостепных природных комплексов и резерватами редких видов растений. Так как они встречаются на границе леса и степи, то их состояние может служить хорошим индикатором при мониторинге динамики растительного покрова в связи с вопросами глобальных изменений климата. Поэтому ревизия данного типа сообществ на территории РТ является важной природоохранной задачей.

Для понимания того, как термофильные дубравы могли бы быть распространены на территории РТ, нами была поставлена задача построения пространственной модели потенциальных местообитаний сообществ *Quercetea pubescentis* Doing-Kraft ex Scamoni et Passarge 1959 в границах лесостепной зоны Восточной Европы.

В качестве исходных данных нами были использованы 78 опубликованных геоботанических описаний, в основном с территории России, 655 точек геоботанических описаний из European Vegetation Archive (EVA) и 65 геоботанических описаний с территории Республики Татарстан, которые содержатся в Vegetation Database of Tatarstan (GIVD Database ID: EU-RU-011).

В качестве абиотических предикторов нами были использованы данные модели WorldClim (Global Climate Data - <http://www.worldclim.com>), которые представляют собой растровые слои с шагом 30'' по 68 климатическим и связанными с ними параметрам; и данные модели SoilGrids (<http://www.soilgrids.org>), которые представляют собой растровые слои с шагом 250 м по 66 параметрам, характеризующими различные свойства почв.

При обработке использовались два алгоритма. Первый — BioClim — алгоритм моделирования, основанный на построении «климатических профилей» — диапазонов значений факторов, в которых наблюдается явление (в данном случае — распространение определенного типа растительных сообществ). Вторым - MaxEnt (<https://www.cs.princeton.edu/~schapire/maxent>) — алгоритм моделирования, построенный на машинном обучении.

Каждым из алгоритмов были построены модели, использующие 2 набора данных, результирующей моделью внутри каждого из алгоритмов является их пересечение.

Конечным результатом явилась модель, которая представляет собой пересечение моделей, полученных каждым из алгоритмов.

По результатам моделирования, наибольшие вероятности распространения данных сообществ в пределах РТ наблюдаются на юго-востоке, в пределах

Бугульминско-Белебеевской возвышенности, на склонах южной и юго-восточной экспозиции средней крутизны (7-20град).

## **МОРФО-ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРЕАДАПТАЦИИ – ОСНОВА СИНАНТРОПИЗАЦИИ ПТИЦ В УСЛОВИЯХ ТРАНСФОРМИРОВАННОЙ СРЕДЫ ОБИТАНИЯ**

Рахимов И.И., Ибрагимова К.К.

Казанский (Приволжский) федеральный университет, Казань, Россия

*rakhim56@mail.ru*

Преадаптация – это самостоятельное эволюционное явление, как отмечает А.Б.Георгиевский [1], заключающееся в готовности к использованию нейтральных или относительно вредных признаков и являющееся не следствием, а одним из способов выработки новых филогенетических адаптаций. Большая часть положений относительно значения преадаптаций рассматриваются с позиций их значения в видообразовании, процессах микро- и макроэволюции. Происходящие в урбанизированных экосистемах и популяциях синантропных птиц процессы в силу динамичности городских условий, как экосистем, и их постоянной изменчивости не позволяют рассматривать синантропизацию как видообразование и формирование исключительно городских видов. Но сам процесс синантропизации, как доказывают факты, несомненно основывается на морфологических, экологических, поведенческих преадаптациях отдельных видов.

1. Синантропизация птиц связана с разнообразной и серьезной перестройкой всех сторон экологии птиц, оказавшихся в зоне воздействия антропогенных факторов, в особенности в урбанизированной среде обитания. При этом синантропными стали не все виды авифауны, встречающиеся на городской территории, а лишь ее незначительная часть. Так, для большинства городов Татарстана, Среднего Поволжья, и в целом, по России, это - сизый голубь (*Columba livia*), черный стриж (*Apus apus*), галка (*Corvus monedula*), городская ласточка (*Delichon urbica*), домовый (*Passer domesticus*) и полевой (*Passer montanus*) воробьи. В ряде регионов к ним можно отнести еще три-четыре вида, которые обитают в городских экосистемах и формируют синантропную популяцию. Особенности экологии этих видов связаны с трансформированными территориями, и их пребывание во многом зависит от человека. Благоприятными факторами для существования их популяций в городах являются условия питания, гнездования, а также защитные свойства городских биотопов. При этих условиях возможна реализация адаптивных возможностей вида.

2. Многочисленные исследования птиц в городах говорят о том, что адаптации к несвойственной среде обитания, реализация адаптивных возможностей в условиях урбанизированной среды происходит на основе преадаптаций [2, 3] и сам процесс синантропизации, пример происхождения новых приспособлений через первоначальную стадию преадаптаций. Преадаптации широко распространены в природе и являются одним из наиболее важных экологических механизмов эволюционного процесса [4]. На большом фактическом материале показано свойство живых организмов развивать особенности, из которых под контролем естественного отбора, формируются качественно новые приспособления. Такие свойства организмов, которые имеют приспособительную ценность для еще не осуществленных форм взаимодействия организма и среды или для еще не приобретенной органом функции, называются преадаптивными; процесс развития преадаптивного состояния – преадаптация [5]. Антропогенная среда, предъявляя к населяющим его видам птиц особые требования и постоянно зависящая от деятельности человека, является местом обитания лишь тех видов и популяций, реакции которых на изменяющиеся условия согласуются с потенциальными возможностями их биологии. Особенно это наглядно для синантропных птиц городов Западной и Центральной Европы.
3. Сказать о том, что синантропизация птиц в странах Западной и Центральной Европы началась раньше, чем в Восточной Европе не совсем верно. Известные многочисленные исторические сведения об обитании в галок, грачей, воробьев еще в ранние исторические периоды формирования государств и строительства городских поселений на просторах Восточной Европы. Но активное вхождение в город и освоение ее территории птицами в ряде городов Западной Европы за истекшие 100-150 лет прослеживается более заметно.
4. При сравнении авифауны городов Западной и Восточной Европы наблюдается сходство видового состава, но при этом популяции птиц находятся на разных стадиях синантропизации. Сойка (*Garrulus glandarius*), вяхирь (*Columba palumbus*), серая куропатка (*Pedrix pedrix*) и другие представители популяций западной авифауны, заметно отличаются своим поведением в условиях антропогенно-трансформированных территорий, от восточноевропейских популяций тех же видов. Это свидетельствует о широких потенциальных возможностях реализации адаптаций птиц в процессе их синантропизации. Как отмечает С.С.Шварц (1980), определенный тип адаптаций возникает в условиях, когда он содействует процветанию вида, когда он полезен, но не необходим. Совершенство этой адаптации позволяет виду проникнуть в среду, в которой она – необходимое условие существования. По этим причинам синантропизация эв-

рибионтных, с более широкими адаптивными возможностями, видов происходит активнее. Для птиц очень важна эвритрофность и эвритопность. Прежде чем освоить урбанизированную среду, птицы должны были уже обладать минимумом приспособительных особенностей к возникшим позднее условиям города. Большинство типичных синантропных птиц отличаются широкими возможностями в питании и характере гнездования, т.е. они преадаптированы к освоению урбанизированной среды. К морфологическим преадаптациям следует отнести: особенности строения конечностей, клюва, размеры тела, летные способности. Экологические преадаптации предполагают способы охоты и добычи корма, ярус гнездования, ярус питания, стайность, перелетность вида и др. Поведенческие преадаптации связаны с взаимной толерантностью человека и конкретного вида, преадаптации к потенциальным врагам, совместное сосуществование разных экологических групп птиц.

Проникновение в новую среду происходит путем использования уже имеющихся местообитаний, с приемлемыми для жизни вида комплексом условий. Так, освоение антропогенных ландшафтов идет по биотопам - аналогам природных местообитаний. По мнению ряда авторов, осваиваются микростадий, физиономически сходные с материнскими нишами [6]. Сохранение в черте городов участков естественных местообитаний ускоряет вхождение в антропогенный ландшафт многих видов. Они служат буферными, переходными зонами для большинства потенциальных синантропов. Так, наблюдаемая в настоящее время синантропизация кряквы происходит на основе преадаптивных возможностей данного вида и при отсутствии преследования со стороны человека.

#### Литература

1. Георгиевский А.Б. Проблема преадаптаций / А.Б. Георгиевский. Л.: Наука, 1974. - 148 с.
2. Воронов Л.Н. Эколого-морфологические преадаптации птиц антропогенного ландшафта / Л.Н. Воронов // Вестник Чувашского государственного педуниверситета. - № 7. - 1999. - С. 113-116.
3. Грабовский В.И. Ворона в антропогенном ландшафте – адаптация и преадаптация / В.И. Грабовский // Экология, биоценотическое и хозяйственное значение врановых птиц. - М., 1984. - С. 54-56.
4. Шварц С.С. Экологические закономерности эволюции. М.: «Наука», 1980. 278 с.
5. Cuenot L. La genese des especes animals. Paris, 3 ed., 1911. - P.1932
6. Беме Р.Л. Пути приспособления птиц к условиям обитания в г. Москве / Р.Л. Беме, Д.А. Банин и др. // Птицы и урбанизированный ландшафт. Каунас, 1984. С. 26-27

## БРИОФЛОРА ПРИРОДНОГО ПАРКА «ШАРКАН» (УДМУРТСКАЯ РЕСПУБЛИКА)

Рубцова А.В.

Удмуртский государственный университет, Ижевск, Россия,  
*atricium@mail.ru*

Инвентаризация природных достопримечательностей любой территории является важным вкладом в сохранение природного наследия, формировавшегося тысячелетиями. Особенно важны подобные исследования на территориях, сильно изменяющихся в результате хозяйственной деятельности человека. Вмешательство в окружающую природную среду всегда требует строго научной и социально-экономической оценки. К достаточно ценным природным достопримечательностям Удмуртской Республики относится территория природного парка «Шаркан».

Природный парк «Шаркан» (площадь около 16,5 тыс. га) располагается в пределах Шарканского района, в восточной части Удмуртской Республики [1]. Климат парка умеренно-континентальный, именно он определяет температурный режим, характер осадков, силу и направление ветров. На территории природного парка представлены различные типы растительных сообществ: леса, суходольные и пойменные луга, заболоченные участки, низинные болота и т.д. Природный парк «Шаркан» расположен на стыке ботанико-географических рубежей – южной тайги и подтаежных широколиственно-еловых лесов. Это приводит к возникновению экотонного эффекта, вследствие которого фон видового разнообразия естественным образом повышается [2].

Изучение бриофлоры природного парка «Шаркан» проводилось в 2014-2015 гг. в рамках выполнения НИР «Выявление видового состава моховидных, лишайников и грибов на территории природного парка «Шаркан» и разработка рекомендаций по охране редких представителей» (2015 г.) при финансовой поддержке Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Удмуртской Республики.

Бриофлора природного парка «Шаркан» насчитывает 114 видов из 39 семейств, что составляет 45% от общего числа видов в бриофлоре республики (табл. 1).

Таблица 1

Ведущие семейства в бриофлоре природного парка «Шаркан»

Ранг	Семейство	Число видов	
		Абс.	%
1	<i>Brachytheciaceae</i>	13	13,7%

2	<i>Amblystegiaceae</i>	12	12,6%
3-4	<i>Polytrichaceae</i>	8	8,4%
3-4	<i>Bryaceae</i>	8	8,4%
5-6	<i>Mniaceae</i>	7	7,4%
5-6	<i>Dicranaceae</i>	7	7,4%
7	<i>Pylaisiaceae</i>	6	6,3%
8-9	<i>Hylocomiaceae</i>	4	4,2%
8-9	<i>Pottiaceae</i>	4	4,2%
10-11	<i>Thuidiaceae</i>	3	3,2%
10-11	<i>Calliergonaceae</i>	3	3,2%

Печеночные мхи представлены 19 видами из 13 семейств. Наибольшее разнообразие видов характерно для семейств Geocalycaceae (4 вида), Scapaniaceae (3) и Jungermanniaceae (2). Остальные семейства представлены 1 видом. Несмотря на небольшое число видов, печеночники очень часто формируют значительные по площади популяции в различных местообитаниях парка. Например, *Marchantia polymorpha* L. образует значительные обрастания по обнаженным берегам ручьев, *Barbilophozia barbata* (Schmidel ex Schreb.) Loeske часто встречается в мохово-лишайниковом ярусе лесных фитоценозов, а *Ptilidium pulcherrimum* (Weber) Vain. является постоянным обитателем валежника и стволов лиственных пород деревьев. Таким образом, печеночники активно участвуют в сложении бриофлоры парка, и небольшая их численность не сказывается на частоте встречаемости.

Листостебельные мхи представлены 95 видами из 26 семейств. Впервые для территории района указываются 2 вида, один из которых является новым и для республики в целом (*Physcomitrium pyriforme* (Hedw.) Brid.). Кроме того, в бриофлоре природного парка «Шаркан» отмечены 2 вида, занесенные в Красную книгу Удмуртской Республики [3]: *Anomodon longifolius* (Brid.) Hartm. и *Frullania dilatata* (L.) Dumort.

Десять ведущих семейств объединяют почти 80% от всего числа видов листостебельных мхов (табл. 1). Ведущие семейства в бриофлоре природного парка «Шаркан» такие же, как и в бриофлоре Удмуртской Республики, однако их ранг отличается [4]. Лидирующую позицию в семейственно-видовом спектре природного парка занимают семейства Brachytheciaceae, Amblystegiaceae и Polytrichaceae. Брахиитециевые мхи, а также представители семейства Амблистегиевых – одни из самых часто встречаемых и в бриофлоре природного парка. Многие из них заселяют не одно местообитание или один субстрат, а несколько, т.е. имеют широкую экологическую валентность. Высокое положение семейства *Bryaceae* характерно для гемибореальных районов с большой долей

открытых пространств. Политриховые мхи предпочитают поселяться под пологом леса, на опушках. Лидирующая позиция данного семейства отражает приуроченность изучаемой территории к подзоне южной тайги. При этом достаточно высокое положение семейства Pottiaceae, представители которого часто описываются как степные и ксероморфные, определяет в большей степени разнообразие экологических условий (наличие как залесенных, так и открытых пространств, разнообразных по мезо- и микрорельефу). Наиболее крупными являются роды *Brachythecium*, *Sciuro-hyprnum*, *Bryum* и *Dicranum*.

В целом, бриофлора природного парка «Шаркан» отражает свое зональное положение и несет ряд черт, отличающих ее от остальной территории республики. Положение в подзоне южной тайги определяет бриофлору парка как бореальную. Преобладание на территории природного парка еловых лесов наглядно иллюстрирует особенности бриофлоры. Так, типичный вид южной тайги – *Rhytidiadelphus triquetrus* (Hedw.) Warnst. – в еловых лесах уступает место *Rhytidium subpinnatus* (Lindb.) T.J.Kop. Кроме того, под пологом еловых лесов различных типов формирует значительные популяции *Cirriphyllum piliferum* (Hedw.) Grout.

#### Литература

1. Удмуртская Республика: Энциклопедия. Ижевск: Удмуртия, 2008. 876 с.
2. Баранова О.Г. Растительный покров / О.Г. Баранова // География Удмуртии: природные ресурсы. Ижевск, 2009. С. 204-217.
3. Красная книга Удмуртской Республики. Изд. 2-е / Под. Ред. О.Г. Барановой. Чебоксары: «Перфектум», 2012. 458 с.
4. Рубцова А.В. Бриофлора Удмуртской Республики: дисс. канд.биол. наук. 2011. - 236 с.
5. Баранова О.Г. и др. Сосудистые растения природного парка «Шаркан» и их охрана: монография. М.-Ижевск: Институт компьютерных исследований, 2015. 152 с.

## **ФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ ПОДХОД В ОЦЕНКЕ СОЦИОКУЛЬТУРНЫХ ЭКОСИСТЕМНЫХ УСЛУГ НА ПРИМЕРЕ ЛЕСОПАРКА «ЛЕБЯЖЬЕ»**

Сауткин И.С., Рогова Т.В.

Казанский (Приволжский) федеральный университет, Казань, Россия

*sautkin.ilia@gmail.com*

Современные исследования, посвященные экосистемным услугам (ЭУ), установили, что функциональные признаки являются ключевым механизмом, с помощью которого отдельные виды и группы видов влияют на свойства экосистем.

Изобилие функциональных признаков в биотических сообществах может в значительной степени способствовать оценке и управлению ЭУ.

Оценка экосистем на пороге тысячелетия (МЕА) определила социокультурные услуги как «нематериальные выгоды, которые люди получают от экосистем посредством духовного обогащения, когнитивного развития, рефлексии, отдыха и эстетического опыта, включая, например, системы знаний, социальные отношения и эстетические ценности» [1]. Из-за сосредоточения внимания на экономической оценке многие социокультурные услуги обычно не охарактеризованы.

Целью данной работы являлась попытка идентификации социокультурных ЭУ и функциональных признаков растений, поставляющих эти услуги. Была опробована методика, позволяющая связать между собой индивидуальные признаки растений и услуги, а также показать их взаимоотношения и вклад каждого вида в поставки услуг. Настоящее исследование проводилось в сосняках на территории лесопарка «Лебяжье» г. Казани.

Лесопарк «Лебяжье», занимает площадь 3729 га на территории Кировского р-на г. Казани, примерно 70% всей территории приходится на леса. Лесопарк имеет важное рекреационное значение для населения г. Казани и окрестных поселков. Здесь расположены детские лагеря отдыха, оздоровительные учреждения, проводятся праздники и спортивные соревнования. Хорошая обеспеченность транспортом обуславливает высокую посещаемость этого лесного массива практически целый год.

На территории лесопарка в настоящее время отмечается 399 видов высших сосудистых растений. На долю условно-коренных типов лесных фитоценозов приходится не более 6 % лесопокрытой площади. Среди них основными являются сосняки чернично- и бруснично-мшистые, фрагментами сосняки лишайниково-мшистые, липняки волосисто-осоково-снытевые с дубом. В лесном покрове доминируют производные сообщества: сосняки ландышевые, вейниковые, орляковые, злаково-рудеральные, березняки и осинники осоково-снытевые и злаково-рудеральные. Небольшими фрагментами представлены разнотравные луга и прибрежноводная растительность вокруг озер.

Привлекательность лесных насаждений для рекреации во многом определяется их эстетическими свойствами, которые зависят от различных характеристик древостоя. Наибольшую привлекательность имеют сосняки с долей других пород 30–50%. Неравномерное размещение деревьев, низкая густота древостоя у сосняков, расположенный группами или редкий подрост и/или подлесок существенно повышают привлекательность насаждений для рекреации [2].



На территории четырех (83, 82, 101 и 102) кварталов лесопарка «Лебяжье» было заложено девять пробных площадей 20 x 20 м<sup>2</sup>. Для каждой площади было составлено геоботаническое описание. Пробные площади, заложенные в 83 квартале, принадлежали к соснякам ландышевым на 2 и 3 стадии рекреационной дигрессии. Площади, заложенные на территории 82, 101 и 102 кварталов принадлежали к соснякам злаково-разнотравным на 3 и 4 стадии рекреационной дигрессии. Площади были заложены вне дорожно-тропиночной сети, вытопанных и мертвопокровных участков. Всего на всех площадках было выявлено 76 видов растений.

Опираясь на методику, приведенную в статье Garcia-Llorente (2011) [3], были определены интересующие нас функциональные признаки растений и социокультурные ЭУ. Информация для поиска и идентификации признаков и услуг была взята из зарубежных источников [4-6].

Для анализа были выбраны следующие функциональные признаки:

- Жизненная форма: травы, кустарнички, кустарники и деревья;
- Высота растения (см);
- Привлекательность цветков, плодов и листьев.
- Ранняя фенология: активный рост и цветение до июня;
- Продолжительность жизни: однолетник/двулетник и многолетник;
- Не ядовитость.

Основываясь на классификации услуг МЕА (2005), для исследования были выбраны два вида социокультурных услуг: эстетические и рекреационно-туристические. Для каждого вида услуг был определен влияющий набор функциональных признаков растений.

Предварительный анализ полученных данных позволил установить следующее. Из 76 описанных видов на эстетические услуги влияют 41 вид (54%), на рекреационно-туристические 59 видов (77%). Наибольший вклад в эстетические услуги оказывают красивоцветущие и декоративнолистные кустарники, кустарнички и травы, а также растения с ранней вегетацией. Это представители семейств *Rosaceae* (6 видов), *Asteraceae* (5 видов), *Caryophyllaceae* (3 вида), *Cyperaceae* (3 вида), *Fabaceae* (3 вида), *Convallariaceae* (2 вида), *Crassulaceae* (2 вида), *Ericaceae* (2 вида), *Lamiaceae* (2 вида), *Violaceae* (2 вида). Высокий вклад осок в эстетические услуги объясняется ранней вегетацией встреченных видов. Наименьший вклад в эстетические услуги оказывают деревья, злаки, а также рудеральные виды. На рекреационно-туристические услуги в большей степени повлияли деревья и травы, низкое влияние оказывают рудеральные виды. Наибольший вклад внесли представители следующих семейств: *Poaceae* (10 видов), *Asteraceae* (8 видов), *Caryophyllaceae* (5 видов), *Rosaceae* (4 вида),

*Scrophulariaceae* (4 вида), *Cyperaceae* (3 вида), *Crassulaceae* (2 вида), *Juncaceae* (2 вида), *Pinaceae* (2 вида), *Pyrolaceae* (2 вида), *Violaceae* (2 вида).

Предложенный метод, в дальнейшем, можно распространить на другие типы ЭУ (регулирующие и поддерживающие), а также использовать в оценке большее число видов растений и их функциональных признаков.

#### Литература

1. Ecosystems and Human Well-Being. A Framework for Assessment / Millennium Ecosystem Assessment. – Washington, DC: Island Press, 2005.
2. Юшкевич М. В. Привлекательность древостоев различных составов для отдыхающих / М. В. Юшкевич // Труды БГТУ. Серия 1: Лесное хозяйство. – 2015. – Т. 174. – №. 1. – С. 111–114.
3. Garnier E. Plant functional diversity: Organism traits, community structure, and ecosystem properties / E. Garnier, M. L. Navas, K. Grigulis. – UK: Oxford University Press, 2016. – 231 с.
4. de Bello F. Towards an assessment of multiple ecosystem processes and services via functional traits / F. de Bello et al. // Biodiversity and Conservation. – 2010. – Т. 19. – №. 10. – С. 2873-2893.
5. Cornelissen J. H. C. A handbook of protocols for standardized and easy measurement of plant functional traits worldwide / J. H. C. Cornelissen et al. // Australian journal of Botany. – 2003. – Т. 51. – №. 4. – С. 335-380.
6. García-Llorente M. Can ecosystem properties be fully translated into service values? An economic valuation of aquatic plant services / M. García-Llorente et al. // Ecological Applications. – 2011. – Т. 21. – №. 8. – С. 3083-3103.

## **ПРОМЫСЛОВО-БИОЛОГИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ ПОПУЛЯЦИИ ОКУНЯ (*PERCA FLUVIATILIS L.*) МЁШИНСКОГО ЗАЛИВА КУЙБЫШЕВСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА**

Тележникова Т.А., Сайфуллин Р.Р.

Казанский федеральный университет, Казань, Россия

Тат. отд. ФГБНУ «ГосНИОРХ», г. Казань, Россия

*tamara-info@bk.ru*

Целью данной работы является оценка промыслово-биологических параметров популяции окуня Мёшинского залива Куйбышевского водохранилища по уловам 2014-2016гг.

Материал и методика: 99 экз. собрано весной 2014 года, 29 экземпляров - весной 2015 года, 93 экземпляра выловлено в мае 2016 года в Мёшинском заливе Куйбышевского водохранилища. При сборе материала использовались ставные сети ячеей от 30 до 70 мм, длиной - 60 м. Экспозиция сетепостановок - 12 ч. Камеральная обработка материала, а именно измерение длины, массы и определение возраста проводилась согласно общепринятой методике И.Ф. Правдина.

Результаты. По данным В.А. Кузнецова (2005) [1], в водохранилище встречаются экземпляры окуня, длиной тела до 50 см и весом свыше 1 кг, но обычно в уловах регистрируются более мелкие особи. Согласно нашим исследованиям, размеры окуня в 2014 году колебались от 16 до 36 см при средней длине  $26,7+0,45$  см. Средняя длина особей, отловленных в 2015 году, составляла  $23,9+0,39$  см, а размеры окуня в сетных уловах – от 18 до 33 см. Размерный состав популяций окуня в 2016 году варьировал от 21 до 40 см при средней длине  $25,55+0,35$  см.

В 2014 году масса окуня варьировала от 117 г до 1093 г, средняя масса составила  $385,15+19,55$  г; в 2015 году - от 121 г до 720 г при средних значениях -  $286,89+16,44$  г. Средняя масса окуня в 2016 году равна  $383,46+17,64$  г при варьировании массы от 201 г до 1529 г.

Возрастные классы окуня в водохранилище включают рыб до 13 лет [3], что соответствует и результатам наших исследований. Весной 2014 года возрастная структура популяции окуня была представлена особями в возрасте от 3 до 12 лет. Наибольшую численность имели особи в возрасте 4-5 лет (поколение 2009-2010 года). Возрастной состав уловов окуня в Мешинском заливе в 2015 году варьировал от 3-10 лет, доминировали возрастные классы рыб 3-4 лет (поколение 2011-2012 года). В мае 2016 года возрастная структура уловов окуня была представлена особями от 4 до 13 лет.

По многочисленным литературным данным, максимальная продолжительность жизни речного окуня - 23 года. Такой возраст зафиксирован у окуня, пойманного в озере Хубсугул в Монголии. Продолжительность жизни в единицах внутреннего времени определяется соотношением максимального и исходного размерами организма [4]. Максимальная продолжительность жизни окуня Куйбышевского водохранилища, согласно нашим вычислениям, достигает 17 лет.

В исследуемом районе Куйбышевского водохранилища в сетных уловах у окуня отмечается значительное преобладание самок, в соотношении 2:1. Видимо, это связано с различиями в поведении особей (сем. *Percidae*) разного пола в нерестовый период, а также с более ранним созреванием самцов и их естественной смертностью [5].

По нашим расчетам, путем аппроксимации кривой населения, уровень общей смертности популяции окуня - высокий и составляет 0,6. Но благодаря экологической пластичности вида, а также высокому уровню воспроизводительной способности, численность популяции характеризуется стабильными показателями.

Таким образом, в настоящее время промыслово-биологические параметры популяции окуня Мешинского залива Куйбышевского водохранилища относительно высоки и устойчивы, а также сходны с результатами других районов исследования [6].

#### Литература

1. Кузнецов В.А. Рыбы Волжско-Камского края / В.А. Кузнецов.- Казань, 2005. – 201 с.
2. Алимов А.Ф. Основные количественные характеристики популяции и связь между ними / А.Ф. Алимов, Т.И. Казанцева // Журн. общей биологии. Т. 65. № 1, 2004.
3. Семёнов Д. Ю. Экология окуня (*Perca fluviatilis* L.) центральной части Куйбышевского водохранилища: Автореф. дис. к.б.н. –Ульяновск: УлГУ, 2004. -22 с.
4. Алеев Ф.Т. Экология берша *Stizostedion volgensis* (Gmelin,1788) Куйбышевского водохранилища: Дисс. канд. биол. наук. – Ульяновск, 2005. – 181с.
5. Правдин И.Ф. Руководство по изучению рыб / под ред. П.А. Дрягина. – Москва: Пищев. пр-сть, 1996. - 376 с.
6. Тележникова Т.А. Эколого-морфологические характеристики окуня (*Perca fluviatilis* L.) центральной и верхней части Куйбышевского водохранилища / Т.А. Тележникова, Р.Р. Сайфуллин // Сб.стат.по матер. 2-й межрег.научно-практ. конф. «Экологические проблемы и пути их решения: естественно-научные и социокультурные аспекты». – Нижний Новгород, 2015. 145-148 с.

### **РАСПРОСТРАНЕНИЕ И СОСТОЯНИЕ ПОПУЛЯЦИЙ РЕДКОГО ВИДА РТ *CERHALANTHERA RUBRA* (L.) Rich.**

Фардеева М.Б.

Казанский федеральный университет, Казань, Россия

*orchis@inbox.ru*

Пыльцеголовник красный – одна из красивейших орхидей лесной зоны европейской части России, встречающийся в Крыму, на Кавказе, Урале, распространенный в Европе, на северном побережье Африки, в Средней Азии, Иране и Турции [1]. В Татарстане он приурочен к зоне хвойно-широколиственных и широколиственных лесов. Исследования, посвященные оценке распространения и состояния популяций проводятся уже более 25 лет на основе эколого-фитоценологических, популяционных, морфологических и современных статистических методов.

Вид преимущественно растет в светлых хвойно-лиственных и лиственных лесах, на лесных полянах, по опушкам и крутым облесенным откосам. Предпочитает нейтральные или щелочные почвы, часто встречается на бедных по минеральному составу почвах, переносит сухость почв и достаточное освещение, при недостатке освещения может переходить в состояние покоя. Корневищный вид хорошо приспособлен к росту на каменистых известняковых склонах и осыпях, в связи, с чем пыльцеголовник часто называют типичным

кальцефилом. Что не совсем верно. По данным гербария КФУ (KAZ) *C. rubra* в 1925 г. встречался на Раифском участке заповедника, в 1952 и 1965 гг. в Столбищенском лесничестве – это четвертая и вторая надпойменные трассы р. Волга [2]. В современных условиях пыльцеголовник до сих пор единично отмечается на борových террасах р. Камы в сложных сосняках национального парка «Нижняя Кама» и на первой надпойменной террасе р. Волга в Саралинском участке Волжско-Камского заповедника, кв. 58/59 и кв.25 [3], устное сообщение В.Е. Прохоров.

Довольно многочисленные популяции (до 70-200 ос.) *C. rubra* преимущественно встречаются по склонам малых рек (ООПТ «Семиозерский лес», «Лабьшкинские горы») или правобережью р. Волга (ООПТ «Юрьевская пещера», с. Веденка и Дачное). В условиях оползнево-осыпных склонов формируются сосняки с березой или липой разнотравные, реже лазурниковые либо дубравы лазурниковые, отличающиеся достаточной освещенностью и разреженным травостоем, что оказывается наиболее важным для низко конкурентного пыльцеголовника. Подобные депрессивно-демутационные процессы на склонах можно охарактеризовать как *ретардационный субклимакс* [4], вызванный постоянным воздействием реки, активирующей гравитационную подвижность грунта берегов, и обуславливающий снижение межвидовой конкуренции, слабое развитие почвенного покрова и невысокую сомкнутость крон.

Изучая *Cephalanthera rubra* в таких фитоценологических условиях, в частности, наблюдали увеличение длины междоузлий у некоторых особей. По видимому, чтобы удержаться на такой поверхности у растений развиваются более или менее длинные междоузлия, что увеличивает интенсивность вегетативного размножения при делении и отмирании старых участков корневищ [5].

На основе анализа функции Рипли [6] и корреляционной функции РСФ было выявлено 2 типа пространственно-онтогенетической структуры в ЦП *Cephalanthera rubra* – случайный и контагиозный (рис.1).

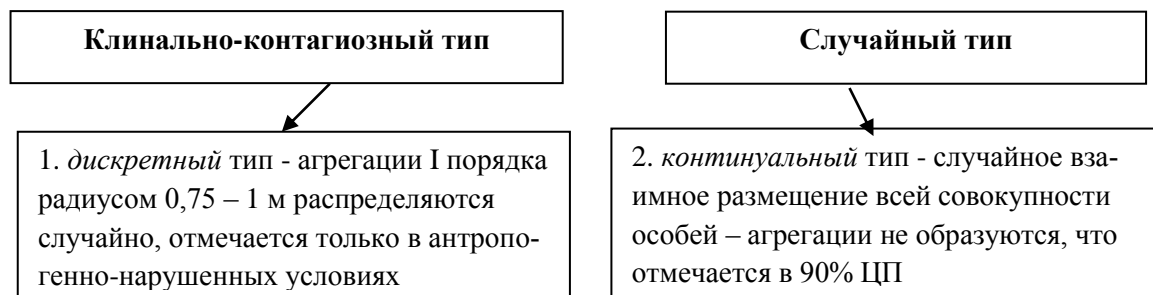


Рис. 1 Типы пространственной структуры популяций *Cephalanthera rubra* на основе всей совокупности наземных побегов без учета онтогенетических групп

Как в оптимальных, так и пессимальных условиях в 90% изученных ЦП *C. rubra* взаимное распределение всей совокупности особей является *случайным*. Однако прегенеративные особи *C. rubra* как друг с другом, так и с генеративными особями стремятся образовывать агрегации радиусом 0,75-1м, между ними отмечается незначительная зона отталкивания около 0,25-0,35м, т.е. характер их размещения, как правило, *смешанный* – континуально-дискретный (в 85% ЦП). Взаиморасположение генеративных особей *C. rubra*, как и всей совокупности особей без учета онтогенетических групп имеет *случайный* тип, при средней плотности 2,5-5,1 ос./м<sup>2</sup>. В условиях лесовосстановительной сукцессии или при увеличении межвидовой конкуренции либо, по надоползневым откосам при нарушении травяного покрова и почвы, плотность *C. rubra* снижалась и составляла 0,5-1,2 ос./м<sup>2</sup>. Пространственное взаиморасположение прегенеративных, прегенеративных и генеративных становилось *случайным*, а генеративных особей часто разреженным.

В пессимальных условиях при лесовосстановлении и снижении освещенности, а также при интенсификации оползания и эрозии, ухудшаются процессы прорастания семян, отмечается резкое снижение численности прегенеративных особей. Это обусловлено, по-видимому, нарушением образования микоризы грибов и симбиоза их с орхидными, низкого процента плодозавязывания и частого перехода генеративных особей в состояние нецветения либо вторичного покоя на 10, а иногда и на 20 лет, что соответственно приводит к снижению численности и плотности популяции, изменению возрастной и пространственно-онтогенетической структуры.

#### Литература

1. Орхидеи России (Биология, экология и охрана). М.: КМК, 2014. 437 с.
2. Бакин О.В. К вопросу о «кальцефильности» наших орхидей и некоторых других растений / О.В. Бакин, М.Б. Фардеева // Ботанические заметки. Казань, 2012. №3. – С. 12-16.
3. Фардеева М.Б. Экологические и биоморфологические закономерности пространственно-онтогенетической структуры популяций астилей, динамика и мониторинг /Дисс. на с уч.ст. д.б.н. Казань, 2014.–351 с.
4. Разумовский С.М. Избранные труды /С.М. Разумовский. М. 1999. 560 с.
5. Фардеева М.Б. Онтогенез пыльцеголовника красного (*Cephalanthera rubra* (L.) Rich. /М.Б. Фардеева /Онтогенетический атлас лекарственных растений. Йошкар-Ола, 2004. – С. 186–190.
6. Ripley B.D. Modelling spatial patterns. Journal of the Royal Statistical Society, 1977, 39, pp.172–212.

## ПРОДУКТИВНОСТЬ НЕКОТОРЫХ ВИДОВ МХОВ ЛЕСНЫХ ЭКОСИСТЕМ РЕСПУБЛИКИ ТАТАРСТАН

Шафигуллина Н.Р., Каржавкина Е.Н.

Казанский федеральный университет, Казань, Россия

*nadiashafigullina@gmail.com*

Изучая продуктивность мхов, есть возможность оценить их роль в сохранении биоразнообразия и вклад в продуктивность растительного покрова Республики Татарстан. Несмотря на очевидную значимость сообществ мхов в растительном покрове лесных экосистем, они остаются недостаточно изученными. Оценка продукции производится в основном без учета вклада годичной продукции напочвенного покрова. Однако именно напочвенный покров, в том числе мохово-лишайниковый, вносит существенный вклад в годичную продукцию лесных и лесостепных экосистем [1]. Изучение роста мхов важно для оценки состояния экосистем, в которых бриофиты составляют значительную долю среди компонентов общей биомассы [2].

Однако в настоящее время для большинства бокоплодных мхов неизвестны величины их линейных приростов [3]. Такая ситуация во многом обусловлена тем, что границы между годичными приростами у многих мхов визуально не определяются и требуется кропотливая работа для получения необходимых данных.

В целях изучения линейного прироста и прироста мхов по массе были заложены пробные площадки. В апреле и мае 2016 года были заложены пробные площадки на территории Нарат - Астинского бора (Муслимовский район РТ) и национального парка «Нижняя Кама» (Елабужский район). Была заложена 31 площадка и маркировано 72 дерновинки 7 видов (Нарат - Астинский бор – 13 площадок, 27 дерновинок; нацпарк «Нижняя Кама» - 18 площадок, 45 дерновинок) на которых замаркированы дерновинки по 11-15 побегов модельных растений: *Pleurozium schreberi*, *Dicranum polysetum*, *Polytrichum juniperinum*, *Hylocomium splendens*, *Rhytidiadelphus triquetrus*, *Abietinella abietina*, *Climacium dendroides*, *Ptilium crista-castrensis*.

В 2014 году было заложено 15 площадок с *Pleurozium schreberi* в Нарат - Астинском бору (Муслимовский район РТ) и в Раифском участке Волжско-камского государственного заповедника (Зеленодольский район).

Площадки выбирали с разными типами освещенности, микрорельефа и субстрата. По освещенности площадки делили на светлые, в просвете крон (полутень) и под кронами (тень). Субстраты выбирались разнообразные: почва, гниющая древесина, пень, выворот. Микрорельеф поделился на 6 типов: плоский участок, небольшой склон, склон, крутой склон, понижение и дно оврага.

Так же было составлено геоботаническое описание площадок в национальном парке «Нижняя Кама». В отличие от остальных мхов, приросты *Hylocomium splendens* легко различимы и не требуют использования метода перевязок. Для выявления динамики нарастания и величин линейных приростов гилокомиума осенью, после окончания вегетационного периода, проводится сбор мха на выбранных пробных площадках

Для выявления динамики нарастания и величин линейных приростов использовали метод перевязок. Для перевязки мхов брали декоративные ленточки, применяемые при оформлении цветочных букетов. Эти ленточки расщепляли на тонкие длинные полоски, а обвязку осуществляли на расстоянии 1 см от верхушки побега. Далее осенью были проведены сборы перевязанных побегов, они срезались в месте перевязки и собирались в конверты для дальнейшей камеральной обработки. Приросты замерялись линейкой и заносились в таблицу с учетом прироста без 1 см, и взвешивались на высокоточных весах (Табл.1).

Статистический анализ был проведен для трех наиболее часто встречающихся видов: *Pleurozium schreberi*, *Dicranum polysetum*, *Polytrichum juniperinum*. Было обработано 624 побега *Pleurozium schreberi* (319 шт.), *Dicranum polysetum* (188 шт.) и *Polytrichum juniperinum* (117 шт.). Прирост измеряли осенью за вегетационный период апрель - октябрь.

Таблица 1.

Приросты мхов за вегетационный период

Вид	Количество исследуемых побегов	Линейный прирост, мм			Прирост биомассы, мг		
		min	среднее	max	min	среднее	max
<i>Rhytidiadelphus triquetrus</i>	52	13	20.84	30	4.6	13.4	25.2
<i>Ptilium crista-castrensis</i>	44	5	15.92	20	1.6	5.3	4.7
<i>Abietinella abietina</i>	18	9	10.77	27	2.7	2.47	12.7
<i>Hylocomium splendens</i>	620	2	15.06	30	0.1	10.57	43.9
<i>Pleurozium shreberi</i>	453	1	17.96	36	1.4	7.61	21.1
<i>Dicranum polysetum</i>	188	7	16.46	28	1.5	5.40	17
<i>Polytrichum juniperinum</i>	117	4	12.52	22	2.6	8.21	19.1

Величина линейного прироста и прироста по биомассе оказались мало связаны друг с другом, коэффициент корреляции Пирсона составил 0.437 для



*Pleurozium schreberi*, 0.446 для *Dicranum polysetum* и лишь для *Polytrichum juniperinum* - 0.676. Разные факторы микроместообитания оказались значимыми для приростов разных видов мхов. Для прироста биомассы *Pleurozium schreberi* оказался важен субстрат, (гниющая древесина – максимальный прирост биомассы, выворот – минимальный), так же максимальный линейный прирост наблюдается в полутеневых условиях. Для *Dicranum polysetum* значимым оказался фактор микрорельефа, наибольший прирост биомассы и линейного прироста наблюдался в микропонижениях и на лесной подстилке. *Polytrichum juniperinum* предпочитает микропонижение, открытые освещенные участки и выворот в качестве субстрата. Произрастание на склоне отрицательно влияет на биомассу мха. Уменьшение светового довольствия сказывается и на приросте биомассы и на линейном приросте. Достоверных различий между величинами прироста в различных лесных массивах выявлено не было.

#### Литература

1. Гончарова И. А. Влияние погодных факторов на динамику годового прироста и чистой продукции *Hylacomium splendens* в лесных сообществах лесостепной зоны Хакасии / И. А. Гончарова, А. В. Беньков // Сибирский лесной журнал-2015. № 6. С. 54–61.
2. Ермолаева О. В. Рост и накопление массы *Hylacomium splendens* в лесном поясе Хибин / О. В. Ермолаева, Н. Ю. Шмакова // Ученые записки Петрозаводского государственного университета, общая биология–Петрозаводск, выпуск 8 (161), 2016-С. 40–45.
3. Костина М. В. Влияние погодных и микроклиматических условий на величину годовых линейных приростов и строение побеговых комплексов некоторых бокоплодных мхов Московской области / М. В. Костина, Г. А. Сафронова, Н. С. Барабанщикова // Бюл. МОИП – М., 2016-Т.121, вып. 1 - С. 53-64.

## **РОЛЬ ВЕРТИКАЛЬНОЙ СТРУКТУРЫ В ПОДДЕРЖАНИИ УСТОЙЧИВОГО ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ЛУГОВЫХ ФИТОЦЕНОЗОВ ПОЙМЫ СРЕДНЕЙ ОБИ**

Шепелева Л.Ф.

НИИ биологии и биофизики Томского госуниверситета, Томск, Россия

*shepevalf@mail.ru*

Проблема устойчивого функционирования бигеоценологических систем сложна и включает множество аспектов. Глубокое изучение структуры и функций луговых фитоценозов позволяет выявить механизмы их устойчивости. Внимание к этим вопросам необходимо для решения практических задач охраны, рационального использования, восстановления естественных и создания искусственных сообществ с заданными свойствами и устойчивых к воздействиям.

Стационарные наблюдения за динамикой луговой растительности и режимами аллювиальных почв проводились на Подобинском ключевом участке поймы Средней Оби (Томская область) на 4 пробных площадях, приуроченных к различным элементам рельефа, высотным уровням поймы и типам аллювиальных почв. Изучались осоково-мятликовый, разнотравно-овсяницевый, мятликово-овсяницевый, дернистоосоковый фитоценозы на дерново-луговой, лугово-болотной и болотной торфяной почвах. Время наблюдений составило 7 лет, которые включали экстремально сухой, экстремально влажный периоды и годы, переходные между ними.

Анализ флуктуаций фитоценозов проводился по показателям продуктивности травостоя, составу и соотношению доминантов, характеру изменения обилия и присутствия прочих видов, составу и соотношению экологических, биологических, биоморфологических, ценотипических групп видов. Экологические группы выделялись на основе шкал Л.Г. Раменского. Экобиоморфы характеризовались по типу морфоструктуры подземных органов, вегетативной подвижности, сроку жизни, жизненной стратегии. Для определения фитоценологических показателей использовался метод учетных квадратов (учетные площадки размером 1 м<sup>2</sup> в пятикратной повторности). Отбор укосов производился во время цветения большинства видов.

Синхронно проводилось измерение температуры и отбор образцов почв для определения влажности, содержания доступных для растений соединений азота, подвижного фосфора, обменного калия. Фиксировался уровень грунтовых вод. Это позволило выполнить совместный анализ влияния условий затопления, динамики грунтовых вод, погодных условий на увлажнение, пищевые режимы почв и динамику травостоя [1].

Для изучения вертикальной структуры лугов производились раскопки почвенного профиля на глубину распространения корневых систем растений, корни и корневища очищались от почвы так, чтобы не нарушалось их пространственное расположение, затем строение корневых систем фиксировалось на миллиметровой бумаге. Режим затопления и погодные условия учитывали с использованием данных метеостанций и гидропостов.

Выяснилось, что характер конституционной и пространственной (вертикальной) структуры помогает понять механизмы адаптации растительных сообществ к неблагоприятным условиям среды. В целом же динамика пойменных фитоценозов по 3-6-летним климатическим периодам хорошо описывается и подлежит прогнозу на уровне эколого-биологической структуры. Различия видов на уровне экобиоморф менее значимы, они должны учитываться для реше-

ния конкретных задач. Например, с целью повышения устойчивости при создании агроценозов. В состав травосмесей в соответствии с типом почв необходимо включать виды бобовых и разнотравья, различающиеся по экологическим, и биоморфологическим свойствам.

Конституционная структура и подземная вертикальная ярусность лугового сообщества определяются среднепогодными колебаниями гидротермических, соответственно, и пищевых условий в определенных слоях почв и представляют собой приспособление к диапазону их изменения. Горизонты почв неоднородны по своим физическим и биологическим свойствам, верхние горизонты лучше прогреваются, колебания экологических режимов в них выражены ярче и условия для развития корней растений более контрастны. Нижние горизонты, обычно, влажнее и холоднее, что менее благоприятно для протекания биологических процессов. Фитоценоз реагирует на эти условия, и подбором экологически и биологически различных видов растений, и закономерным размещением этих видов в пространстве. Вертикальное распределение корневых систем по профилю почв несет существенную информацию о почвенных режимах и может использоваться в индикационных целях.

В ходе динамики в сообществе получают преимущественное развитие те виды, для которых в корневых горизонтах (ризогоризонтах) создаются благоприятные условия. При этом устойчивым доминированием чаще обладают виды с универсальным типом корневых систем - прежде всего злаки и осоки, а иногда виды из группы разнотравья. При наличии выраженной приуроченности корневых систем растений к верхнему или нижнему горизонту почв можно прогнозировать их поведение в разные годы. Поэтому знание вертикального распределения корневых систем растений разных местообитаний необходимо. По приуроченности корней видов растений к слоям почвы можно конкретно судить об их экологических потребностях. Доминанты наиболее пригодны для этих целей. Поведение малообильных видов в многолетней динамике обусловлено не столько экологическими требованиями, сколько поведением доминирующих видов, детальное изучение характера размещения их корневых систем в почвах менее информативно.

За структурными различиями луговых фитоценозов кроются функциональные различия. Морфологически четко различаются болотный и лугово-болотный типы сообществ по присутствию кочкарной и дерновинной форм осоки дернистой, реагирующей на избыточное увлажнение и слабую аэрацию болотных почв. От лугового типа фитоценозов их не менее ярко отличает отсутствие яруса стержнекорневого и короткокорневищного разнотравья и срав-

нительно небольшая мощность корнеобитаемого слоя. Принципиальное сходство динамических процессов болотного и лугово-болотного типов отражено в структуре ризогоризонтов, когда корневые системы мезофитов и аэрогидрофитов совмещены в верхнем слое почв, но эти группы видов развиваются в разные годы. Повышенная динамичность лугово-болотного сообщества по сравнению с болотным выражается в преобладании вегетативно подвижных форм в составе осоково-мятликового фитоценоза.

Луговой тип фитоценозов отличается от болотного типа более существенно. Все фитоценозы лугового типа характеризуются довольно значительной мощностью корнеобитаемого слоя почв и наличием 3-х и более ризогоризонтов в подземной части. Настоящие мезофильные луга характеризуются максимальной заполненностью корневыми системами и корневищами верхних ризогоризонтов, что указывает на преобладающий источник влаги и питательных веществ с осадками.

Публикация сделана при поддержке государственного задания Минобрнауки России, проект №5.4004.2017/4.6

Литература

1. Пашнева Г.Е., Шепелева Л.Ф. Экология, 1993. № 5. С. 23-32.

## **БИОРАЗНООБРАЗИЕ АФИЛЛОФОРОИДНЫХ ГРИБОВ – ИНДИКАТОРНЫЙ ПОКАЗАТЕЛЬ ВЫДЕЛЕНИЯ ОСОБО ЦЕННЫХ ЛЕСНЫХ ЭКОСИСТЕМ В САБИНСКОМ УЧАСТКОВОМ ЛЕСНИЧЕСТВЕ РТ**

Юпина Г.А.

Казанский федеральный университет, Казань, Россия.

*galina-yupina@mail.ru*

В составе лесной растительности Татарстана, занимающей центральное положение в Волжско-Камском крае, особый интерес представляют лесные сообщества южно-таежного типа, фрагментами встречающиеся в татарском Предкамье. В настоящее время фрагменты южно-таежных экосистем, несмотря на свою реликтовую ценность, подвержены сильному антропогенному воздействию. Как показали исследования, проведенные ранее в этом регионе, в елово-пихтовых и сосново-еловых зеленомошных лесах Республики Татарстан формируется особый набор видов, многие из которых являются редкими [1,2].

Изучение афиллофороидных грибов проводилось в Сабинском участковом лесничестве РТ (кв. 296, 318, 208) в летне-осенний период с 2013 по 2016 гг. Целью исследований явилось изучение биоразнообразия грибов, выявление редких, охраняемых видов и выделение ценных лесных экосистем. Сбор плодо-

вых тел грибов осуществлялся маршрутными методами в различных фитоценозах. Название родов и видов даны в соответствии с рекомендациями международного таксономического ресурса (Index Fungorum, 2015).

В результате проведенных микологических исследований на территории Сабинского лесничества (кв. 296, 318, 208) выявлено 50 видов грибов. Частота встречаемости ксилотрофных грибов в лесных сообществах представлена в таблице 1.

Таблица. 1

Распространение аффилофороидных грибов и их индикаторные свойства

Вид гриба	Обилие по Гаасу	Индикаторные свойства	
		старовозрастных лесов	девственных лесов
<i>Armillariella mellea</i> (Vahl) P. Kumm.	1		
<i>Amyloporia sinuosa</i> (Fr.) P. Karst.	2		
<i>Amylocystis lapponicus</i> (Romell) Bondartsev & Singer	2		+
<i>Antrodia serialis</i> (Fr.) Donk	1		
<i>Artomyces pyxidatus</i> (Pers.) Jülich	+		
<i>Auriscalpium vulgare</i> Gray	+		
<i>Bjerkandera adusta</i> (Willd.) P. Karst.	2		
<i>Calocera viscosa</i> (Pers.) Fr.	+		
<i>Coniophora olivacia</i> (Fr.) P. Karst.	3		
<i>Crustoderma dryinum</i> (Berk. & M.A. Curtis) Parmasto	1	+	
<i>Cystostereum murrayi</i> (Berk. et M.A. Curtis) Pouzar	+		+
<i>Daedaleopsis confragosa</i> (Bolton) J. Schröt.	+		
<i>Flammulina velutipes</i> (Curtis) Singer	+		
<i>Fomes fomentarius</i> (L.) Fr.	2	+	
<i>Fomitopsis pinicola</i> (Sw.) P. Karst.	5	+	
<i>Fomitopsis rosea</i> (Alb. & Schwein.) P. Karst.	+	+	
<i>Ganoderma applanatum</i> (Pers.) Pat.	3		
<i>Ganoderma lucidum</i> (Curtis: Fr.) P. Karst.	2	+	
<i>Gloeophyllum abietinum</i> (Bull.) P. Karst.	+		
<i>Heterobasidion parviporum</i> Niemelä & Korhonen	2		
<i>Hymenochaete cruenta</i> (Pers.: Fr.) Donk, Persoonia	1		
<i>Inonotus obliquus</i> (Ach. ex Pers.) Pilát	1		

<i>Ischnoderma resinosum</i> (Schrad.) P. Karst.	+		
<i>Merulius taxicola</i> (Pers.) (Pers.) Bondartsev	+	+	
<i>Merulius tremellosus</i> Schrad.	5		
<i>Phellinus conchatus</i> (Pers.) Quél.	+		
<i>Phellinus hartigii</i> (Pers.: Fr.) Donk, Persoonia	2		
<i>Phellinus igniarius</i> (L.) Quél.	+		
<i>Phellinus nigricans</i> (Fr.) P. Karst.	+		
<i>Phellinus tremulae</i> (Bondartsev) Bondartsev et P.N. Borisov	+		
<i>Phlebia centrifuga</i> P. Karst.	3		+
<i>Phlebia radiata</i> Fr.	+		
<i>Piptoporus betulinus</i> (Bull.) P. Karst.	1		
<i>Porodaedalea pini</i> (Brot.) Murrill	1	+	
<i>Postia caesia</i> (Schrad.) P. Karst.	1		
<i>Postia leucomallella</i> (Murrill) Jülich	+	+	
<i>Postia rennyi</i> (Berk. Et Broom) Rajchenb.	1		
<i>Pycnoporellus fulgens</i> (Fr.) Donk	+	+	
<i>Schizophyllum commune</i> Fr.	1		
<i>Steccherinum ochraceum</i> (Pers.) Gray	+		
<i>Stereum hirsutum</i> (Willd.) Pers.	2		
<i>Stereum sanguinolentum</i> (Alb. & Schwein.) Fr.	2		
<i>Stereum subtomentosum</i> Pouzar	2		
<i>Tomentella</i> sp	+	+	
<i>Trametes gibbosa</i> (Pers.) Fr.	1		
<i>Trametes versicolor</i> (L.) Lloyd	1		
<i>Trametes pubescens</i> (Schumach.) Pilát	+		
<i>Trichaptum abietinum</i> (Dicks.) Ryvarden	4		
<i>Trichaptum biforme</i> (Fr.) Ryvarden	1		
<i>Trichaptum fuscoviolaceum</i> (Ehrenb.) Ryvarden	3		

Основными дереворазрушающими грибами являются *Fomitopsis pinicola*, *Merulius tremellosus*, *Trichaptum abietinum*, *Trichaptum fuscoviolaceum*, которые встречаются повсеместно с обилием в 4 – 5 баллов.

подавляющее большинство зарегистрированных видов (87%) являются сапротрофами и развиваются на мертвой древесине, находящейся на разных стадиях разложения. Изучение породной специализации позволило выделить три группы грибов: приуроченные только к хвойному субстрату, ксилотрофные

грибы, развивающиеся на лиственных породах и группа грибов, обитающих на хвойном и лиственном субстрате.

Анализ субстратной приуроченности показал преобладание видов на хвойной древесине – 50% (это *Antrodia serialis*, *Amyloporia sinuosa*, *Coniophora olivacea*, *Russulporia fulgens*, и др.). На лиственных породах развиваются 44% (*Bjerkandera adusta*, *Phlebia radiata*, *Stereum hirsutum*, *Trametes gibbosa* и др.). Группа «всеядных» ксилотрофных грибов составляет 6% (*Fomitopsis pinicola*, *Ganoderma applanatum*, *Merulius tremellosus*).

Анализ ценотической структуры микобиоты показал, что она характерна для бореальных лесов. Это подтверждается распространением ксилотрофных грибов родов *Antrodia*, *Phlebia*, *Postia* [3].

Состояние лесных экосистем, их значимость, оцениваются не только с позиции биологического разнообразия, но и присутствием в них специализированных, индикаторных видов грибов.

Известные финские микологи [4] предложили две категории индикаторных видов афиллофороидных грибов: грибы-индикаторы старовозрастных лесов, не подвергавшихся сплошным рубкам, и грибы-индикаторы, характерные для старых девственных лесов, не нарушенных хозяйственной деятельностью.

На территории Сабинского участкового лесничества (кв. 296, 318, 208) обнаружено 13 индикаторных видов, в том числе 10 видов для старовозрастных и 3 вида для очень старых девственных лесов (табл. 1). Полученная сумма 16 баллов [4] свидетельствует о ценности лесных экосистем.

Кроме того, в Красную Книгу Республики Татарстан (2016) занесены 4 вида: *Amylocystis lapponicus*, *Phlebia centrifuga*, *Ganoderma lucidum*, *Ischnoderma resinosum*, а *Ganoderma lucidum* включен и в Красную Книгу РФ [5]

Таким образом, биоразнообразие афиллофороидных грибов, а также присутствие редких и индикаторных видов служит надежным показателем особой ценности лесных сообществ Сабинского участкового лесничества, а территория кв. 296 требует введения особого режима охраны.

#### Литература

1. Красная книга Республики Татарстан. Издательство «ИДЕЛ-ПРЕСС». Казань. 2016. – 759 с.
2. Юпина Г.А. Первые данные об афиллофороидных грибах памятника природы «Аю Урмань» (Арский район РТ) / Г.А. Юпина, Е.В. Иванова // Ботанические заметки. – Казань, 2012. - № 3 – С. 33 – 35.
3. Косолапов Д.А. Афиллофороидные грибы среднетаежных лесов Европейского Северо-Востока России / Д.А. Косолапов. – Екатеринбург: УрО РАН, 2008. – 233 с.
4. Kotiranta H. Uhanalaist kaavat Suomessa / H. Kotiranta, T. Niemela. Tonien, uudistet-tu painos. Helsinki: S. Y. E., 1996. 184 p.

5. Красная Книга Российской Федерации (растения и грибы). М.: т-во науч. изд. КМК, 2008б. - 855 с.

## **ЭКОЛОГО-ХОРОЛОГИЧЕСКИЕ КЛАССИФИКАЦИИ В ПРАКТИКЕ ОХРАНЫ ВИДОВ И ЭКОСИСТЕМ**

Рогова Т.В., Кожевникова М.В., Тимофеева Н.О.

Казанский (Приволжский) федеральный университет, Казань, Россия,  
email: tatiana.rogova@kpfu.ru

Положения Концепции устойчивого развития и роль биологического разнообразия в обеспечении населения экосистемными услугами требуют новых подходов в практике решения современных задач его сохранения. В условиях интенсивного использования ландшафтов успешное сохранение видов и экосистем зависит не только от знаний о распространении редких и находящихся под угрозой исчезновения видов растений, животных и грибов на определенных территориях, но и понимания связей биологических видов с экологическими условиями местообитаний. Традиционно используемый подход сохранения видов через издание и ведение Красных книг территориальных субъектов уже достаточно успешно обеспечивает охрану редких видов. Значительно сложнее выявить и обеспечить сохранение всего ценотического и экосистемного разнообразия. Фрагментация растительного покрова и сукцессионная дигрессия сообществ в условиях активного природопользования затрудняют оценку степени этих изменений и сохранения его природных особенностей. Наличие современных электронных баз данных геоботанических описаний, накапливающих сведения как о редких видах, так и о всех других видах, образующих сообщество, существенно облегчают решение задачи сохранения ценотического разнообразия. Включенность таких баз данных в структуру региональных и глобальных ГИС позволяют подойти и к решению задачи сохранения экосистемного разнообразия. Вместе с тем при этом не исчезают трудности выявления самого экосистемного разнообразия. Различные классификационные подходы, применяемые для выделения и построения системы растительных сообществ, в какой-то степени решают задачу. Однако даже эколого-флористический подход классификации растительности по методу Браун-Бланке, широко используемый в мировой практике, не дает четкой картины приуроченности отдельных синтаксономических единиц системы, особенно из разряда высокого ранга, к определенным экотопологическим условиям и соответственно не облегчает практическую задачу сохранения биологического разнообразия конкретного ландшафта. С другой стороны существуют методы ландшафтно-экологического анализа территорий и выделения территориальных единиц, опирающиеся в



первую очередь на знания об условиях абиотической среды и их влиянии на биотическое сообщество. Ландшафтный подход наиболее удобный для целей экологического картографирования и основанного на нем оптимального обустройства территории, тем не менее, не предполагает озабоченности сохранением всего биологического разнообразия ландшафта и тем более его структурных выделов. Кроме того и сами виды растений, животных и грибов воспринимают, «читают» ландшафт по-своему в своем масштабе. В практике сохранения биоразнообразия в последние десятилетия в европейских странах успешно развивается новое направление, основанное на классификации типов местообитаний как природного, так и антропогенного происхождения. Для территории Европы разработана EUNIS (European Nature Information System) Habitat Classification, успешно применяемая в настоящее время не только на территории ЕС, но и в российских регионах, участвующих в европейском проекте Emerald (Изумрудная книга).

Для территории Республики Татарстан была предпринята попытка выявления типов местообитаний видов сосудистых растений на основе классификационного подхода EUNIS. Используя геоботанические описания базы данных Vegetation Database of Tatarstan, входящую в EVA (European Vegetation Archive) - GIVD Database ID: EU-RU-011, были отобраны описания травянистых сообществ, отмечающиеся преимущественно в лесостепных ландшафтах Предволжья и Заволжья на юго-востоке Русской равнины в пределах Республики Татарстан. Отбор описаний осуществлялся по присутствию индикаторных видов, определявшихся экспертно. Используя экспертную систему, встроенную в программу Juice 7.0, была выполнена оценка соответствия отобранных описаний типам местообитаний EUNIS Habitat Classification синтаксонам эколого-флористической классификации Браун-Бланке. Было установлено, что из выборки 80 описаний выявляется соответствие большинства описаний типу экотопа E1 – Dry grassland – сухие луга; из них различаются экотопы E11 - Inland sand and rock with open vegetation – материковая растительность открытых песчаных и каменистых поверхностей и конкретно E11f – континентальные сухие каменисто-степные луга с кустарничками на открытых меловых обнажениях. К типу экотопа E12 - Perennial calcareous grassland and basic steppes – многолетние кальцефильные луга и степи отнесены два экотопа: E12a – Semi-dry perennial calcareous grassland – полусухие многолетние кальцефильные луга и E12b – Continental dry steppe – континентальные сухие степи. Согласно классификации Браун-Бланке большая часть описаний относится к классу Festuco-Brometea. В описаниях экотопа E11f всего отмечено 243 вида сосудистых растений, из них

42 вида растений, занесенных в Красную книгу Республики Татарстан (2016), что составляет 17 % от всех видов флоры. В экотопе E12a выявлено 364 вида, из них 48 видов растений занесены в Красную книгу РТ, что составляет 13 % от всех видов флоры. В описаниях экотопа E12b всего встречено 370 видов растений, из них в Красную книгу включены 50 видов. Наиболее редкими видами являются: *Hedysarum razoumovianum* Fisch. et Helm. (Заказник Чекан, Азнакаевский район), *Serratula cardunculus* (Pallas) Schinschk. (Бугульм. р-он), *Inula germanica* L. (Лениногорский район), *Iris aphylla* L. Waldst. et Kit. (Дрожжановский район, у д. Тат. Шатрашаны), *Linum ucrainicum* Czern. ssp. *uralense* (Juz.) Egor. (Бугульминский район, Коробковский склон), *Stipa zalesskii* Wilensky (Бугульминский район, Макарова гора).

По результатам обработки выборки ряд описаний не были отнесены ни к одному из типов местообитаний классификации EUNIS что, скорее всего, с одной стороны обусловлено экотонным характером растительного покрова в условиях лесостепных ландшафтов, с другой – наличием в них видов растений восточно-европейского и восточно-европейско-сибирского типов ареалов. Остаются открытыми вопросы определения состава синтаксонов низких рангов, союзов, порядков и ассоциаций.

## **MIGRATORY BIRDS ARE THE SOURCE OF HIGHLY TOXIC ORGANIC POLLUTANTS FOR INDIGENOUS PEOPLE IN RUSSIAN ARCTIC**

Pesiakova A.A. , Gusakova E.V., Trofimova A.N., Sorokina T.Yu.

Northern (Arctic) Federal University, Arkhangelsk, Russia

renalee@yandex.ru

The work was supported by the Contract from 14th of March 2017 No. 14.Y26.31.0009 "About the Governmental Grant of Russian Federation for state support of scientific research, conducted under the guidance of leading scientists, in Russian educational organizations of higher education, scientific institutions, coordinated by Federal Agency of Scientific Organizations, and State Scientific Centers of Russian Federation, in terms of the subprogram "Institutional development of the research sector" from the state program of Russian Federation "Development of Science and Technology" for 2013-2020.

PCBs (polychlorinated biphenyls) are highly toxic organic contaminants, accumulating in fat of animals and human, affecting skin, immune system, body organs (liver, respiratory tract)[1, 2, 3, 4]. Serious genetic disruptions occur through cytochrome P450 mediated transformation [5].

Polychlorinated biphenyls are chemically stable, low water soluble, non-flammable, electrically insulating [6]. Due to their properties PCBs have versatile use in industry and agriculture [7].

Severe environmental contamination is established in areas, located in neighborhood with former PCB productions. In 2001 the majority of countries in the world signed Stockholm Convention on Persistent Organic Pollutants, which prohibited the production and utilization of persistent organic pollutants. It is over 10 years since PCB production has been stopped, however its accumulation is determined in samples of air, soil, ice, water, sediments, plankton, birds, fish, mammal animals [8, 9]. Biphenyls pass through biomagnification in trophic chains and tend to retain transboarding transfer with migratory species (birds, fishes, mammals). Human, as a top trophic member, tends to accumulate and magnify highly toxic organic pollutants all over his life. Increased amount of PCBs in the human blood is a result of his/her eating habits. Authors stand a goal to analyze risks for the indigenous people, living in Russian Arctic (Kolguev island, Nenets Autonomous Area), from PCB transboarding transfer with migratory birds.

Generally, diet of indigenous people from Bugrino (Kolguev island) consists of migratory birds (approximately 65.3 goose per capita in a year). Bugrino inhabitants were asked about most valuable migratory bird species, which are caught on their territory and consumed as a food. Based on the results of questionnaire, it was found that in the spring and autumn period in this area the diet of the local population consisted of members of Anatidae family – the Taiga Bean-Goose (*Anser fabalis*), Greater White-fronted Goose (*Anser albifrons*), Lesser White fronted Goose (*Anser erythropus*), Barnacle Goose (*Branta leucopsis*) as well as the eggs of these species and eggs of the Tundra Swan (*Cygnus columbianus columbianus*) and Long-tailed Duck (*Clangula hyemalis*).

All of these species can be potential sources of the various PCBs in the human population on the Russian north. In avian species, PCB bioaccumulation depends on the many factors, such as sex and age of the bird, but the most important factors are the diet and residence time in PCB-contaminated areas.

The Taiga Bean-Goose (*Anser fabalis*) and Greater White-fronted Goose (*Anser albifrons*) are both have breeding grounds in the high Arctic region and their wintering grounds in the territory of German and Netherlands [10, 11]. Both of them are herbivorous species, which diet consist of herbs, grasses, mosses and sedges, complemented during the winter with grain, corn, oats, wheat, rice and barley, beans, potatoes and sprouting winter cereal crops from the agricultural land [10, 11, 12].

The Lesser White-fronted Goose (*Anser erythropus*) breeds in the northern Russian region, on the Taimyr Peninsula, to the west and east of Pechora river and Yamal and Gydan peninsulas. The migratory way of this specie is around the Black and Caspian Seas, in the Azerbaijan, Iraq and Uzbekistan [11]. This specie is herbivorous, feeding by roots, stems, leaves, completed its diet with agricultural grains during the winter [12].

The Barnacle Goose (*Branta leucopsis*) breeds in the Arctic tundra and winter in the Netherlands and the north of German [11, 13]. The diet of this specie consists of the stems, grasses, sedges, aquatic plants, herbs and shrubs, but in winter it is also completed with the agricultural grain and vegetables [10, 11, 12].

Such species as the Tundra Swan (*Cygnus columbianus columbianus*) and Long-tailed Duck (*Clangula hyemalis*) are not included in the indigenous peoples ration, but the eggs of these species are part of their diet in the spring. Nowadays, it is already known that through the eggs birds remove some PCBs from their organism. Therefore by the consumption of eggs indigenous peoples also can get a sufficient amount of PCBs. Compare to the previously discussed members of the Anatidae family, these two species show a preference for the marine foods as well as the plant material and in this case we can suggest the presents not only the evidence of PCBs bioaccumulation, but also the biomagnification of PCBs via the trophic chain. Due to the consumption of the marine and fresh water invertebrates and fish, these birds undergo the higher chance to obtain the bigger amount of PCBs.

The Long-tailed Duck (*Clangula hyemalis*) is a species, which breeds on the north of Russia and winters mainly in Germany, Lithuania and Sweden. This species diet consists of the crustaceans, molluscs and fish, but it also takes the freshwater insects and their larvae, algae and grasses.

The Tundra Swan (*Cygnus columbianus columbianus*) migrates between its Arctic breeding and European wintering grounds. Its wintering occurs mostly in Netherlands and the United Kingdom [10, 11, 13]. This species diet consists of the estuarine invertebrates such as molluscs, amphipods and polychaete worms, as well as the herbaceous tundra vegetation, but during the winter its diet completed with the agricultural grain and vegetables (e.g. potatoes and sugar beet) [10, 11].

Based on the study of migratory ways and diet of the birds species which contribute a lot to the diet of the indigenous people of the Russian north we identified some key regions, which can be the area potentially associated with the spread of PCBs – Western Europe (such countries as Netherlands, Germany, France and etc.) and East Asian (Uzbekistan, Iran and Iraq).

There is a long history of PCBs using in the agriculture of these countries, where many of PCBs were used as the pesticides and insecticides. The most dangerous aspect of using pesticides in those fact, that only 0.1 to 1 % of these substances rich the place where they were directed, while the 99% are fall to the soil, water, air and to the agricultural products [15, 16].

Taking to account the way of migration and diet preferences of the commercial bird species of the NAA, we can suggest that it is a possible way of the PCBs transport from the PCB-contaminated areas from the Europe and the territory of the East Asian. Most of the studied species are herbivorous, which winter and feeding in the territory of Netherland, Germany and Uzbekistan, predominantly on the agricultural land (pastures, arable fields, rice-paddies, damp steppe grassland). Previously these countries actively produced and used the various chlorine organic pesticides in the agriculture and due to the PCB's slow degradation rate and its ability to be preserved in the environment, these areas still can be potential source of the persistent organic pollution.

#### References

- 1 Environment Canada. Meeting Background Report, Vol. IV. Prepared for International Experts Meeting on Persistent Organic Pollutants Towards Global Action, Vancouver, Canada, June 1985.
- 2 Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR). "ToxFAQs: Polychlorinated Biphenyls." URL: <http://atsdr1.atsdr.cdc.gov:8080/tfacts17.html> , Atlanta, Gerogia, USA, 1997.
- 3 International Agency for Research on Cancer (IARC). IARC Monographs, Supplement 7. URL: <http://193.51.164.11/htdocs/Monographs/Suppl7/PolychlorinatedBiphenyls.html> , Lyon, France, 1987.
- 4 Memorandum of State Committee for Environmental Protection N165, 13th April, 1999. ПРИКАЗ ГОСКОМЭКОЛОГИИ РФ ОТ 13.04.99 N 165 О РЕКОМЕНДАЦИЯХ ДЛЯ ЦЕЛЕЙ ИНВЕНТАРИЗАЦИИ НА ТЕРРИТОРИИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ ПРОИЗВОДСТВ, ОБОРУДОВАНИЯ, МАТЕРИАЛОВ, ИСПОЛЬЗУЮЩИХ ИЛИ СОДЕРЖАЩИХ ПХБ, А ТАКЖЕ ПХБ СОДЕРЖАЩИХ ОТХОДОВ.
- 5 Mills R. A., Mills C. D., Dannan G. A., Guengerich F. P. and Aust S. D. (1985) Studies on the structure-activity relationships for the metabolism of polybrominated biphenyls by rat liver microsomes. Toxicol. appi. Pharmat. 78, 96-104.
- 6 Tanabe S. (1988) PCB problems in future: foresight from current knowledge. Environ. PoNut. 50, 5-28.

- 7 Guidelines for Identification of PCBs and Materials Containing PCBs. United Nations Environment Programme. UNEP. First Issue. Geneva, Switzerland, August 1999.
- 8 Waid J. S. (Editor) (1987) PCBs and the Environment, Vols. Z-III. CRC Press, Boca Raton, FL.
- 9 Grimm, F., Hu, D., Kania-Korwel, I., Lehmler, H., Ludewig, G., Hornbuckle, K., Robertson, L. (2015). Metabolism and metabolites of polychlorinated biphenyls (PCBs). *Critical Reviews in Toxicology*, 45(3), 245–272. <http://doi.org/10.3109/10408444.2014.999365>.
- 10 del Hoyo, J.; Elliot, A.; Sargatal, J. 1992. Handbook of the Birds of the World, vol. 1: Ostrich to Ducks. Lynx Edicions, Barcelona, Spain.
- 11 Kear, J. 2005. Ducks, geese and swans volume 1: general chapters; species accounts (Anhima to Salvadorina). Oxford University Press, Oxford, U.K.
- 12 Johnsgard, P.A. 1978. Ducks, geese and swans of the World. University of Nebraska Press, Lincoln and London.
- 13 Madge, S.; Burn, H. 1988. Wildfowl. Christopher Helm, London.
- 1] Borlakoglu, J.T.; Haegele, K.D., 1991. Comparative aspects on the bioaccumulation, metabolism and toxicity with PCBs, *Comparative Biochemistry and Physiology Part C: Comparative Pharmacology*, Volume 100, Issue 3, 1991, Pages 327-338, ISSN 0306-4492, [http://dx.doi.org/10.1016/0742-8413\(91\)90004-D](http://dx.doi.org/10.1016/0742-8413(91)90004-D).
- 15 Moiseenko T.I. Aquatic ecotoxicology: fundamental and applied aspects. M.: Science, 2009, 400 p.
- 16 Barron, M.G.; Galbraith, H.; Beltman, D., 1995. Comparative reproductive and developmental toxicology of PCBs in birds, *Comparative Biochemistry and Physiology Part C: Pharmacology, Toxicology and Endocrinology*, Volume 112, Issue 1, 1995, Pages 1-14, ISSN 0742-8413, [http://dx.doi.org/10.1016/0742-8413\(95\)00074-7](http://dx.doi.org/10.1016/0742-8413(95)00074-7).



## Секция 5

### Математические методы и ГИС технологии в экологии и природопользовании.

---

#### **ГИС-КАРТИРОВАНИЕ РАСТИТЕЛЬНОСТИ И ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРЕДЕЛЬНО ДОПУСТИМОЙ ЧИСЛЕННОСТИ СОЗДАВАЕМОЙ ПОПУЛЯЦИИ ЛОШАДИ ПРЖЕВАЛЬСКОГО НА УЧАСТКЕ «ПРЕДУРАЛЬСКАЯ СТЕПЬ» ГОСУДАРСТВЕННОГО ПРИРОДНОГО ЗАПОВЕДНИКА «ОРЕНБУРГСКИЙ»**

Федоров Н.И.<sup>1</sup>, Михайленко О.И.<sup>2</sup>, Жарких Т.Л.<sup>3</sup>, Бакирова Р.Т.<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Уфимский Институт биологии РАН, Уфа, Россия, fedorov@anrb.ru

<sup>2</sup> Уфимский государственный нефтяной технический университет, Уфа, Россия

<sup>3</sup> Заповедники Оренбуржья, Оренбург, Россия

В мире насчитывается около двух тысяч особей лошади Пржевальского. В 2015 году Правительство Российской Федерации передало Оренбургскому заповеднику территорию бывшего военного полигона площадью 16.5 тысяч гектаров для создания нового заповедного участка «Предуральская степь» (УПС), на который при поддержке Степного проекта Программы развития ООН и Глобального экологического фонда были завезены 6 лошадей Пржевальского в рамках проекта по восстановлению этого вида. Для продолжения проекта была необходима оценка допустимой численности популяции этого вида на территории УПС.

Цели исследования – создание ГИС-карты растительности УПС в масштабе 1:25000, анализ запасов пастбищного корма и определение предельно допустимой численности создаваемой популяции лошади Пржевальского.

В июне-июле 2016 года на территории УПС были заложены 1354 пробных площади, на которых проведены геоботанические описания, позволяющие отнести их к единицам типологии растительности заповедника, ранее разработанной сотрудниками Ботанического сада-института Уфимского НЦ РАН С.М. Ямаловым, М.В. Лебедевой и Я.М. Головановым. Для этих типов растительности в год проведения исследований была проанализирована общая продуктивность травяного яруса и продуктивность поедаемого пастбищного корма. В полевой период в качестве картографической основы использовались снимки космических аппаратов Ресурс-П, Landsat 7 и Landsat 8, загруженные в программу NextGIS Mobile на планшетах под управлением Android. В камеральный период для создания ГИС-карты использовалась программа QGIS и мультис-

пектральные снимки с вышеназванных космических аппаратов. Выделяемые в процессе картирования полигоны представляли собой простые и комплексные контуры растительности. Простые контуры включали растительность одного типа, а комплексные – двух-трех типов. Таблицы атрибутов слоев, каждый из которых представляет один доминирующий тип растительности, содержали информацию о соотношении основного и сопутствующих (если они были) типов растительности, заустаренности, площади, запаса пастбищного корма и др. Всего при проведении картирования растительности УПС выделено 1931 простых и комплексных полигонов 26 типов и подтипов растительности и одного типа, представляющего прочие не растительные объекты.

На основе рассчитанных площадей, занимаемых типами растительности, и их пастбищной продуктивности были определены запасы поедаемого пастбищного корма на территории УПС в оптимальном по погодным условиям 2016 году (304517 ц в сухом весе). С учетом предложенных для сопредельной с УПС территории поправочных коэффициентов на снижение запасов пастбищного корма в зимний период, а также падения продуктивности растительных сообществ в засушливые годы [1,2], общий запас поедаемого пастбищного корма в неблагоприятный год будет составлять в среднем 83796 ц в сухом весе.

Анализ литературных данных [3] и собственных данных Т.Л. Жарких по суточному потреблению пастбищного корма показал, что в климатических условиях УПС в течение одного календарного года одной лошади Пржевальского требуется в среднем 26,0 ц поедаемого пастбищного корма в сухом весе. Таким образом, предельно допустимая численность лошади Пржевальского на территории УПС может составить до 1769 особей при средней плотности 0,11 особь/га. Однако в связи с пока еще недостаточным количеством мест водопоя для животных в засушливые годы на территории УПС может возникнуть резкое возрастание пастбищной нагрузки на прилегающие к местам водопоя территории. Поэтому, до оборудования дополнительных мест водопоя и проведения мониторинга влияния выпаса на прилегающую к ним растительность, рассчитанная выше допустимая численность особей лошади Пржевальского и их плотность должны быть снижены не менее чем в 2 раза. Таким образом, она будет составлять 800-900 голов, что, тем не менее, в 1.5 раза превышает необходимую минимальную численность для создания самоподдерживающейся популяции [4].

Оценка допустимой численности особей лошади Пржевальского позволила продолжить проект по реинтродукции этого вида. В настоящий момент заве-



зена еще одна партия лошадей из Венгрии, и численность особей составила 20 голов. Заповедник готовится к завозу следующих партий лошадей.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Юнусбаев У.Б. Пастбищная дигрессия и постпастбищная демутация степей Башкирского Зауралья (на примере Баймакского района): Дис. ... канд. биол. наук. – Уфа. – 2000. – 229 с.
2. Юнусбаев У.Б. Оптимизация нагрузки на естественные степные пастбища. Методическое пособие. – Саратов: Изд-во «Научная книга». – 2001. – 48 с.
3. Позднякова М.К., Жарких Т.Л., Ясинецкая Н.И., Колесников М.П. Количественная оценка питания полувольной группировки лошади Пржевальского (*Equus przewalskii*) в степном местообитании (заповедник «Аскания Нова») // Зоологический журнал. – 2011. – Т. 90. – № 3. – С.368-376.
4. Франклин Я.Р. Эволюционные изменения в небольших популяциях // Биология охраны природы / Под ред. М. Сулея, Б. Уилкокса. Пер. с англ. – М.: Мир. 1983. – С.160–176.

### **ОЦЕНКА ПОСЛЕДСТВИЙ ТРАНСФОРМАЦИИ ДНИЩА ДОЛИНЫ РЕКИ В РЕЗУЛЬТАТЕ ПРОХОЖДЕНИЯ ЭКСТРЕМАЛЬНОГО ПАВОДКА (НА ПРИМЕРЕ Р. НИИДЫ, ЯПОНИЯ)\***

Ботавин<sup>1</sup> Д.В., Голосов<sup>1,2,3</sup> В.Н., Коноплев<sup>3</sup> А.В., Вакияма<sup>3</sup> Ю.

<sup>1</sup>Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, г. Москва, Россия, dmitry\_botavin@mail.ru;

<sup>2</sup>Казанский (Приволжский) федеральный университет, Казань, Россия;

<sup>3</sup>Университет Фукусимы, Япония

Паводки редкой обеспеченности обычно приводят к значительным перестройкам русла в пределах днищ речных долин и зачастую одновременно наносят значительный ущерб инфраструктуре и приводят к человеческим жертвам. Тем не менее, иногда складывается положение, когда подобные паводки одновременно позитивно сказываются на экологической ситуации.

Исследования проводились в бассейне р. Ниида, расположенном в префектуре Фукусима на северо-восточном побережье острова Хонсю. Здесь в середине сентября 2015 года при прохождении тайфуна Итаэ на приморской равнине выпало 385 мм осадков с максимумом в последний день, а в верховьях бассейна за те же 6 дней выпало 456 мм, что составляет практически половину годовой нормы осадков, что привело к формированию экстремального паводка. Важно отметить, что в верхней части бассейна дождь с максимальным слоем и интенсивностью выпал в предпоследний день, когда почва уже была перенасыщена влагой. Именно эта территория в наибольшей степени пострадала от

---

\* Работа выполнена при финансовой поддержке проекта РФФИ №16-05-00815.

радиоактивного загрязнения после аварии на АЭС Фукусима-1 в марте 2011 года.

Цель работы заключалась в оценке последствий трансформации днища долины в нижнем течении р. Нииды, протяжённостью около 14 км, произошедшей в сентябре 2015 г. в результате экстремального выпадения осадков, и прохождения после этого паводков редкой обеспеченности. Также выявлялось влияние этих трансформаций на уровни радиоактивного загрязнения днища долины.

Для анализа использовалась пара космических снимков высокого разрешения (размер пиксела 0.5 м), полученных с помощью программы Google Earth. Один снимок сделан 1 июня 2015 г., второй – 12 ноября 2015 г. Указанное выше экстремальное событие произошло между этими датами.

