



Казанский федеральный  
УНИВЕРСИТЕТ

приоритет2030<sup>+</sup>  
Лидерами становятся

## Международная научно-исследовательская конференция

**«Эмиссия парниковых газов сегодня  
и в геологическом прошлом:  
источники, влияние на климат  
и окружающую среду»**

СБОРНИК МАТЕРИАЛОВ КОНФЕРЕНЦИИ



**31 октября - 2 ноября**

**КАЗАНЬ**

**КАЗАНСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ**

**GREG 2022: ЭМИССИЯ ПАРНИКОВЫХ ГАЗОВ СЕГОДНЯ  
И В ГЕОЛОГИЧЕСКОМ ПРОШЛОМ: ИСТОЧНИКИ, ВЛИЯНИЕ  
НА КЛИМАТ И ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ**

**Сборник материалов  
Международной научно-исследовательской конференции**

**Казань, 31 октября – 2 ноября 2022 г.**



**КАЗАНЬ  
2022**

УДК 551  
ББК 26.3  
G79

*Материалы опубликованы при поддержке государственной программы*



**приоритет2030<sup>+</sup>**  
Лидерами становятся

*Печатается по рекомендации Ученого совета  
Института геологии и нефтегазовых технологий  
Казанского (Приволжского) федерального университета*

**Составители:**

**Л.А. Фаттахова, Д.М. Кузина**

**Научный редактор**

доктор геолого-минералогических наук, профессор, проректор  
по направлениям нефтегазовых технологий, природопользования и наук  
о Земле КФУ **Д.К. Нургалиев**

**Ответственный редактор**

доктор геолого-минералогических наук, доцент, заведующий кафедрой  
палеонтологии и стратиграфии ИГиНГТ КФУ **В.В. Силантьев**

**G79 GREG 2022: Эмиссия парниковых газов сегодня и в геологическом прошлом: источники, влияние на климат и окружающую среду** [Электронный ресурс]: сборник материалов Международной научно-исследовательской конференции (Казань, 31 октября – 2 ноября 2022 г.). – Электронные текстовые данные (1 файл: 685 Кб). – Казань: Издательство Казанского университета, 2022. – 59 с. – Системные требования: Adobe Acrobat Reader. – URL: <http://www.ku.ac.ru/elib/2022/greg2022/>. – Электронный архив Научной библиотеки имени Н.И. Лобачевского КФУ. – Загл. с титул. экрана.

**ISBN 978-5-00130-654-2**

Сборник включает тезисы докладов, которые были представлены на Международной научно-исследовательской конференции «Эмиссия парниковых газов сегодня и в геологическом прошлом: источники, влияние на климат и окружающую среду».

**УДК 551  
ББК 26.3**

**ISBN 978-5-00130-654-2**

© Издательство Казанского университета, 2022

## СОДЕРЖАНИЕ

АЛЕКСЕЕВ А.С. СУПЕРЖАРКИЙ КЛИМАТ РАННЕГО ТРИАСА (252–247 МА): РЕЗУЛЬТАТ СУПЕРЭМИССИИ ПАРНИКОВЫХ ГАЗОВ...	8
ASSONOV S. ЭВОЛЮЦИЯ КОНЦЕНТРАЦИЙ И ИЗОТОПНОГО СОСТАВА ПАРНИКОВЫХ ГАЗОВ CO <sub>2</sub> И МЕТАНА В АТМОСФЕРЕ ЗА ПОСЛЕДНИЕ 150 ЛЕТ.....	9
АСТРАХАНЦЕВА А.В., ШАВЕЛЬЕВ А.А., ТАРАЛА В.А., ЛАПИН В.А., КУЗНЕЦОВ С.В., НИЗАМУТДИНОВ А.С. АКТИВИРОВАННЫЕ ИОНАМИ ER <sup>3+</sup> КРИСТАЛЛЫ BaY <sub>1.8</sub> LU <sub>0.2</sub> F <sub>8</sub> :ER И КЕРАМИКИ Y <sub>2</sub> SAG:ER ДЛЯ ПЕРЕСТРАИВАЕМЫХ ЛАЗЕРОВ.....	10
БЯКОВ А.С. ПЕРМСКИЙ КЛИМАТ СЕВЕРО-ВОСТОКА АЗИИ.....	11
ВАЛИЕВ И.И., СУДАКОВ В.А., ШАКИРОВ А.А., УСМАНОВ С.А. ПРИМЕНЕНИЕ ГЕОФИЗИЧЕСКИХ МЕТОДОВ ДЛЯ СНИЖЕНИЯ ВЫБРОСОВ ДИОКСИДА УГЛЕРОДА ПРИ РАЗРАБОТКЕ МЕСТОРОЖДЕНИЙ СВН МЕТОДОМ ПАРОГРАВИТАЦИОННОГО ДРЕНИРОВАНИЯ.....	12
ВАЛИЕВА Э.А., НИГАМАТЗЯНОВА Г.Р., НИГМАТУЛЛИН Н.М., КУЗИНА Д.М., НУРГАЛИЕВ Д.К., ФРОЛОВА Л.А. СРАВНИТЕЛЬНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ДИАТОМОВОГО АНАЛИЗА ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ ОЗЕР ЮЖНОГО УРАЛА (РОССИЯ).....	13
ГАЛИЕВА Г.Ш., ГОРДЕЕВ А.С., КУРЫНЦЕВА П.А., ГАЛИЦКАЯ П.Ю., СЕЛИВАНОВСКАЯ С.Ю. СРАВНЕНИЕ УГЛЕРОДНОГО СЛЕДА ПШЕНИЦЫ, ВЫРАЩЕННОЙ С ПРИМЕНЕНИЕМ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ И БИОЧАРА.....	14
ГОНЧАРОВ Д.В., ИВАЩУК О.А., РЕЗНИКОВ Н.Г. АВТОМАТИЗАЦИЯ АДАПТАЦИИ ПРОЦЕССА РАСТЕНИЕВОДСТВА ПРИ ЭМИССИИ ПАРНИКОВЫХ ГАЗОВ.....	15
ГРЕЧУШНИКОВА М.Г., РЕПИНА И.А., ГОРИН С.Л., СТЕПАНЕНКО В.М., ВАСИЛЕНКО А.Н., ГРИГОРЬЕВ В.Ю., КАЗАНЦЕВ В.С., ЛИСИНА А.Н., ЛОМОВ В.А., МИШИН Д.В., САЗОНОВ А.А., ТЕРСКИЙ П.Н., ТИМОШЕНКО А.А., ФРОЛОВА Н.Л. НАТУРНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ УСЛОВИЙ ФОРМИРОВАНИЯ И ЭМИССИИ МЕТАНА НА НЕСКОЛЬКИХ КРУПНЕЙШИХ ВОДОХРАНИЛИЩАХ РОССИИ.....	16
ДАНИЛОВА Н.В., ЧАЛЕНКО А.Д., ГОРДЕЕВ А.С., ГИЛЬМУТДИНОВА И.М., КУРЫНЦЕВА П.А. ОЦЕНКА ЭМИССИИ ПАРНИКОВЫХ ГАЗОВ ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ ТЕХНИЧЕСКОЙ КОНОПЛИ В РАЗНЫХ ТЕМПЕРАТУРНЫХ РЕЖИМАХ.....	17
ЗАБЕЛИНА С.А., ПРАСОЛОВ С.Д., КЛИМОВ С.И., ПОКРОВСКИЙ О.С. СУТОЧНАЯ ДИНАМИКА ПОТОКА УГЛЕРОДА С ПОВЕРХНОСТИ КОНТРАСТНЫХ БОРЕАЛЬНЫХ ОЗЕР.....	18
ЗУДИЛИН С.Н., ОЛЕНИН О.А., ЧУХНИНА Н.В., ВАСИЛИСКО А.Ю. ОПТИМИЗАЦИЯ ЭМИССИИ ПАРНИКОВЫХ ГАЗОВ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ИННОВАЦИОННЫХ ОРГАНИЧЕСКИХ	

УДОБРЕНИЙ И БИОПРЕПАРАТОВ.....	19
ИБРАГИМОВА А. Г., ФРОЛОВА Л. А. RHYNSHOTALONA LATENS (SARMAJA-KORJONEN, НАКОJÄRVÄ & KORHOLA 2000) COMB. NOV. ВПЕРВЫЕ ИДЕНТИФИЦИРОВАН В РОССИИ.....	20
ИВАЩУК О.А., ДУНАЕВА В.А., ГОНЧАРОВ Д.В. МОДЕЛИРОВАНИЕ КИБЕРФИЗИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ УРОЖАЙНОСТЬЮ С УЧЕТОМ ВЛИЯНИЯ ПАРНИКОВОГО ЭФФЕКТА.....	21
ИВАЩУК О.А., ФЕДОРОВ В.И., ГУРЬЯНОВА О.И. ПОДХОДЫ К ЗОНИРОВАНИЮ ТЕРРИТОРИЙ С УЧЁТОМ ЭМИССИИ ПАРНИКОВЫХ ГАЗОВ.....	22
KARAMOVA K., MAKHMUTBEKOV A., GORDEEV A., KURYNTSEVA P., GALITSKAYA P. NEUTRALIZATION OF GREENHOUSE GAS EMISSIONS USING SUPER ABSORBENT PLANTS.....	23
КОВАЛЕВА Н.О. ИЗОТОПНАЯ ПОДПИСЬ ГОРНЫХ ПОЧВ В ДИАГНОСТИКЕ ИЗМЕНЕНИЙ КЛИМАТА ПЛЕЙСТОЦЕНА-ГОЛОЦЕНА.....	24
КОЖЕВНИКОВА М.В., НУРГАЛИЕВ Д.К., СЕЛИВАНОВСКАЯ С.Ю. КАРБОНОВЫЙ ПОЛИГОН НА ТЕРРИТОРИИ РЕСПУБЛИКИ ТАТАРСТАН. ОРГАНИЗАЦИЯ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ ПЛОЩАДОК И НАЧАЛО НАБЛЮДЕНИЙ.....	25
ЛАРИОНОВ М.В. ВОЗМОЖНОСТИ УПРАВЛЕНИЯ УГЛЕРОДНЫМ ЦИКЛОМ В БИОЦЕНОЗАХ И КУЛЬТУРНЫХ ЛАНДШАФТАХ НА ФОНЕ ПОГОДНО-КЛИМАТИЧЕСКИХ АНОМАЛИЙ.....	26
ЛАРИОНОВ М.В. ВОПРОСЫ ПОДДЕРЖАНИЯ ЗДОРОВЬЯ И ПРОФИЛАКТИКИ ЭКОПАТОЛОГИЙ В УСЛОВИЯХ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА И ПОГОДНЫХ АНОМАЛИЙ.....	27
ЛАРИОНОВ М.В. ПРОБЛЕМА ДЕГУМИФИКАЦИИ И ВОЗМОЖНОСТИ ДЛЯ ЗАКРЕПЛЕНИЯ УГЛЕРОДА В ПОЧВАХ БИОЛОГИЧЕСКИМИ МЕТОДАМИ.....	28
ЛОМОВ В.А., КАЗАНЦЕВ В.С., КРИВЕНОК Л.А., ДВОРНИКОВ Ю.А. ЭМИССИЯ МЕТАНА ИЗ ОЗЁР СЕВЕРА ЗАПАДНОЙ СИБИРИ.....	29
ЛОМОВ В.А., ФРОЛОВА Н.Л., ЕФИМОВ В.А. ИЗМЕНЧИВОСТЬ СОДЕРЖАНИЯ МЕТАНА В РЫБИНСКОМ ВОДОХРАНИЛИЩЕ В ПОДЛЕДНЫЙ ПЕРИОД.....	30
ЛОМОВА Д.В., ГРЕЧУШНИКОВА М.Г., КРЕМЕНЕЦКАЯ Е.Р., ЛОМОВ В.А. ВЛИЯНИЕ ОСОБЕННОСТЕЙ ФОРМИРОВАНИЯ СТРАТИФИКАЦИИ В МОЖАЙСКОМ ВОДОХРАНИЛИЩЕ НА ЭМИССИЮ МЕТАНА.....	31
MASLOVA V.N., VOSKRESENSKAYA E.N., LUBKOV A.S., ZHURAVSKIY V.Y. TELECONNECTIONS IN CYCLONIC ACTIVITY IN THE ATLANTIC-EUROPEAN REGION.....	32
НАПРЕЕНКО М.Г., АНЦИФЕРОВА О.А., НАПРЕЕНКО-ДОРОХОВА Т.В., БАШИРОВА Л.Д. РЕКОНСТРУКЦИЯ	