Определение положения русла, зон аккумуляций и эрозии в русле, а также площадей свежей аккумуляции в русле и пойме выполнено в программном пакете ESRI ArcGIS в режиме геодататбазы, позволяющего автоматически формировать в атрибутивных данных создаваемых векторных объектов искомые характеристики (длину, площадь). Проект создан в 54-й зоне проекции UTM в прямоугольной системе координат. Таким образом, получаемые величины выражались сразу в метрах (квадратных метрах). Перед началом обработки снимки были приведены к одному масштабу и совмещены друг с другом по жёстким опорным точкам. Оцифровка велась в рабочем масштабе экрана, соответствующем 1:1000.

В первую очередь выполнена оцифровка положения русла (уреза воды) для каждого снимка. Далее, путём одновременной визуализации положения русла происходила полуавтоматическая оцифровка контуров – площадей, соответствующих размыву русла (эрозии), либо свежей аккумуляции.

Отдельно, по снимку от 12 ноября было оцифровано положение зон аккумуляции свежих наносов в русле и на пойме. Диагностическим признаком «свежести» отложений выступило наличие на более раннем снимке закреплённой растительности в местах будущей «разгрузки» потока.

После выполнения оцифровки и анализа полученных данных весь участок был разделён на отдельные фрагменты, соответствующие разным морфодинамическим типам русла (по Р.С. Чалову). С определёнными допущениями выделено 3 типа русел: относительно прямолинейные, разветвлённые на рукава, мандрирующие. Всего получен 21 фрагмент днища долины, для каждого из которых подсчитаны параметры излучин, а также характеристики и соотношение площадей эрозии, аккумуляции и свежих наносов.

Нижнее течение р. Нииды в пределах приморской равнины условно разделено на 3 участка по степени кинетичности потока: полугорные русла, полугорно-равнинные и равнинные. Для каждого из участков были проведены измерения мощности дозы радиоактивного загрязнения и сопоставлены с измерениями мощности дозы до прохождения экстремального паводка.

Площадь зон размыва больше всего на полугорном и полугорно-равнинном участках и составляет 10.7-11.0 тыс. м<sup>2</sup>. Эта же величина на равнинном участке примерно вдвое меньше. Площадь зон аккумуляции в пределах равнинного участка, наоборот, максимальна и достигает 11.2 тыс. м<sup>2</sup>, а для полугорного и полугорно-равнинного участка она равна 4.1 и 6.2 тыс. м<sup>2</sup>, соответственно. Площадь аккумуляции свежих наносов в русле и на пойме на полугорном участке достигает 15.7 тыс. м<sup>2</sup>, на полугорно-равнинном и равнинном – 23.4 и 23.9 тыс. м<sup>2</sup>, соответственно.

На полугорном и полугорно-равнинном участках площади размывов в русле сильно превышают площадь аккумуляции. При этом, в полугорно-равнинной зоне аккумуляция в русле уже начинает возрастать, одновременно с ростом аккумуляции на пойме, где она максимальна по площади. На равнинном участке фактически существует баланс аккумуляции и размыва русла, но произошла перестройка русла. При этом, в целом для полугорного участка отношение площадей эрозии к аккумуляции составляет 5.0; для полугорно-равнинного участка – 3.1; для равнинного – 1.2.

Стоит отметить, что в прямолинейных руслах площадь эрозии превышает площадь аккумуляции более, чем в 8 раз, что говорит о бóльшей транспортирующей способности потока. Для остальных двух типов русла эрозия преобладает «всего» в 2-3 раза. Также здесь более значительна аккумуляция свежих наносов. Это заключение справедливо для переформирований русла реки.

Для разветвлённых русел максимальная удельная площадь эрозии больше всего в полугорной зоне (13.9 тыс. м<sup>2</sup>/км) и убывает вниз по течению, составляя на равнинном участке 5.4 тыс. м<sup>2</sup>/км. Удельная площадь аккумуляции, наоборот, на полугорном участке меньше всего (0.6 тыс. м<sup>2</sup>/км) и увеличивается при перемещении к равнинному участку (7.3 тыс. м<sup>2</sup>/км). Удельная площадь свежих наносов на пойме больше всего на полугорном (22.7 тыс. м<sup>2</sup>/км) и равнинном (26.6 тыс. м<sup>2</sup>/км) участках.

Для меандрирующих русел удельные площади эрозии (10.0-11.5 тыс. м<sup>2</sup>/км), аккумуляции в русле (3.8-4.9 тыс. м<sup>2</sup>/км) и свежей аккумуляции на пойме (22.2-22.6 тыс. м<sup>2</sup>/км) примерно равны между собой для полугорного и полу-

горно-равнинного участков, но в 1.3-3.0 раза меньше таковых на равнинном участке.

Измерения мощности дозы радиоактивного загрязнения на пойме р. Нииды в её нижнем течении показали её значительное (в 2-3 раза) сокращение на участках аккумуляции наносов. При этом, на участках поймы, где аккумуляция наносов не наблюдалась мощность дозы радиоактивного загрязнения осталась неизменной. Экстремальное наводнение, произошедшее в бассейне р. Нииды, привело к существенным трансформациям днища долины реки в её нижнем течении в пределах приморской равнины. Оно также сказалось на радиоэкологической ситуации в днище долины, в целом существенно улучшив её.

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ ДЛЯ СОЗДАНИЯ ЦИФРОВЫХ ПОЧВЕННЫХ КАРТ НА ПРИМЕРЕ ХОЗЯЙСТВА СЕВЕРА УДМУРТСКОЙ РЕСПУБЛИКИ**

Докучаев П.М., Мешалкина Ю.Л.

Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, г. Москва,  
Россия, pashadokuchaev@gmail.com

Обновление крупномасштабных почвенных карт является важным условием для ведения рационального землепользования. Одним из решений этой проблемы может стать использование математических моделей для предсказания пространственного распределения почв и их свойств.

Целью работы было построение крупномасштабных цифровых почвенных карт путем моделирования с использованием математических моделей, таких как множественная логистическая регрессия, деревья решений C5, методы случайного леса, регрессионных деревьев и опорных векторов, а также сравнение цифровых почвенных карт с существующей крупномасштабной почвенной картой. В результате обследования 2014-2016 гг. на территории хозяйства «Чура», расположенного в Вятско-Камской провинции дерново-подзолистых почв южной тайги, было выбрано 8 крупных условных почвенных групп (дерново-подзолистые несмытые, слабосмытые, среднесмытые, сильносмытые и намывные почвы, светло-серые лесные, дерново-глеевые и аллювиальные почвы), позволяющих отразить все представленные типы почв и распределение смытых почв на территории исследования площадью 19 кв. км. Входными данными при моделировании выступали следующие факторно-индикационные переменные (ковариаты): морфометрические характеристики рельефа, характер землепользования, индекс NDVI. База данных из 166 точек обследования состояла из 23 полнопрофильных разреза, 93 полуям и 50 прикопок и использовалась как ос-

нова для обучения математических моделей. Для каждого вида модели проводилась проверка ее устойчивости на основе перекрестной проверки (кросс - валидации) на основе 100 итераций, в результате каждой из которых было построено 100 карт. Для построения каждой из этих карт случайным образом из обучающей выборки отбиралось 146 точек (88 %) точек для ее создания, а на оставшихся 20 точках (12 %) проводилась ее проверка. Для каждой полученной карты по результатам перекрёстной проверки вычислялась каппа устойчивости модели, а также точность предсказания отдельных почвенных групп. Для интерпретации результатов для каждой модели выбиралась карта, построенная на основе модели со средней каппой устойчивости.

Моделирование пространственного распределения условных почвенных групп пятью методами показало, что наибольшая точность предсказания всеми моделями характерна для дерново-подзолистых слабосмытых (от 68,8 до 86,2 %) и среднесмытых (от 54,7 до 67,1 %) почв. Наибольшая средняя каппа устойчивости модели 0,44 наблюдается в случае моделирования на основе множественной логистической регрессии. Карты, построенные на основе моделей множественной логистической регрессии и метода опорных векторов, ближе соответствуют существующей почвенной карте.

Визуальная интерпретация полученных карт и сравнение их с существующей картой, а также количественная оценка точности выделения отдельных почвенных групп и капп устойчивости моделей показали, что использование моделей множественной логистической регрессии и метода опорных векторов при пространственном предсказании распределения условных почвенных групп позволяет достоверно провести почвенное картографирование исследуемого участка территории в отличие от других использованных в исследовании математических моделей.

## **ГЕОПОРТАЛ «РЕЧНЫЕ БАССЕЙНЫ ЕВРОПЕЙСКОЙ РОССИИ»**

Ермолаев О.П., Мухарамова С.С., Гаязов А.И., Ермолаева П.О.

Казанский (Приволжский) федеральный университет, Казань, Россия

ohermol@gmail.com

Для крупного региона России – ее Европейской части (около 4 млн. кв.км) – в рамках исследований по гранту Российского Научного Фонда «География и геоэкология рек и речных бассейнов Европейской части России: пространственный анализ, оценка и моделирование» (проект № 15-17-10008) проводятся фундаментальные научные исследования по географическому анализу бассейнов малых рек. Актуальность и новизна исследований заключается в том,

что впервые для большой и наиболее плотно заселенной территории России с использованием современных информационных технологий и методов пространственного анализа дается географическая характеристика десятков тысяч речных бассейнов, устанавливаются ландшафтно-географические закономерности их развития, проводится интегральная количественная оценка и картографирование геоэкологического состояния речных бассейнов. Впервые создаются специализированная ГИС и геопортал открытого пользования на речные бассейны Европейской части России, где тематическая, аналитическая и комплексная геоинформация представлена с высокой степенью пространственной детальности для территории таких размеров. В настоящее время создана специализированная геоинформационная система, а также разработан и размещен в сети Интернет специализированный геопортал «Речные бассейны Европейской России» (первая версия): <http://kpfu.ru/ecology/nauchno-issledovatel'skaya-rabota/rechnye-bassejnyevropejskoj-rossii>. На геопортале с помощью картографических веб-сервисов отображается основная часть геоданных, накопленных в ГИС проекта по текущим результатам работы.

Основное содержание геопортала - слой «Бассейны», содержащий около 54 000 полигональных объектов - картографических моделей бассейнов малых рек и их межприточных пространств. Границы бассейнов выделены с применением авторской методики на основе модели рельефа GMTED2010 (<https://lta.cr.usgs.gov/GMTED2010>). Пространственная детальность соответствует региональному уровню генерализации (М 1:1 000 000).

Природно-антропогенные характеристики бассейнов включают морфометрические характеристики рельефа в бассейне (средняя высота, средняя крутизна склонов, эрозионный потенциал рельефа и др.), обобщенные на бассейн климатические показатели (средняя годовая температура воздуха, повторяемость (в %) сильных морозов, сумма активных температур, среднее годовое количество осадков, гидротермический коэффициент и др. - всего 16 показателей), преобладающие в бассейне класс дочетвертичных отложений, тип почвообразующих пород, тип почв, показатели лесистости, распаханности, залуженности бассейна, подтип ландшафта.

Для предоставления информации о характеристиках стока рек на геопортале размещен слой «Гидропосты» - гидрологические посты Росгидромета (1763 точечных объекта), обеспеченные данными о среднегодовых расходах воды. Информацией о гидропостах служат опубликованные материалы долгосрочных режимных наблюдений на гидрологических постах - «Ресурсы по-



верхностных вод СССР» и открытые данные ФГБУ «ВНИИГМИ-МЦД» (<http://meteo.ru/data/>).

Нами предоставлен публичный (открытый) доступ к разработанному ресурсу. Любой пользователь, посетивший геопортал, имеет возможность ознакомиться с опубликованной на нем картой бассейнов, с информацией о природно-антропогенных характеристиках бассейнов, сохранить заинтересовавшую его информацию (в табличном виде). Можно увидеть местоположения постов гидрологических наблюдений и получить информацию о длительности наблюдений за стоком воды и стоком взвешенных наносов на постах.

Разработанный геопортал рассматривается нами как первая версия. С целью оптимизации содержания геопортала, определения целевого круга его потребителей проведены экспертные интервью (на онлайн платформе «Тестграф») с профессорско-преподавательским составом, научными работниками (экологи, географы, социальные экологи, социологи и т.д.), представителями проектных и экологических организаций, представителями государственного сектора, СМИ и экологических НКО из разных регионов России. Доработка геопортала проводится как в части расширения размещаемого набора геоинформации, так и в части совершенствования функционала, отображения данных на геопортале в виде тематических, аналитических и комплексных карт, предоставления возможности скачивания геоданных.

## **ОПЫТ ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКОГО РАЙОНИРОВАНИЯ ТЕРРИТОРИИ ЕВРОПЕЙСКОЙ ЧАСТИ РОССИИ НА ОСНОВЕ КОМПЛЕКСНОГО АНАЛИЗА МОРФОМЕТРИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК РЕЛЬЕФА**

Харченко С.В.<sup>1,2</sup>, Мухарамова С.С.<sup>1</sup>, Ермолаев О.П.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Казанский (Приволжский) федеральный университет, Казань, Россия

<sup>2</sup> Институт географии РАН, [har4enkkoff@rambler.ru](mailto:har4enkkoff@rambler.ru)

В докладе представлена методика и приведены результаты первых попыток проведения автоматизированного геоморфологического районирования (ГР) территории Европейской части России. ГР, по устоявшимся в геоморфологии принципам, должно отражать различия участков территории по морфологии, генезису и возрасту рельефа. В случае использования для районирования не всех трех, а только двух или даже одного из классификационных признаков, получаемый результат не является строго ГР. Многие специалисты вполне убедительно доказывают, что провести полноценное ГР только по морфологическим признакам невозможно. Вместе с тем, кажется неправильным, когда такие

попытки признаются заведомо провальными, это может тормозить развитие геоморфометрии и геоморфологии в целом. Исследования с использованием новых методов районирования и наборов морфометрических характеристик рельефа направлены на достижение приемлемого качества автоматизированного ГР.

Используемый нами метод районирования — кластеризация объектов на основе самоорганизующихся отображений Кохонена. Входными объектами для кластеризации являются т. н. «операционно-территориальные единицы» (ОТЕ), которыми могут быть любые контуры на территории, выделенные по одному и тому же принципу. В нашем случае, в качестве ОТЕ избирались речные бассейны, примерно соответствующие третьему порядку рек/бассейнов по системе ординации Стралера-Философова. Каждая такая ОТЕ характеризуется рядом («вектором») величин, отражающих особенности устройства рельефа в ее границах. Среда реализации алгоритма и последующей визуализации результатов — R. Кроме того, результаты могут быть сохранены в виде файла \*.shp, в котором каждому объекту в соответствие поставлен номер нейрона самоорганизующейся сети. Для большего удобства результаты также могут быть выведены в файл \*.som, что позволяет визуализировать их и вести дальнейший анализ в Scanex Image Processor.

В конечном счете, удачность ГР зависит от ряда условий: 1) правильно выбранная ОТЕ, 2) репрезентативный набор метрик рельефа, отражающий различия не только его морфологии, но и генезиса, и даже возраста, 3) удачные параметры построения самой нейронной сети. Одной из проблем осуществления ГР является отсутствие абсолютно корректных эталонов проведения границ типов рельефа. Получаемая схема ГР (границ типов рельефа) нуждается в проверке корректности путем сравнения с «заведомо правильными», проведенными экспертным методом границами. Нами для этой цели использовалась Геоморфологическая карта СССР масштаба 1:2 500 000. В более крупном масштабе рельеф всей территории ЕЧР в единой легенде никогда не картографировался. Подчеркнем, что абсолютная точность экспертного выделения границ — необходимое допущение, которое, однако, часто не адекватно действительности.

Наиболее важное условие проведения удачного ГР — подбор репрезентативных метрик. Все геоморфометрические параметры четко подразделяются на локальные и фокальные. Первые — в основном, общеизвестные характеристики, которые хотя бы теоретически могут быть определены в точке (высота, крутизна, экспозиция, виды кривизны и т.д.). Они оказываются малоинформативными при попытке разделить некоторые типы рельефа, в которых статистические



распределения данных параметров близки (к примеру, моренные и эрозионно-денудационные равнины). Очевидно, однако, что эти типы рельефа отличаются самым «рисунком горизонталей». Для того чтобы уловить эти отличия (и, тем самым, разделить ОТЕ, относящиеся к разным типам рельефа), необходимо использовать т. н. фокальные метрики. Эти параметры характеризуют заданную окрестность точки, причем от выбора формы и площади охвата этой окрестности зависит получаемый результат. Большую пользу может принести использование спектральных фокальных характеристик, пока еще почти не разработанных, но способных характеризовать поверхность по степени пространственной периодичности колебаний показателя абсолютной высоты и/или ее производных. В границах каждой ОТЕ исследователь получает целый набор (распределение) как локальных, так и фокальных метрик. Для характеристики самого распределения можно использовать показатели среднего, медианы, минимума и максимума, стандартного отклонения, общего и межквартильного размаха и др.

По результатам классификации все входные ОТЕ распределяются по 225 нейронам (нами использовалась ортогональная сетка 15\*15 нейронов). Каждый нейрон, с отнесением к нему все новых объектов, меняет свое положение, деформируя, таким образом, всю сеть. В итоге регулярная сеть превращается в сложную конструкцию, в которой близкородственные по совокупности параметров нейроны оказываются рядом друг с другом, а наиболее непохожие — на противоположных краях сети. Используемое количество нейронов может и должно быть заведомо большим, чем искомое число типов рельефа. В случае большой близости нейронов (когда они относятся к одному типу рельефа), образуется «куст», который в ходе интерпретации можно объединить в один объект. Если же использовать количество нейронов, сопоставимое с количеством искомых типов рельефа, можно оказаться в ситуации, когда разные типы рельефа будут отнесены к одному нейрону. Речь, таким образом, идет о чувствительности модели, зависящей от количества нейронов.

По итогам классификации построена схема геоморфологического районирования территории Европейской части России.

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда (проект №15-17-10008).

## РАЗНОМАСШТАБНОЕ ПРОСТРАНСТВЕННОЕ ВАРЬИРОВАНИЕ СОДЕРЖАНИЯ НЕФТЕУГЛЕВОДОРОДОВ В ПОЧВАХ НА МЕСТОРОЖДЕНИИ КАТАНГЛИ ОСТРОВА САХАЛИН

Липатов Д.Н.

Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, г. Москва, Россия, dlip@soil.msu.ru

На нефтедобывающих территориях в результате разливов нефти в почвах формируются протяженные ореолы загрязнения со сложным радиальным и латеральным строением и контрастностью. Пространственная структура загрязнения почв проявляется на разных масштабах: от неоднородности состава почвенных агрегатов до крупных ореолов, охватывающих протяженные территории. Актуальной задачей, направленной на оптимизацию систем экологического мониторинга, является статистический анализ варьирования содержания нефтеуглеводородов в почвах на нескольких пространственных уровнях с учетом погрешностей процедур пробоотбора, пробоподготовки и анализа.

Исследования проводились в 2007 г. на промышленных площадках месторождения Катангли (северо-восток о. Сахалин). Почвы – хемо-техноземы, характеризующиеся различной степенью механического нарушения и химического загрязнения. На четырех участках отбирали по два латеральных монолита длиной 10 см из слоя 0–5 см, которые в лабораторных условиях разрезались и анализировались по 1-сантиметровым слоям. Содержание суммы нефтеуглеводородов в почвенных пробах определяли методом инфракрасной спектроскопии в соответствии с ПНДФ 16.1:2.2.22–98 в двух повторностях. Полученный экспериментальный материал применим для оценки пространственного варьирования на трех масштабах рассмотрения. При этом вариабельность 1-сантиметровых проб в пределах 10-сантиметровых латеральных монолитов можно рассматривать в качестве микроварьирования, между монолитами на площадках 0,25 га – в качестве мезоварьирования, между этими площадками по всей территории месторождения 20 км<sup>2</sup> – в качестве макроварьирования. Реализованная схема формирует трехфакторный иерархический дисперсионный комплекс.

Для участков разливов нефти отмечен логнормальный закон распределения нефтеуглеводородов в почвах и высокие коэффициенты вариации, равные 90–165%. В периферийных зонах промышленных площадок средний уровень и степень варьирования ниже, а распределение нефтеуглеводородов удовлетворяет нормальному закону. Результаты иерархического дисперсионного анализа показывают значимое влияние всех трех рассмотренных масштабных уровней.

Доля дисперсии, соответствующая микроварьированию составляет менее 5 %, мезоварьированию – около 15 %, макроварьированию – более 80 % общего варьирования. Варьирование по повторностям при химическом анализе проб не превышало 0,03 % общего варьирования. Наибольший рост дисперсии отмечен при переходе от 50-метровых участков ко всей исследованной территории и продиктован высокой контрастностью загрязнения почв на объектах месторождения: центральных и периферийных зонах промышленных площадок, аварийных разливах, выходах нефти на поверхность.

Полученные параметры варьирования показывают, что для статистически достоверной оценки среднего уровня загрязнения почв нефтеуглеводородами на отдельных 50-метровых площадках требуется отбор 50–130 проб, на всей территории месторождения – 330 проб, такой объем выборок можно реализовать, применяя отбор смешанных проб. Пробоотбор с целью пространственного статистического анализа нефтяного загрязнения следует организовывать на основе индивидуальных почвенных проб.

## **ОЦЕНКА ПОДВЕРЖЕННОСТИ БОРЕАЛЬНЫХ ЛЕСОВ УРАЛА ВОЗДЕЙСТВИЮ ЛЕСНЫХ ПОЖАРОВ И ВЕТРОВАЛОВ ПО ДАННЫМ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ**

Шихов А.Н., Перминов С.И., Киселева Е.С.

Пермский государственный национальный исследовательский университет  
Пермь, Россия, and3131@inbox.ru

Лесные пожары и ветровалы являются важнейшими естественными факторами нарушений в бореальных лесах России. В период с 2002 по 2011 гг., около 65,5% всей площади нарушений лесного покрова в России было обусловлено лесными пожарами (Krylov et al., 2014). На Европейской территории доля лесных пожаров в структуре нарушений лесного покрова значительно меньше, чем в Сибири, и составляет 8,1%, а доля ветровалов равна 1,6% (Potapov et al., 2015). Вклад лесных пожаров и ветровалов в общие потери лесных ресурсов в Европейской части России в последние годы имел тенденцию к увеличению – от 1,5% в 1986-1988 гг. до 11,3% в 2007-2012 гг. При реализации ожидаемых сценариев глобального потепления, вероятно дальнейшее увеличение масштабов ущерба для лесных ресурсов (Potapov et al., 2015). Уральский регион не является исключением в этом отношении, поскольку бореальные леса, покрывающие более 45% его территории, постоянно подвержены воздействию пожаров и ветровалов. Разнообразие климатических условий и породного состава лесов

Урала обуславливает различную повторяемость этих явлений в пределах территории региона, а также некоторые особенности их сезонной динамики.

В последние годы важнейшим источником данных для изучения нарушений лесного покрова является космический мониторинг. В 2013-2015 гг. в открытом доступе были опубликованы тематические продукты обработки спутниковых данных LANDSAT – Global Forest Change Map (Hansen et al., 2013) и Eastern'Europe Forest Cover Change (Potapov et al., 2015). В результате появились новые возможности анализа многолетних данных о нарушениях лесного покрова на обширных территориях с высокой детальностью, и оценки подверженности бореальных лесов воздействию этих явлений.

Целью настоящего исследования является оценка площадей бореальных лесов, погибших вследствие лесных пожаров и ветровалов на территории Урала за период с 2000 по 2014 гг. и анализ их пространственно-временного распределения. Исследуемая территория включает Урал, а также Предуралье и Зауралье.

В качестве источников информации для создания базы данных нарушений лесного покрова, вызванных лесными пожарами и ветровалами на Урале, были использованы опубликованные в свободном доступе результаты проекта Global Forest Change (GFC) – данные о ежегодных изменениях лесного покрова Земли на основе многолетнего ряда спутниковых снимков LANDSAT за период с 2000 по 2014 гг., с пространственным разрешением 30 м (Hansen et al., 2013), а также данные о тепловых аномалиях, детектированных датчиками MODIS, установленными на спутниках Terra и Aqua, полученные с сервиса FIRMS, за 2001-2014 гг.

Для определения приуроченности нарушения лесного покрова к различным типам леса использована карта лесов России (преобладающие породы и полнота насаждений) в масштабе 1:14 000 000, созданная в рамках проекта TerraNorte (Bartalev et al., 2004). Также для уточнения дат некоторых пожаров и ветровалов, и верификации отдельных случаев использованы исходные снимки LANDSAT TM, ETM+ и OLI, полученные с web-сервисов Геологической Службы США, и снимки сверхвысокого разрешения с открытых картографических сервисов Google.Maps, Yandex.Maps, Bing Maps, ESRI Imagery.

В настоящей работе рассматриваются только те участки гарей и ветровалов, в пределах которых произошла гибель насаждений (stand-replacement forest disturbance). Нарушения лесного покрова, связанные с пожарами, были выявлены путем пересечения данных Forest Loss Year с тепловыми аномалиями (термоточками) по данным MODIS. Выявление ветровалов производилось на осно-

ве их характерных геометрических признаков, к которым относятся большая протяженность вдоль направления ветра, а также линейный или веерный характер повреждения лесного покрова.

В результате работы была создана база геоданных, содержащая сведения о 2277 нарушениях лесного покрова на территории Урала, вызванных пожарами и ветровалами. Общая площадь лесов, погибших вследствие лесных пожаров и ветровалов в регионе за период с 2000 по 2014 гг., составила 1,638 млн. га, или 1,56% всей лесопокрытой площади региона по состоянию на 2000 г. Доля пожаров и ветровалов в структуре нарушений лесного покрова составляет 96,4% и 3,6% соответственно. Максимальная частота возникновения крупных пожаров наблюдается в Северном Зауралье между 64° и 65° с.ш., 63° и 68° в.д., где доля погибших от пожаров лесов составляет более 10% лесопокрытой территории. Доля ветровалов в структуре потерь лесного фонда значительна только в Предуралье. Подверженность территории воздействию пожаров и ветровалов определяется, главным образом, климатическими особенностями и преобладающим породным составом лесов. Максимальной пожароопасностью характеризуются сосновые леса Северного Зауралья, а максимальная подверженность ветровалам характерна для участков сохранившихся спелых и перестойных темнохвойных лесов в районах активных лесозаготовок. Влияние других факторов (как природных, так и социально-экономических) на подверженность лесов воздействию пожаров и ветровалов требует дополнительного изучения.

Число пожаров и ветровалов, а также их площадь характеризуется сильной межгодовой изменчивостью, в связи с этим за 15-ти летний период сложно выявить выраженный тренд (рис. 1). За этот период в регионе произошло 6 массовых вспышек природных пожаров (в 2000, 2004, 2005, 2010 и 2013 гг.). Из них наиболее катастрофический характер имели вспышки пожаров в 2000, 2010 и 2013 гг. В свою очередь, наиболее крупные ветровалы (площадью более 1000 га) произошли в 2007, 2009, 2010 и 2012 гг. Предварительно можно заключить, что повторяемость ветровалов имеет тенденцию к росту. Однако для более объективной оценки многолетнего тренда и его возможной связи с климатическими изменениями необходимо расширение исследуемого периода.

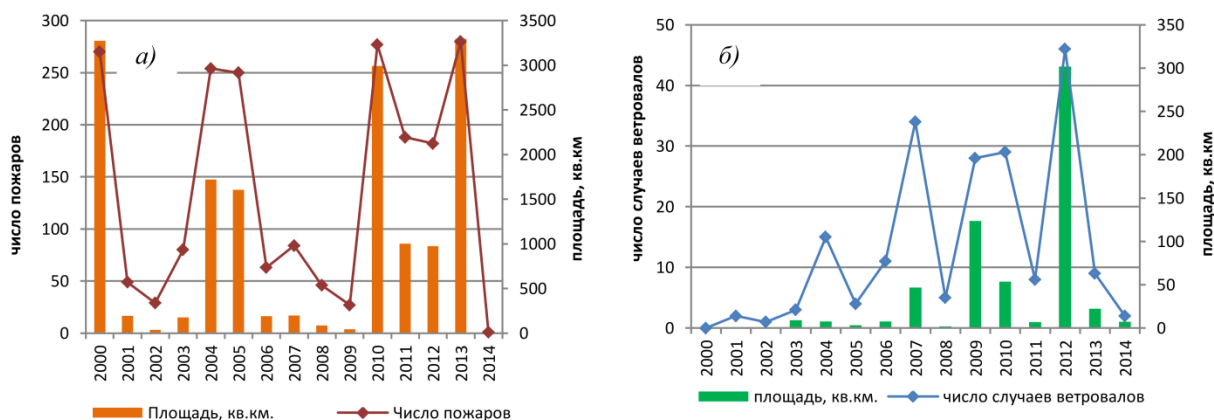


Рис. 1. Годовой ход числа лесных пожаров и пройденной ими площади (а), числа ветровалов и пройденной ими площади (б) на Урале в 2000-2014 гг.

Исследование проведено при финансовой поддержке гранта Президента РФ № МК-801.2017-5 и РФФИ (проект № 16-05-00245-а).

#### Литература

1. Hansen M.C. et al. High-Resolution Global Maps of 21st-Century Forest Cover Change // SCIENCE. – 2013. – V.342. – P.850–853.
2. Krylov A., Potapov P., Loboda T., Tyukavina A., Turubanova S., Hansen M.C., McCarty J.L. Remote sensing estimates of stand-replacement fires in Russia, 2002 – 2011. Environmental Research Letters. – 2014. – V.9(10). – Article number 105007.
3. Potapov P.V., Turubanova S.A., Tyukavina A., Krylov A.M., McCarty J.L., Radeloff V.C., Hansen M.C. Eastern Europe's forest cover dynamics from 1985 to 2012 quantified from the full Landsat archive // Remote Sensing of Environment. – 2015. – V.159. – P.28–43.

## ЛЕСНЫЕ ПОЖАРЫ: ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ И МЕДИКО-СОЦИАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ

Ефимова Н.В.<sup>1</sup>, Рукавишников В.С.<sup>1</sup>, Забуга Г.А.<sup>2</sup>, Елфимова Т.А.<sup>1</sup>, Горнов А.Ю.<sup>1,3</sup>, Зароднюк Т.С.<sup>1,3</sup>

<sup>1</sup>ФГБНУ «Восточно-Сибирский институт медико-экологических исследований», Ангарск, Россия, medecolab@inbox.ru

<sup>2</sup>ФГБОУ ВО «Иркутский государственный университет путей сообщения», Иркутск, Россия

<sup>3</sup>ФГБУН «Институт динамики систем и теории управления СО РАН», Иркутск, Россия

Лесные пожары при нормальных обстоятельствах рассматриваются как фактор поддержания хрупкого равновесия в лесах. Лесные экосистемы достаточно хорошо приспособлены к естественным и даже антропогенным пожарам (Dlamini, 2010). Однако когда частота и интенсивность лесных пожаров становится крайне значительной, возникает риск разрушения и исчезновения лесных



экосистем и негативного воздействия на человека. Показатели горимости лесов в Сибирском федеральном округе по сравнению с другими территориями РФ являются наиболее высокими. Отметим, что число лесных пожаров в лесничествах, прилегающих крупным городам СФО, значительно выше, чем на удаленных от интенсивного антропогенного воздействия территориях.

Нами проведены исследования динамики лесных пожаров в наиболее горимых регионах Иркутской области, Республики Бурятия, Забайкальском крае и более подробный анализ с применением методов математического моделирования влияния задымления на здоровье населения в период крупных длительных пожаров в сосновых лесах вблизи г. Читы и г. Братска.

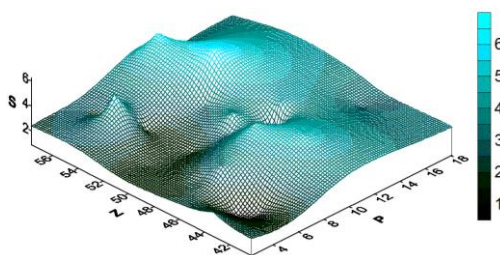
Если в Иркутской области максимальная площадь лесного пожара измерялась десятками, то в Забайкальском крае – сотнями тыс. гектаров. Размеры площадей, охваченных лесными пожарами, на территориях изученных лесничеств региона достигали десятки и сотни тысяч га. Отмечается, что изменения в количестве и площади лесных пожаров в Забайкальском крае, по-прежнему, в значительной степени зависят от погодных условий, а основным фактором, определяющим потенциальную опасность лесных пожаров этой территории, являются атмосферные осадки (Обязов, 2012). Для территорий Бурятии и Иркутской области такая зависимость не подтверждена, вероятно, здесь большое значение имеет человеческий фактор, плохо поддающийся формализации.

Учитывая постоянное воздействие пожаров на леса региона (в среднем около 200 пожаров в год), можно предположить, что высокая периодичность проявления пирогенного фактора включает соответствующие экосистемные механизмы защиты от его неблагоприятного воздействия. Расчет характеристики ландшафтной экологической устойчивости лесных экосистем на примере Читинского лесничества показал, что по величине смещения хвойных и лиственных пород ( $I_n$ ), она была в 4,4 раза больше их оптимального соотношения в устойчивых биоценозах. Это свидетельствует о том, что на рассматриваемой территории включены механизмы защиты от неблагоприятного воздействия пирогенного фактора в виде сукцессионного замещения хвойных древесных пород лиственными породами. Таким образом, высокая пожароопасность лесных экосистем региона, сочетающаяся с доминированием антропогенных причин возникновения лесных пожаров, создают крайне неблагоприятные условия для процессов их естественного послепожарного развития.

В работе проведено исследование особенностей формирования заболеваемости и смертности населения в зависимости от изменений факторов внешней среды в период массовых ландшафтных пожаров. В дни с высоким задымлени-

ем и далее на протяжении 2-3 дней зарегистрировано увеличение ежедневной обращаемости за медицинской помощью в 1,3 раза, смертность от заболеваний системы кровообращения увеличилась в 2,5 раза. При анализе данных загрязнения, обращаемости за скорой медицинской помощью, смертности от болезней органов дыхания и кровообращения отмечена статистически подтвержденная связь ( $r_{sp}=0,46$ ). Оценка данных, характеризующих показатели здоровья населения и загрязнения атмосферного воздуха, реализована с использованием технологии трехмерного анализа. Построена цифровая модель поверхности, отражающей зависимость суточных параметров: коэффициента смертности от обращаемости за скорой медицинской помощью и индекса опасности загрязнения атмосферного воздуха, которая представляется в виде значений в узлах прямоугольной регулярной сетки. Для обработки исследуемых экспериментальных данных выбран интерполяционный метод кригинга, принадлежащий семейству методов наименьших квадратов, с дальнейшей графической визуализацией соответствующей поверхности (рис. 1).

а)



б)

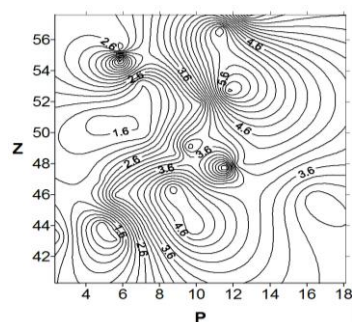


Рис. 1. Поверхность (а) и линии уровня (б) функции, отражающей зависимость показателя смертности населения (S) от загрязнения атмосферного воздуха (P) и ежедневной обращаемости за медицинской помощью (Z).

Построены математические модели, характеризующие зависимость показателя заболеваемости населения от факторов природной и социально среды с применением искусственных нейронных сетей. Поведено ранжирование значимости экологических факторов в формировании уровня обращаемости за медицинской помощью по поводу болезней органов дыхания и кровообращения и смертности от указанных причин. Установлено, что в период пожара суммарная значимость внешних причин (особенно загрязнения атмосферного воздуха) увеличивается в 1,5-2 раза, происходит перераспределение рангов: снижается значимость давления, температуры и возрастает вклад концентрации мелкодисперсных твердых частиц, оксида углерода, сажи.



Выявлен нижний предел суммарного загрязнения атмосферного воздуха по индексу опасности при остром воздействии ( $HI > 5$ ), выше которого наблюдается устойчивое повышение ежедневной обращаемости за скорой медицинской помощью и смертности населения.

На основе результатов исследований разработаны организационные и профилактические мероприятия по снижению экологических последствий лесных пожаров для Азиатской территории России.

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГИС-ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ ОЦЕНКИ СТЕПЕНИ ТРАНСФОРМАЦИИ СТРУКТУРЫ ЗЕМЛЕПОЛЬЗОВАНИЯ**

Третьяченко Д.А., Гринфельдт Ю.С., Климанова О.А., Алексеева Н.Н., Аршинова М.А., Колбовский Е.Ю.

МГУ им. М.В.Ломоносова, Географический факультет, Москва, Россия,  
daria.trt@gmail.com

Целью данного исследования является выявление глобальных трендов трансформации структуры землепользования за 2001–2012 гг., которые в значительной степени способны повлиять на структуру и динамику современных ландшафтов.

Для оценки степени трансформации структуры землепользования в период с 2001 по 2012 год использовались открытые данные Global Land Cover Facility с разрешением 5'x5' [1], созданные на базе данных сканирующего спектрорадиометра среднего разрешения MODIS (Moderate-resolution Imaging Spectroradiometer). Легенда к данным Global Land Cover Facility включает 17 классов (от 0 до 16), соответствующих классификации Международной гео-сферно-биосферной программы (IGBP Programme) [2].

Для оценки степени трансформации структуры землепользования на глобальном уровне целесообразно использовать независимые операционно-территориальные единицы (ОТЕ), относительно которых будет проводиться анализ и картографирование изменений. В качестве ОТЕ для проведения оценки степени трансформации структуры землепользования использовались границы природных зон из электронного Атласа мира "ArcAtlas: Our Earth" (1996) [3].

В качестве среды для анализа использован ГИС-пакет ArcGIS for Desktop и инструменты дополнительного модуля ArcGIS Spatial Analyst.

В результате проведенного исследования были созданы карты ареалов изменений типов землепользования за период 2001-2012 гг. в границах природных зон для мира и регионов; выявлены типы переходов между различными ка-

тегориями землепользования (в целом и по природным зонам, для мира и регионов); на основе сопряженного анализа вариантов переходов типов землепользования и поясно-зональных условий классифицированы основные процессы трансформации; построены диаграммы, отражающие вклад каждого из процессов трансформации в структуру изменений земельного покрова в границах природной зоны.

Полученные результаты позволяют говорить о ведущих трендах трансформации структуры землепользования за 2001–2012 гг., проявляющихся в глобальном масштабе, которые в значительной степени способны повлиять на структуру и динамику современных ландшафтов.

Материалы подготовлены в рамках проекта "Трансформация структуры землепользования ландшафтов мира: анализ и типология изменений" (грант РФФИ 15-05-06186/15).

#### Литература

1. MODIS LandCover [Электронный ресурс]. – <http://glcf.umd.edu/data/lc/> (дата обращения: 11.02.2017)
2. Channan, S., K. Collins, and W. R. Emanuel. 2014. Global mosaics of the standard MODIS land cover type data. University of Maryland and the Pacific Northwest National Laboratory, College Park, Maryland, USA.
3. Атлас ArcAtlas "Our Earth". 1996.

## **ОЦЕНКА ИЗМЕНЕНИЙ В СТРУКТУРЕ ЗЕМЛЕПОЛЬЗОВАНИЯ ПРОВИНЦИИ ЛАГО-АРХЕНТИНО (АРГЕНТИНА) С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДОВ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ**

Гринфельдт Ю.С., Костенко М.А.

МГУ имени М.В.Ломоносова, Географический факультет, Москва, Россия  
[y.greenfeldt@gmail.com](mailto:y.greenfeldt@gmail.com)

Основная специализация провинции Санта-Крус в Аргентине - это пастбищное скотоводство. В структуре землепользования исключение составляет департамент Лаго-Аргентинов в пределах которого развивается рекреация (национальный парк Лос-Гласиарес). В ходе исторического развития условно-коренные ландшафты департамента Лаго-Архентино были сильно трансформированы по причине интенсивного развития сельского хозяйства, а именно, развития пастбищных угодий. Изучение степени трансформации земельного покрова департамента актуально для определения геоэкологических проблем, выявления факторов и причин трансформации.

Цель данного исследования состоит в определении трансформации земельного покрова департамента Лаго-Аргентино (провинция Санта-Крус, Аргентина) в период с 2001 по 2012 гг.

Для ее достижения в работе поставлены следующие задачи:

- определить место провинции Санта-Крус в структуре трансформации земельного покрова Аргентины;
- изучить природные условия и современные ландшафты в пределах департамента Лаго-Аргентино;
- выявить особенности социально-экономического развития изучаемой территории;
- с помощью методов дистанционного зондирования сопоставить данные за 2001 и 2012 гг. и выявить ареалы изменений земельного покрова в пределах департамента Лаго-Аргентино;
- соотнести полученные изменения с пространственной базой данных и тематическими картографическими материалами национальных организаций.

В качестве ключевого тематического слоя были использованы геоданные о земельном покрове (MODIS Land Cover) и проведено сравнение снимков Landsat (2001-2012 гг.) на территории рассматриваемого департамента. В работе также реализован разновременный композит двух снимков, проведена типология изменений, выявлены возможные факторы трансформации и полученные результаты сравнены с Land Cover Change Detection.

В результате проведенного исследования, удалось определить общую долю трансформированных земель Аргентины, которая составила 39,9%. В период с 2001 по 2012 гг. полностью исчезли территории, практически лишенные растительности, а также появились листопадные широколиственные леса.

#### Литература

1. Andrade Larry. Territorio y ganadería en la Patagonia Argentina: desertificación y rentabilidad en la Meseta Central de Santa Cruz. Economía, Sociedad y Territorio, 2002.
2. Puelo José. Biozones of patagonia (Argentina). Departamento de Ecología, Facultad de Agronomía, 2008.
3. La Red Geoespacial de América Latina y el Caribe [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.geosur.info/geosur/index.php/es/> - Заглавие с экрана. – (Дата обращения: 06.09.2016).
4. MODIS Land Cover [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://glcf.umd.edu/data/lc/> - Заглавие с экрана. – (Дата обращения: 03.09.2016).
5. Sistema información de Biodiversidad [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.sib.gov.ar/> - Заглавие с экрана. – (Дата обращения: 30.09.2016).

# СРАВНЕНИЕ ОБЩНОСТИ ТАКСОНОМИЧЕСКОЙ СТРУКТУРЫ СООБЩЕСТВ ДИАТОМОВЫХ И СИНЕЗЕЛЕННЫХ ВОДОРОСЛЕЙ МЕТОДАМИ СЪЕРЕНСЕНА-ЧЕКАНОВСКОГО И МАТЕМАТИЧЕСКОЙ СТАТИСТИКИ.

Анциферова Г.А.<sup>1</sup>, Русова Н.И.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Воронежский государственный университет, г. Воронеж, Россия  
g\_antsiferova@mail.ru.

<sup>2</sup>ВМПИ ВУНЦ ВМФ «Военно-морская академия имени Н.Г Кузнецова», г.  
Санкт-Петербург, Россия, nadezhda\_minnikova@mail.ru.

В пределах геосистемы лесостепной провинции Приволжской возвышенности по водоемам Воронинского государственного заповедника проведено сравнение общности таксономической структуры сообществ диатомовых и синезеленых водорослей с использованием методов Съеренсена-Чекановского и многомерной статистики (кластерный анализ). Подобные исследования дают возможность проследить степень одновременности и характер реакции сообществ на изменяющиеся экологические условия по водоемам и годам.

На основе метода Съеренсена-Чекановского получены значения коэффициентов общности таксономической структуры, которые иллюстрируют множество видов, характерных для каждого из сопоставляемых водных объектов и множество видов общих для них (Sørensen, 1948; Василевич, 1969; Шмидт, 1980).

Сравнение значений коэффициентов общности таксономической структуры, подтверждает высокую степень сходства сообществ диатомовых и синезеленых водорослей в 2007-2009 годы по всем сравниваемым водоемам. В последующие годы эта общность понижается. Для водоемов оз. Симерка – Инжавинский массив не наблюдается общности таксономической структуры по диатомовым в 2010-2014 годах и по синезеленым водорослям в 2013-2014 годах.

Данное обстоятельство находит объяснение в том, что в пределах Инжавинского массива увеличивается антропогенная нагрузка, особенно значительной она становится вблизи р.п. Инжавино (южная граница заповедника). И собственно ниже по течению в р. Ворона, вплоть до ее устья, таксономическое разнообразие диатомовых и синезеленых водорослей становится незначительным, поскольку сообщества в полной мере являются природно-антропогенными.

Для проведения сравнительного таксономического анализа методом многомерной статистики построена древовидная диаграмма (Василевич, 1969; Пузаченко, 2004; Шмидт, 1980).

Общая древовидная диаграмма по сообществам диатомовых и синезеленых водорослей подтверждает сходство по следующим кластерам: 1 – водоемы Кирсановского массива – оз. Рамза и озера Рамза – Кипец в период 2007-2009 годов; 2 – водоемы Кирсановского массива – оз. Рамза и озера Рамза – Кипец в период 2013-2014 годов; 3 – озера Кипец – Симерка в периоды 2010-2012 годов и 2013-2014 годы; 4 – оз. Симерка – водоемы Инжавинского массива в периоды 2010-2012 и 2013-2014 годов (рис.1).

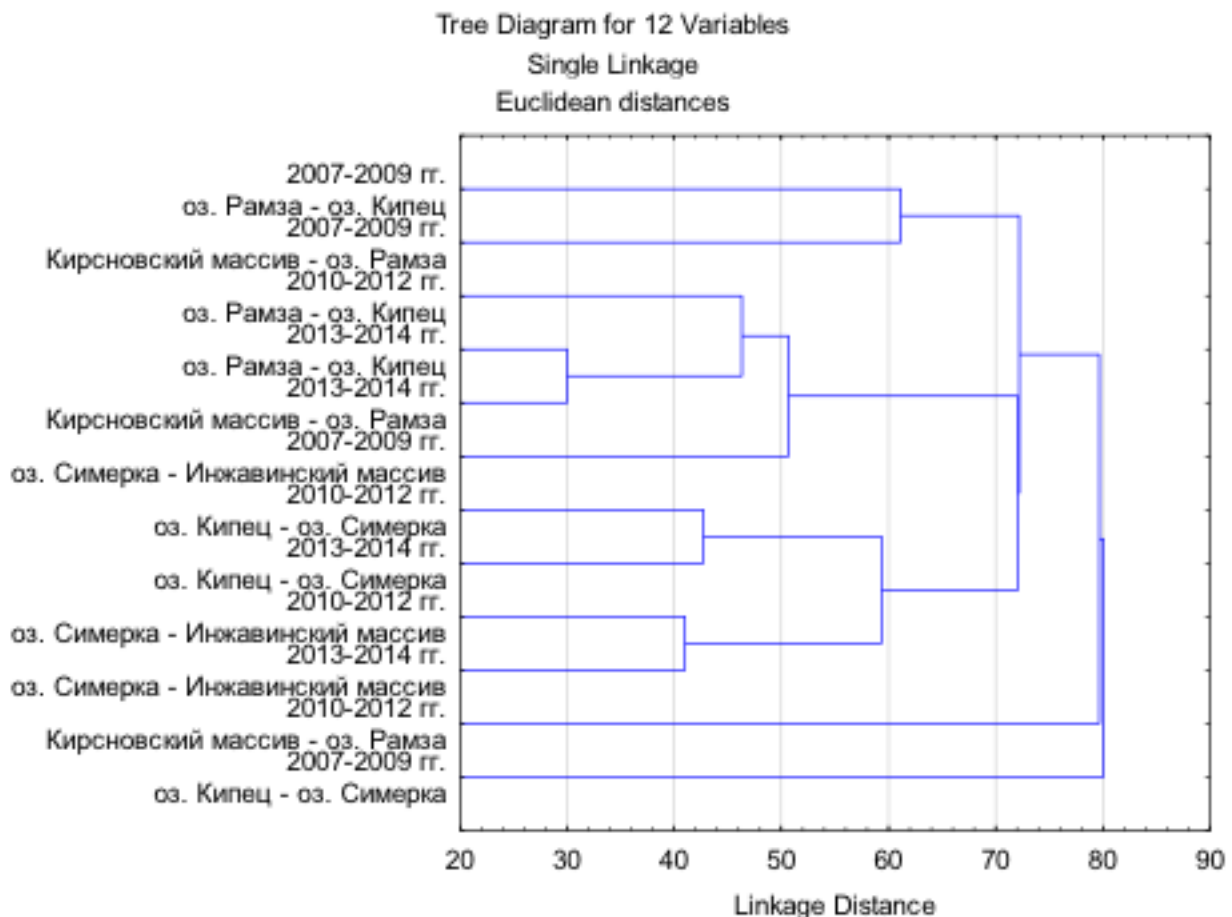


Рис.1. Древовидная диаграмма состава сообществ диатомовых и синезеленых водорослей по водоемам и годам.

Таким образом, трудно переоценить значение речных водоемов, расположенных в пределах территории государственного природного заповедника «Воронинский» для понимания того, насколько таксономический и экологический составы, таксономическая структура сообществ фитопланктона и микрофитобентоса чутко отражают влияние природных и антропогенных процессов, происходящих в пределах геосистемы лесостепной провинции Приволжской возвышенности в целом.

## Литература

1. Василевич, В.И. Статистические методы в геоботанике / В.И. Василевич. – Л.: Наука, 1969. – 232 с.
2. Пузаченко, Ю.Г. Математические методы в экологических и географических исследованиях / Ю.Г. Пузаченко. – М.: Академия, 2004. – 416 с.
3. Шмидт, В.М. Статистические методы в сравнительной флористике / В.М. Шмидт. – Л., 1980. – 176 с.
4. Sørensen, T. A method of establishing groups of equal amplitude in plant sociology based on similarity of species content // Kongelige Danske Videnskabernes Selskab. Biol. skrifter. Bd V. №4. – 1948. – P. 1-34.

## **МЕТОДИКА ОЦЕНКИ ВЫСОТНО-ВРЕМЕННОЙ СТРУКТУРЫ ВОДЯНОГО ПАРА В ТРОПОСФЕРЕ ПО СИГНАЛАМ СПУТНИКОВЫХ НАВИГАЦИОННЫХ СИСТЕМ**

Хуторова О.Г., Дементьев В.В., Низамеев А.Р., Хуторов В.Е., Корчагин Г.Е.  
Казанский (Приволжский) федеральный университет, Казань, Россия,  
vvdementev25@gmail.com

Водяной пар оказывает огромное влияние как на климат и атмосферную радиацию, так и на осадение и химические преобразования атмосферных примесей. Поэтому учет его тонкой пространственной структуры поможет улучшить качество прогнозов погоды и атмосферных загрязнений. В работе представлена методика восстановления пространственно-временной структуры водяного пара в тропосфере с высоким временным и пространственным разрешением.

Для улучшения качества прогноза тонкой структуры метеопараметров необходимо опираться на плотную сеть средств мониторинга атмосферы с высоким временным разрешением. Такую сеть можно создать с помощью современного, высокоэффективного и перспективного метода GPS - метеорологии, который начал развиваться в 1990-е гг. Высокоорбитальные (GPS/ГЛОНАСС) спутниковые навигационные системы и сеть наземных приемников дают возможность проводить зондирование атмосферы и ионосферы и применять томографические методы, т.е. позволяют восстанавливать пространственную структуру атмосферы и ионосферы с высоким временным разрешением. Большая часть программ атмосферного мониторинга, разрабатываемых на данный момент международным научным сообществом, предусматривает использование GPS сигналов, что также свидетельствует о востребованности развития этой технологии [1]. В Казани был развернут автоматизированный, высокопроизводительный программно-аппаратный комплекс для непрерывных измерений и



прогнозирования термодинамики атмосферы. В состав комплекса входит сеть приемников сигналов GPS-ГЛОНАСС и метеостанции. Было показано, что с помощью томографического подхода можно восстановить высотный профиль коэффициента преломления в нижних слоях атмосферы и его пространственно-временные вариации [3, 4]. Пространственные поля индекса рефракции позволяют оперативно получить метеоусловия в различных территориях, где установлены приемные антенны глобальных навигационных систем. Показано, что усвоение данных GPS - мониторинга в численных моделях атмосферы улучшает качество прогноза метеопараметров [5,6].

Атмосфера, воздействуя на сигналы глобальных навигационных спутниковых систем (ГНСС) с частотой 1,2 – 1,5 ГГц, вызывает их временную задержку. Эта задержка, пересчитанная с учетом наклона радиотрасс и приведенная к зенитному направлению, называется зенитной тропосферной задержкой (ZTD) [7]. Физически она отображает то время, которое затрачивается на прохождение волной того приращения маршрута прохождения волны, которая возникает из-за рефракции лучей.

$$ZTD = \int_{\text{Атмосф}} n(h)dh - \int_{\text{Вакуум}} dh \quad (1)$$

где  $h$  – высота вертикального интегрирования;  $n$  – коэффициент преломления радиоволн, который рассчитывается по формуле (2).

$$n = \frac{77.6}{T} \left( p + \frac{4810e}{T} \right) \times 10^{-6} + 1 \quad (2)$$

Коэффициент преломления в тропосфере и стратосфере зависит от давления  $p$ , температуры  $T$  и влажности  $e$ . Величину  $N = (n - 1) \times 10^6$  называют индексом рефракции. Вертикальный профиль полной рефракции аппроксимируется экспонентой:

$$N(h) = N_0 \exp(-\beta h) \quad (3)$$

где  $N_0$  – индекс рефракции на поверхности Земли;  $\beta$  [ $\text{км}^{-1}$ ] – скорость убывания индекса рефракции при изменении высоты  $h$ .

Зенитная тропосферная задержка обычно делится на сухую (гидростатическую) зенитную задержку (ZHD) и влажную тропосферную задержку (ZWD). Структура зенитной тропосферной задержки представлена на рисунке 2.

$$ZTD = ZHD + ZWD \quad (4)$$

Если атмосфера находится в состоянии гидростатического равновесия, то компоненты ZHD и ZWD хорошо моделируются с использованием приземных параметров (давление, температура, влажность воздуха), получаемых с метеостанций, которые входят в состав комплекса.

Поскольку интегральному влагосодержанию пропорциональна только влажная составляющая, то для ее извлечения из полной задержки ZTD необходимо определить гидростатическую компоненту.

Таким образом, гидростатическую задержку мы можем оценить, зная только приземное значение давления, которое получаем с метеостанций [7].

$$ZTD = 10^{-6} \cdot \int [N_d(h) + N_w(h)] \cdot dh \quad (5)$$

Отправной точкой для моделирования гидростатического профиля индекса рефракции является основное уравнение статики атмосферы и гидросферы:

$$\rho = -\frac{1}{g} \cdot \frac{dp}{dh} \cdot 10^2 \quad (6)$$

где  $p$ ,  $\rho$  – давление [мб] и плотность воздуха [кг/м<sup>3</sup>] на высоте  $h$  [м],  $g$  – ускорение свободного падения [м/с<sup>2</sup>].

Тропосферная задержка радиосигналов спутников ГЛОНАСС и GPS отражает только интегральное значение коэффициента преломления. Для решения задачи пространственного распределения индекса рефракции радиоволн в тропосфере, нами был исследован и применен метод радиотомографии.

Методика восстановления высотной структуры водяного пара проходит в два этапа. На первом этапе восстанавливается высотный профиль индекса рефракции  $N(h)$  с высоким пространственно-временным разрешением [4].

В данном методе используется дискретизация атмосферы по элементарным объемам в виде параллелепипеда, на которые разбита вся просвечиваемая радиотрассами область тропосферы. Для каждого элементарного объема вводится постоянный индекс рефракции, как неизвестная величина.

Решая систему уравнений (1), где каждое уравнение соответствует одной радиотрассе спутника, относительно  $N$ , получаем пространственную структуру  $N$ , которая характеризует вариации атмосферных параметров в пространстве.

На рис.1 представлен пример графиков высотного профиля индекса рефракции, полученный по данным сети приемников спутниковых навигационных систем.



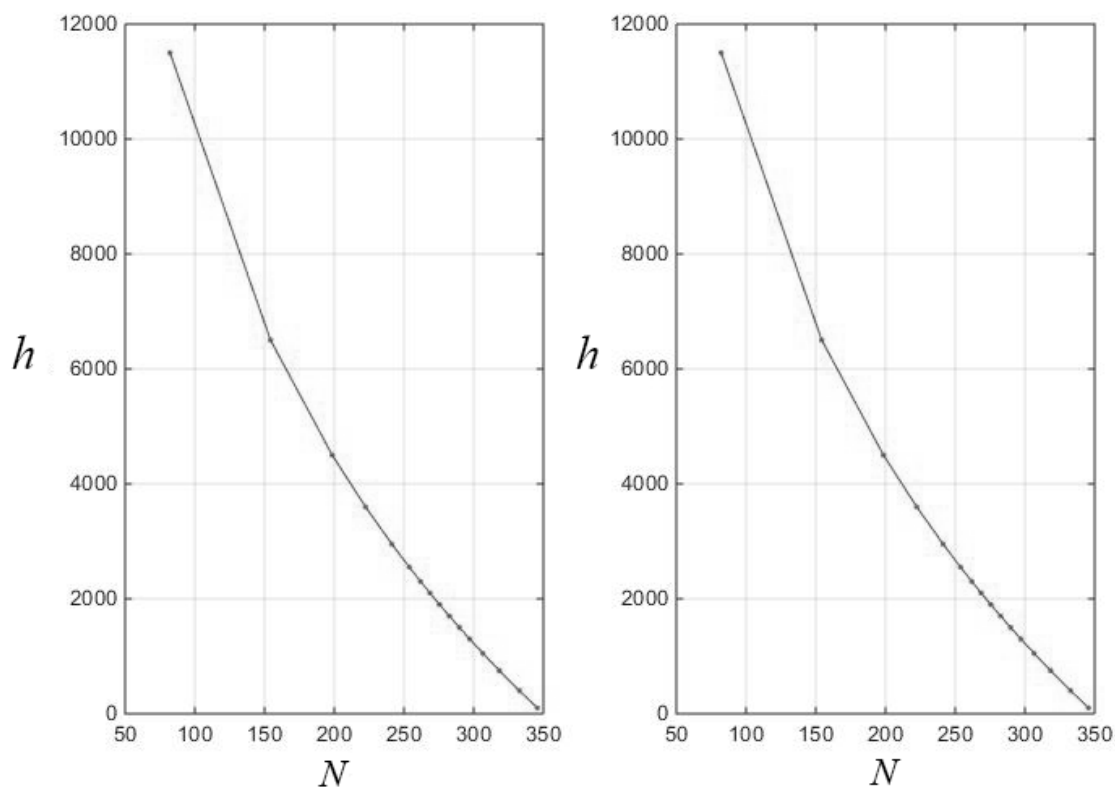


Рис. 1. Высотный профиль индекса рефракции за 20.08.16 (0:00 UTC, 12:00 UTC)

Вторая часть методики – восстановление пространственно-временной структуры водяного пара в тропосфере по профилю индекса рефракции и значениям приземных метеорологических параметров, получаемых с метеостанций. Вычитая гидростатическую компоненту, в результате мы получаем массив восстановленной пространственно-временной структуры водяного пара.

На Рис.2 представлена высотно-временная структура парциального давления водяного пара в тропосфере. Восстановление высотного распределения концентрации водяного пара производилось за период с 18.08.16 по 22.08.16 с использованием результатов профиля индекса рефракции и метеопараметров за этот период.

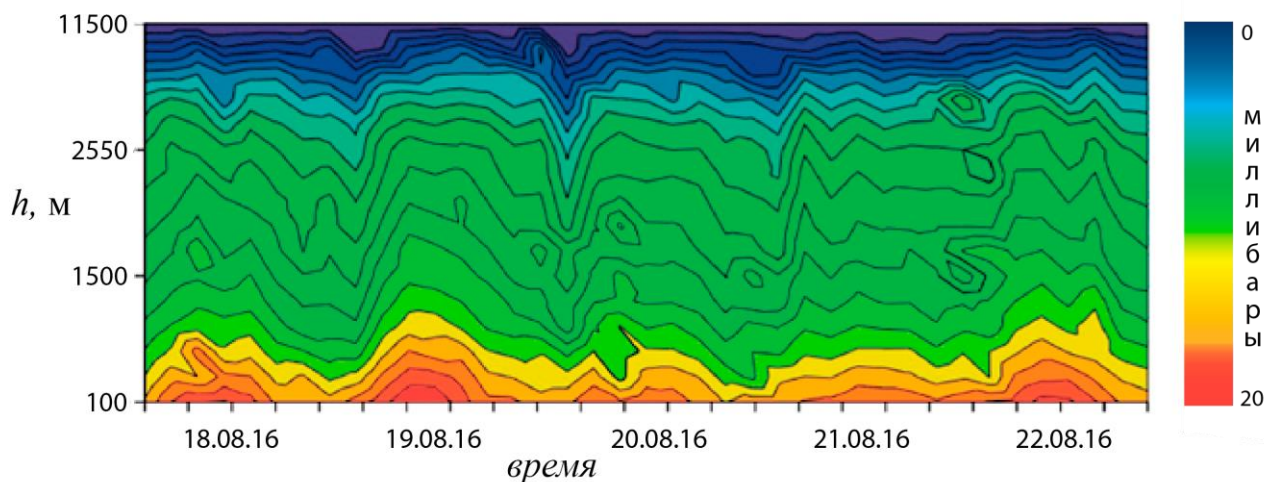


Рис. 2. Высотное распределение концентрации водяного пара в тропосфере с 18.08.16 по 22.08.16

Высокая частота измерений позволяет получить вариации профиля парциального давления водяного пара, обусловленные суточной динамикой метеопараметров. Например, в середине каждых суток наблюдается повышение уровня влагосодержания в пограничном слое атмосферы. Сравнение с результатами [3] показало, что метод томографии дает менее сглаженные результаты, чем метод Тихонова. Таким образом, были разработаны методика и программное обеспечение для восстановления пространственно-временной структуры водяного пара в тропосфере по сигналам ГНСС, измеренным сетью наземных приемников.

Работа выполнена при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (грант № 17-05-00863).

#### Литература

1. Матвеев Л.Т. Основы общей метеорологии. Физика атмосферы. Ленинград: Л., Гидрометеиздат, 1965. – 875 с.
2. Flores A., Ruffini G., Rius A. 4D tropospheric tomography using GPS slant wet delays // *Ann. Geophys.* – 2000. – V. 18. – №2. – P. 223.
3. Хуторова О.Г., Васильев А.А., Хуторов В.Е. О перспективах исследования неоднородной структуры тропосферы с помощью сети приемников GPS- ГЛОНАСС // *Оптика атмосферы и океана.* – 2010. – Т.23. – № 6. – С. 510-514.
4. Низамеев А.Р., Тептин Г.М. Анализ восстановления вертикального профиля индекса рефракции в тропосфере по сигналам спутников глобальных навигационных систем // *Известия высших учебных заведений. – Радиофизика.* – 2013. – Т. 56. – № 6. – С. 413–421.
5. Khutorova O.G., Teptin G.M., Khutorov V.E., Kalinnikov V.V., Kurbangaliev T.R. Variability Of GPS-Derived Zenith Tropospheric Delay And Some Result Of Its Assimilation Into Numeric Atmosphere Model // *PIERS Proceedings.* – 2012. – P. 940 – 943.

6. Guerova G., Bettems J.-M., Brockmann E., Matzler C. Assimilation of COST 716 Near-Real Time GPS data in the nonhydrostatic limited area model used at MeteoSwiss // Meteorol Atmos Phys. – 2006. – V. 91. – № 1-4. – P. 149 – 164.

7. Khutorova O.G., Kalinnikov V.V., Kurbangaliev T.R. Variations in the Atmospheric Integrated Water Vapor from Phase Measurements Made with Receivers of Satellite Navigation Systems // Atmospheric and Oceanic Optics. – 2012. – V.25. – № 6. – P.429–433.

## **БАЙЕСОВСКИЕ МЕТОДЫ ВОССТАНОВЛЕНИЯ НЕПРЕРЫВНОГО ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННОГО ПОЛЯ ЭКОЛОГО-КЛИМАТИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ПО ДАННЫМ МЕТЕОСТАНЦИЙ**

Савельев А.А., Домнина А.М.

Казанский (Приволжский) Федеральный университет, Казань, Россия,  
anatoly.saveliev.aka.saa@gmail.com

Климат является одним из основных комплексных экологических факторов, определяющих условия распространения видов, в первую очередь растительных. Влияние климата на растительность разнообразно, но в основном связано с такими важными экологическими условиями существования, как тепло и влажность. Тепло может быть оценено, в частности, с использованием средне-суточных температур и производных от них, таких, как годовая сумма активных температур, среднегодовая температура, и температура самого холодного дня в году. Хотя эти показатели непрерывно распределены в пространстве, рассчитать их можно только для метеорологических станций, а для остальной территории обычно используют методы интерполяции. В последнее время появились статистические методы Байесовского типа, которые позволяют строить пространственно-временные модели на основе определения параметров случайных полей. Эти методы и были использованы в данной работе.

В качестве исходных данных использовались данные GSOD, которые получены Национальным центром климатических данных в Asheville, США, в рамках программы обмена данными World Weather Watch, за период 1980-2016гг., достаточно хорошо обеспеченный данными. В базе данных GSOD для выбранной территории имеются данные 71 станции, из них 13 станций имеют данные на каждый год. Поэтому эти станции были выбраны в качестве источника исходных данных. Данные с остальных 58 станций (данные которых покрывают периоды от 3 до 36 лет) использовались для оценки результатов моделирования.

В качестве инструмента моделирования была выбрана статистическая система INLA [1], которая использует аппарат Марковских случайных полей для

восстановления непрерывного пространственно-временного поля распределения моделируемого параметра.

Для демонстрации возможностей метода были взяты три производных эколого-климатических показателя: сумма активных температур, превышающих 10°C (SumActiveT), средняя годовая температура (meanT), и средняя температура самого холодного дня в году (minT).

В качестве области для моделирования была выбрана область среднего Поволжья в зоне бореального экотона, размером 1160 на 900 км.

Корреляция полученного прогноза с данными метеостанций приведена в Таблице 1 (интерполяция внутри прямоугольника, охватывающего использованные станции, и экстраполяция вовне этого прямоугольника).

Таблица 1

Параметр	Корреляция (интерполяция)	Корреляция (все)	R <sup>2</sup> (интерполяция)
SumActiveT	0.91	0.86	0.83
meanT	0.92	0.89	0.85
minT	0.88	0.87	0.78

Дополнительно построенная модель позволила оценить распределение параметров в каждой точке территории и наличие и значимость долговременного временного тренда в изменении эколого-климатических параметров, общего для всей территории и отражающего глобальное изменение климата.

#### Литература

1. Rue H. Approximate Bayesian Inference for latent Gaussian models using Integrated Nested Laplace Approximations // H.Rue, Martino S., Chopin N./ JRSS-series B. – 2009. – V.71. – N 2. – P. 319–392.

## **ГЕОЭКОЛОГО-ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЛАНДШАФТОВ ВОСТОЧНОЙ БЕЛОРУССИИ (НА ПРИМЕРЕ МОГИЛЁВСКОЙ ОБЛАСТИ)**

Соколов А.С.

Гомельский государственный университет имени Ф. Скорины,

Гомель, Белоруссия

alsokol@tut.by

Целью исследования явилось выявление пространственной дифференциации антропогенной нагрузки на природную среду Могилёвской области и выявление зависимости геоэкологических и геоморфологических характеристик ландшафтов от их природных характеристик, отражённых в системе их классификации. В качестве показателей антропогенной нагрузки были выбраны доля

естественных (лесных) экосистем в ландшафте (и основанное на этом показателе значение геоэкологического коэффициента), плотность сельского населения и доля селитебных ландшафтов.

Объектом исследования являлись ландшафты Могилёвской области. Источником данных о населении в пределах изучаемой территории являлся справочник «Гарады і вёскі Беларусі» [2], о ландшафтной дифференциации территории – ландшафтная карта Беларуси [3], о местоположении и площади населённых пунктов (селитебных ландшафтов), а также о лесопокрытых территориях Беларуси – слои «Полигоны населённых пунктов» (settlement-polygon) и «Растительность» (vegetation-polygon) в формате shape-файла из набора слоёв проекта OpenStreetMap для Беларуси [1]. Источникам данных о высотах стали данные глобальной цифровой модели рельефа SRTM.

Из родов максимальная лесистость (более 50 %) характерна для болотных, вторичных водно-ледниковых и аллювиально-террасированных ландшафтов, для них же характерна минимальная плотность населения. Минимальная лесистость отмечается во вторичноморенных (в 1,4 раза ниже среднеобластного уровня), холмисто-моренно-эрозионных (в 1,7 раза) и лёссовых (в 10,4 раза ниже). Показатели же доли селитебных ландшафтов и плотности сельского населения, хоть и превышают в целом значение для других ландшафтов, однако не столь существенно.

Среди подродов даже одного и того же рода могут существовать значительные различия по величине рассматриваемых показателей. Наиболее трансформированными являются ландшафты с покровом лёссовидных суглинков и с покровом водно-ледниковых суглинков. Менее нарушенными являются ландшафты с покровом водно-ледниковых супесей, наименее трансформированные – ландшафты с покровом аллювиальных и водно-ледниковых песков, а также торфа.

Например, среди всех подродов вторичных водно-ледниковых ландшафтов подрод с покровом лёссовидных суглинков имеет лесистость 22,2 % (что в 2,3 раза ниже, чем в среднем по роду), а лесистость ландшафтов, относящихся к подкладам с покровом водно-ледниковых супесей и поверхностным залеганием водно-ледниковых песков превышает лесистость ландшафтов с покровом лёссовидных суглинков в 2,4 и в 2,9 раза). Аналогичная закономерность наблюдается и в других родах ландшафтов. В таблице 2 показано соотношение территорий с различными высотами в пределах родов ландшафтов.

Таблица 1. Показатели антропогенной нагрузки на ландшафты Могилёвской области

Род ландшафтов	Доля в области, %	Лесистость, %	Плотность сельского населения, чел./км <sup>2</sup>	Доля селитебных ландшафтов, %
Холмисто-моренно-эрозионные	3,3	20,4	10,2	9,0
Лёссовые	6,3	3,3	12,1	13,1
Вторичные водно-ледниковые	22,2	51,5	5,6	6,1
Вторичноморенные	39,7	24,3	10,5	13,2
Моренно-зандровые	14,1	44,3	6,8	7,8
Ландшафты речных долин	4,5	30,9	10,8	10,1
Аллювиальные террасированные	4,4	51,4	6,9	12,4
Пойменные	3,1	35,8	9,9	7,0
Болотные	2,5	62,5	2,7	3,1
Вся территория области	100,0	34,5	8,6	10,1

Таблица 2 – Распределение площадей ландшафтов и лесов по высотам

Род ландшафтов	Диапазоны высот										
	До 135	135-145	145-155	155-165	165-175	175-185	185-195	195-205	205-215	215-225	Более 225
Аллювиальные террасированные	66* 7,3**	282 23,6	454 45,1	349 78,5	103 87,7						
Болотные			111 23,3	282 52,1	185 83,8	58 78,3	62 91,5				
Вторичные водно-ледниковые	13 29,2	363 22,6	1005 39,4	1678 55,1	1496 68,9	794 50,8	526 34,9	307 50,4	110 47,9	48 80,3	20 95,5
Лёссовые			30 0	35 0	73 3,7	166 1,1	440 1,2	556 2,4	355 5,6	118 8,0	25 28,8
Вторично-моренные	202 3,7	599 8,6	1706 11,9	1987 20,0	2146 25,3	2013 29,0	1635 28,5	798 39,3	260 57,3	83 59,2	28 73,2
Моренно-зандровые	40 1,5	373 9,6	710 24,0	967 37,2	890 52,4	649 63,4	272 79,9	125 91,0	24 76,3		
Ландшафты речных долин	34 2,1	298 11,8	306 26,9	283 41,5	204 47,8	113 40,2	40 41,3				
Пойменные	118 14,1	222 37,6	229 44,5	221 42,5	45 60,0						
Холмисто-моренно-эрозионные			97 8,9	309 8,9	219 17,4	133 31,4	96 29,7	72 49,3	21 70,5		

Примечание: \* – доля площади с диапазоном высот, км<sup>2</sup>; \*\* – доля лесов, %



Таблица 3 – Распределение площадей ландшафтов и лесов по индексу TRI

Род ландшафтов	Значения индекса TRI										
	0-2	2-4	4-6	6-8	8-10	10-12	12-14	14-16	16-18	Более 18	TRI <sub>ср</sub>
Аллювиальные террасированные	28,4	41,8	22,7	6,0	0,9	0,2					2,20
	27,2	60,1	62,4	61,9	57,1	58,5					
Болотные	37,7	42,8	16,7	2,3	0,3	0,1	0,1				1,71
	51,8	71,3	65,3	58,9	20,1	42,1	32,5				
Вторичные водно-ледниковые	27,8	44,3	21,3	5,2	1,0	0,3	0,1				2,17
	32,8	59,4	59,2	52,6	47,3	53,5	64,3				
Лёссовые	34,7	39,3	17,0	6,2	1,8	0,6	0,2	0,1	0,1		2,10
	1,1	2,7	6,2	9,1	7,7	9,8	11,7	11,4	0,1		
Вторично-моренные	38,5	34,3	17,9	7,0	1,8	0,4	0,1				2,02
	7,8	28,0	40,8	45,8	49,8	55,4	55,3				
Моренно-зандровые	38,4	36,4	18,8	5,4	0,9	0,2					1,89
	19,4	55,6	66,5	63,1	68,2	74,8					
Ландшафты речных долин	31,4	30,6	20,7	10,5	4,3	1,6	0,6	0,2			2,69
	12,7	33,9	43,3	43,2	46,6	47,8	38,3	35,5			
Пойменные	40,6	35,0	17,0	5,1	1,4	0,5	0,2	0,1			1,89
	18,9	46,1	48,8	49,0	48,8	58,6	64,3	52,5			
Холмисто-моренно-эрозионные	43,8	42,4	11,0	2,3	0,4	0,1					1,47
	10,7	22,2	43,6	55,6	5,9	28,4					

Примечание: \* – доля площади со значением индекса TRI, км<sup>2</sup>; \*\* – доля лесов, %

Для оценки расчленённости поверхности в ГИС SAGA был рассчитан TRI (Topographic ruggedness index) – топографический индекс расчлененности, или шероховатости, показывает среднее значение перепада высот между анализируемой ячейкой и соседними 80 (то есть квадрат размером по 4 ячейки в каждом направлении от рассматриваемой). Индекс характеризует относительную локальную вертикальную расчлененность рельефа (таблица 3).

Для каждого рода ландшафтов был рассчитан средний индекс расчленённости рельефа по формуле

$$TRI_{ср} = \frac{\sum s_i \cdot TRI_i}{S},$$

где  $s_i$  – площадь рода ландшафтов, занятая территорией с  $i$ -м значением TRI;  $S$  – общая площадь ландшафтов, относящихся к данному роду.

Результаты расчётов показали, что минимальным значением среднего индекса TRI обладают холмисто-моренно-эрозионные, болотные, моренно-зандровые и пойменные ландшафты, максимальным – ландшафты речных долин, аллювиально-террасированные и вторичные водно-ледниковые ландшафты.

#### Литература

1. Беларусь (BY) [Электронный ресурс] // Данные OSM в формате shape-файлов. Слой. – URL: <http://beryllium.gis-lab.info/project/osmshp/region/BY>. – Дата доступа: 10.04.2016.
2. Гарады і вёскі Беларусі: Энцыклапедыя ў 15 тамах. Магілёўская вобласць. Т. 5, кн. 1. – Мн.: БелЭн, 2008. – 727 с.; Т. 6, кн. 2 – Мн.: БелЭн, 2009. – 591 с.; Т. 7, кн. 3. – Мн.: БелЭн, 2009. – 542 с.
3. Ландшафтная карта Белорусской ССР / под ред. А.Г. Исаченко. М. : ГУГК, 1984.

## **ОЦЕНКА ЭРОЗИОННОГО РИСКА АГРОЛАНДШАФТОВ БЕЛГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ**

Буряк Ж.А., Нарожняя А.Г.

Белгородский государственный национальный исследовательский университет,

г. Белгород, Россия

[buryak@bsu.edu.ru](mailto:buryak@bsu.edu.ru)

Одна из главных геоэкологических проблем Центрально-Черноземного региона – деградация почвенного покрова агроландшафтов, вызванная интенсивной водной эрозией. Усиленные водно-эрозионные процессы в агроландшафтах ограничивают, с одной стороны, возможность устойчивого сельскохозяйственного производства региона, с другой – нарушают экологическое равновесие геоэкосистем. Водная эрозия на водосборе оказывает непосредственное влияние на режим гидрофункционирования малых рек, особенно в сложных геоморфологических условиях.

Целью исследования коллектива ученых НИУ «БелГУ» было выявление пространственных закономерностей деградации почвенного покрова и речной сети вследствие водной эрозии почв на водосборах малых рек в условиях юго-запада Центрально-Черноземного региона на примере Белгородской области.

Впервые для территории Белгородской области выполнена оценка потенциальных почвенных потерь от ливневой эрозии с использованием современных геоинформационных методов и данных дистанционного зондирования Земли. Для оценки среднегодового модуля смыва в ГИС использовали универсальное уравнение почвенных потерь (RUSLE), каждый фактор которого был представлен в виде регулярной сетки ячеек (грида) со стороной 200 м.

Расчет эрозионного потенциала рельефа проводили по гидрологически корректной цифровой модели рельефа. Фактор эродруемости почвы рассчитан на основе электронной почвенной карты масштаба 1:200 000 с атрибутивным набором почвенных характеристик. Значения фактора агрофона были получены в ходе анализа снимков MODIS среднего пространственного разрешения по средним значениям NDVI за 5 лет.



По результатам моделирования была построена карта эрозионного риска. Установлено, что 25% почв области подвергаются смыву, превышающему допустимые нормы (более 2,5 т/га). Анализ пространственного распределения факторов эрозии позволяет сделать вывод, что наибольший вклад в развитие эрозионных процессов на территории области принадлежит индексу эродированности почвы, а на склоновых землях свыше 5° – фактору рельефа.

В разрезе бассейново-ландшафтных структур IV порядка отчетливо проявляется картина пространственной вариабельности эрозионного потенциала территории. Средняя величина модуля смыва возрастает с запада на восток. Выделяются два «очага» повышенной эрозионной опасности с наибольшими средними значениями модуля смыва: это бассейны центральной части области (водосборы правых притоков р. Оскол и левых притоков р. Северский Донец), а также бассейны на востоке и юго-востоке области (бассейн р. Айдар, Черная Калитва и Тихая Сосна). На данных водосборах сформировалась такая комбинация геоморфологических, почвенных и агрохозяйственных условий, которая в результате привела к усилению водно-эрозионных процессов.

Таким образом, с использованием ГИС-технологий впервые был определен эрозионный потенциал Белгородской области и составлена карта эрозионного риска для водосборов малых рек.

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КРИТЕРИЯ ФРИДМАНА ДЛЯ СЖАТИЯ ПОЛЕЙ ТЕМПЕРАТУРЫ НА ПРИМЕРЕ ВОРОНЕЖА**

Акимов Л. М., Михеев А. А.

Воронежский государственный университет, факультет географии гео-  
экологии и туризма, Воронеж, Россия  
alexey.mikheev.88@gmail.com

Накопление многолетних рядов инструментальных наблюдений дает возможность объективно проанализировать колебания климата, происшедшие за последние годы [1]. В работах [1,2] посвященных изучению изменения климата, исследуются колебания температуры воздуха во времени, так как по этому элементу наиболее длинные и надежные ряды наблюдений. Для сжатия информации стоит проблема переработки большого массива данных, поэтому в статье ставится задача использовать критерий Фридмана  $\chi^2_r$ , сущность которого основана на использовании сведений о внутренней структуре ряда.

Критерий  $\chi^2_r$  применяется для сопоставления показателей, измеренных в трех или более условиях на одной и той же выборке. Критерий позволяет уста-

новить, что величины показателей от условия к условию изменяются, но при этом не указывает на направление изменений. Данный критерий является распространением Т-критерия Вилкоксона на большее, чем 2, количество условий измерения. Однако здесь ранжируются не абсолютные величины сдвигов, а сами индивидуальные значения, полученные данным испытуемым в 1, 2, 3 и т. д. замерах. После того, как все значения будут проранжированы, подсчитываются суммы рангов по столбцам для каждого из произведенных замеров. Если различия между значениями признака, полученные в разных условиях случайны, то суммы рангов по разным условиям будут приблизительно равны. Но если значения признака изменяются в разных условиях каким-то закономерным образом, то в одних условиях будут преобладать высокие ранги, а в других - низкие. Эмпирическое значение критерия  $\chi^2_{\Gamma}$  указывает на то, насколько различаются суммы рангов. Чем больше эмпирическое значение  $\chi^2_{\Gamma}$ , тем более существенные расхождения сумм рангов оно отражает. Тем самым критерий  $\chi^2_{\Gamma}$  Фридмана описывает внутреннюю структуру ряда, его изменчивость и характеристики. Если  $\chi^2_{\Gamma}$  эмпирически равен критическому значению  $\chi^2$  или превышает его, различия достоверны. При решении практических задач с использованием критерия Фридмана, для определения тесноты связи во внутренней структуре исследуемого ряда, используется множественный коэффициент конкордации Кендалла. Значения коэффициентов конкордации заключены на отрезке [0;1].

Для реализации задачи с помощью критерия Фридмана, в качестве примера были использованы данные станции Воронеж за период 1948-2016г., состоящие из ежедневных фактических метеорологических параметров наблюдений о состоянии температуры и осадков, размещаемые на официальном сайте Росгидромета РФ. Общий объем выборки составил 24846 случаев. Применение критерия Фридмана осуществлялось для каждого календарного месяца всего временного ряда. В итоге были получены следующие значения коэффициента конкордации рангов Кендалла представленные в таблице 1.

Таблица 1. Значения коэффициента конкордации рангов Кендала

Январь	0.31	Июль	0.34
Февраль	0.34	Август	0.23
Март	0.41	Сентябрь	0.21
Апрель	0.29	Октябрь	0.20
Май	0.25	Ноябрь	0.27
Июнь	0.29	Декабрь	0.26

Из таблицы 1 видно, что минимальное значение равно 0.20, а максимальное 0.41, т.е. наблюдается фактическое превышение параметра Кендалла в 4-8 раз для каждого месяца, что свидетельствует о достоверности подхода.

Проведенный анализ и полученные результаты свидетельствуют о эффективности применения критерия Фридмана для сжатия рядов данных, значения представлены в таблице 2. Это дает нам новый ряд, каждое значение которого включает в себе несколько статистических параметров: среднее квадратическое, асимметрию, эксцесс.

Таблица 2. Значения критерия Фридмана

1948	31,16129	1972	10,45161	1996	14,01613
1949	32,29032	1973	17,95161	1997	23,03226
1950	9,82258	1974	16,46774	1998	26,38710
1951	18,50000	1975	32,33871	1999	34,59677
1952	34,03226	1976	20,06452	2000	26,51613
1953	23,45161	1977	13,30645	2001	36,45161
1954	10,53226	1978	22,00000	2002	30,20968
1955	32,35484	1979	20,24194	2003	28,90323
1956	23,00000	1980	15,50000	2004	31,53226
1957	25,00000	1981	30,82258	2005	36,70968
1958	27,91935	1982	27,53226	2006	18,45161
1959	33,96774	1983	33,70968	2007	42,51613
1960	29,75806	1984	32,06452	2008	23,88710
1961	29,91935	1985	22,61290	2009	29,96774
1962	32,08065	1986	28,75806	2010	12,12903
1963	11,11290	1987	9,30645	2011	20,11290
1964	21,79032	1988	24,85484	2012	26,61290
1965	23,25806	1989	36,64516	2013	28,43548
1966	29,03226	1990	31,33871	2014	24,24194
1967	13,03226	1991	31,11290	2015	31,69355
1968	16,01613	1992	31,27419		
1969	10,93548	1993	33,50000		
1970	22,06452	1994	35,56452		
1971	33,01613	1995	27,08065		

## Литература

1. Акимов Л. М. Многолетние изменения температуры воздуха города Воронежа во второй половине 20-го века / Л. М. Акимов // Вестник Воронежского государственного университета. Сер. География. Геоэкология. – 2009. – № 2. – С. 137–142.
2. Афанасьев В. Н. Анализ временных рядов и прогнозирование / В. Н. Афанасьев, М. М. Юзбашев. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва: Финансы и статистика, 2012. – 320 с.

### **ВЫБОР СТРАТЕГИИ ЭНЕРГОПРОИЗВОДСТВА ПРИ НАЛИЧИИ НЕСКОЛЬКИХ ВИДОВ ЭНЕРГОИСТОЧНИКОВ С ПРИМЕНЕНИЕМ МЕТОДА АНАЛИЗА ИЕРАРХИЙ СААТИ**

Федорова Н.В.<sup>1</sup>, Мохов В.А.<sup>1</sup>, Антоненко Е.М.<sup>2</sup>, Шафорост Д.А.<sup>1</sup>, Коломийцева А.М.<sup>1</sup>, Утишева С.А.<sup>1</sup>, Ушаков Ф.И.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Южно-Российский государственный технический университет (Новочеркасский политехнический институт), г. Новочеркасск, РФ

<sup>2</sup>Южный федеральный университет (ЮФУ), г. Ростов-на-Дону, РФ  
antonenko1102@yandex.ru

#### ***Аннотация***

Работа посвящена выбору конфигурации и режимов работы комбинированной электростанции, включающей тепловые, солнечные и ветряные энергоблоки. Определены альтернативные стратегии и критерии выбора. На основе метода Саати построена модель проблемы и проведена оценка приоритетности альтернатив.

***Ключевые слова:*** производство электроэнергии, метод Саати.

#### ***1. Введение***

Получение электрической и тепловой энергии методом сжигания органического сырья на сегодняшний день остается основой европейской энергетики и функционирования экономики в целом. Около 2/3 энергии в мире производится на тепловых электрических станциях (ТЭС). Сжигание топлива порождает массу экологических и социальных проблем, большинство из которых не решаются сколько-нибудь удовлетворительно. Как показывают результаты многолетнего мониторинга, поступление огромного числа токсичных веществ путем выбросов недоочищенных дымовых газов, нарастающего складирования золошлаковых отходов, сбросов загрязненных технических вод приводит к масштабному загрязнению всех природных сред: воздуха, почв, гидросферы, биологических организмов [1].

За период индустриализации энергетический баланс планеты изменился вследствие накопления в воздухе парниковых газов антропогенного происхож-

дения. Как результат, возрастает доля инфракрасного излучения, а также средняя мировая температура и концентрация углекислого газа в атмосфере.

С конца XX века в ряде европейских стран проводятся теоретические исследования, разрабатываются и внедряются опытно-промышленные и промышленные установки, использующие солнечную и ветряную энергию. В частности, в Дании, которую называют «королевой энергосбережения», по данным [2], на сегодняшний день примерно 56% всей потребляемой электроэнергии получают из возобновляемых источников (на 2/3 это ветряная энергия, 1/3 – энергия биомасс).

Основное достоинство солнечной и ветряной энергетики – экологическая чистота процесса производства энергии, основной недостаток – нестабильность работы, зависимость от природно-климатических условий.

## **2. Материалы и методы**

В данной работе предлагается дооснастить традиционную ТЭС относительно небольшими по мощности солнечными и ветряными блоками, которые будут располагаться вблизи ТЭС, например, на отчуждаемых землях, и образовывать вместе с ТЭС единую комбинированную электростанцию (КоЭС). При наличии подходящих погодных условий часть возлагаемой на ТЭС энергетической нагрузки будут нести ветряная (ВЭС) и солнечная (СЭС) энергетические станции (установки), а остаток нагрузки – базовая ТЭС. Это позволит уменьшить расход сжигаемого топлива и улучшить экологическую ситуацию в регионе размещения ТЭС.

Для выбора конфигурации и режима работы КоЭС был использован метод анализа иерархий Саати [3], широко применяемый при выборе стратегии в различных отраслях.

В рассматриваемом случае в состав КоЭС входят:

- ТЭС мощностью 300 МВт,
- ВЭС мощностью 5 МВт,
- СЭС мощностью 10 МВт.

Примем себестоимость производства электроэнергии (по данным различных источников)

- на ТЭС  $1 \div 2$  руб./кВт ч,
- на ВЭС  $0,5 \div 1,5$  руб./кВт ч,
- на СЭС  $0,75 \div 2,5$  руб./кВт ч.

Предлагается следующая модель проблемы.

Цель: повышение эффективности производства электроэнергии на КоЭС.

Альтернативные проекты:

- A1 – ТЭС + ВЭС в режиме постоянного включения;
- A2 – ТЭС + ВЭС с динамическим подключением;
- A3 – ТЭС + СЭС в режиме постоянного включения;
- A4 – ТЭС + СЭС с динамическим подключением;
- A5 – ТЭС + ВЭС + СЭС в режиме постоянного включения;
- A6 – ТЭС + ВЭС + СЭС с динамическим подключением;
- A7 – «нулевой проект», стандартная ТЭС.

Критерии оценки эффективности проектов:

K1 – экономический (ЭН), стоимость производства электроэнергии, 9 – ниже, чем на ТЭС, 5 – сопоставима с ТЭС, 1 – выше, чем на ТЭС;

K2 – технико-технологический (ТТ), техническая сложность и надежность, 9 – высокая, 5 – средняя, 1 – низкая;

K3 – экологический (ЭЛ), 9 – экологический ущерб от работы КоЭС низкий, 5 – средний, 1 – высокий;

K4 – организационно-юридический (ОЮ), 9 – высокий уровень поддержки проекта, 5 – средний, 1 – низкий;

K5 – риски и прочие факторы (РП), 9 – возможное влияние природно-климатических рисков и прочих факторов низкое, 5 – среднее, 1 – высокое;

### 3. Результаты и обсуждение

Полная многофакторная модель проблемы представлена на рис. 1.

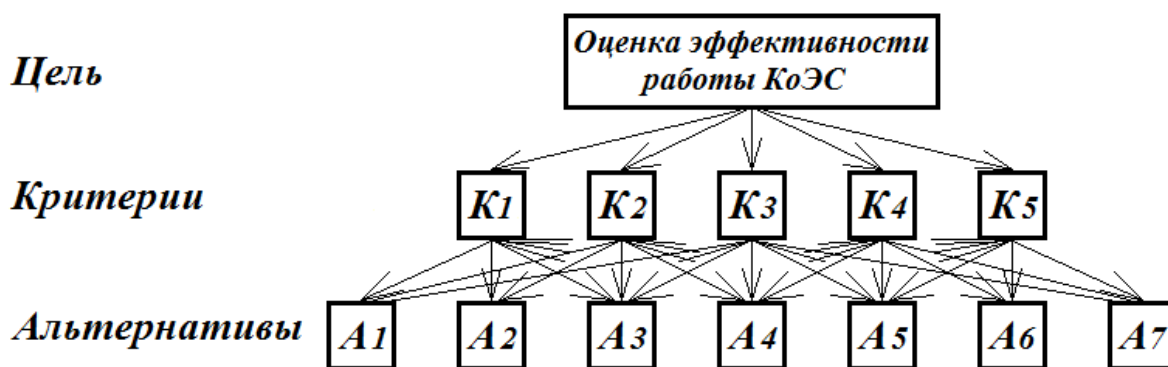


Рис. 1. Модель проблемы оценки эффективности работы КоЭС

Результаты расчетов представлены в табл. 1. Оценка согласованности глобальных приоритетов и погрешность расчетов представлена в табл. 2.

Таблица 1. Итоговая матрица оценки альтернатив

Альтернатива		Критерии и приоритеты					Глобальные приоритеты альтернатив
		ЭН	ТТ	ЭЛ	ОЮ	РП	
		0,39	0,27	0,18	0,06	0,11	
1	ТЭС + ВЭС, П	0,08	0,19	0,09	0,12	0,12	0,12
2	ТЭС + ВЭС, Д	0,14	0,12	0,09	0,12	0,12	0,12
3	ТЭС + СЭС, П	0,08	0,19	0,15	0,12	0,12	0,13
4	ТЭС + СЭС, Д	0,14	0,12	0,15	0,12	0,12	0,13
5	ТЭС + ВЭС + СЭС, П	0,22	0,07	0,24	0,04	0,23	0,17
6	ТЭС + ВЭС + СЭС, Д	0,31	0,04	0,24	0,04	0,23	0,20
7	ТЭС	0,04	0,28	0,04	0,42	0,06	0,13
Σ по столбцу альтернатив		1,01	1,01	1,00	0,98	1,00	1,00

Таблица 2. Согласованность и погрешности

А л ь т е р н а т и в а	Матрица согласованности							Оценки согласованности и погрешности				
								Ср. геом.	Ср. геом. норм.	Ср. геом. испр.	Ср. геом. испр. норм.	Погр., %
1	1	0,97	0,92	0,89	0,69	0,60	0,90	0,84	0,12	0,83	0,12	1,68
2	1,03	1	0,94	0,92	0,71	0,61	0,93	0,86	0,12	0,85	0,12	1,68
3	1,09	1,06	1	0,97	0,75	0,65	0,98	0,92	0,13	0,90	0,13	1,68
4	1,12	1,09	1,03	1	0,77	0,67	1,01	0,94	0,13	0,92	0,13	1,68
5	1,45	1,41	1,33	1,29	1	0,86	1,31	1,22	0,17	1,20	0,17	1,68
6	1,68	1,63	1,54	1,50	1,16	1	1,52	1,41	0,20	1,39	0,20	1,68
7	1,11	1,08	1,02	0,99	0,77	0,66	1	0,93	0,13	0,92	0,13	1,68
Σ	8,48	8,24	7,78	7,56	5,85	5,05	7,65	7,12	1	7,01	1	

Согласно табл. 1, наиболее высоким глобальным приоритетом обладает КоЭС в составе ТЭС + ВЭС + СЭС в динамическом режиме работы, когда подключение блоков ВЭС и СЭС производится при наличии соответствующих погодных условий. На втором месте – тот же комплекс в режиме постоянного подключения нетрадиционных энергоисточников. Традиционная ТЭС имеет самые низкие приоритеты по экономическому и экологическому критериям, а также по критерию рисков. Но естественно, самые высокие приоритеты по тех-



нико-технологическому и организационно-юридическому критериям. В периоды максимальной загрузки мощностей ВЭС и СЭС возможна экономия от 5% до 10% топлива на ТЭС (что покрывает потребности собственных нужд станции). Согласно табл. 2, погрешность оценки глобальных приоритетов альтернатив составляет 1,68%.

### **Заключение**

Применение метода Саати позволяет структурировать проблему выбора стратегии энергопроизводства и получить оценку приоритетности различных альтернатив с учетом актуальных критериев.

#### Литература

1. Monitoring researches of the benzo(a)pyrene content in soils under the influence of the technogenic/ Minkina T.M., Sushkova S.N., Mandzhieva S.S., Tjurina I.G., Filonova O.V.// Middle East Journal of Scientific Research. – 2013. – Т. 17, № 1. – С. 44–49.
2. Энерговести: Электронный ресурс. – Режим доступа: [http://elektrovesti.net/53147\\_v-danii-ne-budut-subsidirovat-vozobnovlyaemuyu-energetiku](http://elektrovesti.net/53147_v-danii-ne-budut-subsidirovat-vozobnovlyaemuyu-energetiku) (на 23.05.17).
3. Саати Т. Принятие решений. Метод анализа иерархий. – М.: Радио и связь, 1993. – 278 с.

## **ТРЕХМЕРНАЯ МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ТУРБУЛЕНТНОГО ПЕРЕНОСА СКАЛЯРНЫХ ПРИМЕСЕЙ В ПРИЗЕМНОМ СЛОЕ АТМОСФЕРЫ НАД НЕОДНОРОДНОЙ ПОДСТИЛАЮЩЕЙ ПОВЕРХНОСТЬЮ**

Дьяченко М.С.<sup>1</sup>, Мухартова Ю.В.<sup>1</sup>, Ольчев А.В.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>МГУ имени М.В. Ломоносова, физический факультет, Москва, Россия,  
[maria.msu.ff@gmail.com](mailto:maria.msu.ff@gmail.com)

<sup>2</sup>МГУ имени М.В. Ломоносова, географический факультет, Москва, Россия

В рамках данного исследования разработана трехмерная математическая модель расчета поля скорости ветра и турбулентных потоков парниковых газов между горизонтально неоднородной подстилающей поверхностью и приземным слоем атмосферы. Данная модель является развитием двумерной модели турбулентного переноса 1.5-го порядка замыкания над неоднородным растительным покровом и основывается на решении уравнения Навье-Стокса и уравнения неразрывности. Уравнения решаются относительно трех компонент вектора скорости ветра и атмосферного давления с использованием осреднения Рейнольдса. Полная система уравнений, получаемая в результате замыкания системы усредненных уравнений, включает в себя семь уравнений: три уравнения для компонент скорости ветра, уравнение неразрывности, уравнение для



турбулентной кинетической энергии  $E$ , уравнение для расчета скорости диссипации кинетической энергии  $\varepsilon$  и уравнение диффузии-адвекции для концентрации переносимого вещества. Система для компонент скорости ветра и избыточного давления выглядит следующим образом:

$$\begin{cases} \frac{\partial U_i}{\partial t} + \sum_{j=1}^3 U_j \frac{\partial U_i}{\partial x_j} = -\frac{1}{\rho_0} \frac{\partial}{\partial x_i} \delta P - \sum_{j=1}^3 \frac{\partial}{\partial x_j} \overline{u'_i u'_j} + F_i, & i = 1, 2, 3, \\ \operatorname{div} \vec{U} = 0, \end{cases}$$

где  $U_i$  – усредненные по пространству и времени компоненты скорости ветра,  $u'_i$  – случайные составляющие скорости ветра,  $\delta P$  – отклонение давления от равновесного значения,  $\vec{F} = \{F_1, F_2, F_3\}$  – массовая плотность силы сопротивления растительности воздушному потоку. Ковариации  $\overline{u'_i u'_j}$  случайных составляющих компонент скорости ветра представляют собой турбулентные потоки, описывающие перемешивание, по своей природе подобное диффузионному, но превосходящее его по абсолютной величине на несколько порядков. Уравнение для расчета  $\overline{u'_i u'_j}$  записывается в виде

$$\overline{u'_i u'_j} = \frac{2}{3} E \delta_{ij} - K \left( \frac{\partial U_i}{\partial x_j} + \frac{\partial U_j}{\partial x_i} \right),$$

где  $K$  – коэффициент турбулентного обмена,  $E$  – турбулентная кинетическая энергия:

$$E = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^3 \overline{(u'_i)^2}$$

Коэффициент турбулентного обмена  $K$  может быть выражен через кинетическую энергию турбулентного движения  $E$  и скорость диссипации по формуле  $K = C_\mu E^2 \varepsilon^{-1}$ , где  $C_\mu$  – безразмерный коэффициент пропорциональности.

Для расчета величины  $E$  и скорости ее диссипации  $\varepsilon$  используется система дифференциальных уравнений типа диффузия-адвекция:

$$\begin{cases} \frac{\partial E}{\partial t} + \sum_{j=1}^3 U_j \frac{\partial E}{\partial x_j} = \sum_{j=1}^3 \frac{\partial}{\partial x_j} \left( \frac{K}{\sigma_E} \frac{\partial E}{\partial x_j} \right) + P_E - \varepsilon, \\ \frac{\partial \varphi}{\partial t} + \sum_{j=1}^3 U_j \frac{\partial \varphi}{\partial x_j} = \sum_{j=1}^3 \frac{\partial}{\partial x_j} \left( \frac{K}{\sigma_\varphi} \frac{\partial \varphi}{\partial x_j} \right) + \frac{\varphi}{E} (C_{\varphi 1} P_E - C_{\varphi 2} \varepsilon) + \Delta_\varphi, \end{cases}$$

где  $\varphi = \varepsilon/E$  – вспомогательная функция,  $\sigma_E$  и  $\sigma_\varphi$  – безразмерное число Прандтля для турбулентной кинетической энергии и турбулентное число Шмидта для функции  $\varphi$  соответственно. Величина  $P_E$  представляет собой скорость сдвиговой генерации турбулентной кинетической энергии:

$$P_E = - \sum_{i=1}^3 \sum_{j=1}^3 \langle \overline{u'_i u'_j} \rangle \frac{\partial U_i}{\partial x_j}.$$

Величина  $\Delta_\varphi$  описывает увеличение диссипации турбулентной кинетической энергии за счет взаимодействия с растительностью.

Для численного решения задачи использовалась схема с расщеплением по процессам, локально-одномерные схемы для решения уравнений типа диффузия-адвекция и трехмерная эволюционно-факторизованная схема для решения вспомогательного уравнения Пуассона для  $\delta P$ .

Исследование выполнено в рамках реализации проекта РНФ 14-14-00956-П.

#### Литература

1. Wyngaard J.C. Turbulence in the Atmosphere. Cambridge University press. – 2010.
2. Дубов А.С., Быкова Л.П., Марунич С.В. Турбулентность в растительном покрове. Гидрометеиздат. – Ленинград. – 1978 г.
3. Sogachev A., Panferov O. Modification of two-equation models to account for plant drag // Boundary-Layer Meteorol. – 2006. – V.121. – I.2. – P. 229-266.
4. Wilcox D.C. Turbulence modeling for CFD. DCW Industries, Inc., La Cañada, CA. 1998.
5. Белоцерковский О.М. Численное моделирование в механике сплошных сред. – М.: Физико-математическая литература. – 1994. – 443 с.
6. Мухартова Ю.В., Левашова Н.Т., Ольчев А.В., Шапкина Н.Е. Применение двумерной модели для описания турбулентного переноса CO<sub>2</sub> в пространственно-неоднородном растительном покрове – Вестник Московского университета. Серия 3. Физика. Астрономия. – 2015. – № 1. – С. 15–22.

## ТРЕХМЕРНАЯ МОДЕЛЬ ПЕРЕНОСА СОЛНЕЧНОЙ РАДИАЦИИ В НЕОДНОРОДНОМ РАСТИТЕЛЬНОМ ПОКРОВЕ

Левашова Н.Т.<sup>1</sup>, Мухартова Ю.В.<sup>1</sup>, Ольчев А.В.<sup>2,3</sup>

<sup>1</sup>МГУ им. М.В. Ломоносова, физический факультет, г. Москва, Россия

<sup>2</sup>МГУ им. М.В. Ломоносова, географический факультет

<sup>3</sup>Институт проблем экологии и эволюции имени А. Н. Северцова РАН,  
г. Москва, Россия

natasha@npanalytica.ru

Солнечная радиация, поступающая на верхнюю границу растительного покрова, является ключевым фактором, определяющим тепловой режим растительного покрова и почвы и влияющим на всю совокупность биохимических процессов, протекающих в растениях, включая процессы фотосинтеза и транспирации. Большинство современных методик, используемых для описания радиационного режима растительного покрова, рассматривают растительный покров в виде горизонтально однородной мутной среды, внутри которой для опи-

сания переноса радиации справедливо использование закона Бугера-Ламберта, предполагающего экспоненциальное ослабление солнечного света в зависимости от плотности растительного покрова. В случае неоднородной растительности использование данного подхода может привести к значительным погрешностям в оценках радиации поглощенной и пропущенной различными ярусами растительного полого. Для неоднородного растительного покрова, очевидно, требуется использование более сложных моделей переноса, позволяющих оценить эффекты пространственной неоднородности растительности.

В рамках данного исследования для описания полей солнечной радиации в неоднородном растительном покрове была предложена трехмерная модель переноса солнечной радиации, основанная на модельном подходе, впервые предложенным Ю.К. Россом [1] и в дальнейшем развитым Р. Мунени [2], Ю. Князихиным и др. [3]. Согласно этому подходу функция распределения интенсивности солнечной радиации с длиной волны  $\lambda$   $I_\lambda(\mathbf{r}, \Omega)$  в каждой точке пространства внутри растительности  $\mathbf{r} = \{x, y, z\}$  в зависимости от телесного угла  $\Omega = \{\varphi, \theta\}$ , ( $\theta$  – зенитный угол солнца) оценивается как сумма прямой  $I_{m,\lambda}(\mathbf{r}, \Omega)$  и рассеянной солнечной радиации  $I_{d,\lambda}(\mathbf{r}, \Omega)$ . Распределение интенсивности прямой радиации внутри растительного покрова определяется согласно выражению  $I_{m,\lambda}(\mathbf{r}, \Omega) = Q_{0,\lambda}(\mathbf{r}) \delta(\Omega - \Omega_0)$ . Плотность вероятности того, что солнечный луч, приходящий на верхнюю границу растительного покрова вдоль направления  $\Omega_0$ , достигает некоторой точки  $\mathbf{r}$  внутри растительности не отражаясь и не рассеиваясь на элементах растительности, определяется как

$$Q_{0,\lambda}(\mathbf{r}) = T_{m,\lambda}(\mathbf{r} - l_{\mathbf{r},\Omega_0} \Omega_0) \exp \left( - \int_0^{l_{\mathbf{r},\Omega_0}} \sigma(\mathbf{r} - s\Omega_0, \Omega_0) ds \right).$$

Здесь  $T_{m,\lambda}$  – интенсивность прямой солнечной радиации на верхней границе растительного покрова,  $l_{\mathbf{r},\Omega_0}$  – расстояние между точкой  $\mathbf{r}$  и границей растительности вдоль направления на солнце  $\Omega_0$ ,  $\sigma(\mathbf{r}, \Omega)$  – площадь сечения взаимодействия (рассеяния и поглощения) солнечной радиации с элементами растительности. В случае равномерного распределения листьев по углам наклона можно принять  $\sigma(\mathbf{r}, \Omega) = 0.5 \cdot LAD(\mathbf{r})$ , где  $LAD(\mathbf{r})$  – функция распределения плотности листовой поверхности. Интенсивность рассеянной радиации определяется как суммарная интенсивность солнечной радиации, поступающей от всей верхней полусферы неба, а также восходящей (направленной в верхнюю

полусферу) солнечной радиации, отраженной от растительности (прямой и рассеянной),  $I^{(+)}$ , и нисходящей солнечной радиации, рассеянной элементами растительности в нижнюю полусферу,  $I^{(-)}$ . Функции  $I^{(\pm)}$  определяются при решении уравнений

$$-\left|\cos\theta\right|\frac{\partial I_{d,\lambda}^{(\mp)}}{\partial z}(\mathbf{r},\Omega)+\sigma(\mathbf{r},\Omega)I_{d,\lambda}^{(\mp)}(\mathbf{r},\Omega)=\int_{4\pi}I_{d,\lambda}(\mathbf{r},\Omega')\sigma_s(\mathbf{r},\Omega',\Omega)d\Omega'+\sigma_s(\mathbf{r},\Omega_0,\Omega)Q_{0,\lambda}(\mathbf{r})$$

с дополнительными условиями  $I_{d,\lambda}^{(-)}(\mathbf{r}_t,\Omega)=T_{d,\lambda}$ , где  $T_{d,\lambda}$  – проходящая рассеянная радиация в точку  $\mathbf{r}_t=\{x,y,z_t\}$  на верхней границе растительности. Величина

$$I_{d,\lambda}(\mathbf{r}_b)$$
 определяется как  $I_{d,\lambda}(\mathbf{r}_b)=\frac{\rho_\lambda\mu_0Q_{0,\lambda}(\mathbf{r}_b)}{1-\rho_\lambda\pi}$ , где  $\rho_\lambda$  – коэффициент отражения

солнечной радиации от поверхности почвы в точке с координатами  $\mathbf{r}_b=\{x,y,z_b\}$  на нижней границе. Через  $\sigma_s(\mathbf{r},\Omega',\Omega)$  в уравнении для рассеянной радиации обозначено дифференциальное сечение рассеяния лучей, падающих в направлении  $\Omega'$  и рассеянных в телесном угле  $d\Omega$  при соответствующих  $\mathbf{r}$  и  $\Omega$ . Введем величины

$$\gamma_{LD}(\Omega_L,\Omega',\Omega)=\begin{cases} \pi^{-1}r_{LD}(\alpha')|(\Omega,\Omega_L)|, & (\Omega,\Omega_L)(\Omega',\Omega_L)<0, \\ \pi^{-1}t_{LD}(\alpha')|(\Omega,\Omega_L)|, & (\Omega,\Omega_L)(\Omega',\Omega_L)>0, \end{cases}$$

– фазовую функцию рассеяния листвой: часть энергии, перехваченной у фотонов, изначально падавших в направлении  $\Omega'$  и рассеянного после столкновения фотонов с листовой поверхностью с внешней нормалью  $\Omega_L$  в телесный угол  $\Omega$  и  $\gamma_{LS}(\Omega_L,\Omega',\Omega)=F_r(n,\alpha')\delta_2(\Omega,\Omega^*)$  – зеркальную составляющую отражения. Согласно [2]

$$\sigma_s(\mathbf{r},\Omega',\Omega)=\frac{1}{2\pi}LAD(\mathbf{r})\int_{2\pi^+}|(\Omega',\Omega_L)|(\gamma_{LD}(\Omega_L,\Omega',\Omega)+\gamma_{LS}(\Omega_L,\Omega',\Omega))d\Omega_L.$$

Здесь  $\alpha'$  – угол между падающим лучом и нормалью к поверхности листа,  $r_{LD}(\alpha')$  – полусферический коэффициент отражения листа,  $t_{LD}(\alpha')$  – полусферическая функция пропускания листа,  $n=1,5$  – показатель преломления воздуха;  $F_r(n,\alpha')=\frac{1}{2}\left(\frac{\sin^2(\alpha'-\theta_s)}{\sin^2(\alpha'+\theta_s)}+\frac{\text{tg}^2(\alpha'-\theta_s)}{\text{tg}^2(\alpha'+\theta_s)}\right)$ ,  $\theta_s=\arcsin\left(\frac{\sin\alpha'}{n}\right)$ ,  $\delta_2$  – дельта-функция Дирака,  $\Omega^*$  – направление соответствующей нормали листа для зеркального рассеяния падающего и отраженного лучей.

Интенсивность солнечной радиации в каждой точке с координатами  $\mathbf{r}$  вычисляется как суммарная интенсивность потока радиации в каждом из направлений, определяемых всеми возможными  $\Omega$ .

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РФФИ (14-14-00956-П).

#### Литература

1. Росс Ю.К. Радиационный режим и архитектура растительного покрова. Л.: Гидрометеоздат. – 1975. – 344 с.
2. Ross J., Myneni R.B. Photon-Vegetation Interactions. Applications in Optical Remote Sensing and Plant Ecology. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, – 1991.
3. Knyazikhin Yu., Miessen G., Panferov O., Gravenhorst G. Small-scale study of three-dimensional distribution of photosynthetically active radiation in a forest. Agricultural and Forest Meteorol. – 1997. – V.88 – P. 215–239.

## **ДВУМЕРНАЯ ГИДРОДИНАМИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ТУРБУЛЕНТНОГО ПЕРЕНОСА CO<sub>2</sub> И H<sub>2</sub>O НАД НЕОДНОРОДНОЙ ПОВЕРХНОСТЬЮ С МОЗАИЧНОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТЬЮ И СЛОЖНЫМ РЕЛЬЕФОМ.**

Мухартова Ю.В., Крупенко А.С., Мангура П.А., Ольчев А.В.

МГУ имени М.В. Ломоносова, физический факультет, Москва, Россия,  
muhartova@yandex.ru

МГУ имени М.В. Ломоносова, географический факультет, Москва, Россия

Неоднородность растительного покрова и рельефа существенно затрудняет адекватную оценку локальных и региональных потоков парниковых газов как с использованием экспериментальных подходов (например, методом турбулентных пульсаций), так и при применении широко распространенных одномерных моделей. В рамках данного исследования для описания процессов CO<sub>2</sub> и H<sub>2</sub>O обмена в приповерхностном слое атмосферы над неоднородной подстилающей поверхностью была разработана двумерная гидродинамическая модель турбулентного переноса, позволяющая учитывать влияние на процессы переноса в приземном слое не только мозаичной структуры растительности, но и неоднородности рельефа.

Используемая двумерная модель основана на решении системы усредненных уравнений Навье-Стокса и неразрывности для компонент скорости ветра  $\vec{V} = \{V_1, V_2\}$  с использованием замыкания порядка 1.5 (Wilcox 1998; Wyngaard 2010). Система основных уравнений также включает в себя уравнение теплопроводности для усредненной температуры воздуха ( $T$ ) с учетом теплообмена с поверхностью земли и растительным покровом, а также усредненные уравне-

ния диффузии-адвекции для концентрации углекислого газа ( $C_s$ ) и удельной влажности ( $q$ ) воздуха (Sogachev, Panferov 2006; Mukhartova et al. 2015, Mamkin et al. 2016):

$$\frac{\partial V_i}{\partial t} + (\vec{V}, \nabla) V_i = -\frac{1}{\rho_0} \frac{\partial}{\partial x_i} \delta P - \sum_{j=1}^2 \frac{\partial}{\partial x_j} \left\{ \frac{2}{3} \delta_{ij} \bar{e} - K \left( \frac{\partial V_i}{\partial x_j} + \frac{\partial V_j}{\partial x_i} \right) \right\} + g \frac{\delta T_v}{T_0} \delta_{i2} - c_d \cdot LAD |\vec{V}| V_i, \quad \text{div } \vec{V} = 0,$$

$$\frac{\partial T}{\partial t} + (\vec{V}, \nabla) T + \gamma_a \cdot \frac{T_v}{T_0} \cdot V_2 = \text{div}(K_T \cdot \nabla T) + \frac{\gamma_a}{T_0} \cdot K_T \cdot \frac{\partial T}{\partial x_2} + \frac{1}{\rho_0 c_p} (\vec{V}, \nabla) \delta P - \frac{H}{\rho_0 c_p},$$

$$\frac{\partial C_s}{\partial t} + (\vec{V}, \nabla) C_s = \text{div}(K_C \cdot \nabla C_s) + F_C, \quad \frac{\partial q}{\partial t} + (\vec{V}, \nabla) q = \text{div}(K_v \cdot \nabla q) + \frac{E}{\rho},$$

$$\frac{\partial \bar{e}}{\partial t} + (\vec{V}, \nabla) \bar{e} = \text{div}(K_e \nabla \bar{e}) + P_E - \varepsilon - g \frac{K_T}{T_0} \frac{\partial}{\partial z} \delta \bar{T}_v, \quad \varphi = \frac{\varepsilon}{E},$$

$$\frac{\partial \varphi}{\partial t} + (\vec{V}, \nabla) \varphi = \text{div}(K_\varphi \nabla \varphi) + \frac{\varphi}{E} \left( C_{\varphi 1} P_E - C_{\varphi 2} \varepsilon - C_{\varphi 3} g \frac{K_T}{T_0} \frac{\partial}{\partial z} \delta \bar{T}_v \right) + 12 \sqrt{C_\mu} (C_{\varphi 2} - C_{\varphi 1}) c_d LAD |\vec{V}| \varphi,$$

где  $x_1, x_2$  – горизонтальная и вертикальная координаты,  $\rho_0$  – плотность сухого воздуха,  $\delta P$  – отклонение усредненного давления воздуха от значений, определяемых гидростатическим распределением,  $\bar{e}$  – турбулентная кинетическая энергия (ТКЭ),  $\varepsilon$  – скорость диссипации ТКЭ,  $\delta T_v = T \cdot (1 + 0.61q) - T_0$  – отклонение виртуальной температуры от сухоадиабатического профиля  $T_0(x_2)$ ,  $K$ ,  $K_T$ ,  $K_C$ ,  $K_v$ ,  $K_e$  и  $K_\varphi$  – коэффициенты турбулентного обмена для момента, тепла,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ , ТКЭ и функции  $\varphi$  соответственно,  $\gamma_a = g/c_p$ ,  $c_p$  – удельная теплоемкость воздуха при постоянном давлении,  $F_C$  – мощность источников/стоков  $\text{CO}_2$  в растительности,  $H$  – обусловленный теплообменом поток тепла,  $E$  – скорость испарения,  $LAD$  – плотность фитомассы,  $c_d$  – коэффициент сопротивления растительности воздушному потоку,  $P_E$  – сдвиговая генерация ТКЭ,  $C_\mu$ ,  $C_{\varphi 1}$ ,  $C_{\varphi 2}$ ,  $C_{\varphi 3}$  – модельные константы.

В пределах растительности поток тепла  $H$  имеет вид  $H = LAD \cdot \delta H$ ,  $\delta H = \rho_0 c_p \frac{T_l - T}{r_b / 2}$ , где  $T_l$  – температура листьев,  $r_b$  – сопротивление поверхностного слоя воздуха вблизи листа. Скорость испарения  $E$  имеет вид:

$$E = LAD \cdot \delta E, \quad \delta E = \frac{\rho_0 c_p}{\gamma_p} \frac{e^*[T_l] - e_a}{r_s + r_b},$$

где  $e^*[T_l]$  – давление насыщенного пара при температуре  $T_l$ ,  $e_a$  – давление водяного пара вблизи листа,  $\gamma_p$  – психрометрическая константа,  $r_s$  – устьичное сопротивление для  $\text{H}_2\text{O}$ .

Для описания процесса фотосинтеза и дыхания растительности использовался комплексный подход, основанный на модели [1] в модификации [2], уравнении Бера-Ламберта для описания распространения солнечной радиации в пределах растительности [3], а также алгоритме оценки зависимости устьичной проводимости листьев растений от фотосинтетически активной солнечной радиации. Скорость эмиссии  $\text{CO}_2$  с поверхности почвы рассматривалась как функция температуры и влажности почвы, а также скорости ветра вблизи поверхности (рис. 1).

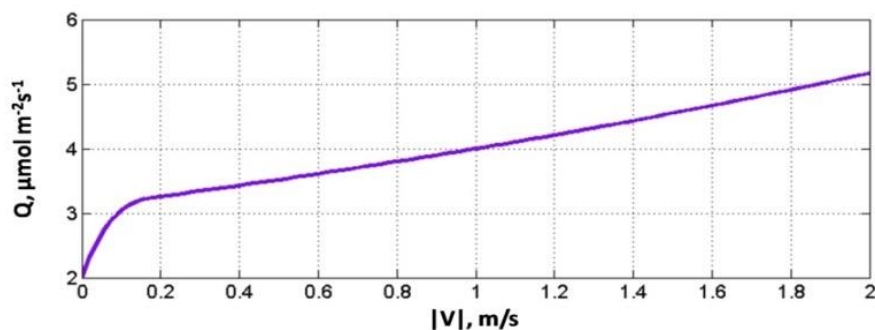


Рис.1. Зависимость скорости эмиссии  $\text{CO}_2$  с поверхности почвы от скорости ветра в пограничном слое.

Для количественной оценки возможных эффектов влияния неоднородности рельефа и растительности на турбулентные потоки  $\text{CO}_2$  и  $\text{H}_2\text{O}$  в исследовании был выбран профиль, пролегающий по холмистому участку местности с неоднородной растительностью в Тульской области (рис.2).

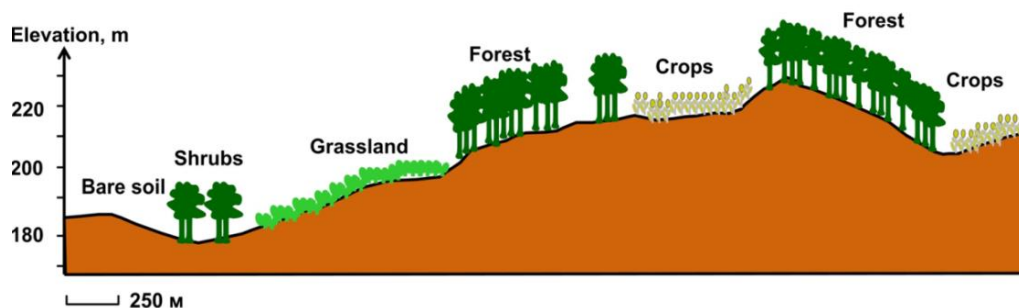


Рис.2. Выбранный для модельных расчетов профиль местности.

Результаты модельных расчетов показали существенное влияние, оказываемое элементами неоднородности на поле скорости ветра, а также потоки  $\text{CO}_2$  и  $\text{H}_2\text{O}$  внутри и над растительным покровом. Пренебрежение горизонтальной адвекцией и возмущениями, возникающими в поле ветра и турбулентности на неровностях рельефа и на границах раздела растительных сообществ, может



привести к значительным погрешностям в оценке интегральных потоков  $\text{CO}_2$  и  $\text{H}_2\text{O}$ .

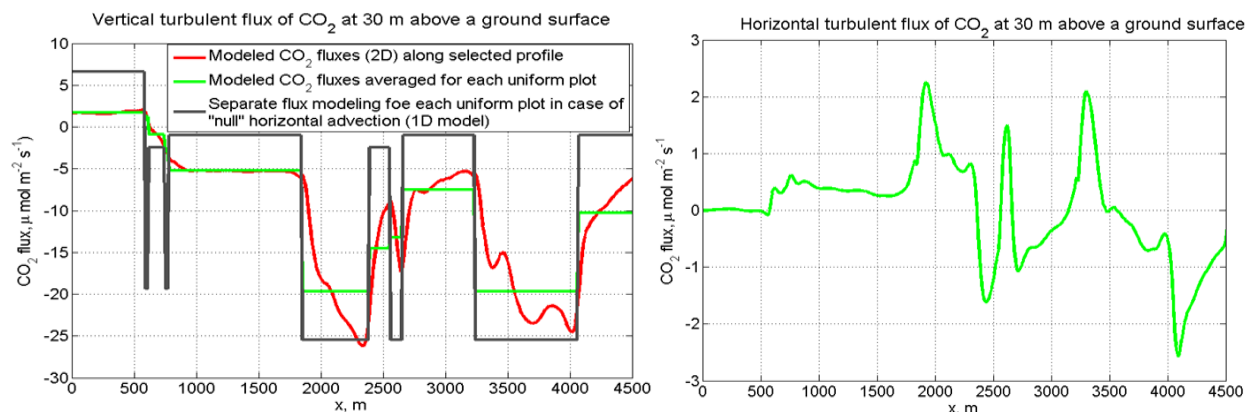


Рис.3. Результаты моделирования вертикальных и горизонтальных турбулентных потоков  $\text{CO}_2$  вдоль выбранного профиля с учетом и без учета рельефа и структуры растительности.

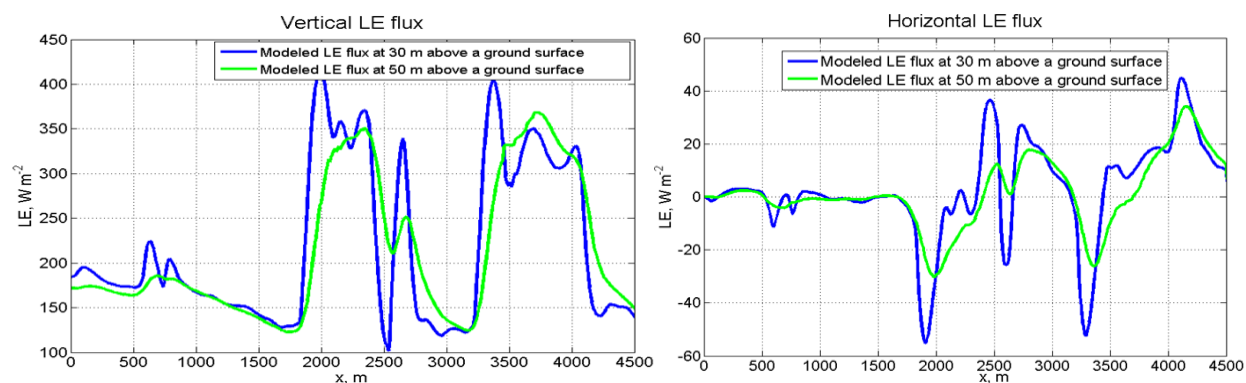


Рис.4. Результаты моделирования вертикального и горизонтального турбулентного потоков  $\text{H}_2\text{O}$  вдоль выбранного профиля с учетом и без учета рельефа и структуры растительности.

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РФФ (14-14-00956-П).

#### Литература

1. Ball J. T., Woodrow I. E. and Berry J. A. A model predicting stomatal conductance and its contribution to the control of photosynthesis under different environmental conditions Progress in Photosynthesis Research ed I Biggins (Netherlands: Martinus Nijhoff) – 1987. – P.221–224.
2. Leuning R. A critical appraisal of a combined stomatal-photosynthesis model for  $\text{C}_3$  plants // Plant Cell Environ. – 1995. – V.18 – P.339–355.
3. Monsi M. and Saeki T. Ober den Lichtfaktor in den Pflanzengesellschaften und seine Bedeutung fiir die Stoffproduktion // Jpn J. Bot. – 1953 – V.14 – P.22–31.



# ОПИСАНИЕ БИОРЕМЕДИАЦИИ ПОЧВ С ПОМОЩЬЮ МОДЕЛИ МНОГОЗВЕННОЙ СИСТЕМЫ МИКРООРГАНИЗМОВ<sup>14</sup>

Лубышева А.И., Поташев К.А., Софинская О.А.

Казанский (Приволжский) федеральный университет, г. Казань, РФ

nastia.lubysheva@gmail.com

## Введение

Биоремедиация – наиболее экологичный метод очистки почв от нефтяных загрязнителей, основанный на способности микроорганизмов (МО) окислять углеводороды. Для оптимизации сценария восстановительных мероприятий необходима корректная математическая модель процесса. При этом основные сложности представляет замыкание модели переноса загрязнителей кинетическими соотношениями, описывающими жизнедеятельность микроорганизмов. Настоящая работа посвящена выбору наиболее адекватной кинетики жизнедеятельности МО на основе сопоставления с экспериментальными данными.

В отличие от большинства известных моделей [1, 2], рассмотрен случай многозвенной системы МО. Каждое звено этой системы использует для питания продукты жизнедеятельности предшествующего звена. Исходным субстратом считалась нефть.

Сформулировано несколько различных моделей кинетики многозвенной системы. Оснащение моделей коэффициентами выполнено из условия минимизации невязки расчетных и экспериментальных данных. Для этого был реализован оригинальный оптимизационный алгоритм [3], основанный на использовании метода Левенберга–Марквардта.

## 1. Основные уравнения моделей

Рассматривается  $N$  различных биомасс, продукты метаболизма каждой из которых являются субстратом для роста биомассы следующей стадии потребления. Уравнения, определяющие ключевые процессы жизнедеятельности такой многозвенной системы МО, могут быть записаны в виде

$$\frac{dM_i}{dt} = v_i M_i - d_i M_i, \quad i = 1..N; \quad (1)$$

$$\frac{dC_i}{dt} = \begin{cases} -\alpha_i v_i M_i, & i = 1, \\ -\alpha_i v_i M_i + \beta_{i-1} v_{i-1} M_{i-1} + \gamma_{i-1} d_{i-1} M_{i-1}, & 1 < i < N + 1, \\ \beta_{i-1} v_{i-1} M_{i-1} + \gamma_{i-1} d_{i-1} M_{i-1}, & i = N + 1. \end{cases} \quad (2)$$

<sup>14</sup> Результаты получены в рамках выполнения государственного задания Минобрнауки России (9.9786.2017/8.9)

Здесь  $M_i$  – концентрация биомассы звена  $i$  МО в почве (мг/г);  $v$  и  $d$  – удельная скорость роста и гибели биомассы ( $c^{-1}$ );  $t$  – время процесса (с);  $\alpha$  – экономический коэффициент;  $C_i$  – концентрация субстрата (мг/г);  $\gamma$  и  $\beta$  – коэффициенты, определяющие количество метаболита, возникающего при разложении погибшей и приросте новой единицы биомассы.

Начальные условия

$$\begin{aligned} M_i(t=0) &= M_i^0, \quad i=1..N, \\ C_i(t=0) &= C_i^0, \quad i=1..N+1. \end{aligned} \quad (3)$$

Для определения функций  $v$  и  $d$ , использовались три модели, отражающие различные варианты учета влияния на них метаболитов.

### Модель 1

Скорость продукционного роста определим кинетикой Моно [4], а скорость гибели – согласно [12]:

$$v_i = \omega_i \frac{C_i}{K_i + C_i}, \quad i=1..N, \quad (4)$$

$$d_i = \delta_i \left( 1 + \frac{C_{i+1}}{\varepsilon_i} \right), \quad i=1..N, \quad (5)$$

где  $\omega_i$  – максимальная скорость роста ( $c^{-1}$ );  $K_i$  – константа полунасыщения (мг/г),  $\varepsilon_i$  – константа (мг/г).

### Модель 2

Скорость роста определим по формуле Моно – Иерусалимского [5]:

$$v_i = \omega_i \frac{\xi_i C_i}{(K_i + C_i)(\xi_i + C_{i+1})}, \quad i=1..N, \quad (6)$$

где  $\xi_i$ ,  $K_i$  – константы полунасыщения (мг/г).

Скорость гибели  $d$  считается постоянной:

$$d_i = \delta_i, \quad i=1..N. \quad (7)$$

### Модель 3

В ряде случаев введение в кинетическое уравнение (4) переменной управления скорости позволяет улучшить описание продукционного процесса:

$$v_i = \omega_i \frac{C_i}{K_i + C_i} \frac{K_{li}}{K_{li} + C_i}, \quad (8)$$

где  $K_i$ ,  $K_{li}$  – константы полунасыщения (мг/г).

Для скорости гибели используем уравнение (4).

### Модификация моделей

В уравнении (1) введем коэффициент ограничения численности  $K_m$  (мг/г) [2], позволяющий контролировать скорость роста МО

$$\frac{dM_i}{dt} = v_i \left( 1 - \frac{M_i}{K_{mi}} \right) M_i - d_i M_i. \quad (9)$$

Варианты всех трех моделей, в которых уравнение (1) заменено уравнением (9), будем обозначать дополнительным символом (а).

Итак рассматривается 6 моделей. Модель 1 и 2 содержат  $L = 7N$  неизвестных коэффициентов, модель 3 –  $8N$ , модели 1(а), 2(а) –  $8N$ , а модель 3(а) –  $9N$  коэффициентов.

После нормировки на характерные масштабы

$$t^* = 1 \text{ сут}, \quad M^* = M_1^0, \quad C^* = C_1^0, \quad \alpha^*, \beta^*, \gamma^* = C_1^0 / M_1^0$$

вид уравнений сохраняется прежним, а начальные условия принимают вид

$$\begin{aligned} M_1(t=0) &= 1, \quad M_i(t=0) = M_i^0, \quad i = 2..N, \\ C_1(t=0) &= 1, \quad C_i(t=0) = C_i^0, \quad i = 2..N+1. \end{aligned}$$

## 2. Результаты и обсуждение

Коэффициенты модели отыскивались из условия минимизации невязки

$$R^2 = R_B^2 + R_{C_1}^2 + R_{C_{sum}}^2 \rightarrow \min, \quad R_p^2 = \sum_{k=0}^{N_p} \frac{\Delta t_p^k}{T_p} (p^k - p(t_p^k))^2, \quad (10)$$

где  $N_p, T_p$  ( $p = B, C_1, C_{sum}$ ) – число моментов времени и последнее время экспериментальных замеров  $p^k$  показателя  $p$  соответственно;  $B$  – значение общего дыхания всех звеньев МО;  $C_{sum} = \sum_{i=1}^N C_i$  – суммарная концентрация субстратов;  $t_p^k$  – момент времени  $k$  замера показателя  $p$ ;  $p(t_p^k)$  – модельное значение параметра  $p$  в момент  $t_p^k$ ;  $\Delta t_p^k$  – локальный промежуток «времени действия»  $p^k$ :

$$\Delta t_p^k = \frac{1}{2} \begin{cases} t_1 - t_0, & i = 0; \\ t_{i+1} - t_{i-1}, & 0 < i < N_p; \\ t_{N_p} - t_{N_p-1}, & i = N_p. \end{cases}$$

Замеры общего дыхания нормировались на начальную величину. Для вычисления модельных значений  $B(t)$  использовалось уравнение

$$B(t) = \theta \sum_{i=1}^N M_i(t), \quad (11)$$

где  $\theta$  – коэффициент пропорциональности:

$$\theta = 1 / \sum_{i=1}^N M_i^0. \quad (12)$$

Для решения задачи (10) использовалась оригинальная методика [3], основанная на использовании метода Левенберга - Марквардта [6] с применением принципа Монте-Карло [7], действующая по следующей схеме

- на область искомых коэффициентов «набрасывается» набор случайных точек, в которых вычисляется невязка (10);
- из них выбирается  $L$  точек с наименьшими значениями невязки;
- решаются задачи минимизации функционала (10) методом Левенберга - Марквардта с использованием каждой отобранной точки в качестве начального приближения; выбираются коэффициенты модели, доставляющие наилучшую аппроксимацию экспериментальных данных.

Показано, что модель однозвенной системы не способна качественно описать экспериментальные значения (Рис. 1), особенно немонотонное поведение динамики суммарной концентрации субстратов  $C_{sum}$ , поскольку в однозвенной системе невозможен ее рост. В двухзвенной же модели её рост возможен, что позволяет существенно повысить качество аппроксимации экспериментальных данных (Рис. 2). Дальнейшего повышения качества модели удастся достичь за счет коэффициента ограничения численности МО, а учет дополнительной переменной скорости роста улучшает модель 1(а) (Таблица 1). Модель 1(а) и 3(а) были выбраны в качестве наилучших.

Таблица 2 приведены найденные оптимальные коэффициенты для этих моделей.

Таблица 1. Величины невязок

		Однозвенная система	Двухзвенная система
		$R$	$R$
Модель	1	0.13236	0.06466
	1(a)	0.12906	0.03437
	2	0.13232	0.05083
	2(a)	0.12904	0.04057
	3	0.12947	0.05173
	3(a)	0.17311	0.03384

Таблица 2. Оптимальные коэффициенты моделей

Мо- дель	зве но	Оптимальные коэффициенты									
		$\alpha$	$\beta$	$\delta$	$\varepsilon$	$\xi$	$K$	$K_1$	$K_m$	$\omega$	$\gamma$
1(a)	1	0.1731	0.196	0.0279	1.303	-	0.4895	-	0.0999	0.0609	1.1351
	2	0.1134	0.0005	0.0001	1.7929	-	0.1374	-	0.845	0.3315	0.0001
3(a)	1	0.0587	0.189	0.1	3.2232	-	0.7785	0.7785	0.0001	0.4448	0.2263
	2	0.5	0.0039	0.0001	10	-	0.3802	0.3802	0.8065	0.2243	0.0001

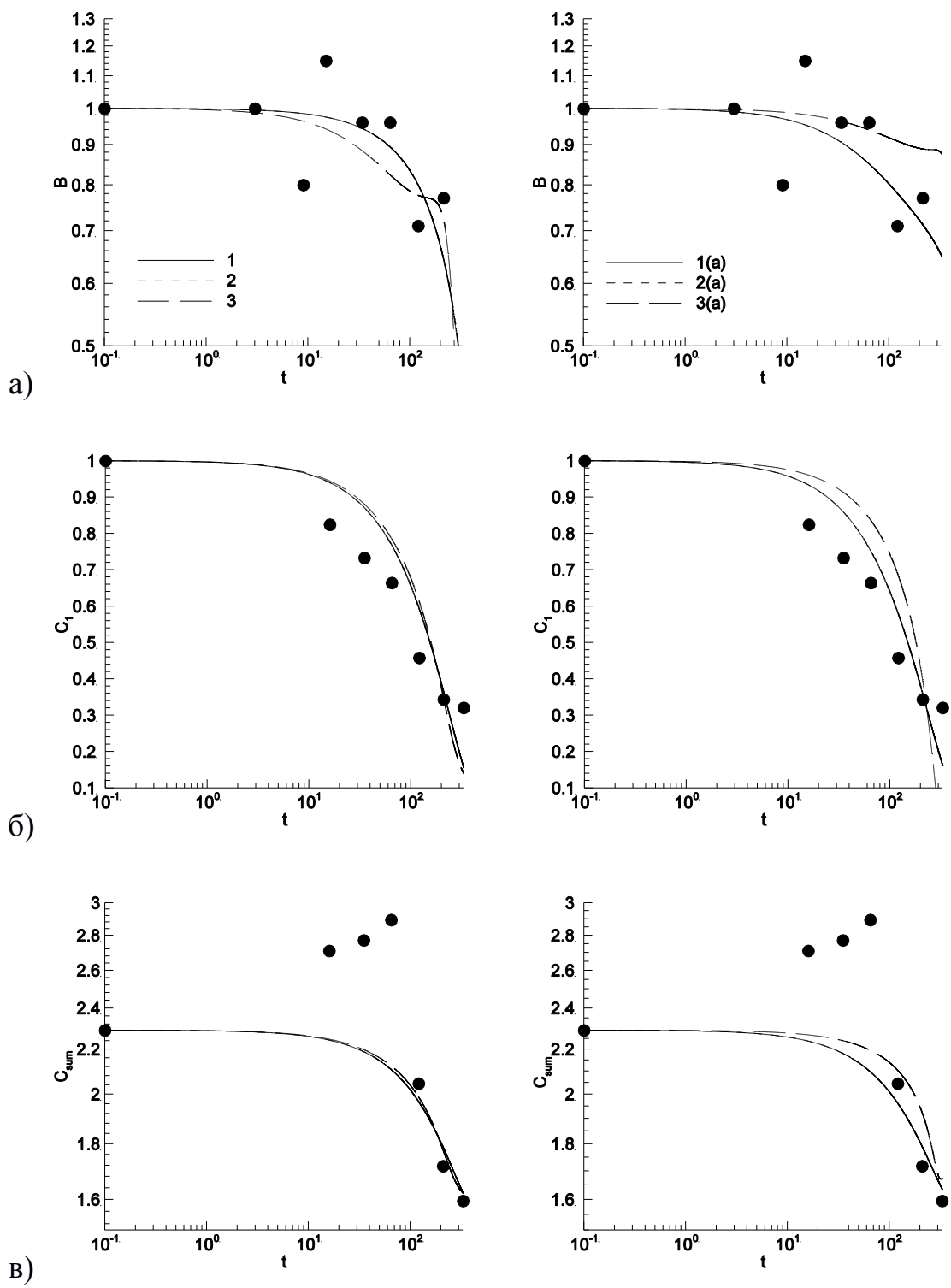


Рис. 1 Результаты для однозвенной системы  
(маркеры – экспериментальные значения, линии – модельные)

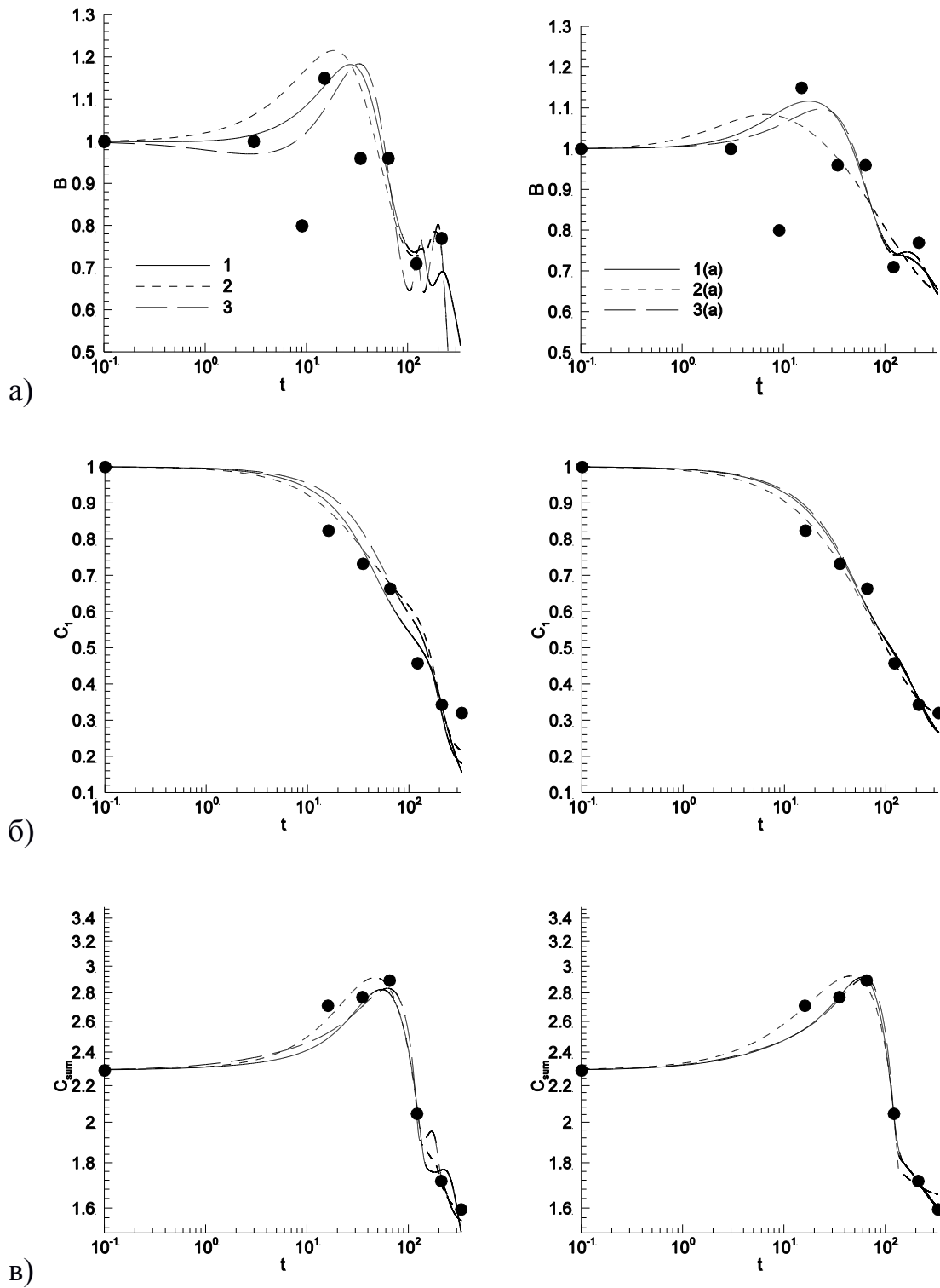


Рис. 2 Результаты для двухзвенной системы  
(маркеры – экспериментальные значения, линии – модельные)

Литература

1. A. R. Mandli, J. M. Modak Optimal control analysis of the dynamic growth behavior of microorganisms // Mathematical Biosciences. – 2014. – № 25. – P. 57 – 67.

2. J. A. Ensze, D.A. Măces, M. A. Stadtherr, Probability bounds analysis for nonlinear population ecology models // *Mathematical Biosciences*. – 2015. – № 267. – P. 97 – 108.
3. Лубышева А.И., Поташев К.А. Адаптация модели многозвенной системы микроорганизмов в загрязненной нефтепродуктами почве // *Труды Математического центра имени Н. И. Лобачевского*. Т. 53, Казанское математическое общество. «Лобачевские чтения – 2016», Материалы XV Молодежной научной школы-конференции. – Казань: Изд-во Казанского мат. общества, Изд-во Академии наук РТ. – 2016. – Т. 53. – С. 88 – 90;
4. А.Б. Рубин. Кинетика биологических процессов. Издательство Московского университета. – 1977. – 330 с.
5. С.Д. Варфоломеев. Биокинетика, практический курс. Москва. – 1999. – 720 с.
6. Гилл Ф., Мюррей У., Райт М. Практическая оптимизация. – М.: Мир. – 1985. – 609 с.
7. С. М. Ермаков. Метод Монте-Карло и смежные вопросы. — М.: Главная редакция физико-математической литературы издательства «Наука». – 1971. – 328 с.

## **САМОСОГЛАСОВАННАЯ МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ НЕРАВНОВЕСНОЙ НИЗКОТЕМПЕРАТУРНОЙ ПЛАЗМЫ ВЧЕ-РАЗРЯДА**

Бадриев И.Б., Чебакова В.Ю.

Казанский (Приволжский) Федеральный университет, Казань, Россия  
vchebakova@mail.ru

В настоящее время быстро развиваются методы исследования проблем экологической безопасности при нефтяном загрязнении. Значительные масштабы поступления нефти в окружающую среду при освоении нефтегазовых ресурсов приводят к тому, что данный вид загрязнения является основным для многих районов нефтедобычи. Наиболее перспективной в настоящее время является технология совместной переработки нефтесодержащих отходов и/или тяжелых нефтяных фракций с использованием низкотемпературных плазменных технологий переработки.

Плазмохимические способы обеспечивают более высокую степень переработки (конверсия сырья составляет 96-98% масс), увеличивают глубину переработки в непредельные углеводороды (более 75%), позволяют использовать в качестве сырья тяжелые нефтяные фракции (керосиновую и дизельную), а также сокращают количество стадий и уменьшают разветвленность химических процессов. В работе [1] речь идет о переработке высоковязких нефтяных остатков – мазута и гудрона. Подчеркивается, что в последние годы в качестве одного из вариантов углубления переработки тяжелых нефтей и мазута предлагается использование мощного деструктивного процесса пиролиза в плазменной струе инертного газа, водородсодержащего газа, азота, обладающего уникальными



возможностями, как по избирательности химических реакций, так и по простоте реализации технологического процесса.

При создании плазменных установок применяемых в нефтехимической и химической промышленности натурные эксперименты, как правило, затруднительно произвести, так как их проведение требует значительных ресурсных затрат, и кроме того экспериментальные методики не дают детальной информации о внутренних плазмохимических процессах. Поэтому для исследований применяются экспериментально-расчетные методики, которые, взаимно дополняя друг друга, позволяют решать многие задачи физики и химии низкотемпературной плазмы. Именно такой подход позволяет связать внутренние и внешние параметры разрядов. Эта задача особенно важна для оптимизации режимов работы плазменных установок.

Целью работы является создание самосогласованной математической модели неравновесной низкотемпературной плазмы ВЧЕ-разряда в аргоне при повышенных давлениях, позволяющих рассчитывать структуру и внутренние параметры ВЧЕ-разрядов для управления параметрами ВЧЕ-разряда при решении целевых задач, а также создание соответствующих эффективных численных алгоритмов, реализованных в виде прикладного программного обеспечения, для анализа изменения компонент ионизированного инертного газа в зависимости от диапазонов давления, выявления основных факторов, влияющих на внутренние процессы в ВЧЕ-разрядах.

Построенная самосогласованная математическая модель описывает емкостной ВЧ-разряд между двумя плоско-параллельными электродами, один из которых заземлен, а другой соединен с ВЧЕ-генератором, при этом межэлектродное расстояние меньше размеров самих электродов. В этих условиях электрическое поле близко к потенциальному и разряд однороден вдоль электродов, что позволяет использовать одномерное приближение.

Оценки времени и расстояния, за которое электроны теряют приобретенную от электрического поля энергию, показывают, что при моделировании ВЧ-разряда атмосферного давления можно использовать локальное приближение, в котором параметры электронной компоненты плазмы зависят от локального значения приведенного электрического поля.

Самосогласованная модель ВЧЕ-разряда атмосферного давления в локальном приближении содержит в себе уравнения баланса для электронов, метастабильных атомов, молекулярных и атомарных ионов, а также кинетические уравнения для димера аргона и нейтральных атомов, уравнение Пуассона для потенциала электрического поля, а также стационарное уравнение теплопро-

водности атомно-ионного газа с граничными условиями теплообмена, рассчитываемое по усредненным за период колебания поля параметрам. Коэффициенты скоростей процессов, происходящих при электронном ударе, зависят от локального значения приведенного электрического поля и степени ионизации с учетом электрон-электронных столкновений. Рассматриваемая математическая модель описывается системой краевых и начально-краевых задач, которые характеризуется несколькими особенностями, осложняющими ее численное решение. Для решения рассматриваемой в настоящей работе нелинейной системы краевых и начально-краевых задач использовался приближенный метод, основанный на предварительной конечномерной аппроксимации задачи с помощью разностных схем с последующим применением для ее реализации итерационного процесса.

Разностная аппроксимация для уравнений конвекции-диффузии заряженных частиц строится интегро-интерполяционным методом с применением метода направленных разностей. Для решения задач Коши использовалась неявная схема Эйлера. При аппроксимации квадратичной нелинейности в правых частях уравнений используется линеаризация по Ньютону. Плотности потоков для ионного и электронного газа рассчитываются по методу типа Гуммеля от решения найденного по неявной схеме. Численный алгоритм основан на сносе нелинейности по входящим коэффициентам (коэффициенты диффузии, подвижности и скорости плазмохимических реакций) на нижний слой. Линеаризация системы проводится по методу типа Зейделя.

Результаты численного решения модельной задачи выявили изменения состава газа в процессе развития разряда если в начале преобладают молекулярные ионы при небольшой газовой температуре, а концентрация возбужденных атомов и димеров приблизительно равная, то при нагреве газа происходит уменьшение концентрации молекулярных ионов и димеров при возрастании концентрации атомарных ионов и уменьшении димеров. Концентрация молекулярных ионов больше в приэлектродных слоях, где температура газа меньше. При этом в разряде сохраняется квазинейтральная область. Было показано, что случае существенного нагрева газа изменение газовой температуры в межэлектродном пространстве начинает существенно влиять на соотношение вкладов в образование и гибель частиц различных плазмо-химических процессов, а, следовательно, влияет и на распределение, а также долю заряженных (электронов, атомарных и молекулярных ионов), и возбужденных частиц в разрядном промежутке, определяя тем самым развитие разряда.

Публикация осуществлена при финансовой поддержке РФФИ (проекты 16-31-00378, 17-41-160277).

#### Литература

1. Кашапов Н.Ф., Нефедев Е.С., Тимеркаев Б.А., Фахрутдинов И.М. Разложение тяжёлых углеводородов электродуговой плазмой. / 36-я Международная (Звенигородская) конференция по физике плазмы и УТС. 2009. – С. 1.

## **АКУСТИЧЕСКИЕ И ПРОЧНОСТНЫЕ СВОЙСТВА ДВУХСЛОЙНЫХ ПЛАСТИН**

Паймушин В.Н.<sup>1,2</sup>, Бадриев И.Б.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Казанский национальный исследовательский технический университет  
им. А.Н. Туполева–КАИ, Казань, Россия

vrajmushin@mail.ru

<sup>2</sup>Казанский (Приволжский) Федеральный университет, Казань, Россия

Шумовое загрязнение окружающей среды, в настоящее время, является одной из актуальных проблем для России и многих технически развитых стран мира.. Величина допустимой вибрации любой конструкции определяется ее влиянием на прочностные характеристики конструкции и ее элементов, на работоспособность, самочувствие и здоровье так или иначе связанных с ними людей, работу установленной на ней аппаратуры и др. В части обеспечения прочностных характеристик одним из наиболее опасных режимов динамического деформирования конструкций является резонансный, реализующийся в конструкции при совпадении частот ее собственных колебаний с частотой внешнего циклического воздействия. При таком режиме нагружения, как известно, многократно возрастают амплитудные значения параметров динамического напряженно-деформированного состояния. Корректное и достоверное их теоретическое определение с необходимой для практических целей точностью требует надлежащего учета в расчетных соотношениях демпфирующих свойств материалов конструкций, обусловленных внутренним трением.

Величина допустимой вибрации конструкции должна быть ограничена и величиной допустимого шума, формирующегося в окружающей конструкцию акустической среде в результате ее динамического взаимодействия с деформирующейся конструкцией. Вопросами вибрации механических систем занимаются, главным образом, специалисты в области механики деформируемого тела, динамики и прочности машин, приборов и аппаратуры, прочности летательных аппаратов, судов и др., не уделяя при этом должного внимания вопросам создаваемого конструкциями шума при их деформировании, а вопросами формирования и распространения шума – специалисты в области акустики. Лите-

ратура, посвященная изучению этих вопросов, достаточна обширна. Тем не менее, полученные в этой области результаты следует считать достаточно «скромными» в виду охвата лишь узкого класса простейших элементов тонкостенных конструкций и, зачастую, некорректностью формулируемых задач в части теоретического описания изучаемых явлений. В связи с этим исследования в области акустоупругости тонкостенных элементов конструкций к настоящему времени остаются в числе актуальных и приоритетных научных исследований.

Отметим, что описанные проблемы весьма многогранны, носят комплексный характер и для их решения требуется дальнейшее проведение как экспериментальных, так и теоретических исследований.

С целью снижения динамической напряженности и уровня шума многие элементы конструкций изготавливаются в виде многослойных структур, состоящих по толщине из жестких несущих и мягких демпфирующих слоев.

Композиционные материалы на основе высокопрочных угольных или стеклянных волокон, ставшие к настоящему времени широко применяемыми конструкционными материалами для изготовления изделий того или иного назначения, обладают достаточно низким уровнем ударной вязкости, параметров внутреннего трения и поглощения ударной энергии. В связи с этим одним из направлений повышения указанных свойств конструкций является их изготовление методом склеивания из разных композиционных материалов. Основой таких материалов являются традиционные композиты с угольными или стеклянными волокнами, а защитным слоем – различного рода армированные или неармированные эластомеры, которым присущи высокая ударная вязкость и высокий уровень поглощения ударной энергии. В частности, в качестве защитного слоя целесообразно использовать композиты из высокопрочных высокомодульных полиэтиленовых волокон (ВВПЭ) с матрицей из эластомеров. Они отличаются от других высокопрочных волокон не только более высоким уровнем удельных механических характеристик, но также и минимальным коэффициентом трения, положительным влиянием скорости деформации на прочность, резким увеличением прочности в области отрицательных температур и другими свойствами. Следует отметить, что ввиду плохой адгезии почти со многими пластиками ВВПЭ в основном использовались для изготовления кордов и тросов. Однако в последнее время появились технологии, позволяющие путем, например, облучения холодной плазмой существенно повышать адгезионные свойства ВВПЭ волокон и создавать композиты на их основе [1-3].

Внедрение элементов с многослойной структурой описанного класса в конструкции различного назначения требует разработки расчетных моделей и методов, учитывающих особенности структуры и поведения материалов их слоев. К числу таких особенностей в частности относятся слоистый характер и сравнительная низкая жесткость в направлениях, не совпадающих с направлением армирования. Кроме того, мягкие слои таких элементов конструкций характеризуются также высокими значениями параметров внутреннего трения, что вызывает необходимость учета внутреннего демпфирования материала при установившихся динамических процессах деформирования.

Данная работа посвящена дальнейшему развитию описанного направления исследований, основной целью которой является построение математической модели динамического деформирования тонких пластин при малых перемещениях и деформациях и учете внутреннего демпфирования материалов слоев по модели Томпсона-Кельвина-Фойгта, а также применению этой модели для решения задачи о прохождении звуковой волны сквозь прямоугольную двуслойную пластину. В качестве энергопоглощающего покрытия рассматриваются эластомерные материалы, армированные прямолинейными волокнами из ВВПЭ, которые имеют повышенные значения упругих характеристик при сохранении повышенных значений параметров внутреннего трения.

Результаты исследований получены в рамках выполнения государственного задания Минобрнауки России № 9.5762.2017/ВУ, проект 9.1395.2017/ПЧ и за счет гранта РНФ (проект 16-11-10299).

#### Литература

1. Moon S.I., Jang J.J. The effect of polybutadiene interlayer on interfacial adhesion and impact properties in oxygen-plasma-treated UHMPE fiber/epoxy composites // Composites. – Part A. – 1999. – V. 30. – P. 1039–1044.
2. Кудинов В.В., Шаехов М.Ф., Корнеева Н.В. Влияние плазменной обработки и технологии пропитки на прочность соединения полиэтиленового волокна с эпоксидной матрицей при получении композиционных материалов // Физика и химия обработки материалов. – 2004. – № 3. – С. 18–24.
3. Сергеева Е.А. Влияние плазменной обработки на структуру и свойства высококомодульных полиэтиленовых волокон // Вопросы материаловедения. – 2010. – №2(62). – С.51–57.

## ПОСТРОЕНИЕ ГЕОФИЛЬТРАЦИОННОЙ МОДЕЛИ УЧАСТКА РЕСПУБЛИКИ ТАТАРСТАН В ПАКЕТЕ ПРОГРАММ PM5

Костерина Е.А., Исагаджиева З.Ш.

Казанский (Приволжский) федеральный университет, Институт экологии и природопользования, Казань, Россия,

[Ekaterina.Kosterina@kpfu.ru](mailto:Ekaterina.Kosterina@kpfu.ru)

Пакет программ PM5 и его компоненты применяются во всем мире для моделирования запасов и движения подземных вод, а также миграции загрязнений при решении проблем истощения запасов пресной воды, организации мелиорации и орошения в сельском хозяйстве, защиты пресных вод от загрязнения.

Целью данной работы являются анализ и обработка исходных данных участка Буинского района около села Старый Студенец на территории Республики Татарстан и построение геофильтрационной модели выбранной территории с помощью пакета программ PM5.

Изучаемая территория находится в междуречье трех рек: р. Карла на севере, р. Свияга на востоке и р. Чильча на юге. Западной границей участка является водораздел в рельефе. Площадь выбранного участка примерно 323 км<sup>2</sup>.

В орографическом отношении участок расположен в северной части Приволжской возвышенности. Участок имеет спокойный, сглаженный рельеф и представляет собой почти ровную низменность («Буинские степи»), расчлененную неглубокими, но широкими долинами левых притоков реки Свияги.

Недостаточная гидрогеологическая изученность часто является основной проблемой при построении геофильтрационных моделей. На выбранной территории расположены 67 инженерно-геологических и гидрогеологических скважин и 4 водозаборные скважины, что позволяет считать объект моделирования достаточно подробно гидрогеологически изученным.

Исследуемый участок расположен в зоне сложного геологического строения, наблюдается большое разнообразие и изменчивость в структурно-тектоническом плане, а также и в литолого-фациальном составе водовмещающих пород. Подземные воды залегают в отложениях широкого стратиграфического диапазона. При рассмотрении гидрогеологического разреза участка можно выделить многопластовую систему, в которой наблюдается чередование проницаемых и слабопроницаемых слоев. В целом, толща пород на исследуемой территории состоит из неогеновых, верхнеюрских, верхнетатарских отложений, казанской серии, нижнепермских (ассельских) отложений. Для водоснабжения чаще всего используются подземные воды уржумских и казанских

отложений. Особенностью геологического строения выбранного участка является то, что около половины площади занимает старое русло реки Свияги – очень глубокое и целиком состоящее из очень хорошо водопроницаемых пород. В остальной (западной) части области моделирования, напротив, к поверхности земли подходят плохо проницаемые и маловодоносные породы с тонкими (мощностью около 1 м) водоносными пропластками.

Схематизация гидрогеологических условий исследуемого участка проводилась, главным образом, на основании анализа фондовых материалов по проекту «Проведение эколого-гидрогеологической съемки масштаба 1:200000 листов N-38-VI, XII, XVIII, N-39-VII, VIII Предволжья, XIII.», предоставленных ООО «Научно-производственный центр эколого-геологических и геодезических исследований».

Программа ModFlow, главный модуль пакета программ PM5 – базовая программа для построения гидродинамических моделей различного уровня сложности. Пакет предназначен для решения стационарных и нестационарных задач в условиях безнапорного, напорно-безнапорного и напорного режимов фильтрации. Пакет программ представлен главным модулем и подключенным дополнительным средствам, которые могут имитировать различные объекты – реки, скважины, дренажи; граничные условия любого рода; инфильтрационное питание и испарение.

В основе модели геофильтрации, реализуемой пакетом ModFlow в составе PM5, лежит уравнение баланса массы жидкости в терминах напоров. В пакет заложена конечно-разностная аппроксимация исходной дифференциальной задачи. Расчет ведется итерационным методом. Возможно регулирование точности метода.

Для построения модели выбранного участка Республики Татарстан был выделен прямоугольный фрагмент протяженностью 27.8 км с запада на восток, 24.3 км с севера на юг. Моделируемая область была покрыта прямоугольной сеткой с размером ячейки 100x100 м. Расчетная область была выделена заданием приближенных границ территории после привязки топоосновы. Положение скважин в расчетной области отмечено согласно их координатам.

Водоносные и водоупорные горизонты были объединены в три слоя водоносного комплекса, близких по свойствам и характеристикам. Для всей исследуемой области отметки кровли и подошвы каждого расчетного слоя были получены методом интерполяции с заданием узлов интерполяции по изолиниям рельефа, значениям уровня воды в реках, а также по данным реестра скважин.



На реках был задан напор. Уровни напоров варьируются в следующих пределах: р. Свияга – 65.3-70.4 м, р. Карла – 65.3-167 м, р. Чильча – 70.4-173 м. Урезы воды были взяты с топоосновы. Значения уровня воды в каждой расчетной ячейке были определены между отметками урезов воды методом линейной интерполяции.

Значения коэффициентов фильтрации были заданы на основании экспертных оценок в зависимости от состава водоносного комплекса. Среда была принята неоднородной, изотропной.

Данные о среднемноголетних суммарных годовых осадках были взяты на Геопортале «Речные бассейны Европейской России». Осадки составляют 454 мм/год. Инфильтрационное питание составляет 20% от этой величины для хорошо проницаемых пород:  $1.86 \cdot 10^{-4}$  м/сутки.

Для восстановления естественного режима на междуречье была решена стационарная задача. После задания всех необходимых параметров были проведены расчеты методом сопряженных градиентов, по результатам которых получены карты гидроизогипс и пьезоизогипс. Значения напора не превышают абсолютных отметок рельефа в каждой точке моделируемой области, что служит первым признаком правильности полученного решения. Более высокие значения напора соответствуют более высоким отметкам рельефа.

Построена геофильтрационная модель участка Республики Татарстан в районе села Старый Студенец, которая является основой для оценки запасов подземных вод данной территории, моделирования работы водозаборных скважин, проектирования расположения водозаборных скважин, оценки их эксплуатационных возможностей, построения зон санитарной охраны.

## **РАСЧЕТ ПОЛЕЙ КОНЦЕНТРАЦИЙ ВЫСОКОИНЕРЦИОННЫХ АЭРОЗОЛЬНЫХ ЧАСТИЦ ПРИ ОБТЕКАНИИ ЦИЛИНДРИЧЕСКОГО ВОЛОКНА**

Зарипов Т.Ш.<sup>1</sup>, Гильфанов А.К.<sup>1</sup>, Зарипов Ш.Х.<sup>1</sup>, Рыбдылова О.Д.<sup>2</sup>, Сажин С.С.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Казанский (Приволжский) федеральный университет, Казань, Россия

<sup>2</sup>Университет Брайтона, г. Брайтон, Великобритания

shamil.zaripov@gmail.com

Исследование инерционного осаждения аэрозольных частиц на цилиндрических волокнах имеет основное приложение в теории фильтрации аэрозолей. Так, в фильтрах предварительной очистки воздуха и при отборе проб аэрозолей с помощью аналитических фильтров улавливание взвешенных частиц происходит в результате инерционной импакции. В аналитических фильтрах, основными элемен-



тами которых являются цилиндрические волокна, отбор частиц осуществляется при высокой скорости несущей среды, обеспечивающей прохождение через фильтр больших объемов воздуха. Целью исследований высокоскоростной фильтрации является определение коэффициента захвата отдельного волокна на основе расчета лагранжевых траекторий аэрозольных частиц. В процессе работы фильтра на поверхности волокон формируется слой осевших частиц, приводящий к изменению размера и формы волокна и, следовательно, к изменению характеристик фильтра. Для исследования роста слоя осевших частиц на поверхности волокон в случае инерционного оседания необходимо уметь определять концентрации частиц. Неоднородное гидродинамическое поле скоростей несущей среды и осаждение частиц на поверхности цилиндра приводят к существенной пространственной неоднородности концентрации частиц, как в окрестности, так и на поверхности фильтровального волокна. В общем случае, пространственное распределение концентрации частиц при проявлении их инерционности зависит от множества факторов, среди которых физико–химические характеристики аэрозолей и гидродинамику потока можно выделить как основные. При этом безразмерные параметры – числа Стокса и Рейнольдса, характеризующие инерционность частиц и несущей среды, – могут быть выбраны в качестве ключевых параметров.

В данной работе представлена реализация полного лагранжева метода для расчета концентрации инерционных частиц, предложенного в [1], на базе программного пакета ANSYS Fluent и проведено исследование распределения концентрации частиц в стационарном потоке газозвеси вокруг цилиндрического волокна для различных чисел Стокса и Рейнольдса. Уравнения неразрывности и Навье–Стокса для несущей фазы решаются в ANSYS Fluent методом конечных объемов. Траектории частиц вычисляются решением системы уравнений движения частиц методом Рунге–Кутты. Совместно с уравнениями для траекторий решаются уравнения для компонент матрицы Якоби эйлерова–лагранжева преобразования координат, якобиан используется для вычисления концентрации примеси.