ИЗМЕНЕНИЙ КЛИМАТА И УГЛЕРОДНОГО БАЛАНСА КАК ЗАДАЧА КАРБОНОВЫХ ПОЛИГОНОВ (НА ПРИМЕРЕ КАРБОНОВОГО ПОЛИГОНА «РОСЯНКА» В КАЛИНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ).....	33
НИГАМАТЗЯНОВА Г.Р., НИГМАТУЛЛИН Н.М., ВАЛИЕВА Э.А., НУРГАЛИЕВ Д.К., ФРОЛОВА Л.А. РЕКОНСТРУКЦИЯ РАСТИТЕЛЬНОГО ПОКРОВА И КЛИМАТИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЙ ПОЗДНЕЛЕДНИКОВЬЯ И ГОЛОЦЕНА ЮЖНОГО УРАЛА НА ОСНОВЕ СПОРОВО-ПЫЛЬЦЕВОГО АНАЛИЗА ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ ОЗЕРА БОЛЬШОЕ МИАССОВО.....	34
НИГМАТУЛЛИН Н.М., НИГАМАТЗЯНОВА Г.Р., ВАЛИЕВА Э.А., КУЗИНА Д.М., НУРГАЛИЕВ Д.К., ФРОЛОВА Л.А. СООБЩЕСТВА СУБФОССИЛЬНЫХ CLADOCERA В ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЯХ ОЗЕРА БОЛЬШОЕ МИАССОВО (ЮЖНЫЙ УРАЛ).....	35
NIZAMUTDINOV A. S., SHAVELEV A. A., SEMASHKO V. V. DOAS LASER GAS ANALYSER OF UV SPECTRAL RANGE ON THE BASIS OF CE:LICAALF6 LASER.....	36
НУРГАЛИЕВ Д.К., ТИШИН Д.В., ТЕРЕХИН А.А., ГАРЕЕВ Б.И., БАТАЛИН Г.А. ИССЛЕДОВАНИЯ СТАБИЛЬНЫХ ИЗОТОПОВ УГЛЕРОДА В ГОДИЧНЫХ КОЛЬЦАХ СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ В РЕСПУБЛИКЕ ТАТАРСТАН.....	37
НУРГАЛИЕВ Д.К., БОРИСОВ А.С., ЯСОНОВ П.Г., КРЫЛОВ П.С., КУЗИНА Д.М., ХАМИЕВ М.М., ХАСАНОВ Д.И. ПОЛЕВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ИССЛЕДОВАНИЯ И ОТБОРА ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ СОВРЕМЕННЫХ ОЗЕР.....	38
ПЕРЕВЕДЕНЦЕВ Ю.П., ПАВЛОВА В.Н., МИРСАЕВА Н.А., ШАНТАЛИНСКИЙ К.М., НИКОЛАЕВ А.А., ШЕРСТЮКОВ Б.Г. ГЛОБАЛЬНЫЕ И РЕГИОНАЛЬНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ СОВРЕМЕННОГО КЛИМАТА И ИХ ПОСЛЕДСТВИЯ.....	39
САФИНА Р.Э., УСМАНОВ С.А., РОХАС А.А., МИНХАНОВ И.Ф., ДЕРЕВЯНКО В.К., ТАЗЕЕВ А.Р., ВАРФОЛОМЕЕВ М.А., СУДАКОВ В.А., АМЕРХАНОВ М.И., АХМЕТЗЯНОВ Ф.М. ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ СОВМЕСТНОЙ ЗАКАЧКИ МЕТАНА С ПАРОМ ПРИ РАЗРАБОТКЕ ЗАЛЕЖЕЙ СВЕРХВЯЗКОЙ НЕФТИ НА ОСНОВЕ ГИДРОДИНАМИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ.....	40
САХАБИЕВ И.А., ГИНИЯТУЛЛИН К.Г., СМИРНОВА Е.В. ОЦЕНКА ЭМИССИИ УГЛЕКИСЛОГО ГАЗА ПРИ МИНЕРАЛИЗАЦИИ ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА РАЗЛИЧНЫХ АГРЕГАТНЫХ ФРАКЦИЙ ЗАЛЕЖНЫХ ПОЧВ.....	41
SILANTIEV V.V., VALIDOV M.F., MIFTAKHUTDINOVA D.N., MOROZOV V.P., GANIEV B.G., LUTFULLIN A.A., SHUMATBAEV K.D., KHABIROV R.M., NOURGALIEVA N.G., KOROLEV E.A., SUDAKOV V.A. CLIMATE AND SEDIMENTATION MODEL OF THE MIDDLE DEVONIAN CLASTIC SUCCESSION, SOUTH TATAR ARCH, VOLGA-URAL OIL PROVINCE, RUSSIA.....	42

СОЛОМИНА О.Н. НОРМА ИЛИ АНОМАЛИЯ? ВЗГЛЯД ПАЛЕОКЛИМАТОЛОГА НА СОВРЕМЕННЫЙ КЛИМАТ.....	43
СТРАХОВЕНКО В.Д., МАЛОВ Г.И., ОВДИНА Е.А., МАЛОВ В.И. ДОННЫЕ ОТЛОЖЕНИЯ МАЛЫХ ОЗЕР ЮГА ЗАПАДНОЙ СИБИРИ - НАКОПИТЕЛИ ОРГАНИЧЕСКОГО И КАРБОНАТНОГО УГЛЕРОДА В ГОЛОЦЕНЕ.....	44
СУБЕТТО Д.А. ОЗЕРА, КЛИМАТ, ПАРНИКОВЫЕ ГАЗЫ.....	45
ТЕРСКИЙ П.Н., ГОРИН С.Л., ГРЕЧУШНИКОВА М.Г., АГАФОНОВА С.А., РЕПИНА И.А. ГИДРОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ЭМИССИИ МЕТАНА ИЗ ЗЕЙСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА В ТЕПЛЫЙ И ХОЛОДНЫЙ ПЕРИОД 2021-2022 ГГ.....	46
ТИШИН Д.В., ЧИЖИКОВА Н.А. МОНИТОРИНГ ПОЧВЕННОГО ДЫХАНИЯ НА ТЕРРИТОРИИ ПОЛИГОНА «КАРБОН-ПОВОЛЖЬЕ» В ВЕГЕТАЦИОННЫЙ ПЕРИОД 2022 ГОДА.....	47
УСМАНОВ Б.М., ГАФУРОВ А.М., ХОМЯКОВ П.В. ОРГАНИЗАЦИЯ ДИСТАНЦИОННОГО МОНИТОРИНГА НА ТЕРРИТОРИИ ПОЛИГОНА «КАРБОН-ПОВОЛЖЬЕ».....	48
FATTAKHONA L.A., KUZINA D.M. MAGNETIC SUSCEPTIBILITY AS A USEFUL TOOL FOR ASSESSING THE RECOVERY RATE OF OLD-ARABLE SOILS.....	49
ФЕДОРОВА Н.Г., ДИМИТРИАДИ Ю.К., МУРАДХАНОВ И.В., КАВЕРЗИН С.А., БАЛДРЯН А.А. ПУТЬ К СНИЖЕНИЮ ЭМИССИИ ПАРНИКОВЫХ ГАЗОВ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ И ЭКСПЛУАТАЦИИ СКВАЖИН (НЕФТЯНЫХ, ГАЗОВЫХ).....	50
ФИЛИМОНОВА А.А., ВЛАСОВА А.Ю., КАМАЛИЕВА Р.Ф. ДЕКАРБОНИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ПОЛУЧЕНИЯ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ В ТВЕРДООКСИДНОМ ТОПЛИВНОМ ЭЛЕМЕНТЕ.....	51
ФИЛИМОНОВА А.А., КАМАЛИЕВА Р.Ф. УЛАВЛИВАНИЕ И ПЕРЕРАБОТКА ДЫМОВЫХ ГАЗОВ ТЭЦ В ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНОМ ТОПЛИВНОМ ЭЛЕМЕНТЕ.....	52
ФРОЛОВА Л.А., НИГМАТУЛЛИН Н.М., ИБРАГИМОВА А.Г., ФРОЛОВА А.А., НИГАМАТЗЯНОВА Г.Р. КЛАДОЦЕРНЫЕ СООБЩЕСТВА АРКТИЧЕСКИХ ВОДОЕМОВ: НОВЫЕ ДАННЫЕ НА ОСНОВЕ ПРИМЕНЕНИЯ ПАЛЕОЭКОЛОГИЧЕСКИХ МЕТОДОВ.	53
ХАРИТОНОВА М.А., ФРОЛОВА Л.А., НИГАМАТЗЯНОВА Г.Р., НИГМАТУЛЛИН Н.М., СИНЯГИНА М.Н., НУРГАЛИЕВ Д.К. МЕТАНОГЕНЫ И МЕТАНОТРОФЫ В СТРУКТУРЕ СООБЩЕСТВ МИКРООРГАНИЗМОВ ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ ОЗЕРА КАНДРЫКУЛЬ (ЮЖНЫЙ УРАЛ).....	54
ХАШАН Г.Д., УСМАНОВ С.А., СУДАКОВ В.А., САПТАРОВА З.Р. ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ ТЕХНОЛОГИИ САЕС С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ БУФЕРНОГО ГАЗА CO <sub>2</sub> В РЕСПУБЛИКЕ ТАТАРСТАН.....	55
ЧЕРНЯК Ю.В., БРУШКОВ А.В., БАДИНА С.В. ДЕФОРМАЦИИ ЗДАНИЙ НА ЗАСОЛЕННЫХ МЕРЗЛЫХ ГРУНТАХ В ПОСЕЛКЕ	

АМДЕРМА ВСЛЕДСТВИЕ КЛИМАТИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЙ.....	56
ЧУРАКОВА (СИДОРОВА) О.В. СТАБИЛЬНЫЕ ИЗОТОПЫ В ГОДИЧНЫХ КОЛЬЦАХ ДЕРЕВЬЕВ, КАК ИНДИКАТОРЫ ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ ИЗМЕНЕНИЙ КЛИМАТА.....	57
YUSUPOVA A.R., NOURGALIEVA N.G., KUZINA D.M., NURGALIEV D.K., ANTONENKO V.V. LACUSTRINE SEDIMENTS VARIABILITY OF MAGNETIC PROPERTIES, MINERAL AND CHEMICAL COMPOSITION OF LAKE KANDRYKUL.....	58



## СУПЕРЖАРКИЙ КЛИМАТ РАННЕГО ТРИАСА (252–247 Ma): РЕЗУЛЬТАТ СУПЕРЭМИССИИ ПАРНИКОВЫХ ГАЗОВ

Алексеев А.С.<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>МГУ им. М.В.Ломоносова, Москва, Россия

<sup>2</sup>Палеонтологический институт им. А.А.Борисяка РАН, Москва, Россия

e-mail: [aaleks@geol.msu.ru](mailto:aaleks@geol.msu.ru)

Раннетриасовая эпоха длительностью всего 5 млн лет отличалась резким снижением разнообразия морских организмов вслед за терминальным пермотриасовым массовым вымиранием, крупнейшим в истории Земли. Некоторые группы беспозвоночных, например, кораллы, на это время исчезли из палеонтологической летописи. В это же время фиксировался резкий рост скорости накопления терригенных осадков в континентальных обстановках. Причины этих событий объяснялись по-разному, но реальные данные, которые позволили пролить свет на происходившие в конце перми и начале триаса пертурбации появились только в последние два десятилетия.

Около 40 лет назад было установлено, что в морских карбонатах терминальной части пермских отложений в целом ряде разрезов мира отмечается устойчивый тренд к облегчению изотопного состава углерода. Это облегчение могло быть связано с поступлением в глобальный резервуар супербольшого количества изотопно-легкого углерода в виде углекислого газа или метана. Источник этих газов был найден в виде эманаций в ходе излияний сибирских траппов или выделения метана из подстилающих каменноугольно-пермских угленосных толщ в ходе внедрения в них горячих силлов. Однако реальный масштаб климатических следствий стало возможным оценить только благодаря появлению палеотермометра, основанного на анализе изотопного состава кислорода в фосфатном веществе конодонтовых элементов. На основании изучения разрезов Южного Китая, Армении и Ирана установлено, что в конце перми вслед за облегчением изотопного состава углерода фиксируется постепенный рост температуры воды морских бассейнов тропического пояса с 25 до 35° и даже 40° в раннетриасовое время. Резко усилился транспорт влаги из экваториальной области в высокие широты Северного полушария, что привело в результате ускоренной эрозии к генерации и переносу огромных масс рыхлого терригенного материала и в определенной степени к опреснению вод высокоширотных морских бассейнов, примыкавших к арктической Сибири.

# ЭВОЛЮЦИЯ КОНЦЕНТРАЦИЙ И ИЗОТОПНОГО СОСТАВА ПАРНИКОВЫХ ГАЗОВ СО<sub>2</sub> И МЕТАНА В АТМОСФЕРЕ ЗА ПОСЛЕДНИЕ 150 ЛЕТ

Assonov S.

*Independent researcher, Austria*

*e-mail: [assonov\\_sergey@yahoo.com](mailto:assonov_sergey@yahoo.com)*

Углекислый газ (СО<sub>2</sub>) и метан являются основными парниковыми газами. Существенный рост атмосферного СО<sub>2</sub> объясняют ростом сжигания топлива после индустриальной революции, а изменение изотопного состава СО<sub>2</sub> рассматривается как дополнительное доказательство. Рост метана коррелирует с ростом СО<sub>2</sub>, предполагая тесную связь с антропогенными процессами. При этом, концентрации СО<sub>2</sub> и метана, измеренные в кернах льда за последние 800 тыс лет показывают существенные вариации, то есть вариации без участия антропогенного воздействия. Важно то, что эти газы связаны общими био- и геохимическими процессами с участием углерода, а так же добычей и сжиганием ископаемого топлива.

Так как циклические вариации климата на Земле и солнечной активности хорошо известны, то закономерен вопрос – не является ли современный рост парниковых газов результатом циклическости природных процессов?

Интерпретация данных по парниковым газам связана с пониманием распределения сигналов в современной атмосфере, процессов их источников и стоков, а также с пониманием измерений в кернах льда и процессах захвата газов в лед. Именно лед (в Антарктике и Гренландии) является природным архивом атмосферы до начала прямых измерений ее состава. Кроме того, важна правильность методов измерения и сопоставимость данных. Данные аспекты рассматриваются в докладе.

Для СО<sub>2</sub> рассматриваются механизмы фракционирования изотопного состава и приводятся данные глобальных наблюдений, включая измерения с участием автора. Метан, в отличие от СО<sub>2</sub>, обладает мозаичностью концентраций и изотопного состава, что связано с мозаичностью источников и единообразным (на глобальном уровне) механизмом стока.

Автор активно участвовал в развитии международных изотопных стандартов, в совещаниях Всемирной метеорологической организации (WMO) по методикам измерений парниковых газов и в измерениях газов на основе пробоотбора с самолета (проект CARIBIC).

## **АКТИВИРОВАННЫЕ ИОНАМИ $\text{Er}^{3+}$ КРИСТАЛЛЫ $\text{BaY}_{1.8}\text{Lu}_{0.2}\text{F}_8:\text{Er}$ И КЕРАМИКИ $\text{YSAG}:\text{Er}$ ДЛЯ ПЕРЕСТРАИВАЕМЫХ ЛАЗЕРОВ**

Астраханцева А.В.<sup>1</sup>, Шавельев А.А.<sup>1</sup>, Тарала В.А.<sup>2</sup>, Лапин В.А.<sup>2</sup>, Кузнецов С.В.<sup>3</sup>, Низамутдинов А.С.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>*Казанский федеральный университет, Институт физики, Казань, Россия*

<sup>2</sup>*Северо-Кавказский федеральный университет, Ставрополь, Россия*

<sup>3</sup>*Институт общей физики им. А.М. Прохорова РАН, Москва, Россия*

*e-mail: [anya4324@gmail.com](mailto:anya4324@gmail.com)*

Активированные ионами  $\text{Er}^{3+}$  фториды и оксиды широко используются в различных областях, например, в качестве люминесцентных зондов в биологических исследованиях и преобразователей солнечной энергии как апконверсионные материалы, а также в прецизионном и дистанционном зондировании в качестве активной лазерной среды.

Для этой области применения необходима широкая полоса спектрального усиления, которая позволяет осуществлять перестройку длины волны излучения. Целью нашей работы является исследование кристаллов  $\text{BaY}_{1.8}\text{Lu}_{0.2}\text{F}_8:\text{Er}$  и керамик  $\text{YSAG}:\text{Er}$ , обеспечивающих уширение спектральных линий.

Образцы керамик были изготовлены и подготовлены на базе Центра коллективного пользования научным оборудованием Северо-Кавказского федерального университета. Кристаллы фторидов были приготовлены в рамках программы стратегического академического лидерства КФУ (Приоритет-2030). Были исследованы спектрально-кинетические характеристики образцов, оценена эффективность лазерной генерации в ИК области. Показано, кристаллы  $\text{BaY}_{1.8}\text{Lu}_{0.2}\text{F}_8:\text{Er}$  и керамики  $\text{YSAG}:\text{Er}$  обеспечивают более широкий диапазон усиления около 2,8 мкм, по сравнению с кристаллами  $\text{YLF}:\text{Er}$ , а исследованные фторидные кристаллы обладают потенциалом высокой эффективности лазерной генерации в непрерывном режиме.

## ПЕРМСКИЙ КЛИМАТ СЕВЕРО-ВОСТОКА АЗИИ

Бяков А.С.<sup>1,2,3</sup>

<sup>1</sup>СВКНИИ ДВО РАН, Магадан, Россия

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

<sup>3</sup>Северо-Восточный государственный университет, Магадан, Россия

e-mail: [abiakov@mail.ru](mailto:abiakov@mail.ru)

Дана оценка климатических изменений в течение перми на СВ Азии, основанная на анализе изменения биоразнообразия морских двустворок и появления или исчезновения холоднолюбивых и теплолюбивых таксонов. Также учтены вычисленные палеотемпературные данные по изотопу  $\delta O^{18}$  раковин брахиопод-спириферид и ряд литологических (дропстоуны и ледовая штриховка) и минеральных (глендониты) индикаторов климата. Несмотря на перемещение бассейнов СВ Азии в высокие широты в течение перми в результате дрейфа литосферных плит, в целом температурные условия существования фауны здесь были достаточно благоприятны. В ранней перми гондванское оледенение, по-видимому, практически не оказывало влияния на состав сообществ фауны. Возможно, его влияние, выразившееся в резком обеднении сообществ бентоса и появлении глендонитов в мелководных обстановках, проявилось лишь во второй половине роуда – начале ворда. В конце ворда произошло значительное увеличение биоразнообразия всех групп биоты, а в сообществах двустворок появились относительно теплолюбивые таксоны, что позволяет предполагать потепление. В начале кепитена, судя по значительному уменьшению биоразнообразия фауны и палеотемпературным определениям, произошло некоторое похолодание. Однако, наиболее четко оно фиксируется в конце кепитена, когда почти повсеместно наблюдаются многочисленные глендониты, а в Омолонском бассейне недавно нами были установлены друпстоуны с признаками ледовой штриховки. В середине вучапина и конце чансина также произошло некоторое похолодание, отмеченное появлением глендонитов в относительно мелководных обстановках Аян-Юрхского, Балыгычанского и южной части Верхоянского бассейнов. В позднем вучапине и самом конце чансина фиксируются эпизоды потепления, что подтверждается проникновением в акватории бассейнов СВ Азии ряда тропических элементов и палеотемпературными определениями. Таким образом, в ранней перми суперрегиона никаких проявлений гондванского оледенения не наблюдается. В средней перми может быть намечена корреляция с гондванским эпизодом похолодания Р3. В поздней перми, возможно, может быть намечена корреляция с эпизодом Р4 Гондваны, но в бассейнах СВ Азии он проявился не в начале вучапина, а, вероятно, чуть раньше – в конце кепитена. Исследования поддержаны РФФИ, проект № 20-05-00604.

# ПРИМЕНЕНИЕ ГЕОФИЗИЧЕСКИХ МЕТОДОВ ДЛЯ СНИЖЕНИЯ ВЫБРОСОВ ДИОКСИДА УГЛЕРОДА ПРИ РАЗРАБОТКЕ МЕСТОРОЖДЕНИЙ СВН МЕТОДОМ ПАРОГРАВИТАЦИОННОГО ДРЕНИРОВАНИЯ

Валиев И.И., Судаков В.А., Шакиров А.А., Усманов С.А.

*Казанский федеральный университет, Казань, Россия*

*e-mail: [valievilnuri@mail.ru](mailto:valievilnuri@mail.ru)*

Декарбонизация мировой экономики – один из главных трендов глобального развития последнего десятилетия. Уже более 120 стран заявили о планах достижения углероднейтральности к середине века.

По сравнению с добычей обычной нефти, добыча высоковязких нефтей и битумов более капиталоемкий и дорогостоящий процесс. На территории Республики Татарстан одним из основных источников добываемой нефти являются месторождения СВН. Компания ПАО «Татнефть» им. В.Д. Шашина. Основным способом разработки месторождений СВН является метод парогравитационного дренирования.

Технологии электротомографии для мониторинга за разработкой залежей нефти ранее практически не применялись из-за их низкой разрешающей способности. Однако они вполне позволят с необходимой точностью решить задачи при заглублинии электродов на глубинах близких к подошве пласта.

Результатом интерпретации проводимых мониторинговых исследований является определение положения зон прогрева и уточнение процессов, происходящих при разработке залежей СВН с использованием закачки пара.

В работе представлены результаты геофизического мониторинга поднятий СВН технологией МР СВН. Проведена обработка и интерпретация полученных данных, на основе совместного анализа разработки и полученных результатов оценен процесс прогрева залежи одного поднятия и уточнены процессы, происходящие при разработке.

Показано, как использование малозатратных наземных мониторинговых исследований при разработке залежей СВН позволяет оптимизировать количество пара на тонну добываемой нефти посредством перераспределения закачки пара в непрогретые интервалы пласта. Таким образом, более рациональная разработка позволяет снижать объемы сжигания газа на 7% за год, что соответствует эквивалентному снижению выбросов углеродных газов. Немаловажным фактом является и экологичность самого процесса мониторинга, не требующего привлечения тяжелой техники и не приводящего к потраву сельскохозяйственных земель.

## СРАВНИТЕЛЬНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ДИАТОМОВОГО АНАЛИЗА ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ ОЗЕР ЮЖНОГО УРАЛА (РОССИЯ)

Валиева Э.А., Нигаматзянова Г.Р., Нигматуллин Н.М., Кузина Д.М.,  
Нурғалиев Д.К., Фролова Л.А.

Казанский федеральный университет, Институт геологии и нефтегазовых  
технологий, Казань, Россия

e-mail: [zinnatova.1994@mail.ru](mailto:zinnatova.1994@mail.ru)

Донные отложения – важнейший архив геологической летописи, содержащий сведения о развитии озерных экосистем. Диатомовый анализ – надежный и широко используемый метод изучения донных отложений.

Целью данной работы является сравнение результатов диатомового анализа донных отложений озер Большое и Малое Миассово. Озеро Большое Миассово (55°08'57" с. ш.; 60°16'32" в. д.) и Малое Миассово (55°10'04" с. ш.; 60°21'08" в. д.) расположены в восточных предгорьях Уральских гор на территории Ильменского заповедника. Водоемы сообщаются между собой широким проливом. Колонка донных отложений с озера Большое Миассово, длиной 498 см, имеет максимальный возраст 13460 лет. Колонка донных отложений с озера Малое Миассово, длиной 510 см, охватывает период в 20730 лет. Пробоподготовка образцов на диатомовый анализ проводилась с использованием стандартных методов. Подсчет и определение диатомовых створок осуществлялись с использованием светового микроскопа Zeiss Axio Emager A2 с применением дифференциально-интерференционного контраста (DIC) Номарского. В результате исследования донных отложений из двух изученных колонок определено 162 таксона диатомовых водорослей, принадлежащих к 48 родам. Несмотря на высокое сходство таксономического состава по Серенсену (39 %), доминанты в озерах отличаются. В озере Большое Миассово наибольшим видовым разнообразием характеризуется род *Epithemia*, в озере Малое Миассово – род *Staurosira*. В озере Большое Миассово доминирует планктонная *Handmannia comta*, а в озере Малое Миассово – типичные обрастатели *Staurosira construens* и *Staurosira venter*. В первом случае состав диатомовых отвечает условиям глубоководного озера, а во втором – мелководного, заросшего водной растительностью водоема. Сделан вывод о том, что на протяжении всей истории в озерах сохранялись алкалинные условия среды и олиготрофно-мезотрофный статус трофности.

Полевые работы были проведены при поддержке Российского научного фонда (проект № 22-47-08001). Анализ диатомовых водорослей финансировался за счет субсидии, выделенной Казанскому федеральному университету для выполнения государственного задания № 671-2020-0049 в сфере научной деятельности, а также Программы стратегического академического лидерства Казанского федерального университета.

## **СРАВНЕНИЕ УГЛЕРОДНОГО СЛЕДА ПШЕНИЦЫ, ВЫРАЩЕННОЙ С ПРИМЕНЕНИЕМ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ И БИОЧАРА**

Галиева Г.Ш., Гордеев А.С., Курынцева П.А., Галицкая П.Ю.,  
Селивановская С.Ю.

*Казанский федеральный университет,  
Институт экологии и природопользования, Казань, Россия*

*e-mail: [goolnaz@rambler.ru](mailto:goolnaz@rambler.ru)*

Согласно данным современных исследований агропродовольственный сектор оказывает сильное воздействие на все компоненты окружающей среды, уступая по степени воздействия только нефтехимическому сектору. Наибольший урон окружающей среде в сельском хозяйстве оказывает применение минеральных удобрений, которое приводит к загрязнению грунтовых и поверхностных вод, дополнительной эмиссии парниковых газов. В связи с этим разработка технологий получения и применения новых видов удобрений, способствующих уменьшению доз использования минеральных удобрений или их полной замене, является актуальной задачей. Одним из вариантов, широко используемых в последнее время, является использование биочара в качестве почвоулучшителя. Характеристики биочара зависят от условий пиролиза, характеристик исходного субстрата. Для удобрений рекомендуют применять биочар из навозов и пометов, т.к. он богат микро- и макроэлементами, характеризуется низким уровнем минерализации, что предполагает длительную секвестрацию углерода. В данном исследовании сравнивали влияние биочара и минерального удобрения (Диаммофоски) при выращивании яровой пшеницы на эмиссию  $\text{CO}_2$  и  $\text{N}_2\text{O}$  в полевом мелкоделяночном эксперименте. Биочар вносили в количестве 30 т/га, «Диаммофоску» в количестве 300 кг/га соответственно. В динамике полевого эксперимента оценивали почвенную респираторную активность (на 1, 14, 30, 60, 90 сутки эксперимента), изменение содержания органического углерода и органического азота (на 1, 14, 90 сутки эксперимента), в конце эксперимента оценили растительную биомассу и урожайность. Расчет углеродного следа проводили согласно методикам IPCC на основании данных о расходе топлива, эмиссии  $\text{N}_2\text{O}$  от внесенных минеральных удобрений, эмиссии  $\text{CO}_2$  от респираторной активности почвы, данных о фиксации углерода (C) в биомассе растений пшеницы. Согласно полученным данным наибольшее выделение парниковых газов ( $\text{CO}_2$  и  $\text{N}_2\text{O}$ ) установлено в случае внесения минеральных удобрений. Применение биочара как удобрения с длительным периодом действия позволило получить больший урожай пшеницы с меньшей эмиссией парниковых газов.

# АВТОМАТИЗАЦИЯ АДАПТАЦИИ ПРОЦЕССА РАСТЕНИЕВОДСТВА ПРИ ЭМИССИИ ПАРНИКОВЫХ ГАЗОВ

Гончаров Д.В., Иващук О.А., Резников Н.Г.

ФГАОУ ВО «Белгородский государственный национальный исследовательский университет» (НИУ «БелГУ»), Белгород, Россия

e-mail: [goncharov\\_dv@bsu.edu.ru](mailto:goncharov_dv@bsu.edu.ru)

На сегодняшний момент нет научно обоснованных методов и алгоритмов для оценки и прогнозирования влияния эмиссии парниковых газов (ПГ) на урожайность сельскохозяйственных (с/х) растений. Необходимый при этом учет множественных и неоднородных данных, количественных и качественных параметров определяет необходимость использования интеллектуального анализа данных и исследования адаптации процесса растениеводства в условиях динамики парникового эффекта как объекта автоматизированного управления.

С точки зрения теоретико-множественного подхода систему подобного класса  $A_{oy}$  представим формулой:  $\langle S_{oy}, Q, X, F_{oy}, V_{oy} \rangle$ , где  $S_{oy}$  – множество элементов системы,  $Q$  – внешнее воздействие на  $S_{oy}$ :  $Q = \{U, \omega\}$ , где  $U$  и  $\omega$  – управляющие и внешние воздействия;  $X = \{L, Z\}$  – множество параметров состояния элементов в  $S_{oy}$ , где  $L$  – характеризующее объем и качество собранного урожая;  $Z$  – технологические параметры;  $F_{oy}$  – множество отображений  $F_{oy}: (S_{oy}, Q, X) \rightarrow X$ ;  $V_{oy} = \{v_{oy}\}$  – множество отношений  $V_{oy}: (S_{oy}, Q, X)$ .