Проведено исследование распределения концентрации частиц в стационарном потоке газозвеси вокруг цилиндрического волокна для четырех чисел Стокса ( $Stk = 0,1, 1, 4, 10$ ) и трех чисел Рейнольдса обтекания цилиндра ( $Re = 1, 10, 100$ ). Показано, что при малом числе Стокса, когда отсутствует оседание аэрозольных частиц на цилиндрическую поверхность, наблюдается увеличение концентрации перед волокном, связанное с их накоплением в области торможения потока. Установлено, что точки максимума концентрации вдоль каждой

траектории смещаются по потоку, как с ростом инерционности частиц, так и течения несущей среды. Развитая модель может быть основой для расчета поверхностной концентрации оседающих частиц на цилиндрических волокнах и последующего определения формирующегося слоя.

Работа выполнена при поддержке грантов РФФИ (№16-51-10024, 15-01-06135), гранта Royal Society (UK) (grant IE 160014) и Программы повышения конкурентоспособности Казанского Федерального Университета.

#### Литература

1. Осипцов А.Н. Исследование зон неограниченного роста концентрации частиц в дисперсных потоках// Известия Российской академии наук. Механика жидкости и газа. – 1984. – №3. – С. 46–46.
2. Zaripov T., Gilfanov A., Begg S., Rybdylova O., Sazhin S., Heikal M. R. The fully Lagrangian approach to the analysis of particle/droplet dynamics: implementation into ANSYS Fluent and application to gasoline sprays // Atomization and Sprays – 2017. – V.27.– I.6 – P. 493–510.

## **СРАВНЕНИЕ ДВУХ ВАРИАНТОВ МЕТОДА РЕШЕНИЯ ДВУМЕРНОЙ ЗАДАЧИ СО СВОБОДНОЙ ГРАНИЦЕЙ ОБ ИНФИЛЬТРАЦИИ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ОТ ПОВЕРХНОСТИ ЗЕМЛИ**

Костерина Е. А.

Институт экологии и природопользования, Казанский (Приволжский) федеральный университет, Казань, Россия

[Ekaterina.Kosterina@kpfu.ru](mailto:Ekaterina.Kosterina@kpfu.ru)

Задачи со свободными границами часто возникают при моделировании технологических или природных процессов. Для решения этих задач не существует универсальных методов, которые мог бы реализовать какой-либо пакет стандартных программ. В каждом случае нужно строить численный метод для решения конкретной задачи.

В работе рассматривается утечка жидкости из трубопровода сквозь трещину, прилегающую к поверхности земли (рис.1). Жидкость инфильтруется в пористое полупространство. Среда принимается неоднородной, ее проницаемость уменьшается с глубиной. Основным уравнением математической модели является уравнение баланса массы жидкости в терминах давления. Это уравнение записано в области с неизвестной подвижной границей, положение которой необходимо определять в каждый момент времени.

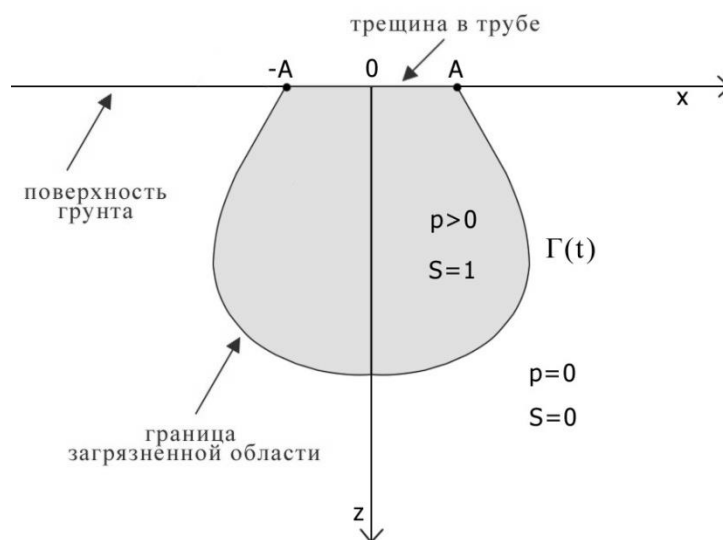


Рис.1. Схема моделируемой ситуации.

После введения дополнительной функции, отвечающей за положение подвижной границы, исходная задача может быть переформулирована и записана в фиксированной области. Далее строится численный метод решения задачи в фиксированной области. Предлагается два подхода к аппроксимации производных в исходном дифференциальном уравнении: противопотоковая аппроксимация и аппроксимация вдоль характеристик.

Проведен ряд вычислительных экспериментов. Результаты согласуются с ожидаемыми по физическому смыслу. Давление уменьшается с глубиной и по направлению от оси симметрии к границе пятна. Как было очевидно ожидать, при меньшем временном шаге приближенная граница пятна загрязнения получается более гладкой.

Выбор аппроксимации вдоль характеристик дает лучший результат по сравнению с противопотоковой аппроксимацией. Размазывание значений многозначной функции, отвечающей за определение положения подвижной границы, отсутствует, если характеристика проходит через точки сетки.

## ПРИМЕНЕНИЕ ЧИСЛЕННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ДЛЯ ОЦЕНКИ ВОДОПРОНИЦАЕМОСТИ ГРУНТОВ

Дорошенко С.П.

Северный (Арктический) федеральный университет имени М.В. Ломоносова,

г. Архангельск, Россия,

s.doroshenko@narfu.ru

Одной из наиболее важных характеристик грунтов при проверке общей и местной устойчивости отвалов и накопителей отходов является коэффициент фильтрации, так как им определяются значения сил гидродинамического дав-

ления, характеризующихся сопротивлением грунта фильтрационному потоку. От водопроницаемости грунта зависит суффозионная устойчивость, величины фильтрационных расходов, а также масштабы распространения поллютантов на прилегающей территории.

Коэффициент фильтрации грунтов может быть определен в лабораторных или полевых условиях. Испытания грунтов в лабораторных условиях имеют ряд недостатков. Многими авторами описывается эффект нарушения структуры грунта при отборе образцов и их последующей транспортировке. При испытании в компрессионно-фильтрационном приборе следует учитывать пристенную фильтрацию и неравномерность уплотнения по высоте образца. Имеют значения и масштабный фактор.

Наиболее распространенным полевым методом определения фильтрационных свойств грунтового массива является опытный налив воды в шурф. Впервые данный способ был предложен А.К. Болдыревым, затем различные авторы усовершенствовали и дополняли его. ГОСТ 23278-2014 «Грунты. Методы полевых испытаний проницаемости» регламентирует применение данного метода при мощности зоны аэрации более 1,5 м, однако в различных источниках говорится о минимальной глубине залегания уровня грунтовых вод 4-5 м. Это необходимо для исключения влияния капиллярного подъема воды, а также для создания условий, при которых основной силой фильтрации будет являться гидростатический напор.

При данной методике проведения полевых экспериментов считается, что фильтрационный поток полностью насыщает грунт, однако нельзя достоверно говорить об отсутствии в порах атмосферного воздуха. Также при продолжительном наливе воды в шурф может наблюдаться подъем уровня грунтовых вод, что необходимо учитывать в выполнении расчетов по определению коэффициента фильтрации.

Все чаще при проектировании сооружений, в том числе при проведении фильтрационных расчетов применяется численное моделирование и вполне логично применить данный метод в инженерных изысканиях. В данной статье поставлена цель определения коэффициента фильтрации грунтов на основе численного моделирования полевых испытаний в ПК «Plaxis».

Для верификации расчетной схемы автором выполнено моделирование лабораторной установки по аналогии с наливом воды в шурф. По результатам численного моделирования построены группы графиков зависимости расходов воды в кольце для грунтов с коэффициентами фильтрации 0,1-10 м/сут. Проведены фильтрационные испытания грунтов с коэффициентом фильтрации 7-

9 м/сут и 0,5-0,7 м/сут на лабораторной установке и получены зависимости расходов воды от глубины просачивания. Результаты численного и лабораторного моделирования показали зависимость расхода воды в кольце от глубины просачивания. При сравнении результатов лабораторного и численного моделирования погрешность определения коэффициента фильтрации составляет 10-15%.

Автором предложена методика применения численного моделирования для интерпретации результатов полевых испытаний по определению водопроницаемости грунтов. Данный способ поможет учесть факторы, которые обычно не принимаются во внимание при аналитическом решении задачи фильтрации, а также позволит расширить границы применимости опытного налива воды в шурф.

## **МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ГИДРОРАЗРЫВА ПЛАСТА НА ОСНОВЕ МЕТОДА ЧАСТИЦ**

Бережной Д.В., Габсаликова Н.Ф., Изотов В.Г., Михеев В.В.

Казанский (Приволжский) федеральный университет, Казань, Россия

berezhnoi.dmitri@mail.ru

Одной из 2-х базовых технологий для добычи сланцевого газа является технология гидравлического разрыва пласта (ГРП). Гидравлический разрыв пласта - это процесс, который предполагает введение смеси воды, песка и химических веществ в газоносные породы под чрезвычайно высоким давлением (500-1500 атм). Однако проведение ГРП может представлять большую угрозу для окружающей среды. Происходит заражение грунтовых вод химическими реактивами; возникают разрушительные процессы в самом грунте и в почве, вплоть до сейсмической активности. Также стоит упомянуть о заражении почвы от слива отработанной воды и множества других технологических факторов, в частности, и от проседании почвы в местах гидроразрыва.

Существует широкий класс задач, в которых нагружение среды сопровождается множественным разрушением и проскальзыванием фрагментов, интенсивным массопереносом, включая эффекты перемешивания масс и т.д. При математическом решении таких проблем использование сеточного подхода встречает значительные трудности. Перспективным классом численных методов механики деформируемого твердого тела, приспособленным для моделирования разрушения, являются методы частиц. Теоретические основы расчета образующейся трещины были заложены Христиановичем и Желтовым [1]. Несколько позже Perkins и Kern [2] предложили другую модель расчета трещины. Эти модели используются в настоящее время в промышленно применяемых си-

стемах проектирования гидроразрыва пласта. Модели Христиановича-Желтова и Перкинса-Керна дают достаточно упрощенное представление о развитии трещины гидроразрыва, в частности в них не учитывается вертикальная и латеральная неоднородность пласта по механическим характеристикам, а также наличие естественной трещиноватости. Кроме того, в реальных условиях мы знаем геологическую среду с некоторой, иногда достаточно большой, неопределенностью. Наиболее используемым методом контроля в настоящее время является регистрация микросейсмической активности, сопровождающей образование трещины гидроразрыва путем регистрации микросейсмических волн в соседних скважинах [3] либо с земной поверхности [4]. Однако известные аналитические модели не связывают интенсивность микросейсм с параметрами трещины, что затрудняет интерпретацию. Известен подход на основании метода Лагранжа [5], позволяющий произвести численное моделирование как гидроразрыва пласта, так и образующихся микросейсмических волн в рамках одной численной модели. Это позволяет повысить реалистичность моделирования процесса гидроразрыва в условиях сложной геологической среды.

Для иллюстрации возможностей предложенной методики [6, 7] были решены модельные задачи, для которых определяется качественный характер деформирования грунтового массива, возможность его разрушения и потери устойчивости откосов, поэтому при выборе параметров потенциала Леннарда-Джонса был допущен определенный произвол. Параметры «модифицированного» потенциала Леннарда-Джонса подбирались на основе параметров обыкновенного потенциала Леннарда-Джонса исходя из качественного условия появления сдвиговой волны при рассмотрении задачи распространения сейсмических волн в геологической среде. Анализ результатов показывает, что использование «модифицированного» потенциала Леннарда-Джонса для описания грунтовой фазы позволяет реализовать процесс хрупкого разрушения в грунте, тогда как потенциал Леннарда-Джонса позволит воспроизвести только вязкое разрушение. В работе проводились исследования по идентификации параметров «модифицированного» потенциала Леннарда-Джонса, однако следует отметить, что эти параметры достаточно тяжело подобрать численно для адекватного описания деформирования реального грунта. В дальнейшем следует проводить комплексный анализ «модифицированных слагаемых» потенциала на основе сопоставления результатов решения простейших задач для различного числа используемых материальных частиц.



Работа выполнена при частичной финансовой поддержке РФФИ и Правительства Республики Татарстан в рамках научных проектов № 15-41-02555, №15-07-05380.

#### Литература

1. Желтов Ю.П., Христианович С.А. О гидравлическом разрыве нефтеносного пласта // Изв. АН СССР. ОТН. – 1955 — №5. — С. 3 — 41.
2. Perkins T.K., Kern L.R. Widths of hydraulic fracturing // J. Petrol. Technol. — 1961. — № 9. — P. 937 — 949.
3. Maxwell S.C., Rutledge J., Jones R., Fehler M. Petroleum reservoir characterization using downhole microseismic monitoring // Geophysics. — 2010. — Vol. 75. — № 5. — P. 129 — 137.
4. Soong C.Y., Yen T.H., Tzeng P.Y. Molecular dynamics simulation of nanochannels flows with effects of wall lattice-fluid interactions // Phys. Rev. E. — 2007. — Vol. 76. - P. 036303.
5. Zhao Q., Lisjak V.A., Mahabadi O., Liu Q., Grasselli G. // Journal of Rock Mechanics and Geotechnical Engineering. — 2014 — Vol. 6 — № 6 — P. 574 — 581
6. Berezhnoy D.V., Gabsalikova N.F. and Balafendieva I.S. Simulation of deformation of loose continuous media on the basis of particles method // International Journal of Applied Engineering Research (IJAER). — 2015. — Vol. 10. — № 24. — P. 44677 — 44681.
7. Berezhnoi D.V., Gabsalikova N.F. and Miheev V.V. Application the particle method in problems of mechanics deformable media // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. — 2016. — Vol. 158. — P. 012016.

## **МОДЕЛИРОВАНИЕ ДИНАМИКИ ПЫЛЕВЫХ ЧАСТИЦ В СПЕКТРЕ ДЕЙСТВИЯ СТОКА-РАСТРУБА**

Логачев А. К.

ФГБОУ ВО «Белгородский государственный технологический университет им.  
В.Г. Шухова», г. Белгород, Россия  
artlogachev@mail.ru

Цель работы: разработать математическую модель и вычислительный алгоритм расчета отрывной области на входе в круглый отсос-раструб с использованием стационарных дискретных вихрей; исследовать влияние местного отсоса-раструба на эффективность с использованием предложенного критерия улавливания пылевых частиц.

### **1. Разработка математической модели и вычислительного алгоритма**

Для разработки математической модели отрывного течения на входе в круглый отсос-раструб воспользуемся дискретными бесконечно тонкими вихревыми кольцами. Границу отсоса раструба дискретизируем набором присоединенных вихревых колец и контрольных точек (произвольных точек на окружности, охватывающей отсос-раструб). Свободная поверхность тока начинается на острой кромке раструба, для нее задается начальное приближение.

Дискретная модель в меридиональной полуплоскости изображена на рис.1. Крестики – контрольные точки, закрашенные кружочки – присоединенные кольцевые вихри, полые кружочки – свободные вихревые кольца.

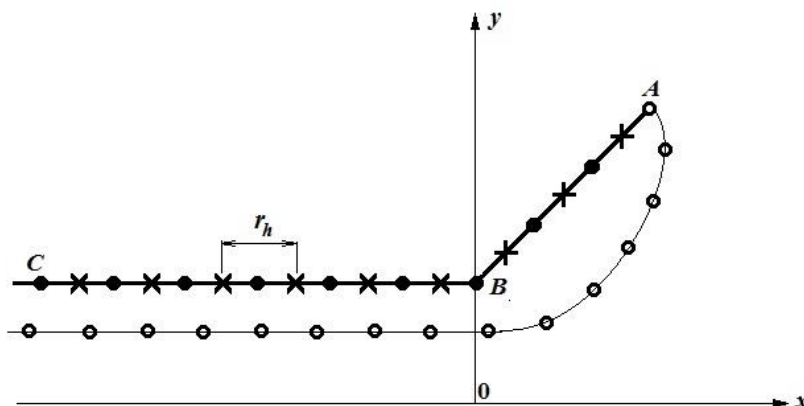


Рис.1. Дискретная модель отрывного течения на входе в отсос-раструб

Пусть  $N$  - количество присоединенных вихревых колец;  $N_s$  - количество свободных вихревых колец;  $x^p$  - контрольная точка,  $p = 1, 2, \dots, N$ .

Скорость в произвольной точке  $x$  вдоль направления  $\vec{n}$  вычисляется с помощью формулы:

$$v_n(x) = \sum_{q=1}^N \Gamma(\xi^q) G(x, \xi^q) + \gamma \sum_{q=1}^{N_s} G(x, \zeta^q),$$

где  $\xi^q$  - точка расположения  $q$ -го присоединенного вихревого кольца с циркуляцией  $\Gamma(\xi^q)$ ,  $\gamma = \text{const}$  - заданная циркуляция свободного вихревого кольца,  $\zeta^q$  - точка расположения  $q$ -го свободного вихревого кольца.

Функция  $G(x, \xi)$  выражает собой влияние та точку  $x$  вихревого кольца с единичной циркуляцией, расположенного в точке  $\xi$

$$\begin{cases} G(x, \xi) = \frac{(A_1 b + A_2 a)}{b} \cdot \frac{4}{(a-b)\sqrt{a+b}} E(t) - \frac{A_2}{b} \cdot \frac{4}{\sqrt{a+b}} F(t) & \text{при } b \neq 0, \\ G(x, \xi) = \frac{\xi_2^2 \cdot n_1}{2a\sqrt{a}} & \text{при } b = 0, \end{cases}$$

$$2x_2 \xi_2 = b > 0, \quad a = (x_1 - \xi_1)^2 + \xi_2^2 + x_2^2 > 0, \quad A_1 = \frac{\xi_2^2 n_1}{4\pi}, \quad A_2 = \frac{\xi_2}{4\pi} [(x_1 - \xi_1)n_2 - x_2 n_1],$$

$$F(t) = \int_0^{\pi/2} \frac{d\theta}{\sqrt{1-t^2 \sin^2 \theta}}, \quad E(t) = \int_0^{\pi/2} \sqrt{1-t^2 \sin^2 \theta} d\theta - \text{полные эллиптические}$$

интегралы 1 и 2 рода;  $t = 2b / (a + b)$ .



Если расстояние от точки  $x$  до точки  $\xi$  меньше шага дискретности  $r_h$ , то данная функция вычисляется по формуле:

$$G(x, \xi) = \frac{(x_1 - \xi_1)n_2 - (x_2 - \xi_2)n_1}{2\pi r_h^2},$$

где  $r_h$  - шаг дискретности (расстояние между соседними вихревыми кольцами).

В случае  $x = \xi$  функция  $G(x, \xi) = 0$ .

Вычислительный алгоритм строится следующим образом. После задания точек расположения присоединенных вихрей и начального приближения для свободных вихрей формируется матрица

$$G^{pq} = G(x^p, \xi^q); p = 1, 2, \dots, N; q = 1, 2, \dots, N.$$

Далее начинается первая итерация.

Формируется столбец свободных членов:

$$v^p = -\gamma \sum_{q=1}^{N_s} G(x^p, \zeta^q), p = 1, 2, \dots, N.$$

Решается система линейных алгебраических уравнений:

$$\sum_{q=1}^N \Gamma^q G^{pq} = v^p, p = 1, 2, 3, \dots, N,$$

откуда определяются неизвестные  $\Gamma^q = \Gamma(\xi^q)$ .

Свободная поверхность тока будет состоять из свободных вихревых колец, удаленных друг от друга на расстояние шага дискретности  $r_h$ . Итерационный процесс заканчивается, если положение свободной поверхности тока в заданной внутри патрубка точки перестает изменяться с точностью до заданной погрешности.

## 2. Динамика пылевых частиц в спектре действия круглого отсоса-раструба в неограниченном пространстве

Траектории пылевых частиц строились с использованием дифференциального уравнения ее динамики:

$$\frac{\pi d_e^3}{6} \rho_p \frac{d\vec{v}_p}{dt} = \frac{\pi d_e^3}{6} \rho_p \vec{g} - \psi \chi S_m \rho_a \frac{|\vec{v}_p - \vec{v}_a| \cdot (\vec{v}_p - \vec{v}_a)}{2},$$

где  $\vec{v}_a$  - скорость воздуха;  $\rho_a$  - плотность воздуха;  $\vec{v}_p$  - скорость частицы;  $\rho_p$  - плотность частицы;  $d_e$  - эквивалентный диаметр частицы;  $\vec{g}$  - ускорение свободного падения;  $S_m = \pi d_e^2 / 4$  - площадь миделевого сечения частицы;  $\chi$  - коэффициент ее динамической формы;  $\psi$  - коэффициент сопротивления воздуха, вычисляемый по формулам Стокса, Клячко, Адамова:

$$\psi = \begin{cases} 24 / \text{Re}, & \text{если } \text{Re} < 1, \\ 24(1 + 1/6 \cdot \text{Re}^{2/3}) / \text{Re}, & \text{если } 1 \leq \text{Re} < 10^3, \\ 24 / \text{Re} \cdot (1 + 0,065 \text{Re}^{2/3})^{1.5}, & \text{если } \text{Re} \geq 10^3, \end{cases}$$

где  $\text{Re} = \frac{\rho_a |\vec{v}_p - \vec{v}_a| d_e}{\mu}$ ,  $\mu$  – коэффициент динамической вязкости воздуха.

Рассмотрим предельные траектории пылевых частиц в спектре действия круглого отсоса-раструба. Предельные траектории пылевых частиц диаметрами 10-120 мкм (цифры над кривыми обозначают диаметры пылевых частиц в мкм) имеют параболическую форму, ветви которых асимптотически стремятся к вертикальным прямым (рис.2).

Объем аспирации - это объем между плоскостью А-А (рис.2), проходящей через вход в раструб и соответствующей поверхностью предельных траекторий пылевых частиц.

Под критерием эффективности местного вентиляционного отсоса-раструба для пылевой частицы с заданными геометрическими и физическими свойствами будем понимать коэффициент улавливания

$$k = V_a / V_0,$$

$V_a$  - объем аспирации отсоса с раструбом;  $V_0$  - объем аспирации отсоса без раструба.

Очевидно, что  $k \geq 1$ . Чем больше величина  $k$ , тем эффективней отсос.

В расчетах использовались следующие исходные данные и параметры дискретности: плотность пылевой частицы  $\rho_p = 2500 \text{ кг/м}^3$ ; коэффициент динамической формы частицы  $\chi = 1$ ; ускорение свободного падения  $g = 9,81 \text{ м/с}^2$ ; плотность воздуха  $\rho_a = 1,2 \text{ кг/м}^3$ ; кинематическая вязкость воздуха  $\nu = 1,5 \cdot 10^{-5} \text{ м}^2/\text{с}$ ; шаг дискретности  $r_h = 0,0025 \text{ м}$ ; длина стенок патрубка  $60R$ ; шаг построения линии тока  $0,00001 \text{ м}$ ; циркуляция кольцевых вихрей, составляющих свободную поверхность тока  $\gamma = -0,02$ ; средняя скорость в отсосе  $v_0 = 10 \text{ м/с}$ . Расчеты выполнялись при  $R = 0,1 \text{ м}$  и затем обезразмеривались.

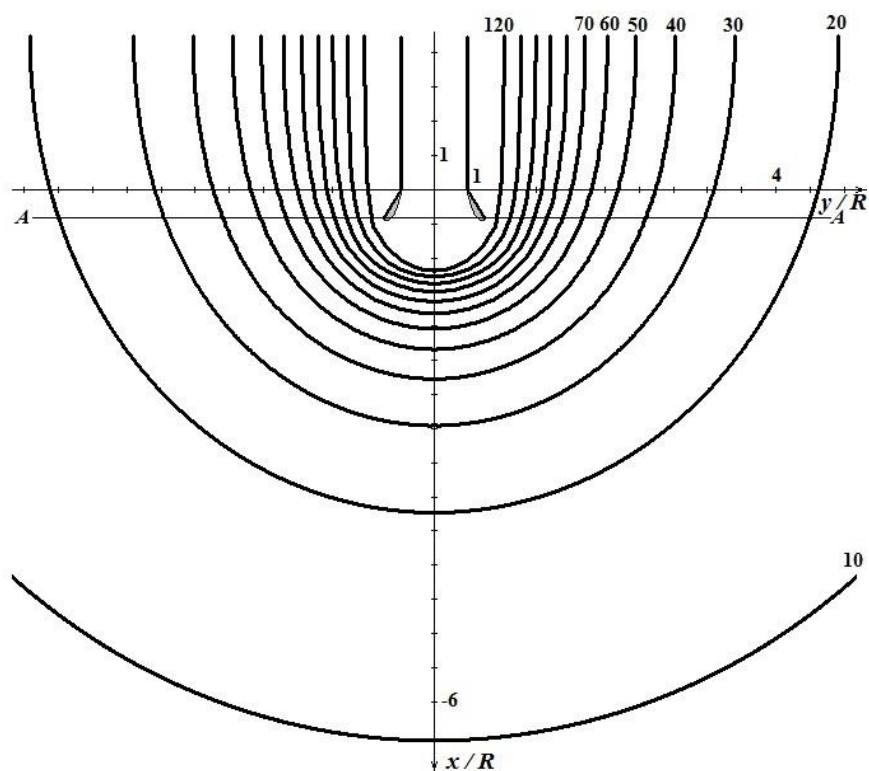


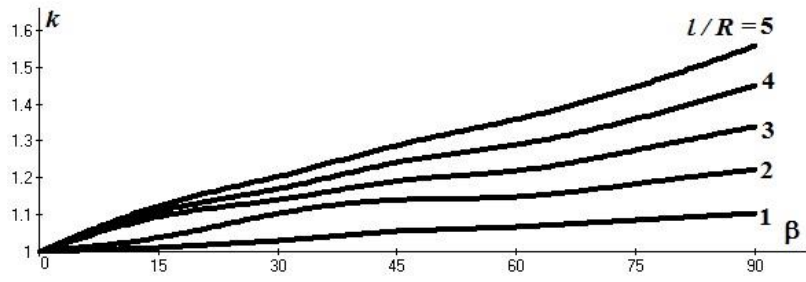
Рис.2. Предельные траектории пылевых частиц в спектре действия круглого отсоса-раструба длиной в 1 калибр с углом раскрытия  $\alpha = 60^\circ$  при средней скорости в отсеке 10 м/с

Как видно из проведенных вычислительных экспериментов для частиц диаметрами 20мкм, 40мкм, 60мкм, 80мкм коэффициент улавливания наибольший при  $\beta = 90^\circ$  (рис.3).

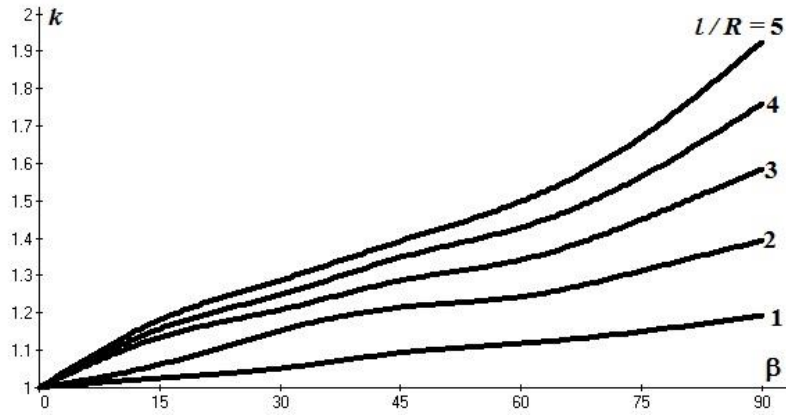
Заметим, что при длинных раструбах и крупных фракциях частиц (рис.3 г) кривая иллюстрирующая поведение коэффициента улавливания прогибается (кривая 5), что свидетельствует о падении вертикальной составляющей скорости на входе в раструб при увеличении его длины.

При увеличении длины раструба коэффициент улавливания изменяется практически линейно для мелких фракций (рис.4) и стабилизация его роста наблюдается при значительных длинах раструба. Так для 40 мкм - это 10 калибров. Для более крупных фракций наблюдается замедление его роста начиная с 4-5 калибров.

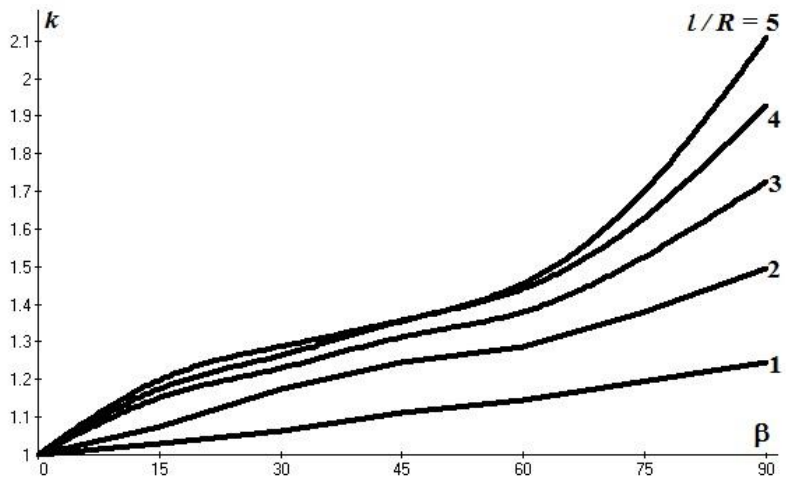
С использованием расчетов для предельных траекторий (рис.5) можно произвести выбор оптимального места размещения местного вентиляционного отсоса.



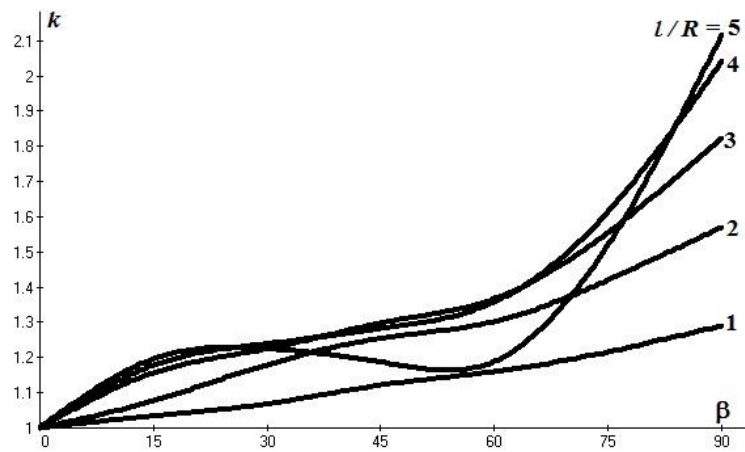
a)



б)



B)



Г)

Рис.3. Изменение коэффициента улавливания от угла  $\beta$  при разных длинах раструба: а) 20 мкм; б) 40 мкм; в) 60 мкм; г) 80 мкм

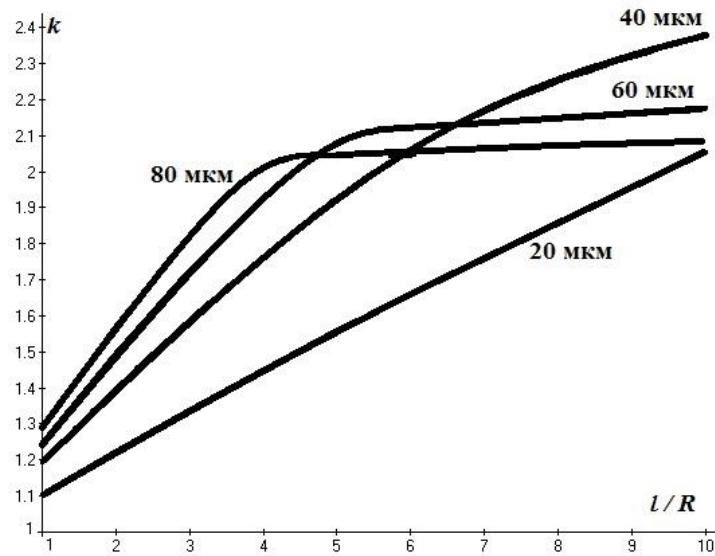
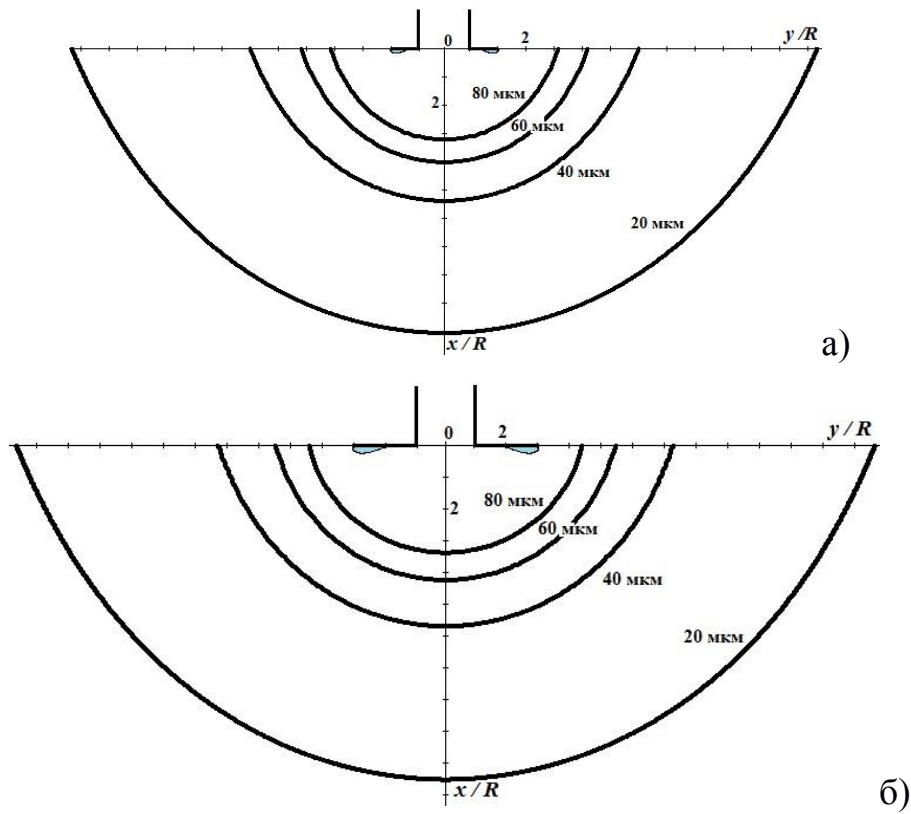


Рис.4. Изменение коэффициента улавливания в зависимости от длины раструба при  $\beta = 90^\circ$ .



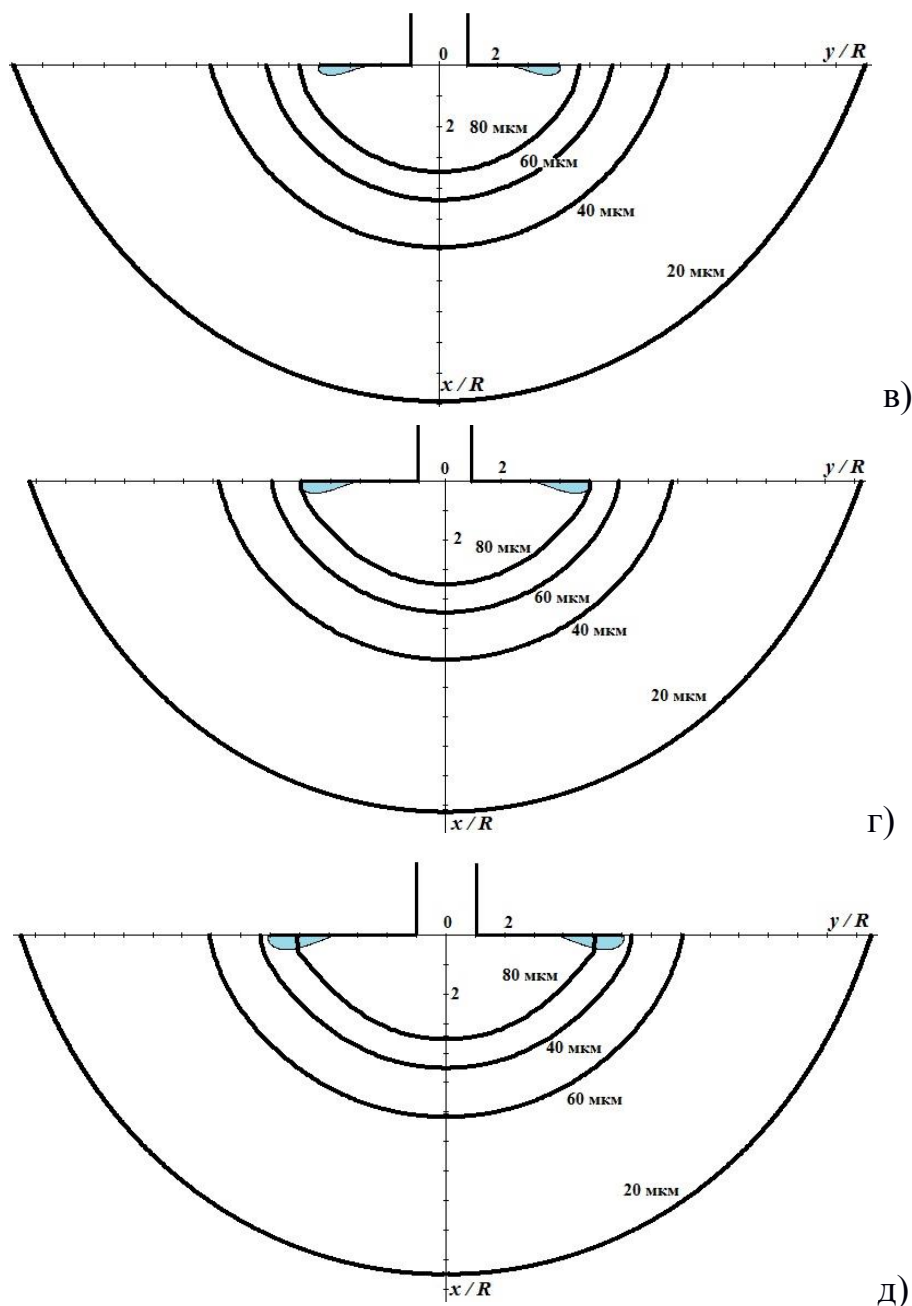


Рис.5. Предельные траектории у отсоса-раструба с углом раскрытия  $\alpha = 180^\circ$  ( $\beta = 90^\circ$ ): а)  $d/R=1$ ; б)  $d/R=2$ ; в)  $d/R=3$ ; г)  $d/R=4$ ; д)  $d/R=5$

### Выводы

Разработана математическая модель, вычислительный алгоритм и компьютерная программа для расчета отрывных течений на входе в круглые отсосы-раструбы и для исследования поведения пылевых частиц в спектре их действия.

Построены предельные траектории пылевых частиц разных размеров в спектре действия круглого отсоса-раструба. Предложен критерий эффективности местного вентиляционного отсоса в виде коэффициента улавливания данной пылевой частицы, равного отношению объемов аспирации отсоса с раструбом и без него.

Наиболее эффективным отсосом является раструб с углом раскрытия  $\alpha = 180^\circ$  и длиной не менее 4 калибров.

## Секция 6

### Почвенные и земельные ресурсы, их сохранение, эффективное использование и обеспечение продовольственной безопасности

---

#### **SOIL ECOSYSTEM SERVICES OF POLAR ENVIRONMENTS: NEW APPROACHES IN APPLIED AND ENVIRONMENTAL SOIL SCIENCE**

Abakumov E.

Ecosystem services are benefits which human can receive from environments. These direct and indirect benefits are various in terms of origin and way of possible impact and they are classified into few groups: supporting, provisioning, regulating and cultural services. Soils are crucial components of all terrestrial ecosystems and play the role of spatial basis for ecosystems and biotopes. At the same time, soils support terrestrial ecosystems and human infrastructure by spatial stability of environment. Polar biomes have many crucial soil ecosystem services: carbon sequestration and greenhouse gas cycle regulation, water quality and biodiversity levels control, pollutants accumulation and redistribution. Intensification of human activities and exploration in Polar regions and high vulnerability of polar environments result in soil degradation and further degradation of soil ecosystem benefits. Polar Regions are represented by cryogenic landscapes with sparse population. However, these regions have been increasingly affected by industry development and hydrocarbon exploration and logistics in recent decades. At the same time, pronounced climatic changes have occurred and affected the environmental quality of vast areas in Polar environments. Investigations of soil functioning in polar ecosystems and evaluation of the benefits for human beings from soils in polar environments are critical for the development of strategies for sustainable environmental management in response to anthropogenic disturbances and climatic changes. There are many gaps in sense of knowledge about Arctic and Antarctic soils and their ecosystem services. New approaches to assessment soil ecosystem services of polar environments in applied and environmental soil science will be discussed in details in our presentation. It will be shown, that the ecosystem services tool is more appropriate for describing and analyzing the mutual interrelations between ecosystems and human beings than traditional interpretation of soil ecological functions. Samples of soil ecosystem services implementation will be provided in presentation of report.

## АНТРОПОГЕННАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ ГОРНО-ЛУГОВЫХ ПОЧВ АРАГАЦКОГО МАССИВА (АРМЕНИЯ)

Аветисян М.Г.

Центр эколого-ноосферных исследований НАН РА, Ереван, Армения

*marieta.avetisyan@mail.ru*

Антропогенное воздействие приводит к изменению большинства природных процессов: нарушается развитие экосистемы, происходит загрязнение почв и растений разными веществами, из почвы удаляются важнейшие биогенные элементы, уменьшается содержание гумуса, что приводит к деградации и опустыниванию почв и, в результате падает плодородность почвы, подавляется рост и продуктивность растений.

Одним из антропогенных факторов трансформации почв Арагацкого массива является интенсивный выпас и незаконная вырубка деревьев.

В результате антропогенной деятельности, в республике, особенно в горных районах, из почв расход запасов биогенных элементов (углерода, азота и фосфора) сопровождается минерализацией значительного количества органического вещества. Одновременно формируется поток биогенных элементов из органической формы в неорганическую, что увеличивает их вымывание из почвы в грунтовые и поверхностные воды [7].

Одним из факторов, определяющих вынос биогенных веществ, является внутрпочвенный сток. Его изучение лизиметрическим методом является одним из важнейших информативных источников при комплексных ландшафтно-биогеохимических исследованиях состояния и функционирования горных экосистем. Лизиметрические растворы, характеризующие вертикальную миграцию потока веществ, не только частично отражают биогеохимическую цикличность, но и дают прямую информацию о геохимической специфике и функционировании экосистем [4].

Данное исследование проведено в рамках многолетних комплексных исследований геоэкологических проблем агроэкосистем горных массивов Армении. Нами исследовались высокогорные луга и пастбища лугостепного и альпийского поясов Арагацкого массива. С целью исследования особенностей миграции и трансформации потоков важнейших питательных элементов (углерода, азота, фосфора) в горно-луговом и лугостепном поясах Арагацкого массива нами была изучена водная миграция химических элементов и закономерности их вымывания, в зависимости от разных поясов. В статье обсуждаются средние значения результатов исследований за 2013-2014 гг.



Исследования проводились в альпийском (2700-3250м н.у.м., горно-луговые дерновые почвы, пастбище) и лугостепном (2080-2700м н.у.м., лугово-степные почвы, сенокос) поясах южного склона горы Арагац. Отбор и анализ проб почв выполнялись по общепринятым методам ландшафтно-геохимических и агрохимических исследований [5, 10]. Сбор атмосферных осадков и лизиметрических вод проводился с мониторинговых станций, установленных в указанных поясах на высоте 3250м н.у.м (станция Арагац) и 2080м н.у.м (станция Амберд). Первым этапом аналитической обработки проб вод было разделение твердой и жидкой составляющих фаз раствора. Изучение вертикального почвенного стока проводилось лизиметрическим методом, который дает информацию о величине почвенного потока, о химическом составе и миграции элементов почвенных вод и позволяет оценить потери питательных веществ вследствие выщелачивания в условиях, близких к природным [9]. Плоско-врезанные лизиметры были установлены в почву на глубине 0-10 см и 0-50 см почвенного слоя, при этом в наименьшей степени деформируя строение и сложение почвы. Определение макрокомпонентов всех проб вод выполнялось по стандартным гидрохимическим методикам [2, 8].

Согласно исследованиям, концентрация растворенных веществ в атмосферных осадках колеблется в больших пределах, что характерно для высокогорных районов и связано с динамикой ряда метеорологических факторов – температуры, влажности воздуха, направления и скорости ветра, а также интенсивности и количества выпавших осадков [6].

Исследования последних лет состава атмосферных осадков в горных экосистемах показали, что с годами содержание химических веществ в атмосферных осадках увеличивается, а также возрастает и степень минерализации (при рН – 7,3-7,4). По сравнению с альпийским поясом, в лугостепном – были зафиксированы высокие содержания химических веществ, что вероятнее, связано с высокой загрязненностью воздуха данного пояса [1]. Было также установлено поступление большого количества гидрокарбонатов и сульфатов в составе с атмосферными осадками. По средним содержаниям среди катионов преобладали кальций и магний, из анионов – сульфаты. Убывающий порядок катионов представлен следующим нисходящим рядом:  $Ca^{2+} > Mg^{2+} > K^+ > Na^+$ , а анионов -  $SO_4^{2-} > HCO_3^- > Cl^-$ .

Известно, что основной механизм регулирования состояния равновесия экосистем связан с почвенным покровом, где происходит распределение потока поступающих из атмосферы веществ между растительностью и грунтовыми водами [4].

Почвы Арагацкого массива различаются по мощности гумусового горизонта и содержанием органического вещества, что обусловлено, в основном, высотой над уровнем моря, экспозицией и крутизной склонов и растительным покровом [6].

Согласно проведенным исследованиям, содержание гумуса в лугово-степных почвах колеблется в пределах 5-8%, а общего азота – 0.20-0.33%. Содержание валового фосфора высокое (0.19-0.26%), а калия – низкое (1-1.4%). Доступным азотом и фосфором эти почвы бедны, а калием – средне и хорошо обеспечены. Для горно-луговых дерновых почв альпийского пояса характерно высокое содержание гумуса (10-12%) и валового азота (0.30-0.80%). По сравнению с лугово-степными почвами содержание валового фосфора в горно-луговых дерновых почвах более высокое (0.20-0.40%), что обусловлено его более интенсивной биологической аккумуляцией в гумусовом горизонте. Содержание же калия, напротив, значительно меньше в горно-луговых дерновых почвах и по содержанию валового и подвижного калия эти почвы намного уступают лугово-степным почвам лугостепного пояса, что объясняется более легким механическим составом горно-луговых дерновых почв альпийского пояса. От лугово-степных к горно-луговым почвам повышается содержание гумуса, валового азота, фосфора и кислотность почвы, а содержание калия уменьшается.

Высокое содержание гумуса, валового азота и фосфора в горно-луговых дерновых почвах альпийского пояса обусловлено особенностями почвообразовательного процесса, протекающего в условиях влажного климата и относительно низких температур. Эти условия способствуют накоплению органического вещества и затрудняют его разложение, что препятствует выносу органического вещества из экосистемы [6].

Данные лизиметрических исследований (табл.) позволили установить, что после вырубки деревьев происходит повышение кислотности внутрипочвенных вод на 1.4-1.7 единиц.

Влияние кислых внутрипочвенных растворов обуславливает ускорение элювиальных процессов и, как следствие, способствует увеличению выноса со стоком биогенных макро- и микрокомпонентов, что приводит к резкому их уменьшению при корневом поглощении [7, 9].

Во внутрипочвенных растворах, на глубине 0-50 см концентрация  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{K}^+$  и  $\text{PO}_4^{3-}$  уменьшается в 1.5-2.6 раза.

Таблица 1

Состав лизиметрических вод в горно-степной зоне (до и после вырубки, мг/л)

Место исследования	pH	C <sub>орг.</sub>	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	K <sup>+</sup>
До вырубки (1998г.)	0-10 см							
	6.5	30.2	1.5	4.2	0.96	92.4	60.0	43.0
	0-50 см							
	6.0	22.5	0.3	3.6	0.32	38.9	26.2	28.2
После вырубки (2013-2014гг.)	0-10 см							
	5.7	31.2	1.3	3.8	0.89	79.0	58.1	25.7
	0-50 см							
	6.2	25.3	0.2	2.7	0.23	30.2	22.4	19.4

Известно, что в результате прямого воздействия солнечных лучей накопление гумусовых веществ ограничивается самым верхним слоем, но в горных условиях интенсивность и длительность солнечного облучения, связанные с иллювиальной миграцией веществ, обуславливают влияние фотохимической деструкции на состав гумуса и нижних горизонтов [3]. Впоследствии, воздействие кислых растворов отражается на минеральной части почвы.

Изменение элементного состава лизиметрических вод свидетельствует о том, что, по существу, происходит значительное нарушение баланса веществ, включающего в себя важнейшие элементы минерального питания растений (NPK). В естественных условиях баланс элементов поддерживается динамическим равновесием элювиальных и иллювиальных процессов [4].

Следовательно, за сравнительно короткий промежуток времени (15 лет) происходит ответная реакция экосистемы на антропогенное воздействие (интенсивный выпас, нелегальная вырубка). Отрицательная сущность описанных выше изменений, связанная с повышением кислотности почв, заключается в том, что во время миграции веществ нарушается динамическое равновесие элювиальных и иллювиальных процессов в почве, происходит изменения состояния, физико-химических свойств почв, а также возрастает интенсивность элювиальных процессов.

На местах вырубок создаются благоприятные ландшафтно-геохимические условия для мобилизации и выхода веществ, что обусловлено нарушением динамического равновесия экосистемных процессов.

В горных экосистемах, в лугостепной зоне, в условиях интенсивного водообмена, на местах вырубок особенность трансформации почв и дальнейшего его развития обусловлена особенностями почвообразовательных процессов и сравнительно высокой скоростью деятельности экосистем [3, 4, 7].

Итак, в результате антропогенного воздействия на горных лугах нарушается не только питательный и водный режимы почвенного покрова, происходит трансформация горных лесных почв, но и из почвы вымывается значительное количество питательных веществ, в результате почва обедняется ими и нарушается ее структура.

Полученные результаты дают представление о выщелачивании важнейших питательных элементов из разного типа почв Арагацкого горного массива и позволяют полнее охарактеризовать их миграционную способность. Это особенно необходимо для контроля состояния природной среды, формирования прогностических оценок и предотвращения дальнейшего загрязнения грунтовых и поверхностных вод в исследованном районе.

#### Литература

1. Ревазян Р.Г., Сакоян А.Г., Аветисян М.Г. Особенности трансформации биогеохимических циклов на горных лугах альпийского пояса при антропогенном воздействии. // Биокосное взаимодействие в природных и антропогенных системах: Матер. IV Междунар. симп. – Санкт-Петербург. – 2011. – С. 500-504.
2. Араратян Л.А., Аветисян М.Г., Сакоян А.Г. Трансформация потоков биогенных элементов в высокогорных экосистемах по вертикальной поясности. // Географический вестник Пермского государственного национально-исследовательского университета. – 2014. – №1(28). – С. 94-100.
3. Аринушкина Е.В. Руководство по химическому анализу почв. М.: Изд-во МГУ. – 1970. – С. 487.
4. Юдин Ф.А. Методика агрохимических исследований. М.: Колос. – 1971. – С. 272.
5. Шилова Е.И. Применение лизиметрических методов в почвоведении, агрохимии и ландшафтоведении. Л.: Наука. – 1972. – С. 1-21.
6. Алекин О.А. Химический анализ вод суши. Л.: Гидрометеиздат. – 1954. – С. 223.
7. Резников А.А., Муликовская Е.П., Соколов И.Ю. Методы анализа природных вод. М.: Госгеолтехиздат. – 1963. – С. 334.
8. Бабаян Г.Б. Агрохимическая характеристика горно-луговых почв Армянской ССР. АН АрмССР. Ереван, 1982. С.18, 24–29, 35.
9. Аветисян М.Г., Погосян Т.Э. Экологическая оценка накопления тяжелых металлов в кормовых травах разных поясов Арагацкого горного массива // Проблемы окружающей среды и выделение групп риска среди населения, Мат. междунар. конф. Ереван, изд. Гитутюн. – 2013. – С. 5-10.
10. Александрова Л.Н. Органическое вещество почвы и процессы его трансформации. Л.: Наука. – 1980. – С. 287.

## ПОЧВЕННОЕ ОРГАНИЧЕСКОЕ ВЕЩЕСТВО РАЗНОВОЗРАСТНЫХ ЗАЛЕЖНЫХ ПОЧВ

Валеева А.А., Смирнова Е.В., Гиниятуллин К.Г.  
Казанский федеральный университет, Казань, Россия  
*valeyabc@mail.ru*

Почвенное органическое вещество (ПОВ) представляет собой сложную систему, которая состоит из совокупности множества высокомолекулярных соединений, различающихся по молекулярным массам и химической неоднородности. Трудности изучения ПОВ связаны с присутствием органического вещества (ОВ) как в свободной форме, так и связанных с минеральной частью почвы. Традиционные подходы к исследованию ПОВ основываются на разрушение этих связей с помощью различных приемов химической экстракции и изучение полученных препаратов с применением методов, разработанных для анализа природных и искусственных органических соединений.

Метод ИК-Фурье спектроскопии является одним из самых информативных и быстрых методов изучения качественного и количественного состава природных объектов. Однако при всех достоинствах ИК-Фурье спектрометрии, его применение к почвам имеет существенный недостаток - наложение мощных полос поглощения минеральной части на относительно слабые полосы функциональных групп гумусовых веществ почв, что значительно уменьшает информативность метода.

В данной работе было исследовано ОВ разновозрастных залежных почв (2 года и 70-75 лет). Для коррекции полос поглощения кварца и глинистых минералов в качестве фона использовали минеральную фазу исследованных образцов, которая была получена путем сжигания ОВ почв 30%  $H_2O_2$ . Данная процедура позволила получить ИК-спектры гумусовых веществ с автоматическим вычетом его фоновой минеральной фазы.

Особенностью изученных образцов залежных почв возраста 2 года и 70-75 лет является наличие полос поглощения характерных эфирам алифатических кислот, которые являются наиболее стабильными и постоянными структурными единицами ПОВ.

В верхнем 10см слое 70-75 летней залежи и в 5см слое 2-х летней залежи обнаружена пероксидная группа в составе гумусовых веществ, что может быть связано с автоокислением органических и металлоорганических соединений кислородом воздуха в верхних горизонтах почв.

В 2-летней залежной почве выявляются неоднородные серии интенсивных полос кремнекислородных валентных колебаний, которые послойно не от-

личаются по интенсивности и волновым числам. Это, вероятно, связано с возрастом горизонта залежной почвы, при котором вторичное накопление гумуса не значительно и изменения в спектрах ПОВ должны проявляться очень слабо. Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта №17-04-00846.

## **ОПРЕДЕЛЕНИЕ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО ПРОФИЛЯ МИКРОБНЫХ СООБЩЕСТВ РАЗЛИЧНЫХ ТИПОВ ПОЧВ РЕСПУБЛИКИ ТАТАРСТАН МЕТОДОМ BIOLOG ESCOPLATE**

Галиева Г.Ш., Гильмутдинова И.М., Фомин В.П.

Казанский (Приволжский) федеральный университет, Казань, Россия

*goolnaz@rambler.ru*

Одной из основных задач современного природопользования является сохранение разнообразия почв. Для эффективного ведения научных поисков экологизации и восстановления антропогенных ландшафтов необходимо исследовать сохранившиеся естественные почвы. Для почвоведения представляют большой интерес физиологические группы микроорганизмов, которые служат своего рода функциональными индикаторами биохимических процессов в почве, важных для ее плодородия и для продуктивности сельскохозяйственных растений. Микроорганизмы играют важнейшую роль в формировании почв, они являются основными агентами круговорота элементов. По глобальности воздействия на биосферу значение почвенных микробиологических процессов может быть сопоставимо только с фотосинтезом.

В 1991 году для оценки функционального разнообразия J.L. Garland и A.L. Mills предложили использовать систему Biolog и разработали основные подходы к интерпретации полученных спектров потребления углеродсодержащих субстратов (СПС) методами многомерной статистики. Данная методика нашла широкое применение. Суть метода заключается в том, что для определения СПС используют стандартные планшеты с 96 ячейками. В каждую ячейку добавляют низкомолекулярный углеродсодержащий субстрат и соли тетразолия в качестве индикатора потребления субстрата. С помощью оптического считывающего устройства по интенсивности окрашивания среды в ячейках судят об интенсивности потребления субстрата. Разновидность планшетов EcoPlate разработана специально для анализа сообществ микроорганизмов и экологических условий их обитания. EcoPlate содержит три реплицирующие лунки из 31 стандартных набора для физиологического профиля почвенного сообщества гетеротрофных бактериальных комплексов, способных быть метаболически активными.

ми и растущими в искусственных условиях. Метод Biolog EcoPlate ориентирован на определение и сравнение характеристик микробного сообщества, а также широко применяется для сравнения функционального разнообразия микробных сообществ в загрязненных и незагрязненных почвах.

Согласно Атласу почв Татарстана, для республики характерны следующие типы почв: дерново-подзолистые (17%), серые лесные (32,4%), дерново-карбонатные (3,1%), черноземы (39,7%) лугово-черноземные (2,5%) коричнево-серые (7,1%), болотные (1%), пойменные (4,1%), солончаки (0,1%), солонцы (0,1%). Три первых типа, а также два азональных аллювиальных типа почв были проанализированы в данной работе. Пробы почв были отобраны согласно ГОСТ 28168-89 в следующих точках: №1 дерново-подзолистая (55°42'32.58"N 49°23'5.28"E), проба №2 дерново-карбонатная (55°45'15.08"N 49°18'45.83"E), проба №3 аллювиальная (55°54'55.8"N 49°12'49.3"E), проба №4 аллювиальная (55°91.77'.28.7"N 49°21'98"E), проба №5 серая (55°75'39.85"N 49°86.48'61"E). С помощью Biolog Escoplate в почвах определяли следующие параметры: ACWD (средняя окрашенность ячеек), индекс альфа-биоразнообразия Шеннона, количество потребленных микроорганизмами субстратов R, виды потребленных субстратов.

Установлено, что в течение 7 суток исследования индекс окрашенности ячеек AWCD увеличился во всех отобранных образцах – в среднем в 1,4 раза. Увеличение показателя индекса окрашенности ячейки свидетельствует о высокой метаболической активности микробных сообществ почв по отношению к исследуемым углеродным субстратам. Наибольшее значение AWCD было обнаружено в образце №3 (3,159), наименьшее – в образце №5 (0,572). Полученные значения согласуются с данными других авторов. Аналогично, наибольшее значение параметра, отражающего количество субстратов, потребляемых микроорганизмами сообществ, выявлено в пробе №3 (31), наименьшее – в пробе №5 (20). Корреляция между параметрами ACWD и R была обнаружена и другими авторами. Наибольшие значения ACWD и R в образце №3 связаны, скорее всего, с высоким содержанием в нем гумуса по сравнению с другими образцами. Так, в образце №3 содержание гумуса составило 3,6%, в остальных оно колебалось от 0,4 % до 2,4 %. Высокая численность и разнообразие микроорганизмов обычно приурочено к богатым почвам. Так в работах Добровольской Т.Г. с соавт. (2002) и Ковды В.А. с соавт. (1988) показана тесная прямая корреляция биологической активности микроорганизмов с органическим веществом почвы.

Для сравнения стратегии потребления субстратов микробиомами анализируемых почв, вещества, содержащиеся в плашке Biolog EcoPlate, были отнесены к 6 основным группам: аминокислоты, углеводы, карбоновые кислоты, полимеры, амины и амиды, и фенольные соединения. Анализ интенсивности утилизации указанных групп позволил установить, что микроорганизмы из пробы №3 активно утилизируют все виды субстратов, микроорганизмы проб №№1,2 и 4 проявляют среднюю активность утилизации по отношению к 5 видам субстратов (за исключением фенольных соединений), а микроорганизмы пробы №5 проявляют наименьшую степень интенсивности потребления. Низкая степень потребления фенольных субстратов, вероятнее всего, связана со сложностью их химического строения и необходимостью большего времени для их разложения.

Индекс Шеннона, отражающий уровень альфа-разнообразия в сообществе, был проанализирован на 1 и 7 сутки от начала эксперимента. Во всех образцах за указанное время он практически не изменился, что, скорее всего, свидетельствует о том, что все виды в сообществе в момент отбора проб находились в своем активном состоянии, а спящие виды отсутствовали. Такое состояние сообщества, вероятнее всего, было обусловлено благоприятными условиями абиотических факторов – действительно, пробы были отобраны в июле 2017 г., при средних температурах воздуха 23-25<sup>o</sup>C и влажности 75-80%. Интересно, что в образцах №№1-4 индекс Шеннона был практически одинаковым и составлял 3,41 ед. В образце №5 он был несколько ниже (3,38 ед.), что, вероятно, связано с относительно низким содержанием гумуса в нем. В целом, данные коррелируют с данными других авторов.

## **ТИПИЧНЫЕ ПРИЗНАКИ И СВОЙСТВА АГРОДЕРНОВО - ПОДЗОЛИСТЫХ ПОЧВ СЕВЕРНОЙ ЛЕСОСТЕПИ**

Гаффарова Л.Г.

Казанский государственный аграрный университет, Казань, Россия

gaffarovalylya@mail.ru

Применение различных методов математической статистики позволяет решить ряд генетических вопросов. При этом математические методы позволяют обобщить данные фактического материала, и они более информативны по сравнению с конкретными измерениями.

Объектом исследования являются агродерново-подзолистые почвы правобережной части Привятской полосы Предкамья с общей площадью территории – 713,5 тыс. га (в том числе пашни 403,6 тыс. га), где они занимают 25%



и залегают на водоразделах и пологих склонах. Почвообразующими породами для них послужили делювиальные отложения. Для получения статистических параметров аналитических данных и морфологических признаков агродерново-подзолистых почв на уровне с/х подразделений использован фактический материал крупномасштабного почвенного исследования (масштаб 1:10000).

Принятыми критериями оценки данных выборки служат средняя арифметическая, предельные значения, среднеквадратичное отклонение, ошибка средней арифметической, коэффициент вариации и показатель точности, и многие другие. Обязательным условием рассмотрения этих показателей служит соответствие изучаемой выборки к требованиям нормального распределения. Так, при нормальном распределении показателей выборки отдельные варианты распределены в интервале  $6\sigma$ , то есть по  $3\sigma$  от нулевой отметки.

В исследованиях рассматриваются типичные значения нижней границы агрогенного горизонта или его мощности. В качестве последнего принята нижняя граница переходного горизонта BEL. Под рукотворным горизонтом иногда имеет место переходный горизонт AEL, горизонт EL. Однако они часто отсутствуют, встречаются местами, а BEL служит обязательным элементом почвенного профиля изучаемых почв. Показатели изучаемых свойств разделены на две группы – фундаментальные и устойчивые. К первой отнесены сочетание генетических горизонтов почвенного профиля. В эту группу также вошли содержание илистой фракции и физической глины, рН почвенной вытяжки, определенной в солянокислом растворе хлористого калия. Анализируемые почвы относятся к тяжелосуглинистой разновидности дерново-подзолистых почв с содержанием физической глины в пахотном горизонте 43,6 %, что занимает среднее положение предельных значений 40,4 – 49,6 %

В группу устойчивых почвенных свойств отнесено содержание гумуса, сумма поглощенных оснований и гидролитическая кислотность. Устойчивые свойства пахотного горизонта несут отпечаток длительного сельскохозяйственного использования, положительное влияние которого прослеживается по верхним типичным значениям почвенных свойств.

Таким образом, распределение генетических горизонтов, их типичные значения более четко характеризуют генетический профиль анализируемых почв, сопоставление отдельных значений вариант (дат) с доверительным интервалом типичных значений позволяют оценить отдельные показатели свойств почвы.

# СОПОСТАВЛЕНИЕ ТРАДИЦИОННОГО И РАНДОМИЗИРОВАННОГО ОТБОРА СМЕШАННЫХ ОБРАЗЦОВ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ АГРОХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПОЧВЫ

Гильманов Р.Х., Гиниятуллин К.Г.

Казанский (Приволжский) федеральный университет, Казань, Россия

*rinat-asp.kzn@yandex.ru*

Способы обработки почвы занимают важное место в системе регулирования и воспроизводства плодородия почвы в современных условиях ведения земледелия. Эффективность применения традиционных технологий агрохимического обслуживания сельскохозяйственных угодий определяется их положительным влиянием совместно с удобрениями на свойства почвы в системе зональных севооборотов, а периодическое сочетание с отвальной вспашкой формирует оптимальный пахотный слой почвы для жизнедеятельности большинства выращиваемых сельскохозяйственных культур. Содержание доступных элементов питания на отдельном участке характеризуется анализом одного смешанного образца, составленного из регламентированного числа индивидуальных точечных проб. Современные же технологии точечного земледелия основаны на оценке пространственно-временной неоднородности пахотных угодий, а стратегия их использования направлена на адаптацию системы хозяйствования к пространственной неоднородности конкретных полей. В этом случае повышается значимость технологии пробоотбора, потому что она оказывает сильное воздействие на результаты интерполирования пространственных данных.

Объектами исследования являются пахотные угодья ФГБНУ «ТатНИИСХ», расположенные в Лаишевском районе Республики Татарстан. Для оценки вариабельности были использованы результаты обследования пашни, площадью 98 га. Географическая привязка плана землепользования пашни проведена в программе MapInfo Professional 10.0 в системе координат Pulkovo 1942/Gauss-Kruger. На картографическую основу наносили сетку элементарных участков средним размером около 2 га, с точной привязкой узлов в системе координат. Пробоотбор произведен с помощью GPS-навигации двумя способами: *традиционно* по диагонали каждого участка и по *рандомизированно* расположенным в пределах элементарного участка точкам. В последнем случае смешанный образец составлялся из точечных образцов, отобранных по окружности вокруг каждой точки. Общее количество смешанных образцов составило как для первого, так и второго типа отбора – по 49 шт. В образцах проанализированы агрохимические и физико-химические показатели: подвижный фосфор

(P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) и обменный калий (K<sub>2</sub>O) по Кирсанову в модификации ЦИНАО, гумус по Тюрину в модификации ЦИНАО.

Анализ результатов определения подвижного фосфора показал, что среднее его содержание равно 184,6 мг/кг в пробах, отобранных по диагонали, и 214,7 мг/кг в пробах, отобранных по случайным точкам. Размах варьирования составил 168,8 и 186,4 соответственно. Коэффициент вариабельности 19,7% и 22,1%. Содержание обменного калия в среднем равнялось 131,7 мг/кг при первом способе отбора проб почвы и 116,6 мг/кг при втором, размах варьирования – 114,5 и 109,3, коэффициент вариации 20,1% и 20,4%. Содержание гумуса составляет - 4,5% (диагональный отбор) и 4,3% (рандомизированный отбор), размах – 3,7 и 3,6 соответственно, коэффициент вариации – 17,7% и 16,6%.

Таблица 1

Содержание подвижного фосфора, подвижного калия и гумуса при разных способах отбора проб

	<i>Фосфор, мг/кг</i>		<i>Калий, мг/кг</i>		<i>Гумус, %</i>	
	<i>Диаг.</i>	<i>Ранд.</i>	<i>Диаг.</i>	<i>Ранд.</i>	<i>Диаг.</i>	<i>Ранд.</i>
Среднее значение	184,6	214,7	131,7	116,6	4,5	4,3
Мин. значение	107,4	106	79,5	75,9	2,4	2,4
Макс. значение	276,2	292,3	194,1	185,2	6,2	6
Размах	168,8	186,4	114,5	109,3	3,7	3,6
Станд. отклонение	36,4	47,5	26,5	23,8	0,8	0,7
Коэф-т вариации	19,7	22,1	20,1	20,4	17,7	16,6

Можно сделать вывод, что представленные методы отбора дают примерно близкие значения содержания доступного фосфора, калия и гумуса, при одинаковых характеристиках варьирования. Впрочем, второй способ отбора проб (рандомизированный) более предпочтителен в аспекте обеспечения вариограммного анализа пространственных данных и их интерполяции.

## **ДЕГРАДАЦИЯ И МЕЛИОРАЦИЯ ЗЕМЕЛЬ, ЗАГРЯЗНЕННЫХ НЕФТЕПРОМЫСЛОВЫМИ СТОЧНЫМИ ВОДАМИ**

Гилязов М.Ю.

Казанский государственный аграрный университет, Казань, Россия

*mingilyazov@yandex.ru*

Добыча нефти, несмотря на предпринимаемые природоохранные меры, сопровождается деградацией и загрязнением почвенного покрова. Среди различных поллютантов нефтедобывающих предприятий нефтепромысловые сточные воды (НСВ) по распространенности и масштабам негативного воздей-

ствия на окружающую среду превосходят другие техногенные потоки нефтепромыслов, что стало побудительным мотивом наших исследований.

Исследования проведены в зоне выщелоченных, типичных и оподзоленных черноземов Республики Татарстан, где расположены основные производственные мощности нефтедобывающей компании ОАО «Татнефть», с привлечением лабораторно-модельных, вегетационных и стационарных полевых опытов. Кроме того, в работе использованы материалы многочисленных экспедиционных обследований производственно-загрязненных участков, выполненных по заказу нефтедобывающих предприятий.

Исследования показали, что состав нефтепромысловых сточных вод весьма сложен и зависит от многих факторов: геохимической характеристики месторождения; технологической схемы добычи и подготовки нефти; состава химических реагентов, используемых на всех этапах добычи и подготовки нефти; времени года и т. д. В первую очередь физико-химические свойства НСВ обуславливаются особенностями извлекаемых вместе с нефтью пластовых вод, так как 80-95 % объема НСВ составляют именно пластовые, то есть извлекаемые вместе с нефтью подземные воды. Основные компоненты нефтепромысловых сточных вод - неорганические водорастворимые соли, растворимые газы, эмульсионная и диспергированная нефть, многие классы водорастворенных органических веществ - переходят из пластовых вод.

Установлены причины загрязнения земель нефтепромысловыми сточными водами и механизмы деградации почв под их воздействием. При загрязнении почвы нефтепромысловыми сточными водами верхний гумусовый слой не удаляется и не погребается материнской породой, существенно не нарушается рельеф местности, но почва, пропитанная НСВ, становится фототоксичной на многие годы. Обнаружена тесная обратная криволинейная корреляция ( $r=0,86\div 0,98$ ) урожайности сельскохозяйственных культур от уровня загрязнения почв нефтепромысловыми сточными водами. Утрата плодородия загрязненных НСВ почв связана, прежде всего, чрезмерным повышением концентрации почвенного раствора и избыточным насыщением почвенно-поглощающего комплекса обменным натрием, то есть одновременным засолением и солонцеванием.

Разработана технология мелиорации загрязненных нефтепромысловыми сточными водами почв, которая предусматривает внесение гипса (или его заменителей) в сочетании с мероприятиями, направленными на накопление и сохранение влаги (глубокое рыхление, гребнистая вспашка, щелевание, бороздование, снегозадержание и т.д.). В условиях средней полосы Российской Феде-

рации восстановление плодородия загрязненных НСВ почв с помощью гипсования и влагонакопительной агротехники достигается за 2-3 года.

## **ИЗМЕНЕНИЕ ФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ПОЧВЕННОГО МИКРОБНОГО СООБЩЕСТВА ПОД ВОЗДЕЙСТВИЕМ КАДМИЯ И ГЛЮКОЗЫ**

Гильмуллина А.Р., Галицкая П.Ю., Селивановская С.Ю.

Казанский (Приволжский) Федеральный университет, Казань, Россия

*gilmullinaar@mail.ru*

Почва выполняет важнейшие функции, поддерживая продуктивность экосистемы. Любое антропогенное воздействие на почвенную систему может вызвать необратимые изменения физико-химических свойств почвы, структуры и активности почвенного сообщества. Серьезную проблему вызывает загрязнение почв тяжелыми металлами. Основным источником поступления тяжелых металлов является индустрия, но зачастую аккумуляция тяжелых металлов так же происходит за счет использования органических удобрений, полученных на основе переработки промышленных органических отходов и осадков сточных вод. В последнем случае наряду с тяжелыми металлами поступают и органические вещества, при котором наблюдается одновременное ингибирование и стимулирование почвенного сообщества.

При оценке влияния металлов чаще всего анализируют почвенные параметры, отражающие состояние микробных сообществ. Наиболее часто исследуемыми параметрами являются микробная биомасса, фиксация атмосферного азота, респираторная активность, ферментативная активность почв, численность отдельных групп микроорганизмов. Поскольку микроорганизмы выделяют внеклеточные ферменты для разложения высокомолекулярных веществ, считается, что именно оценка ферментативной активности позволяет определить воздействие того или иного компонента на круговорот питательных веществ. Кроме того, физиологическое профилирование структуры микробной ассоциации отражает состояние отдельных физиологических групп микроорганизмов, что так же является важным при изучении почвенных процессов. Ранее авторами были проведены исследования по оценке воздействия различных веществ на почву, однако, изучение совместного воздействия ингибирующего и стимулирующего агента на почвенное микробное сообщество остается недостаточно изученным.

Исходя из этого, целью настоящего исследования являлась оценка одновременного внесения кадмия и глюкозы на ферментативную активность и изменение физиологического профиля почвенного микробного сообщества.

Для моделирования условий одновременного ингибирующего и стимулирующего воздействия в работе была использована серая лесная почва, отобранная в Лаишевском районе Республики Татарстан (Россия). На первом этапе были определены характеристики исходной почвы: рН, содержание органического углерода ( $C_{орг}$ ), содержание общего азота ( $N_{общ}$ ), микробная биомасса и гранулометрический состав. В работе использовались почвенные образцы, отобранные в одном почвенном разрезе на глубине 0-20, 20-40 и 40-60 см. Перед экспериментом образцы были увлажнены до 40% от влагоемкости почвы и преинкубированы в течение 14 суток. Перед началом эксперимента каждый образец был разделен на 4 части. В первую был внесен кадмий в виде соли  $CdCl_2$  в количестве 300 мг Cd/кг, во вторую – глюкозы в количестве 3400 мг С/кг, в третью - одновременно кадмий и глюкозу. Четвертая часть была оставлена в качестве контроля. Растворы кадмия и глюкозы вносились так, чтобы влажность почвы составила 70% от влагоемкости почвы. Почвы инкубировались в течение 14 суток и на 1, 3, 7 и 14 сутки были отобраны образцы для анализа ферментативной активности и проведения мультисубстратного тестирования. Ферментативная активность была определена с помощью использования специальных флюоресцирующих субстратов, для анализа изменения круговорота цикла углерода и фосфора были выбраны следующие ферменты:  $\beta$ -глюкозидаза, целлобиозидаза и фосфатаза. Мультисубстратное тестирование проводилось методом BIOLOG® EcoPlates™. Все исследования проводились не менее чем в трех повторностях.

## **ПЛАНИРОВАНИЕ ПРОБООТБОРА ПРИ ПРОСТРАНСТВЕННОМ МОДЕЛИРОВАНИИ НАКОПЛЕНИЯ ГУМУСА В ЗАЛЕЖНЫХ ПОЧВАХ**

Гиниятуллин К.Г., Смирнова Е.В., Валеева А.А., Латыпова Л.И.

Казанский изучения федеральный университет, Казань, Россия

*Ginijatullin@mail.ru*

Применение для пространственной вариабельности почвенных свойств и почвенного покрова геостатистических методов началось в конце 80-х в начале 90-х годов прошлого века и связывается с именами Т.М. Баргесса, Р. Вебстера, М. А. Оливер, Л.А. Иванниковой, Е.В. Мироненко. Методы вариограмного анализа и интерполяции пространственных данных методом кригинга нашли широкое применение, в первую очередь для решения задач картографирования

почвенного покрова, оценке загрязненности почв и внедрения технологий точного земледелия в агрохимии. Несмотря на всю продуктивность использования геостатистических методов надежность получаемой информации зависит, прежде всего, от правильного планирования отбора почвенных образцов. Использование литературных данных для планирования пробоотбора часто оказывается недостаточным и требуется предварительное исследование закономерностей пространственной variability изучаемого объекта. Особенно это актуально при пространственном моделировании накопления гумуса под залежами, поскольку происходит преимущественно в верхней части старопашотного горизонта и характеризуется сильной variability, значительно превышающей исходную горизонтальную variability в пахотной почве (Гинятуллин с соавт, 2013).

Исследовали залежную (14 лет) светло-серую лесную почву, расположенную в Предкамье Республики Татарстан. Изучаемый объект приурочен к слабобологому склону южной экспозиции. Был проведен послойный (через 5 см) отбор проб из старопашотного горизонта из шурфов расположенных в 7-ми узлах гексагональной систематической решетки. Было показано, что содержание гумуса в верхних слоях значительно выше, чем в нижних. Анализ результатов определения гумуса как двухфакторного дисперсионного комплекса (фактор 1 – глубина отбора образца, фактор 2 – местоположение почвенного шурфа, случайное варьирование - 2 повторности анализа) показывает, что величина наименьшей значимой разницы (оцениваемая по критерию Фишера) несущественна для слоев 10-15 и 15-20 см. Верхние 0-5 и 5-10 см существенно отличаются как между собой, так и по сравнению с нижними слоями. Отличается старопашотный горизонт и по пространственной variability содержания гумуса, коэффициент вариации по 7 точкам пробоотбора составляет для 0-5 см – 14,0%, 5-10 см – 12,9%, 10-15 см - 7,5%, 15-20 см - 8,2%. Методом множественной линейной регрессии оценивали зависимость содержания гумуса в послойных образцах от координат в двумерном пространстве точек пробоотбора (долгота и широта). Было установлено наличие статистически значимого пространственного тренда содержания гумуса в 0-5 см от широты расположения точек ( $b=781,0$  при  $p=0,01$ ). Направление тренда совпадает с уклоном местности. Проведенные предварительные исследования могут быть использованы для планирования основного пробоотбора, обеспечивающего надежное построение пространственной модели накопления гумуса на данном залежном участке при минимальном количестве отбираемых образцов, Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках проекта №17-04-00846.

## ТЕХНОЛОГИЯ ВНЕСЕНИЯ БИОПРЕПАРАТА В НЕТРАДИЦИОННЫЕ УДОБРЕНИЯ ДЛЯ ПРИДАНИЯ ИМ СВОЙСТВ СУПРЕССИВНОСТИ

Глазунова Д.М., Курынцева П.А., Галицкая П.Ю., Селивановская С.Ю.  
Казанский (Приволжский) Федеральный университет, Казань, Россия  
*polinazwerewa@yandex.ru*

В дестабилизацию агроэкосистем России свой вклад вносит нерациональное землепользование, нарушение классических принципов интегрированной защиты растений и игнорирование элементарных требований, обеспечивающих экологическую безопасность и здоровье почвы. Исходя из этого, предотвращение потерь плодородия почв является важнейшей стратегической задачей. Традиционно для борьбы с заболеваниями растений используются пестициды, являющиеся экологически опасными. Альтернативой является применение супрессивных компостов – это органические удобрения, которые способны не только удобрять почву, но и подавлять заболевания растений. Супрессивные компосты можно получать из различного сырья, в т.ч. из органических отходов. В таком случае решается еще одна серьезная экологическая проблема – утилизация отходов.

Объектом исследования был компост, приготовленный из органических отходов: куриный помет, навоз крупного рогатого скота. В качестве структурирующего агента использовали отходы соломы. Исходный компост характеризовался: рН  $8,4 \pm 0,2$ ; электропроводностью  $2,83 \pm 0,3$  мС/см, содержанием органического вещества  $79,8 \pm 3,1\%$ , содержанием общего азота  $1,6 \pm 0,1\%$ , влажностью  $55 \pm 5\%$ , содержанием растворимого органического углерода  $0,43 \pm 0,2$  мг Сорг/г, респираторной активностью  $106,71 \pm 5,2$  мг CO<sub>2</sub>-C/ г\*24 ч и индексом прорастания GI =  $67 \pm 3\%$ . Полученные результаты говорят о том, что выбранный компост соответствует нормативам Российской Федерации (ГОСТ Р 53117, 2008), однако из-за высоких значений таких показателей как респираторная активность и содержание растворимого органического углерода данный компост нельзя характеризовать как зрелый и стабильный.

На 0, 30, 60, 90 и 120 сутки проводилась инокуляция биопрепаратом, состоящим из штаммов *T. asperellum* T203, *Streptomyces spp.*, *P. fluorescence* WCS365, *P. Putida* PCL1760 в количестве  $1 \times 10^4$  КОЕ/г. Каждый из штаммов обладает собственным механизмом супрессивных свойств. Необходимо было определить оптимальную схему внесения биопрепарата в компост для придания



ему свойств супрессивности. В связи с этим и в динамике оценивалась супрессивность в модельной системе «растение томата – почва – фитопатоген».

У исходного компоста, без инокуляции биопрепаратом в течение первых 50 суток процесса супрессивные свойства были менее выражены. Внесение в исходный компост биопрепарата позволило достичь увеличения супрессивности в этот период в 1,8-4 раза. Повторная инокуляция биопрепаратом на 30 сутки также привела к увеличению супрессивной активности компоста относительно неинокулированного компоста и компоста с первичной инокуляцией. Многократная инокуляция на 60, 90 и 120 сутки не дала достоверного положительного эффекта, поэтому применение ее нецелесообразно.

Для определения эффективности действия биопрепарата важно было не только оценить изменение супрессивных свойств компоста, инокулированного биопрепаратом, но и определить способность интродуцированных штаммов выживать и увеличивать свою численность в компосте. Оценку выживаемости штаммов биопрепарата проводили с использованием метода ПЦР «в реальном времени». Первичная инокуляция привела к недостоверному увеличению численности штаммов *P. fluorescence* WCS 365 и *P. putida* PCL1760 с по сравнению с фоновыми значениями. Однако повторная инокуляция на 30 сутки привела к увеличению численности данных штаммов относительно неинокулированного варианта. Первичная инокуляция компоста биопрепаратом приводит к непродолжительному увеличению численности *T. asperellum* T203, однако после повторной инокуляции на 30 сутки наблюдалось кратковременное уменьшение численности *T. asperellum* T203 с последующим ее увеличением. Первичная инокуляция привела к увеличению численности *Streptomyces spp.* в 2-41 раз. Стоит отметить, что все варианты многократных инокуляций, не привели к увеличению численности интродуцированных штаммов.

Таким образом, полученный биопрепарат целесообразно вносить однократно или двукратно в незрелый компост непосредственно перед его применением.