Отметим, что  $F_{oy}$  включает полный спектр причинно-следственных связей, которые необходимы для прогнозирования оптимальных условий для выращивания с/х культур в условиях эмиссии ПГ. В качестве примера представим соответствующее построение прогностической модели в виде искусственной нейронной сети, структура которой представлена на рисунке 1.

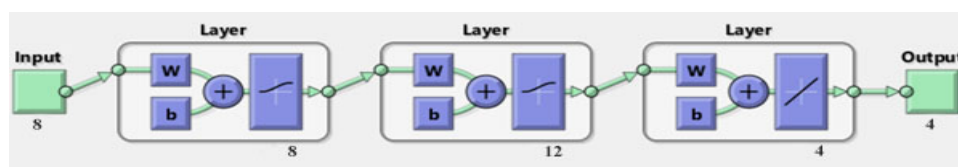


Рис. 1. Структура искусственной нейронной сети

Входные параметры модели ( $Z, \omega$ ): объемный расход выбросов ( $m^3/ч$ ); температура ( $^{\circ}C$ ); плотность газа ( $кПа$ ); скорость газа ( $м/с$ ); скорость и направление ветра ( $м/с$ ), расстояние ( $м$ ). Выходные параметры ( $X$ ): концентрации ( $мг/м^3$ )  $CO_2, CH_4, O_3, N_2O$ .

Исследование выполнено за счет гранта РНФ (проект № 22-11-20016).



## НАТУРНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ УСЛОВИЙ ФОРМИРОВАНИЯ И ЭМИССИИ МЕТАНА НА НЕСКОЛЬКИХ КРУПНЕЙШИХ ВОДОХРАНИЛИЩАХ РОССИИ

Гречушникова М.Г.<sup>1,2</sup>, Репина И.А.<sup>2</sup>, Горин С.Л.<sup>2,3</sup>, Степаненко В.М.<sup>2,5</sup>,  
Василенко А.Н.<sup>1,2</sup>, Григорьев В.Ю.<sup>1,2</sup>, Казанцев В.С.<sup>2</sup>, Лисина А.Н.<sup>1,2</sup>,  
Ломов В.А.<sup>1,2</sup>, Мишин Д.В.<sup>4</sup>, Сазонов А.А.<sup>1,2</sup>, Терский П.Н.<sup>1,2</sup>,  
Тимошенко А.А.<sup>4</sup>, Фролова Н.Л.<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>МГУ им. М.В.Ломоносова, Географический факультет, Москва, Россия

<sup>2</sup>ИФА им А.М. Обухова РАН, Москва, Россия

<sup>3</sup>ВНИРО, Москва, Россия

<sup>4</sup>ГОИН им. Н.Н. Зубова, Москва, Россия

<sup>5</sup>НИВЦ МГУ им. М.В. Ломоносова, Москва, Россия

e-mail: [allavis@mail.ru](mailto:allavis@mail.ru)

Работа коллектива направлена на определение эмиссии метана для характерных водохранилищ энергетического назначения ПАО РусГидро. Перечень объектов исследования: Рыбинское, Куйбышевское, Волгоградское, Чиркейское, а также Азиатские: Саяно-Шушенское, Богучанское, Зейское, Бурейское и Колымское. В исследуемых водоемах наблюдается различная комбинация определяющих выделение метана факторов (температура воды, состав донных отложений, глубина, проточность и трофический статус водоема).

Определение концентрации метана в пробах воды производилось методом headspace. Измерение удельного потока метана в атмосферу производилось методом плавучих камер. Содержание метана в отобранных пробах определялось на газовом хроматографе с пламенно-ионизационным детектором Хроматэк-Кристалл 5000.2.

Установлено, что содержание метана, и его удельный поток по данным измерений летом и осенью 2021 г. имеют наибольшие значения в водохранилищах Волжского каскада, что может быть связано с их меньшей глубоководностью, лучшим прогревом придонных горизонтов и верхнего слоя донных отложений, а также большой продуктивностью. Дополнительным фактором может являться антропогенное загрязнение бассейна Волги. На всех водохранилищах наблюдается большая изменчивость потока метана не только при сравнении разнотипных водоемов, но и на станциях одного водохранилища. Наименьшими значениями и изменчивостью содержания метана, и его удельного потока характеризуются глубоководные Чиркейское, Колымское и Саяно-Шушенское водохранилища (0–1,8; 0–8,4 и 0–9,5 мгС/(м<sup>2</sup>·сут), наибольшими – Зейское, Куйбышевское, и Богучанское водохранилища (локально до 860, 352 и 115 мгС/(м<sup>2</sup>·сут) соответственно).

## ОЦЕНКА ЭМИССИИ ПАРНИКОВЫХ ГАЗОВ ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ ТЕХНИЧЕСКОЙ КОНОПЛИ В РАЗНЫХ ТЕМПЕРАТУРНЫХ РЕЖИМАХ

Данилова Н.В., Чаленко А.Д., Гордеев А.С.,

Гильмутдинова И.М., Курынцева П.А.

*Казанский федеральный университет,*

*Институт экологии и природопользования, Казань, Россия*

*e-mail: [natasha-danilova91@mail.ru](mailto:natasha-danilova91@mail.ru)*

Растущее количество выбросов парниковых газов и, как следствие, глобальное изменение климата, являются одной из важнейших проблем современного человечества. Согласно Парижскому соглашению к 2030 году Россия должна снизить количество выбросов парниковых газов на 30% от уровня 1990 года. На сельскохозяйственный сектор приходится значительная доля от общего объема выбросов парниковых газов. В целях сокращения углеродного следа аграрного сектора предлагается использование мер по улучшению состояния почвы, оптимизации применения удобрений и навоза, повышению продуктивности животных и т.д. Отдельной проблемой, связанной с выбросами парниковых газов из сельскохозяйственных почв, является снижение запасов почвенного углерода. Выращивание конопли положительно действует на концентрацию  $\text{CO}_2$  в атмосфере, поскольку она является культурой  $\Delta\text{CO}_2$  отрицательной, так как аккумулирует из окружающей среды  $\text{CO}_2$  больше, чем выделяет. Кроме того, конопля является известным эффективным растением – секвестратором почвенного углерода за счет большой биомассы корней остающихся в почве.

Целью данной работы было оценить эмиссию парниковых газов при выращивании технической конопли в разных температурных режимах – 15°C, 20°C и 30°C. В качестве контроля использовали почву без растений. Респираторную активность и микробную биомассу микробного сообщества почвы оценивали на 1, 7, 14, 28, 42, 56, 70, 84 и 98 сутки инкубирования. Длину побегов, биомассу растений технической конопли, а также содержание хлорофилла в ней измеряли на 98 сутки. Установлено отсутствие различий в респираторной активности почв в начале эксперимента, однако, начиная с 14-х суток респираторная активность значимо меньше в почве без растений. Влияние температурного режима на респираторную активность установлено после 56 суток эксперимента. Уровень микробной биомассы достоверно не изменялся как в динамике, так и для разных температур. Влияние температурного режима вегетации было установлено на морфометрические параметры конопли и содержание хлорофилла. Установлено, что эмиссия парниковых газов из почвы при выращивании конопли выше по сравнению с чистой почвой и зависит от температурного режима.

## СУТОЧНАЯ ДИНАМИКА ПОТОКА УГЛЕРОДА С ПОВЕРХНОСТИ КОНТРАСТНЫХ БОРЕАЛЬНЫХ ОЗЕР

Забелина С.А.<sup>1</sup>, Прасолов С.Д.<sup>1</sup>, Климов С.И.<sup>1</sup>, Покровский О.С.<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>ФИЦКИА УрО РАН, Архангельск, Россия

<sup>2</sup>*Geoscience and Environment Toulouse, CNRS, Toulouse, France*

*e-mail: [sv.zabelina@fciarctic.ru](mailto:sv.zabelina@fciarctic.ru)*

Пресные воды вносят заметный вклад в глобальный бюджет углерода, выделяя углекислый газ ( $\text{CO}_2$ ) и метан ( $\text{CH}_4$ ) в атмосферу. При этом обнаруживается явная недостаточность информации для бореальных внутренних вод в соответствующих временных и пространственных масштабах.

Диффузионный газообмен между озером и атмосферой описывается моделью пограничного слоя (boundary layer model), как произведение скорости газообмена  $k$  на градиент концентраций на границе раздела сред. Глобальные оценки потоков с поверхности пресноводных экосистем традиционно находят  $k$  через эмпирические зависимости от скорости ветра (обозначается как  $k_{600}$ ).

В данной работе представлены оценки пространственной и суточной изменчивости потоков  $\text{C}$  ( $\text{CH}_4 + \text{CO}_2$ ) с поверхности контрастных по своим гидрохимическим характеристикам и содержанию растворенного органического вещества бореальных озер Архангельской области (гумусовом дистрофном озере Темное и озере с высокой прозрачностью Светлое).

Полевые исследования проводились в июле 2018 г. Поток  $\text{C}$  ( $\text{CH}_4 + \text{CO}_2$ ) с поверхности озер на границе вода-атмосфера рассчитывали с применением различных эмпирических моделей, учитывающих коэффициент переноса газа, скорость ветра, площадь озер и концентраций  $\text{CH}_4$  и  $\text{CO}_2$  в пробах воды.

Результаты исследований показали, что пространственная изменчивость потока  $\text{C}$  в прозрачном озере варьирует в пределах 20%, в гумифицированном – 7%. Дневные значения потоков  $\text{C}$  превышали ночные в 1,1 – 1,5 раза для гумифицированного озера, и 1,3-1,9 раза для прозрачного. Экстраполяция дневных измерений на 24-часовой период завышает значения потока  $\text{C}$  до 30% для прозрачного озера, и до 12% для гумифицированного, что свидетельствует о необходимости учета суточной и пространственной изменчивости в оценках региональных и глобальных потоков углерода в озерах.

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда №22-27-00828.

## **ОПТИМИЗАЦИЯ ЭМИССИИ ПАРНИКОВЫХ ГАЗОВ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ИННОВАЦИОННЫХ ОРГАНИЧЕСКИХ УДОБРЕНИЙ И БИОПРЕПАРАТОВ**

Зудилин С.Н., Оленин О.А., Чухнина Н.В., Василиско А.Ю.

*Самарский ГАУ, Кинель, Россия*

*e-mail: [zudilin\\_sn@mail.ru](mailto:zudilin_sn@mail.ru)*

Декарбонизация российского агропромышленного комплекса (АПК) играет ключевую роль в условиях глобальных климатических изменений.

Основные направления декарбонизации сельского хозяйства: сокращение выбросов парниковых газов, увеличение поглощения парниковых газов, накопление углерода в почве, накопление углерода в наземной биомассе антропогенных и природных экосистем, переход к возобновляемым источникам энергии, цифровизация и роботизация. Переход на углеродсберегающие технологии в земледелии и растениеводстве фактически формирует инновационную экосистему цифрового органического земледелия, которая является наукоемкой и высокотехнологичной преемственностью российских и советских систем земледелия, начиная с начала восемнадцатого века.

Цифровое органическое земледелие – экосистема энергосберегающих технологий по восстановлению углеродного цикла на основе максимального использования естественных процессов природных фитоценозов и возобновляемых ресурсов с целью повышения продуктивности, устойчивости и стабильности антропогенных и природных фитоценозов и получения экологически безопасной продукции.

В рамках цифрового органического земледелия разработаны ассортиментные линейки многокомпонентных органических удобрений и биопрепаратов на основе наноструктурных материалов с функциями биологической защиты растений. Инновационные органические удобрения и биопрепараты с функциями биозащиты и микроудобрениями направленного действия в совокупности с другими инновационными элементами технологий обеспечивает повышение урожайности полевых культур на 20–30%, сокращение затрат невозобновляемых ресурсов на 40–50%, сохранение и повышение плодородия почвы, а также повышение продуктивности агроэкосистем на основе максимального использования природных возобновляемых ресурсов, получение экологически безопасной («органической») продукции высокого качества в соответствии с российскими и международными стандартами «органической» продукции. Стоимость органического удобрения на один гектар по сравнению с жидкими минеральными удобрениями (типа «КАС») ниже в 2–5 раз, в зависимости от доз и сроков внесения, культур и их фаз развития.

***RHYNCHOTALONA LATENS* (SARMAJA-KORJONEN,  
NAKOJÄRVI & KORHOLA 2000) COMB. NOV. ВПЕРВЫЕ  
ИДЕНТИФИЦИРОВАН В РОССИИ**

Ибрагимова А. Г.<sup>1,2</sup>, Фролова Л. А.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Казанский федеральный университет, Казань, Россия

<sup>2</sup>Институт проблем экологии и эволюции им. А. Н. Северцова Российской академии наук, Москва, Россия

e-mail: [Ais5\\_ibragimova@mail.ru](mailto:Ais5_ibragimova@mail.ru)

Остатки ветвистоусых ракообразных *Rhynchotalona latens* (Sarmaja-Korjonen, Nakojärvi & Korhola 2000) comb. nov. впервые обнаружены в донных отложениях гляциогенных озер северо-запада России. Вид *R. latens*, более известный из палеоолимологических исследований, чем из стандартных гидробиологических анализов, встречается в четвертичных отложениях Финляндии. Остатки, идентифицированные как *Unapertura* (старое название таксона) отмечены в некоторых поверхностных донных отложениях Альпийского региона, в Татрах в Польше и в озёрах северной Канады. Впервые вид *R. latens* на территории России был обнаружен в донных отложениях оз. Медведевское (Карельский перешеек). Все наши находки приурочены к периоду позднего неоплейстоцена – середины голоцена. Вид предпочитает кислые, мезотрофные, гуминовые и мелководные озера с органическими отложениями, имеет северо-бореально-субарктическую климатическую принадлежность. Это ледниковый реликт, связанный с современными аналогами перигляциальных водных сред. Обычно он встречается в болотах, литорали озер и прозрачных и холодных водах. Материалом исследования послужили образцы донных отложений шести гляциогенных озер Европейской части России. Проведенные нами исследования позволили получить новую информацию о распространении *R. latens*, дополнить таксономические списки группы Cladocera России, выявить эколого-климатические условия, характерные для его обитания. Отсутствие упоминаний таксона в современных водоемах России связано либо с недостаточной изученностью вида, в частности, мест его обитания, либо с изменением климатических и экологических условий в регионах исследования.

Анализ субфоссильных Cladocera выполнен в рамках исследований по проекту РНФ № 20-17-00135. Полевые работы проводились при поддержке выделенной Казанскому федеральному университету субсидии по государственному заданию № 671-2020-0049 в сфере научной деятельности. Исследования Ибрагимовой А. Г. проведены при финансовой поддержке стипендии Президента Российской Федерации.

# МОДЕЛИРОВАНИЕ КИБЕРФИЗИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ УРОЖАЙНОСТЬЮ С УЧЕТОМ ВЛИЯНИЯ ПАРНИКОВОГО ЭФФЕКТА

Иващук О.А., Дунаева В.А., Гончаров Д.В.  
ФГАОУ ВО НИУ «БелГУ», Белгород, Россия  
e-mail: [goncharov\\_dv@bsu.edu.ru](mailto:goncharov_dv@bsu.edu.ru)

Авторским коллективом построены и исследованы функциональные и структурные модели киберфизической системы по управлению урожайностью в условиях динамики парникового эффекта (ПЭ). На рисунке 1 представлена функциональная модель модернизированного процесса растениеводства с управлением на основе специального комплекса моделей и ПО, формированием адаптационных сценариев.

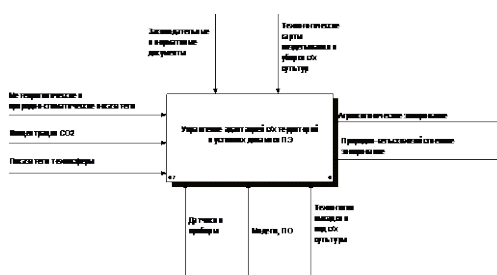


Рис. 1. Модель процесса управления

Соответствующая структурная модель киберфизической системы управления урожайностью с учетом влияния ПЭ показана на рисунке 2. В систему введена цифровая платформа, которая позволяет автоматизированно собирать множество моделей (ГИС, 3D, нейро-нечетких и др.) и технических решений в единый проект принятия научно обоснованных решений.

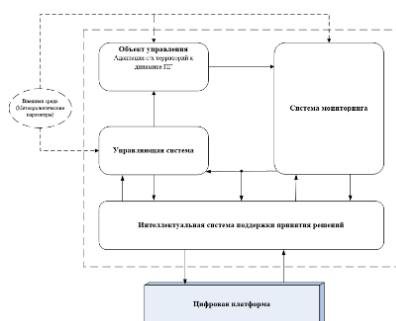


Рис. 2. Обобщенная модель киберфизической системы управления

Исследование выполнено за счет гранта РФФИ (проект № 22-11-20016).

# ПОДХОДЫ К ЗОНИРОВАНИЮ ТЕРРИТОРИЙ С УЧЁТОМ ЭМИССИИ ПАРНИКОВЫХ ГАЗОВ

Ивашук О.А., Федоров В.И., Гурьянова О.И.  
 ФГАОУ ВО НИУ «БелГУ», Белгород, Россия  
 e-mail: [fedorov\\_v@bsu.edu.ru](mailto:fedorov_v@bsu.edu.ru)

Ряд исследований показал, что повышение концентрации парниковых газов (ПГ) формирует положительный эффект для урожайности. Предлагается концептуальная схема адаптационного зонирования территорий (рис.1), включающая процесс моделирования.

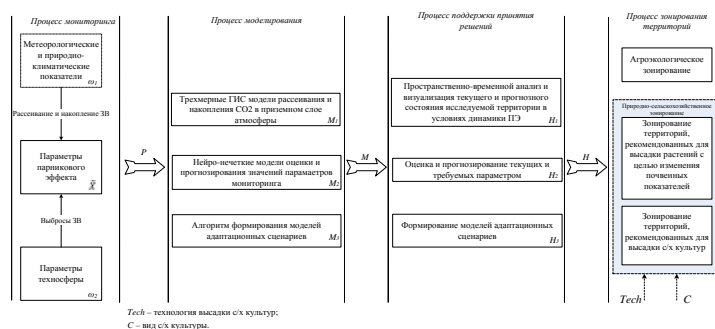


Рис. 1. Схема адаптационного зонирования территорий

В качестве примера результата (рис. 2) представлено пространственное распределение выбросов ПГ в виде тепловой карты.

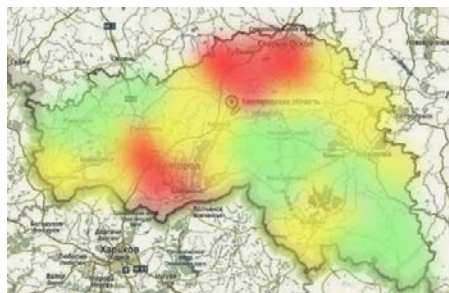


Рис. 2. Результаты имитационного моделирования

На данной основе сформированы конкретные адаптационные сценарии по высадке с/х культур определённого вида (С) с использованием наиболее оптимальной в данных условиях технологии высадки и обработки (Tech).

Исследование выполнено за счет гранта РФФИ (проект № 22-11-20016).

## NEUTRALIZATION OF GREENHOUSE GAS EMISSIONS USING SUPER ABSORBENT PLANTS

Karamova K., Makhmutbekov A., Gordeev A., Kuryntseva P., Galitskaya P.

Kazan Federal University, Kazan, Russian Federation

*e-mail:* [cool.kama-160692@yandex.ru](mailto:cool.kama-160692@yandex.ru)

Cities occupy a relatively small share of the land area (about 2%), while they are the largest sources of anthropogenic pollution in the world. So they account for up to 70% of total CO<sub>2</sub> emissions. CO<sub>2</sub> is a greenhouse gas with a minimal GWP, however, its contribution to climate change is high due to the large mass of emissions. At the same time, at the moment there are technologies for capturing CO<sub>2</sub>, for example, through green spaces, including squares, parks, sanitary protection zones, landscaping roadsides. To increase the absorption of CO<sub>2</sub> in green spaces, it is advisable to use plants – supersequestrators, which quickly gain biomass, thereby intensively fixing atmospheric CO<sub>2</sub>. One such CO<sub>2</sub> supersequestrator plant is industrial hemp (*Canabis sativa*), which produces about 25 times more oxygen per unit area than a forest in the same area would produce. Increasing hemp biomass, and therefore the degree of CO<sub>2</sub> sequestration, can be achieved through the use of fertilizers, in particular obtained from agricultural waste. The purpose of this work was to evaluate the possibility of increasing the CO<sub>2</sub> sequestration of hemp in the conditions of urban growth in central Russia by introducing non-traditional fertilizers from agricultural waste. For this, an experiment was carried out on the cultivation of industrial hemp, including the application of fertilizers (biochar, compost, a mixture of biochar and compost). The absence of a significant effect of fertilizers on morphological (the length of the ground part, the length of the root, biomass) and physiological (chlorophyll content) characteristics was established. Based on the data of the “Register of Green Spaces”, the area of green spaces in Kazan was determined, which can be occupied by hemp (landscaping along roads, sanitary protection zones) – 356 hectares. It has been established that the amount of CO<sub>2</sub> that theoretically could be absorbed in the case of planting hemp in the selected areas is significantly lower than the amount of CO<sub>2</sub> produced from motor transport in Kazan for the year.



## ИЗОТОПНАЯ ПОДПИСЬ ГОРНЫХ ПОЧВ В ДИАГНОСТИКЕ ИЗМЕНЕНИЙ КЛИМАТА ПЛЕЙСТОЦЕНА-ГОЛОЦЕНА

Ковалева Н.О.<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>МГУ им. М.В.Ломоносова, Москва, Россия

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

e-mail: [natalia\\_kovaleva@mail.ru](mailto:natalia_kovaleva@mail.ru)

Горные ландшафты, являясь краевыми частями биосферы и отличаясь узостью природных зон, оказываются наиболее чувствительными к самым незначительным изменениям климата. Уникальным архивом палеоклиматической информации в горах выступают почвы, изотопные сигнатуры которых позволяют расшифровывать внутриконтинентальные региональные палеоэкологические обстановки. Объектами исследования послужили почвы различных фронтальных и латеральных моренных уровней ледниковых осцилляций плейстоцена и голоцена в троговых долинах горных систем Евразии: в Хибинах, на Большом Кавказе, в Тянь-Шане, на Среднем Урале, в Крыму. Методы исследования включали анализ стабильных изотопов органического углерода и азота, углерода карбонатов, определение радиоуглеродного возраста почв. На основе анализа изотопных сигнатур почв выявлены различные климатические сценарии: «холодно-сухо» в конце плейстоцена, «холодно-влажно» в конце голоцена, «умеренно-влажно» и «тепло-влажно» в средние века, «тепло-сухо» в среднем голоцене, «антропогенный» и пр. Эволюция типов фотосинтеза в голоцене приводила к становлению новых циклов углерода в лесных и травяных экосистемах. Хотя колебания климата в плейстоцене-голоцене носили глобальный характер, анализ изотопных кривых позволил выделить в истории климата Евразии несколько различающихся этапов. В Тянь-Шане катастрофическое разрушение ледниковых покровов началось раньше, чем в горных системах Европы, Хибинны оставались подо льдом до бореального периода. К середине голоцена черноземы распространились во всех горных системах Евразии до границ современного альпийского пояса. Климатические оптимумы рубежа плейстоцена и голоцена, среднего голоцена, средних веков сопровождалась иссушением климата на Северном Кавказе, Северном Тянь-Шане, Урале и в Хибинах. Во Внутреннем Дагестане и в Крыму количество осадков увеличивалось. Контрастность похолодания на рубеже среднего и позднего голоцена в континентальных ландшафтах меньше, чем в гумидных. Малый ледниковый период диагностирован для разных горных систем в разное время в интервале XIII–XIX вв. Его сменило антропогенное «остепнение» ландшафтов.

## **КАРБОНОВЫЙ ПОЛИГОН НА ТЕРРИТОРИИ РЕСПУБЛИКИ ТАТАРСТАН. ОРГАНИЗАЦИЯ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ ПЛОЩАДОК И НАЧАЛО НАБЛЮДЕНИЙ**

Кожевникова М.В., Нургалиев Д.К., Селивановская С.Ю.

*Казанский федеральный университет, Казань, Россия*

*e-mail: [MKozhevnikova@kpfu.ru](mailto:MKozhevnikova@kpfu.ru)*

Республика Татарстан приказом № 845 от 8 сентября 2021 года включена в число 9-ти пилотных регионов по созданию карбоновых полигонов, а Казанский федеральный университет назначен оператором полигона «Карбон-Поволжье».

Задачи карбоновых полигонов разделяют на 3 крупных блока: организация сети мониторинга за газообменом между экосистемами и атмосферой, разработка новых методов и методик мониторинга, исследование функционирования экосистем в части потоков углерода, исследования, направленные на создание научных основ климатических проектов и полигон как образовательная площадка. При решении первого блока задач важно организовать площадку для наблюдений в экосистемах, которые являются либо репрезентативными для территории России, либо обладают высоким секвестрационным потенциалом, при этом так же желательно, чтобы территория площадки наблюдений была доступна и могла быть использована в образовательных целях. Поэтому в качестве первого для оборудования участка был выбран лесной массив недалеко от Астрономической обсерватории им. В.П. Энгельгардта. Участок расположен в фитоценозе, широко распространенном на территории Европейской части России, а именно – широколиственном лесу, испытывающем антропогенное давление средней интенсивности и имеющем длинную историю освоения. Основной тип ландшафта: липняк волосистоосоковый с елью и дубом на дерново-подзолистых почвах, расположенный на аллювиально-делювиальных четвертичных отложениях третьей террасы крупных рек. Второй участок, планируемый как наблюдательный участок за экосистемами Куйбышевского водохранилища, находится в Лаишевском районе Республики Татарстан и имеет вид полуострова, расположенного в отдалении от крупных населенных пунктов. Третий участок планируется как испытательный участок карбоновой фермы. Расположен он в Лаишевском районе Республики Татарстан, в лесостепной зоне, представляя водораздельную равнину рек Волга и Кама. «Лесной» и «водный» участки будут оборудованы эколого-климатическими станциями Eddy Covariance для непрерывной высокочастотной автоматической регистрации турбулентных потоков энергии и парниковых газов ( $H_2O$ ,  $CO_2$ ,  $CH_4$  и пр.) в приземном слое атмосферы и метеостанциями Campbell Scientific. Другое оборудование является мобильным и используется периодически в рамках разработанной программы.

## **ВОЗМОЖНОСТИ УПРАВЛЕНИЯ УГЛЕРОДНЫМ ЦИКЛОМ В БИОЦЕНОЗАХ И КУЛЬТУРНЫХ ЛАНДШАФТАХ НА ФОНЕ ПОГОДНО-КЛИМАТИЧЕСКИХ АНОМАЛИЙ**

Ларионов М.В.<sup>1,2,3,4</sup>

<sup>1</sup>Государственный Университет по землеустройству, Москва, Россия

<sup>2</sup>Государственный университет управления, Москва, Россия

<sup>3</sup>Российский государственный социальный университет, Москва, Россия

<sup>4</sup>Российский государственный аграрный университет –

МСХА имени К.А. Тимирязева, Москва, Россия

e-mail: [m.larionow2014@yandex.ru](mailto:m.larionow2014@yandex.ru)

В создаваемых культурных биоценозах и в ландшафтах представляются реальными следующие возможности для контроля углеродным циклом и для управления им необходимы:

- учет и расчет «углеродного бюджета» природных и искусственных фитоценозов, прежде всего лесных массивов и полевых агроценозов, а также городских и пригородных сельскохозяйственных угодий и садово-парковых структур;

- контроль эффективности севооборотов и других биологических методов органического землепользования на фоне содержания углерода в почвах и в атмосфере в биогеохимических циклах;

- контроль эффективности методов биостимуляции, биокоррекции, биопротекции растений на фоне содержания углерода в почвах и в атмосфере в биогеохимических циклах;

- использование инструмента ландшафтно-экологического планирования в «углеродном» (органическом) землепользовании и как нормативно-естественной основы для его контроля и действенного в экологическом ключе корректива;

- обеспечение постоянного полевого и дистанционного контроля за углеродным циклом в разных компонентах экосистем и ландшафтов с помощью современных отечественных приборов;

- постоянный контроль за уходом за междурядьями в сельскохозяйственных, лесохозяйственных и в озеленительных угодьях на различных территориях с сопоставлением данных о балансе органического углерода в почвах и почвогрунтах;

- требуется обязательно обеспечить мониторинг за разнообразием, ценотическими и мелиоративными функциями почвенной биоты по отношению к разным почвенным горизонтам с сопоставлением данных о балансе органического углерода в почвах и почвогрунтах в разные периоды.