## ПРИРОДНО-РЕСУРСНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ПОЧВ И ПРИНЦИПЫ УСТОЙЧИВОГО ЗЕМЛЕДЕЛИЯ

Григорьян Б.Р.<sup>1</sup>, Кулагина В.И.<sup>2</sup>,

<sup>1</sup> Казанский федеральный университет, Казань, Россия,

<sup>2</sup> Институт проблем экологии и недропользования Академии наук Республики Татарстан, Казань, Россия

*viksoil@mail.ru*

Природно-ресурсный потенциал — совокупность естественных ресурсов, являющихся основой экономического развития территории. Пахотные почвы — неотъемлемая часть этого природно-ресурсного потенциала. Для продовольственной, экологической и экономической безопасности страны необходимо поддерживать пахотные земли в хорошем состоянии. Площадь пашни в России по данным Росстата на 1 января 2015 г. составляла 115485 тыс. га. Россия отличается высокой обеспеченностью пашней на душу населения — 0,79 га опять же по данным на 1 января 2015 г. (на Земле в среднем гораздо меньше — 0,14 га). Это повод не гнаться за слишком высокой урожайностью, а позаботиться о том, чтобы почвы давали стабильные урожаи, продукцию хорошего качества и сохраняли плодородие долгое время.

Необходимо широкое внедрение технологий, которые способствуют сохранению почв: предотвращению эрозии, переуплотнения, загрязнения пестицидами и другими химикатами, применяемыми в сельском хозяйстве. Сиюминутная выгода и получение сверхвысоких урожаев путем применения ударных доз удобрений на фоне монокультуры приводит к полной деградации почв и подрыву продовольственной безопасности страны, если смотреть на это в перспективе. Для сохранения почв необходимо внедрять в земледелие принципы органического или, хотя бы, устойчивого земледелия. Органическое земледелие предусматривает полный отказ от применения ядохимикатов, минеральных удобрений, гормонов роста и ГМО, использование для борьбы с вредителями и болезнями биологических методов борьбы. Переходный период к органическому производству занимает долгие годы, но даже в период постепенного перехода улучшается состояние почв, урожаи становятся, может быть, не такими высокими, зато более стабильными даже в неблагоприятные по погодным условиям годы. Органическое земледелие предполагает также переход к минимальной обработке почвы, иногда даже no-till, использование таких севооборотов, которые позволяют почве восстановиться и запасти питательные вещества.

«Устойчивое» земледелие, к которому призывал в Международный год почв Генеральный директор ФАО Жозе Грациану да Силва, хотя не предусмат-

ривает полный отказ от удобрений, но рекомендует использовать их разумно, а лучше использовать севообороты с бобовыми травами, чтобы насытить почву азотом и органическими остатками, рекомендует постепенно минимизировать обработку почв для предотвращения эрозии. Разумеется, это невозможно сделать быстро: чтобы успешно использовать минимальную обработку, необходимо сначала избавиться от сорняков агротехническими методами, чтобы внедрить севооборот потребуется иногда 6-8 лет. Но без внедрения принципов органического и устойчивого земледелия невозможно сохранить такой природный ресурс, как почвы, и обеспечить социально-экономическое развитие и стратегическую безопасность страны. Предлагаемые методологические основы сбережения почв – основных природных ресурсов, не новы. И.Е. Овсинский более 100 лет назад предложил и осуществил на практике агробиологическую концепцию земледелия. Интерес к почвосберегательным технологиям обычно возрастал после катастроф, затрагивавших миллионы людей и млн. га пахотных земель (пыльные бури в США в 30-е и в СССР в 50-е гг.), но не стоит их дожидаться, чтобы начать сохранять почвы.

## **ВЛИЯНИЕ ПРЕДИНКУБАЦИИ МОДЕЛЬНЫХ СМЕСЕЙ С БИОУГЛЕМ НА ИНТЕНСИВНОСТЬ БАЗАЛЬНОГО ДЫХАНИЯ.**

Гусева И. А., Окунев Р.В., Смирнова Е.В.

Казанский (Приволжский) Федеральный университет, Казань, Россия

*gruninaira92@bk.ru*

В настоящее время, во всем мире биоуголь оценивается как перспективное органическое удобрение, а его внесение в почву позволяет одновременно решать важнейшие проблемы современности: благоприятно воздействовать на плодородие и секвестрировать углерод в почве. Поэтому изучение влияния биоуглей на интенсивность базального дыхания (БД) актуально для оценки эффективности их внесения в почвы. Цель данной работы оценить влияние кратковременного и длительного прединкубирования модельных смесей почва-биоуголь на результаты определения интенсивности базального дыхания.

Объектами исследования были серые лесные почвы и десять образцов биоуглей, приготовленных из различных растительных остатков при различных температурах пиролиза. Для модельного эксперимента в чашках Петри были приготовлены смеси почва: биоуголь (в соотношении 20:1), которые доводили до влажности соответствующей 55% от ППВ (полной полевой влагоемкости) и тщательно перемешивали. Также был приготовлен контроль – почва без добавления биоугля.

Величину интенсивности БД выражали в мкг С-СО<sub>2</sub>, выделяемой 1 г модельной смеси в течение 1 ч. Содержания углекислого газа определяли с помощью газового хроматографа Clarus 580 (PerkinElmer) с катарометром в качестве детектора. Базальное дыхание определяли через 1 месяц, 3 и 6 месяцев. Определение скорости БД проводили в четырехкратной повторности.

При прединкубировании модельных смесей в течение месяца в вариантах с биоуглем из остатков дуба, мискантуса и ивы наблюдается снижение интенсивности БД, в остальных вариантах идет его увеличение по сравнению с контролем. При этом наблюдается усиление интенсивности дыхания к 3 месяцам и затем постепенное его снижение к 6 месяцам эксперимента. Отрицательное воздействие на интенсивность БД наблюдается в начальный период в смесях с добавлением биоугля из кукурузы, кедра и сосны. Тем не менее, со временем, воздействие биоуглей становится положительным.

Проведенные исследования показывают, что во время кратковременной прединкубации между почвой, биоуглем и почвенной биотой не успевают установиться какие-либо равновесия, из-за чего результаты носят изменчивый характер и не дают четкого представления о влиянии биоуглей на БД. Длительное прединкубирование приводит к установлению равновесных отношений в этой сложной системе, что обеспечивает гомогенность смесей и надежность определения величины БД. В связи с этим, можно рекомендовать длительность прединкубирования модельных смесей не менее 3-х месяцев. Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта №17-04-00869.

## **АНТИБИОТИКОРЕЗИСТЕНТНОСТЬ МИКРООРГАНИЗМОВ В СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ПОЧВАХ РОССИИ**

Данилова Н.В., Галицкая П.Ю., Селивановская С.Ю.

Казанский (Приволжский) Федеральный университет, Казань, Россия

*natasha-danilova91@mail.ru*

Антибиотики – это лекарственные препараты, широко используемые для лечения и профилактики бактериальных инфекций не только в медицине, но и в ветеринарии. Кроме того, в животноводстве антибиотики в больших количествах используются для стимуляции роста животных. Многие антибиотики, используемые для ветеринарных целей, слабо адсорбируются в кишечнике животного. Таким образом, до 90% исходной дозы антибиотика выводится в окружающую среду с навозом и уриной. Кроме того, в экскрементах содержатся антибиотикорезистентные микроорганизмы. Поэтому использование навоза

в качестве органического удобрения приводит к образованию и распространению резистентности к антибиотикам среди почвенных микробов. Другой причиной такого распространения является горизонтальная передача генов, кодирующих устойчивость к антибиотикам, от микроорганизмов, содержащихся в навозе, к почвенной микрофлоре. Уровень загрязнения генов устойчивости к антибиотикам почвы еще не изучен должным образом.

Целью этого исследования было оценить загрязнение сельскохозяйственных почв антибиотикорезистентными генами. Было отобрано 30 образцов сельскохозяйственных почв с пашен, располагающихся вокруг города Казань (Республика Татарстан). Поскольку самым распространенным ветеринарным антибиотиком в России является тетрациклин, в работе проводилась оценка уровня загрязнения почвы геном *tet(X)*, который кодирует разложение тетрациклина в микробной клетке. В качестве метода исследования использовался метод ПЦР в реальном времени со специфическими праймерами.

Согласно классификации Н.А. Качинского (1957) по соотношению фракций физической глины и физического песка, 31% исследуемых образцов почвы был отнесен к песчано-пылеватому типу, а 69% образцов почвы – к иловато-пылеватому типу. Содержание растворимого органического углерода в образцах почвы составило от 0,02 мг/г (образец 20) до 0,46 мг/г (образец 16). Уровень активности дыхания и микробной биомассы почв составил 0,80–5,28 CO<sub>2</sub>-C мг/г\*ч и 263,51–935,77 мкг/кг, соответственно. Представленные значения являются типичными для почв Республики Татарстан. Что касается содержания резистентного к тетрациклину гена, 27 из 30 исследованных образцов содержали ген *tet(X)*. Из них 52% образцов оказались сильно загрязненными геном устойчивости, 34% образцов – средне загрязненными и 14% образцов – слабо-загрязненными.

## **ПОЧВЫ ГОРНОЙ КАТЕНА ПОЛЯРНОГО УРАЛА: УСЛОВИЯ ФОРМИРОВАНИЯ, ГЕНЕЗИС, КЛАССИФИКАЦИЯ**

Жангуров Е.В.

Институт биологии Коми НЦ УрО РАН, Сыктывкар, Россия

*zhan.e@mail.ru*

Формирование почвенного покрова «высоких широт» (65-68° с.ш.) Уральского горного хребта происходит в условиях резко континентального климата, влияния криогенного фактора и короткого периода биологической активности. Несмотря на достаточно длительную историю исследований почв горной ландшафтной зоны Полярного и Приполярного Урала [2, 3, 5, 7, 8] во-

просы генезиса, диагностики и классификации этих почв, высотно-поясной дифференциации почвенного покрова и роли пестроты минералогического состава почвообразующих пород до сих пор остаются слабоизученными. Распределение почв на территории исследования в значительной мере определяется как характером рельефа, который представлен преимущественно среднегорными массивами с отметками высот от 700 до 1400 м над ур.м, так и спецификой высотной поясности растительного покрова [2]. Литературные данные пространственного размещения типов и подтипов почв в системе высотного градиента от подножия до вершины склона горных хребтов являются фрагментарными и единичными [1, 4].

Цель работы – на основании сравнительного исследования морфологических и физико-химических свойств, специфики минерального состава песчаных фракций мелкозема установить генетические особенности почв в сопряженных геохимически подчиненных ландшафтах в пределах горной катены Полярного Урала.

Район исследований находится на Полярном Урале (67° 20' с.ш.; 65° 05' в.д.) и охватывает разные участки склона хребта Енганэпэ, где был заложен эколого-топографический профиль (катена) протяженностью около 2-х км (рис.1). В растительном покрове исследуемой территории хребта Енганэпе выражены три пояса: горно-лесной (190-230 м над ур.м), горно-тундровый (230-500 м над ур.м.) и холодных гольцовых пустынь (выше 500 м над ур.м.).

При изучении почвенного покрова использовался сравнительно-генетический метод, объединяющий сравнительно-географический и сравнительно-аналитический методы. Физико-химические свойства почв определяли по стандартным методикам. Количественный химический анализ объектов на содержание общего углерода и общего азота проводили в Центре коллективного пользования «Хроматография», действующем на базе Экоаналитической лаборатории Института биологии Коми НЦ УрО РАН. Номенклатура и классификация почв дана согласно «Полевому определителю почв России» [6].

Крупно - и мелкопесчаная фракция почвенного мелкозема характеризуется угловатостью и неокатанностью минеральных зерен, наличием большого количества обломков минералов, преобладанием минералов легкой фракции, меньшей степенью раздробленности малоустойчивых минералов, что говорит о его относительной молодости.

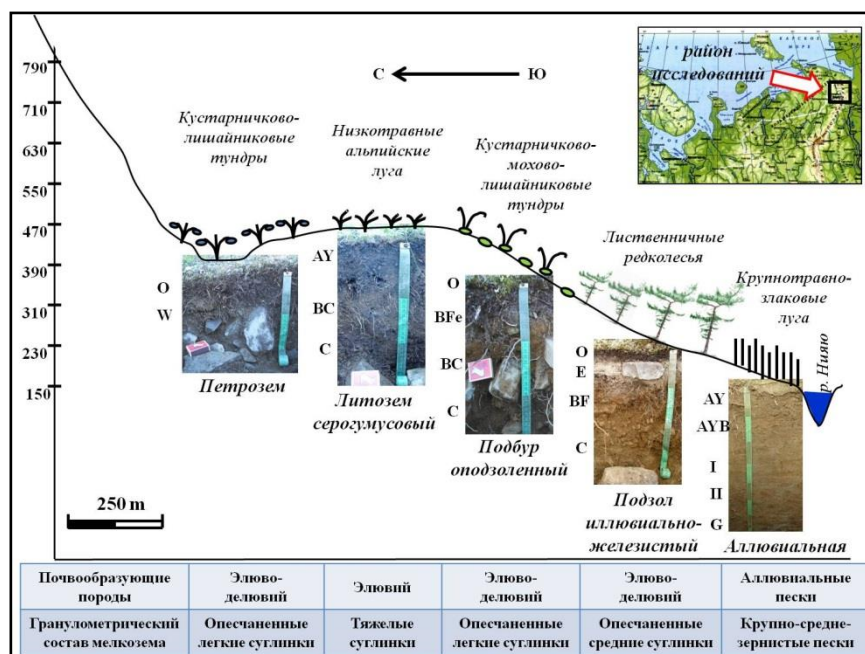


Рис. 1. Распределение объектов исследования в пределах катены

Все исследуемые почвы, отражая промывной характер водного режима и бедность породы основаниями, характеризуются сильноокислыми значениями реакции среды в органогенных и минеральных горизонтах (табл.). Минимальные значения pH солевой вытяжки 2,5-2,7 характерны для подзолистого горизонта E (разрез 3-Ж) и оподзоленного горизонта BFe (разрез 14-Ж). Содержание органического углерода в органогенных горизонтах исследуемых почв верхней и средней части катены закономерно высокое и может достигать 25-42%, что связано с замедленными темпами минерализации органического вещества (табл.). Наряду с этим, почвы горно-тундрового пояса вследствие хорошо развитого процесса альфегумусового иллювиирования, характеризуются глубокой гумусированностью минерального профиля. В соответствии с коротким периодом биологической активности обогащенность гумуса азотом низкая и очень низкая: отношение C/N имеет значения от 20 до 42 в органогенных и 12-20 – в минеральных горизонтах.

Таким образом, состав почвообразующих пород, степень выраженности транзитно-аккумулятивных процессов, обусловленных крутизной склона, специфика растительного покрова нашли свое отражение в особенностях физико-химических свойств исследованных почв. Формирование профилей исследуемых почв происходит при проявлении следующих элементарных процессов почвообразования: подстилкообразование; гумусообразование, альфегумусовое иллювиирование, оподзоливание, дезинтеграция породы мелкозем.

Таблица 1

## Физико-химические свойства исследованных почв

Горизонт	Глубина, см	рН		Нг	Обменные основания		С,общ	С:N
		вод.	сол.		Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>		
					ммоль/100 г			
<b>Почва: петрозем (разрез 11-Ж)</b>								
О	0-3	4,4	3,4	47,0	2,61	0,89	29,3	42
W	3-18	4,4	3,7	9,6	0,04	0,05	2,7	14
<b>Почва: литозем серогумусовый (разрез 15-Ж)</b>								
AУ <sub>ао</sub>	0-7	4,5	3,6	39,3	13,0 1	4,98	25,3	20
AУ	7-17	4,3	3,1	16,9	1,44	0,73	7,6	12
BC	17-28	4,5	3,4	22,5	0,49	0,26	2,8	12
C	28-35	4,6	3,5	22,5	0,47	0,41	3,2	12
<b>Почва: подбур оподзоленный (разрез 14-Ж)</b>								
О	0-3	4,1	3,0	58,8	12,6 1	2,77	42,1	37
BFe	3-5	3,9	2,5	25,3	0,38	0,19	2,4	20
C	5-20	4,4	3,6	-	0,13	0,11	1,9	17
<b>Почва: подзол иллювиально-железистый (разрез 3-Ж)</b>								
О	0-2	4,2	3,0	80,6	9,31	1,56	34	26
E	2-5	3,7	2,7	17,3	0,52	0,15	1,8	13
BF	5-15	4,4	3,8	15,2	0,26	0,08	2,9	19
C	15-30	4,6	3,9	10,3	0,22	0,05	1,1	14
<b>Почва: аллювиальная слоистая (разрез 17-Ж)</b>								
AУ	0-10	5,0	4,0	5,3	4,62	1,16	1,4	10
AУВ	10-20	4,9	3,8	,0	3,54	0,72	1,2	11
I	20-35	5,0	3,8	4,4	2,27	0,54	0,6	10
II	35-60	5,0	3,7	5,6	2,92	0,81	1,0	12
G	60-70	4,9	3,7	5,3	3,79	1,16	0,9	10

Примечание: Нг – гидролитическая кислотность; - – не определяли.

Работа выполнена при поддержке комплексной программы УрО РАН: «Биогеохимические процессы как основа устойчивого функционирования почв Арктики в условиях меняющейся природной среды (на примере равнинных и горных экосистем)» № 15-2-4-28.



## Литература

1. Дымов А.А., Жангуров Е.В. Морфолого-генетические особенности почв кряжа Енганэпэ (Полярный Урал) // Почвоведение. – 2011. – № 5. – С. 515-524.
2. Жангуров Е.В., Дубровский Ю.А., Дымов А.А. Характеристика почв и растительного покрова высотных поясов хребта Малдынырд (Приполярный Урал) // Известия Коми НЦ УрО РАН. – 2012. – № 12. – С.40-48.
3. Лесовая С.Н., Горячкин С.В., Полеховский Ю.С. Почвообразование и выветривание на ультраосновных породах горных тундр массива Рай-Из, Полярный Урал // Почвоведение. – 2012. – № 1. – С. 44-56.
4. Таргульян В.О. Почвообразование и выветривание в холодных гумидных областях. М.: Наука. – 1971. – 268 с.
5. Фирсова В.П., Дедков В.С. Почвы высоких широт горного Урала. Свердловск. – 1983. – 95 с.
6. Алексеев И.И., Абакумов Е.В., Томашунас В.М. Катенарная дифференциация почв предгорий Полярного Урала на примере участка в районе р. Халяталбей (приток р. Щучья) // Самарская Лука: проблемы региональной и глобальной экологии. – 2015. – Т. 24. – № 4. С. – 146-149.
7. Жангуров Е.В., Дымов А.А., Дубровский Ю.А. Почвы горной катены Приполярного Урала: морфология, физико-химические свойства, минеральный состав песчаных фракций // Структура, вещество, история литосферы Тимано-Североуральского сегмента: Матер. 23-й научн. конфер. Сыктывкар: Геопринт. – 2014. – С. 28-32.
8. Полевой определитель почв России. М. – 2008. – 182 с.

## **ПОЧВЕННЫЕ БИОМАРКЕРЫ: ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ**

Ковалев И.В., Ковалева Н.О.

Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова

Москва, Россия

*kovalevmsu@mail.ru; natalia\_kovaleva@mail.ru*

Биомаркеры – это органические молекулы известного строения и происхождения. Многие биомаркеры в силу своего специфического строения и биохимических функций при определенных условиях среды оказываются устойчивы к деградации и минерализации в почвах и поэтому служат молекулярными следами палеобиоты и наземной растительности, а также интенсивности биохимических процессов, протекающих в биосфере как в настоящем, так и в прошлом. При этом индивидуальные органические соединения хорошо сохраняются не только в «нормальных» профилях постлитогенных почв, но и в продуктах их переотложения, в почвенно-коллювиальных и почвенно-аллювиальных комплексах, в педоседиментах, педолитах, дериватах отдельных горизонтов, в донных отложениях водоемов и т.п.. Информационная роль биомаркеров тем более

высока, что пул молекулярных продуктов разложения органических веществ в почвах не тождественен сумме индивидуальных компонентов опада вследствие маскирующего воздействия минеральной матрицы. Органо-минеральные частицы почв или почвенные новообразования способствуют сохранению индивидуальных органических молекул во времени, маркируя условия сформировавшей их палеосреды.

Несмотря на то, что современная база данных о содержании в почвах подобных индивидуальных соединений пока крайне скудна, в отечественном почвоведении существует значительный объем информации о содержании групп неспецифических органических соединений, таких как, липиды, хлорофилл, аминокислоты, лигнин, инозитолфосфаты, грибные меланины и т.д. [1,3]. А уникальной методологической базой для расшифровки почвенных архивов биохимической информации являются исследования органического вещества погребенных почв, система индикаторных признаков органического вещества, анализ ЯМР-спектров погребенных гуминовых кислот, описанные нами типы лигниновых фенолов, пул аминсахаров, композиционный состав жирных кислот в почвах.

Анализ представленных данных по составу лигниновых фенолов в погребенных горизонтах различных полигенетических почв обнаруживает, что композиционный состав лигниновых фенолов в почвах служат молекулярными следами наземной растительности [3]. Однако, интерпретация сигнала во многом осложняется наложением биохимических процессов, инициируемых сменяющимися растительными ассоциациями. В свою очередь, информационная роль групп соединений (хлорофилла, грибных меланинов, лигнина в целом) менее информативна по сравнению с индивидуальными биологическими молекулами, микроколичества которых легко определяются современными методами исследования. Качественный состав лигниновых фенолов растительности закономерно находит отражение в значениях  $\delta^{13}\text{C}$  гумуса почв. При этом цинамиловые фенолы утяжеляют величины изотопных отношений, которые очень чувствительные к C3-C4 изменениям. В то же время ванилины и сирингилы деревьев и кустарников (C-3 тип фотосинтеза) облегчают их [3]. Гуминовые кислоты, хотя и похожи на образцы почв по содержанию продуктов окисления лигнина и лигниновым параметрам и наследуют характерные свойства растительных тканей, демонстрируют упорядочивание структурных фрагментов макромолекулы во времени. Несмотря на значительное количество пиков лигниновой природы на ЯМР-спектрах гуминовых препаратов, большинство из них дают возможность лишь качественной идентификации биомаркера. Полученные ре-

зультаты и попытка их применения в палеопочвенных исследованиях обнаруживают перспективность использования предложенного биомаркера и необходимость дальнейшего изучения пула природных лигниновых фенолов путем их экстракции из различных растительных тканей и составления базы данных о свойствах лигнина конкретных видов растений. В любом случае, информационная роль биомаркера окажется наиболее высокой в комплексных исследованиях палеопочв.

#### Литература.

1. Ковалев И.В., Ковалева Н.О. Органофосфаты в почвах периодического переувлажнения (по данным  $^{31}\text{P}$  ЯМР-спектроскопии) // Почвоведение. – 2011. – № 1. – С. 24-30.
2. Ковалев И.В., Ковалева Н.О. Пул лигниновых фенолов в почвах лесных экосистем // Лесоведение. – 2016. – № 2. – С. 148-160.
3. Ковалева Н.О., Ковалев И.В. Лигниновые фенолы в почвах как биомаркеры палеорастительности // Почвоведение. – 2015. – № 9. – С. 1073-1086.

### **ИЗОТОПНАЯ ПОДПИСЬ ГОРНЫХ ПОЧВ В ДИАГНОСТИКЕ ИЗМЕНЕНИЙ КЛИМАТА ЕВРАЗИИ**

Ковалева Н.О.

Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова,

Москва, Россия

*natalia\_kovaleva@mail.ru*

Уникальным природным архивом палеоклиматической информации, которую легко считывать с помощью изотопных отношений, являются горные почвы. Изотопный состав углерода и азота гумуса и углерода карбонатов определялся в дневных и погребенных почвах и лессово-почвенных сериях горных систем Евразии (Большой и Малый Кавказ, Тянь-Шань, Урал, Крымские горы) на масс-спектрометре Thermo-Finnigan Delta V Plus IRMS. Изотопные исследования сопровождались определением радиоуглеродного и "археологического" возраста почв, а также выполнялись под контролем изучения свойств почв. В полученном массиве изотопных отношений можно выделить несколько групп данных, которые соответствуют действию различных климатических сценариев или биосферных механизмов. Сценарий 1 - "ледниковый". Самые высокие (аномально тяжелые) величины изотопного отношения - -5,09 и 5,59 % и отсутствие разницы в значениях  $\delta^{13}\text{C}$  для углерода гумуса и карбонатов - получены для погребенных почв лессово-палеопочвенных серий, расположенных ниже морен максимальной стадии оледенения в горах Средней Азии на высоте 1600 м над уровнем моря. Эти цифры соответствуют составу гляциальной атмосферы ледниковых стадий, когда фотосинтетическая деятельность растений подав-

лена холодным климатом. Сценарий 2 - "холодно-сухо". Серия более низких величин изотопных отношений углерода гумуса (-9 - -12 %, до -19 %) характерна для погребенных в лессово-палеопочвенных сериях Тянь-Шаня почв интерстадиалов последней волны оледенения, интенсивность которой была значительно меньше предыдущих. У редких растений доминировал ночной тип фотосинтеза (С<sub>4</sub>-тип) в условиях холодного гипераридного климата. Сценарий 3 - "холодно-влажно". На рубеже голоцена формировались болотные и тундрово-мерзлотные почвы с явными признаками гидроморфизма, но сопровождавшегося холодным климатом. Им свойственно резкое облегчение изотопных отношений углерода гумуса (до - 27 %) на фоне небольшого утяжеления величин <sup>13</sup>C карбонатов. Сценарий 4 - "умеренно-гумидный". Катастрофическое изменение климата, растительности и химического состава атмосферы прослеживается в начале голоцена по низким величинам изотопного отношения - от -22 до - 27 % повсеместно: и в почвах горных долин Тянь-Шаня, и Урала, и Кавказа, и Крымских гор. Развитие сценария обязано активизации типа фотосинтеза, адаптированного к высоким концентрациям углекислого газа в атмосфере - цикла Кальвина. По мере отступления границы оледенения и обсыхания ландшафтов распространение в голоцене С-3 растений привело к формированию современных типов гумуса и соответствующих им типов почвообразования - лугового, черноземного, буроземного. Сценарий 5 - "тепло-сухо". Смена растительности с разнотравной луговой на злаковую, сопровождается увеличением  $\delta^{13}\text{C}$  в почвах степных и сухостепных ландшафтов. Сценарий 6 - "парниковый". Самые низкие величины изотопных отношений - до -27 - -29 % характерны для почв, погребенных в вулканических отложениях. Климатический сценарий "тепло-влажно" реализовывался, в условиях синтеза термогенного метана во время вулканических извержений и резкого повышения уровня углекислого газа в атмосфере за счет тектонико-магматической активности планеты. Таким образом, теоретической базой объяснения механизмов различных климатических сценариев при реконструкции природных обстановок по изотопному составу почв, должно стать допущение их многообразия и необязательной аналогии с современностью.

## ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ СНЕЖНОГО ПОКРОВА ВДОЛЬ КРУПНЫХ ГОРОДСКИХ АВТОМАГИСТРАЛЕЙ

Козлов А. В.<sup>1</sup>, Куликова А. Х.<sup>2</sup>,

<sup>1</sup> ФГБОУ ВПО Нижегородский ГПУ им. К. Минина, Нижний Новгород

<sup>2</sup> ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ, Ульяновск, Россия.

*agroec@yandex.ru*

Снежный покров крупных урбанизированных территорий считается одним из значимых критериев оценки экологического состояния атмосферы. Связано это с тем, что в момент формирования кристаллов воды в воздухе и выпадения их на землю происходит влажная седиментация рассеянных в атмосфере поллютантов, а так же сухое осаждение загрязняющих веществ на поверхности снега. Благодаря чему он становится значительным источником загрязнения.

Нами проводилась оценка экологического состояния снежного покрова вдоль крупных автомагистралей города Нижний Новгород – Сормовского шоссе (заречная часть города) и проспекта Гагарина (нагорная часть). В качестве фона служил снежный покров лесного массива «Дубрава».

Пробы снега отбирались равномерно на протяжении обеих автомагистралей. Общее экологическое состояние снежного покрова оценивалось по следующим показателям: общая минерализация (мг/кг), содержание: взвешенных частиц (г/л), хлоридов (мг/л), сульфатов (мг/л), цинка (мг/л), кадмия (мг/л), свинца (мг/л), меди (мг/л) и по интегральной биологической токсичности на основе реакции тест-объекта «Эколюм» (генно-инженерная бактерия *Escherichia coli* M-17). Все лабораторные анализы проведены по соответствующим ГОСТ-ам.

Результаты исследований показали, что в целом вода всего проанализированного снежного покрова находится в нейтральном диапазоне pH. В условиях городских автомагистралей установлены высокие концентрации хлоридов и сульфатов. Содержание последних превышает фоновый уровень от 8 до 100 раз и более по Cl<sup>-</sup> и от 5 до 65 раз по SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>: если в снежном покрове «Дубрава» количество хлоридов составляло 5,7 – 6,5 мг/л и сульфатов 7,8 – 8,7 мг/л, то в точках отбора Сормовского шоссе 24,7 – 62,3 мг/л и 30,2 – 62,1 мг/л соответственно, проспекта Гагарина 416 – 988 мг/л и 280 – 879 мг/л. Очевидно, такая высокая концентрация хлоридов и сульфатов обусловлена интенсивным антропогенным воздействием на городскую экосистему в условиях развитой промышленности (в т. ч. и химической). В связи с этим появляется риск загрязнения грунтовых вод избыточным количеством хлоридов, сульфатов, поступающих как через открытые участки почвенного покрова, так и через систему канализации.

Содержание тяжелых металлов в воде снега колебалось: цинка от 0,036 до 0,047 мг/л, свинца в пределах 0,005 мг/л, кадмия 0,003 мг/л; медь, как экотоксикант, была обнаружена только в воде заречной части города в минимальном количестве (0,003 мг/л).

Результаты определения интегральной биологической активности показали, что вода всех образцов изучаемого снежного покрова обладает токсичностью по отношению к выбранному тест-объекту. При этом даже минимальное содержание веществ-поллютантов в пробах снега фонового участка проявляло токсичный эффект (10 %), который оценивался как допустимый (1 группа токсичности). Пробы воды снега, отобранные вдоль автомагистрали в заречной части города, в целом проявили среднюю токсичность (2 группа), нагорной части – острую токсичность (59 %, 3 группа).

Резюмируя вышесказанное, следует подчеркнуть значимость снежного покрова автомагистралей в оценке экологического состояния загрязненности атмосферного воздуха городов.

## **РОЛЬ ВЫСОКОКРЕМНИСТЫХ ПОРОД В ОБЕСПЕЧЕНИИ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОДОВОЛЬСТВИЯ**

Куликова А.Х.<sup>1</sup>, Козлов А.В.<sup>2</sup>, Цаповская О.Н.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ, Ульяновск, Россия.

<sup>2</sup> ФГБОУ ВО Нижегородский ГПУ им. К. Минина,

Нижний Новгород, Россия

*agroec@yandex.ru*

В эпоху колоссального антропогенного воздействия на природную среду производство экологически безопасной продукции становится одним из важнейших проблем во всем мире и, поэтому не случайно поиску безопасных, высокоэффективных материалов, которые позволили бы снизить химическую нагрузку на агроэкосистемы (минеральных удобрений, пестицидов и т. д.), придается очень большое значение. В этом отношении в силу уникальных адсорбционно-структурных характеристик и своего состава несомненный интерес представляют высококремнистые породы (диатомиты, опоки, трепелы, цеолиты, бентониты) не только как многофункциональное кремниевое удобрение, но и с точки зрения получения экологически безопасной продукции.

Необходимость применения кремниевых удобрений обусловлена тем, что в связи с постоянным отчуждением урожаем культурных растений на любых почвах возможен дефицит доступного кремния (монокремниевой кислоты). При урожайности зерновых культур в пределах 2,6-6,0 т/га баланс кремния в

агроценозах всегда отрицательный и составляет 6-20 кг/га. В связи с этим в ряде случаев кремний становится фактором, ограничивающим урожайность сельскохозяйственных культур и качества продукции.

Наши более 15-летние исследования по изучению возможности использования высококремнистых пород в технологии возделывания сельскохозяйственных культур показали, что последние являются высокоэффективным многофункциональным удобрением, оказывающим благотворное влияние на свойства и режимы почвы (агрофизическое состояние, биологическую активность, питательный и водный режимы) и в целом на систему «почва-растение».

Особо следует отметить, что кремний, являясь важнейшим элементом питания, формирует иммунную систему растений, повышая их природную устойчивость к любым стрессам, вызванным как биогенными, так и абиогенными факторами. Широко исследована взаимосвязь между кремнием и тяжелыми металлами, который резко снижает подвижность последних и поступление их в растения. Вышесказанное дает право предполагать, что высококремнистые породы, содержащие в своем составе, как правило, более 50% оксида кремния в аморфной (активной) форме, являются той основой, которая позволит обеспечить производство экологически безопасной продукции сельского хозяйства.

Исследования, проводимые нами в многочисленных опытах (лабораторных, микрополевых, полевых, производственных) подтверждают сказанное. Модельные опыты с искусственным загрязнением тяжелыми металлами, в том числе медью, показали высокую детоксикационную способность диатомита. Так, если содержание подвижных форм меди в исходной почве составляло в среднем по вариантам 0,21 мг/кг, то при внесении ее на уровне 2 ПДК оно увеличивалось на 42 %, 10 ПДК – с 0,19 до 0,86 мг/га. Внесение в почву диатомита из расчета 5 т/га практически в 2 раза снизило подвижность данного элемента (с 0,19 до 0,1 мг/кг). Соответственно в такой же степени уменьшилось поступление меди в растения яровой пшеницы. Аналогичные результаты получены при возделывании зерновых, пропашных и овощных культур, где поступление в продукцию тяжелых металлов снижалось по отдельным культурам и элементам до 3-х раз и более.

В связи с вышесказанным следует признать, что высококремнистые породы являются уникальным средством, как для повышения урожайности, так и обеспечения экологической безопасности продовольствия.

## НЕКОТОРЫЕ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ЗАЛЕЖНЫХ СВЕТЛО-СЕРЫХ ЛЕСНЫХ ПОЧВ ПРЕДКАМЬЯ РТ

Латыпова Л.И., Маннапова Т.Е. Гиниятуллин К.Г.

Казанский (Приволжский) федеральный университет, Казань, Россия

*Leisana-2009@mail.ru*

В настоящее время на территории Российской Федерации площадь земель, выведенных из сельскохозяйственного использования, составляет от 5 до 21,6 млн. га. В Республике Татарстан доля залежных земель составляет около 0,7 млн. га. На землях, выведенных из сельскохозяйственного оборота, начинается естественное восстановление исходной растительности и изменяется направление, характер и скорость почвообразовательных процессов, что приводит к изменению гумусного состояния почв. Поэтому актуальными являются вопросы, связанные с оценкой гумусного состояния и физико-химических свойств залежных почв.

Объектом исследования была светло-серая лесная почва, залежь 14 летнего возраста с преобладанием разнотравно-луговой растительности с остаточным содержанием сорных растений, зарастающей березой, осиной и сосной, расположенная на слабопологом склоне южной экспозиции на территории Ботанического сада КФУ. Был проведен послыйный (через 5 см) отбор проб из старопахотного горизонта из шурфов расположенных в 7 узлах гексагональной систематической решетки. В образцах определены химические и физико-химические показатели: гумус по Тюрину в модификации ЦИНАО, щелочно-гидролизующий азот по Корнфилду, подвижный фосфор ( $P_2O_5$ ) и обменный калий ( $K_2O$ ) по Кирсанову в модификации ЦИНАО, рН водный и солевой ионометрически.

Анализ результатов показал, что в старопахотном горизонте наблюдается четкая дифференциация содержания гумуса между верхними и нижними слоями (в слое 0-5 см - 2 %, в слое 15-20 см-1%), таким образом, видно, что накопление гумуса идет в основном в верхней части старопахотного горизонта (0-5 и 5-10 см). По данным парного t-теста выявлена статистически значимая разница в его содержании, которая составляет между слоями 0-5 см и 5-10 см  $t_{\text{стат}}=8,5$  при  $t_{0,05}=1,9$  и слоями 5-10 см и 10-15 см -  $t_{\text{стат}}=8$ , при  $t_{0,05}=1,9$ . Вариабельность содержания гумуса в верхних слоях старопахотного горизонта выше, чем в нижних слоях.

Определенной закономерности в распределении подвижного фосфора не наблюдается, так как его содержание варьирует, как в верхней, так и в нижней части старопахотного горизонта и составляет в среднем для слоя 0-5 см - 267,6



мг/кг, коэффициент вариации 28,3 %, для слоя 15-20 см - 261,3 мг/кг, коэффициент вариации 31,4 %.

Вниз по глубине старопахотного горизонта наблюдается закономерное уменьшение содержания обменного калия. Так для слоя 0-5 см содержание калия в среднем по точкам отбора составляет 75,7 мг/кг, для слоя 15-20 см - 31,4 мг/кг. Пространственное варьирование этого показателя среднее, коэффициент варьирования составляет 24,1 % (0-5 см) и 26,5 % (15-20 см).

Содержание щелочногидролизуемого азота по глубине старопахотного горизонта уменьшается и в среднем по точкам отбора в верхнем слое (0-5 см) составляет 6,0 мг/кг, в нижнем (15-20 см) слое – 3,4 мг/кг. Вариабельность отмечается как средняя и составляет для 0-5 см - 11,7%, для 15-20 см - 14,6%.

Реакция среды (рН водный) в верхних и нижних слоях характеризуется как слабокислая и составляет 6,3 ед., рН солевой характеризуется как кислый и составляет в слое 0-5 см - 4,8 ед., в слое 15-20 см - 4,5 ед.

Таким образом, нахождение почвы под залежью приводит к существенному изменению содержания гумуса и физико-химических показателей в пределах однородного пахотного горизонта. Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках проекта №17-04-00846.

## **КОМПЛЕКСНОЕ ОБУСТРОЙСТВО ВОДОСБОРОВ И ПРИРЕЧНЫХ ЗОН В ПОЧВОВОДООХРАННЫХ ЦЕЛЯХ**

Лисецкий Ф.Н.<sup>1</sup>, Позаченюк Е.А.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Казанский (Приволжский) федеральный университет, Казань, Россия  
*fnliset@mail.ru*

<sup>2</sup> Крымский федеральный университет имени В.И. Вернадского, Таврическая академия, Симферополь, Россия  
*pozachenyuk@gmail.com*

В регионах с высокой степенью сельскохозяйственного освоения при активном развитии эрозионных процессов и критическом уровне деградации речной сети актуальной задачей становится системное геопланирование бассейновых территориальных структур от приводораздельных частей обрабатываемых склонов до уреза водоемов – приемников твердого стока.

Инвентаризация гидрографической сети Белгородской области, выполненная средствами ArcGIS по новой (2015 г.) электронной карте, показала, что в настоящее время на площади 27,13 тысяч кв. км постоянных и пересыхающих водотоков общей длиной 4564 км насчитывается 601. Значительное количество водотоков (около 60%) относится к категории малые реки. За последние 200 лет

средняя густота речной сети сократилась на 0,11 км/км<sup>2</sup>. Причиной сокращения сети постоянных водотоков и их трансформации во временные водотоки является сверхнормативное поступление твердого стока с водосборов из-за отсутствия в агротехнологиях специальных почвозащитных мер или недостаточной эффективности противоэрозионного блока применяемых систем земледелия. Распаханность территории Белгородской области, как и общая эродированность почвенного покрова, оценивается близкими цифрами – около 60%. Уменьшение глубины реки в результате заиления определяет повышение уровня воды, поэтому у реки менее эффективно проявляются механизмы саморегуляции, так как речные воды выходят за пределы русла и быстро теряют энергию.

В 2011-2015 гг. для территории 63 разнопорядковых речных бассейнов, охватывающей 95% территории Белгородской области, разработаны проекты бассейнового природопользования с применением ГИС-технологий и дешифрирования данных дистанционного зондирования Земли. Проводя работы по геопланированию территорий на бассейновых принципах, необходимые геоданные по каждому речному бассейну с присущими ему морфологическими, функциональными и процессными характеристиками были структурированы в разработанной базе данных “Бассейновая организация природопользования: проектирование и мониторинг”. Разработанная структура базы данных бассейновой организации природопользования была адаптирована к практике организации мониторинга речной сети в рамках Рамочной водной директивы ЕС (*Water Framework Directive*), а также гармонизирована с национальной инфраструктурой пространственных данных (ИПД) согласно концепции создания и развития ИПД Российской Федерации. Это создает предпосылки для тиражирования использованного подхода и полученного регионального опыта для бассейнов других регионов, особенно Европейской России.

В результате применения алгоритмов искусственных нейронных сетей, многомерного анализа и прогноза изменения речного стока выполнена типология водосборов. Это позволило в зависимости от типа гидрофункционирования определить адаптированные комплексы почвоводоохранных мероприятий. После завершения этапа геопланирования территории, обеспечивающего рациональное природопользование на бассейновых принципах, начато внедрение проектных решений на площади 2572 тыс. га земель Белгородской области. Координацию работ по реализации проектов бассейнового природопользования с применением бассейново-административного подхода осуществляет Департамент агропромышленного комплекса и воспроизводства окружающей среды Белгородской области.

Несмотря на то, что и в нормативных документах России, и в серии специальных научных работ предложен порядок определения размеров и границ водоохранных зон, включая прибрежные защитные полосы, определены особенности режима ведения в них хозяйственной деятельности, актуальность проблемы научного обоснования границ водоохранных зон связана с тем, что существующие методики имеют ряд недостатков. Использование нормативного подхода к выделению границ водоохранных зон нередко приводит к формальному вхождению в их состав земель с незначительным влиянием на процессы загрязнения, заиления водных объектов и на ухудшение среды обитания водных биологических ресурсов. С другой стороны, применяя позиционно-динамические принципы дифференциации долинно-речных ландшафтов, учитывающие пространственную смежность и сопряженность по гидрофункциональному воздействию, могут быть выявлены участки прямого и/или опосредованного влияния на поверхностные воды, но не предполагаемые к включению в состав водоохранных зон по критериям нормативного подхода. По нашему мнению, наиболее целесообразным подходом для выделения водоохранных зон малых рек является ландшафтно-экологический (экспертный), реализованный средствами ГИС. Трансформация общенаучной ландшафтной карты в ландшафтно-гидрологическую с применением бассейновых и позиционно-динамических принципов дифференциации позволяет адаптировано «вписать» проектируемые приречных зон (водоохранные зоны и прибрежные защитные полосы) почвоводоохранные мероприятия в изменчивую в пространственно-временном отношении структуру долинно-речных геосистем. Кроме того, ландшафтный подход незаменим для совершенствования региональной экологической сети, которая должна быть функционально связана с проектными решениями по созданию водоохранных зон и прибрежных полос малых рек и водоемов.

Разработанная методика выделения границ водоохранных зон малых рек реализована с использованием ГИС-технологий, а также бассейновых и позиционно-динамических принципов. Применялся программный комплекс ArcGIS и приложение ArcHydro, которые позволяют с помощью ряда аналитических процедур определить морфометрические особенности территории, выделить бассейновую и позиционно-динамическую структуры ландшафта. В соответствии с ландшафтным подходом, внешними границами водоохранных зон малых рек определены границы пойменно-террасового ландшафтного яруса, т.е. территории от тальвега до прибалочных склонов. Это зона интенсивного развития динамических процессов, от которой вещественно-энергетические потоки направлены в водные объекты. Граница прибрежной защитной полосы прове-

дена по пойменной полосе, где происходит непосредственный контакт водного объекта и суши, а чрезмерная антропогенная нагрузка может привести к ухудшению состояния водных ресурсов. Далее выделенные по природным характеристикам границы водоохранных земель корректируются с учетом фактического использования земель.

Таким образом, имеющимся опытом по интегрированному решению почвозащитных и водоохранных проблем на бассейновых принципах, выполненному по единой методике для всей территории субъекта Российской Федерации – Белгородской области (наиболее деградированной в эрозионном отношении области Центрального Черноземья), создан прецедент успешной гармонизации использования почвенно-земельных и водных ресурсов в условиях активного проявления водно-эрозионных процессов на водосборах и интенсивной деградации речной сети. Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда (проект №15-17-10008).

## **РТУТЬ В ПОЧВАХ ТУНКИНСКОЙ КОТЛОВИНЫ**

Ляпина Е.Е.<sup>1,2</sup>, Черкашина А.А.<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Институт мониторинга климатических и экологических систем СО РАН,  
Томск, Россия

<sup>2</sup>Национальный исследовательский Томский политехнический университет,  
Томск, Россия

<sup>3</sup>Институт географии им. Сочавы СО РАН, Иркутск, Россия  
*eeldv@mail.ru*

Почвы – важнейший компонент биосферы. Основными функциями почвенного покрова являются: геологическая, геоэкологическая, биоэкологическая; биоэнергетическая, гидрологическая, метеорологическая. Через почву осуществляется обмен веществом и энергией во многих звеньях глобальных биогеохимических циклов и регулируется химический состав вод и воздуха. Все эти функции определяют многие взаимосвязи в глобальном механизме функционирования географической среды [3, 4].

Ртуть - вездесуща, сульфофильна, гидрофильна, многолика и присутствует во всех средах и типах окружающей среды, имеет много форм нахождения, что существенно затрудняет ее изучение. Она супертоксична и суперпатологична даже в очень низких концентрациях. Ртуть находится в литосфере в виде твердых соединений, различных газообразных фазах и в растворенной форме, каждая из которых преобладает при конкретных физико-химических условиях, но легко переходит друг в друга [5].

Целью данной работы являлась оценка общего распределения ртути в почвенном покрове Тункинской котловины (Республика Бурятия, национальный парк «Тункинский»). Для этого исследовались ее валовые содержания в естественных и агрогенно-преобразованных почвах: пашнях, залежах, сенокосах и пастбищах. Отбор почвенных проб производился летом 2015 и 2016 гг. как методом конверта согласно [2], так и по генетическим горизонтам, включая почвообразующие породы. Всего было заложено 26 площадок, отобрано 77 почвенных проб. В лабораторных условиях при комнатной температуре образцы доводили до воздушно-сухого состояния, пропускали через сита с диаметром отверстий 1 мм.

Содержание ртути в пробах почвы определяли методом атомно-адсорбционной спектроскопии с помощью ртутного анализатора РА-915+ с пиролизической приставкой ПИРО-915 (метод пиролиза). Точность определения 5 нг/г. Концентрацию ртути рассчитывали на 1 г сухого вещества. Кроме того, были определены физико-технические характеристики почв, содержание органического углерода, групповой состав гумуса. Методика обработки результатов включала расчет эколого-геохимических показателей: коэффициента концентрации относительно фона, ПДК, Кларка концентрации относительно Земной коры, почв Земли, выявление взаимосвязи с физико-техническими характеристиками почвы, а также содержанием Сорг.,  $\text{CO}_2$  карбонатов, фульво- и гуминовых кислот.

Среднее содержание ртути в почвах Тункинской котловины составляет 23 нг/г, при разбросе от 1 до 124 нг/г. Все глубинные профили содержания ртути в исследованных почвенных разрезах имеют похожий вид: максимальные значения наблюдаются в верхней части профиля с последующим снижением. Полученные данные соответствуют характеру распределения содержания ртути в почвах многих стран [6]. При этом следует отметить, что максимальные содержания ртути отмечаются в верхних горизонтах, в интервале глубин от 0 до 20 см. Однако глубина обнаружения максимальных концентраций неоднородна. Среди всех изученных точек отбора почвенных проб 26% максимальных концентраций ртути приходится на глубину 0-5 см, 21% – на глубину 10-15 см, 19% - на глубину 5-10 см.

Выявлено, что в верхних горизонтах почв валовые концентрации ртути выше, чем в нижележащих горизонтах. При этом максимальные значения приурочены к лесным подстилкам, торфяным, перегнойным и темногумусовым горизонтам. Сравнительно меньшими концентрациями элемента №80 отличаются серогумусовые и агрогумусовые горизонты. В почвах альфегумусового (подбу-

рах и дерново-подбурах) и текстурно-дифференцируемого (дерново-буро-подзолистых) отделов, имеющих широкое распространение на территории исследования, наблюдается некоторое увеличение содержания ртути в иллювиально-аккумулятивных горизонтах (ВНФ и ВТ). Это может быть связано с нисходящей миграцией в них данного элемента в виде органоминеральных комплексов из вышележащих гумусовых и элювиальных горизонтов.

В изученных почвенных профилях обнаружена взаимосвязь содержания ртути с рН почв: прямая ( $r=1$ , при  $P=0,82$ ) в измененных почвах и обратная ( $r=-0,9$ , при  $P=0,04$ ) в естественных. Связь ртути с Сорг. и  $CO_2$  карбонатов в естественных почвах отрицательная ( $r=-0,76$ , при  $P=0,65$  для Сорг.;  $r=-0,88$ , при  $P=0,46$  для  $CO_2$  карбонатов) в нарушенных – положительная ( $r=0,82$ , при  $P=0,85$  для Сорг.;  $r=0,99$ , при  $P=0,88$  для  $CO_2$  карбонатов). Связь концентраций ртути с фульво- и гуминовыми кислотами почв по территории Тункинской котловины не выявлена. Однако обнаружена устойчивая связь элемента №80 с нерастворимым остатком ( $r=0,5$ , при  $P=0,82$ ).

Среднее содержание ртути в естественных и агрогенно-преобразованных почвах значительно варьирует от 20 нг/г в нарушенных почвах до 29 нг/г – в естественных. При этом следует отметить, что концентрация ртути в нарушенных почвах ниже по сравнению с естественными и соответствует региональному геохимическому фону (20 нг/г) [1]. Это может быть связано с перемешиванием при распашке маломощных гумусовых горизонтов и подстилок, содержащих наибольшие в почвенном профиле содержания ртути, с нижележащими минеральными горизонтами почв, в которых содержание данного элемента значительно ниже.

Валовые содержания ртути в исследованных почвах не превышают ПДК, но являются повышенным относительно регионального фона. Кратность превышения относительного регионального фона в среднем составляет 1,16 (0,05-6,2). Рассчитанные геоэкологические параметры ртутной нагрузки на почвенный покров Тункинской котловины выявили кратность превышения концентраций ртути в верхнем горизонте почв над Кларком Земной коры в среднем до 0,29 (0,01-1,55), над Кларком почв Земли до 2,32 (0,10-12,40).

#### Литература

1. Кабата-Пендиас А, Пендиас Г. Микроэлементы в почвах и растениях. Пер. с англ. М.: Мир. – 1989. – 439 с.
2. Мотузова Г.В. Соединения микроэлементов в почвах: Системная организация, экологическое значение, мониторинг. Изд. 2-е. - М.: Книжный дом «ЛИБРОКОМ». – 2009. – 168 с.

3. Иванов В.В. «Экологическая геохимия элементов». Справочник. М «Экология», кн. 5. – 1997. – 576 с.
4. ГОСТ 17.4.02-84. "Почвы. Методы отбора и подготовки проб для химического, бактериологического, гельминтологического анализа", а также "Временными методическими рекомендациями по контролю загрязнения почв", М., Гидрометеиздат. – 1983.
5. Янин Е.П., Артамонова В.Г., Полканова Е.К. Ртуть. Комплексная система безопасности. //Сборник материалов III-й научно-технической конференции. Санкт – Петербург. – 1999. – 26 с.
6. Геохимия окружающей среды Прибайкалья (Байкальский геоэкологический полигон) / В. И. Гребенщикова и др. // ред. М. И. Кузьмин. – Новосибирск: Академ. изд-во «Гео». – 2008. – 234 с.

## **УСТОЙЧИВОСТЬ К БИОДЕГРАДАЦИИ ВОДОРАСТВОРИМОГО ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА ТУНДРОВЫХ ПОЧВ ПРИ НЕФТЯНОМ ЗАГРЯЗНЕНИИ И РЕКУЛЬТИВАЦИИ ОСАДКОМ СТОЧНЫХ ВОД**

Маслов М.Н., Маслова О.А., Ежелев З.С.

Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова,

Москва, Россия

*maslov.m.n@yandex.ru*

Водорастворимое органическое вещество (ВОВ) играет важную роль в функционировании почвы как биогеосистемы. Содержание и состав ВОВ контролирует доступность питательных элементов для растений и микроорганизмов, определяет состав почвенных растворов, размер эмиссии парниковых газов из почвы в атмосферу и т.д. ВОВ является основным источником энергии для почвенных микроорганизмов. Однако проведенные исследования показали, что микроорганизмы могут потреблять лишь часть ВОВ почвы.

Тундровые экосистемы отличаются колоссальными запасами углерода, сосредоточенными преимущественно в почве в составе слабогумифицированного органического вещества. Низкая степень устойчивости ВОВ этих почв может приводить к эмиссии парниковых газов, прежде всего, CO<sub>2</sub>, меняя статус тундровых почв с зоны стока в зону эмиссии парниковых газов. Загрязнение тундровых почв углеводородами нефти при ее добыче и транспортировке может существенным образом менять устойчивость органического вещества почв, как за счет изменения его качества, так и путем воздействия на почвенную биоту. Также на биоустойчивость ВОВ оказывает влияние способ рекультивации нефтезагрязненных почв. Вопросы устойчивости к биодegradации ВОВ тундровых почв при нефтяном загрязнении и рекультивации, однако, пока оставались без внимания отечественных и зарубежных исследователей.

Образцы почвы для исследования отбирали на территории участка «Возей – Головные сооружения» (66°25 с.ш., 67°18 в.д., Республика Коми), на котором в 1994 г. на площади 76,5 га произошла авария на магистральном трубопроводе с выбросом в окружающую среду от 60 до 270 тыс. тонн сырой нефти. В период с 1994 по 2010 гг. проводились работы по рекультивации данной территории разными способами, в том числе с заменой загрязненного слоя песчаным с размещением на его поверхности осадков сточных вод (ОСВ). Почвенный покров фоновой территории представлен тундровой глеевой торфянистой почвой.

Экстракцию ВОВ проводили из образцов верхних горизонтов (0-10 см) контрольной почвы, нерекультивированной почвы с нефтяным загрязнением и почвы, рекультивированной осадком сточных вод при соотношении почва: раствор 1:5. Суспензию встряхивали на ротаторе в течение часа, после чего центрифугировали (4500 об/мин, 20 мин) и фильтровали через мембранный фильтр (0,22 мкм). Экстракты инокулировали 100 мкл почвенной суспензией (1:10) и инкубировали при постоянном покачивании в течение 42 суток при температуре +22°C. На 1, 3, 7, 14, 28 и 42 сутки в пробах определяли концентрацию экстрагируемого органического С на автоматическом анализаторе ТОС-V<sub>CPN</sub> (Shimadzu, Япония). Обработка данных проводилась с применением двухкомпонентного уравнения экспоненциальной регрессии первого порядка.

Контрольная почва характеризуется высоким содержанием ВОВ (630±95 мг/кг). Нарушение поверхностного органогенного горизонта тундровой почвы и замена ее песчаным слоем с ОСВ приводит к существенному снижению концентрации ВОВ до 61±12 мг/кг. Нефтяное загрязнение почвы и связанное с ним угнетение растений и микроорганизмов также приводит к существенному снижению концентрации ВОВ (до 28±5 мг/кг).

Скорость разложения ВОВ во всех вариантах опыта была относительно высокой в первые 7 суток инкубации и значительно снизилась в дальнейшем. При этом, в первые 7 суток в вытяжке из контрольной почвы минерализовалось 60 % С, в вытяжке из почвы, рекультивированной ОСВ 36% С, а в нефтезагрязненной нерекультивированной почве минерализовалось лишь 25% углерода ВОВ. Полученное уравнение кинетики разложения показывает, что ВОВ почв состоит из двух пулов, различных по константе разложения ( $k$ ) и времени полужизни органического вещества (MRT). Для «быстрого» пула ВОВ характерно увеличение времени MRT и, соответственно, снижение константы  $k$  в 1,3 раза при загрязнении нефтепродуктами и в 1,1 раза при рекультивации ОСВ. «Медленный» пул ВОВ проявляет большие различия в своих характеристиках по



сравнению с «быстрым» пулом. Так, в контроле величина MRT «медленного» пула составляет 42 дня, увеличиваясь до 58 дней при рекультивации ОСВ и до 253 дней при нефтяном загрязнении.

Таким образом, нефтяное загрязнение и проведение рекультивационных работ с применением ОСВ приводит к снижению содержания водорастворимого углерода в поверхностных горизонтах почв за счет нарушения растительного покрова и трансформации биологического круговорота. В наибольшей степени нефтяное загрязнение воздействует на «медленный» пул ВОВ. При рекультивации нефтезагрязненной тундровой почвы с применением осадка сточных вод происходят незначительные изменения в кинетике разложения ВОВ.

Работа выполнена при поддержке гранта Президента РФ (проект № МК-1996.2017.5).

**ТРАНСФОРМАЦИЯ ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА  
ПРИ РАЗЛИЧНОМ СОСТАВЕ МИНЕРАЛЬНОЙ ФАЗЫ  
В ЛАБОРАТОРНОМ ЭКСПЕРИМЕНТЕ**

Мальцева А.Н., Пинский Д.Л.

Институт физико-химических и биологических проблем почвоведения

РАН, Пущино, Россия

*anasmalts@rambler.ru*

В настоящее время проблема деградации почв в связи с интенсивной потерей органического вещества (ОВ) в условиях антропогенного воздействия носит острый характер. Для достижения бездефицитного баланса гумуса пахотных почв необходимо целенаправленно регулировать процессы минерализации и гумификации ОВ. Растительная мортмасса является основным возобновляемым источником ОВ в почвах. Внесение растительных остатков (РО) в сельскохозяйственные почвы способствует поддержанию оптимального содержания органического углерода ( $C_{org}$ ), улучшению физических свойств почвы, а также повышению биологической активности. При трансформации растительной мортмассы часть ОВ остатков утилизируется микроорганизмами и минерализуется до конечных продуктов, а часть преобразуется в стабильный пул почвенного углерода. Установление количественных и качественных характеристик трансформации ОВ растительных остатков является важной задачей. Трансформация растительных остатков – это сложный многостадийный процесс, биологически опосредованный и поэтому идущий под контролем абиотических факторов окружающей среды. На данный момент точные механизмы влияния

минеральных компонентов на процесс формирования почвенных устойчивых органических соединений не установлены.

Модельные системы, имитирующие различные процессы в почвах, с известными начальными параметрами позволяют выявить влияние конкретного фактора. В контролируемых лабораторных условиях проведено исследование влияния минеральных фаз различного состава на особенности трансформации ОВ остатков сельскохозяйственных культур. Для инкубационного эксперимента были подготовлены органо-минеральные субстраты. Минеральные фазы (песок, суглинок, каолинитовая и бентонитовая глины) по отдельности смешивались с 10 % надземной части кукурузы или клевера и инкубировались в аэробных условиях в течение 6 месяцев. В ходе опыта температура и влажность субстратов поддерживались на постоянном уровне.

Показано, что минеральный состав оказывает влияние на количественные характеристики трансформации углерода и азота. Различное стабилизирующее влияние минеральной среды подтверждается разной интенсивностью минерализации, а также количеством и качеством экстрагируемого гумуса. При инкубации остатков наименьшие минерализационные потери наблюдались при трансформации РО кукурузы в суглинке (7 % от первоначально внесенного количества углерода  $C_0$ ), а наибольшие – для варианта песчаного субстрата с РО клевера (45 % от  $C_0$ ). В вариантах с добавлением к песку глин интенсивность разложения остатков и константы минерализации стабильного пула выше в каолинитовом субстрате, как в вариантах с клевером, так и с кукурузой. Максимальное количество гумусоподобных веществ сформировалось на начальной стадии трансформации РО – 10-20 % от первоначально внесенного количества  $C_{орг}$ . В процессе трансформации РО кукурузы и клевера в исследуемых минеральных средах сформировались различные по содержанию и составу пулы органического вещества. Доля углерода в лабильном пуле в процессе трансформации кукурузы в присутствии бентонитовой глины, каолинита и песка имеет сопоставимые значения (48-49 %). В варианте с суглинком на долю данного пула приходится немного меньше  $C_{орг}$ . Доля углерода в составе лабильного пула имеет наименьшую величину при инкубации РО клевера в суглинке. Для песчаного, бентонитового и каолинитового субстратов содержание лабильного пула имеет сопоставимые значения, также как и для РО кукурузы. По-видимому, микробиологическая деструкция РО в песке с внесением бентонитовой и каолинитовой глин на начальном этапе эксперимента идет с одинаковой интенсивностью. За исключением суглинистого субстрата с разлагающейся биомассой клевера. Минеральные компоненты суглинка быстро сорбируют значительную

часть подвижных продуктов трансформации РО. При участии минеральной фазы происходит переход соединений лабильного пула в устойчивый за счет стабилизации ОВ в форме органо-минеральных соединений. В то же время величина константы минерализации лабильного пула при трансформации РО кукурузы в суглинке значительно меньше соответствующих величин характерных для других субстратов и для минерализации клевера в суглинке. Увеличение времени оборачиваемости ОВ в присутствии суглинка связано с быстрой стабилизацией ОВ минеральными компонентами суглинистого субстрата с формированием более прочных органо-минеральных комплексов. Абиотические факторы в первую очередь могут контролировать формирование системы ОВ. В данной работе установлено, что при одном и том же биохимическом составе органических остатков в присутствии разных минеральных фаз формируется различная система ОВ. Таким образом, состав и свойства почвенных минеральных компонентов существенно обуславливают специфику устойчивых форм органического вещества.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ проекты № 16-34-01172 мол\_a, № 16-04-00924.

## **ПОЧВЕННО-ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ КАРТОГРАФИРОВАНИЕ СРЕДНЕГО ПРОМЫШЛЕННОГО ГОРОДА**

Матюшкина Л.А.<sup>1</sup>, Калманова В.Б.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт водных и экологических проблем ДВО РАН, Хабаровск, Россия,

*[lira@ivep.as.khb.ru](mailto:lira@ivep.as.khb.ru)*

<sup>2</sup>Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт комплексного анализа региональных проблем ДВО РАН, Биробиджан, Россия

*[Kalmanova@yandex.ru](mailto:Kalmanova@yandex.ru)*

В настоящее время при оценке экологической обстановки на городских территориях большое значение придается изучению состояния почвенного покрова и способности городских почв выполнять определенные экологические функции: обеспечение микроклимата (влаго-, воздухо- и теплообменов) в городских районах, регулирование геохимических стоков в поверхностные и грунтовые воды, обеспечение жизнеспособности и долголетия зеленых насаждений, поддержание биоразнообразия в природных очагах городов [1,2]. Распространение разнообразных антропогенно–измененных почв и техногенных отложений характерно для многих крупных городов и промышленных центров. В них практически не остается почв как естественных природных образований.

На территориях малых и средних городов природные процессы почвообразования чаще всего не столь подавлены техногенным влиянием. Поэтому стратегии развития небольших городов должны учитывать состояние и свойства имеющегося у них природного почвенного ресурса, бережное отношение к нему, рациональное освоение и использование. Опыт изучения почв в разных городах России показывает, что за обобщающим названием “городские почвы“ скрывается большое разнообразие собственно почв (природных и в разной степени нарушенных) и не почвенных поверхностных образований, состоящих из насыпных, намывных, перемешанных природных грунтов или грунтов техногенного происхождения (шлаки, золы, промышленные отходы и др.). Следовательно, задачи систематизации всего многообразия городских почв и их диагностики с учетом особенностей природных условий и специфики хозяйственной деятельности являются крайне актуальными.

Целью нашей работы было изучение, систематизация и картографирование почв Биробиджана, сравнительно молодого и развивающегося города Приамурья. Полученные материалы являются первым этапом в комплексе продолжающихся исследований по мониторингу и оценке геоэкологической обстановки на его территории.

Основные методы исследования – сравнительно-географический, полевые маршрутные и полустационарные методы изучения почв и почво-грунтов, камеральные и лабораторные методы, а также метод тематического картографирования. Систематизация и типологическая упорядоченность разнообразия почв Биробиджана проводилась на основе анализа степени антропогенной нарушенности их морфологического строения. в различных функциональных зонах (промышленных, селитебных, рекреационно-ландшафтных и др.), включая 60 экспериментальных площадок, на которых осуществляется мониторинг за содержанием тяжелых металлов. Одновременно систематизировались сведения о рельефе, почвообразующих породах и растительном покрове. Почвенная карта Биробиджана составлена традиционным методом и оцифрована с применением программного обеспечения ArcView GIS.

Для территории Биробиджана характерно наличие в пределах городской черты обширных площадей природных ландшафтов, слабо затронутых антропогенной деятельностью. Центральная же часть территории (собственно город) испытала несколько этапов застройки и перепланировки, что сильно изменило природные ландшафты и почвенный покров. Особенно большой вклад в антропогенные изменения ландшафтов и почв внесло повсеместное формирование

насыпных отложений для поднятия поверхности и вывода ее из режима затопления паводковыми водами р. Бира.

На территории Биробиджана выделены четыре большие экологические группы почв и не почвенных субстратов [3]: 1 – природные относительно не измененные почвы; 2 – природные поверхностно нарушенные почвы; 3 – антропогенные почвы; 4 – техногенные поверхностные образования (ТПО). Эти группы легли в основу легенды почвенной карты (рис. 1) и составили четыре ее раздела, в рамках которых выделены 23 картографические единицы.

Природные относительно не измененные почвы приурочены в основном к окраинам Биробиджана и представлены типами буроземных, дерново-буроземных, дерново-луговых глеевых, болотных торфянисто - и торфяно-глеевых почв и комплексами пойменных почв. Почвы 1 группы имеют ненарушенные (или слабо нарушенные) экологические функции, что обусловлено сохранением их связей с литогенной основой, растительным покровом и общей целостностью почвенного профиля.

Природные поверхностно нарушенные почвы. Главной особенностью этих почв является сохранение связи с почвообразующей породой (в почвенном профиле всегда диагностируются неизменные средние и нижние горизонты). В то же время связь с растительным покровом нарушена частично или чаще всего полностью. Изменения морфологического строения, сложения и структуры связаны с верхней частью профиля мощностью до 50 см, где формируется горизонт “урбик”, а сами почвы именуется “урбопочвами” [4]. В целом, природные поверхностно нарушенные почвы имеют, по сравнению с ненарушенными, более низкий экологический потенциал, их экологические функции сохранены частично или трансформированы

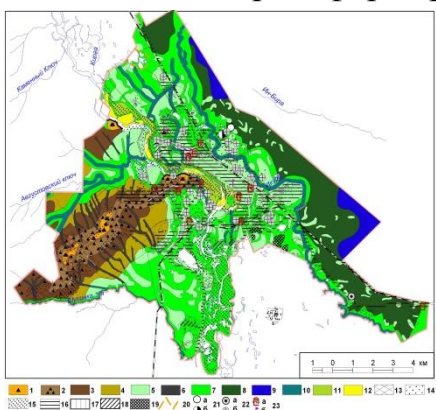


Рис.1. Почвенная карта Биробиджана (масштаб оригинала 1:25 000)

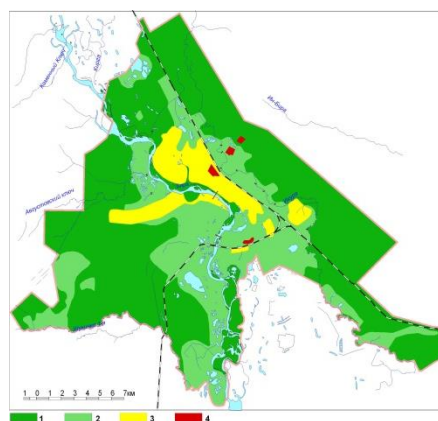


Рис.2. Зонирование территории Биробиджана по степени Нарушенности экологических функций почвенного покрова (масштаб оригинала 1:25 000)

Антропогенные почвы (урбаноземы) характерны для застроенной территории Биробиджана. Они диагностируются по отсутствию генетических горизонтов, свойственных для природных почв. В основе их формирования лежат, главным образом, механические (но часто и химические) нарушения на глубину более 50 см. В зависимости от характера технической деятельности выделены урботехноземы, реплантоземы, экраноземы и др. Выбранный масштаб позволил показать их только в виде урбопочвенных комплексов различающихся историей и технологиями освоения, современной хозяйственно–функциональной структурой и процентным соотношением площадей входящих в их состав природных, поверхностно-нарушенных и антропогенных почв.

Техногенные поверхностные образования (ТПО) на территории Биробиджана неуклонно увеличивают свое распространение. ТПО представляют собой открытые отвалы и насыпи природных и техногенных грунтов (карьерные выработки, золоотвалы, свалки ТБО и промышленных отходов, в том числе не санкционированные). Они показаны на карте внемасштабными условными знаками. Экологические функции ТПО полностью утрачены, их влияние на городскую среду характеризуется как дестабилизирующее и требует мер по снижению негативных эффектов (рекультивация).

На основе почвенной карты Биробиджана и анализа морфо–генетических характеристик отдельных типов почв была составлена схема зонирования почвенно-экологических условий города, имеющая обзорный характер. Выделены четыре почвенно-экологических зоны по степени нарушенности экологических функций почвенного покрова (рис. 2). Зоны почв с полностью сохраненными, частично сохраненными и полностью утраченными экологическими функциями занимают в Биробиджане соответственно 54 %, 23 % и 14 % от всей площади города. В виде фрагментов выделена экологически потенциально опасная зона с риском образования в почвах геохимических аномалий – 8% от площади города.

Разработанная карта почв г. Биробиджана и схема зонирования его территории по степени нарушенности экологических функций почв могут использоваться при анализе общей экологической ситуации в городе, решении задач экологического планирования и организации рационального землепользования на городской территории.

#### Литература

1. Добровольский Г.В., Никитин Е.Д. Функции почв в биосфере и экосистемах. М.: Наука. – 1990. – 261 с.
2. Курбатова А.С., Башкин В.Н. Экологические функции городских почв. М.: Маджента. – 2004. – 232 с.

3. Матюшкина Л.А., Калманова В.Б. Карта почвенно–экологических условий г. Биробиджана: структура и содержание // Геодезия и картография. – 2011. – № 9. – С. 49-54.

4. Герасимова М.И., Строганова М.Н., Можарова Н.В., Прокофьева Т.В. Антропогенные почвы: генезис, география, рекультивация. Учеб. пособие. Смоленск: Ойкумена. – 2003. – 268 с.

## **БОНИТИРОВКА ПОЧВ ДЛЯ ОПТИМИЗАЦИИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЗЕМЕЛЬНЫХ РЕСУРСОВ**

Маринина О.А.

Казанский (Приволжский) федеральный университет, Казань, Россия,  
*marininao@mail.ru*

Для внедрения бассейнового и экорегионального подходов, предполагающих оптимизацию использования земельных ресурсов, необходимо крупномасштабное проектирование территорий конкретных сельскохозяйственных предприятий. В целях более эффективного определения севооборотов на основе результатов бонитировки почв выявляется возможность использования земель под различные виды сельскохозяйственных угодий.

В ходе исследования разработана методика бонитировки почв, в которой расширен перечень предлагаемых техническими рекомендациями, применяемыми при определении почвенного плодородия в ходе кадастровой оценки земель сельскохозяйственного назначения, показателей. Так, помимо содержания гумуса в пахотном слое, мощности гумусового горизонта, содержания физической глины и поправочных коэффициентов на негативные свойства почв, целесообразно дополнить расчеты показателями, характеризующими обеспеченность почвы наиболее важными для произрастания сельскохозяйственных культур элементами питания, а также показателями, характеризующими отдельные агрофизические и морфологические свойства почв. Согласно требованиям Минсельхоза России с периодичностью 1 раз в 5-15 лет проводятся сбор и обобщение данных, содержащих полный комплекс почвенного, агрохимического и эколого-токсикологического обследований земель сельскохозяйственного назначения, результаты которых не используются при проведении земельно-оценочных работ, но которые могут существенно повысить достоверность бонитировки почв, предваряющую определение нормативной урожайности сельскохозяйственных культур.

На примере одного из бассейнов рек в границах Белгородской области было проведено зонирование территории. При таком подходе границы территориальных зон запроектированы по естественным границам природных объектов, а в качестве основного критерия зонирования определена продуктивность

почв. Для проведения бонитировки по свойствам почв и по урожайности на первом этапе нами были изучены особенности почвенного покрова бассейна реки, проведена векторизация границ почвенных разновидностей. В бонитировку почв включены необходимые и полезные для произрастания сельскохозяйственных культур макро- и микроэлементы, содержание которых определено в ходе планового агрохимического обследования почв центром агрохимслужбы. Для сравнения почв каждый из показателей был переведен в относительные единицы (баллы). Итоговый балл бонитета почв рассчитан как среднегеометрическое значение балльных оценок (от 0 до 100 баллов) по выбранным диагностическим признакам. Средневзвешенный балл бонитета по площади бассейна по предлагаемой методике составляет 69 баллов, в то время как по методике, применяемой при проведении кадастровой оценки земель сельскохозяйственного назначения в разрезе почвенных разновидностей – 57 баллов, т.е. предложенная методика может способствовать более эффективному и достоверному выполнению кадастром фискальной функции.

Посредством наложения результатов бонитировки почв и предлагаемых проектом бассейнового природопользования землеустроительных мероприятий были выделены пять зон по степени пригодности для использования в сельском хозяйстве. Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда (проект №15-17-10008).

## **ПЕРСПЕКТИВЫ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ ГАЛЕГИ ВОСТОЧНОЙ (*GALEGA ORIENTALIS* LAM.) НА ПОДЗОЛИСТЫХ ПОЧВАХ СРЕДНЕЙ ТАЙГИ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ (В УСЛОВИЯХ ХАНТЫ-МАНСИЙСКОГО АВТОНОМНОГО ОКРУГА-ЮГРЫ)**

Моисеева Е.А., Бордей Р.Х.

БУ ВО ХМАО-Югры «Сургутский государственный университет»,

Сургут, Россия

*lapinaea\_visit@mail.ru*

Экстремальные климатические условия средней тайги Западной Сибири, а именно низкие температуры воздуха с резкими суточными перепадами, короткий вегетационный сезон, промывной режим почв и наличие в ней мерзлотных процессов тормозят воспроизводство гумуса и ограничивают эффективное использование земельных ресурсов региона.

В настоящее время приоритетным направлением при сохранении и использовании почвенных ресурсов (повышении плодородия и восстановлении нарушенных почв) становится биологическое земледелие. Особенно это необ-



ходимо в условиях интенсивно используемых техногенно нарушенных земель, к которым относится территория Западной Сибири. Перечисленные особенности определяют острую необходимость интродукции в регион растений, обладающих высокой экологической пластичностью, ценными биологическими и биогеоценотическими свойствами.

Перспективной культурой для решения данной проблемы в последние десятилетия, является новая нетрадиционная бобовая культура галега восточная, или козлятник восточный (*Galega orientalis* Lam.), она отвечает вышеперечисленным требованиям. Также развивая мощную корневую систему, высокую скорость линейного роста и облиствененность, может применяться в озеленении города и обеспечивать прочную кормовую базу для развития животноводства и охотоводства в регионе. В данный момент в условиях Ханты-Мансийского автономного округа теоретические и практические вопросы интродукции галеги восточной слабо изучены [1].

Цель работы: определить характер изменений основных агрохимических показателей плодородия подзолистых почв, оценить продуктивность и кормовые достоинства культуры при интродукции галеги восточной в условиях сибирского Севера.

Объектом исследования послужила галега восточная, сорт Гале. Полевые исследования проводили в течение 2013-2015 гг. на территории Ханты-Мансийского автономного округа (пгт. Барсово Сургутский район). Опыт заложен в соответствии с методикой полевого опыта [2] согласно следующей схеме:

1. Посев неинокулированных семян (Контроль);
2. Посев инокулированных Байкалом-ЭМ1 семян;
3. Посев неинокулированных семян галеги под покров гороха.

Скарификацию семян и посев проводили вручную. Норма высева 2,8 млн. всхожих семян/га. Глубина заделки семян 2–3 см, согласно рекомендациям [3] при посеве галеги восточной на песчаных почвах [4]. Предпосевную инокуляцию семян микробиологическим удобрением Байкал-ЭМ1 проводили согласно рекомендации по применению препарата. Уход за посевами галеги восточной в первый год жизни заключался в прополке сорняков. Травостой во все годы наблюдений не скашивался. Делянки в опыте размещены сплошным методом, размещение вариантов опыта систематическое. Площадь учетной делянки составляла 0,25 м<sup>2</sup>. Общая учетная площадь для каждого варианта 1 м<sup>2</sup>. Опыт заложен в 4-х-кратной повторности. Почвенные и растительные образцы отбира-

ли в конце сезона вегетации растений. Химический анализ проводили в агрохимической лаборатории ФГБУ «САС «Марийская»».

Исследования показали, что применение микробиологического удобрения Байкал-ЭМ1 для инокуляции семян перед посевом оказало положительное влияние на плодородие песчаных подзолистых почв, продуктивность фитоценоза и его кормовую ценность. Установлено, на первых этапах развития галеги восточной происходит обеднение почвы гумусом, что объясняется расходом питательных веществ на рост и развитие растений (табл. 1).

Таблица 1

Влияние галеги восточной (*Galega orientalis* Lam.)  
на содержание массовой доли гумуса в подзолистых почвах  
средней тайги Западной Сибири, % (среднее за 2013–2015 гг.)

	1 год жизни		2 год жизни		3 год жизни	
	среднее	±	среднее	±	среднее	
Контроль	5,29	0	3,21	0	4,6	
Инокуляция семян Байкалом-ЭМ1	4,9	0,39	3,58	0,5	7,35*	0,75
Посев галеги под покров гороха	4,05	-1,24	4,20	0,92	5,85	1,25
НСР <sub>05</sub>		0,14		0,20		0,18

\* $P \leq 0,05$  (.\*)- значимость различий  $\alpha$  (альфа) < или равно 0,05 между вариантами). Коэффициент надежности  $P = 0,95$ .

Статистически достоверных различий в содержании гумуса по вариантам опыта на 2 год исследований не зафиксировано ( $\alpha < 0,05$ ). Инокуляция семян перед посевом Байкало-ЭМ1 обеспечила повышение содержания гумуса в почве в 2015 гг. на 2,8 % по сравнению с контролем (4,6 %) и на 2,48 % – по сравнению с показателями 2013 года. Эффект последствия сидерита от зеленой массы гороха, в варианте с подсевом его под галегу восточную, отмечается на 3 год исследований. Массовая доля гумуса увеличилась на 1,25 % по сравнению с контролем и на 1,8 % по сравнению с данными 2013 года.

Биологическая продуктивность растений инокулированных перед посевом Байкалом-ЭМ1 на 3 год вегетации была выше, чем в контроле (22 т/га) на 6,6 т/. При этом корм соответствовал 1 классу качества [5]. Сено, полученное из контрольных растений и растений, посеянных совместно с горохом, из-за низкого содержания сырого протеина соответствовало 2 классу качества (14,7–14,0%) га (табл. 2).

Продуктивность и содержание питательных веществ в сухом веществе козлятника 3 – го года жизни в условиях Сургутского района

Вариант опыта	Уро- жайность сы- рой массы, т/га	Содержание в сухой биомассе					
		%				в 1 кг	
		Сухое ве- щество	Сырой протеин	Сырая зола	Сырая клетчат- ка	Корм. ед.	ОЭ, МДж
Контроль	22	92	14,7	7,8	26,1	0,74	9,6
Инокуляция семян Байка- лом-ЭМ1	28,6	92	16,2	8,1	23,4	0,8	10
Посев галеги под покров го- роха	5	92	14,0	7,5	24,0	0,8	9,8

Таким образом, можно полагать, что галега восточная, обладая экологической пластичностью к неблагоприятным условиям среды, высокой биологической продуктивностью и кормовыми достоинствами, широким биogeоцено- тическим потенциалом может стать перспективной кормовой и седеральной культурой для возделывания на подзолистых почвах средней тайги Западной Сибири. Интродукция культуры наиболее перспективна с использованием для инокуляции семян перед посевом микробиологического удобрения Байкал-ЭМ1.

#### Литература

1. Лапина Е.А., Шепелева Л.Ф. Эколого-биоморфологические особенности развития козлятника восточного (*Galega orientalis* L.) первого года интродукции в условиях средней тайги Западной Сибири // Вестник Оренбургского государственного университета, 2014. – № 6 (167). – С. 30–35.
2. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта / Б.А. Доспехов. – Москва: Колос. – 1973. – 335 с.
3. Пузырева М.Л. Технология возделывания козлятника восточного на корм и семена в подтаежной зоне Томской области: методические рекомендации РАСХН. Сиб. Отд- ние. СибНИИСХиТ / М.Л. Пузырева. – Томск. – 2006. – 28 с.
4. Адаптивная технология возделывания козлятника восточного на корм и семена (рекомендации), – М: ФГУ РЦСК. – 2008. – 48 с. Подготовили: С.Н. Надежкин, И.Ю. Кузнецов, Н.В. Казанцева (ФГОУ ВПО БГАУ), А.Х. Нугуманов, Я.З. Каипов, И.Л. Аллабердин (БНИИСХ), И.П. Леонтьев (Инспектура Государственной комиссии по испытанию и охране селекционных достижений по РБ).
5. Методические указания по оценке качества и питательности кормов. – М.: ЦИНАО. – 2002. – 76 с.

# БАЛАНС УГЛЕРОДА, ОЦЕНЕННЫЙ МЕТОДОМ ТУРБУЛЕНТНЫХ ПУЛЬСАЦИЙ ДЛЯ АГРОЭКОСИСТЕМ КАРТОФЕЛЯ И ВИКО-ОВСЯНОЙ СМЕСИ НА ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТЫХ ПОЧВАХ

Мешалкина Ю.Л.<sup>1,2</sup>, Ярославцев А.М.<sup>1,3</sup>, Васенев И.И.<sup>1,3</sup>, Андреева И.В.<sup>1</sup>,  
Тихонова М.В.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева, ПАЭ, Москва, Россия

<sup>2</sup>Московский Государственный Университет им. М.В. Ломоносова,  
Москва, Россия

<sup>3</sup>РУДН, Москва, Россия

*jlmesh@list.ru*

Применение метода турбулентных пульсаций для оценки баланса углерода в агроэкосистеме является примером внедрения современных технологий в сельскохозяйственные науки. В результате использования данного метода можно получить непрерывную долгосрочную информацию о потоках парниковых газов в масштабе экосистемы (Baldocchi, 2003). В Средней полосе России потери углерода на распаханых землях превышают в 9 раз потери, наблюдаемые для естественных лесных экосистем (Столбовой, 2002). Поэтому встает задача мониторинга потерь углерода для типичных агроэкосистем с различными сельскохозяйственными культурами в разных регионах.