## **ВОПРОСЫ ПОДДЕРЖАНИЯ ЗДОРОВЬЯ И ПРОФИЛАКТИКИ ЭКОПАТОЛОГИЙ В УСЛОВИЯХ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА И ПОГОДНЫХ АНОМАЛИЙ**

Ларионов М.В.<sup>1,2,3,4</sup>

<sup>1</sup>Государственный Университет по землеустройству, Москва, Россия

<sup>2</sup>Государственный университет управления, Москва, Россия

<sup>3</sup>Российский государственный социальный университет, Москва, Россия

<sup>4</sup>Российский государственный аграрный университет –

МСХА имени К.А. Тимирязева, Москва, Россия

e-mail: [m.larionow2014@yandex.ru](mailto:m.larionow2014@yandex.ru)

Вопросы, связанные с изменением климата и погоды, в современное время выходят на поверхность, причем многопланово. Прямо и опосредованно природные и антропогенно обусловленные явления, которые инициировали погодно-климатические аномалии, могут вызывать серьезные нарушения в функционировании человеческого организма.

Предлагаемые меры по охране населения от метеорологически и экологически обусловленных дисфункций в организме и патологических состояний, по их профилактике:

- организация контроля за состоянием и экологической функциональностью рекреационных и иных видов насаждений в городах и селах;
- обеспечение контроля за микроклиматическими функциями городских и сельских насаждений;
- мониторинг озеленительных «колец» вокруг поселений в контексте функционала по оптимизации микроклимата;
- мониторинг выделения биологически активных веществ и их действия на человека в популяционном аспекте от растений разных видов в составе различных посадок;
- планирование градостроительных программ и проектов по ландшафтно-архитектурному оформлению пространств с привязкой к микроклиматическим, экологическим и терапевтическим эффектам озеленительных композиций;
- снижение уровня экологических платежей за деятельность природопользователей по научно обоснованному природообустройству и восстановлению озеленительных структур с экологическими качествами на фоне местных погодно-климатических и ландшафтно-экологических особенностей;
- внедрение в местные органы здравоохранения инструмента контроля за метеорологически и экологически обусловленными патологическими состояниями;
- интеграция в работе служб мониторинга погоды, климата, состояния объектов озеленения и пригородных лесных массивов.

# ПРОБЛЕМА ДЕГУМИФИКАЦИИ И ВОЗМОЖНОСТИ ДЛЯ ЗАКРЕПЛЕНИЯ УГЛЕРОДА В ПОЧВАХ БИОЛОГИЧЕСКИМИ МЕТОДАМИ

Ларионов М.В.<sup>1,2,3,4</sup>

<sup>1</sup>Государственный Университет по землеустройству, Москва, Россия

<sup>2</sup>Государственный университет управления, Москва, Россия

<sup>3</sup>Российский государственный социальный университет, Москва, Россия

<sup>4</sup>Российский государственный аграрный университет –  
МСХА имени К.А. Тимирязева, Москва, Россия

e-mail: [m.larionow2014@yandex.ru](mailto:m.larionow2014@yandex.ru)

Сейчас проблема дегумификации почв и грунтов стоит особенно остро, причем во многих регионах мира. Очевидны следующие меры по закреплению углерода в почвах:

- организация контроля по поступлению углерода в атмосферу и по депонированию в природных и эксплуатируемых почвах, анализ соотношений «прихода» и «расхода» углерода и других питательных элементов в экосистемных и агроэкосистемных геохимических циклах;

- в озеленении и мелиорации использовать виды многолетних растений из числа аборигенных представителей деревьев, кустарников, полукустарников, кустарничков, полукустарничков, трав с четко подобранной и обоснованной озеленительной ведомостью;

- использовать в озеленении, в лесовосстановлении, лесоразведении, в садово-парковом растениеводстве, в биомелиорации сельскохозяйственных и городских земель виды растений из числа аборигенов и интродуцентов (которые не обладают инвазионными свойствами по отношению к природным фитоценозам) со свойствами быстрого и постоянного депонирования углерода и других питательных элементов в почвах и почвогрунтах;

- особое занижение должно придаваться уходу за междурядьями сельскохозяйственных и лесохозяйственных культур;

- в условиях дефицита летних атмосферных осадков, почвенной засухи, явлений суховея использовать биостимуляторы роста и развития растений на основе природных материалов (например, на основе водоросли спирулины) для достижения эффекта эколого-гигиенической безопасности (обработки лучше проводить в начальные периоды формирования растений, до цветения, иначе они будут бесполезны ввиду сформированности растений);

- всеобщая биологизация природопользования на землях разных категорий.

## ЭМИССИЯ МЕТАНА ИЗ ОЗЁР СЕВЕРА ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

Ломов В.А.<sup>1</sup>, Казанцев В.С.<sup>1</sup>, Кривенок Л.А.<sup>1</sup>, Дворников Ю.А.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Институт Физики Атмосферы им. А.М. Обухова, Москва, Россия

<sup>2</sup>Департамент ландшафтного проектирования и устойчивых экосистем

Аграрно-технологического института РУДН, Москва, Россия

e-mail: [lomson620@mail.ru](mailto:lomson620@mail.ru)

Метан – один из ключевых парниковых газов в атмосфере, который имеет очень высокий потенциал глобального потепления по отношению к углекислому газу. Его источники могут быть природного и антропогенного характера. К существенным природным источникам метана в атмосфере относятся водоёмы суши, где он образуется в донных отложениях и поступает в атмосферу в виде диффузного и пузырькового потока. Помимо этого, интерес представляет также потенциальные эмиссии метана из внутримерзлотных резервуаров вследствие развития подоцерных таликов.

Объектами исследования послужили 4 озера, расположенные на севере Западной Сибири. Измерения диффузной эмиссии метана на всех озёрах делались методом статических камер. Исследования на болотном озере Panda, расположенном в предгорьях Полярного Урала (С.Ш. 67.951149°, В.Д. 67.544015°), проводились 03.08.18. Исследования в районе стационара Васькины Дачи на трёх тундровых озёрах LK-010 (С.Ш. 70.29995°, В.Д. 68.86462°, 3 точки измерений), LK-008 (С.Ш. 70.274050°, В.Д. 68.811230°, 2 точки), LK-012 (С.Ш. 70.282360° В.Д. 68.918593°, 4 точки) велись 16–21.08.19 года. Одновременно с проведением измерений удельных потоков метана фиксировались параметры приземного слоя атмосферы (давление, температура воздуха и скорость ветра) и профили физико-химических свойств воды от поверхности до придонного слоя.

Измерения показали, что на всех исследуемых объектах диффузный удельный поток метана не высок – не превышает 1.759 мгСН<sub>4</sub> м<sup>-2</sup> час<sup>-1</sup> (измерено на озере LK-008 18.08.19). Медианные значения удельного потока метана для исследованных озёр составляют 0.495, 0.425, 0.156, 0.463 мгСН<sub>4</sub> м<sup>-2</sup> час<sup>-1</sup> с озёр LK-008, LK-010, LK-012, Panda соответственно.

Полевые работы на стационаре «Васькины Дачи» проведены при поддержке Института криосферы Земли ТюмНЦ СО РАН (г. Тюмень) и НП «Российский центр освоения Арктики» (г. Салехард). Работа выполнена в рамках госзадания ИФА РАН.

## **ИЗМЕНЧИВОСТЬ СОДЕРЖАНИЯ МЕТАНА В РЫБИНСКОМ ВОДОХРАНИЛИЩЕ В ПОДЛЕДНЫЙ ПЕРИОД**

Ломов В.А.<sup>1,2</sup>, Фролова Н.Л.<sup>1,2</sup>, Ефимов В.А.<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>*МГУ им. М.В.Ломоносова, кафедра гидрологии суши, географический факультет, Москва, Россия*

<sup>2</sup>*Институт Физики Атмосферы им. А.М. Обухова, Москва, Россия*

*e-mail: [lomson620@mail.ru](mailto:lomson620@mail.ru)*

Зимой и весной 2022 года были проведены две полевые кампании по исследованию содержания и баланса метана в Рыбинском водохранилище (начало февраля и начало апреля). Целью данной работы были измерения концентрации метана в воде, измерения потоков метана из донных отложений, а также оценка приходных и расходных составляющих баланса метана в водоеме (окисление, приток с речными водами, дегазация, при проходе воды через плотину).

По результатам более подробной зимней кампании (охватывающей всю акваторию водоема) была проведена оценка общего содержания метана в Рыбинском водохранилище. Водоем был разделен на отсеки, в каждом из которых рассчитывалась средняя концентрация метана в воде. Таким образом, общее содержание метана составило 26.4 тСН<sub>4</sub>. Оценка составляющих баланса метана показала, что наиболее значимая приходная составляющая – генерация метана в донных отложениях и поток на границе «донные отложения – вода», а наиболее значимая расходная – окисление метана в водной толще.

Весенняя кампания охватывала центральную часть водохранилища для того, чтобы оценить изменчивость содержания метана за подледный период в данном районе. Измерения концентраций показали, что метан накапливался в Рыбинском водохранилище с февраля по апрель. Средняя концентрация метана в центральном районе водохранилища увеличилась с 2 до 11 мкл/л. Наибольшие концентрации наблюдаются в подледном слое воды и у дна. Несмотря на значительную интенсивность окисления метана в воде, можно сделать вывод о том, что баланс метана в Рыбинском водохранилище в подледный период положителен.

Данное исследование было выполнено в рамках договора с ПАО Русгидро № 1010-416-2021.

## ВЛИЯНИЕ ОСОБЕННОСТЕЙ ФОРМИРОВАНИЯ СТРАТИФИКАЦИИ В МОЖАЙСКОМ ВОДОХРАНИЛИЩЕ НА ЭМИССИЮ МЕТАНА

Ломова Д.В.<sup>2</sup>, Гречушников М.Г.<sup>1,2</sup>, Кременецкая Е.Р.<sup>2</sup>, Ломов В.А.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>МГУ им. М.В.Ломоносова, Москва, Россия

<sup>2</sup>Институт Водных Проблем, Москва, Россия

e-mail: [allavis@mail.ru](mailto:allavis@mail.ru)

Цель работы – определить причины различий эмиссии метана в летний период на примере Можайского водохранилища. Используются данные наблюдений за температурным и кислородным режимом Можайского водохранилища в летний период (июнь–август) с 1984 по 2020 гг. (на Красновидовской УНБ МГУ). Расчет эмиссии для всего водоема произведен по данным съемок в 2018–2019 гг. Величина потока метана в атмосферу зависит от развития бескислородной зоны, поэтому толщина зоны аноксии может служить критерием этой величины. Анализ данных по температурному и кислородному режиму Можайского водохранилища за период 1984–2020 гг. показал, что присутствует корреляция между среднезвешенной по объему температурой водохранилища ( $T_{ср}$ ) и долей аноксидной зоны от объема водохранилища на момент съемки ( $r=0,67$ , при  $n=43$ ). При этом в июне зона аноксии, занимающая 30% объема водохранилища, встречалась в менее, чем в 10% случаев, в июле – в 20% случаев, а в августе – примерно в 25% случаев. Прослеживается тренд в увеличении  $T_{ср}$ , при этом в последнее десятилетие отмечаются достаточно обширные (до 30% от объема водохранилища) аноксидные зоны, образующиеся уже в июне. На примере подробных исследований за 2018 и 2019 гг. показано, что при двух различных сценариях формирования стратификации величина эмиссии  $CH_4$  за летний период была существенно различной. В год, когда наблюдалась тёплая антициклональная погода с конца мая, уже в июне сформировалась обширная аноксидная зона, а величина эмиссии  $CH_4$  на протяжении всего лета была выше, чем в год, когда происходило постепенное увеличение температуры воды в водохранилище от июня к августу. Эмиссия  $CH_4$  в 2019 году была в 5 раз выше, чем в 2018 г. Наметившийся в последние десятилетия тренд увеличения июньской температуры воды в Можайском водохранилище может приводить к раннему появлению аноксидных зон, в результате чего эмиссия метана в летний период может существенно увеличиваться.

Полевые работы проведены в рамках госзадания (№ ЦИТИС: 121051400038-1) НИР кафедры гидрологии суши географического факультета МГУ им. М.В. Ломоносова, анализ архивных данных и лабораторные анализы проведены в рамках темы 2 (№ FMWZ-2022-0002) ГЗ ИВП РАН.



## TELECONNECTIONS IN CYCLONIC ACTIVITY IN THE ATLANTIC-EUROPEAN REGION

Maslova V.N., Voskresenskaya E.N., Lubkov A.S., Zhuravskiy V.Y.

*Institute of Natural and Technical Systems, Sevastopol,*

*Russian Federation*

*e-mail: [veronika\\_maslova@mail.ru](mailto:veronika_maslova@mail.ru)*

Cyclones in the Atlantic-European region were obtained on the basis of NCEP/NCAR reanalysis 6-hour 1000 hPa geopotential height for 1951-2017 using objective identification and tracking methods. Seasonal composite maps of climatic fields, frequency and average tracks of cyclones were obtained and analyzed for different phases of teleconnection patterns. Composite maps were constructed for positive and negative oscillation phases based on their ranked indices (15 years each for the maximum and minimum index).

The greatest response of the interannual patterns on cyclonic activity was found for the Arctic Oscillation, which includes the variability of the North Atlantic Oscillation. The frequency of cyclones increases during the negative Arctic Oscillation phase, especially in the Mediterranean-Black Sea region due to the activation of the western and southwestern average cyclone tracks relative to the region, large temperature gradients from the southeast to the northwest and southeastern and southern anomalies of high-altitude wind.

East Atlantic/West Russia pattern, Scandinavian pattern and Polar/Eurasia pattern, which are associated with blocking situations in different parts of Europe and the development of meridional processes in the Atlantic-European region, are characterized by the greatest responses, as a rule, in spring, manifested in the alternation of positive and negative anomalies in the frequency of cyclones over the region from north to south.

It is shown that interannual oscillations associated mostly with the North Pacific Ocean, such as the Pacific/North American pattern, the West Pacific pattern and the East Pacific-North Pacific pattern, as well as the Tropical/Northern Hemisphere pattern, are prospective for analysis of the teleconnections through atmospheric bridges and asynchronous manifestations in cyclonic activity in the North Atlantic-European region. It is confirmed that it is important to take into account asynchronous connections and various types of El Niño and La Niña events in the analysis of regional manifestations in cyclonic activity.

Synchronous manifestations of the decadal patterns, such as the Atlantic Multidecadal Oscillation and the Pacific Decadal Oscillation, were found in cyclones in the spring months. However, the applied approach of composite analysis actually evaluates the interannual variability. In the case of decadal patterns, the composites should be obtained based not on ranked indices, but on a continuous range of years corresponding to a certain decadal phase.

## **РЕКОНСТРУКЦИЯ ИЗМЕНЕНИЙ КЛИМАТА И УГЛЕРОДНОГО БАЛАНСА КАК ЗАДАЧА КАРБОНОВЫХ ПОЛИГОНОВ (НА ПРИМЕРЕ КАРБОНОВОГО ПОЛИГОНА «РОСЯНКА» В КАЛИНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ)**

Напреенко М.Г., Анциферова О.А., Напреенко-Дорохова Т.В., Баширова Л.Д.  
*Балтийский федеральный университет им. И. Канта,  
Калининград, Россия,  
e-mail: [maxnpr@gmail.com](mailto:maxnpr@gmail.com)*

Калининградская область с 2021 г. участвует в программе развития карбоновых полигонов, на её территории был создан и осуществляет свою деятельность карбоновый полигон «Росьянка». Сухопутной площадкой полигона стал заброшенный торфяник Виттгирренский в Славском районе.

Помимо изучения потоков климатически активных газов, важной задачей карбонового полигона является исследования почв и остаточной торфяной залежи, направленные на установление вероятных источников геохимических потоков и построение модели торфяной залежи для возможной оценки выбросов парниковых газов в прошлом.

Торфообразующие экосистемы характеризуются достаточно высокими темпами аккумуляции органического углерода. Подробная реконструкция развития торфяников, скоррелированная с возрастными моделями высокого разрешения и другими индикаторами природной среды, позволяет определить временной промежуток и степень влияния климатических событий на этот процесс, оценить время и скорость перестройки болотных экосистем в разных ландшафтных районах Юго-Восточной Балтики.

В качестве первого шага этой работы, на основе изучения остаточной торфяной залежи и полевого анализа состава торфов построены литостратиграфические разрезы для разных частей торфяника.

По итогам почвенных исследований получен массив данных, отражающий базовые характеристики почв торфяника.

Результаты этой работы станут основой создания цифровой геологической модели для сухопутного участка карбонового полигона. Полученные данные важны для моделирования оптимальной схемы реабилитации болотных экосистем на одном из планируемых к изучению нарушенных торфяников (Виттгирренский) с целью запуска процесса секвестрации углерода в рамках функционирования карбонового полигона в Калининградской области.

Работы выполнены в рамках госзадания Министерства науки и высшего образования РФ по теме № FZWM-2021-0013.

**РЕКОНСТРУКЦИЯ РАСТИТЕЛЬНОГО ПОКРОВА  
И КЛИМАТИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЙ ПОЗДНЕЛЕДНИКОВЬЯ  
И ГОЛОЦЕНА ЮЖНОГО УРАЛА НА ОСНОВЕ СПОРОВО-  
ПЫЛЬЦЕВОГО АНАЛИЗА ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ  
ОЗЕРА БОЛЬШОЕ МИАССОВО**

Нигаматзянова Г.Р., Нигматуллин Н.М., Валиева Э.А., Нургалиев Д.К.,  
Фролова Л.А.

*Казанский федеральный университет, Казань, Россия*

*e-mail: [GuRNigamatzyanova@kpfu.ru](mailto:GuRNigamatzyanova@kpfu.ru)*

Палинологическое исследование отложений озера Большое Миассово позволяет провести непрерывную экологическую и климатическую реконструкцию позднеледникового периода и голоцена на Южном Урале. Палиноспектры нижней части колонки отложений (палинозона I, 520–435 см) свидетельствуют о развитии на территории, прилегающей к озеру, степных травянистых сообществ, сформировавшихся в холодных и сухих условиях позднеледниковья. Кратковременное сокращение степных сообществ и развитие березовых лесов произошло вследствие увлажнения климата в аллередское потепление (480 см). Начало голоцена (палинозона II, 435–265 см) характеризовалось быстрым сокращением степной растительности, расселением березового, хвойного леса, развитием ивовых зарослей и хвощей в низменностях. Разрастание широколиственных пород на исследуемой территории началось в голоценовый тепловой максимум (с 360 см палинозоны II). Спектры палинозоны III (265–105 см), несмотря на колебания в концентрации пыльцы в спектрах, свидетельствуют, что в целом климат оставался теплым и влажным. В теплую фазу субатлантического периода значительно расширились сосновые леса (палинозоны IV, 105–40 см). Последовавшая за тем холодная фаза субатлантического периода (палинозоны IV, 40–10 см) привела к сокращению сосновых лесов и широколиственных пород на территории, прилегающей к озеру. Полученные данные подтверждают, что палинологический анализ колонки отложений оз. Большое Миассово четко отражает позднеледниковые и голоценовые изменения окружающей среды на Южном Урале.

Палинологический анализ был поддержан грантом Российского научного фонда (№ 22-47-08001). Статистический анализ проведен в рамках Программы стратегического академического лидерства Казанского федерального университета, а также за счет средств субсидии, выделенных Казанскому федеральному университету по государственному заданию № 671-2020-0049 в сфере научной деятельности.

## СООБЩЕСТВА СУБФОССИЛЬНЫХ CLADOCERA В ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЯХ ОЗЕРА БОЛЬШОЕ МИАССОВО (ЮЖНЫЙ УРАЛ)

Нигматуллин Н.М., Нигаматзянова Г.Р., Валиева Э.А., Кузина Д.М.,  
Нургалиев Д.К., Фролова Л.А.

Казанский федеральный университет,  
Институт геологии и нефтегазовых технологий, Казань, Россия

e-mail: [niyaz.nigmatullin.1995@mail.ru](mailto:niyaz.nigmatullin.1995@mail.ru)

Колонка донных отложений, отобранная из озера Большое Миассово (Южный Урал) (55°08'57" N, 60°16'32" E) позволила нам реконструировать историю экологических и климатических изменений в голоцене за последние 11560 лет. Был выполнен анализ субфоссильных Cladocera. Всего было проанализировано 54 образца.

В составе зоотанатоценозов озера Большое Миассово было идентифицировано 38 таксонов субфоссильных Cladocera, принадлежащих 7 семействам. Доминантным видом среди кладоцер оказалась *Bosmina (Eubosmina) longispina*, в меньшей степени представлены *Daphnia longispina* gr., *Chydorus* cf. *sphaericus*, *Alona quadrangularis*, *Alona affinis*, *Alonella nana*, *Eurycercus* sp., *Bythotrephes longimanus*, *Alonella excisa* и *Camptocercus rectirostris*, остальные таксоны имеют значение <1 %.

Наиболее заметные изменения на всем протяжении колонки мы наблюдаем в образцах 620–625, где резко сокращается число мелкого таксона *B. (E.) longispina* и наблюдается пик численности более крупных дафний (*Daphnia longispina* gr. и *Daphnia pulex* gr.), а также увеличение численности *Chydorus* cf. *sphaericus*. В последующих горизонтах происходит значительное сокращение доли *Daphnia longispina* gr. с одновременным увеличением численности *B. (E.) longispina*.

В составе исследованных кладоцерных сообществ доминантами являются представители Палеарктики (78,55 %) по зоогеографическому районированию и планктонные формы рачков (74,07 %) по юиотопической характеристике. Среднее значение индекса сапробности по Пантле и Букка равняется  $1,39 \pm 0,01$ , что характеризует водоем как олигосапробный.

Работа выполнена за счет средств субсидий, выделенной Казанскому федеральному университету по государственному заданию №671-2020-0049 в сфере научной деятельности, и Программы Стратегического академического лидерства Казанского федерального университета. Часть анализа субфоссильных Cladocera сделана в рамках работ по проекту РНФ № 22-47-08001.

## DOAS LASER GAS ANALYSER OF UV SPECTRAL RANGE ON THE BASIS OF Ce:LiCaAlF<sub>6</sub> LASER

Nizamutdinov A. S.<sup>1</sup>, Shavelev A. A.<sup>1</sup>, Semashko V. V.<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>*Kazan Federal University, Kazan, Russian Federation*

<sup>2</sup>*Zavoisky Physical-Technical Institute, FRC Kazan Scientific Center of RAS, Kazan,  
Russian Federation*

*e-mail: [anizamutdinov@mail.ru](mailto:anizamutdinov@mail.ru)*

Human activity upsets the balance of chemicals in the atmosphere. The most promising tool for operational control of air pollution are lidars. Lidar systems are characterized by long-range of operation and high spatial resolution due to the high level of coherence and monochromaticity of laser light. These systems are highly versatile, since the laser sensing provides no significant perturbation of the medium investigated.

For systematic measurements of low level of concentrations the method of differential absorption (DOAS) is widely used. Implementation of this method with wide band UV light sources where electronic absorption band of most impurities (NO<sub>2</sub>, NO, SO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub>, toluene, benzene) are localized have many prospects. And laser sources provide more advantages here.

The main advantage of the solid-state tunable UV laser on the basis of Ce:LiCAF is that laser oscillation occurs directly in the UV range, which allows to obtain stable output characteristics, as well as continuous wavelength tuning over a relatively broad range 280-317 nm.

The aim of this work was the development and testing of the laser differential absorption gas analyzer for trace measurements of gases in real urban environments. A pulsed solid-state tunable UV laser with Ce:LiCAF active medium has been used as the laser light source. The detection threshold of our gas analyzer appeared to be 2,52 mkg/m<sup>3</sup> for NO<sub>2</sub>, 0,3 mkg/m<sup>3</sup> for SO<sub>2</sub>, and 0,03 mkg/m<sup>3</sup> for O<sub>3</sub>. These levels are of about order of magnitude lower than that for lamp LIDAR systems.

### Aknowledgments

The work was supported by Kazan Federal University Strategic Academic Leadership Program (PRIORITY-2030).

## ИССЛЕДОВАНИЯ СТАБИЛЬНЫХ ИЗОТОПОВ УГЛЕРОДА В ГОДИЧНЫХ КОЛЬЦАХ СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ В РЕСПУБЛИКЕ ТАТАРСТАН

Нургалиев Д.К., Тишин Д.В., Терехин А.А., Гареев Б.И., Баталин Г.А.  
*Казанский федеральный университет, Казань, Россия*  
*e-mail: [ater@kpfu.ru](mailto:ater@kpfu.ru)*

Стабильные изотопы в годичных кольцах деревьев могут служить важным косвенным индикатором прошлых экологических изменений. Восточно-Европейская равнина остается малоизученным регионом, где все еще мало исследований изотопного состава древесины. Здесь мы приводим первые результаты такого исследования для живых деревьев сосны обыкновенной в двух районах Республики Татарстан (РТ): 1) на юго-востоке РТ в пределах Ромашкинского нефтяного месторождения; 2) на северо-западе РТ в пределах Волжско-Камского биосферного заповедника (фоновый участок).

*Гипотеза.* Мы предположили, что в районах нефтедобычи должна наблюдаться активная эмиссия углеводородов (из недр Земли) в атмосферу. Живые деревья, произрастающие там, способны фиксировать такое изменение окружающей среды, поглощая стабильные изотопы углерода.

На каждом участке с десяти деревьев отбирались радиальные керны возрастным буром Пресслера, с последующей упаковкой в фольгу. Далее шла датировка и разделение годичных колец. Измерения соотношения стабильных изотопов углерода ( $\delta^{13}\text{C}$ ) в древесных кольцах деревьев за последние 100 лет проводились в лаборатории изотопного анализа Института геологии и нефтегазовых технологий КФУ.

Предварительные результаты показали, что  $\delta^{13}\text{C}$  в годичных кольцах деревьев двух пробных участков значительно различаются, что позволяет нам предположить о наличии связи процесса эмиссии метана и содержания изотопов  $\delta^{13}\text{C}$  в кольцах деревьев. В настоящее время сбор и обработка материала продолжается.

Работа выполнена за счет средств Программы стратегического академического лидерства Казанского (Приволжского) федерального университета (ПРИОРИТЕТ-2030)»

## **ПОЛЕВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ИССЛЕДОВАНИЯ И ОТБОРА ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ СОВРЕМЕННЫХ ОЗЕР**

Нургалиев Д.К., Борисов А.С., Ясонов П.Г., Крылов П.С., Кузина Д.М.,  
Хамиев М.М., Хасанов Д.И.