Цель данной работы состояла в том, чтобы оценить потоки и баланс углерода для агроэкосистем с картофелем и вико-овсяной смесью на дерново-подзолистых почвах по методу турбулентных пульсаций. Исследование было проведено на опытных полях Центра точного земледелия Российского государственного аграрного университета имени Тимирязева (55 ° 55'14"N, 37 ° 33'56"E). Исследуемая территория расположена в зоне южной тайги с умеренно - континентальным климатом. Почвенный покров представлен дерново-подзолистыми почвами: содержание органического вещества около 1%, рН(KCl) – 5,4 и среднеобеспеченное содержание NPK. Севооборот включает озимую пшеницу, ячмень, вико-овсяную смесь и картофель. Изучались два поля данного севооборота в 2013-2016 гг. Посев культур производился в конце апреля - начале мая в зависимости от погодных условий. Уборка вико-овсяной смеси производилась с июля – начале августа. Уборка картофеля - в конце августа или в начале сентября.

Сезонный мониторинг потоков углекислого газа осуществлялся двумя станциями, работающими по методу турбулентных пульсаций, расположенных на соседних полях на расстоянии 108 м. На станциях установлено одинаковое оборудование фирмы LI-COR. Высота измерения составляла 1,4 м. Данные бы-

ли обработаны с помощью программного обеспечения EddyPro 4. Специальный алгоритм был нами разработан для разделения и фильтрации потоков углекислого газа, потому что поля находятся на небольшом расстоянии. Для заполнения пропусков в данных был адаптирован код на языке R, предложенный Рейхштейном с авторами (Reichstein и др., 2005).

Поглощение углерода было зафиксировано только в течение вегетационного периода, его максимум приходится для всех культур на июль месяц. Количество дней в течение вегетационного периода, когда углерод запасался на полях с картофелем и с вико-овсяной смесью был примерно одинаковым и составлял 53-55 дней.

В благоприятные годы наблюдается увеличение общей первичной продуктивности (GPP), что хорошо коррелирует с урожаем. Ход кривой общей первичной продуктивности тесно связан с фазами развития растений; для картофеля этот показатель достоверно отличается для всех фаз. Общее дыхание агроэкосистем колеблется от 420 до 580 г С м<sup>-2</sup> в год и было тесно связано с погодными условиями. Баланс углерода для всех культур показал, что потери углерода наблюдались для всех изученных агроэкосистем: для полей с вико-овсяной смесью они составили в среднем 254 г С м<sup>-2</sup> в год, а для полей с картофелем – 307 г С м<sup>-2</sup>. Эти значения можно рассматривать как оценочные значения суммарных потерь углерода для полей с картофелем и вико-овсяной смесью для зерновых севооборотов Московской области.

## **ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОТХОДОВ ПРОМЫШЛЕННОСТИ В РАСТЕНИЕВОДСТВЕ МУРМАНСКОЙ ОБЛАСТИ**

Михайлова И.В.<sup>1</sup>, Мосендз И.А.<sup>2</sup>, Кременецкая И.П.<sup>2</sup>, Дрогобужская С.В.<sup>2</sup>, Караваева Е.С.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Филиал Полярная опытная станция Федерального бюджетного научного учреждения «Федеральный исследовательский центр Всероссийский институт генетических ресурсов растений имени Н.И. Вавилова»

<sup>2</sup>Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт химии и технологии редких элементов и минерального сырья им. И.В. Тананаева КНЦ РАН, Апатиты, Россия

*mosendz@chemy.kolasc.net.ru*

Наиболее развитой и перспективной отраслью растениеводства в Мурманской области является кормопроизводство. Климатические особенности территории Кольского полуострова, такие как длинный световой день в сочета-

нии с низкими положительными температурами, и недостаточное количество земель, пригодных для возделывания сельскохозяйственных культур, ограничивают развитие данной отрасли. Поскольку сельскохозяйственные угодья Мурманской области нуждаются в экологически и экономически выгодном обогащении питательными элементами, то для получения высоких урожаев требуется регулярное внесение минеральных и органических удобрений. На Кольском полуострове, богатом полезными ископаемыми, хорошо развита горнодобывающая промышленность, побочные продукты которой могут быть использованы для мелиорации земель с целью улучшения физико-механических свойств и питательного статуса почвы.

В 2014-2015 годах на территории Полярной опытной станции совместно с Институтом химии КНЦ РАН заложен эксперимент по изучению влияния различных норм внесения минеральных субстратов на урожайность и накопление тяжёлых металлов в растительных образцах кормовых культур. В опыте использованы отходы добычи и переработки флогопита (г. Ковдор, Мурманская обл.). Вермикулит-сунгулитовые отходы (ВСО) – вскрышные породы флогопитового месторождения – использованы после удаления крупнокусковой фракции с размером частиц свыше 20 мм. Флогопитовые отходы (ФО) образуются при переработке флогопита и состоят в основном из некондиционного флогопита и пустой породы. Продукт ФО1, использованный в полевом эксперименте, получен отсевом мелкой фракции, размер частиц менее 10 мм. Основными компонентами минеральных субстратов являются, мас. %:  $\text{SiO}_2$  – 30-35,  $\text{MgO}$  – 25-30,  $\text{CaO}$  – 5-10,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  – 2-7,  $\text{FeO}$  – 2-5,  $\text{Al}_2\text{O}_3$  – 2-6,  $\text{K}_2\text{O}$  – 0,5-4. Содержание биодоступных форм компонентов составляет для ВСО и ФО1 соответственно, мг/кг: Si – 400 и 100, Mg – 2500 и 650, Ca – 3500 и 4000, K – 60 и 6, P – 60 для обоих субстратов.

Опытный участок расположен на территории филиала Полярная ОС ВИР вблизи г. Апатиты Мурманской области (67°34'N, 33°22'E). Почва участка – окультуренный иллювиально-гумусовый подзол ( $\text{pH}_{\text{водн.}}$  – 6.6,  $\text{pH}_{\text{сол.}}$  – 5.9; Ca – 2.26 мг-экв/100 г, Mg – 0.41 мг-экв/100 г; C – 3.38 %, N – 0.3 %). Опыт заложен в трех повторностях, в трех вариантах: контроль и дозы внесения сунгулита и флогопита: 3, 5, 7 кг/м<sup>2</sup>, на культурах – тимофеевка луговая (*Phleum pratense* L), овсяница луговая (*Festuca pratensis* L), козлятник восточный (*Galega officinalis* L.), ячмень яровой (*Hordeum vulgare* L), овес посевной (*Avena sativa* L), рожь озимая (*Secale cereale* L).

Проведены фенологические наблюдения развития растений на делянках с различными дозами внесения сунгулита и флогопита. В конце вегетационного

периода измерены высота и биомасса растений, проведен анализ содержания тяжёлых металлов в образцах кормовых культур.

Высота травостоя и урожайность кормовых трав в опытах с добавлением повышенных доз минеральных субстратов – от 5 до 7 кг/м<sup>2</sup> – намного выше по сравнению с контрольным вариантом. Следует отметить, что урожайность кормовых трав выше на участке при добавлении ВСО по сравнению с урожайностью на участке с ФО. Содержание в растениях тяжелых металлов не превышает установленных норм.

Таким образом, показано, что исследованные горнопромышленные отходы могут быть использованы для мелиорации земель сельскохозяйственного назначения и повышения урожайности кормовых культур.

## **ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ПРИМЕНЕНИЯ ХЕЛАТНЫХ МИКРОУДОБРЕНИЙ В СИСТЕМЕ ПОЧВА – РАСТЕНИЕ В ЛЕСОСТЕПИ ПОВОЛЖЬЯ**

Муртазин М.Г., Муртазина С.Г., Гаффарова Л.Г., Мутыгуллин Ф.Ф.  
Казанский государственный аграрный университет, Казань, Россия  
*gaffarovalylya@mail.ru*

Медь – биологически важный микроэлемент, если ее концентрация оптимальна, в тоже время она токсикант при высоком содержании в сельскохозяйственной продукции. При высокой концентрации медь снижает активность и биосинтез гидролитических ферментов и они накапливаются в продукции. Медь действует негативно на высшие растения и является наиболее токсичным тяжелым металлом. Поэтому микроэлементсодержащие удобрения, которые имеют неорганические соли, очень токсичны. Их применение может привести к загрязнению окружающей среды и сельскохозяйственной продукции или к повышению ПДК этих элементов.

В последнее время разработаны хелатные микроудобрения. Среди них наиболее известны микроэлементсодержащие составы (препараты ЖУСС). Они предназначены как для предпосевной обработки семян, так и для некорневого опрыскивания посевов. С экологической точки зрения, они намного безопаснее и экологичнее, чем неорганические соли микроэлементов.

На агросерой почве опытного поля кафедры агрохимии и почвоведения Казанского ГАУ, а также на полях отдельных хозяйств муниципальных районов Республики Татарстан с 1998 года проводятся исследования эффективности препаратов ЖУСС на фоне с НРК и без удобрений с яровой пшеницей. Предпосевная обработка семян проводится препаратом ЖУСС-2 (хелатное микроудоб-

рение, содержащее медь и молибден) в дозах 2,4 и 6 л/т, а также неорганическими солями (сернокислая медь 1 кг/т + молибденовокислый аммоний 0,5 кг/т) по сравнению с контролем и некорневое применение препаратов ЖУСС-1 (хелатное микроудобрение, содержащее медь и бор) и ЖУСС-2 в концентрациях 0,5; 1; 2 и 3 л/га в фазах кущения, колошения и налива зерна.

Предпосевная обработка семян препаратом ЖУСС-2 в оптимальной дозе (2 л/т) понизила пораженность корневой гнилью с 22% (на контроле) до 10%. Наименьшая пораженность растений бурой листовой ржавчиной отмечается при применении ЖУСС-2 в дозе 4 л/т, а мучнистой росой и септориозом – 2 и 4 л/т. Она снижается по сравнению с контролем на 40-50%.

Изучение продукционных возможностей яровой пшеницы выявило, что хелатное комплексное микроудобрение ЖУСС-2 повысило урожайность на 3,5-5,6 ц/га по сравнению с контролем. Рост урожайности обусловлен повышением продуктивной кустистости, количества растений и продуктивных стеблей на единицу площади, озерненности колоса и массы 1000 семян.

Исследованиями установлено повышение показателей качества зерна под влиянием препаратов ЖУСС. Наилучшие показатели качества зерна достигнуты при предпосевной обработке семян препаратом ЖУСС-2 в дозе 2 л/т, некорневой подкормки растений препаратом ЖУСС-2 2 л/га в фазе колошения, при этом увеличение стекловидности зерна яровой пшеницы составило 12 - 15 %, сырой клейковины – 6,5 - 8,9 %.

В настоящее время перед сельскими товаропроизводителями ставятся задачи получения высоких урожаев экологически чистой продукции, при ее невысокой себестоимости. Применение препаратов состава ЖУСС дает чистый доход на 1 руб. вложенных средств от 7 до 18 рублей. Наиболее эффективно применение препарата ЖУСС-2 при предпосевной обработке семян в дозе 2 л/т, при этом рентабельность повышается на 35-45 %.

## **ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ УСТОЙЧИВОСТИ АГРОСЕРОЙ ПОЧВЫ ПО ПОКАЗАТЕЛЮ ЭНЕРГОПОТЕНЦИАЛА ЕЕ ОРГАНИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ**

Муртазина С.Г., Гаффарова Л.Г.

Казанский государственный аграрный университет, Казань, Россия

*gaffarovalylya@mail.ru*

Характеристика и направленность потоков вещества и энергии в экосистеме, формирующих плодородие почвы, устойчивость и уровень ее производительности, определяется качественным и количественным составом органи-



ческого вещества почвы. Энергетическая функция почвы связана с энергетикой ее органической и минеральной части. В гумусе удерживается и свободная форма энергии, которая может совершать работу, не снижая энтропии почв. Энергопотенциал органического вещества почвы определяет ее плодородие и экологическую устойчивость. Для оценки потенциала почвенных ресурсов, изучения экологической емкости и биоэнергетического потенциала территории необходимо определение энергопотенциала органического вещества почвы. Представляет научный и практический интерес оценка энергопотенциала гумуса и органических веществ почвы в несбалансированных по органическому веществу системах земледелия с интенсивным применением минеральных удобрений.

Нами проведена оценка динамики энергопотенциала органических веществ серой лесной почвы в некоторых вариантах опыта, проведенного на серой лесной почве опытного поля Казанского ГАУ с возрастающими дозами азотных и калийных удобрений в севообороте, согласно В.М. Володину, Н.П. Васютенко, используя данные по содержанию гумуса, плотности почвы и урожайности сельскохозяйственных культур. Опыты проводились в 1992 – 2012 годы в агроценозах с преобладанием зерновых культур в севооборотах.

Проведенные исследования свидетельствуют о снижении содержания и запасов гумуса в почве под действием длительного применения минеральных удобрений в севообороте, что ведет, несомненно, к структурным изменениям в энерго- и массообмене.

Энергопотенциал органических веществ почвы представлен энергопотенциалом гумуса, который характеризуется параметрами энергопотенциала инертного и лабильного гумуса, запасом энергии негумифицированных органических веществ и дополнительным энергетическим запасом в виде микробных тел и энергии почвенных реакций.

Расчет динамики энергопотенциала органических веществ серой лесной почвы, используемой в зернопаровом севообороте в течение 20 лет, показал, что как в контроле, так и в вариантах опыта с удобрениями по мере снижения запасов гумуса происходят структурные изменения в энергопотенциале органических веществ почвы. В контрольном варианте суммарный энергопотенциал всех структурных составляющих органических веществ уменьшился за 20 лет на 60,3 Гдж/га, а в вариантах с минеральными удобрениями – на 100-218 Гдж/га. При этом возрастающие дозы калия ( $K_{120-200}$ ) на фоне  $N_{60}P_{60}$  способствовали убыли энергопотенциала органических веществ почти в 2 раза.

Таким образом, в несбалансированных по органическому веществу системах земледелия, которые являются преобладающими в большинстве хозяйств РТ, применение очень высоких доз калийных удобрений энергетически не оправдано. Для восполнения потерь гумуса и его энергетического потенциала при расчетах органических удобрений на фонах с высокими дозами минеральных удобрений коэффициенты гумификации органических остатков необходимо повысить на 30-40% за период ротации севооборота в 5-6 лет, что позволит снизить убыль запаса энергии и тем самым повысить экологическую устойчивость почв агроландшафтов.

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ПОЛИЦИКЛИЧЕСКИХ АРОМАТИЧЕСКИХ УГЛЕВОДОРОДОВ С МИКРОБИОТОЙ ПОЧВЫ**

Окунев Р.В., Шарипова А.Р., Смирнова Е.В., Гиниятуллин К.Г.

Казанский (Приволжский) федеральный университет, Казань, Россия

*tutinkaz@yandex.ru*

В зависимости от химической структуры полициклические ароматические углеводороды (ПАУ) обладают различной токсичностью и канцерогенностью. Источниками поступления ПАУ в окружающую среду могут быть как антропогенные (нефтедобыча, сжигание топлива, автотранспорт и др.), так и природные (эндогенные геологические, лесные и степные пожары, продукты жизнедеятельности и др.). В последнее время как источники ПАУ рассматривают пироугли – перспективные почвенные мелиоранты, поскольку при пиролизе растительного материала могут образовываться различные ПАУ. Цель работы: исследование взаимодействия ПАУ с микробиотой почвы.

В качестве загрязнителя был выбран бенз(а)пирен, а также ПАУ выделенные смесью ацетон-циклогексан из пироугля (липа, температура пиролиза - 250°C). Раствор бенз(а)пирена в ацетоне добавляли в почву, чтобы получить конечную его концентрацию - 2 ПДК, 5 ПДК и 10 ПДК. 1 ПДК бенз(а)пирена в почвах составляет 0,02 мг/кг. ПАУ выделенные из пироуглей переводили в фазу ацетона и вносили с таким расчетом, чтобы концентрация бенз(а)пирена составляла 2 ПДК и 1 ПДК. В вариант 1 ПДК добавляли дополнительно раствор бенз(а)пирена соответствующий 1 ПДК. Инкубацию почвенной смеси проводили при влажности и температуре оптимальной для жизнедеятельности почвенной микробиоты. Содержание ПАУ определяли методом ВЭЖХ после экстракции смесью ацетон-циклогексан в аппаратах Сосклета. Активность микробиоты оценивали по базальному и субстрат индуцированному дыханию (БД и СИД) через 1 и 2 месяца инкубации. При 2-х месячной инкубации содержание

бенз(а)пирена снизилось в варианте с 2 ПДК бенз(а)пирена на 15,3%, 5 ПДК на 19,4%, 10 ПДК на 3,9 %.

Интенсивность БД при инкубировании с бенз(а)пиреном снижается по сравнению с контролем по мере увеличения его концентрации, как в варианте с инкубацией в течение 1 месяца, так и с инкубацией 2 месяца. Дисперсионный анализ показал статистически зависимое снижение БД только в вариантах с различными концентрациями бенз(а)пирена.

Влияние внесения загрязнителя на СИД неоднозначно – бенз(а)пирен в концентрации 2 ПДК приводит к увеличению интенсивности выделения CO<sub>2</sub> по сравнению с контролем, видимо за счет селективности воздействия на различные микробные сообщества, а в концентрации 5 и 10 ПДК приводит к снижению СИД. Наблюдается статистически значимая зависимость как от концентрации загрязнителя, так времени инкубации. Выявлено, что внесение совокупности ПАУ выделенных из пироуглей в концентрации обеспечивающей содержание бенз(а)пирена 2 ПДК приводит к значительному ингибированию почвенного дыхания, чем внесение просто бенз(а)пирена в концентрации 2 ПДК или 1 ПДК бенз(а)пирена пироугля+1 ПДК раствора бенз(а)пирена.

Таким образом можно сделать вывод, что бенз(а)пирен в токсичных концентрациях разлагается в почвенной массе медленно даже в условиях благоприятных для биоты и оказывает негативное влияние на БД и СИД почвы. Совокупное влияние ПАУ, выделенных из пироуглей, существенно выше, чем влияние одного бенз(а)пирена. Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (№17-04-00869).

## **АГРОЭКОЛОГИЯ И ФИТОФТОРОЗ (*PHYTOPHTHORA INFESTANS* MONT. DE VARY.) КАРТОФЕЛЯ В УСЛОВИЯХ ТАДЖИКИСТАНА**

Партоев К., Нихмонов И.

Институт ботаники, физиологии и генетики растений

Академии наук Душанбе, Таджикистан

*pkurbonali@mail.ru*

Картофелеводство в условиях Таджикистана играет особую роль в обеспечении продовольственной безопасности, в связи с чем, правительство республики уделяет особое внимание дальнейшему развитию этой отрасли. В 2012 году в республике была принята Государственная Программа по развитию картофелеводства, которая выдвигала новые задачи перед специалистами сельского хозяйства, а также селекционерами и фитопатологами по созданию новых перспективных сортов картофеля. В начале 70-х годов прошлого столетия уче-

ными республики были установлены некоторые закономерности распространения грибковых, бактериальных вирусных, виroidных и микоплазменных болезней картофеля, а также распространения тлей – основных переносчиков болезней картофеля в Таджикистане [1]. Было установлено, что распространение ряда грибковых, бактериальных, вирусных, виroidных болезней и их зооветеринарных зависит от агроэкологических условий зоны возделывания картофеля, особенности рельефа местности, растительного покрова, скорости ветра, коммуникаций и т.д. Кроме того, были доказаны преимущества налаживания местного горного семеноводства картофеля и возможности отказа от завоза посадочного материала из других стран [2].

Фитофтороз, или поздняя гниль (*Phytophthora infestans* Mont. de Bary) — одна из самых вредоносных, быстро распространяющихся грибковых болезней картофеля, которая резко снижает урожай картофеля и поражает клубни во время хранения. Появляется она чаще всего в конце мая по август [3,4,5]. Особенно быстро распространяется в дождливые годы, а также при резкой смене дневной и ночной температуры, сопровождающейся обильными росами и туманами. Первоначальная причина возникновения болезни — посаженные в почву зараженные клубни картофеля. На пораженных ростках во влажной почве или внутри разросшегося куста образуются споры гриба, которые заражают почву и рядом находящиеся здоровые растения. С каплями дождя или росы споры проникают в почву, где заражают клубни нового урожая картофеля. У пораженных растений картофеля вначале на кончиках листьев в нижнем ярусе появляются темно-бурые мокнувшие пятна. Они могут возникать в любом месте стебля, но чаще всего ближе к верхушкам. Длительная теплая и влажная погода способствует быстрому развитию болезни. Надземная часть растений в течение нескольких суток (7—10 суток) превращается в черную гниющую массу.

Для выявления степени поражения разных сортов картофеля грибковым заболеванием фитофторозом (*Phytophthora infestans*. Mont. de Bary) нами в течение 2010-2012 гг. были заложены полевые опыты в различных высотах над уровнем моря (800, 1200, 1600, 2000 и 2700 м) в условиях Гиссарской и Раштской долин Республики Таджикистан. Исходным материалом для проведения опытов служили здоровые элитные клубни сортов картофеля - Кардинал (стандарт- St.), Зарина, Пикассо, Жуковский ранний, Дусти и Файзабад. Схема посадки сортов была 70 x 20 см, повторность делянки опытов была 4-кратная, размещение рандомизированно. В каждой делянке посадили по 50 шт. семенных клубней с диаметром 35-50 мм, с каждого сорта учётных растений составило 200 растений. Учёт поражаемости растений фитофторой провели в фазе

массового цветения. Агротехника возделывания на опытных участках была на основе принятой технологии в каждой зоне, и она в основном состояла в проведении посадки клубней, подкормки растений минеральными удобрениями (NPK) из расчёта 150:180:100 кг/га, в виде действующего вещества, проведением 6 раз вегетативных поливов (в долине) и 10 раз в горной зоне.

Наши исследования показали, поражение картофеля грибковым заболеванием фитофторозом (*Phytophthora infestans* Mont. de Bary) зависит от агроэкологической особенности зоны посадки картофеля.

Таблица 1

Поражаемость сортов картофеля в зависимости от агроэкологической особенности зоны над уровнем моря (n=200 растений; 2010-2012 гг.).

Сорта картофе- ля	Поражаемость растений картофеля фитофторозом, %					
	800 м над ур. м.	1200 м над ур. м.	1600 м над ур. м.	2000 м над ур. м.	2700 м над ур. м.	Среднее
Кардинал (St.)	28,5	18,0	12,5	8,5	3,5	13,57
Пикассо	26,5	13,5	11,5	7,5	2,5	10,80
Зарина	25,5	12,5	10,0	7,5	3,5	10,30
Жуковский ранний	29,5	14,5	12,0	8,5	4,5	12,10
Дусти	19,5	8,0	6,0	3,5	0,5	6,80
Файзабад	18,5	9,0	4,0	3,0	1,0	6,50
Среднее	24,67	12,67	9,33	5,33	2,67	10,01
НСР <sub>05</sub>	1,3	1,6	1,4	0,9	0,5	1,2

Как видно из данных таблицы агроэкология высоты над уровнем моря играет важную роль в поражении сортов картофеля фитофторозом. Например, если сорта картофеля на высоте 800 м над уровнем моря в среднем поражаются на 24,67%, то этот показатель на высоте 2700 м над уровнем моря составляет всего лишь 2,67%. Это свидетельствует о том, что на высоте более 2500-2700 м над уровнем моря из-за чистоты воздуха, прохладной горной погоды и высокой солнечной инсоляции (особенно ультрафиолетовой радиации), видимо, гриб фитофторы не может нормально развиваться и вызывать болезни растений картофеля. Наоборот, в условиях долины, где условия для нормального роста и развития гриба наиболее благоприятны (теплый и влажный воздух) степень поражения растений почти в десять раз больше, чем в горах. Также нами установлено, что новые сорта картофеля Дусти и Файзабад в среднем по сравнению с другими сортами поражаются грибковым заболеванием фитофторы почти в 1,5-2,0 раза меньше, что, видимо, связано с их генотипической особенностью.

Таким образом, следует отметить, что поражаемость сортов картофеля фитотфторой зависит, в первую очередь, от агроэкологических условий, высоты над уровнем моря по вертикальной расположенности зоны, возделывание растений и генотипа сортов. В связи с этим в будущем семеноводческие посевы картофеля необходимо разместить в высокогорной зоне республики, где редко встречаются грибковые болезни, переносчики вирусных болезней картофеля.

#### Литература

1. Каримов Б.К. Столбур и нитевидность картофеля в Таджикистане. Научные труды НИИКХ. - М. – 1975. – вып. XXIV, 42. – С. 142-145.
2. Партоев К. Кн.: Селекция и семеноводство картофеля в условиях Таджикистана. – Душанбе. – 2013. – 190 с.
3. Муминджанов Х.А. Кн.: Физиолого-биотехнологический подход к селекции и семеноводству картофеля. Душанбе. – 2003. – 126 с.
4. Салимов А.Ф. Биотехнологические основы получения качественного семенного картофеля в Таджикистане. Автореф. Дисс. док. с.-х.н. Душанбе. – 2007. – 48 с.
5. Еланский С.Н. Особенности развития фитотфтороза в России. Ж.Защита картофеля. – 2015. – №1. – С. 8-11.

## **ЦИФРОВОЕ ПОЧВЕННОЕ КАРТОГРАФИРОВАНИЕ КАК ОСНОВА СМАРТ - ТЕХНОЛОГИЙ В ПОЧВОВЕДЕНИИ, АГРОЭКОЛОГИИ И ЗЕМЛЕДЕЛИИ**

Сахабиев И.А.<sup>1</sup>, Рязанов С.С.<sup>2</sup>, Григорьян Б.Р.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Казанский (Приволжский) федеральный университет, Казань, Россия

<sup>2</sup>Институт проблем экологии и недропользования Академии наук Республики Татарстан, Казань, Россия

*ihnassoil@yandex.ru*

Будущее агропродовольственной системы мира связано с концепцией климатически оптимизированного сельского хозяйства (КОСХ- climate-smart agriculture), основанного на комплексном подходе к преобразованию сельскохозяйственных систем в целях эффективной поддержки развития и обеспечения продовольственной безопасности в условиях изменяющегося климата [1]. Достижение указанных целей возможно при совершенствовании агротехнологий. Такие усовершенствованные технологии, направленные на реализацию концепции КОСХ, называются смарт-технологиями.

Продовольственная и сельскохозяйственная организация ООН (ФАО) разработала концепцию КОСХ в 2013 году [3]. С тех пор смарт-технологии набирают все большую популярность в агроэкологии, земледелии и почвоведении во всем мире. Роль «умных» технологий в экологизации систем земледелия

лия, агроэкологическом мониторинге, повышении качества продукции и утилизации отходов АПК подчеркивается и в России [2].

В концепции КОСХ управление почвенными ресурсами представляются как стратегии, которые сохраняют углерод в почве, сокращают выбросы парниковых газов и способствуют интенсификации производства, при одновременном укреплении базы природных ресурсов [1]. В этой связи знание о состоянии почв является основополагающим для принятия решений о методах управления, которые способствуют рациональному использованию земель с учетом климата. В концепции ФАО подчеркивается, что "...в идеале информация о почве должна быть доступна в виде непрерывных карт..." [1]. Тем не менее, получение информации о почвах и их свойствах в виде карт является нетривиальной задачей, поскольку она сопряжена с рядом трудностей, среди которых ключевое место занимает дороговизна почвенных обследований. В тоже время следует понимать, что с помощью единичных данных, не реализованных в виде картографического материала, практически невозможно принимать управленческие решения, как в традиционной земледелии, так и в КОСХ.

Наряду с традиционными почвенными картами для целей КОСХ могут быть использованы цифровые почвенные карты, основанные на концепции цифровой почвенной картографии (ЦПК). Суть ЦПК сводится к прогнозу почв и их свойств на основе пространственно распределенных количественных характеристик факторов почвообразования.

Принимая во внимания вышесказанное, на территории государственных сортоиспытательных участков Республики Татарстан были созданы цифровые карты почвенных свойств. При создании карт были использованы методы геостатистики и пространственного моделирования, оценена точность карт с помощью перекрестной проверки.

#### Литература

1. Климатически оптимизированное сельское хозяйство. <http://www.fao.org/climate-smart-agriculture/ru/>.
2. *Climate smart agriculture*. Food and Agriculture Organization of the United Nations. – 2013. – 570 pp.
3. *Russia looks to smart technologies for the future of agroecology and farming*. <http://www.fao.org/partnerships/container/news-article/ru/c/881418/>.

## **БИОГЕОХИМИЯ ТРАВЯНИСТЫХ РАСТЕНИЙ ЛЕСНЫХ ФИТОЦЕНОЗОВ РЕСПУБЛИКИ ТАТАРСТАН**

Сибгатуллина М.Ш., Иванов Д.В., Марасов А.А., Валиев В.С.,  
Институт проблем экологии и недропользования Академии наук Респу-  
блики Татарстан, Казань, Россия

*sibmad@list.ru*

Исследование травянистых растительных сообществ Республики Татарстан с целью их рационального использования и охраны представляет большую и важную задачу. Способность растений аккумулировать микроэлементы из окружающей среды, их чувствительность к изменениям окружающей среды позволяют рассматривать данный компонент экосистем как биомонитор. Кроме того, значительная часть травянистых растений обладает лечебными свойствами и является ценным лекарственным растительным сырьем. В связи с этим актуальным представляется выявление особенностей накопления микроэлементов травянистыми растениями лесных фитоценозов Республики Татарстан.

Отбор проб почв и травянистых растений осуществлялся в лесных фитоценозах на территориях Раифского участка ВКГПБЗ, Зеленодольского района, Арского района, Национального парка «Нижняя Кама», Верхнеуслонского, Кайбицкого, Тетюшского районов.

В почве определяли влажность, рН водной вытяжки, содержание валовых и подвижных форм микроэлементов (РД 52.18.191-89; РД 52.18.289-90). В растениях определяли влажность и содержание микроэлементов (ГОСТ 30692-2000). Концентрации Mn, Fe, Zn, Cu, Cr, Co, Ni, Cd, Pb определяли атомно-абсорбционным методом. Проанализировано 110 проб почвы и 110 проб растений, которые включали 29 видов растений.

Почвенный покров исследованных фитоценозов представлен дерново-подзолистыми, подзолистыми супесчаными, дерново-карбонатными выщелоченными, дерново-карбонатными оподзоленными, серыми лесными, светло-серыми лесными почвами, темно-серыми лесными почвами.

Содержание валовых форм микроэлементов в исследованных почвах приведено в таблице 1.



Таблица 1.

Содержание валовых форм микроэлементов в почвах лесных фитоценозов Республики Татарстан, мг/кг сухой массы

Тип фитоценоза	Mn	Fe	Zn	Cu	Ni	Co	Cr	Pb	Cd
Сосняк	800	10490	18,97	3,76	14,90	4,19	11,56	10,27	0,16
Ельник	13	651	1,94	0,84	0,31	1,75	2,12	4,20	0,04
Липняк	631	5741	57,87	14,12	17,13	7,95	11,09	11,83	0,49
Березняк	642	4753	40,80	8,87	12,55	6,74	9,30	7,06	0,33
Вязовник	1533	12702	31,20	8,87	25,95	6,82	14,38	11,54	0,26
Дубняк	578	9949	58,61	16,90	18,08	8,38	14,29	14,43	0,23
Пихтарник	767	9715	71,47	13,48	20,87	12,72	12,94	15,25	0,52

Как видно из таблицы 1, для почв ельников, которые представлены подзолистыми почвами, характерно наименьшее содержание валовых форм микроэлементов в почве. Наибольшее содержание валовых форм Mn, Fe, Ni, Cr было обнаружено в почвах вязовников и Zn, Co, Pb, Cd – в почвах пихтарников.

Распределение микроэлементов в почвенных образцах характеризуется относительно высоким содержанием валовых форм Mn и Pb по сравнению с региональным фоном (Приказ..., 2015). По результатам анализа микроэлементного состава растений установлено, что содержание микроэлементов в травянистых растениях лесных экосистем варьирует в пределах мировых кларков (табл. 2).

Растения сосняков отличаются повышенным содержанием большинства микроэлементов – Mn, Zn, Cu, Co, Cr, а дубняков – наименьшим Mn, Cu, Ni, Co, ельников – наименьшим Zn, Ni, Cd. Анализ видовых особенностей содержания микроэлементов в травянистых растениях позволил выявить некоторые специализации: максимальное содержание Mn было выявлено в растениях брусники и черники, Fe – в растениях земляники лесной, плауна годичного, Zn – кислицы обыкновенной, Cu и Ni – кирказона обыкновенного, Co и Cr – плауна годичного, Pb, Cd – звездчатки дубравной.

Для количественного выражения способности видов к концентрации микроэлементов и для более наглядного представления фитоценологических особенностей потребления микроэлементов растениями рассчитывали биогеохимическую активность (БХА), представляющую собой суммарную величину, получающуюся при сложении коэффициентов биологического поглощения отдельных микроэлементов. По результатам расчета БХА установлено, что наибольшая интенсивность поглощения микроэлементов свойственна растени-

ям, произрастающим в вязовниках, а наименьшая – березняках, липняках, дубняках.

Таблица 2

Содержание микроэлементов в травянистых растениях лесных фитоценозов Республики Татарстан, мг/кг сухой массы

Тип фитоценоза	Mn	Fe	Zn	Cu	Ni	Co	Cr	Pb	Cd
Сосняк	326,54	134,41	35,32	6,51	3,39	0,47	1,70	1,65	0,26
Ельник	270,67	113,88	17,05	5,74	1,46	0,26	0,39	1,58	0,06
Липняк	59,62	124,40	32,08	3,70	2,31	0,22	0,32	1,56	0,23
Березняк	106,63	145,63	22,50	3,90	4,13	0,23	0,38	1,33	0,27
Вязовник	63,64	80,02	30,96	4,80	2,39	0,38	0,76	0,82	0,15
Дубняк	22,78	151,21	23,11	2,60	1,59	0,10	0,35	1,95	0,12
Пихтарник	64,76	141,35	28,98	5,30	2,49	0,22	0,39	2,99	0,22
Кабата-Пендиас, Пендиас (1989)	20-300	-	27-150	5-30	0.1-5	0.02-1	0.1-0.5	5-10	0.05-0.2
Ильин (1991)	-	20-300	15-150	3-40				0.1-5	0.05-0.2

Таким образом, в результате исследования определен современный уровень содержания микроэлементов в почвах и травянистых растениях лесных фитоценозов Республики Татарстан. Выявлены особенности накопления микроэлементов в растениях в зависимости от эколого-фитоценотической приуроченности: растениям сосняков свойственно повышенное содержание Mn, Zn, Cu, Co, Cr; растения, произрастающие в дубняках, отличаются низким содержанием Mn, Cu, Ni, Co.

#### Литература

1. ГОСТ 30692-2000. Межгосударственный стандарт. Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Атомно-абсорбционный метод определения содержания меди, свинца, цинка и кадмия.
2. Ильин В.Б. Тяжелые металлы в системе почва-растение. Новосибирск: Наука. – 1991. – 151 с.
3. Кабата-Пендиас А., Пендиас Х. Микроэлементы в почвах и растениях. М.: Мир. – 1989. – 439 с.
4. Приказ Министерства экологии и природных ресурсов Республики Татарстан от 30 декабря 2015 г. № 1134-п «Об утверждении региональных нормативов «Фоновое содержание тяжелых металлов в почвах Республики Татарстан»».

5. РД 52.18.191-89. Методические указания. Методика выполнения измерений массовой доли кислоторастворимых форм металлов (меди, свинца, цинка, никеля, кадмия) в пробах почвы атомно-абсорбционным анализом.

6. РД 52.18.289-90. Методические указания. Методика выполнения измерений массовой доли подвижных форм металлов (меди, цинка, свинца, никеля, кадмия, кобальта, хрома, марганца) в пробах почвы атомно-абсорбционным анализом.

## **ВЛИЯНИЕ ВНЕСЕНИЯ ПИРОУГЛЯ НА БИОЛОГИЧЕСКУЮ АКТИВНОСТЬ ПОЧВ**

Смирнова Е.В., Гиниятуллин К.Г., Валеева А.А.  
Казанский федеральный университет, Казань, Россия  
*elenavsmirnova@mail.ru*

В последнее время возрастает интерес к лабораторным инкубационным опытам в аспекте изучения влияния внесенных пироуглей на интенсивность субстрат-индуцированного дыхания (СИД), базального дыхания (БД), а также на ослабление или усиление пироуглями разложения растительных остатков в почвах и почвенного органического вещества.

Целью работы явилась оценка длительности прединкубирования модельных смесей почва: пироуголь на результаты определения СИД.

Для проведения экспериментов были использованы образцы пироуглей, приготовленные из различной растительной биомассы (сосна, кедр, дуб, мискантус, ива, остатки просо и кукурузы) в разных режимах пиролиза (при температуре  $<400^{\circ}\text{C}$  и в диапазоне  $400-600^{\circ}\text{C}$ ).

В качестве почвенного материала использовали гумусовый горизонт серой лесной почвы, отобранный в июне под пологом широколиственного леса. Модельную смесь пироуголь: почва (соотношение 20:1) готовили в чашках Петри. Опыт включал 10 модельных смесей почвы с различными пироуглями и контрольный вариант – почвенный материал без добавления пироугля. Определение СИД проводили через 3, 95 и 187 дней прединкубирования на газовом хроматографе Clarus 580 (PerkinElmer) с катарометром в качестве детектора содержания  $\text{CO}_2$ . Для статистической оценки результатов лабораторного опыта использовали дисперсионный анализ.

Было выделено три дисперсионных комплекса, которые характеризовались статистически значимыми критериями Фишера (3 дня –  $F=2,40$ ,  $p=0,03$ ; 95 дней –  $F=4,01$ ,  $p=0,00$ ; 187 дней –  $F=2,31$ ,  $p=0,03$ ). Для более детальной оценки дисперсионных комплексов проводили оценку наименьшей значимой разницы (НЗР) средних по критерию Фишера.

Данные анализа показывают, что при кратковременной предварительной инкубации модельных смесей (3 дня) наблюдается только 1 статистически значимая разница интенсивности СИД по сравнению с контрольным вариантом. При длительной инкубации количество значимых различий СИД вариантов с контролем возрастает, несмотря на то, что значение интенсивности СИД как в вариантах опыта, так и в контроле снижаются. При предынкубации в течение 95 дней выявляется 5 статистически значимых различий значений интенсивности СИД (мискантус, ива, остатки просо и кукурузы). При предварительном инкубировании модельных смесей в течение 187 дней все варианты опыта (кроме пироугля сосны и ивы) имеют статистически значимую положительную разницу с контролем.

Выявлено разнородное по направленности и динамике влияние пироуглей на интенсивность СИД при различной длительности предынкубирования модельных смесей. Показано, что длительное предынкубирование в оптимальных условиях для развития почвенной биоты является необходимым методическим требованием правильной постановки лабораторных экспериментов и обеспечивает надежную оценку влияния пироуглей на дыхание почв. Рекомендуется проводить предварительную инкубацию в диапазоне 3-5 месяцев для получения максимальной разницы вариантов опыта с внесением пирогенного материала с контролем. Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта №17-04-00869.

## **ПУТИ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПРОДОВОЛЬСТВЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ В РЕСПУБЛИКЕ ТАДЖИКИСТАН**

Султонова М.М.

Политехнический институт Технического университета Таджикистана  
имени академика М. Осими в городе Худжанде

*ngo\_saodat@mail.ru*

Одной из важнейших проблем современной экономики Таджикистана является обеспечение продовольственной безопасности, что является составной частью национальной и экономической безопасности государства. Это в первую очередь разработка стратегии защиты государственных интересов, включающей исключение зависимости страны от импортных поставок продовольствия, что требует развития собственного производства продовольственных товаров;

Продовольственная безопасность и указывает на следующие аспекты продовольственной безопасности:

- Наличие продовольствия.
- Доступ к продовольствию.
- Использование.
- Стабильность.

Согласно этому определению, Таджикистан считается хронически продовольственно не безопасной страной. Политика продовольственной безопасности Правительства Республики Таджикистан в настоящее время ограничена в повышении физического наличия продовольствия и, частично, стабильности. Домохозяйства являются основными поставщиками продовольствия и источником дохода для покупки продовольствия на рынках примерно для 80 процентов сельского населения. Сельское хозяйство является одной из основных отраслей экономики Республики Таджикистан, обеспечивая 19 % ВВП, 66 % занятости и почти треть экспорта .

Согласно Программе реформирования сельского хозяйства Республики Таджикистан на 2012 – 2020 годы, к настоящему времени из сельскохозяйственного оборота выведено около 80 тыс. гектаров. Вынос питательных веществ из почвы в 5 раза превосходит их внесение с удобрениями. Приходят в упадок мелиоративные системы, увеличиваются площади закисленных почв. За первые три месяца 2015 года импорт минеральных удобрений составил 10,6 тыс. тонн на сумму \$3,8 млн. За последние 15-20 лет деградация земель стала серьёзной проблемой. Резко снизилось количество пригодных земель на душу населения (примерно в 2 раза до 0,08 га на душу населения), а площадь опустынивания выросла в 1,5 раза.

Процесс истощения почвы это процесс, который длится десятки лет. Длительное использование в сельском хозяйстве химических препаратов (таких как химические удобрения, пестициды) на сегодня дает массу негатива. Вопрос внедрения устойчивого биологического хозяйствования в дехканских хозяйствах назрел своевременно. Актуальность и приемлемость данного метода обосновывается дефицитом земли в Таджикистане и изменением климата. Земельная площадь, пригодная для выращивания сельхоз. культур, составляет 960 тыс. га (7% от общей площади территории Таджикистана). Большая часть пахотных земель находится в засушливой зоне, оросительная система существует примерно на 720 тыс. га. Низкий уровень инфраструктуры и технической оснащенности хозяйств, особенно на селе приводит к снижению объемов орошения на 50%., кроме того изменение климата в части явлений засухи или наводнений еще больше оказывает негативное влияние на сельскохозяйственное развитие.

В сельском хозяйстве Таджикистана отсутствуют или разрушены ирригационные и дренажные системы или они находятся в состоянии неисправности и нуждаются в реконструкции. Длительное использование в сельском хозяйстве химических препаратов на сегодня так же дает массу негатива. Со временем появились следующие проблемы, связанные с изменением климата:

- Снижение уровня урожайности сельхозпродукции на местах по причине дефицита поливной воды;
- Не достаточный уровень знаний фермеров по улучшению плодородия земли;
- Истощение почвы и низкий уровень плодородия почвы;
- Нарушение био-разнообразия почвы;
- Внедрение систем эффективного распределения воды.

В 2010 году разработан драфтовый вариант законопроекта по биохозяйствованию в Республике Таджикистан. Проект закона «О биологическом хозяйствовании и производстве» был представлен в Парламент страны, проведена процедура лоббирования и получено одобрение законопроекта после обсуждения во многих инстанциях. Закон принят парламентом РТ в мае 2013 года. Следующим шагом является продвижение законопроекта по сертифицированию биопродукта в Таджикистане, который становится с каждым днем все более востребованным среди сельскохозяйственных производителей, так как позволит фермеру выгодно продать свой продукт и получить дополнительный доход и обеспечить продовольственную безопасность сельского жителя. Для достижения цели по продвижению органического земледелия в Таджикистане поставлены следующие задачи:

1. Создание и функционирование ирригационных систем в сельских районах РТ:

- система подачи воды;
- системы капельного орошения;
- внедрения инновационных подходов устойчивого ведения хозяйствования;
- продвижение идеи органического земледелия до каждого дехканского хозяйства.

2. Для сохранения и улучшения плодородия почвы необходимо внесение органических удобрений, как компост, биогумус, навоз со своего двора и зеленые удобрения.

3. Компостирование пищевых отходов – простой и малозатратный способ избавиться от органического мусора, пустив его на удобрение для растений.

Исследования показали, что использование органических удобрений имеет ряд преимуществ и способствует продвижению органического земледелия:

- При разложении органических удобрений выделяется для питания растений углекислота.
- Помимо обогащения почв питательными веществами, органические удобрения оказывают благоприятное влияние на физические свойства почв, улучшают их структуру.
- Улучшение качества жизни и продовольственной безопасности уязвимых слоев сельского населения через внедрение экологически устойчивых методов биохозяйствования и управления цепочкой добавленной стоимости в процессе преодоления бедности.

Изложенное позволяет поднять проблему продовольственной безопасности для населения Таджикистана, которое с каждым годом все увеличивается, а возможности обеспечить питанием снижаются.

## **СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ПРОСТРАНСТВЕННОЙ ИЗМЕНЧИВОСТИ ТОЛЩИНЫ ПАХОТНОГО ГОРИЗОНТА В СЕРЫХ ЛЕСНЫХ ПОЧВАХ ПО ДАННЫМ МАГНИТНЫХ И СПЕКТРОФОТОМЕТРИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК**

Фаттахова Л.А.<sup>1</sup>, Шинкарев А.А.<sup>1</sup>, Рыжих Л.Ю.<sup>2</sup>, Косарева Л.Р.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Казанский федеральный университет, Казань, Россия

<sup>2</sup>ФГУ «Российский Сельскохозяйственный центр» по республике Татарстан, Казань, Россия

*l.a.fattakhova@yandex.ru*

В обычной практике мощность пахотного горизонта определяется на основании полевых морфологических описаний, допускающих субъективность восприятия и суждения при решающей роли опыта исследователя. Специальный интерес представляют независимые аналитические и технически относительно несложные в исполнении подходы к диагностике нижней границы перемешанной вспашками части профиля. Теоретические предпосылки использования спектрофотометрии и магнитометрии для диагностики нижней границы старопахотного горизонта основаны на представлении о закономерной вертикальной дифференциации цветовых и магнитных свойств целинных почв. Цель работы – провести сравнительную оценку возможности корректной диагностики нижней границы пахотного горизонта в серых лесных почвах по цветовым характеристикам и магнитной восприимчивости послойных образцов. На примере пахотной серой лесной почвы (Cutanic Luvisols (Anthric)) показано, что

кривые профильного распределения магнитной восприимчивости могут обеспечивать более надежную и объективную оценку пространственной неоднородности мощности старопахотного горизонта, чем профильные кривые значений цветовых характеристик в координатах CIELAB. Поэтому магнитные измерения могут оказаться полезным инструментом для оценки пахотной эрозии при мониторинге почвенных характеристик в связи с развитием технологий точного земледелия и при организации полевых деляночных опытов в земледелии.

## **ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ДЕГРАДАЦИИ ЗЕМЕЛЬ НА УРОВНЕ НЕКОТОРЫХ ХОЗЯЙСТВ ЕВРОПЕЙСКОЙ ЧАСТИ РОССИИ**

Хусниев И. Т.

Московский государственный университет им. Ломоносова,

Москва, Россия

*husniev.ilshat@mail.ru*

Согласно докладу продовольственной и сельскохозяйственной организации ООН «Состояние почвенных ресурсов в мире», около 33% почвенных ресурсов мира умеренно или сильно деградированы. Деградация почв оказывает влияние на системы жизнеобеспечения, экосистемные услуги, продовольственную безопасность и благосостояние людей. Поэтому в настоящее время очень актуально уметь выявлять и оценивать её.

В последние годы распространение получили работы по экономической оценке деградации земель, основанной на биоэкономическом моделировании. В основе данного подхода лежит сравнение экономических показателей сельскохозяйственного производства и экосистемных услуг при устойчивом управлении земельными ресурсами и при «традиционном» землепользовании. Данная методика новая для нашей страны и не была ранее применена на территории ключевых участков, расположенных в Республике Дагестан, Белгородской и Воронежской областях, которые послужили объектами нашего исследования.

Цель нашей работы: оценить экономический эффект деградации земель на продуктивность и экосистемные услуги в трёх хозяйствах, расположенных в Европейской части России.

Для достижения указанной цели нами были поставлены следующие задачи:

- 1) Произвести оценку состояния и динамики деградации земель в хозяйствах, расположенных в Республике Дагестан, Белгородской и Воронежской областях;



2) Оценить влияние деградации земель на продуктивность сельскохозяйственных культур в хозяйствах;

3) Оценить влияние деградации земель на экосистемные услуги в пределах хозяйств;

4) Дать рекомендации по устойчивому управлению земельными ресурсами в районах исследований.

Для анализа основных видов и причин деградации почв опытных участков мы использовали концепцию DPSIR (Driving forces – Pressure – State – Impact – Response). В рамках данной концепции необходимо определить элементы данных компонентов и установить причинно-следственные связи между ними. Для компонента реакция или ответные меры необходимо задать набор альтернатив, с помощью которых можно достичь главной цели. Также в ходе работы были применены методы дистанционного зондирования, картографирования, эмпирического исследования, в частности анализы на агрохимические и агрофизические показатели, и сравнение и анализ полученных данных с эталонными значениями и банком моделей плодородия «ПЛОМОД».

Большая расчлененность территории Ахтынской опытной станции обуславливает большое количество земель, подверженных ускоренной эрозии. Территории участков, расположенных в Белгородской и Воронежской областях, подвержены интенсивной обработке, что не может не сказаться на таких экосистемных услугах почв, как накопление углерода, относящееся к продукционной группе, и фильтрационное свойство поверхности, относящаяся к регулирующей группе услуг.

Все три хозяйства подвержены различным видам деградации почв, которые были оценены нами по агрохимическим показателям и вегетационному индексу - NDVI. Далее, изучив динамику урожайности сельскохозяйственных культур, изменение запаса углерода в пахотном горизонте и плотность почв, мы экономически оценили последствия воздействия деградации земель на продуктивность сельскохозяйственных культур и экосистемные услуги опытных станций.

Для всех участков даны рекомендации по устойчивому управлению земельными ресурсами.

## Секция 7

### Социально-экономические и экологические аспекты анализа развития и управления урботерриториями

---

#### ОСНОВНЫЕ АСПЕКТЫ ЭКООРИЕНТИРОВАННОГО ЦЕНООБРАЗОВАНИЯ В СТРОИТЕЛЬНОЙ ОТРАСЛИ С ПОЗИЦИИ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ

Авилова И.П., Крутилова М.О.

БГТУ им. В.Г. Шухова, Белгород, Россия

Нормативно-правовая база ценообразования в строительстве как в России, так и в большинстве стран мира, не обеспечивает надлежащего количественного контроля степени экологической безопасности возводимых объектов жилищного и гражданского строительства. Согласно действующим нормативным правовым актам экологическая экспертиза является обязательным элементом общей экспертизы проектно-сметной документации. Экономическая оценка проектов с позиций экологической безопасности, охраны окружающей среды и ресурсосбережения декларируется уже на начальных этапах строительства, однако методики количественной стоимостной оценки экологического ущерба, наносимого созданием строительной продукции, по-прежнему, остаются предметом научных дискуссий и исследований [1].

Анализ существующих методов и подходов к оценке экологического ущерба позволяет сделать вывод об отсутствии общепризнанной универсальной системы показателей наносимого экологического ущерба, позволяющего обобщать данные об ущербе, наносимом предприятиями различных технологий производства, выпускаемой продукции и режимов работы и т.п. Это не позволяет привести экологический ущерб к единому универсальному эквиваленту («условной единице эко-ущерба») и построить на этой базе формализуемые алгоритмы практического экоориентированного ценообразования и сметного нормирования в строительстве.

Отличительной особенностью экологических проблем является их глобальный характер. Российская Федерация относится к странам мира с наихудшей экологической ситуацией. Загрязнение окружающей среды за последние годы ухудшилось по целому ряду показателей, несмотря на проводимые мероприятия и программы по экологическому мониторингу и защите окружающей среды [2]. Эколого-защитная деятельность носит локальный характер, и реализуется на уровне нормативно-правовых актов муниципальных образований, т.е. не со-

держат универсального характера, ориентированного на сохранение общего экобаланса в масштабах крупных территорий, стран, континентов.

Повышение информированности об экологических проблемах, связанных с изменением климата и ограниченностью ресурсов, обозначило пути устойчивого развития в направлении «зеленого проектирования» зданий и сооружений. Термины «зеленое проектирование» или «устойчивое проектирование» в современной практике являются синонимами, и затрагивают широкий спектр вопросов, касающихся управления ресурсами в строительстве, в том числе рассматривая социальные, экономические и иные воздействия на окружающую среду [3]. Для реализации концепции необходимо задействовать всех участников строительства: застройщиков, проектировщиков, архитекторов, подрядчиков, производителей строительных материалов, а также государственную власть. Основным принцип этого участия - взаимовыгодное сотрудничество.

Стремясь свести к минимуму негативное воздействие на окружающую среду, возникает вопрос об эффективности и рациональности использования ресурсов, как материальных, так и энергетических, и сырьевых. Поэтому отрасль строительства, с точки зрения устойчивого развития, требует обращать большее внимание на принимаемые решения, действия и мероприятия в течение всего срока службы здания: начиная от выбора площадки строительства до технического обслуживания здания, а также реконструкции [4].

Россия является одной из наиболее ресурсообеспеченных стран в мире, однако потребление ресурсов единицы валового внутреннего продукта на 30% выше, чем в ведущих странах [5]. Большое количество природных ресурсов привело к формированию их обширного потребления в России, что вызывает недостаток мотивов для повышения эффективности их потребления. Нерациональное высокое потребление природных ресурсов приводит к замедлению темпов экономического роста страны. В настоящее время, назрела необходимость поиска новых подходов к управлению ресурсами для повышения эффективности экономического развития [6].

При разработке технико-экономического обоснования строительства любого объекта недвижимости в России в первую очередь рассматриваются такие вопросы, как стоимость, безопасность, надежность, долговечность, местоположения и только после вопросы экологической безопасности и энергоэффективности объекта. Российские здания имеют высокий потенциал энергоэффективности, который, пока не используется в полной мере. Основная причина - отсутствие единых нормативно-правовых документов, поддерживающих «зеленое» строительство.

В настоящее время наиболее эффективным способом ресурсосбережения является экологически чистое и экономически эффективное использование природных ресурсов в соответствии с национальными "зелёными" строительными стандартами. Несмотря на большое число наработок, эта сфера в России развита недостаточно, что связано со спецификой российской строительной отрасли и отсутствием механизма, позволяющего адаптировать требования и критерии ресурсосбережения к особенностям российского законодательства и рынка [7]. Эффективная политика в области повышения энергосбережения возможна только при системном подходе к анализу всего жизненного цикла инвестиционно-строительного проекта, начиная с прединвестиционной фазы. Целесообразность заключается в определении экономической эффективности потребления энергии в зданиях уже на этапе анализа целесообразности реализации проекта. Это может быть сделано путем оценки общего потребления энергии и экологического вреда, наносимого ОС, на всех этапах жизненного цикла — начиная с производства строительных материалов, доставки их на объект, процесса строительства, и заканчивая работами по утилизации и демонтажа. Экологический ущерб имеет всеобщий негативный эффект, отрицательно влияя на качество жизни, так и косвенно на качество строительства. Используемые строительные материалы и технологии, являясь варьирующими себестоимость строительства факторами, должны стать предметом тщательного оптимизационного анализа на стадии подготовки любого проекта. В этой связи экологический критерий должен стать основой модернизированного подхода к экоориентированному аудиту проектно-сметной и организационно-технологической документации в строительстве [8].

Следует отметить, что в системе российского ценообразования и сметного нормирования в строительстве экологический фактор «загрязнения окружающей среды», связанный с производством строительного-монтажных работ и использованием строительных материалов, изделий и конструкций, учитывается лишь декларативно. Согласно Постановлению Правительства РФ от 16.02.2008 N 87 в проектно-сметную документацию отдельный раздел, оценивающий экологический ущерб, наносимый строительным объектом окружающей среде, не входит. Понятие и определение экологического ущерба, наносимого строительством, упоминаемые в Градостроительном кодексе РФ не имеют полного всестороннего обоснования и не закреплены законодательно. Проведение государственной экспертизы проектной документации также не предусматривает полного и всестороннего анализа возможного экологического ущерба, наносимого при строительстве и эксплуатации объекта недвижимости.

Целесообразным методическим подходом к решению данного вопроса может стать предложение универсального набора обобщенных натуральных показателей экологического ущерба (по основным загрязняющим веществам, по основным вредным воздействиям и т.д.) и методики пересчета этих показателей в денежный эквивалент (т.н. «эко-стоимость» и «эко-штрафы») с последующей имплементацией полученных алгоритмов в программное обеспечение, используемое при составлении сметной документации [9]. Таким образом, на практике может быть реализовано актуальное и перспективное экоориентированное ценообразование в строительстве, реализующее методики многофакторной и поэтапной прогнозной оценки экологического ущерба, наносимого проектируемым строительным объектом в составе существующей системы строительного сметного нормирования.

С этой целью в рамках действующей нормативно-правовой базы ценообразования в строительстве необходимо определить, предложить и нормативно зафиксировать единую универсальную трактовку понятия «экологической стоимости» строительных ресурсов. Это позволит проводить прогрессивную экологически ориентированную оценку стоимости строительной продукции на основе традиционных методов определения сметной стоимости (базисно-индексный, ресурсный, ресурсно-индексный, базисно-компенсационный). Составление «экологически ориентированной» сметной документации по усовершенствованным нормам и правилам позволит без дополнительной трудоемкости и методологических усложнений производить подробную экологическую оценку применяемых строительных процессов и технологий, конструктивных и объемно-планировочных решений в широком спектре отраслей современного строительного производства [10].

Конечной целью совершенствования системы экологического аудита строительной продукции на всех стадиях жизненного цикла является предлагаемая авторами система «экологически ориентированного градостроительства», включающая следующие обобщенные организационно-экономические и нормативно-регулирующие мероприятия, характеризующиеся комплексностью и многоуровневостью:

— на микроуровне проводится эколого-экономический анализ применяемых проектных решений в строительстве, выбор наименее экологически опасных вариантов практической реализации конкретных строительных проектов;

— на мезоуровне осуществляется экологический мониторинг, анализ и эффективное управление градостроительной политикой, реализуемой муниципальными и федеральными образованиями, направленной на минимизацию

экологического вреда, наносимого ОС региональным строительным комплексом;

— на макроуровне проводится сбор, анализ, систематизация статистических показателей экологического ущерба наносимого ОС строительной отрасли в целом, а также корректировка на этой основе федеральных инвестиционных программ в строительстве, введение в практический оборот института экологического аудита проектно-сметной и организационно-технологической документации.

Реализация строительного производства с позиций «экологически ориентированного градостроительства», совершенствование с этих позиций системы сметного нормирования и ценообразования, позволит действенно и эффективно выявлять экономически оптимальную структуру строительного комплекса любого масштаба и значимости с позиции минимизации глобального экологического ущерба, материально сблизить интересы участников инвестиционно-строительных проектов и органов государственной власти в оценке и реализации практических мер по ресурсосбережению и охране ОС в строительном комплексе страны.

На основании предлагаемых методических подходов к экоориентированному совершенствованию действующей системы ценообразования сметного нормирования практически выявляется оптимальная структура строительного комплекса любого масштаба и значимости с позиции минимизации наносимого им глобального экологического ущерба.

#### Литература

1. Щенятская М.А., Авилова И.П., Наумов А.Е. Оценка финансово-экономических рисков инвестиционно-строительного проекта при дефиците исходных данных // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2016. № 1. С. 185-189.
2. Авилова И.П., Щенятская М.А. Управление эффективностью инвестиционно-строительных проектов через качественное состояние недвижимости // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2015. № 4. С. 141-145.
3. Соколова Н. Ю., Наумов А. Е., Щенятская М. А. Качественное влияние инфраструктурного насыщения территории на риски реализации жилых объектов // В сборнике: Наука и образование в жизни современного общества сборник научных трудов по материалам Международной научно-практической конференции 30 апреля 2015 г.: в 14 томах. Тамбов, 2015. С. 138-141.
4. Ходыкина И.В., Крутилова М.О. Основные аспекты экологического законодательства Российской Федерации в сфере строительства // Вестник научных конференций. 2016. № 3-2 (7). С. 100-102.
5. Астафьева, О. Е., Потапова, И. Ю. Снижение негативного воздействия строительства на экосистемы за счет сертификации по «зеленым» стандартам // Архитектура и строительство России – 2015. – 2.

6. Чередникова Д.П., Жариков И.С. Экономическая обоснованность инвестиционных вложений в объекты недвижимости // В сборнике: Кластерные инициативы в формировании прогрессивной структуры национальной экономики: сборник научных трудов 2-й Международной научно-практической конференции: в 2-х томах. 2016. С. 251-253.

7. Наумов А.Е., Щенятская М.А., Товстий В.П. Качественные показатели объекта недвижимости как фактор экономической оптимизации организационно-технологических решений инвестиционно-строительного проекта // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2016. № 5. С. 202-206.

8. Крутилова М.О., Авилова И.П. Методические основы экоориентированного ценообразования в строительстве [Электронный ресурс] // VII Международный молодежный форум «Образование, наука, производство». – Белгород, 2015.

9. Щенятская М.А., Авилова И.П., Наумов А.Е., Товстий В.П. Инфраструктурная полнота застройки как фактор эффективности реализации инвестиционно-строительного проекта // Мир науки и инноваций. 2016. Т. 7. № 1 (3). С. 46-49.

10. Авилова И.П., Наумов А.Е., Крутилова М.О. Экономические и правовые аспекты экоориентированного аудита в строительстве // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2016. № 5. С. 212-216.

## **ФАКТОРЫ ДЕСТАБИЛИЗАЦИИ УСТОЙЧИВОСТИ ГОРОДСКОГО ОРНИТОЦЕНОЗА**

Арина А.В., Басыйров А.М.

Казанский федеральный университет, Казань, Россия

*Arininaalla@mail.ru*

Биологическое, социальное и культурное разнообразие - компоненты устойчивого развития, основа гармоничного эволюционирования. Городская среда – своеобразная экосистема, в которой искусственные постройки возведены в естественном ландшафте. Казанская агломерация расположена на древних террасах р. Волги, занимает территорию заливных лугов, прирусловых озер и болот, пойменных лесов, остепненных склонов. Естественные участки носят островной характер, их флора и фауна уникальна, на территории города имеется 7 памятников природы. Разнообразие биотопов – важная предпосылка для формирования и функционирования экосистем. В городе сочетаются разнообразные биотопы: естественные, малоизмененные и застроенные территории. Разнообразие местообитаний определяет видовое богатство авифауны. В черте г. Казани встречается 193 из 305 видов птиц, отмеченных в РТ, что составляет 63,3%. В естественных, ненарушенных биотопах соотношение количества особей большинства видов орнитоценоза (сообщества птиц) примерно одинаковое. Присутствие доминирующих и малочисленных видов определяется особенностями биотопа. График обилия видов птиц, гнездящихся в Казани, свидетельствует о нарушенном сообществе. Кривая доминирования-разнообразия (Уиттекер) или кривая значимости видов (Пиянка) орнитоценоза Казани имеет вид логнормальной кривой. Чем выше уровень доминирования, т.е. доля особей

самых многочисленных видов от общего числа особей в сообществе, тем меньше ресурсов остается другим видам сообщества, тем ниже их численность и выше вероятность выпадения в результате случайных процессов. Соответственно, каждый вид в сообществе повышает устойчивость и видовое богатство городской экосистемы. Основные лимитирующие численность малочисленных и редких видов факторы в городе – это сокращение местообитаний, обеднение кормовой базы, беспокойство в период насиживания и выкармливания птенцов, разорение гнезд, пресс хищников (кошки, собаки, крысы, серые вороны). Площадь естественных биотопов ежегодно сокращается и дробится, приобретает все более островной характер. Так, до постройки моста Миллениум сохранялась прирусловая зона р. Казанки – «зеленая артерия» города, памятник природы регионального значения «Русско-немецкая Швейцария», служащий рефугиумом для редких и исчезающих видов растений и животных. По закону Г.Ф. Хильми, уменьшение системы приводит к постепенной потере ее структуры и растворению в окружающей среде. И сейчас мы наблюдаем резкое сокращение видов авифауны водно-болотного комплекса в парке Победы: перестали гнездиться крачки черная и белокрылая; сократилось число особей кряквы, красно-голового нырка, хохлатой чернети, лысухи, озерной чайки, речной крачки и др.

Отдельная проблема городов, нарушающая устойчивость орнитоценоза – это массовые виды птиц. В Казани к ним относятся: сизый голубь, черный стриж, серая ворона, галка, домовый и полевой воробьи. Скопления птиц являются источником проблем, связанных с биоповреждающей деятельностью на предприятиях зерновой промышленности, рыбных и пушных хозяйствах, архитектурных сооружениях, памятниках культуры, технике, аэродромах, торговых центрах. Стаи синантропных видов птиц концентрируются в местах, где есть обильные и доступные корма. На элеваторах, складах хранения и местах разгрузки зернопродуктов россыпи зерна привлекают голубей и галок. При поедании птицами зерно загрязняется пометом и перьями, ощутим экономический ущерб. Популяции синантропных птиц – резервуар и источник возбудителей опасных зоонозов и зооантропонозов. Контакт между птицей и человеком происходит в местах их скоплений: на транспортных остановках, в парках и местах подкормки.

Нежелательному увеличению численности способствуют антисанитарное состояние свалок ТБО, неприкрытое зерно на стадиях хранения и транспортировки, подкормка птиц населением.

Подкормка вносит существенный вклад в дисбаланс между массовыми и малочисленными видами птиц. Так, подкормка зимующих крякв на незамерза-



ющих водоемах города способствует увеличению численности особей: за 3 года зимующая группировка кряквы в Казани возросла в 2,5 раза. На зимних кормушках в городах питается ограниченное число видов: домовый и полевой воробьи, большая синица, сизый голубь, галка и серая ворона.

Таким образом, массовые виды птиц городов питаются пищевыми отходами, зерном и случайно оброненными человеком крошками. Пищевые ресурсы локализуются на свалках, в местах хранения и переработки пищевой промышленности, на открытых рынках, в местах подкормки населением, в закрытых помещениях торговых комплексов, на тротуарах. Стратегия кормодобывания птиц зависит от вида пищевых объектов, его местонахождении и пластичности вида. По стратегии кормодобывания сизый голубь делится на 3 группы. Первая группа совершает ежедневные перелеты к месту нахождения корма и питается, в основном, зерном. Такое поведение полностью идентично исходному типу поиска питания голубя. Вторая группа собирает оброненные пищевые объекты вдоль дорог и тротуаров. Птицы совершают многочасовые пешие прогулки, постоянно находятся в движении. Стратегия кормодобывания также близка к дикому типу, поскольку на полях голуби также ходят под колосьями и подбирают упавшие зерна. Третья группа голубей не затрачивает энергию на перелет и поиск пищи. Бюджет их времени складывается из ожидания пищевых отходов у мусорных баков. Они приспособились сидеть на ветвях и проводах. Их рацион питания наиболее далек от исходного. Интересная группировка сложилась у дороги, ведущей к зерноскладам. Голуби сидят на крышах домов и, заметив проезжающий грузовик с открытым кузовом, слетаются и поедают зерно на ходу (личное сообщение Басыйрова А.М.). Птицы как бы подстерегают добычу с присады. Полевые и домовые воробьи – зерноядные птицы, специализирующиеся на семенах сорных трав. Доставляют немало беспокойства в торговых центрах, где круглый год пачкают товар отходами своей жизнедеятельности. Питаются хлебными изделиями, крупами, сыром, зеленью, воду пьют из лотков с живой рыбой. Требуется специальные меры для их поимки.

Благодаря высокой рассудочной деятельности, более разнообразны способы добычи пищи у врановых. Обладающие индивидуальностью, всеядные вороны быстро переключаются на разные виды корма. Это и кухонные отбросы, и падаль, и охота с воздуха и с земли на голубей.

Таким образом, для устойчивого развития городского орнитоценоза необходимо увеличивать площадь парков и создавать «зеленые коридоры» между ними. Необходимо исключить подкормку и повысить уровень санитарного состояния дворовых территорий и экологической грамотности населения. Успеш-

ность выбора методов регуляции численности скоплений в каждом отдельном случае должно определяться знанием экологии вида, мозаичностью адаптаций птиц и принципами толерантной орнитологии.

## **ОСОБО ОХРАНЯЕМЫЕ ПРИРОДНЫЕ ТЕРРИТОРИИ В Г. КАЗАНЬ: ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ**

Ассанова Н.Ю., Мингазова Н.М.

Казанский (Приволжский) федеральный университет, Казань, Россия

*assanova-nadezhda@mail.ru*

На 2007 год в Татарстане было учтено 154 особо охраняемых природных территорий - ООПТ (1 – заповедник, 1 – национальный парк, 24 – государственных природных заказников, 127 памятников природы и 1 ООПТ местного значения), общей площадью 1,95 % от территории РТ [3]. По данным Минлесхоза РТ на 2017 г., за последние 15 лет в Татарстане создано 22 ООПТ, в основном памятники природы.

В настоящий момент Республика Татарстан занимает только 76 место по площади особо охраняемых природных территорий из 85 субъектов РФ. Общая площадь ООПТ федерального, регионального и местного значения республики составляет 2,5 % [5]. При этом, по данным Минприроды РФ, средняя площадь ООПТ в регионах на 2015 г. составляла 11,4% [5]. В связи с этим особое значение приобретает создание в Татарстане новых особо охраняемых природных территорий, как местного, так и регионального значения.

Наиболее сложно складывается ситуация с городскими ООПТ. В г. Казани в настоящее время имеют охранной статус 7 территорий, из них 6 – памятники природы регионального значения, общей площадью около 100 га. Наиболее крупная территория – лесопарк «Лебяжье» местного значения (3684 га) [3], испытывает угрозу уменьшения территории, как в связи с городским строительством по краям, так и с планируемым прохождением через него высокоскоростной железнодорожной магистрали. Территория лесопарка сокращается. Не ясна ситуация с двумя парками, выделенными в 2010 г. под ООПТ местного значения (парк им. Горького, парк Победы с водно-болотными угодьями), в которых потом были проведены реконструкции и частичная застройка. Площадь ООПТ составляет около 9 % от площади г. Казани, но в связи с расширением города по новому Генплану неизбежно сократится.

Республика Татарстан имеет богатые водные ресурсы, которые потенциально могут рассматриваться как имеющие международное значение (система островов и мелководий в окрестностях г. Булгар, внесенная в Перспективный

список Рамсарской конвенции, водно-болотные угодья в Займище). Многими экспертами отмечалась необходимость учесть в Программе Года водоохранных зон в РТ (2016 г.), в первую очередь, создание ООПТ местного и регионального значения, включающих акватории рек, прибрежные и водоохранные территории [6]. Так как ООПТ не были созданы в 2016 г., аналогичная задача фактически стоит перед программой Года экологии и открытых пространств в РТ (2017 г.).

Город Казань, исторически сформированный на припойменных территориях рек Казанки и Волги, характеризуется своеобразным и богатым животным и растительным миром. Перспективы сохранения биоразнообразия в условиях увеличивающегося давления урбанизации связаны, в первую очередь, с сохранением существующих водоемов и околотовных экосистем, приданием юридического статуса, исключающего застройку пойменных участков и засыпку водных объектов.

В 2002-2015 гг. кафедрой природообустройства и водопользования КФУ были обследованы более 600 природных объектов. По данным исследований, в Казани могут быть рекомендованы в качестве ООПТ 60 природных объектов.

К территориям, которые могут рассматриваться как перспективные для создания ООПТ в г. Казани, относятся: водно-болотные угодья (ВБУ) р. Казанки у пос. Торфяной [4], ВБУ у Дворца единоборств [1], остров Центральный на р. Казанке, ВБУ р. Волги у пос. Займище, озера Подувалье, Шанхай, Комсомольское, Чайковые, Борисковская протока, Акинский и Белянкинский лесные массивы и др.

Одна из территорий, которые могут рассматриваться в качестве ООПТ федерального или регионального значения - водно-болотные угодья (ВБУ) Куйбышевского водохранилища в Зеленодольском районе РТ вблизи г. Казани (рис. 1). Территория включает острова, полуострова и мелководья; имеет высокую природную ценность, социальную значимость и может быть включена в число водно-болотных угодий России международного значения.

Согласно фондовым данным и полевым исследованиям 2014-2016 гг. кафедры природообустройства и водопользования КФУ, на территории обитают 39 видов животных и 11 видов растений, занесенных в Красную книгу РТ; 2 вида животных занесены в Красную книгу Российской Федерации (орлан-белохвост *Haliaeetus albicilla*; красотел пахучий *Calosoma sycophanta*). Также присутствуют виды Европейского красного списка и виды, занесенные в Список редких и уязвимых таксонов РТ [2].



Рис. 1. Генеральный план ООПТ «Водно-болотные угодья Займище» с зонированием территории (заповедная, особо охраняемая, рекреационная зоны, зона традиционного природопользования, зона восстановления).

Социальную значимость волжских ветландов наглядно показывает наличие местного сообщества граждан, с начала 2014 г. активно работающего в области обеспечения экологического законодательства на данной территории.

Для сохранения ВБУ «Займище» целесообразно придание статуса природного парка, охватывающего полуострова и острова, с включением участков акватории и протоков, общей площадью около 2000 га. Возможно создание национального парка большей площади, включающего также другие островные системы Зеленодольского и Верхнеуслонского районов РТ.

#### Литература

1. Ассанова Н.Ю., Зарипова Н.Р. Энтомофауна водно-болотных угодий реки Казанка в районе Дворца единоборств и моста Миллениум // Сб. трудов VII Международного конгресса «Чистая вода. Казань». - Казань, ООО «Новое знание», 2016, с. 80-84.
2. Ассанова Н.Ю., Мингазова Н.М., Рогова Т.В., Прохоров В.Е., Павлов Ю.И., Зарипова Н.Р., Палагушкина О.В., Деревенская О.Ю., Иванова В.М., Мухачев С.Г. Биоразнообразие мелководий и островов Куйбышевского водохранилища в районе пос. Октябрьский Зеленодольского района РТ // Сб. III Междунар. конгресса «Чистая вода», Казань: типогр. ООО «Куранты», 2015, с. 31-35.
3. Государственный реестр особо охраняемых природных территорий Республики Татарстан /Минэкологии РТ, АН РТ. – Казань: Идел-Пресс, 2007. – 408 с.
4. Мухачев С.Г., Вагапов Д.Р., Павлова О.С., Джамолов Ф.Б. Природные прибрежные территории центра Казани: проблемы охраны и перспективы рекреационного использования // Сб.матер. Междунар. научно-практ. конфер., посвящ. 15-летию реализации принципов Хартии Земли в Республике Татарстан. Казань, 2016, с. 172-178.
5. Развитие систем ООПТ в регионах России и сохранение биоразнообразия /Доклад зам. дир. Департамента государственной политики и регулирования в сфере охраны окружающей среды Минприроды РФ В.Б. Степаницкого // Калининград, 2016.
6. Файзрахманова Ю.И, Ассанова Н.Ю. Год водоохраных зон: от истоков к большой воде // Казань-Kazan, № 1. – Казань: Идел-Пресс, 2016. с. 12-23.

## **РОЛЬ ФИНАНСОВОГО СЕКТОРА В ОБЕСПЕЧЕНИИ ЦЕЛЕЙ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ**

Багаутдинова И.В., Токарева Г.Ф., Шалина О.И.

Уфимский государственный авиационный технический университет, Уфа,  
Россия, *sapfo79@mail.ru*

Концепция устойчивого развития (УР) в последнее время используется как синонимом благополучия жизни, однако осознание этого не приводит к действенным мерам. Для современной риторики межправительственных дискуссий характерны: размывание целей устойчивого развития, отсутствие четкой мотивации помощи слаборазвитым странам, недостаточная финансовая поддержка. В условиях мирового экономического спада, развитые страны сокращают денежные средства, направленные на решение целей устойчивого развития. В ближайшее время это может привести к появлению еще большего числа экологических катастроф и необратимых последствий. На практике глобальный кризис выражается в ухудшении качества среды обитания, истощении природных ресурсов, сокращении в мире общего уровня инвестиций в устойчивое развитие. На фоне потери доступ к международным банковским займам, выпуску облигаций, а также к иностранным инвестициям, снижаются возможности реализации целей устойчивого развития, угрожая политической и экономической стабильности развивающихся и развитых стран.

В виду этого, ключевой задачей, как мировой экономики, так и национальных экономик является поиск оптимальных путей финансирования целей устойчивого развития, достижение экологически и социально устойчивого экономического роста. Авторы приходят к мнению, что поиск новых путей развития необходимо связывать со стимулированием социально-эколого-ориентированных инвестиций.

Адресная инвестиционная политика позволит создать необходимую инфраструктуру для долгосрочного функционирования модели устойчивого развития и способствовать экономическому подъему. В этом контексте международные финансовые институты призваны стать основными локомотивами в осуществлении процесса устойчивого развития.

В докладе анализируются следующие ключевые моменты:

- представлен анализ современной модели финансирования реализации целей устойчивого развития на примере крупнейших международных институтов и выявлены причины, тормозящие ускорение процессов реализации концепции УР;

- представлен анализ мирового опыта использования новых подходов к финансированию целей УР и дана современная оценка деятельности российских финансовых посредников в контексте новых целей тысячелетия.

## **ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ РЕК ЧУВАШИИ ПО ФИТОПЛАНКТОНУ**

Бариева Ф.Ф.

Казанский (Приволжский) федеральный университет, Тат. отд. ГосНИОРХ  
г. Казань, Россия, 08081974@mail.ru

Исследования фитопланктона ряда водотоков на территории Чувашской Республики проводились в период с 2010 по 2016 гг. с целью изучения состава, структуры, функциональных характеристик и оценки качества воды на период исследований по общепринятым методикам. Сбор и обработка проб проведены по общепринятым гидробиологическим методикам.

В пробах фитопланктона отобранных в р. Рыкша, являющейся притоком р.Цивиль, впадающей в свою очередь в р.Волга, в вегетационный период 2012 г. было определено 29 таксонов водорослей рангом ниже рода, принадлежащих к шести отделам. По числу видов наиболее представлены отделы диатомовых и зеленых водорослей – по 31 % (по 10 видов), затем следовал отдел синезеленых - 18 % (6), эвгленовые – 12 % (4), динофитовые и криптофитовые – по 3 % (по 1 виду). Общая численность фитопланктона изменялась по станциям от 3025 т.кл./л (сентябрь) до 12897 т.кл./л (июнь). Значение общей биомассы фитопланктона колебалось от 2,674566 мг/л (июнь) до 7,4778 мг/л (сентябрь).

В пробах фитопланктона р. Кукшум, являющейся притоком р.Цивиль, впадающей в р.Волга, за вегетационный сезон 2011-2012 гг. было определено 33 таксона водорослей рангом ниже рода, принадлежащих к семи отделам. По числу видов наиболее представлен отдел диатомовых водорослей – 30% (10 видов), зеленые – 24 % (8), затем следовали эвгленовые – 18% (6), синезеленые – 12 % (4), золотистые, желто-зеленые и криптофитовые – по 3% (по 1 виду). Число видов по станциям менялось от 8 до 15 видов. Численность фитопланктона изменялась по станциям от 2912 т.кл./л до 35755,78 т.кл./л. Биомасса фитопланктона колебалась от 0,875672 мг/л до 21,074 мг/л.

В пробах фитопланктона отобранных на р. Аниш – приток р.Волга, за период 2010-2012 гг. было определено 58 таксонов водорослей рангом ниже рода, принадлежащих к семи отделам. По числу видов наиболее представлен отдел диатомовых водорослей – 23 вида (39 %), затем следует отдел зеленых водорослей – 18 (26 %), синезеленых и эвгленовых – 7 (12 %), динофитовых - 3 (5 %) золотистых – 2 (3 %) и желто-зеленых - 1 вид (2 %). Число видов по станци-

ям менялось от 2 до 10 видов. Общая численность фитопланктона изменялась от 12 т.кл./л (летом) до 6411,7 т.кл./л (осенью). Значение общей биомассы фитопланктона по станциям колебалась от 0,00441 мг/л (лето) до 9,33809463 мг/л (весна).

В пробах фитопланктона водотоков, относящихся к бассейну Чебоксарского водохранилища (р. Волга и 3 притока без названия), отобранных в 2010-2011 гг. был выявлен 81 таксон водорослей рангом ниже рода, принадлежащих к семи отделам. По числу видов наиболее представлен отдел диатомовых водорослей – 28 видов (34 %), затем следовали зеленые – 24 (29 %), эвгленовые - 10 (12 %), синезеленые – 8 (10 %), золотистых и желто-зеленых – по 4 вида (по 5 %), динофитовых – 3 вида (3 %). Численность фитопланктона изменялась от 13,3 т.кл./л (ручей б/н у сан. «Волжские зори», июнь) до 213556 т.кл./л (ручей б/н у сан. «Березка», август). Биомасса фитопланктона колебалась от 0,0058 мг/л (Чебоксарское водохранилище у ЗАО фирма «Чебоксарская керамика», октябрь) до 13,01 мг/л (ручей б/н у сан. «Березка», июнь).

В летний период 2012 г. в Куйбышевском водохранилище на участке Чебоксарской РГС было определено 16 таксонов водорослей рангом ниже рода, принадлежащих к четырем отделам. По числу видов наиболее представлен отдел диатомовых водорослей – 31 % (5 видов), затем следовали зеленые и синезеленые - 25 % (4), эвгленовые – 19 % (3 вида). Общая численность фитопланктона изменялась от 4006 т.кл./л до 8093,913 т.кл./л. По численности доминировал отдел синезеленых водорослей от 2112 тыс.кл./л до 4368,58 тыс.кл./л. Значение общей биомассы фитопланктона колебалось от 0,983109 мг/л до 4,9551 мг/л. В биомассе преобладали отдел эвгленовых - вид *Trachelomonas hispida* и отдел диатомовых - вид *Synedra ulna* (Nitzsch) Ehrb.

В фитопланктоне р. Кубня у с. Комсомольское отобранных весной - осенью 2010 г., всего было определено 50 таксонов водорослей рангом ниже рода, принадлежащих к пяти отделам. По числу видов наиболее представлены были отделы диатомовые – 19 видов (38 % от общего числа видов), зеленые – 17 (34 %), затем следовал отдел эвгленовые – 6 (12 %), синезеленые – 5 (10 %), динофитовые – 3 вида (6 %). Численность фитопланктона изменялась от 40,9025 т.кл./л (осень) до 142128 т.кл./л (лето). Биомасса фитопланктона колебалась от 0,0328 мг/л осенью до 82,31098 мг/л в летний период.

Флористическое разнообразие фитопланктона исследованных рек определяли диатомовые, зеленые и эвгленовые водоросли, формирующие основу видового состава в каждом водотоке. Для всех водотоков отмечена общепризнанная закономерность в структуре сообщества фитопланктона к преоблада-

нию представителей отдела диатомовых водорослей, характерная для текучих водных объектов по сравнению с озерными экосистемами.

Исследованные водотоки в основе являются мезотрофными и эвтрофными. Наиболее заметную роль в численность вносили цианопрокариоты и зеленые водоросли, в биомассу – диатомовые, динофитовые и эвгленовые водоросли.

По индексу видового разнообразия Шеннона все участки, во все периоды исследований, характеризуются разобщенным сообществом фитопланктона, условно «загрязненные». По индексу сапробности, в целом, водотоки соответствовали бетамезосапробной зоне с классом качества воды «удовлетворительной чистоты».

## **ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ГОСУДАРСТВА И БИЗНЕСА В РЕШЕНИИ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ ЭКОЛОГИЧЕСКИ НЕБЛАГОПРИЯТНЫХ ТЕРРИТОРИЙ: АНАЛИЗ СИТУАЦИИ И ВОЗМОЖНЫЕ ПУТИ РЕШЕНИЯ.**

Башкирова Н.Н.

Высшая Школа Государственного Аудита МГУ имени М.В. Ломоносова,  
Москва, Россия, *nadezhda.bashkirova@gmail.com*

Проблема загрязнения окружающей среды очень остро ощущается в современном мире. Из-за наличия большого количества промышленных комбинатов и предприятий загрязняются как отдельные компоненты, так и экосистемы в целом, что не может не сказаться на глобальном уровне – состоянии биосферы. Принять кардинальные меры в виде закрытия подобных объектов невозможно, так как многие предприятия имеют стратегический характер или являются градообразующими.

Распоряжением Правительства РФ от 29.07.2014 N 1398-р утвержден список моногородов с риском ухудшения социально-экономического положения. Моногород – населенный пункт, экономическая деятельность в котором тесно связана с единственным предприятием или группой тесно интегрированных между собой предприятий. Население моногородов замкнуто на деятельность градообразующего предприятия, при этом альтернативная возможности занятости населения практически отсутствует. Особенно незащищенным в социально – экономическом аспекте является население моногородов, расположенных в холодном секторе Евразии, что обусловлено не только безальтернативностью занятости населения, но и тем фактом, что экосистемы данных регионов являются одними из наиболее уязвимых по отношению к внешнему воздействию.



Добыча и переработка полезных ископаемых обуславливают техногенно инициированное воздействие на окружающую среду, что неизбежно сказывается на здоровье проживающего здесь населения.

В подобной ситуации продуктами питания и дополнительным источником дохода населения являются в том числе грибы, ягоды, лечебные травы, которые собирают в относительном отдалении от предприятия, но тем не менее, на подверженной влиянию предприятия (аэральное загрязнение) территории. При этом, как правило, отсутствует контроль за содержанием загрязнителей в продуктах. Специфика загрязнений не позволяет использовать прямые методы утилизации негативного воздействия на экосистемы. Теоретически устранение последствий загрязнений возможно посредством проведения: а) ремедиации почв, воды или воздуха или б) рекультивации земель. Однако применение ремедиации технически практически невозможно на больших площадях; рекультивация земель, особенно в холодном секторе Евразии, сопряжена со значительными финансовыми вложениями.

Проанализированы различные методы и инструменты, с помощью которых возможно найти решение проблем экологически неблагоприятных территорий:

1. Прямые методы финансирования: предоставление государством дотаций предприятиям с целью проведение реконструкции и внедрения экологически щадящих технологий, либо компенсация расходов предприятия на ремедиацию и рекультивацию. Дана оценка результативности применения прямых методов.

2. Косвенные методы, в том числе применение налогового рычага посредством использования фискальной и стимулирующей функций налогов. Проведен сравнительный анализ российского и международного опыта, выявлены лучшие налоговые практики, используемые для решения экологических проблем.

3. Исследованы направления стимулирования инвестиций бизнеса на инновации в технологии экологически безопасного производства и решение проблемы нейтрализации эффекта загрязнения окружающей среды.

4. Развитие государственно-частного партнерства при организации мониторинга состояния окружающей среды и развитие научной базы, что позволяет опосредованно не только решать вопросы экологической безопасности, но и решать проблемы занятости населения, социальной стабильности и экономической безопасности региона.

## РОЛЬ ЗЕЛЕННЫХ ИННОВАЦИЙ В НАЦИОНАЛЬНОЙ ИННОВАЦИОННОЙ СИСТЕМЕ РОССИИ

Дегтярева И.В., Макаева Л.И., Багаутдинова И.В.

Уфимский государственный авиационный технический университет, Уфа,  
Россия, *makaeva\_liana@mail.ru*

В современных условиях основой устойчивого развития экономики являются уровень развития национальной инновационной системы (НИС). Особую роль в последние годы начинают играть так называемые «зеленые» инновации или экоинновации, направленные на формирование положительного экономического и экологического эффекта.

Для России экологическое измерение экономики сегодня является особенно важным в силу трех причин.

Во-первых, планетарные экологические проблемы все острее начинают проявляться в различных регионах России: объемы ущерба от экологических катастроф уже сейчас близки к 3-5% валового национального продукта, а их ежегодный рост составляет 10-15%. Данная ситуация приведет к тому, что в ближайшие годы экономика России окажется не в состоянии восполнять такие потери.

Во-вторых, российская экономика сегодня нуждается в качественном экономическом росте, основанном на диверсификации и модернизации. Экология становится как доминантой инновационного развития, так и способом реализации инноваций. Нарастание экологических проблем и экономические последствия природных катастроф заставляют менять вектор развития экономики, результатом чего становится создание рынка экологических товаров. Инновации для России сегодня означают, что среди прочего, наша страна должна специализироваться на производстве экологических товаров, ориентированных как на внутренний, так и на внешний рынки.

В-третьих, экологическая проблематика в России является точкой консолидации гражданского общества и цивилизационной демократии.

Таким образом, разумное использование экоинноваций является современным, надежным и в то же время очень результативным инструментом, который содействует повышению экономического благосостояния страны и уровня конкурентоспособности в целом.

В докладе анализируются следующие основные моменты: представлена динамика экоинновационного развития России; представлены способы стимулирования экоинновации; представлены механизмы встраивания экоинноваций в НИС.

## ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ СООБЩЕСТВ ГИДРОБИОНТОВ ОЗЕРА ЛЕБЯЖЬЕ (Г.КАЗАНЬ) ДЛЯ ОБОСНОВАНИЯ МЕРОПРИЯТИЙ ПО ЭКОРЕАБИЛИТАЦИИ

Деревенская О.Ю., Уразаева Н.А.

Казанский (Приволжский) федеральный университет, Казань, Россия

*oderevenskaya@mail.ru*

Озеро Лебяжье расположено в городском лесопарке «Лебяжье» (г. Казань), который имеет статус охраняемой природной территории. Ранее озеро Лебяжье состояло из 4 водоемов. Но в данное время осталось только одно озеро – Малое Лебяжье, так как остальные озера высохли из-за сокращения территории водосбора озера и неудачно выполненных гидротехнических мероприятий. Озеро и лесопарк являются местом отдыха горожан, поэтому имеют большое рекреационное значение. Поэтому исследование состояния сообществ гидробионтов и контроль качества воды в озере являются актуальными, особенно в связи с тем, что в настоящее время разрабатывается проект экореконструкции озера.

Цель работы - оценка экологического состояния оз. Лебяжье по зоопланктону и зообентосу для обоснования мероприятий по восстановлению водоема.

Материалами для исследования послужили пробы зоопланктона и зообентоса, отобранные на оз. Лебяжье в течение вегетационного периода 2015-2016 гг. Пробы зоопланктона отбирали процеживанием 50 л воды через сеть Апштейна. Фиксация осуществлялась 40% раствором формалина. Камеральная обработка проводилась по общепринятым гидробиологическим методикам. Биомассу рассчитывали по степенным уравнениям, связывающим длину организмов с их массой. Пробы зообентоса отбирали на 1-4 станциях площадью 20x20 см при помощи бентосной сети, биомассу находили путем взвешивания. Периодичность отбора проб – один раз в 10-14 дней на протяжении вегетационного периода.

За два года исследований в озере было обнаружено 58 видов зоопланктона (48 видов в 2015 и 45 видов в 2016 годах). На протяжении двух лет исследований видом - доминантом являлась *Asplanchna priodonta*. Виды, доминировавшие в 2015 году (*Chydorus sphaericus*, *Keratella cochlearis*) стали субдоминантами. В 2016 г. оз. Малое Лебяжье очень сильно обмелело, в связи с поломкой насосов для подачи воды в озеро. Этот факт, а также последовавшее за этим увеличение температуры воды привело к доминированию таких видов как *Brachionus calyciflorus*, *Brachionus diversicornis*. Видовое богатство зоопланктона в 2016 г. снизилось.

В 2015-2016 гг. пики численности зоопланктона отмечались в мае, основной вклад внесли коловратки. Наименьшая численность зоопланктона отмечалась в июне. Пик биомассы в 2015 г. наблюдался в мае, складывался за счет биомасс *Rotifera*, в 2016 году наибольшая биомасса отмечалась в августе, основной вклад в который вносили *Copepoda*. По средним значениям биомассы в 2015 и 2016 гг. (0,11 г/куб. м и 0,059 г/куб. м соответственно) водоем соответствует  $\alpha$ -олиготрофному типу (по классификации С.П. Китаева).

Значения индекса Шеннона на протяжении периода исследований были относительно высоки. Среднее за два года значение индекса (2,6) соответствовало олиготрофному типу водоема. Среднее значение индекса Симпсона за два года исследований составило 0,76, указывает на преобладание отдельных видов зоопланктона. Среднее значение индекса сапробности за период исследований равно 1,62. Это соответствует  $\beta$ -мезосапробной зоне и указывает на умеренное загрязнение водоема. Вода озера относится к 3 классу качества воды.

Значения биомасс зоопланктона на протяжении периода исследований были низкими. Значения показателей сообщества зоопланктона указывает на то, что на протяжении двух лет оз. Малое Лебяжье находится в напряженной экологической ситуации.

Бентосные организмы были представлены семью таксонами. Основу численности и биомассы донного населения формировали личинки хирономид. При оценивании качества воды по показателям зообентоса нами был использован индекс Вудивисса, средние значения которого составили 1,56.

Нарушение структуры сообществ зоопланктона и зообентоса может быть связано с неблагоприятным химическим составом воды и колебанием ее уровня. Чтобы решить эту проблему необходимо провести ряд мероприятий по эко-реабилитации. Необходимо восстановить водупорный слой, пополнять озеро водой из карьера в пос. Юдино, провести благоустройство прилегающей к озеру территории.

## **ПРИМЕНЕНИЕ "ЗЕЛЕННЫХ" ТЕХНОЛОГИЙ В ПРОИЗВОДСТВЕ МИНЕРАЛОВАТНОЙ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИИ**

Дроздук Т.А., Фролова М.А., Айзенштадт А.М., Махова Т.А.

Северный (Арктический) федеральный университет имени М.В. Ломоносова, Архангельск, Россия

*t.drozdyuk@narfu.ru*

В настоящее время в строительной индустрии все чаще принимаются инновационные решения, основанные на концепции «зеленой» экономики и «зе-

ленного» строительства. Примеров реализации таких решений достаточно много, поскольку в развитых странах уже больше 20 лет реализуются идеи зеленого строительства.

«Зеленые» технологии – это инновации, в основе которых лежат принципы устойчивого развития и повторного использования ресурсов. Общий подход предполагает достижение главной цели — снижения негативного воздействия на окружающую среду, преимущественно за счет уменьшения количества отходов, повышения энергоэффективности, сокращение объема невозобновляемых ресурсов и т.п. [1, 2].

В большинстве случаев строительство зданий и сооружений не обходится без теплоизолирующих материалов. Наиболее часто встречающимися и эффективными материалами, сочетающими высокие теплоизоляционные и эксплуатационные характеристики, являются минераловатные теплоизоляционные плиты и маты, доля которых составляет 65 % от общего объема теплоизоляции в России. Однако, утеплители на основе минеральной ваты, обладая отличными тепло- и звукоизоляционными свойствами, химической стойкостью, имеют в своем составе в качестве связующего материала термоотверждаемые формальдегидные или меламинформальдегидную смолы. Эти соединения в течение длительного времени эксплуатации выделяют в окружающую среду свободный формальдегид, фенол, которые являются высокотоксичными, канцерогенными веществами. При производстве жестких минераловатных плит расход связующего может превышать 10 % от массы изделия, что приводит к горючести таких изделий. Кроме того, использование при производстве минераловатных плит и матов органического связующего делает данный материал подверженным старению и окислительной деструкции.

Ранее в работах [3, 4] нами была показана возможность использования в качестве связующего для минераловатной теплоизоляции многотоннажного экологически безвредного отхода горнодобывающих предприятий Архангельской области. Таким отходом являлся сапонит-содержащий материал (ССМ), выделенный из суспензии оборотной воды, получаемой в процессе обогащения кимберлитовых руд месторождения алмазов имени М.В. Ломоносова. В результате этих исследований был получен опытный образец минераловатной теплоизоляции с использованием связующего на основе ССМ, испытания которого показали, что материал обладает хорошей теплоизолирующей способностью, является экологически безвредным, не подвергается окислительной деструкции и не разрушается при воздействии высоких температур.

Кроме хороших теплоизоляционных свойств теплоизоляционный материал должен обладать и механической прочностью для более расширенной области применения. Поэтому важной физико-химической характеристикой теплоизоляции, влияющей на эксплуатационные свойства материала, является прочность связей на границе раздела фаз минерального композита, которая обеспечивается количественным сочетанием составляющих минеральных компонентов. Таким образом, целью данных исследований являлось получение теплоизоляционного композита на основе ССМ и базальтовых волокон и определение возможной функциональной взаимосвязи между прочностными характеристиками композита и его теплопроводящей способностью при различном содержании компонентов смеси.

Опытные образцы теплоизоляционного композита (базальтовые волокна – сапонит-содержащий материал) изготавливались следующим образом. Предварительно ССМ доводили до постоянной массы. Далее проводили измельчение ССМ до размера частиц порядка 1-2 мкм на планетарной шаровой мельнице РМ 100, применяя сухой способ механического диспергирования. Образцы композитного материала изготавливались с помощью роторной мешалки. В водные суспензии сапонит-содержащего материала порционно добавлялись базальтовые волокна со средним диаметром 3-7 мкм, полученные смеси тщательно перемешивались до однородной массы. Таким образом, сырьевая смесь для изготовления теплоизоляции содержала в качестве связующего ССМ, а в качестве волокнистого заполнителя – базальтовые волокна. Затем смеси укладывались в формы необходимых для проведения испытаний размеров и высушивались в сушильном шкафу до постоянной массы. Для проведения испытаний были получены пять образцов, содержание ССМ в которых изменялось в диапазоне от 7,5 до 25% по массе сухого вещества. Определение теплопроводности и прочности на сжатие анализируемых проб композита проводили по стандартным методикам (ГОСТ 17177 – 94, ГОСТ 30256 – 94, ГОСТ10180-2012).

Результаты испытаний показали, что в зависимости от состава композитов (С – содержание ССМ, %) коэффициент теплопроводности ( $\lambda$ ) меняется от 0,1109 и до 0,1342 Вт/(м·К), а прочность на сжатие (Р) - от 0,45 до 0,93 МПа. Были получены математические зависимости коэффициент теплопроводности и прочности от состава композита, которые характеризуются следующими линейными уравнениями:

$$\lambda = 1,1 \cdot 10^{-3} C + 0,10 \quad (1)$$

$$P = 3,1 \cdot 10^{-2} C + 0,19 \quad (2)$$

Коэффициент достоверности аппроксимации  $R^2$  для уравнений (1) и (2) равны 0,88 и 0,85 соответственно. Полученные данные показали, что с увеличением содержания ССМ теплоизолирующая способность композита уменьшается, а прочность на сжатие увеличивается.

Таким образом, по теплоизолирующим и прочностным характеристикам опытные образцы сопоставимы с газо- и пеноблоками, а регулируя процентное соотношение компонентов можно получать композиты с требуемыми эксплуатационными характеристиками. Кроме того, следует отметить, что материал экологически безвреден, и использование ССМ будет способствовать эффективному решению экологических проблем освоения месторождения им. М.В. Ломоносова.

#### Литература

1. Бродач М.Г. – Рынок «зеленого» строительства России // Здания высоких технологий. 2013. № 1. С. 18-29
2. Беляков С. И., Капусткина А. В. Концепция экодевелопмента и практические аспекты ее применения в России //Недвижимость: экономика, управление. – 2013. Т. 1. С. 43-45.
3. Дроздук Т.А., Айзенштадт А.М., Тутыгин А.С., Фролова М.А.. Неорганическое связующее для минераловатной теплоизоляции // Строительные материалы. 2015. № 5. С. 86–89.
4. Дроздук Т.А., Айзенштадт А.М., Фролова М.А., Носуля А.А. Оценка активности минерального связующего на основе сапонит-содержащего материала.//Строительные материалы, 2016, №9, с. 76-79.

## **ПРОБЛЕМЫ ФОРМИРОВАНИЯ И СОХРАНЕНИЯ ЗЕЛЕННОГО КАРКАСА ГОРОДА-СПУТНИКА (НА ПРИМЕРЕ Г.ЗЕЛЕНОДОЛЬСКА)**

Закирова Ю.А., Хуснутдинова С.Р.

Казанский государственный архитектурно-строительный университет,  
г. Казань, Россия, jzakirova@gmail.com

Сегодня аспекты городского озеленения рассматриваются не только в контексте экологических проблем городов, но и тесно взаимопроникают в социальные и экономические вызовы нового времени.

Территориально городские зеленые зоны складываются из городских лесопарков или лесных массивов, центральных парков или парков интенсивного и менее интенсивного пользования, культурно-исторических и усадебных парков, объектов природного наследия, дворов школ и детских садов, больничных садов, общественно-спортивных парков и стадионов, зеленых территорий жилых массивов, городских площадей и скверов, озеленения пляжей, кладбищ, линейных насаждений улиц, аллей, дорожек, вдоль рек, дорог и других объектов, зеленых буферных зон.

В тоже время, значительная доля городских озелененных территорий несет на себе или сопутствует социальным функциям, поэтому наиболее близкими и полно отражающими содержание понятия «зеленый каркас» являются термины природно-рекреационный или экологический каркас урбанизированных территорий.

В настоящее время, в условиях постоянной конкуренции муниципалитетов за человеческий капитал, для городской администрации проблемы формирования и сохранения зеленого каркаса выходят на первый план. Как показывает практика, сегодня это во многом актуально для малых городов, в которых индустриальный характер социально-экономического развития пока еще остается приоритетным и соответственно экологические вопросы стоят довольно остро.

Город Зеленодольск относится к категории малых городов. Население в настоящее время составляет 98 763 человек, площадь территории города составляет 37,73 кв. км. Ключевыми характеристиками города, которые иллюстрируют, влияют, определяют его социально-экономическое развитие и как следствие пространственное являются два аспекта. Первый - Зеленодольск является классическим городом-спутником моноцентрической Казанской агломерации, что накладывает определенные риски и одновременно возможности развития города. Второй аспект – г. Зеленодольск, распоряжением Правительства РФ от 29.07.2014 N 1398-р (ред. от 13.05.2016) «Об утверждении перечня моногородов», включен в список моногородов Российской Федерации с наиболее сложным социально-экономическим положением.

С 1958 года город Зеленодольск выполняет функции административного центра Зеленодольского района. Зеленодольский муниципальный район занимает уникальное для Республики Татарстана ландшафтно-географическое положение – на двух берегах р. Волги (общая площадь – 1396 кв. км) и обладает значительным потенциалом с точки зрения природно-экологических ресурсов - Волжско-Камский биосферный заповедник, исторический памятник природы «Ансамбль Раифской пустыни», Свяжский историко-архитектурный и природно-ландшафтный комплекс. Согласно Схеме территориального развития (ГУП «Татинвестгражданпроект», 2010г.) в Зеленодольском районе площадь лесов, выполняющих лесохозяйственную и лесопарковую функции, составляет 25048 га, из них лесопарковая часть – 13152 га, что составляет 27% всех лесопарковых лесов пригородной зоны г. Казани. Вся лесопарковая часть зеленых зон городов сосредоточена в северной части района, вокруг г. Зеленодольска, п.г.т. Васильево и г. Казани, формируя своего рода зеленый пояс.



Неоспоримым преимуществом непосредственно города является сочетание прибрежного положения на р. Волга (согласно «Стратегии РТ-2030» значительная часть Зеленодольского муниципального района и сам город Зеленодольск входят в эко-зону «Волжско-Камский поток») и сохранившегося зеленого каркаса и значительных площадей зеленых насаждений. Согласно Генеральному плану города современная обеспеченность зелеными насаждениями на территории г. Зеленодольска составляет 329,64 га, из них: озелененная территория общего пользования - 129,98 га; озелененная территория специального назначения - 173,88 га; озелененная территория ограниченного пользования - 25,78 га.

В настоящее время площадь озелененных территорий общего пользования города составляет 13,1 м<sup>2</sup> /чел, что соответствует установленным требованиям не менее 7 м<sup>2</sup> /чел для средних городов. После реализации мероприятий генерального плана г. Зеленодольска лесопарковые и парковые территории города должны составить более 340 га.

Однако, есть ряд ограничений в плане городской планировочной структуры – выходы к берегу Волге в значительной степени перекрыты градообразующими и сопутствующими промышленными предприятиями (ФГУП Производственное объединение «Завод им.Серго», ОАО «Зеленодольский завод имени Горького, ЗАО работников (Народное предприятие) «Поволжский фанерно-мебельный комбинат» и пр.), практически отсутствует речная навигация, в т.ч. сообщение с противоположным берегом Волги. Все эти факторы являются нераскрытыми на сегодняшний день потенциальными направлениями активного развития города.

Актуальными аспектами формирования зеленого каркаса становятся потребности населения города в сохранении зеленых насаждений, явный дисбаланс в обеспечении рекреационно-общественными пространствами центрального и восточного жилых районов, а также организации возможностей отдыха в природных условиях.

Зеленодольск может стать городом принимающим на выходные дни жителей центра агломерации – Казани, испытывающей значительный дефицит озелененных площадей, при условии соответствующей организации отдыха и предоставления услуг для проведения свободного времени.

Еще одним сегментом потребителей рекреационно-природных услуг зеленого каркаса Зеленодольска могут стать туристы, т.к. одним из популярных направлений для путешествий можно назвать «туристский луч» от Казани до Раифы, п.г.т. Васильево, остров-града Свияжска.

В целом, формирование зеленого каркаса в городе позволит сохранить и частично восстановить утраченные компоненты природной среды, повысить биоразнообразие городской среды, улучшить качество среды, привлечь частные инвестиции для развития городской инфраструктуры (спортивные объекты, зоны досуга и отдыха), увеличить поток туристов.

## **РЕПРОДУКТИВНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ БОБОВЫХ РАСТЕНИЙ КАК ХАРАКТЕРИСТИКА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ УРБОТЕРРИТОРИЙ**

Замалетдинов Р.И.<sup>1</sup>, Окулова С.М.<sup>2</sup>, Гаврилова Е.А.<sup>1</sup>, Захватова А.А.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Казанский (Приволжский) федеральный университет, г.Казань, Россия,

<sup>2</sup>Институт экологии природных систем АН РТ, г.Казань, Россия,

i.ricinus@rambler.ru

Процесс урбанизации приводит к изменениям биологии каждого вида. Для более детального изучения происходящих процессов необходимо проведение систематичных мониторинговых исследований. Воспроизводство – одна из центральных функций живого организма. Вероятность оставления потомства можно рассматривать как свойство адаптивности [1]. В большинстве исследований показано ухудшение параметров генеративной сферы под влиянием антропогенной трансформации среды обитания.

В настоящем сообщении приводятся некоторые результаты мониторинга репродуктивных параметров некоторых видов бобовых в условиях урбанизированных территорий на примере г. Казани. Материал для данной статьи был собран на территории г. Казани в период 2000-2015 гг. Оценка репродуктивных параметров проводилась по следующим показателям: 1. Потенциальная плодовитость. 2. Семяпочки. 3. Недоразвитые семена. 4. Фактическая плодовитость.

Показатель потенциальной плодовитости включает в себя сумму показателей 2-4. Семяпочки (семязачатки) представляют собой прекратившие свое развитие на ранних стадиях семена. Недоразвитые семена представляют собой семена, которые прекратили свое развитие на более поздних стадиях. Фактическая плодовитость – это полностью развитые семена. Иными словами фактическую плодовитость можно представить в виде выражения потенциальная плодовитость – семяпочки – недоразвитые семена = фактическая плодовитость.

Объектами исследования были следующие виды растений: чина лесная, чина луговая, чина весенняя, карагана древовидная, горошек мышиный, горошек заборный.

Градиент антропогенного пресса в условиях города нами был составлен на основе функционального зонирования территории города. В пределах г. Казани нами выделены 4 основные зоны [2,3]: I – промышленная зона города; II зона – зона многоэтажной застройки; III – зона малоэтажной застройки; IV – зона города.

Согласно полученным данным, с ростом градиента урбанизации наблюдается повышение потенциальной плодовитости. Это соответствует общей тенденции, которая была ранее описана в литературе. Фактически это означает, что в условиях урбанизации у бобовых сформировался адаптивный механизм по обеспечению эффективности семенного размножения.

Согласно полученным данным, в целом наблюдается тенденция к снижению фактической плодовитости с ростом градиента урбанизации. Подобная тенденция выявлена для всех видов.

Для *Caragana arborescens* было выявлено высокие значения потенциальной плодовитости, а также высокий уровень гибели на всех уровнях развития.

В целом наблюдается тенденция роста величины гибели на ранних стадиях развития (семяпочки) для популяций, произрастающих в условиях интенсивного антропогенного пресса. Большая гибель на более поздних стадиях развития (недоразвитые семена) более характерна для популяций, произрастающих в менее трансформированных местообитаниях.

Таким образом, сравнительные исследования изменений, происходящих в популяциях живых организмов из биотопов, в разной степени подверженных антропогенному воздействию, перспективны в теоретическом (эволюционном) и прикладном аспектах: с одной стороны, для изучения микроэволюционных процессов в условиях разнохарактерного антропогенного воздействия. С другой стороны, регистрируемые особенности организмов могут быть использованы для биоиндикации и мониторинга экосистем [4].

#### Литература

1. Сапунов В.Б. Количественная оценка пределов внутривидовой изменчивости // Журн. общ. биол. 1986. т. 47. № 6. – С.790-798.
2. Замалетдинов Р.И. Экология земноводных в условиях большого города (на примере г. Казани). Автореф. дис... канд. биол. наук. – Казань, 2003. – 24 с.
3. Хайрутдинов И.З. Экология рептилий урбанизированных территорий:(на примере г. Казани): автореферат дис... канд. биол. наук. –Казань, 2010. – 24 с.
4. Окулова С.М. 3.1.3. Репродуктивная характеристика городских популяций растений (на примере бобовых) // Экология города Казани. –Казань: ФЭН, 2005. – С. 171-176.

## ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ РЕКРЕАЦИОННЫХ ТЕРРИТОРИЙ ОЗЕР МАРЬИНО И ХАРОВОЕ

Зарипова Н.Р., Гайнуллина А.Ф.

Казанский федеральный университет, Казань, Россия

gut\_medi@mail.ru

Места отдыха на свежем воздухе в черте города имеют большое социальное значение. Наличие в городе благоустроенных водоемов с развитой озелененной территорией отражается на качестве жизни населения.

Экопарк Оз. Марьино, сквер оз. Харовое располагаются на месте прежнего бывшего обширного Кизического болота. Озера являются остатком водно-болотных угодий в пойме р. Казанки. По результатам исследований в 2006 г. Лабораторией оптимизации водных экосистем КФУ озеро Марьино вошло в Водный реестр РФ, для озер были разработаны экологические паспорта.

Озеро Марьино расположено между ул. Бондаренко и Короленко, у здания администрации. С 2004 г. на территории вблизи озера проводятся строительные работы, начавшиеся с засыпки около  $\frac{1}{4}$  части озера. В 2014 г. произведено благоустройство озера с созданием сквера типа экопарка (создание биоплато, дорожек из камней, озеленение, установка информационных щитов, аэрация воды и др.). При исследовании озера Марьино и прибрежной его территории было выявлено 76 видов, входящих в 31 семейство. В водоеме развито сообщество гидрофитов, ярус с плавающими листьями: *Lemna minor* L., *Potamogeton natans* L. Ярус с полупогруженными листьями: *Persicaria amphibia* (L.) S.F. Gray, *Lemna trisulca* L. Ярус погруженной растительности: *Ceratophyllum submersum* L., *Potamogeton pectinatus* L. Сосудистые макрофиты произрастают свободно, в период чрезмерного эвтрофирования затеняются нитчатками водорослями. Вдоль береговой линии, тянется пояс гелофитов и гигрогелофитов, в котором доминируют *Typha angustifolia* L., *Eleocharis palustris* (L.) Roem. et Schult. и *Carex pseudocyperus* L. Растительный покров после укрепления склонов восстановился, увеличилось количество видов.

Озеро Харовое расположено центральной части г. Казани, между улицами Ф. Яруллина и М. Вахитова. В 2012 г. решением Казанской городской Думы западная часть переводилась из рекреационно-ландшафтной (РЗ) в зону обслуживания населения (Д2) с планированием строительства. При исследовании кафедры Природообустройства и водопользования КФУ в 2012 г. было рекомендовано «в экологическом и социальном отношении наиболее правильным управленческим решением для данной территории и оптимизации среды района является сохранение существующей зеленой зоны с созданием сквера около

озера Харовое и переводом территории в зону РЗ». В 2013-2014 гг. образован сквер: произведено благоустройство озера, с созданием спортивной и детской площадок, установкой информационных щитов о ценности озера.

При исследовании озера Харовое и прибрежной его территории было выявлено 48 видов, входящих в 23 семейства. В озере развивается сообщество гидрофитов, ярус с плавающими листьями: *Lemna minor* L., ярус с полупогруженными листьями: *Persicaria amphibia* (L.) S.F. Gray, *Lemna trisulca* L. Ярус погруженной растительности: *Ceratophyllum submersum* L., *Potamogeton pectinatus* L. Из водных сообществ выпал вид *Chara vulgaris* L. Em Wallroth - хара обыкновенная, отмечаемый до 2012 г., вероятно, вследствие эвтрофирования и зарастания озера роголистником. В сформированном густом поясе гелофитов доминантом является *Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steud. В образовании пояса принимают участие еще 3 гелофита. На выступе берега озера Харовое выявлены единичные заросли *Phragmites altissimus* (Benth.) Mabilie.

Проведен анализ по структуре адвентивного и рудерального компонентов. На территории экопарка оз. Марьино выявлено 5 видов-адвентов: *Conyza canadensis* (L.) Crong. - кенофит, ксенофит, агриофит; *Juncus tenuis* Willd. - кенофит, ксенофит, колонофит; *Kochia scoparia* (L.) Schrad. - кенофит, ксенофит, эпикофит; *Xanthum strumarium* L. - кенофит, ксенофит, эпикофит; *Phacelia tanacetifolia* Benth. - кенофит, эргазиофит, эфемерофит. Такое количество адвентивных видов соответствует силе антропогенного воздействия на территорию оз. Марьино и показывает на значительную антропогенную трансформацию. Анализ адвентивной флоры по времени заноса показал преобладание адвентивной группы кенофитов. Большая часть из кенофитов натурализовалась во вторичных местообитаниях и продолжает расселяться (эпикофиты). По способу заноса преобладают ксенофиты. Рудеральный компонент составляет 31,6% (24 вида). Для территории оз. Харовое выявлен один адвентивный вид - *Phragmites altissimus*, является колонофитом, не натурализовался. Рудеральный компонент составляет 33%. Показания рудерального компонента отражают урбанизацию территории, антропогенное воздействие, использование водных объектов в качестве рекреационной территории. Около 70 % видов не являются заносными, они характерны для природной территории.

Для выявления антропогенного воздействия определена засоренность по 5-балльной шкале, для сквера оз. Харовое эти значения оказались больше (по 3 и 4 балла соответственно), чем в экопарке Марьино (по 2 и 1 балла). Коэффициент вытаптывания (нарушенность и сминание) травяного покрова в сквере оз. Харовое в 6,5 раз больше, чем в экопарке оз. Марьино.

Положительные изменения для развития растительности выражаются в виде отсутствия оголенных склонов, укрепления склонов, создания дорожек и уменьшения хаотичных троп, увеличилось количество видов коренных сообществ (экопарк Марьино). Отрицательное влияние благоустройства: возросло число посетителей, по-прежнему сохраняется хаотичное вытаптывание и места костров (сквер Харовое).

Облагораживание водоемов и прилегающей территории создает защиту от захламления, засыпки и даже от уничтожения водного объекта. При грамотно спланированном благоустройстве дорожно-тропиночная сеть позволяет минимизировать влияние рекреации на травяной покров. Восприятие водоема в качестве облагороженной территории предотвращает проявление «дикого туризма» и вандализма в качестве разведения костров, разбрасывания мусора, выламывания веток, образования хаотичных троп.

## **ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ ТЕРРИТОРИЙ СРЕДНИХ И МАЛЫХ ГОРОДОВ ЮГА ДАЛЬНЕГО ВОСТОКА (НА ПРИМЕРЕ г. БИРОБИДЖАНА)**

Калманова В.Б.

ФГБУН Институт комплексного анализа региональных проблем ДВО РАН,  
г. Биробиджан, Россия  
*kalmanova@yandex.ru*

В настоящее время в России 73% населения сосредоточено в городах. Рост городов, как правило, ведет к экологическому неблагополучию, которое является результатом многочисленных взаимосвязанных проблем. Определенный «вклад» в их возникновение, наряду с состоянием природной среды и развитием природных процессов, вносит и территориальная организация города. Экологическое планирование любой территории является важнейшим элементом ее организации, определяющим стратегию развития [1].

Реализация господствующей в градостроительстве концепции «равномерного размещения», которая получила большое распространение в 60-х годах, способствовала искусственному сдерживанию роста больших городов, развитию городов средних и малых, зачастую не располагавших для этого необходимыми ресурсами [2]. Специфика российских процессов урбанизации, особенности развития малых и средних городов обусловили в них ряд своеобразных проявлений антропогенного воздействия.

Дальний Восток (ДВ) один из самых урбанизированных регионов РФ, в связи с природными особенностями территории 70-80% населения сосредото-

чено в городах, 90% из которых относятся к категории средних и малых. Техногенная загрязненность городов ДВ не позволяет определить подавляющую часть их территории как благоприятную для проживания человека [3].

Среди городов ДВ Биробиджан выбран в качестве модельной территории для проведения исследования, так как он относится к категории средних городов ДВ с выраженной полифункциональной структурой, где экологическая обстановка осложняется накоплением отрицательных последствий непродуманной урбанизации. В отличие от других городов ДВ, Биробиджан обладает достаточным количеством зеленых насаждений (21%), открытых пространств (60,8%) и свободных зон (51%), которые относятся к потенциальным резервным территориям экологического планирования. Итогом и моделью данного вида планирования является формирование экологического каркаса городской территории (ЭКГТ), которому должно предшествовать эколого-функциональное зонирование.

Перспективными для совершенствования структуры территориального экологического планирования, прежде всего, являются открытые и свободные пространства, которые включают территории, покрытые зелеными насаждениями всех видов пользования, а также пустыри, свалки, выработанные карьеры, огороды и т.д. Это пространство плохо организовано.

Эколого-функциональное зонирование Биробиджана позволило установить значимость экологических (средоформирующих и средостабилизирующих) свойств отдельных участков городской территории и выявить наиболее уязвимые площади (7,1 % от общей площади города), нуждающиеся в стабилизации.

Улучшение состояния городской среды возможно на основании экологического планирования территории, представленного ЭКГТ.

#### Литература

1. Нарбут Н.А. К вопросу об экологическом планировании городской территории // Вестник РУДН. Серия экология и безопасность жизнедеятельности, 2008, № 4, С. 29-35.
2. Мирзеханова З.Г., Нарбут Н.А. Экологические основы организации городских территорий (на примере Хабаровска) // Тихоокеанская геология, 2013, Т.32, № 4, С. 111-120.
3. Калманова В.Б. Общие свойства и особенности урбанизированных территорий // Региональные проблемы, 2011. Т. 14, № 1. С. 38-41.

## **ВОДООБЕСПЕЧЕННОСТЬ ГОРОДОВ АБХАЗИИ В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ**

Кильмаматова Э.И.<sup>1</sup>, Дбар Р.С.<sup>2</sup>, Мингазова Н.М.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Казанский (Приволжский) федеральный университет, г. Казань, Россия

<sup>2</sup>Институт экологии Академии наук Абхазии,

г. Сухум, Республика Абхазия

elinakilmamatova@gmail.com

Республика Абхазия (РА) располагается в северо-западной части южного склона Главного Кавказского хребта, на северо-восточном побережье Чёрного моря. По водообеспеченности Абхазия занимает одно из первых мест в мире: на 1 кв. км территории приходится более 1,7 млн.м<sup>3</sup> речного стока в год. Общая длина 120 рек - более 5 тыс. км. Годовой сток рек Абхазии оценивается в 13 куб.км, что составляет около 6% стока водотоков, поступающих в Чёрное море. Суммарная мощность рек Абхазии, составляет 3,55 млн. квт, что соответствует годовой энергии в 31 млрд. кВт-часов. Насыщенность гидроэнергией территории (3,63 млн. кВт-часов на 1 км<sup>2</sup> территории) является одной из наиболее высоких в мире.

Наиболее крупными реками Абхазии являются реки Бзыбь, Кодор и Ингур, каждая из которых протяженностью свыше 100 км. Самая короткая река Репруа (подземная река, выбивающаяся из скалы), являющаяся самой короткой рекой в мире, ее поверхностная часть имеет всего 20 м, при ширине 35 м, выходя на поверхность у самого берега моря.

Реки Абхазии в большинстве являются реками смешанного питания. Они получают воды за счет таяния ледников и сезонных снегов, обильных дождей и грунтовых вод. Реки Бзыбь, Келасур и Гумиста на всем своем протяжении сохраняют горный характер. Эти реки попадают в море, легко преодолевая силу прибой и вынося с гор большое количество крупного и мелкого обломочного материала. Наиболее велик твердый сток у р. Кодор, превышающий 1 млн. тонн в год. Весной и летом, во время таяния снегов, русла рек переполняются талой водой, что меняет их глубину и скорость, но к концу лета уровень воды заметно снижается. Реки, получающие питание от дождей и таяния зимних снегов, летом выходят из своих берегов. Реки со снеговым питанием мелеют только зимой.

Несмотря на водообеспеченность, водные ресурсы используются незначительно, за исключением р. Ингур, на которой построена крупнейшая в регионе ГЭС на Гальском водохранилище, обеспечивающая электроэнергией всю Абхазию и большую часть Западной Грузии. Сохранились



старые электростанции на р. Басла (1913 г.) и Сухумская ГЭС (начато строительство в 1934 г., первый агрегат ГЭС пущен в 1948 г.). Во время грузино-абхазской войны 1992-1993 гг. выведена из строя и не восстановлена.

В результате грузино-абхазской войны 1992-1993 гг., численность населения РА сократилась более чем вдвое. На момент Всесоюзной переписи 1989 г. она составляла 525061 чел., из них абхазы 93 267 чел. В 2003 г. численность населения составляла только 215972 чел. Согласно итогам переписи 2016 г., численность населения Абхазии составляет 242000 чел. Территория Абхазии делится на 7 районов и 8 городов.

Гагра - курортный город на побережье Чёрного моря в Гагрском районе РА. До войны в городе проживало 26900 чел., на 2016 г. – 15700 чел. В черте города в море впадают несколько рек: Жоэква, Гагрыпш, Аныхамца, Репруа. Водозабор г. Гагра осуществляется от р. Репруа.

Пицунда – курортный город в Гагрском районе республики Абхазия. Население – 11000 чел. На территории Колхидской низменности вблизи г. Пицунда находятся река Бзыбь, озера Инкит (с мелиоративными каналами), Пицунда, Солдатское, Анышхцара, ручьи и малые реки. Примыкает курортный пос. Лидзава.

Гудаута – промышленный город-порт на берегу Гудаутской бухты Чёрного моря, административный центр Гудаутского района РА. В 1989 г. численность населения достигло 14900 чел., в 2016 г. – 7738 чел. Через город протекают речки Гудоу и Абздра.

Новый Афон – курортный город на побережье Черного моря в Гадаутском районе РА. В 1989 г. население города составляло 3235 чел., в 2016 г. – 1518 чел. В районе города протекают реки Мааниквара и Псырцха.

Сухум – столица, город–порт, расположен в центральной части РА, в 107 км от границы с Россией, на берегу Сухумской бухты Черного моря. Население составляет 62914 чел. Въезд в город осуществляется через р. Гумиста, в городе протекают реки Гнилушка (Адзапш), Сухумка (Хакипсы), Басла (Беслетка), с юга его ограничивает р. Келасур. Имеется озеро–карьер Маяжское с каналами.

Очамчира – город-порт, районный центр Очамчырского района РА. Расположен на побережье Чёрного моря в устье р. Галидзги (Алдзгаа). В 1989 г. численность населения составляла 20379 чел., в 2016 г. – 5480 чел. Город сильно пострадал от военных действий. Через город протекают р. Галидга и р. Джункур.

Ткварчал – в прошлом крупный промышленный город, ныне в Ткварчалском районе РА, сильно пострадал от обстрелов во время войны. Население на 2016 г. – 5013 чел. Расположенный рядом город–«призрак» Акармара, в прошлом шахтерский, после войны практически обезлюдел. Через города протекает р. Галидзга из Ткварчалского ущелья с многочисленными притоками и водопадами.

Гал – промышленный город в Гальском районе РА на границе с Грузией. В 1989 г. население города составило 15763 жителей, на 2016 г. – 7605 чел. Город расположен вблизи Гальского водохранилища с выходящим каналом.

Население городов значительно увеличивается в летнее курортное время.

С целью выявления современной ситуации с водообеспечением и водоотведением летом 2017 г. проведено обследование состояния водозаборов и очистных сооружений городов Сухум, Пицунда и Ткварчал.

Водозабор г. Сухум подрусловый, осуществляется от подземных пластов р. Гумиста и р. Келасур. Водозабор вблизи р. Гумиста находится на ул. Эшерская: 35 скважин из подземных источников по периметру, работают одновременно 23. Вода поступает в 3 подземных бассейна по 140 т, бассейны заполняются водой за 20 мин., вода хлорируется и за 30 мин. подается в город; работа проводится в непрерывном режиме.

Очистные сооружения, расположенные в 13 км от Сухума в с. Нижняя Эшера, значительно пострадали в ходе боевых действий во время войны. Не функционировали более 20 лет. Все это время производился глубоководный сброс городских стоков в море, канализационная труба уходила на 1800м и на глубину почти 90 м. Строительство объекта начато в 2012 г., стоимость более 600 млн. руб. По проекту очистные сооружения водоотведения рассчитаны на обработку 30 тыс. м<sup>3</sup> канализационных стоков в сутки. В мае 2016 г. очистные сооружения приступили к работе. В нижней части находится насосная станция, куда поступают городские стоки. На станции есть комплекс сооружений по выводу вод для обработки: приемный резервуар с механическими решетками, песколовки, аэротенки, вторичные отстойники, резервуар уплотнения ила, станция обезвоживания, где ил отделяется от влаги и утилизируется. Чистая вода поступает в бассейн, там хлорируется, после чего через глубоководный выпуск направляется в море на 1,7 км от берега.

Водозабор г. Пицунда также подрусловый, осуществляется от подземных пластов р. Бзыбь. Очистные сооружения г. Пицунда полностью разрушены, трубы местами срезаны, канализационный сток поступает по каналу в устье р. Бзыбь, непосредственно вблизи моря.

Водонапорный бассейн в г. Ткварчал находится в пос. Верхнефинский, существует с 1970 гг. В 2016-2017 гг. осуществляется реконструкция сооружений. С горы с высоты 380 м вода р. Гиджирка самотеком течет в отстойники, где происходит механическая очистка, затем в фильтровальную с 4 бассейнами с песком и щебнем, затем в контактный резервуар, где происходит хлорирование. Хлорирование регулярно стало осуществляется с 2015 г. Вода поступает в город в объеме около 10 тыс. м<sup>3</sup>/сут. Очистные города около р. Галидзга разрушены.

Город Гудаута и близлежащие села Лыхны и Дурипш обеспечиваются водой из двух водозаборов – самотечного Хипстинского (на р. Хыпста, 650 м над уровнем моря) и подруслового Аапстинского (на р. Аапста). Водоснабжение из этих источников не достаточное. В настоящее время ведется реконструкция системы водоснабжения г. Гудаута в рамках Комплексного плана развития Республики Абхазия при финансовой помощи РФ. Очистные сооружения г. Гудаута находятся вблизи правой части устьевой зоны р. Аапста – разрушены, не функционируют.

Города Очамчира и Гал не имеют полноценной канализационной системы с очисткой стоков. Система была спроектирована в советское время, но не была реализована в полной мере, а с распадом СССР и послевоенных экономическим упадком реализация проекта была остановлена в следствие отсутствия средств.

В заключение необходимо отметить, что при значительной водообеспеченности РА в целом, проблемы водообеспечения и водоотведения городов Абхазии в послевоенных условиях остаются серьезной народнохозяйственной и социально-экологической задачей для руководства республики.

## **ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ СНЕЖНОГО ПОКРОВА ВДОЛЬ КРУПНЫХ ГОРОДСКИХ АВТОМАГИСТРАЛЕЙ**

Козлов А. В<sup>1</sup>, Куликова А. Х<sup>2</sup>,

<sup>1</sup> ФГБОУ ВПО Нижегородский ГПУ им. К. Минина, Нижний Новгород, Россия

<sup>2</sup> ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ, Ульяновск, Россия

*agroec@yandex.ru*

Снежный покров крупных урбанизированных территорий считается одним из значимых критериев оценки экологического состояния атмосферы. Связано это с тем, что в момент формирования кристаллов воды в воздухе и выпадения их на землю происходит влажная седиментация рассеянных в атмосфере

поллютантов, а так же сухое осаждение загрязняющих веществ на поверхности снега, благодаря чему он становится значительным источником загрязнения.

Нами проводилась оценка экологического состояния снежного покрова вдоль крупных автомагистралей г. Нижний Новгород – Сормовского шоссе (заречная часть города) и проспекта Гагарина (нагорная часть). В качестве фона служил снежный покров лесного массива «Дубрава».

Пробы снега отбирались равномерно на протяжении обеих автомагистралей. Общее экологическое состояние снежного покрова оценивалось по следующим показателям: общая минерализация (мг/кг), содержание: взвешенных частиц (г/л), хлоридов (мг/л), сульфатов (мг/л), цинка (мг/л), кадмия (мг/л), свинца (мг/л), меди (мг/л) и по интегральной биологической токсичности на основе реакции тест-объекта «Эколюм» (генно-инженерная бактерия *Escherichia coli* M-17). Все лабораторные анализы проведены по соответствующим ГОСТ-ам.

Результаты исследований показали, что в целом вода всего проанализированного снежного покрова находится в нейтральном диапазоне pH. В условиях городских автомагистралей установлены высокие концентрации хлоридов и сульфатов. Содержание последних превышает фоновый уровень от 8 до 100 раз и более по Cl<sup>-</sup> и от 5 до 65 раз по SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>: если в снежном покрове «Дубрава» количество хлоридов составляло 5,7 – 6,5 мг/л и сульфатов 7,8 – 8,7 мг/л, то в точках отбора Сормовского шоссе 24,7 – 62,3 мг/л и 30,2 – 62,1 мг/л соответственно, проспекта Гагарина 416 – 988 мг/л и 280 – 879 мг/л. Очевидно, такая высокая концентрация хлоридов и сульфатов обусловлена интенсивным антропогенным воздействием на городскую экосистему в условиях развитой промышленности (в т. ч. и химической). В связи с этим появляется риск загрязнения грунтовых вод избыточным количеством хлоридов, сульфатов, поступающих как через открытые участки почвенного покрова, так и через систему канализации.

Содержание тяжелых металлов в воде снега колебалось: цинка от 0,036 до 0,047 мг/л, свинца в пределах 0,005 мг/л, кадмия 0,003 мг/л; медь, как экотоксикант, была обнаружена только в воде заречной части города в минимальном количестве (0,003 мг/л).

Результаты определения интегральной биологической активности показали, что вода всех образцов изучаемого снежного покрова обладает токсичностью по отношению к выбранному тест-объекту. При этом даже минимальное содержание веществ-поллютантов в пробах снега фонового участка проявляло токсичный эффект (10 %), который оценивался как допустимый (1 группа токсичности). Пробы воды снега, отобранные вдоль автомагистрали в заречной ча-

сти города, в целом проявили среднюю токсичность (2 группа), нагорной части – острую токсичность (59 %, 3 группа).

Резюмируя вышесказанное, следует подчеркнуть значимость снежного покрова автомагистралей в оценке экологического состояния загрязненности атмосферного воздуха городов.

## **МОНИТОРИНГ И УПРАВЛЕНИЕ ЭКОЛОГО- ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКИМИ СИСТЕМАМИ ГОРОДСКИХ ТЕРРИТОРИЙ**

Кошкарев А.В., Лихачёва Э.А., Маккавеев А.Н., Некрасова Л.А.,  
Чеснокова И.В.

Институт географии РАН, Москва, Россия

*langeomorph@gmail.com*

*Городская территория* – это особая морфолитодинамическая система, состоящая из природных и антропогенных компонентов (минеральных и биологических), которые связаны между собой не только естественными потоками вещества, энергии и информации, но и структурами социально-технического управления. Это сложноорганизованная во времени и пространстве *антропо-экосистема*.

*Мониторинг как метод слежения за изменением состояния антропосферы*, должен служить постоянно действующей системой слежения за состоянием используемых земель (территорий), поставляющей необходимую информацию для управления хозяйством, для экологической организации территории страны, региона, города [1,2].

*Структура наблюдательной сети*, в зависимости от ориентации мониторинга, может быть различной. При *природно-функциональной ориентации* экологического мониторинга возможны три варианта структуры: а) «средовая», когда создается несколько достаточно автономных наблюдательных сетей (климатическая, биологическая, гидрологическая, гидрогеологическая, геофизическая, геодезическая, геоморфологическая, геохимическая и др.) – базовый или фоновый мониторинг; б) ландшафтная, когда рассматриваются две группы ландшафтов – природные и техногенные (которые в свою очередь подразделяются на элювиальные, трансэлювиальные, транзитные, субаквальные, аквальные); в) гидроморфодинамическая или бассейновая, основанная на иерархии водосборных бассейнов. И в ландшафтах, и в бассейнах проводится комплекс наблюдений группы «а».

При *управленческой ориентации* экологического мониторинга возможны, как минимум, два варианта: а) зонально-планировочная структура с выделением контролируемых участков (зон) – селитебных, промышленных, рекреационных, транспортных и др.; б) зонально-функциональная структура с выделением зон наблюдения. Например, центр города, периферия, пригород, лесопарковый пояс, область или, что встречается значительно чаще, административное подразделение. На контролируемых участках проводится как комплекс наблюдений фонового мониторинга (который является обязательным для любой структуры), так и специальные «кадастровые» наблюдения. Разница между перечисленными вариантами наблюдательных сетей заключается в размещении пунктов наблюдений: по условной сетке, по типам ландшафтов, по водосборным бассейнам, по объектам городского хозяйства, по функциональным зонам. Для решения экологических проблем городских территорий мониторинг имеет особо важное значение, и в его состав должны входить элементы как природно-функциональной, так и управленческой структуры.

Наименее разработанным разделом исследований, как при постановке задач экологического мониторинга, так и при кадастровой оценке земель, к сожалению, является раздел «*геоморфологические условия*», и в том числе оценка трансформации рельефа. Целенаправленное изменение рельефа (при благоустройстве территории для конкретного вида ее использования) создает условия, отличающиеся от природных на достаточно длительный срок, который нередко превышает сроки эксплуатации территории для данного вида хозяйственной деятельности. Развитие рельефа продолжается и в новых условиях, но уже при активизации возможно иных, природно-техногенных, процессов. Последние могут иметь и негативный характер, особенно при смене хозяйственной деятельности на определенном участке. Таким образом, изменение инженерных и экологических функций рельефа нередко приводит к снижению его устойчивости [3,4].

Геоморфологические условия, как известно, определяют, в частности и уровень грунтовых вод. На городских территориях взаимосвязи рельефа и грунтовых вод существенно нарушаются. На первый план здесь выходят такие антропогенные факторы изменения гидрогеологической обстановки как потери в коммуникационных сетях, летом – засорение ливневой канализации, полив улиц, в холодное время года – уборка снега. В результате уменьшается динамичность (размах) многолетних колебаний уровня, нивелируются сезонные ритмы. Например, в условиях плотной застройки г. Москвы уровень поверхности грунтовых вод на пойме и надпойменных террасах, сложенных в основном песками,

глубже, чем на моренной равнине и колебания его слабее. В естественных условиях часто наблюдаются обратные соотношения. Кроме того, большое влияние на высоту уровня грунтовых вод влияют насыпные грунты, плохо фильтрующие воду [4-7]. Если весеннее повышение уровней после таяния снега наблюдается в большинстве проанализированных случаев, то реакция на летние и осенние дожди, на первый взгляд, несколько необычна. Это, чаще всего, понижение или стабильное положение уровня. Подобную ситуацию можно объяснить тем, что дождевые воды, попадая на твердое покрытие улиц и крыши домов, стекают, прежде всего, в ливневую канализацию и, если она не засорена, или не произошло прорыва водонесущих коммуникаций, то в грунт вода почти не просачивается. Летом велика роль испарения, а вода на бульварах и скверах перехватывается растениями, которые, к тому же мешают проникновению воды в грунт. Таким образом, важность геоморфологического мониторинга для городских территорий определяется необходимостью исследования рельефа не только как морфогенетического образования, но и как экологического и инженерного условия, как территориального ресурса.

Данные мониторинга являются и системой слежения за состоянием среды, и основой управления городской территорией. Структуру управления можно представить в следующем виде: а) *Опережающее управление*:

- предпроектная оценка (структуры связей, режима особенностей функционирования природной морфолитосистемы);
- оценка территории в процессе её эксплуатации (метаморфических трансформаций, изменений интенсивности внутренних связей и/или образования новых);
- прогноз перспективных изменений (антропогенных трансформаций и эволюционных = природно-климатических) на период эксплуатации территории.

б) *Оперативное управление*:

- сохранение и поддержание на определенном уровне типичного состояния (режима, связей) антропогенной геоморфологической системы на основе данных мониторинга;
- регулирование функционирования трансформирования геосистемы;
- организация рационального взаимодействия хозяйствования (землепользования и техногенных нагрузок) и компонентов геоморфологической системы;

– использование (учет) процессов саморазвития (метаболизма) геоморфологической системы в интересах устойчивого развития городской (урбанизированной) территории на перспективу.

Особого внимания заслуживает «мониторинг городских земель» [8,9], целью которого являются сбор и постоянная актуализация информации для принятия управленческих решений и, прежде всего, за эффективностью использования земель, состоянием земель разного назначения. Для решений задач «мониторинга городских земель» Госуниверситетом по землеустройству предложены: экологические требования к землепользованию, фиксируемые в земельно-правовой документации и методологические основы начисления размера денежного эквивалента вреда окружающей среде (ущерба). В этой достаточно прогрессивной разработке по-прежнему остаются слабо проработанными как структура мониторинга (кроме экономических – ценовых оценок земель), так и система экологических требований и методов комплексной геолого-геоморфологической оценки.

Основным методом исследования должно стать системно-динамическое моделирование, которое представляет собой часть морфоскульптурного анализа и направлено на восстановление последовательности событий – связей и взаимоотношений между компонентами и внутренней структуры, определяющих устойчивость геоморфологической системы в прошлом.

#### Литература

1. Герасимов И.П. Конструктивная география // Избранные труды. М.: Наука, 1996. 144 с.
2. Лихачёва Э.А., Тимофеев Д.А. Экологическая геоморфология. Словарь-справочник. М.: Медиа-ПРЕСС, 2004. 240 с.
3. Геоэкология Москвы: методология и методы оценки состояния городской среды / Отв. ред. Г.Л. Кофф, Э.А. Лихачёва, Д.А. Тимофеев. М.: Медиа-ПРЕСС, 2006. 200 с.
4. Кофф Г.Л., Петренко С.И., Лихачёва Э.А., Котлов В.Ф. Очерки по геоэкологии и инженерной геологии Московского столичного региона. М.: РЭФИА, 1997. 185 с.
5. Комаров И.С., Экзарьян В.Н. Перспективы развития автоматизированных систем обработки данных режимных наблюдений // Режимные инженерно-геологические и гидрогеологические наблюдения в городах М.: Наука, 1983. С. 15–19.
6. Федорович Д.В. Инженерно-геологические процессы, связанные с подземными водами на территории Москвы // Инженерная география. Экология урбанизированных территорий. Доклады IV Международной конференции. Ярославль: Изд-во ЯГПУ, 1999. С. 278–281.
7. Лихачёва Э.А. Экологические хроники Москвы. М.: Медиа-ПРЕСС, 2007. 304с.
8. Варламов А.А., Варламова Е.А. Формирование системы мониторинга земель крупного мегаполиса // Экология, проблемы регионального мониторинга окружающей среды. М.: РАЕН, 2006. С. 8–16.
9. Сизов А.П. Городские земли: оценка качества, мониторинг, применение их результатов в регулировании землепользования. Автореф. дис. ... докт. техн. наук. М.: Гос. университет по землеустройству, 2006. 48 с.



## СПЕЦИФИКА ТЕРРИТОРИАЛЬНОЙ ДИФФЕРЕНЦИАЦИИ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ НА РЕГИОНАЛЬНОМ И МУНИЦИПАЛЬНОМ УРОВНЯХ

Мальганова И.Г.

Казанский (Приволжский) федеральный университет  
irigrim@mail.ru

В современных реалиях возрастает потребность в изучении всего многообразия социальных, экономических и других процессов, происходящих при активном участии человека на разных иерархических уровнях: региональном и муниципальном. Отслеживая эти процессы, можно выявить не только общие закономерности функционирования и развития территориальных единиц на разных таксономических уровнях, но и своеобразие и, в определенной степени, уникальность каждой из них.

Концепция исследования основывается на видении сопряжённости социально-экономического развития муниципалитетов и развития и функционирования территориальной социально-экономической системы региона в целом, и заключается в совокупности теоретических положений и адаптированных к специфике полиэтничного региона инструментально-методических подходов, ориентированных на мониторинг и прогнозирование территориальной дифференциации социально-экономического развития.

Анализ методологических и методических подходов к мониторинговым и прогнозным исследованиям территориальной дифференциации социально-экономического развития показал, что наиболее приемлемым и адекватным является сочетание методов логического моделирования (в том числе построения прогнозных сценариев), математико-статистических и экспертных оценок. По результатам мониторинга внутрирегиональных диспропорций социально-экономического развития Республики Татарстан было выделено четыре типа его территориальной дифференциации: в координатах «север-юг», «запад-восток», «центр-периферия», «поли- и моноэтнические территории».

Каждый из четырех типов не уникален, но их сочетание на территории РТ порождает разнообразие «регионализмов». Типы рассматриваются как возможные варианты развития на региональном и муниципальном уровнях.

*Территориальная дифференциация типа «север-юг»* изначально связана с широтной зональностью и характеризуется в республике следующими тенденциями: а) в период с 1999 по 2005 гг. индекс качества жизни населения был лучше в южных районах (за исключением г. Казани и некоторых Северо-Западных районов); с 2006 по 2016 гг. территориальные диспропорции начали уменьшаться, однако с некоторым ухудшением ситуации и на севере, и на юге

по сравнению с развитыми районами; б) по «пороговому» индексу заметна динамика (с 1999 по 2005 гг.) улучшения ситуации, как в северных, так и южных районах, впрочем, неравномерная; в) дифференциация типа «север-юг» в сочетании с типом «запад-восток» формируют мозаичную картину неравномерного развития районов с точки зрения качества жизни населения, отражающую более ярко выраженный тип «центр-периферия».

*Территориальная дифференциация типа «запад-восток»* является результатом исторической асимметрии освоения. При этом можно выделить зоны «западную-центральную-восточную», в которых центральная является наименее развитой с точки зрения качества жизни населения, с некоторым улучшением ситуации в 1996-1998 гг. Западные и восточные районы развиты, с учетом степени урбанизированности и некоторых других факторов территориальной дифференциации (специализация района и др.), явно выделяются своим отставанием районы Предволжья.

*Территориальная дифференциация типа «центр-периферия»* - наиболее распространенный тип контрастов в республике, который заметен в отношении модернизации и улучшения качества жизни населения в столичной Казани и достаточно явного отставания всей остальной территории региона. Расслоение по ступеням центр-полупериферия-периферия проявляется как в целом по Татарстану, так и внутри экономических районов (особенно это заметно в Северо-Западном, Юго-Восточном и Северо-Восточном районах). В 2005 г. наименее благоприятны приграничные периферийные южные районы (очень низкий интегральный индекс качества жизни - ИИКЖ): Дрожжановский, Спасский, Нурлатский и Бавлинский районы.

*Территориальную дифференциацию типа «поли- и моноэтнические территории»* целесообразно рассматривать, учитывая, что в этнокультурном отношении население Татарстана можно разделить на три основные группы: татары; русские и украинцы; народы Поволжья (чуваши, удмурты, марийцы, мордва и др.). В настоящее время татары численно преобладают в большинстве районов и городов республики (52,9 % в Республики Татарстан), а их доля увеличивается почти на всей ее территории, за исключением отдельных юго-западных и северо-восточных районов.

С 1992 по 2015 гг. это происходит как за счет сохраняющегося небольшого естественного прироста, так и миграции. Доля русских (39,5 %) почти повсеместно понижается, хотя они пока численно преобладают в некоторых приволжских и прикамских городах и районах – Зеленодольске, Чистополе, Елабуге, Лениногорске, Бугульме, а также в Верхнеуслонском, Лаишевском, Алексе-

евском, Спасском, Елабужском, Нижнекамском и Новошешминском районах. Более половины чувашей и мордвы проживают в заволжско-закамском ареале. Около 20% чувашей расселено в юго-западных Дрожжановском, Буинском и Тетюшинском районах, вблизи границы с Чувашией. Мордва дисперсно расселена в городах и сельской местности Лениногорского, Альметьевского, Черемшанского и Бугульминского районов. Марийцы и удмурты расселены в основном в северо-восточной части республики. В целом, почти все районы Татарстана полиэтнические, с преобладанием либо русского, либо татарского населения, и территориальная дифференциация «моно- и полиэтнические территории» проявляется в сочетании с типом «центр-периферия», придавая ему этнический колорит.

## **АНАЛИЗ ПОЛИТИКИ В ОТНОШЕНИИ СХЕМ РЕЦИРКУЛЯЦИИ ВОДЫ В АСТРАЛИИ ПОСЛЕ КАТАСТРОФИЧЕСКОЙ ЗАСУХИ**

Мингазова Д.Ю.

Королевский Мельбурнский технологический университет, г. Мельбурн, Австралия, [marganist@mail.ru](mailto:marganist@mail.ru)

Проблемы безопасности пресной воды лежат в основе глобальной продовольственной и водной безопасности и крайне уязвимы при изменениях в землепользовании и изменениях климата. Это особенно характерно для роста населения, истощения подземных вод и ухудшения качества поверхностных вод. Нехватка пресной воды может вызвать конфликты среди населения. Политика в области снабжения пресной водой и обеспечения безопасности является важной темой для изучения, основанной на реальной проблеме.

Существует несколько мер по решению проблемы безопасности воды и нехватки воды. Простые методы включают эффективное управление ирригацией, образование по водосбережению среди населения или простые меры, такие как использование ливней [1]. Кроме того, существует несколько современных технологий для увеличения водоснабжения, таких как повышение качества воды традиционных водных ресурсов, опреснительные установки или рециркуляция сточных вод, с использованием воды в последующей хозяйственной деятельности. В настоящее время многие города и регионы Северной Америки, Австралии, Ближнего Востока, Средиземноморья, Африки и Азии рассматривают переработанную воду как альтернативный водный ресурс [2]. Кроме того, из-за лучшего понимания процесса рециркуляции воды и ее преимуществ, рециркуляция воды перешла на более широкое применение. В настоящее время это не только непивное использование, такое как орошение, использование в

жилых помещениях, но также косвенное и прямое использование питьевой воды [3]. Обычно соотношение переработанной воды и общей воды является низким, но это зависит от политики и целей страны по рециркулируемой воде. Таким образом, в Кувейте он достигает 35%, а Израиль удерживает его на уровне 18% [1].

Проблема для разработчиков политики заключается в том, чтобы найти эффективный коэффициент для этой области, а также адекватно оценить затраты на программы, развивающиеся по проблеме рециркуляции воды. Цена технологии является решающей для принятия решений. Недорогая рециркулированная вода - это сточные воды из канализационных систем, она может использоваться для орошения непродовольственных культур и промышленных процессов, особенно для охлаждения. Благодаря своей доступности эта необработанная вода используется более чем в 40 странах мира [4]. В наши дни косвенное потребление питьевой воды увеличивается за счет длительного нахождения в водохранилищах. Основными препятствиями для принятия прямого питьевого использования являются проблема признания, восприятия обработанной воды по требованиям здравоохранения [5]. Однако некоторые из проблем возникают из-за отсутствия исследований, пока неясно, как переносить подачу воды в децентрализованную систему, каковы процессы и временные масштабы [6]. Существует систематическая оценка, охватывающая технико-экономическое обоснование, стоимость инфраструктуры, водные экосистемы, потребление энергии, стоимость переработки, общественные отношения и т.д.

Настоящая работа направлена на исследование достоинств и недостатков австралийской политики в отношении переработанной воды и политики. Целью исследования является выявление успешности австралийской политики в отношении схем рециркуляции воды.

Поскольку точные количественные данные были недоступны для этого исследования, была выбрана качественная методика Марша и Макконнелл [7], которая предоставляет три измерения для оценки и понимания успеха политики, измерения процесса, программного измерения и политического измерения.

Самое раннее рассмотрение проектов по рециркуляции воды в Австралии произошло в 1977 г. с вывода о необходимости проведения экономических исследований по проекту в области водных ресурсов, а также необходимости принятия некоторых пилотных проектов из-за потенциального дефицита воды. Позже, очищенная вода из сточных вод стала требоваться в небольших австралийских городах (особенно в сухих внутренних районах) для использования в местах отдыха. Более крупные изменения произошли после 1991 г., когда ав-

стралийские государства начали создавать природоохранные агентства и органы власти, и были проведены значительные исследования, показавшие, что процесс очистки воды является недостаточным и может нанести вред после выпуска в реки и океаны.

В это время начали создаваться проекты, давшие начало комплексному подходу к управлению сточными водами и ливневой канализацией, к примеру, на участке, выбранном для Олимпийских игр в Сиднее в 2000 г., или строительстве микрофльтрационной установки для рециркуляции вод в Брисбене. Все эти проекты требовали значительных инженерных и управленческих усилий и уже могут рассматриваться как проекты более высокого уровня по сравнению с обычным рециклированным водопользованием в других странах [8].

Однако самые большие изменения произошли из-за засухи, которая затронула Большая часть Австралии в 2001-2003 гг. и привела к пониманию в срочной необходимости обеспечения питьевой водой [9]. Другим фактором, который повлиял на это понимание, является рост населения в крупных городских центрах. Поэтому австралийское правительство взяло на себя обязательство по достижению национального целевого показателя в 30 % воды, подлежащей рециркуляции к 2015 г. Хотя государства ввели несколько проектов по альтернативным источникам, ситуация с климатом изменила национальные цели. Десятилетие рекордной засухи произошло в 2010 г., количество осадков возросло. Это уменьшило спрос на воду из альтернативных источников и увеличило поток сточных вод. В результате в большинстве крупных центров прогресс в достижении национального целевого показателя в 30 % перерабатываемой воды несколько замедлился. Исключением является Аделаида, поскольку они имеют меньший буфер снабжения плотиной и Перт, который не обладает повышенным количеством осадков.

Значительное значение имеют австралийские инвестиции в проекты по переработке воды в различных масштабах. Крупномасштабные инвестиции происходят в Южной Австралии. Западная Австралия инвестирует в хранение и восстановление водоносных горизонтов для косвенного использования в питьевой воде. Агентства по охране окружающей среды чрезвычайно поддерживают проекты по переработке сточных вод, а некоторые из них получают кредиты от правительства штата.

Законодательство о переработке воды является сложным. Традиционно законодательство разделяется на две части, которые представляют собой системы на объектах в необслуживаемых районах и централизованные очистные сооружения. Основные законы, которые регулируют регулирование процесса

рециркуляции воды: закон о здравоохранении (1997); закон о защите окружающей среды (1997); закон о конкуренции в области водоснабжения (2006); закон об управлении водными ресурсами (2000); закон о воде в Сиднее (1994); закон о санкционировании и дренаже (2002); закон о лицензировании водных ресурсов (1995); закон о здоровье (2011) и др. В дополнение к этим документам существуют многие положения о строительстве, которые являются уникальными во всех штатах и в местных районах. Многие города также имеют множество своих руководящих принципов для развития.

Это означает, что разработка проектов по переработке воды контролируется на всех трех уровнях австралийского правительства: федеральном, государственном и местном. В целом поддерживают любые проекты по рециркуляции воды, процесс утверждения может считаться сложным, поскольку он требует большого количества согласований.

В долгосрочной перспективе управленческие навыки имеют решающее значение, поскольку схемы рециркуляции воды требуют регулярного аудита от правительства и высококвалифицированной рабочей силы на месте. Основными препятствиями на пути реализации и основными причинами отложенных проектов обычно являются проблемы, связанные с юридическими и договорными договоренностями с заинтересованными сторонами, нормативные требования, непредвиденные операционные расходы. Однако достижения в схемах рециркуляции воды являются значительными в Австралии. Впечатляющие результаты происходят не только от очистки сточных вод, но и от опреснительных установок и обработки ливневых вод. Результаты впечатляют тем, что 9,8% воды перерабатываются для Нового Южного Уэльса, 24,1% для Виктории, 23,7% для Квинсленда, 28,1% для Южной Австралии, 12% для Западной Австралии, 6,2% для Тасмании, 6% для Северной территории и 13,3 % для австралийской столичной территории [9].

Подводя итог, отметим, что федеральная политика по рециркуляции воды может быть заявлена полу-успешной, поскольку она отвечала экологическим целям и учитывала зависимость от изменения климата и почти полностью осуществлялась всеми государствами. Тем не менее, осуществимость и принятие широкой общественностью для общего пользования являются недостатками этой политики

#### Литература

1. Luckmann, J., Grethe, H., & McDonald, S. (1 January 2016). When water saving limits recycling: Modelling economy-wide linkages of wastewater use. *Water Research* Volume 88, pp. 972–980.

2. Chen, Z., Ngo, H. H., & Guo, W. (2012). A critical review on sustainability assessment of recycled water schemes. *Science of The Total Environment*, Volume 426, pp.13-31.
3. Rodriguez, C., Buynder, P., Lugg, R., Blair, P., Devine, B., & Cook, A. (2009). Indirect potable reuse: a sustainable water supply alternative. *International Journal of Environmental Resources and Public Health*, 6, pp. 1174–1209.
4. Jimenez, B., & Asano, T. (2008). *Water reclamation and reuse around the world*. London: IWA Publishing, pp. 3–26.
5. Dolnicar, S., Hurlimann, A., & Nghiem, L. (2010). The effect of information on public acceptance – the case of water from alternative sources. *J. Environ. Manag.*, 91, pp. 1288–1293.
6. Krozer, Y., Hophmayer-Tokich, S., Meerendonk, H. v., Tijssma, S., & Vos, E. (2010). Innovations in the water chain – experiences in The Netherlands. *J. Clean. Prod.*, 18, 439–44.
7. Marsh, D., & McConnel, I. A. (2010). Towards a framework for establishing policy success. *Public Administration*, 88(2), pp. 564-583.
8. West, C., Kenway, S., Hassal, M., & Yuan, Z. (1 October 2016). Why do residential recycled water schemes fail? A comprehensive review of risk factors and impact on objectives. *Water Research* Volume 102, pp. 271–281.
9. Marsden Jacob Associates. (2012). Progress against the national target of 30% of Australia's wastewater being recycled by 2015.

## **ИНВЕНТАРИЗАЦИЯ ПРИРОДНЫХ ОБЪЕКТОВ ДЛЯ ЦЕЛЕЙ УПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЕМ ТЕРРИТОРИЙ И РАЗРАБОТКИ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО КАРКАСА г. КАЗАНИ**

Мингазова Н.М.

Казанский (Приволжский) федеральный университет, г. Казань, Россия

*nmingas@mail.ru*

Малые озера и реки России повсеместно подвергаются антропогенному воздействию, особенно в условиях городов и поселений. В Республике Татарстан в 1970-х гг. насчитывалось около 10 тыс. малых озер, в 2000-х гг. сохранилось лишь немногим более 8100 озер. Около 20 % озерного фонда РТ исчезло в результате сельскохозяйственного воздействия и погребения под водами водохранилищ. В г. Казани за 19-20 века исчезло около 50 малых озер [1].

Между тем малые озера и реки служат местами сохранения генофонда фауны и флоры, обеспечивают биоразнообразие и устойчивое развитие территорий. Малые озера и реки являются важными звеньями в «зеленых коридорах» экологического каркаса территорий [3]. Поэтому крайне важными являются региональные мероприятия по сохранению малых водных объектов, работы по учету и инвентаризации.

В г. Казани в 2002-2008 гг. были выполнены крупномасштабные работы по инвентаризации и паспортизации водных объектов для 7 районов города, исследования продолжаются в 2011-2017 гг. [2]. В реестры водных объектов и экологические паспорта вошли следующие сведения о водных объектах: тип водного объекта; местоположение; землепользователь; физико-географическое

положение; экспликация в районе; происхождение; морфометрические характеристики; батиметрическая схема; характер водообмена; тип воды; оценка качества воды; результаты микробиологических и гидробиологических исследований; состав высшей водной растительности; состав водных и околородных позвоночных животных; антропогенное воздействие; оценка экологического состояния; ценность водного объекта [1,2].

В Авиастроительном административном районе г. Казани было выявлено 32 водных объекта: 26 озёр, 4 озёрно-болотных комплекса и 2 реки. Наиболее ценные - реки Солонка, Сухая, озера Лесное, Борисоглебское, озёрно-болотные комплексы в долине Сухой реки.

В Вахитовском районе выявлено 6 водных объектов: оз. Нижний Кабан, р. Казанка, проток Булак и 2 бассейна. Водоемы района имеют большое историческое значение.

На территории Кировского района было выявлено 54 водных объекта: 34 озера, включая ценные в рекреационном отношении озера Глубокое, Изумрудное, Лебяжье; 7 искусственных водоемов; 7 озёрно-болотных комплексов; 1 канал, 4 залива Куйбышевского водохранилища.

В Московском районе было выявлено 7 водных объектов; 3 ранее существовавших водоема засыпано (Толстовский пруд, подземное русло р. Комаровки, второе озеро по ул. Серова). На территории района расположены 1 река (часть устья р. Казанка), 5 озёр и 1 канал.

В Ново-Савиновском районе выявлено 34 водных объекта (из 66 в 2002 г.). Среди них река Казанка, 1 протока, 27 озёр, 3 озёрно-болотных комплекса и 2 дренажные канавы. 32 водных объекта прекратили существование вследствие засыпки под строительство. Наиболее ценные - озёрно-болотные комплексы в пойме р. Казанка, в Парке Победы, озера Чайковые.

В Приволжском районе было обследовано 66 водных объектов: 1 водохранилище, 2 залива, 6 проток, 38 озёр, река Нокса, 1 пруд, 2 бассейна и 5 дренажных канав. 10 прежних водных объектов уже не существует вследствие засыпки. К наиболее ценным относятся озера Средний Кабан, Верхний Кабан и Подувалье, водно-болотный комплекс за пос. Борисково, оз. Шанхай, Победиловский залив и само Куйбышевское водохранилище.

В Советском районе выявлен 51 водный объект: 3 реки, 1 ручей, 3 пруда, 4 бассейна (3 – отстойники), 1 озёрно-болотный комплекс, 1 залив и 38 озёр. 3 водных объекта не существует вследствие засыпки и высыхания. Наиболее ценными водными объектами района являются реки Казанка, Киндерка, Нокса, озёрно-болотный комплекс Торфяной, старое русло реки Казанки, оз. Караси-



ное, озёра-старицы р. Казанки.

Ввиду высокой природной ценности многих водных объектов в качестве мест сохранения редких видов растений и животных можно рекомендовать присвоение им статуса особо охраняемых природных территорий (ООПТ).

В целом в ходе инвентаризации 2007-2008 гг. было выявлено, что наибольшим количеством водных объектов отличаются Приволжский (66), Советский (51) и Кировский (54) районы, хотя еще в 2002 г. к наиболее «водным» относился Ново-Савиновский район. По сравнению с ранее известными сведениями в Казани не обнаружено 58 водных объектов.

С учетом всех известных сведений и карт, выявлено, что в 1990-2000 гг. в Казани существовало 292 водных объекта, к 2008 г. вследствие застройки прекратило существование около 20 % водоемов. К 2008 г. отмечено 236 водных объектов, но к 2013 г. прекратили существование полностью или были засыпаны в значительной мере 5 водных объектов в Ново-Савиновском районе (включая обширную правобережную пойму и часть акватории р. Казанки), 1 - в Московском районе (озеро по ул. Декабристов-Вахитова), 1 - в Советском районе (оз. Чишмяле).

Инвентаризация и паспортизация водных объектов, несомненно, служат эффективным способом в деле сохранения малых озер и рек. Работы служат целям развития территорий, в частности, позволяют разработать на их основе элементы экологического каркаса территории (реки в качестве «стержня» или «зеленых коридоров» каркаса, озера – в качестве «ядер» и «узлов» экологического каркаса). Материалы используются при проектировании и в работе природоохранных органов.

#### Литература

1. Мингазова Н.М., Деревенская О.Ю., Палагушкина О.В., Павлова Л.Р., Набеева Э.Г., Галеева А.И., Шигапов И.С., Зарипова Н.Р., Замалетдинов Р.И., Мингалиев Р.Р. Инвентаризация и экологическая паспортизация водных объектов как способ сохранения и оптимизации их состояния // Астраханский вестник экологического образования. № 2 (28), 2014, с. 37-43.
2. Мингазова Н.М., Палагушкина О.В., Деревенская О.Ю., Набеева Э.Г., Павлова Л.Р., Замалетдинов Р.И., Зарипова Н.Р., Шарифуллин А.Н., Шигапов И.С., Мингалиев Р.Р. Водные объекты города Казани. Реестр водных объектов Ново-Савиновского района. Казань: Фолиант, 2015. - 116 с.
3. Никитин А.В., Мингазова Н.М. Роль водных объектов в формировании экологического каркаса урботерриторий на примере г. Казани // Сб. тр. IV Межд. конгресса «Чистая вода. Казань». – Казань: тип. ООО «Куранты», 2013, с. 226-229.

## **КОНЦЕПЦИИ «ЖИВОЙ РЕКИ» И «ЖИВОГО ЛАНДШАФТА» В ТЕРРИТОРИАЛЬНОМ ПЛАНИРОВАНИИ И БЛАГОУСТРОЙ- СТВЕ (НА ПРИМЕРЕ г. КАЗАНИ)**

Мингазова Н.М.

Казанский (Приволжский) федеральный университет, г. Казань, Россия  
nmingas@mail.ru

Развитие города будущего напрямую связано с экологически благоприятной средой для обитания населения. Только в экологически благополучных городах возможен рост демографических характеристик, и они являются инвестиционно привлекательными.

Сохранение природы в городах обеспечивает надлежащее качество окружающей среды города, делает город комфортным для человека. Поэтому в развитых городах мира развитие идет в гармонии с окружающей средой, градостроители стараются сохранить природные объекты. Стоимость земель в экологически благополучных поселениях может возрасти на порядок. К примеру, в Калифорнии (США) в районах с водными объектами стоимость земель почти в 10 раз выше, чем на застроенных территориях без них; здесь активно развиваются передовые водные технологии очистки и восстановления грязных водных объектов.

Теоретическими основами развития городов в гармонии с окружающей средой можно считать, по нашему мнению, следующие:

1. Концепция «ЖИВОГО ЛАНДШАФТА». Понимается как сохранение природного ландшафта (водно-болотных угодий в поймах, пойменных лесов, заливов рек, оврагов и др.) и использование ландшафтного разнообразия для развития города. Отсюда важность профессии «ландшафтный проектировщик», популярная во всем мире.

2. Концепция «ЭКОЛОГИЧЕСКОГО КАРКАСА» (или зеленого каркаса, природного каркаса, эколого-природного каркаса). Экологический каркас понимается как система непрерывно озелененных, водных и природных территорий, с крупным «ядром» (к примеру, парк, озеро) или «стержнем» (река) в центре, с выходом на крупные естественные природные массивы за городом. Элементы каркаса соединяются «зелеными коридорами». Экологический каркас обеспечивает фактически благоприятную среду в городе и качество жизни.

3. Концепция «ЗЕЛЕННЫХ КОРИДОРОВ». Зеленые коридоры – непрерывно озелененные территории, соединяющие другие элементы экологического каркаса. Служат для миграции животных в условиях города, сохранения биоразнообразия, рекреации, функционального озеленения. Зеленые коридоры

доры формируются в условиях городов в первую очередь за счет рек и их притоков, овражно-балочных систем.

4. Концепция «ЖИВОЙ РЕКИ». Понимается как сохранение водотоков (рек и ручьев) условиях города с сохранением поймы, естественного гидрологического режима (с возможностью меандрировать и разливаться в пойме), с незастроенными естественными берегами, с придаточными водоемами (старичьями, водно-болотными угодьями) для сохранения качества воды и биологического разнообразия.

5. Концепция «СОХРАНЕНИЯ ВЕТЛАНДОВ», или «ЦЕННОСТИ ВОДНО-БОЛОТНЫХ УГОДИЙ и МЕЛКОВОДИЙ». Ветланды, или водно-болотные угодья ценны для целей сохранения гидрологического режима территории, для продуцирования и самоочищения, для сохранения биологического разнообразия.

6. Концепция «СОЗДАНИЯ ООПТ В ГОРОДЕ». В условиях городов важно сохранять наиболее ценные природные объекты в качестве особо охраняемых природных территорий (ООПТ) различных категорий. ООПТ наряду с городскими лесами, парками, садами, водными объектами могут служить различными элементами экологического каркаса для территорий.

7. Концепция «ЭКОПРОХОДОВ». Экопроходы (экодуки, экомосты», «экотоннели») служат путями прохода для животных через транспортные магистрали. В идеале «зеленые коридоры» в условиях городов должны включать в себя экопроходы, обеспечивающие проходы или миграцию животные через транспортные пути.

«Живая река» - это река без бетонных набережных, не застроенная до уреза воды, с зелеными парковыми зонами и водно-болотными угодьями. Для многих российских городов берегоукрепление делается со строительством бетонных набережных. Но гидрологическая концепция берегоукрепления и берегообустройства (бетонные набережные разных видов и конструкций) оправдана лишь для крупных рек, где могут быть случаи сильных ветровых и волновых течений, имеется возможность наводнений. Замыкание реки в канал, с точки зрения экологии - решение ошибочное, так как ведет к замене речной экосистемы на искусственное сооружение (канал). В европейских странах с 1980-х гг. наметился отказ от такого подхода в пользу концепции «живой реки», с естественным режимом и не застроенными участками поймы, что дает возможность реке меандрировать в пойме. А сохраненные водно-болотные угодья, старицы, пойменные озера позволяют сохранить биоразнообразие поймы; сохраняется именно речная экосистема.

Жесткое берегоукрепление, бетонирование, по сути, являются устаревшими технологиями начала 20 в., когда реки в городах стремились канализовать. Но примеры жесткого берегоукрепления, ведущие к снижению самоочищения рек, можно наблюдать и при современном благоустройстве малых рек в городах Поволжья. Так, в г. Йошкар-Ола в центральной части в 2010-2014 гг. забетонированы и застроены для целей туризма берега р. Б. Кошага. В г. Казани с 2007-2009 гг. по настоящее время осуществляется засыпка мелководий, поймы и части акватории нижнего течения р. Казанка (Казанского залива Куйбышевского водохранилища) для строительства спортивных сооружений, жилмассивов и создания бетонных набережных для туристов. Последствия заиления и засыпки проявляются в ухудшении качества воды, антропогенном эвтрофировании, «цветении» и гибели рыбы. В августе 2016 г. в жаркий период в условиях заиления мелководий на р. Казанке отмечались первые случаи крупных заморов, гибели рыб и водоплавающих птиц. Произошедшее стало серьезным поводом для работы природоохранных органов.

Берегоукрепление с экосистемных позиций – это строительство набережных за границами русла, с сохранением поймы, ветландов, пойменных озер и лугов. Для берегоукрепления используются экологичные технологии и способы (геоматы, габионы, георешетки). В теле прежних береговых дамб возможно создание тоннелей для пропуска вод в пойму, экопроходов.

Концепции «живой реки» и «живого ландшафта» были приняты в основу осуществления работ по созданию рекреационных зон в прибрежных зонах малых рек в Республике Татарстан в 2016 г., прошедшем в республике как Год водоохранных зон. Было разработано более 20 проектов для благоустройства прибрежных зон ряда рек республики (р. Тюлячка в Тюлячинском районе, р. Саба в Сабинском районе, р. Мелекеска в г. Набережные Челны, р. Кама в с. Рыбная Слобода и др.). При проектировании проектов проектными организациями осуществлялись инженерно-экологические изыскания и консультации экологов кафедры Природообустройства и водопользования КФУ с целью предупреждения отрицательного воздействия на реки и экологичного проектирования.

Будущее российских рек во многом зависит от экологического воспитания муниципальных органов, профессионализма проектировщиков-градостроителей, реального соблюдения экологического законодательства и работы природоохранных органов.

**ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО УЩЕРБА ВОДНЫМ ОБЪЕКТАМ  
И ОЦЕНКА КОМПЕНСАЦИОННЫХ МЕРОПРИЯТИЙ В РЕЗУЛЬТАТЕ  
ГИДРОНАМЫВА НА ПРИМЕРЕ  
КУЙБЫШЕВСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА У ПОС. ЗАЙМИЩЕ**

Мингалиев Р.Р., Чапуринова Л. А.

Казанский (Приволжский) федеральный университет, Казань, Россия

remez-z@mail.ru

В последнее время особую важность приобретает вопрос количественной оценки экологических последствий зарегулирования водоемов и оценка экологического ущерба от нарушений гидрологического режима при их функционировании.

Цель работы - обоснование экологического подхода к оценке ущерба водным объектам и биоресурсам от гидронамыва на примере Куйбышевского водохранилища у пос. Займище.

В рамках поставленной проблемы решались следующие задачи:

1) изучить экологические последствия зарегулирования для рыбной части сообщества выбранного водного объекта; 2) изучить современную методическую базу оценки ущерба водным экосистемам; 3) оценить возможность применения методов расчета ущерба биоресурсам на объекте Куйбышевского водохранилища; 4) выявить основные недостатки существующих методик оценки ущерба водным биологическим ресурсам и предложить возможные пути их оптимизации и создание картосхемы при взмучивании взвешенными веществами (песчаный грунт).

Экологический ущерб — это вред, нанесенный окружающей среде, выраженный в натуральных единицах измерения. Например, количество загрязняющих веществ, попадающих в окружающую среду; количество безвозвратно используемых природных ресурсов и т. д. Под экономическим ущербом понимается нанесенный природе вред, представленный в денежном выражении.

Гидромеханизация - это способ одновременной добычи, транспортировки и укладки грунта (песка), который осуществляется с помощью водного потока. Взвешенные вещества (грубодисперсные примеси), присутствующие в природных водах, состоят из частиц глины, песка, ила, суспендированных органических и неорганических веществ, планктона и других микроорганизмов. Взвешенные частицы влияют на прозрачность воды и на проникновение в нее света, на температуру, растворенные компоненты поверхностных вод, адсорбцию токсичных веществ, а также на состав и распределение отложений и на скорость осадкообразования. Экологический ущерб при оценке вреда, причинен-

ного почвам - компонент природной среды, представляющий собой поверхностный слой Земли, исчисление в стоимостной форме размер вреда, причиненного почвам, производится в результате: химического загрязнения почв в результате поступления в почвы химических веществ или смеси взвешенных частиц песка; экологический ущерб при оценке вреда, причиненного водным биологическим ресурсам - рыбы, водные беспозвоночные, водные млекопитающие, водоросли, другие водные животные и растения, находящиеся в состоянии естественной свободы.

Куйбышевское водохранилище в Зеленодольском районе является нижней ступеней Волжско-Камского каскада водохранилищ и располагается в юго-восточной части Европейской части России. Водоохранилище относится к Нижне-Волжскому бассейновому округу, простирается преимущественно с севера на юг и имеет общую протяженность около 500 км. Городской поселок Займище находится на границе и крайнем западе города и района. Расположен соответственно юго-западнее, западнее, северо-западнее городских поселков Новое Юдино, Юдино, Кузметьево и восточнее дачно-жилого поселка Октябрьский Зеленодольского района.

Исследования водного объекта проводились в период с марта по апрель 2016 г. Полевые выезды проводились в Кировском и Зеленодольском районах города Казани. Для оценки экологического ущерба водного объекта определялись площади воздействия, рассчитывались картографическим методом по космоснимкам с помощью компьютерных программ «Google Earth» и «SasPlanet».

Для расчета ущерба по данному объекту использовались следующие методики:

1) Методика исчисления размера вреда, причиненного почвам как объекту охраны окружающей среды;

2) Методика по расчету платы за загрязнение акваторий морей и поверхностных водоемов, являющихся Федеральной собственностью Российской Федерации, при производстве работ, связанных с перемещением и изъятием донных грунтов, добычей нерудных материалов из подводных карьеров и захоронением грунтов в подводных отвалах.

В ходе исследований проанализирована динамика изменений площадей и трансформация формы водного объекта в период с 2009 по 2015 гг. С помощью программы «SasPlanet» картографическим методом рассчитана площадь изменения природного объекта, таким образом площадь намытых островов составила около 450 га.

Исчисление в стоимостной форме размера вреда при порче почв в результате самовольного (незаконного) перекрытия поверхности почв, а также почвенного профиля искусственными покрытиями и (или) линейными объектами осуществляется по формуле:  $УЩ_{порч} = S \cdot K_r \cdot K_{исх} \cdot T_x$ , где:

$УЩ_{порч}$  - размер вреда (руб.);  $S$  - площадь участка;  $K_r$  - показатель в зависимости от порчи почв;  $K_{исх}$  - показатель в зависимости от категории земель и целевого назначения;  $T_x$  - такса для исчисления размера вреда.

$$УЩ_{порч} = 1\,963\,000 \text{ м}^2 \cdot 2 \cdot 1,8 \cdot 400 \text{ руб./м}^2 = 2\,826\,720\,000 \text{ руб.}$$

Ущерб по почве составил 2 826 720 000 руб.

Расчет дальности выноса частиц грунта во время гидротехнических работ для определения объема облака мутности производится по формуле:

$$L = 1.18 \cdot V / W \cdot H,$$

где:

$L$  – длина пути осаждения частиц грунта; 1,18 – константа;  $V$  – средняя скорость течения;  $W$  – скорость осаждения взвешенных частиц;  $H$  – средняя глубина;

$$L = 1.18 \cdot V / W \cdot H = 1.18 \cdot 1 / 0.4 \cdot 9.3 = 27$$

Таким образом, частицы грунта будут выноситься на расстояние 27 м.

Исчисление размера вреда, причиненного водным объектам загрязнением взвешенными веществами, производится по формуле:

$$У_{вв} = K_{вг} \cdot K_{в} \cdot K_{ин} \cdot Н_{взв}$$

$У_{вв}$  - размер вреда;  $K_{ин}$  - коэффициент индексации, учитывающий инфляционную составляющую;  $K_{в}$  - коэффициент, учитывающий экологические факторы;  $K_{вг}$  - коэффициент, учитывающий природно-климатические условия;  $Н_{взв}$  - таксы для исчисления размера вреда

$$У_{вв} = 1,25 \cdot 1,41 \cdot 1 \cdot 945000000 = 1\,665\,562\,500 \text{ руб.}$$

Ущерб по воде от загрязнения взвешенными веществами равен 1 665 562 500 руб

Из проведенных расчетов можно сделать несколько выводов и предложить рекомендации для дальнейшего восстановления:

1. Сумма реального экологического ущерба, который может быть нанесен почве в результате гидромеханизированных работ, составляет 2 826 720 000

2. Общая сумма прогнозного экологического ущерба воды взвешенными веществами составляет 1 665 562 500 руб.

Выявлено, что применение методик исчисления экологического ущерба помогает точнее определить степень воздействия на природные объекты, выраженную в денежном эквиваленте и способствовать документальному оформле-

нию обязательного возмещения субъектами хозяйствования нанесенного им ущерба природной среде.

На основе решаемых задач, можно сделать следующие выводы:

1. Зарегулирование водоемов приводит к качественным и количественным изменениям в рыбной части сообществ. В развитии рыбной части сообщества Куйбышевского водохранилища у пос. Займище в период гидромеханизированных работ выделено три этапа: первичная адаптация, относительная стабилизация и перестройка рыбной части сообщества, возможными причинами которой являются гидронамыв акватории.

2. Количественное определение последствий изменений гидрологического режима водоемов может быть произведено по изменению продукции видов или по отдельным базовым критериям ущерба, оценивающим его составляющие (изменение кормовой базы, условия обитания). В качестве структурного элемента ущерба экосистеме, являющегося искомой величиной в расчетах, выступает ущерб конкретным видам гидробионтов.

3. Современное нормативное правовое и методическое обеспечение оценки ущербов водным биологическим ресурсам несовершенно, поскольку не предусматривает единого подхода к пониманию экологического ущерба. В целях оптимизации законодательства в этой сфере необходимо принятие унифицированного нормативно-методического документа, закрепляющего методологические основы ущерба биологических ресурсов и общий механизм его определения.

4. Основными недостатками методической базы оценки ущерба водным биоресурсам являются: восприятие проектируемого воздействия на водную экосистему только как фактора снижения количественных характеристик биоресурсов, неучет особенностей природных процессов (стохастичность, сукцессионный характер изменений и др.), определение рыбохозяйственного ущерба как потерь общей рыбопродуктивности водоема, когда не учитываются ущербы отдельным видам, отсутствие или несовершенство методов определения периода проектируемого воздействия на экосистему, включая срок ее восстановления, недоучет многих императивных экологических факторов и эффекта их сложного взаимодействия.

#### Литература

1. Красная книга Республики Татарстан. Издание второе. Животные. Растения. Грибы. – Казань, изд-во «Идел-Пресс», 2006. – 831 с.
2. Методика исчисления размера вреда, причиненного водным биологическим ресурсам, утвержденной приказом Росрыболовства от 25.11.2011 г. №1166.



3. Отчет о НИР: «Комплексное экологическое обследование мелководий Куйбышевского водохранилища в районе пос. Октябрьский Зеленодольского района РТ для целей экологической паспортизации» / КФУ, н.р. Мингазова Н.М. – Казань, 2015. – 230 с.

## **ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО КАРКАСА Г. КАЗАНИ**

Никитин А.В., Мингазова Н.М., Юпина Г.А.

Казанский (Приволжский) федеральный университет, г. Казань

lucky033@yandex.ru

Под экологическим каркасом (ЭК) понимается совокупность экосистем с индивидуальным режимом природопользования для каждого участка, образующих пространственно организованную инфраструктуру, которая поддерживает экологическую стабильность территории, предотвращая потерю биоразнообразия и деградацию ландшафта [1]. Конструирование (формирование) ЭК можно вести на уровне отдельно взятого региона, муниципального образования, а также поселения.

Основными функциями ЭК являются: средоформирующая (существующие природные и озелененные объекты являются векторами развития территории) и средостабилизирующая (наличие природных и озелененных объектов позволяет улучшать качество окружающей среды за счёт снижения уровня загрязнения атмосферного воздуха, улучшения качества поверхностных вод, сохранения естественного почвенного покрова, сохранения биоразнообразия, генофонда флоры и фауны и т.д.).

Мировой практикой конструирования городских ландшафтов выработан принципиальный набор составных элементов ЭК современного города, в который входят: «зеленое кольцо города», «водная дуга», «водно-зеленый диаметр» («стержень каркаса»), несколько крупных клиньев-массивов, проникающих в городской центр («клинья каркаса»), равномерно разбросанные по территории города крупные зеленые «пятна» парков и водных объектов («узлы» каркаса), «экологические коридоры» [2]. Наличие всех элементов ЭК в городской территории является необязательным, это зависит от характера развития города и природных факторов - рельефа, наличия водных объектов, сохранившихся природных и озелененных объектов на исследуемой территории.

Особое место в ЭК каркасе занимают водные объекты. Водные объекты позволяют формировать непрерывность каркаса, за счёт наличия водной акватории и озелененных береговых полос. Водные объекты являются «узлами» каркаса, позволяя формировать вокруг водной поверхности озелененные территории. Водные объекты, пойменные участки, прибрежные полосы, придаточные водоемы, водно-болотные угодья являются резерватами генофонда флоры

и фауны, для них отмечается максимальное биоразнообразие водной и околоводной флоры и фауны по сравнению с другими природными объектами города [3].

В ходе проведенного анализа по структуре ЭК г. Казани нами были выделены следующие выраженные элементы ЭК:

«Водная дуга» - акватория Куйбышевского водохранилища в границах города в юго-западной части г. Казани, вместе с русловой частью, пойменными участками, прибрежной полосой, набережной и озеленённой водоохранной зоной. Как элемент ЭК четко выражен.

«Зеленое кольцо» - представлено лесными массивами ГБУ «Пригородное лесничество» (Матюшинское, Столбищенское, Высокогорское участковые лесничества), ГБУ «Приволжское лесничество» (Зеленодольское участковое лесничество). Как элемент каркаса в значительной степени дискретен, не четко выражен (т.к. лесничества разобщены), граничат и прерываются «водной дугой».

«Ядро» каркаса - акватория реки Казанки в нижнем течении между Ленинской дамбой и Мостом «Миллениум», Центральный парк культуры и отдыха им. М.Горького, парк «Шурале». В настоящее время элемент значительно трансформирован, требует реконструкции с учетом градостроительной ситуации, озеленения на трансформированных участках правобережья р. Казанка.

«Стержень» каркаса - акватория реки Казанка в границах города, пойменные участки, прибрежная полоса, водоохранная зона вместе с парковой зоной, расположенной на левом берегу (ООПТ - памятник природы регионального назначения «урочище «Русско-Немецкая Швейцария», Арское кладбище, городской лес «Троицкий лес», лесной массив за ветеринарным институтом). Понятие «стержень» введено нами как наиболее приемлемое с точки зрения функциональной значимости элементов каркаса; в литературе чаще употребляется термин «водно-зеленый диаметр», что указывает скорее на местоположение элемента каркаса, чем на его функциональную значимость. Как элемент каркаса, «стержень» четко выражен по местоположению, хотя в значительной степени функционально трансформирован из-за застройки прибрежных и водоохранных зон р. Казанки в последние годы.

«Клинья каркаса», «водно-зеленые клинья». В структуре ЭК выделяются три крупных элемента: 1) Матюшинский клин; 2) Зеленодольский клин; 3) Высокогорский клин. Два клина базируются на существующей гидрографии территории: Матюшинский и Высокогорский. Клинья выделяются не четко, т.к. зеленые массивы дискретны.

«Экологические коридоры». Экологические коридоры можно выделить двух типов: водно-зеленые и зеленые. К водно-зеленым коридорам можно отнести территории вокруг малых рек (р. Нокса, Киндерка, Солонка, Сухая) вместе с их водоохранными зонами. Коридоры четко выделены, существуют как элементы, но в функциональном отношении в значительной степени трансформированы застройкой. Водоохранные зоны малых рек в значительной степени застроены, причем не только частной застройкой, а еще и производственными и коммунально-складскими объектами.

Точечные элементы («узлы») мезоуровня ЭК. К данному элементу можно отнести зеленые насаждения общего пользования (городские леса, парки, сады, скверы), не включенные в три основных «водно-зеленых клина». К точечным элементам каркаса можно отнести парк Победы, парк «Крылья Советов», парк Урицкого, парк у ДК Химиков, парк «Молодоженов».

Точечные элементы («узлы») микроуровня ЭК. К данному элементу можно отнести зеленые насаждения общего пользования (сады, скверы), не включенные в три основных «водно-зеленых клина» и в узлы мезоуровня. К озеленению микроуровня ЭК можно отнести следующие объекты: сквер Славы, детский парк «Черное озеро», сквер по ул. Чуйкова, сад Эрмитаж, Лядской сад и другие сады и скверы города, озёра Ново-Савиновского района.

На основе анализа существующего озеленения г. Казани выявлена дискретность зеленых массивов, неравномерность их распределения, что в значительной степени затрудняет выявление структуры ЭК. Лишь расположение водных объектов г. Казани позволяет определить и в дальнейшем развивать имеющуюся структуру ЭК. Данный факт говорит о важной роли водных объектов в ЭК урботерриторий, т.к. фактически водные объекты определяют структуру ЭК. Расположение водных объектов г. Казани и основных направлений зеленых массивов позволяет определить структуру ЭК для г. Казани как смешанную - ядерно-радиально-стержневую.

Исследование биоразнообразия г. Казани [3] показывает, что наибольшим разнообразием фауны и флоры отличаются такие элементы ЭК, как «клинья» и «экологические коридоры», т.к. в них входят водные объекты, пойменные луга и леса, водно-болотные угодья, прилегающие зеленые зоны. Эти элементы ЭК характеризуются максимальным разнообразием экосистем, ландшафтов и биотопов, что определяет и высокое разнообразие растительного и животного мира.

## Литература

1. Елизаров А.В. Экологический каркас - стратегия степного природопользования XXI века / А.В. Елизаров // Степной бюллетень. Новосибирск: Изд-во НГУ.– 1998. - № 1. - С. 10-14.
2. Колбовский Е.Ю., Морозова В.В. Ландшафтное планирование и формирование сетей охраняемых природных территорий М.- Яр.: ИГРАН, Изд-во ЯГПУ, 2001. – 152 с.
3. Мингазова Н.М., Деревенская О.Ю., Палагушкина О.В., Павлова Л.Р., Набеева Э.Г., Зарипова Н.Р., Замалетдинов Р.И., Кондратьева Т.А., Павлов Ю.И., Унковская Е.Н., Борисович М.Г., Халиуллина Л.Ю. Биоразнообразие водных объектов г. Казани // Ученые записки Казанского университета. Серия Естественные науки. 2008, т.150. Кн.4 – 252-260 с.

## **ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ СИТУАЦИИ Г. КАЗАНИ ВИДЕОЭКОЛОГИЧЕСКИМИ МЕТОДАМИ**

Нургалиев Д.Р., Мингазова Н.М.

Казанский (Приволжский) федеральный университет, Россия

crysaleo@mail.ru

Видеоэкология – наука, изучающая влияние визуальной окружающей среды на человека. Визуальная среда выступает как экологический фактор. "Загрязнителями" визуальной среды являются гомогенные и агрессивные визуальные поля, что составляет неблагоприятную среду в местах обитания человека. Теоретической основой видеоэкологии является концепция об автоматии саккад. Автоматия саккад – это быстрые движения глаз, которые совершаются помимо нашей воли. Гомогенные и агрессивные визуальные поля (голые стены, сплошные стены из окон, глухие заборы, монотонный пейзаж и др.) создают угрозу физическому механизму зрения. Неблагоприятная визуальная среда города порождает ряд медико-социальных последствий, таких как близорукость, психические заболевания, стресс, депрессию и агрессивность.

Комфортная визуальная среда – это среда с большим разнообразием элементов в окружающем пространстве. Для нее характерны наличие разнообразных силуэтов, кривых линий разной толщины и контрастности, разнообразие цветовой гаммы, сгущение и разрежение элементов и т.п.

Целью данной работы является оценка экологической ситуации города. Объектом исследования выступил город Казань и его районы в местах основных магистралей. Предметом исследования явилась визуальная среда в местах магистралей, с самым большим транспортным и людским потоком.

В работе использовались натурные исследования и фотофиксация зданий. В Приволжском районе оценивалось 54 здания, в Авиастроительном – 41, Кировском – 37, Советском – 108, Дербышках – 48, в Ново-Савиновском – 84, Московском – 79, Вахитовском - 56 зданий (видовых кадров). Были выбраны главные артерии города с самой большой транспортной способностью.

Предложена авторская методика, согласно которой были выбраны основные магистрали города, как наиболее представительные в плане визуальной среды города. По данным магистралям осуществлялись выезды с фотофиксацией каждого здания (вида). Всего было выполнено свыше 1000 снимков, по которым проводили впоследствии оценку эксперты.

Аналитическая часть основывалась на исследованиях оценок 6-10 экспертов для каждого района. Экспертам предоставлялся видеоряд из полного количества фотографий в последовательности маршрута. Каждому эксперту было необходимо оценить визуальную среду по фотографиям на благоприятность или неблагоприятность зрительного восприятия. Для оценки визуальной среды на благоприятность/неблагоприятность использовалась бальная оценка: +5...0...-5 (от благоприятной среды до неблагоприятной).

В качестве примера приведена оценка восприятия экспертами маршрута Кировского района г. Казани (рис. 1). В оценке данного района участвовало 6 экспертов. Итоговая средняя оценка экспертов по Кировскому району:  $1,9 + 0,9 + 0,7 + 0,5 + (-1) + (-1) / 6 = +0,33$  (очень слабо благоприятная среда).

В ходе исследований по предложенной авторской методике выявлено, что заметно благоприятной визуальной средой отличается Вахитовский район (2,3 балла), а неблагоприятной - Приволжский район (-0,9). В сторону неблагоприятной среды тяготеет также и пос. Дербышки (-0,3).

Итоговая средняя оценка для всего города по данным 8 маршрутам получилась как слабо (очень слабо) благоприятная среда (+0,7), что заставляет задуматься о развитии города и предложить рекомендации по оптимизации его состояния с точки зрения градостроительства.

В ходе работы апробирована и проверена авторская методика визуальной оценки «загрязненности» территорий.

Графики визуально- эмоционального восприятия экспертами маршрута Кировского района	Комментарий
	<p><b>Средняя оценка =1.9</b></p> <p>Данный район у эксперта № 1 вызвал очень положительные эмоции</p>
эксперт № 1	
	<p><b>Средняя оценка = 0.9</b></p> <p>Эксперт №3 оценивает данный район по большей части как благоприятную среду.</p>
Эксперт №3	

Рис. 1. Оценка маршрута Кировского района по авторской методике.

Исследования выполнены в ходе магистерской диссертации по кафедре Природообустройства и водопользования КФУ по программе «Урбоэкология».

## ВЛИЯНИЕ НЕПРОДУМАННОЙ ХОЗЯЙСТВЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ НА СОСТОЯНИЕ МАКРОФИТОВ ОЗЕРА БОЛЬШОЕ ГОЛУБОЕ

Палагушкина О.В., Зарипова Н.Р., Мингазова Н.М., Яруткин Т.О.

Казанский (Приволжский) федеральный университет, г.Казань, Россия *opalagushkina@mail.ru*

Уникальные природные объекты требуют бережного отношения при осуществлении мероприятий по их благоустройству и выверенных в экологическом отношении решений. Озеро Большое Голубое, характеризующееся особым голубым цветом воды, относится к типу крайне редких для Среднего Поволжья «голубых» озер – карстовых холодноводных, сульфатных озер на напорных источниках (включая).

Озеро Большое Голубое расположено в Высокогорском районе Республики Татарстан и находится в составе Государственного природного заказника регионального значения комплексного профиля «Голубые озера». Название озера связано с голубым цветом воды в сочетании с высокой прозрачностью. По про-

исхождению озеро старично-карстовое сложной удлинённой формы, расположено в тыловой части пойменной террасы реки Казанки. Площадь озера составляет 4,60 га, максимальная глубина - 15,7 м, объём воды - 59,8 тыс.м<sup>3</sup>. Подземное питание озера Большое Голубое происходит за счёт разгрузки глубокозалегающих водоносных горизонтов пермской системы через две карстовые воронки, расположенные в его северной части. По химическому составу вода в озере нейтральная, очень жесткая, сульфатно-кальциевая с минерализацией около 2,2-2,5 г/л (солончатая). Уровень воды в озере на 5 м выше уреза воды в реке Казанка в межень, ширина перемычки, разделяющей озеро и реку в наиболее узкой части составляет 20 м. Озеро не имеет постоянных притоков, но из него вытекает ручей, впадающий в реку Казанка на 10,6 км от устья. Расход воды в ручье по сезонам колеблется от 0,6 до 0,9 м<sup>3</sup>/сек. Основным видом современного антропогенного воздействия, оказываемого на озеро Большое Голубое, является рекреация. Также в прибрежной зоне озера отмечается нерегулярный выпас скота, привносящий около 126 кг/год азота и 13кг/год фосфора [1].

В ноябре 2013 г. экосистема озера Большое Голубое претерпела сильное антропогенное воздействие в результате реализации проекта по реконструкции плотины, отделяющей озеро от реки Казанка, и укрепления берегов стока воды из озера. На время реализации проекта была разрушена старая плотина, поддерживающая уровень воды в озере, в месте ниже стока (Хрустальный водопад) затонул экскаватор, чтобы вода не поступала в ложе стока, сток воды из озера был переориентирован в новую канаву с неукрепленными берегами и без подпорной дамбы. В результате временного изменения гидрологического режима произошло резкое падение уровня воды в озере, по дну озера вода шла ручьем, обводненными остались только карстовые воронки (Большая и Малая Пучины), через которые происходит разгрузка подземных вод. Илы в зимних условиях промерзли и высохли. После завершения реконструкции плотины уровень воды в озере был восстановлен, но проведенный спуск воды привел к нарушению и исчезновению мест обитания многих видов водных растений и животных, к утрате больших объемов сапропеля. Голубой цвет воды, характерный для всей акватории озера, сохранился в Большой пучине и на отдельных участках.

В связи с этим, главной целью проведенных исследований стало выявление современного состояния макрофитов озера Большое Голубое в сравнении с исследованиями прошлых лет.

Детальные исследования растительности озера Большое Голубое, проведенные в 1998-2000 гг., отнесли его к макрофитному типу. Продукция органического вещества таких водоемов создается преимущественно за счёт фотосин-

тетической деятельности погруженных растений, характеризующихся быстрым ростом, интенсивным обменом веществ, повышенными требованиями к содержанию минеральных веществ в воде и грунтах и представленными харовыми и зелеными водорослями, зелеными мхами, хвостником обыкновенным и другими видами. На формирование растительности солоноватоводных карстовых озер влияют не только естественные факторы, такие как прозрачность водоемов и минерализация воды и грунтов, но и антропогенное эвтрофирование. Умеренное антропогенное эвтрофирование на фоне высокой прозрачности воды благоприятствовало развитию погруженной растительности озера Большое Голубое до 2013 г., для озера были характерны подводные луга водных растений из зеленых мхов и харовых водорослей [1].

Исследования 1998-2000 гг. позволили выявить в озере Большое Голубое 29 видов макрофитов восемнадцати семейств. Такие особые гидрофизические свойства озера как холодноводность, высокая прозрачность, текучесть вод, повышенная минерализация обуславливали наличие в нем сообществ стенобионтных видов. Среди высших сосудистых растений были наиболее распространены сообщества погружённых- прикрепленных, высокорослых и мелколистных растений с доминантами *Myriophyllum verticillatum*, *Potamogeton pectinatus*, *Hippuris vulgaris*, *Utricularia vulgaris*. Были широко распространены, но занимали небольшие площади сообщества, образованные представителями семейства *Lemnaceae*. Немаловажную роль играли харовые водоросли - осенью происходило отмирание большей части сосудистых растений, а харовые водоросли продолжали активно вегетировать и плодоносить, часто замещая эдификаторные виды. Большую роль играли плавающие и погружённые водорослевые скопления, образованные макроскопическими зелеными нитчатыми водорослями из рода *Cladophora*. В качестве вида-эдификатора, образующего практически монодоминантные сообщества по склонам карстовых воронок озера Большое Голубое, выступал водный мох *Fontinalis antipyretica*. В озере отмечалось отсутствие пояса растительности с плавающими листьями. Пояс водно-болотной растительности, расположенный вдоль берегов, был выражен слабо. Для озера Большое Голубое было выявлено 12 видов "водного ядра". В водоеме отмечался неравномерный тип зарастания со степенью - чрезмерная, более 70% [1].

Летние исследования 2014 г., проведенные по стандартной методике [2], обнаружили всего 14 видов макрофитов, принадлежащих десяти семействам. Высшие сосудистые растения были представлены семействами *Alismataceae*, *Lemnaceae*, *Potamogetonaceae*, *Halagaraceae*, *Ranunculaceae*, *Solanaceae*,



*Umbelliferae* и были приурочены, в основном, к поясу водно-болотной растительности вдоль берегов. Харовые водоросли были представлены видом *Chara contraria* A.Br. и формировали небольшие по площади сообщества в южной части озера. Зеленые нитчатые водоросли рода *Cladophora* образовывали скопления в прибрежной мелководной зоне. Амблистегиевые и фонтиналисовые мхи отмечались на склонах воронок. По данным 2014 года флору «водного ядра» озера слагали всего 6 видов: 1. *Lemna minor* L. – ряска малая. 2. *Lemna trisulca* L. – ряска трехраздельная. 3. *Potamogeton pectinatus* L. – рдест гребенчатый. 4. *Myrophyllum spicatum* L. - уруть колосистая. 5. *Fontinalis antipyretica* Hedw. - фонтиналис противопожарный. 6. *Chara contraria* A.Br. - хара противоположная. Степень зарастания дна озера макрофитами составляла не более 15%.

Индекс сходства видового состава макрофитов двух периодов исследования составил 65,1%.

Таким образом, проведенные исследования показали, что реализация проекта реконструкции плотины озера Большое Голубое негативно отразилась на видовом богатстве макрофитов. Общий видовой состав озера и видов водного ядра уменьшился в два раза, из видового состава исчезли *Hippuris vulgaris* L., *Zannichellia palustris* L., *Ceratophyllum demersum* L., а также вид, занесенный в Красную Книгу РТ - *Batrachium circinatum* (Sibth.) Spach [3]. Площадь, занимаемая макрофитными сообществами, уменьшилась на 55%.

Учитывая, что проект реконструкции плотины и стока проходил государственную экологическую экспертизу, очевидно, что экологические последствия при экспертизе не были учтены.

#### Литература

5. Уникальные экосистемы солоноватоводных карстовых озер Среднего Поволжья /под. ред. Алимова А.Ф., Мингазовой Н.М. - Казань: Изд-во Казанск. университета, 2001. - 256 с.
6. Методика изучения биогеоценозов внутренних водоемов. - М. Наука, 1975. - 240 с.
7. Красная книга Республики Татарстан (животные, растения, грибы). Издание второе. – Казань. Издательство «Идел-Пресс», 2006.- 832 с.

# **ЭКОНОМИЧЕСКОЕ РАЙОНИРОВАНИЕ И ВЫБОР СТРАТЕГИЧЕСКИХ НАПРАВЛЕНИЙ РАЗВИТИЯ МУНИЦИПАЛЬНЫХ РАЙОНОВ РЕСПУБЛИКИ ТАТАРСТАН**

Панасюк М.В.

Казанский (Приволжский) федеральный университет, Казань, Россия

*mp3719@yandex.ru*

Экономическое районирование и зонирование региона предназначены для оценки структуры и организации его экономического пространства. Под экономическим районом (ЭР) понимают территориальную часть хозяйства, характеризующуюся территориально-хозяйственным единством, внутренней экономической взаимосвязанностью, сложившейся специализацией. Экономическая зона (ЭЗ) – это территория, в пределах которой наблюдается схожая интенсивность проявления экономических характеристик. Экономический район отличается от экономической зоны, прежде всего, тем, что он формируется как результат развития системы социально-экономических связей между хозяйствующими субъектами.

Проблемы экономического зонирования и районирования территории Республики Татарстан (РТ), начиная с конца 1920-х годов, неоднократно находились в центре внимания органов региональной власти и ученых республики. Среди наиболее значимых исследований в области экономического зонирования и районирования, проведенных в последние годы, следует отметить:

1) Концепцию территориальной экономической политики Республики Татарстан, созданную Управлением территориального развития Министерства Экономики Республики Татарстан в 2009 году, в которой выделены 6 экономических зон.

2) Разработанную в 2007 г. Программу «Развитие и размещение производительных сил Республики Татарстан на основе кластерного подхода до 2020 года и на период до 2030 года». В ней в пределах РТ выделены 7 экономических районов

3) Стратегию социально-экономического развития Республики Татарстан до 2030 года. В Стратегии 2030 экономические зоны и экономические районы не различаются. Проведено экономическое зонирование и выделены три экономических зоны – Казанская, Камская и Альметьевская.

Необходимость формирования направлений стратегического развития территорий РТ от уровней отдельных поселений, муниципальных районов, городов, агломераций и до уровня региона в целом обусловили необходимость

постановки и решения задач определения оптимальной по экономическим и пространственным критериям системы экономических районов республики.

Решение задач экономического районирования территории РТ основывалось на авторском подходе и методе, а также на результатах исследований в области определения и анализа системы «экономический центр – экономическая периферия РТ». Метод районирования включает два основных этапа:

1) *Выделение системы узловых ЭР* на основе анализа развитости социально-экономических связей, т.е. внутренней экономической связности территорий ЭР, а также их относительных экономической однородности и компактности.

2) *Выделение системы однородных ЭР* на основе анализа степени их экономической однородности и компактности.

Решение задач экономического районирования основывалось на системе показателей оценки объемов товарных и людских потоков, а также основных макроэкономических показателей, характеризующих состояние социально-экономической системы муниципальных районов в анализируемый период.

Для оценки варианта районирования используются ряд количественных показателей: *мера (коэффициент) связности*, оценивающая соотношение (структуру) экономических связей территорий муниципальных районов (МР) с экономическими центрами; *мера однородности*, характеризующая степень сходства макроэкономических показателей МР, входящих в состав формируемого района; *мера компактности*, которая позволяет оценить степень компактности формируемого ЭР, позволяя избегать вариантов районирования со сложным контуром границ.

Оценка варианта районирования осуществляется на основе сводного оценочного критерия, объединяющего характеристики экономического пространства и уровня социально-экономического развития территорий экономических районов.

Результаты экономического районирования позволяют выделить *три узловых экономических района* с выраженными экономическими центрами, каждый из которых имеет особые стратегические направления развития:

- *Казанский* с экономическими центрами Казань и Зеленодольск.
- *Камский* с экономическими центрами Набережные Челны, Нижнекамск и Елабуга.
- *Юго-Восточный* с экономическими центрами Альметьевск, Бугульма и Лениногорск.

Оптимальный вариант районирования включает особую территориальную экономическую формацию - *Юго-Западный однородный экономический район*, в который вошли Апастовский, Буинский, Дрожжановский, Кайбицкий, Камско-Устьинский, Тетюшский, Алексеевский, Алькеевский, Аксубаевский, Новошешминский, Нурлатский, Спасский и Чистопольский муниципальные районы. В нем выделены перспективные центры экономического роста и определены стратегические направления развития территорий, связанные с развитием АПК, переработкой и сбытом сельскохозяйственной продукции.

## **АНАЛИЗ ПРИРОДНЫХ ПРЕДПОСЫЛОК РАЗВИТИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ТУРИЗМА НА БЕЛГОРОДЧИНЕ**

Пендюрин Е.А., Гламазда С.Н., Гененко О.Н., Ряднова С.А.

Белгородский государственный институт искусств и культуры, Белгород,  
Россия, [svetlana-glamazda@yandex.ru](mailto:svetlana-glamazda@yandex.ru)

Туристическая промышленность в понятии многих людей связана с развлечением, отдыхом, новыми впечатлениями, эмоциями и удовольствием. Туризм освобождает человека от чувства усталости путем конкретной смены обстановки и вида деятельности. Туристическая отрасль прочно вошла в жизнь человека с его естественным стремлением открыть и познать неизведанные края, памятники природы, истории и культуры, обычаи и традиции разных народов.

Экологический туризм сегодня превращается в одну из наиболее перспективно развивающихся отраслей туристского бизнеса. Экотуризм – это что-то усредненное между размеренными неторопливыми прогулками и экстримом. Он миросозерцателен и в меру познавателен одновременно, обычно спортивен и подвижен, достаточно вальяжен.

Анализ природных предпосылок развития экологической сферы туризма является одним из этапов оценки территории, так как природные ресурсы являются одним из важных факторов, определяющих ее использование.

Белгородчина имеет достаточно высокий рекреационно-туристический потенциал. На ее территории находятся уникальные природные и рекреационные ресурсы, объекты национального и культурного, исторического наследия, проходят важные экономические, культурные, общественные и спортивные мероприятия. Подвергая анализу туристические рекреационные ресурсы и с целью развития туризма в Белгородской области, хочется уделить внимание большому потенциалу возможностей этого направления в регионе. Белгородчина обладает богатыми истоками духовной, нравственной, эстетической и ху-

дожественной культуры. Культурное наследие Белгородского региона создавалось на протяжении нескольких веков: наработывалось, обогащалось, передавалось из поколения в поколение. Область занимает шестое место в ТОП - 10 регионов России с высоким уровнем жизни, и является привлекательным регионом России в отношении развития туризма. В туристической базе на территории Белгородчины более 2000 тысяч памятников культуры и истории, в том числе 908 памятников археологии, 245 памятников архитектуры, 745 памятников воинской славы, 35 из них являются памятниками истории и культуры федерального значения. Уникальные естественные природные участки края «Белогорье» объединены в государственный заповедник.

Анализ ландшафтно-природного рекреационного потенциала для развития экологического туризма в области позволяет выделить участки с высоким и средним потенциалом удовлетворения потребностей населения в экологическом отдыхе.

На территории области можно выделить участки с высоким экологическим рекреационным потенциалом в отдыхе и туризме. Первая категория – Борисовский район, вторая – Белгородский, Яковлевский, Прохоровский, Губкинский, Чернянский, Новооскольский, Красногвардейский, Валуйский и Ровенской районы, остальные территории области по степени удовлетворения потребностей населения в экологическом отдыхе можно отнести к третьей категории.

Комплексные (ландшафтные) заказники нацелены на охрану как флоры, так и фауны территории, в них могут входить также отдельные памятники природы. Среди наиболее уникальных можно перечислить следующие: урочища «Борки», «Городище» (Валуйский район) – колонии сурка-байбака, меловые обнажения и останцы, реликтовые сообщества; «Большой лог» (Красненский район) – реликтовые растения, родник.

Ботанические заказники представительно отражают флористические группировки края и наиболее изучены. Наибольший интерес вызывают ботанические заказники с кальцефитной флорой и реликтовыми видами: «Бекарюковский бор» (Шебекинский район), ряд участков в Валуйском, Вейделевском районах; участки разнотравно-луговых и разнотравно-ковыльных степей: «Хвощеватое» (Красненский район), «Гнилое» (Вейделевский район) и др.; дубравы: «Черепенное» (Губкинский район), «Корабельная дубрава» – генетический резерват дуба черешчатого (Алексеевский район).

Всего в Белгородской области насчитывается 352 особо охраняемых природных территорий. В области нет специализированных энтомологических за-

казников. В то время практически во всех ООПТ присутствуют различные группировки беспозвоночных: степные, лесные, дубравные, ряд реликтовых и эндемичных видов. С этой точки зрения к разряду комплексных можно отнести любую из категорий особо охраняемых природных территорий. Примером могут служить; «Корабельная дубрава» – единственное известное в области местонахождение бескрылой кобылки; «Соломинская дубрава» – ряд охраняемых на федеральном и региональном уровнях, видов.

Необходимо также отметить памятники природы. Это самые небольшие по площади, особо охраняемые природные территории. Подавляющее количество памятников природы приходится на родники, карстовые источники и дубы-долгожители (до 400 лет). Можно сказать, что эти объекты – символы Белгородского края.

Оценка объектов и явлений культурно-исторического наследия позволяет говорить о возможности развития на территории Белгородской области культурно-познавательного, религиозного, паломнического, сельского, этнографического, экологического, научного туризма. Таким образом, Белгородская область обладает богатым и разнообразным рекреационным потенциалом, благоприятствующим развитию экологического туризма.

Сейчас турфирмы предлагают разнообразные маршруты, включающие в себя полноценные экологические экскурсионно-научно-популярные туры выходного дня, которые охватывают все великолепие природы Белгородского региона, где путешествие станет незабываемой поездкой – открытием, которое позволит стимулировать развитие туристической индустрии в регионе и решить проблему узко направленности туристических фирм.

## **ПРИОРИТЕТНЫЕ РИСКИ ГОРОДСКОЙ СРЕДЫ ЗДОРОВЬЮ НАСЕЛЕНИЯ**

Ревич Б.А.

Институт народнохозяйственного прогнозирования РАН, Москва, Россия

*brevich@yandex.ru*

Индикаторы качества жизни в городах в основном ориентированы на показатели, связанные с уровнем жизни (доходы, показатель неравенства, безработица и другие) и в недостаточной степени отражают воздействие окружающей среды, климатических особенностей в условиях многоэтажной застройки, плотности населения, особенно выраженные в мегаполисах. Эти и ряд других показателей исследованы для городов с населением более 1 млн. чел. и некоторых других городов мегаполисного типа.

Основным индикатором качества атмосферного воздуха ВОЗ признано содержание мелкодисперсных взвешенных частиц (particulate matter – PM) размером 10 и 2.5 мкм. Токсикологические исследования подтверждают большую опасность здоровью PM<sub>2.5</sub> по сравнению с PM<sub>10</sub>. Мониторинг PM проводится только в Москве, Санкт-Петербурге, Сочи и Красноярске, поэтому для определения значений дополнительной смертности при воздействии этих веществ в других городах использованы результаты определения общей пыли на станциях мониторинга Росгидромета с применением поправочного коэффициента. Установлено, что для городского населения страны загрязнение атмосферного воздуха только PM приводит примерно к 80-85 тыс. случаев дополнительной смерти в год, что составляет 4% от общего числа летальных исходов. Наиболее высоки риски здоровью населения от загрязнения атмосферного воздуха в городах Сибири и Дальнего Востока, где продолжается использование твердого топлива. Содержание PM в атмосферном воздухе возросло во время температурных волн жары, что было установлено в Москве во время аномальной жары 2010 г. Увеличение среднесуточных концентраций PM<sub>10</sub> в атмосферном воздухе этого города на 10мкг/м<sup>3</sup> при среднесуточной температуре воздуха 18°C приводит к увеличению смертности от всех причин (кроме внешних) на 0,47%; при 22°C – на 0,76% и при 30°C - на 1,34%.

Последствия потепления климата для здоровья населения особенно выражены в мегаполисах в связи с высокой плотностью застройки, городскими каньонами, «запечатанностью» открытых территорий. Для своевременного принятия мер по защите здоровья населения при наступлении волн жары необходимо установление порогов жары, создание системы раннего оповещения, разработка и внедрение межсекторальных планов действия при наступлении жары. Для определения порогов жары в городах (Москве, Архангельске, Ростове-на-Дону, Красноярске, Якутске и других), расположенных в различных климатических зонах, проведены исследования с использованием обобщенной линейной регрессионной модели Пуассона, учитывающие не только значения температур, но также сезонные изменения смертности; суточный перепад температур, влажность воздуха, скорость ветра и др. показатели. Исследование последствий волны жары летом 2010 г., наблюдавшейся в течение 44 дней во время блокирующего антициклона, показало, что дополнительная смертность в Москве за дни аномальной жары в сочетании с высоким уровнем загрязнения атмосферного воздуха PM составила 11 тыс. дополнительных случаев. За этот период также пострадало население С. Петербурга (1,5 тыс. дополнительных случаев смерти) и 30 областей Европейской части России (41,5 тыс. случаев).

Моделирование зависимости смертности от температуры и загрязнения воздуха в Москве показало, что около 70% дополнительной смертности от всех естественных причин объясняется продолжительным воздействием высоких температур, остальные 30% - воздействием загрязнения в условиях температурного стресса, т.е. комбинированным влиянием этих двух опасных факторов. Пороговое значение среднесуточной температуры во время волны жары, которое статистически достоверно приводит к повышенной смертности, составило 23,6°C. С целью минимизации рисков здоровью населения Москвы разработана шкала опасности загрязнения атмосферного воздуха PM10 и высоких температур, вошедшая в план действий во время жары и высокого уровня загрязнения атмосферного воздуха, утвержденный правительством города.

В южных городах пороговое значение аномальной жары, установленное на основе вероятностных характеристик многолетнего распределения среднесуточных температур, изменялось в диапазоне от 27,7°C в Ростове-на-Дону до 29,9°C в Волгограде. Преждевременная смертность на 100 тыс. населения в год из-за воздействия волн жары составила: 7,6 (95%ДИ: 6,7-8,5) в Волгограде; 8,1 (95%ДИ:7,2-8,9) в Ростове; 8,5 (95%ДИ:7,5-9,6) в Краснодаре и 10,8(95%ДИ:9,3-12,2) в Астрахани. Наиболее высокие риски здоровью населения в Астрахани объясняются максимальным числом длинных волн жары. Мета-анализ риска по 4 южным городам показал статистически значимые результаты его совокупной оценки практически для всех изученных причин смерти, наиболее высокие значения риска установлены для болезней системы кровообращения (БОК) в возрасте 65+. На втором месте по величине оценок новообразования, на третьем – болезни органов дыхания (БОД). На эти три группы причин приходится до 85% прироста всей смертности (кроме внешних причин) в возрастной группе 30-64 и до 94% прироста в возрастной группе 65+. Так, соотношение рисков здоровья от инфарктов составляет  $RR_{\geq 65}/RR_{30-64}=1,10$ , т.е. относительный прирост смертности во время холодových волн для пожилых людей на 10% выше, чем для лиц трудоспособного возраста [Shaposhnikov, Revich, 2016].

В 4 северных городах (Мурманск, Архангельск, Якутск и Магадан) волны холода оказывают более сильное влияние на уровень смертности населения, чем волны жары ( $RR_{\text{холод}}=1,42\pm,07$  и  $RR_{\text{жара}}=1,44\pm,17$  соответственно). Так, соотношение рисков здоровья от инфарктов составляет  $RR_{\geq 65}/RR_{30-64}=1,10$ , т.е. относительный прирост смертности во время холодových волн для пожилых людей на 10% выше, чем для лиц трудоспособного возраста. Прирост смертности от БОК в возрастной группе 65+ в южных городах достоверно выше, чем в



северных городах (66% и 35%). Моделирование значений дополнительной смертности при потеплении климата Архангельска на прогнозные 2046-2065 гг. с учетом распределения рисков во времени (отсроченные эффекты, эффект жатвы, т.е. краткосрочные и долгосрочные сдвиги смертности) показало, что к 2050 году ожидается снижение температурно-зависимой смертности, которая впоследствии может вырасти. В условиях резко-континентального климата (Красноярск) воздействие волн жары приводит к более тяжелым последствиям, чем воздействие волн холода.

Исследование выполнено при финансовой поддержке Российского научного фонда (проект № 16-18-10324).

## **ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ПАРАДИГМА В СИСТЕМЕ НЕПРЕРЫВНОГО ОБРАЗОВАНИЯ**

Самигуллина Г.С.

Казанский (Приволжский) федеральный университет, Казань, Россия

Исследования состояния биосферы земли Денниса и Доннелы Медоуз (1972), работы А. Печчеи (1980), Б. Коммонера (1974), Н. Моисеева (1988), Д. Лихачева (1991); Конференция ООН по окружающей среде и развитию «Повестка дня на XXI век» (Рио-де-Жанейро, 1992), встречи на высшем уровне по устойчивому развитию (Йоханнесбург, 2002), документы ООН, ЮНЕСКО, ЮНЕП и др., приводят к осознанию того, что решение глобальных экологических проблем должно начинаться с локального, местного уровня.

Важное место в решении экологических проблем страны имеет высокий уровень экологического образования, которое является частью единой триады «экологическое воспитание - экологическое просвещение – экологическое образование». Все эти части представляют собой основу формирования экологического мировоззрения, необходимость сохранения оптимальной для жизни среды обитания, в том числе на региональном и локальном уровнях.

Несмотря на существующие документы, место и время включения экологических проблем в структуру, и содержание российского образования не решены до сих пор.

На сегодняшний день существует три варианта включения экологического образования в существующую структуру школьного образования: традиционный или рассеянный по предметам (многопредметная модель); смешанная модель; обособление в самостоятельный предмет.

Международная экологическая конференция Рио-де-Жанейро (1992г.) из семи глобальных экологических проблем признала две - биологического ха-

рактера, остальные – геоэкологического плана.

География, как единственная дисциплина, изучающая триединство «человек-природа-общество», могла бы занять достойное место в экологическом образовании. Еще один аргумент в пользу нашего предмета – множество учебников нового поколения, написанные географами Г.С. Камериловой, В.И. Сиротиним, Н.Ф. Винокуровой и т.д.

Комиссией Международного географического союза по географическому образованию Декада ООН 2005-2014 гг. по образованию для устойчивого развития рассматривается, как возможность укрепить свою приверженность идеям образования для устойчивого развития.

Люцернская «Декларация о географическом образовании для устойчивого развития» дополняет основной Международный устав по географическому образованию (1992 г.) и ставит во главу угла вклад географии в образование для устойчивого развития.

Академик И.Д. Зверев, создавший первую концепцию экологического образования, считал, что экологическое образование предусматривает педагогически целенаправленное воздействие на учащихся, в процессе которого они усваивают научные основы взаимодействия общества и природы, овладевают прикладными знаниями, практическими умениями и навыками по оптимизации воздействия на природную и преобразованную среду.

**В** современной педагогике под экологическим образованием справедливо понимают педагогическую систему, характеризующуюся единством целей, задач и принципов, содержания методов и средств обучения.

Многолетний опыт работы в системе повышения квалификации учителей географии и смежных дисциплин по данной проблеме позволяет обобщить теории, иерархии (в нашем случае учреждения среднего, высшего и постдипломного образования) в рамках теоретической концепции творческой педагогической системы.

Под парадигмой Кун подразумевает признанные всеми научные достижения, которые в течение некоторого определённого времени дают модель постановки проблем и их решений научному сообществу.

Экологическую парадигму в системе непрерывного экологического образования рассмотрим на примере партнёрства общего среднего образования, высшего образования (бакалавриат, магистратура, аспирантура), повышения квалификации учителей естественно-географических дисциплин, профессиональной переподготовки по программе САЕ, общественно-

профессиональных сообществ учителей географии в системе общего образования.

## **ПРОЕКТ СОЗДАНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО КАРКАСА Г. КАЗАНИ НА ПРИМЕРЕ ПРИВОЛЖСКОГО РАЙОНА**

Сафина А.Р., Малыгина М.А.

Казанский (Приволжский) федеральный университет, Казань, Россия

masholga@yandex.ru

Современные урбанизированные территории Российской Федерации отдаляются от природных ландшафтов. В крупных городах актуальной является тенденция застройки свободных территорий с различным природным потенциалом жилыми массивами. Застройщики стремятся создать максимальное количество площадей для реализации - микрорайоны плотной высотной застройки с развитыми транспортными сетями. При этом в градостроительные проекты не закладываются парки, скверы и другие "зеленые" объекты, повышающие коэффициент озеленения данных территорий. Такой подход при проектировании приводит к неудовлетворительному состоянию озеленения новых микрорайонов и всего города в целом. В связи с этим, все большую актуальность приобретают вопросы, касающиеся состояния и разработки эколого-природного каркаса (ЭПК) как градообразующего элемента. Казань так же не стала городом-исключением и на данный момент состояние ЭПК оценивается как неблагоприятное.

При анализе экологического каркаса г. Казани было выявлено отсутствие целостности структуры. Лесные массивы, когда-то бывшие единым элементом, разрознены и разобщены урбанизированной территорией. Большая часть сохранилась на северо-западе города и на данный момент является особо охраняемой природной территорией площадью равной 3211 га, а также меньшие по площади леса сохранились на северо-востоке и юго-востоке города, на периферийных территориях. Между ними так же нет связи из-за наличия поселков, дорог и природно-аграрных ландшафтов. Воссозданные и созданные человеком природные объекты разбросаны по всей территории города и не имеют связей между собой. При этом данные территории являются связующими элементами, но не выполняющие данную функцию в структуре каркаса.

По данным "Государственного реестра ООПТ в Республике Татарстан" в г. Казань насчитывается 7 особо охраняемых природных территорий: Городской лесопарк «Лебяжье», Казанский дендрарий, Кедровый парк, Карьерский овраг, урочище «Русско-Немецкая Швейцария», массив Дубки, река Казанка.

Исходя из этого, город имеет 7 экологических ядер, самыми крупными являются: городской лесопарк «Лебяжье», урочище «Русско-Немецкая Швейцария» и массив Дубки. Буферные зоны, отделяющие ядра от жилых массивов и автомагистралей, отсутствуют. Вследствие этого, территории ООПТ испытывают антропогенную нагрузку, что влияет на их экологическое состояние.

Анализ каркаса выявил экологические клинья, проходящие по всему городу. Главным и самым крупным клином-коридором является река Казанка, разделяющая город на две части: в первую входят Кировский, Московский, Авиастроительный и Ново-Савиновский административные районы, а во вторую – Советский, Вахитовский, Кировский и Приволжский.

От р. Казанки образовалось значительное количество притоков и пойменных озер, большая часть которых находится на территории Советского района среди дачных участков. Пойменные озера имеют высокую природоохранную ценность из-за высокого биоразнообразия животного мира. Однако большинство водных объектов окружены плотной застройкой, водоохранная зона не соблюдается. Многие озера остались без притоков, с постоянным воздействием высокой антропогенной нагрузки, происходит стремительное эвтрофирование.

Анализируя структуру ЭПК по административным районам города, было выявлено малое количество «зеленых» объектов в Авиастроительном, Ново-Савиновском и Приволжском районах. В Советском районе большая часть «зеленых» пространств находится на окраине города и отсутствует внутри микрорайонов.

Высокая концентрация промышленных объектов южной части г. Казани располагается в Приволжском административный районе. Коэффициент озеленения центра Приволжского района принимает самое низкое значение, большая часть «зеленых» пространств находится в периферийных зонах. На северо-востоке района лесные массивы разрознены природно-антропогенными ландшафтами, экологические коридоры отсутствуют, наблюдаются высохшие русла рек, на данный момент заросшие древесно-кустарниковой растительностью. С южной части вклинивается лесной массив, но с северо-восточной частью он разделен и не имеет экологических клиньев и коридоров.

Анализ зеленого каркаса Приволжского района выявил 2 экологических ядра - ООПТ: городской лесопарк «Лебяжье» (площадь равна 90 га) и Кедровый парк (площадь равна 1 га). Самым крупным является часть городского лесопарка «Лебяжье», которая имеет буферную зону и экокоридор, что позволяет циркулировать вещественно-энергетическому обмену и безопасному перемещению животных по местности.

Главный экологический коридор – система озер Кабан, а именно Верхний и Средний Кабан. В западной части протекают притоки р. Волги, однако в южной и восточной частях «коридоры» отсутствуют. Буферные зоны разобщены и разрознены в северо-западной и западной частях.

Анализ территории Приволжского района определил малое количество благоустроенных зеленых территорий. У промышленных предприятий отсутствуют санитарно-защитные и буферные зоны, жилая застройка плотная. Рекреационный потенциал района низкий. Вследствие высокого воздействия различных нагрузок на существующие элементы экологического каркаса и на состояние природной среды в целом, современное состояние района не отвечает экологическим нормам и требованиям.

Проанализировав Приволжский административный район, был разработан проект-схема со следующими вариантами объединения элементов экологического каркаса района в единую сеть: создание экологических клиньев; образование новых экологических ядер; увеличение водоохраных и зеленых зон у ООПТ.

Обширные лесные массивы в северо-восточной и южной частях, проектом предусмотрено считать экологическими ядрами. Жилые массивы по возможности предложено сдвинуть от водоохраных зон водных объектов, с дальнейшим снижением антропогенного воздействия на эти территории. Запроектированы экологические клинья, несущие в себе защитную роль в экокаркасе.

Выявлены территории с высоким рекреационным потенциалом. Следует тщательно спроектировать каждый сквер и бульвар, провести четкое зонирование между рекреационной зоной для людей и тихой зоны для обитающих животных, обеспечить безопасный путь миграции через коридоры и клинья. Проблему с безопасным передвижением животных через автомагистрали позволит решить строительство экологических мостов - экодучек. Сохранившиеся озера необходимо выделить и провести экореабилитацию с последующим благоустройством, применяя современные экологические модели.

В современном процессе сложного градостроительного развития структуры городов, главной целью является формирование благоприятных условий для жизнедеятельности населения. Поэтому при дальнейшем проектировании градостроительных планов, следует детально прорабатывать эколого-природный каркас, включающий в себя все особенности природных ландшафтов и сохраняющий значимые единицы природной среды.

**ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКОЕ И ГЕОИНДИКАЦИОННОЕ  
ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОСТРАНСТВЕННОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ  
НАПРЯЖЕННОСТИ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПОЛЕЙ  
ПРОМЫШЛЕННОЙ ЧАСТОТЫ**

Стурман В.И.

Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций,  
Санкт-Петербург, Россия  
*st@izh.com*

Защита населения от воздействий электрических полей высоковольтных линий (ВЛ) достигается путем создания вдоль них санитарно-защитных и охранных зон, а защита от полей оборудования и приборов - гигиенической сертификацией. При этом вне рассмотрения остаются вопросы возможной зависимости электрических полей ВЛ от погодных условий, а также взаимодействие полей от различных источников, что получило в литературе название «электромагнитный смог».

Исследование электрических полей промышленной частоты в Санкт-Петербурге и окрестностях выполнено при помощи прибора Gigahertz Solutions ME 3830 В М/Е Analyser, позволяющего измерять напряженность электрического поля от 1 до 2000 в/м.

Измерения проводились в четырех вариантах: 1) профильные мониторинговые, для определения устойчивости характеристик электрических полей ВЛ, в одних и тех же точках, под проводами в местах их наибольшего провисания, и на удалении от них 10, 15, 20, 25 и 30 м; 2) профильные разовые, для ориентировочной оценки зон воздействия ВЛ, преимущественно в местах их соседства с жилой застройкой; 3) точечные мониторинговые, для определения устойчивости характеристик электрических полей от совокупности их источников в жилых районах; 4) точечные однократные, в отдельных точках городской территории.

Исследование электрических полей от воздушных ВЛ показало, что нормативные размеры санитарно-защитных и охранных зон не вполне обеспечивают защитные функции, даже в условиях пониженной нагрузки. Выявлена слабая и средней силы обратная зависимость напряженности от температуры воздуха (зимой) и относительной влажности, т.е. рост напряженности при антициклональных условиях.

Уровни напряженности электрических полей промышленной частоты от совокупности источников в жилых районах более устойчивы и не обнаруживают значимых зависимостей от метеорологических характеристик. Однократные

измерения показателей напряженности выявили их сильную зависимость от характера использования и типа застройки. Средние значения напряженности составили: в плотной застройке исторического центра Санкт-Петербурга 0,279 кВ/м, (в т.ч. на улицах 0,325 кВ/м, во дворах 0,228 кВ/м, на площадях и в других разрывах застройки 0,056 кВ/м); в современной застройке 0,09 кВ/м (в т.ч. на улицах 0,068 кВ/м, во внутриквартальных пространствах 0,134 кВ/м); в парках и скверах 0,009 кВ/м.

Столь чёткая зависимость от характера использования территорий означает, что напряженность электромагнитных полей, также как состояние зеленых насаждений (биоиндикаторы), загрязнение почв и снега (геоиндикаторы) может рассматриваться в качестве косвенного показателя загрязнения атмосферного воздуха и экологической обстановки в целом. К особенностям электрического поля как геоиндикатора относятся легкость и быстрота измерения при полном отсутствии зависимости от прошлых условий и сторонних факторов, и в то же время очень быстрая изменчивость и необходимость вычленения аномалий, обусловленных кабелями подземной прокладки. В связи с последним обстоятельством, в Санкт-Петербурге выявлен ряд устойчивых, линейно вытянутых участков, в пределах которых отмечаются превышения как обычных для данного типа застройки значений, так и гигиенических нормативов.

## **ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ ЗОНИРОВАНИЕ Г. ТОМСКА И ЕГО СВЯЗЬ С ПРИРОДНЫМИ ЛАНДШАФТАМИ**

Хромых В.С.

Национальный исследовательский Томский государственный университет,  
Томск, Россия

*valery\_khromykh@mail.ru*

В пределах территории г. Томск выделяются несколько типов ландшафтных местностей. Гривно-ложбинная пойма р. Томь в черте города занимает значительное пространство. На левобережье, по площади, пойма – это половина всей городской территории. На правом берегу пойма протягивается через весь город вдоль реки. Относительные превышения поверхности над урезом воды р. Томи 3-8 м. Пойменный тип местности имеет гривно-ложбинную структуру.

Мелкогривистые поймы притоков р. Томи. На территории р. Томь имеет следующие притоки: Бол. Киргизка, Мал. Киргизка, Ушайка и Басандайка. Из всех притоков пойма р. Ушайки занимает наибольшую площадь, наименьшую –

площадь поймы р. Басандайки. Структура поймы притоков мелкогивистая, это обусловлено возрастом долин.

Плосковолнистая первая надпойменная терраса р. Томи занимает половину левобережья в черте города и незначительными, по площади, участками расположена на правобережье. Относительные высоты над рекой не превышают 20 м.

Холмисто-западинная вторая надпойменная терраса р. Томи находится на правобережье и занимает небольшие участки в черте города. Между рр. Бол. и Мал. Киргизкой находится самый большой по площади участок второй террасы на территории г. Томска. Относительные превышения над уровнем воды в р. Томи достигают 30 м.

Пологоволнистая третья надпойменная терраса р. Томи находится на правом берегу реки. Относительные высоты над уровнем воды в Томи до 45 м. Терраса тянется узкими полосами вдоль притоков р. Томи и занимает обширное пространство южнее р. Бол. Киргизки.

Холмисто-бугристая междуречная равнина – основной тип местности для территории г. Томска. Относительная высота над уровнем воды выше 45 м. Равнина охватывает наибольшие участки центральной и южной частей города, а также выделяется и севернее р. Бол. Киргизки. Рельеф сильно всхолмлённый.

Таким образом, современная территория г. Томска располагается на обширной территории поймы р. Томь, на трёх террасах реки, а также в поймах рек Киргизки, Ушайки, Басандайки и занимает большие площади междуречной равнины.

Современный город - это сложный комплекс территорий и сооружений, занятых производственными предприятиями, жилыми комплексами, общественными центрами, местами отдыха на открытом воздухе, транспортными и инженерными сооружениями. Основные функции города стабильно материализуются на его территории и впоследствии их не так просто изменять. Поэтому первый принцип, вносящий порядок в планировочную организацию города, это функциональное зонирование, разделение города на части различного назначения по признаку ведущей функции (труд, общественная жизнь, быт, отдых).

Город Томск – город немолодой, поэтому здесь отсутствует чёткое функциональное зонирование. Функциональные зоны пересекаются одна с другой, у них нет чётких границ. Поэтому функциональные зоны в Томске трудно привязать к определённым типам ландшафтов, нет закономерности в расположении зон. На сегодняшний день в г. Томске выделяются следующие функциональные зоны:



1. Жилые зоны. Зона застройки многоэтажными жилыми домами распределена неравномерно. В основном она сосредоточена в центральной части города. Многоэтажная застройка соседствует с зоной общественно-жилого назначения, многофункциональной производственно–деловой и зоной делового, общественного и коммерческого назначения. Большая часть этой зоны расположена на междуречье, а также на террасах малых рек.

2. Зона застройки малоэтажными и среднеэтажными жилыми домами расположена в западной и юго-западной частях города. Данная зона занимает небольшие по площади участки, которые расположены на междуречье, террасах и в пойме р. Томи. Расположение в пойме обусловлено близким положением к крепости, под защитой которой дома находились (район Черемошники, Заисток и др.). Соседствует с зоной застройки многоэтажными жилыми домами, с многофункциональной производственно–деловой зоной, зоной садоводств и дачных участков.

3. Зона застройки индивидуальными жилыми домами располагается на обоих берегах Томи. Территория города на левом берегу реки практически вся застроена дачами, находятся они в пойменной части. На первой террасе левобережья находятся частные дома (пос. Тимирязевский, Дзержинское и др.). На правом берегу эта зона располагается, в основном, на окраинах города – это свидетельствует о расширении и укрупнении городской территории. Здесь эта зона находится на междуречье, в пойме малых рек. Граничит она, по большей части, с зоной городских лесопарков и городских лесов.

4. Зона садоводств и дачных участков находится и на левом берегу р. Томи, и на правом. Меньшая часть зоны на левом берегу реки лежит на пойме. На противоположной стороне зона садоводств и дачных участков располагается в пойме р. Ушайки, а также на восточной и северо-восточных окраинах города, на междуречье.

5. Общественно-деловые зоны. Зона исторического центра города расположена на пойме р. Томь, как понятно из названия, в центральной части города. Специальная историческая зона (Нагорная оборонная линия) располагается также в центре г. Томска, в основном в пойменной части и на террасах. Соседствует с зоной застройки малоэтажными жилыми домами в исторических районах и зоной исторического центра города. Специальная историческая зона выделена для формирования условий сохранения строительных и ландшафтных особенностей территории, связанных с основанием города.

6. Научно-производственные и технико-внедренческие зоны расположены большей частью на востоке города и немного в северной его части. Эти зоны

занимают междуречье, соседствуют с зонами застройки индивидуальными жилыми домами и городских лесопарков.

7. Производственные зоны. Зона производственно-коммунальных объектов находится в основном в северной части города и занимает большие по площади территории. Соседствует с многофункциональной производственно-деловой зоной, зоной городских лесопарков, а также зоной общественно-жилого назначения. Расположена большей частью на междуречье, на террасах малых рек.

8. Рекреационные зоны расположены на левом и правом берегах р. Томи. Преобладающей по площади из рекреационных зон является зона городских лесопарков и городских лесов, лугопарков, зон отдыха. Зоны находятся на пойме, террасах р. Томь и междуречье, а также на террасах малых рек. Соседствуют рекреационные зоны практически со всеми зонами.

Таким образом, можно сказать, что проблема несвязанности функциональных зон с ландшафтными во многом обусловлена историей освоения и методами обустройства города. Проблемы диспропорции и разобщённости города не решены и по сегодняшний день.

Для решения проблем функционального зонирования необходимо будет осваивать неудобные территории, прибрежные территории, реконструировать обширные участки индивидуальной застройки и промышленные зоны, планировать расширение городской территории.

## **ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ МАЛЫХ ОЗЕР В УСЛОВИЯХ УРБОТЕРРИТОРИЙ**

Шигапов И.С.

Казанский (Приволжский) федеральный университет, Казань, Россия, *shigapov.irshat@yandex.ru*

Процесс озерного морфолитогенеза на территории г. Казани развивается в относительно стабильных природных условиях. При этом основными условиями формирования озер на урбанизированных территориях становятся морфолитологические, климатические и антропогенные [1]. Для г. Казани нами было выделено пять процессов определяющих формирование озерных котловин: антропогенный процесс, просадочно-суффозионный, карстовый, флювиальный, эоловый.

Данные процессы обусловлены 8 факторами: 7 факторов природного происхождения и антропогенный фактор. 3 фактора являются климатическими: атмосферные осадки, температура воздуха и ветер, влияющий как на испаряе-

мость, так и на детализацию берегов, так как на берегах озер г. Казани наблюдается размыв минерального субстрата.

Следующие факторы геологические и гидрогеологические: состав горных пород и подземные воды, воздействие поверхностных вод, куда можно отнести сток воды, и пролювиальные отложения [2]. Например, котловина озер Бол. и Мал. Глубокое, согласно старым картам представляли собой единый водоем, которых разделил конус выноса крупного оврага [3]. В настоящее время в северо-западной части озера Бол. Глубокое находится пляж, образованный конусами выноса оврагов. По нашим данным, за 10 лет в северо-западной части озера береговая линия отступила более чем на 7 м.

Наличие вышеназванных процессов позволяет выделить на территории г. Казани шесть механизмов образования озерных котловин. Механизм антропогенного воздействия на формирование озер выражается как в образовании котловин, так и в поднятии уровня грунтовых вод.

При эоловых процессах, действие механизма дефляции и переотложения вызывает образование междюнных озер. Согласно одной из гипотез [4], так сформировалось одно из озерных систем Татарстана - Лебязьи озера, расположенные в междюнном понижении.

В результате механизмов смещения меандр и отмирания водотоков образуются пойменные, старичные и дельтовые озера. Например, старицы р. Казанки, оз. Шанхай и др.

Карстовые процессы путем растворения горных пород, образования полостей, обрушения сводов пещер образуют карстовые воронки, в которых образуются провальное-карстовые озера [5]. При суффозионно-просадочных процессах в результате уплотнения пород образуются суффозионные озера. Часто встречаются результат совместного действия: суффозионно-карстовые озера.

#### Литература

1. Шигапов И.С., Мусин А.Г., Мингазова Н.М. Физико-географические факторы формирования озер г.Казани // Окружающая среда и устойчивое развитие регионов: новые методы и технологии исследований. Тр. Всерос. научн. конф. Казань, 2009, т.3. - С. 320-324.
2. Шигапов И.С., Мингазова Н.М., Мусин А.Г. Особенности морфологии котловин г. Казани // Вестник Татарского государственного гуманитарно-педагогического университета. - №2, 2011. - С. 66-71.
3. Тайсин А.С. Озера Приказанского района, их современные природные и антропогенные изменения / А.С. Тайсин. - Казань: Изд-во ТГГПУ, 2006. - 167 с.
4. Батыр В.В. Дюнно-карстовые озера окрестностей г. Казани // Очерки по географии Татарии. - Казань: Таткнигоиздат, 1957. - С.209-215.
5. Ступишин А.В. К истории формирования левобережья Приказанского Поволжья / А.В. Ступишин // Известия Всесоюзного географического общества. - 1948. - Т.80, вып.3. - С. 286-290

# **ОЦЕНКА РАЙОНОВ ГОРОДА КАРАГАНДЫ ПО УРОВНЮ РЕКРЕАЦИОННОЙ ПРИВЛЕКАТЕЛЬНОСТИ И ОБЕСПЕЧЕННОСТИ ОЗЕЛЕНЕННЫМИ ТЕРРИТОРИЯМИ ОБЩЕГО ПОЛЬЗОВАНИЯ**

Акылбекова И.С.

МГУ им. М.В. Ломоносова, Москва, Россия, indira\_msu@mail.ru

**Введение.** В настоящее время с усложнением функциональной и планировочной структуры городов существенно повышается социальная значимость озелененных территорий общего пользования (далее - ОТОП). ОТОП выполняя функции основных объектов рекреации в городе должны отвечать современным запросом общества и иметь все необходимые условия для отдыха разных слоев населения. Поэтому их эффективная организация и развитие является одним из главных приоритетов в создании комфортной городской среды.

Сравнение двух показателей – обеспеченности населения ОТОП и степени их рекреационной привлекательности позволяет наиболее полно охарактеризовать степень удовлетворения рекреационных потребностей населения.

**Объекты, материалы и методы исследования.** В качестве объектов исследования были выбраны все парки, а также наиболее крупные по площади скверы и бульвары г.Караганды – индустриально-промышленного центра Казахстана, расположенного в засушливой степной зоне. Всего было обследовано 19 ОТОП (5 парков, 10 скверов и 4 бульвара). Оценка их рекреационной привлекательности проводилась с помощью индивидуальной экспертной балльной оценки, которая дополнялась сведениями, полученными в ходе социологического опроса посетителей. Всего было опрошено 120 посетителей из трех преобладающих групп населения: школьники/студенты, родители с детьми, пенсионеры.

**Полученные результаты.** Проведенная оценка, показала, что условия отдыха значительно отличаются не только в разных районах города, но и имеют существенные внутрирайонные отличия.

Рассчитанный показатель обеспеченности ОТОП различается на порядок (табл.1). Только для одного городского района – Нового города – он превышает норматив в 1,5 раза, для других же районов – колеблется от 50% до величины в 5 раз меньшей, чем норма.

Таблица 1. Обеспеченность жителей г.Караганды ОТОП

Планировочный район	Площадь ОТОП, м <sup>2</sup>	Число жителей, тыс.чел.	Удельная обеспеченность ОТОП (м <sup>2</sup> на 1 человека)*	Уровень обеспеченности ОТОП (% от нормы по СНиП)
Новый город	2 044,8	140,6	14,50	145,0%
Сортировка	148,1	27,7	5,34	53,4%
Юго-Восток	536,8	128,8	4,16	41,6%
Майкудук	312,7	138,7	2,25	22,5%
Пришахтинск (включая прилегающие поселки)	121,9	63,8	1,91	19,1%

\* по СНиП РК 3.01-01-2008 норма площади ОТОП – 10 м<sup>2</sup>/чел.

Наиболее благоприятные условия для отдыха созданы в административно-деловом районе *Юго-Восток*. Недавно спроектированные здесь парки и скверы достаточно рекреационно привлекательные, но их мало, для того чтобы обеспечить местами отдыха всех жителей этого интенсивно застраиваемого района.

Обратная ситуация наблюдается в жилищно-административном центре *Новый город*, где уровень обеспеченности ОТОП выше нормы, но их средний уровень комплексной рекреационной привлекательности на много ниже, чем в районе Юго-Восток. Это говорит о том, что, несмотря на большое количество парков, скверов и бульваров, привлекательных мест для отдыха в этом районе не так много.

В остальных районах города обеспеченность населения ОТОП значительно ниже нормы при достаточно низком уровне их рекреационной привлекательности.

Таким образом, сопоставление количественных и качественных показателей – обеспеченности ОТОП и рекреационной привлекательности позволило определить наиболее востребованные направления их дальнейшего развития. Так, в Новом городе следует улучшать условия отдыха в пределах уже существующих парков и скверов; в районе Юго-Восток важно создавать новые озелененные территории рекреационного назначения; в остальных районах города в равной степени необходимо осуществлять и то, и другое.

В тоже время проведенная оценка позволила выявить **основные проблемы ОТОП г.Караганды** и разработать соответствующие **практические рекомендации**.

Как оказалось, многие городские места отдыха достаточно замусорены. На их территории необходимо установить больше урн и учитывая наличие сломанной парковой мебели, в городе в целом необходимо усилить контроль над соблюдением общественного порядка. Недостаточная ухоженность ОТОП также подтверждается сильно ослабленным состоянием большинства зеленых насаждений. Для улучшения их экологических и рекреационных функций, прежде всего, требуются регулярный полив и своевременное проведение санитарных обрезок и рубок ухода.

Целый ряд проблем был выявлен при оценке качества обустройства ОТОП, из них наиболее часто встречаемые: 1) недостаточное количество или отсутствие беседок, навесов и иных укрытий от солнца и дождя; 2) слабая насыщенность территориями и услугами для разнообразного отдыха. В связи с этим на всех рекреационных территориях города следует дополнительно разместить парковые беседки или скамейки с навесами, установить больше детских и спортивных площадок, расширить выбор предоставляемого на прокат спортивного и игрового инвентаря и наконец, чаще и насыщеннее проводить культурно-развлекательные мероприятия.

В целом город Караганда станет более комфортным и интересным для жизни, если места отдыха в каждом районе будут отличаться своими особенными объектами к примеру, эффектными ландшафтными композициями, мемориальными сооружениями, скульптурными комплексами, а также будут насыщены разнообразными городскими событиями, такими как музыкальные фестивали, концерты и др.

**Выводы.** Результаты исследования показали, что в г.Караганде нет районов которые одновременно характеризуются и хорошей обеспеченностью озелененными территориями и высоким уровнем рекреационной привлекательности. Наиболее неблагоприятная ситуация наблюдается в Пришахтинске, Майкудуке и Сортировке. В этих трех районах отмечены наихудшая обеспеченность ОТОП и наименьшие показатели рекреационной привлекательности.

Обобщая результаты экспертной оценки, в том числе социологического опроса, можно сделать вывод, что в г.Караганде, наибольшее внимание необходимо уделять развитию ОТОП районного значения, а не общегородского. Крайне важно в каждом районе города *создавать многофункциональные парки и скверы*, которые отвечали бы специальным потребностям посетителей. Как выяснилось, чем больше в них будет разнообразных объектов и услуг, тем более они станут привлекательными для отдыха.

Приведенные рекомендации по обустройству ОТОП г.Караганды согласуются с действующими нормативами градостроительного проектирования, учитывают пожелания опрошенных посетителей и в целом направлены на улучшение условий отдыха горожан. В дальнейшем результаты исследования могут быть включены в городские программы развития, а также использованы при разработке проектов благоустройства рекреационных зон города.

## **РОЛЬ ГОСУДАРСТВА В РЕШЕНИИ ПРОБЛЕМ ОХРАНЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ МОНОПРОФИЛЬНЫХ ПРОМЫШЛЕННЫХ ГОРОДОВ**

Мусина Л.М., Неучева М.Ю.

Башкирская академия государственной службы и управления при Главе  
Республики Башкортостан, г.Уфа, Россия  
neucheva@mail.ru

Монопрофильные города создавались в советское время при командной экономике, когда все было предсказуемо и расписано. В рыночных условиях система «одно предприятие — один город» оказалась неустойчивой, а сами города, построенные для промышленности, а не для людей, — плохо пригодными для жизни. Изменить ситуацию с качеством жизни в промышленных центрах может сочетание социальной ответственности бизнеса, развития местного самоуправления и повышения активности граждан. Это вряд ли окажется действенным, если уровень промышленного загрязнения в моногородах не станет снижаться.

Выход монопрофильных городов из экологического кризиса возможен при реализации стратегии устойчивого развития на основе сочетания экономических, экологических и социальных принципов.

Для рациональной организации реформирования монопромышленных городов России в докладе будет освещена зарубежная практика в данной сфере.

Применительно к Республике Башкортостан действенным механизмом поддержки моногородов на региональном уровне может выступать создание региональных индустриальных парков, рассматриваемых как перспективный институт привлечения частных инвестиций в моногорода. Ключевым направлением совершенствования государственной политики поддержки моногородов должно стать расширение степени участия регионов в данных процессах с целью максимизации возможного мультипликативного эффекта вложения государственных средств. Следует увеличивать количество индустриальных парков как институтов привлечения частных инвестиций на региональном уровне. Ре-

зиденты индустриальных парков должны получать право на налоговые и административные преференции, субсидирование части процентной ставки по кредитам, льготы по аренде и т.д.

В докладе будут освещены следующие ключевые моменты:

- основные направления государственной политики поддержки моногородов в России. Основное внимание уделено программам экологической реставрации монопрофильных промышленных городов. Анализируются процессы программного управления в моногородах в рамках государственной экономической политики.

- обоснование принципов разработки системы критериев для оценки результатов реализуемых программ на уровне градообразующего предприятия и моногорода. Экологическая обстановка моногородов зависит от сложной системы взаимодействия города (в лице его жителей и муниципальной власти), частного капитала и государства. Долгосрочное устойчивое развитие моногородов требует, чтобы интересы всех трех сторон были сбалансированы. Это возможно за счет повышения социальной ответственности бизнеса, развития местного самоуправления и городской идентичности, активного влияния местных сообщества на деятельность муниципальных властей.



**ОКРУЖАЮЩАЯ СРЕДА И УСТОЙЧИВОЕ РАЗВИТИЕ РЕГИОНОВ:  
ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ВЫЗОВЫ XXI ВЕКА**

**ТРУДЫ  
III международной конференции**

Подписано в печать 21.09.2017.  
Формат 60x84<sup>1/16</sup>. Бумага офсетная.  
Гарнитура «Таймс». Печать цифровая.  
Усл. Печ. Л. 51 Тираж 155 экз. Заказ №38.

Отпечатано с готового оригинал-макета в типографии «Orang Key»  
г. Казань, ул. Галактионова, 14 Тел. (843) 238-24-49