*Казанский федеральный университет,  
Институт геологии и нефтегазовых технологий, Казань, Россия*

*e-mail: [Danis.Nourgaliev@kpfu.ru](mailto:Danis.Nourgaliev@kpfu.ru)*

Наиболее информативными архивами климатических данных голоцена являются донные отложения современных озер. Высокая скорость накопления, наличие биологических остатков, разнообразие литологического, минералогического и химического состава делает донные отложения чувствительными к изменениям климата и различных факторов окружающей среды, открывает огромные возможности для палеореконструкций. Актуальность исследований донных отложений современных озер обусловлена тем, что палеогеофизические и палеоклиматические реконструкции последних тысячелетий крайне важны для понимания эволюции современного климата, оценки влияния антропогенных факторов на окружающую среду. В основе этих исследований лежат керны донных отложений современных озер, от качества которых зависит надежность получаемых результатов. Однако существующие сегодня в мире технологии не всегда позволяют получать керны, качество которых удовлетворяет современным требованиям. Сотрудники Института геологии и нефтегазовых технологий КФУ на протяжении 25 лет проводят исследования направленные на решение этих проблем. За эти годы созданы оборудование и методики сейсмоакустических исследований для реконструкции истории озер, определения непрерывности процесса осадконакопления, выявления интервалов с различными типами нарушений стратификации, определение газопроявлений, выбора мест отбора кернов. Создан аппарат для ориентированного бурения (отбора) донных отложений не имеющий аналогов в мировой науке с точки зрения сохранности кернов, исключая деформации мягких осадков, разработана серия пробоотборников образцов керна для палеомагнитных и лабораторных исследований, получен опыт влияния транспортировки и условий хранения на свойства кернов. С использованием разработанных технологий проведено исследование более 45 озер.

## ГЛОБАЛЬНЫЕ И РЕГИОНАЛЬНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ СОВРЕМЕННОГО КЛИМАТА И ИХ ПОСЛЕДСТВИЯ

Переведенцев Ю.П.<sup>1</sup>, Павлова В.Н.<sup>2</sup>, Мирсаева Н.А.<sup>1</sup>, Шанталинский К.М.<sup>1</sup>, Николаев А.А.<sup>1</sup>, Шерстюков Б.Г.<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Казанский федеральный университет, Казань, Россия

<sup>2</sup>Всероссийский НИИ сельскохозяйственной метеорологии, Обнинск, Россия

<sup>3</sup>Всероссийский НИИ гидрометеорологической информации – Мировой центр данных, Обнинск, Россия  
e-mail: [ypereved@kpfu.ru](mailto:ypereved@kpfu.ru)

Проблема современных изменений окружающей среды и климата по-прежнему является актуальной в связи с высокой вероятностью возникновения климатических угроз и необходимостью адаптации к происходящим климатическим изменениям. Анализ современных глобальных и региональных изменений климата от уровня Земли до высоты 80 км выполнен с привлечением данных о приземной температуре воздуха (ТВ) в узлах регулярной сетки по всему земному шару (1850–2020 гг.) университета Восточной Англии, реанализа ERA5 (1979–2020 гг.). Климатические характеристики по территории России рассчитывались с использованием данных наблюдений 1251 метеорологической станции в период 1966–2020 гг. (фонд ВНИИГМИ-МЦД). Результаты многолетних метеорологических наблюдений на ст. Казань, университет (1828–2020 гг.) и 12 длиннорядных станций (1888–2020 гг.) на территории Приволжского федерального округа (ПФО) использовались для выявления долгопериодных колебаний климата в регионе. В качестве последствий климатических изменений рассмотрена динамика лесных пожаров на территории России, а также риски сельскохозяйственных культур.

Долгопериодные колебания среднегодовой температуры воздуха (СГТВ) в ПФО и на Северном полушарии (СП) в период 1888–1970 гг. происходят в противофазе, начиная с середины 1970-х годов наблюдается согласованный ход температуры (рост) как на территории Северного полушария, так и в ПФО.

Выявлены тенденции изменения основных климатических показателей на территории России и дан региональный прогноз до конца XXI века с использованием данных СМIP6.

Работа выполнена при финансовой поддержке РНФ и Кабинета Министров Республики Татарстан в рамках научного проекта № 22-27-20080.



## **ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ СОВМЕСТНОЙ ЗАКАЧКИ МЕТАНА С ПАРОМ ПРИ РАЗРАБОТКЕ ЗАЛЕЖЕЙ СВЕРХВЯЗКОЙ НЕФТИ НА ОСНОВЕ ГИДРОДИНАМИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ**

Сафина Р.Э.<sup>1</sup>, Усманов С.А.<sup>1</sup>, Рохас А.А.<sup>1</sup>, Минханов И.Ф.<sup>1</sup>, Дервянко В.К.<sup>1</sup>,  
Тазеев А.Р.<sup>1</sup>, Варфоломеев М.А.<sup>1</sup>, Судаков В. А.<sup>1</sup>, Амерханов М.И.<sup>2</sup>,  
Ахметзянов Ф.М.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*Казанский федеральный университет,  
Институт геологии и нефтегазовых технологий, Казань, Россия*

<sup>2</sup>*ПАО «Татнефть», Альметьевск, Россия*

*e-mail: [safinar101@gmail.com](mailto:safinar101@gmail.com)*

SAGD – это успешный тепловой метод добычи нефти, который применяется в Республике Татарстан на залежах сверхвязкой нефти пермского возраста. Несмотря на доказанную эффективность, SAGD остается энергозатратной технологией, и как следствие приводит к значительным выбросам парниковых газов. В одной из модификаций SAGD к нагнетаемому пару добавляется неконденсирующийся газ для поддержания давления в паровой камере. В качестве неконденсирующегося газа используют метан, как основной растворимый в нефтяных залежах газ. Будучи легче пара, метан имеет тенденцию накапливаться в верхней части паровой камеры и уменьшать потери тепла в покрывающей породе. Кроме того, восходящий газ оказывает гравитационное воздействие на нефть, проталкивая ее вниз к добывающей скважине.

Между тем, потери тепла по краям паровой камеры и риск разрушения камеры требуют тщательной оценки количества планируемого закачиваемого газа в соответствии с размерами паровой камеры. С помощью гидродинамической модели исследовалось влияние различных объемов закачиваемого метана на процесс SAGD.

Физико-химические эффекты процесса, включая диффузию метана и вероятность осаждения асфальтенов, должны быть учтены в гидродинамической модели и требуют лабораторных исследований для конкретной нефти, включая эксперименты по вытеснению нефти метаном и паром. По этой причине была проведена, проанализирована и воспроизведена на одномерной физической модели совместная закачка пара и метана.

Учитывая ограничения метода, гидродинамическое моделирование позволяет выбрать наилучший сценарий (с точки зрения оптимального объема и наилучших скважин-кандидатов для закачки), в котором метан в качестве агента МУН при совместной закачке пара показывает лучшую эффективность, чем в качестве топлива для преобразования воды в пар.

# ОЦЕНКА ЭМИССИИ УГЛЕКИСЛОГО ГАЗА ПРИ МИНЕРАЛИЗАЦИИ ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА РАЗЛИЧНЫХ АГРЕГАТНЫХ ФРАКЦИЙ ЗАЛЕЖНЫХ ПОЧВ

Сахабиев И.А., Гиниятуллин К.Г., Смирнова Е.В.

*Казанский федеральный университет, Институт экологии и природопользования, Казань, Россия*

*e-mail: [ilnassoil@yandex.ru](mailto:ilnassoil@yandex.ru)*

Залежные почвы играют важную роль в устойчивом закреплении углекислого газа ( $\text{CO}_2$ ) атмосферы. Оценка эмиссии  $\text{CO}_2$  залежных почв дает представление об их вкладе в глобальную структуру потоков  $\text{CO}_2$ , а также возможных путях их регулирования. На минерализацию почвенного органического углерода (ПОУ) влияет, кроме прочего, их физическое состояние. Работа посвящена определению способности к минерализации ПОУ залежных почв в различающихся по размеру почвенных агрегатах.

Объектом исследования являлись образцы из верхнего старопашотного горизонта (до 15 см) серой лесной почвы, находящейся под залежной разнотравной растительностью. Структурно-агрегатный состав почв определяли по Н.И. Саввинову («сухое» просеивание). Почвенные агрегаты объединили в классы: 10-5 мм, 5-3 мм и 3-0,25 мм. Интенсивность эмиссии  $\text{CO}_2$  из почв оценивалась в ходе лабораторного инкубационного эксперимента (40 дней) с помощью титриметрического метода при постоянной влажности почв на уровне 60% от наименьшей влагоемкости. Потенциально-минерализуемый углерод почв определялся по модели кинетики первого порядка, используя кумулятивные значения выделяемого из почв  $\text{CO}_2$ . Статистическая оценка различий проводилась с помощью непараметрического теста Манна-Уитни при уровне  $\alpha=0.05$ .

Содержание агрегатов 10-5 мм и 3-0,25 мм значительно различается, но содержание углерода для этих агрегатов не имеют значимого различия. Потенциально-минерализуемый органический углерод для агрегатов размером 10-5 мм составляет  $26,79 \pm 2,14$  мг/100 г, для агрегатов 5-3 мм -  $34,14 \pm 2,09$  мг/100г, а для агрегатов 3-0,25 мм -  $31,41 \pm 2,57$  мг/100 г (1,32-1,67% от углерода почв). Скорость минерализации ПОУ для агрегатов 10-5 мм составляет  $0,08 \pm 0,01$  сутки<sup>-1</sup>, для 5-3 мм -  $0,10 \pm 0,003$  сутки<sup>-1</sup>, для агрегатов 3-0,25 мм -  $0,09 \pm 0,006$  сутки<sup>-1</sup>. В целом в агрегатах 10-5 мм эмиссия  $\text{CO}_2$  минимальна, однако статистически значимые различия в эмиссии  $\text{CO}_2$  между классами агрегатов также не были обнаружены.

Исследование выполнено при финансовой поддержке Российского научного фонда, проект № 22-24-00242.

# CLIMATE AND SEDIMENTATION MODEL OF THE MIDDLE DEVONIAN CLASTIC SUCCESSION, SOUTH TATAR ARCH, VOLGA-URAL OIL PROVINCE, RUSSIA

Silantiev V.V.<sup>1</sup>, Validov M.F.<sup>1</sup>, Miftakhutdinova D.N.<sup>1</sup>, Morozov V.P.<sup>1</sup>,  
Ganiev B.G.<sup>2</sup>, Lutfullin A.A.<sup>2</sup>, Shumatbaev K.D.<sup>2</sup>, Khabipov R.M.<sup>2</sup>,  
Nourgalieva N.G.<sup>1</sup>, Korolev E.A.<sup>1</sup>, Sudakov V.A.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>*Institute of Geology and Petroleum Technology, Kazan Federal University, Kazan,  
Russian Federation*

<sup>2</sup>*Tatneft-Mining, PJSC Tatneft, Almetyevsk, Russian Federation*  
*e-mail: [Vladimir.Silantiev@kpfu.ru](mailto:Vladimir.Silantiev@kpfu.ru)*

The middle Devonian clastic succession is the main productive unit of the South Tatar arch and entire Volga-Ural oil province. For the first time, we compile detailed maps including data on sand-shale ratio, number of sand layers (reservoirs) and thickness, based on the analysis of logging data from 25,000 wells. The maps were created by spatial interpolation of Natural Neighbor and ArcGIS Pro software.

The model of sedimentation of the middle Devonian clastic succession reflects the interpretation of the plotted maps as well as the synthesis of the results of detailed core investigations (sedimentological, ichnological, petrophysical, etc.) and analysis of published materials.

The middle Devonian clastic sediments were formed in an equatorial marine basin, in an environment comparable to that of the middle shelf of modern seas – in an offshore zone dominated by current activity. The large width (1000-2000 km) of the continental shelf implies the presence of intense tidal currents, which were further intensified within the basin by its location in the equatorial zone. Tidal currents generally result in active offshore currents along the coastline.

The basin floor was a relatively flat plateau, on which sandy, silty and clay sediments were simultaneously accumulated. Sediments of all types accumulated during sea transgression. Sea regression caused erosion of the already formed sediments.

Positive landforms of seabed relief, composed predominantly of sandy well-sorted material, comprised autochthonous underwater sand bars, formed by constant currents parallel to the bathymetric contour of the seabed. Underwater sand bars formed extensive systems nearly throughout the entire territory of the South Tatar arch basin. At the same time, allochthonous, poorly sorted, less mature sediments were formed in underwater troughs produced by transversal currents (directed from the shore towards the sea).

The proposed model explains the consistent thickness of the middle Devonian clastic succession, the mosaic distribution of sand bodies over the area, and the lens-like shape of the sand and siltstone reservoirs.

## НОРМА ИЛИ АНОМАЛИЯ? ВЗГЛЯД ПАЛЕОКЛИМАТОЛОГА НА СОВРЕМЕННЫЙ КЛИМАТ

Соломина О.Н.<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>*Институт географии РАН, Москва, Россия*

<sup>2</sup>*НИУ ВШЭ, Москва, Россия*

*e-mail: [olgasolomina@yandex.ru](mailto:olgasolomina@yandex.ru)*

В докладе рассматривается вопрос о том, как выглядят многочисленные свидетельства последних лет об аномальных гидрометеорологических явлениях, в частности, об экстремальных засухах, маловодье, волнах жары и пр. на фоне изменений климата голоцена (11,7 тыс. лет). Вписываются ли они в рамки естественных климатических изменений или превосходят их по масштабу? Есть ли закономерности в распределении таких явлений во времени? Отмечается ли долгопериодная изменчивость этих явлений? Каковы их вероятные причины? Возможно ли предсказание этих экстремальных событий? На примере ледниково-межледниковых циклов рассматривается проблема крупномасштабных глобальных климатических аномалий. Излагаются современные представления об изменениях климата в голоцене и в последние два тысячелетия, для которых имеются более подробные данные палеорекоkonструкций с годичным разрешением. Проводится сравнение данных палеоклиматических реконструкций и математического моделирования, оцениваются возможные источники ошибок и неточностей обоих подходов. Анализируются основные факторы («форсинги»), определяющие изменения климата в голоцене (орбитальные, солнечная активность, вулканы, землепользование, парниковые газы и др.) и обсуждаются причины современных экстремальных событий и возможности их прогноза.

Исследование выполнено при финансовой поддержке Российского научного фонда, проект № 22-17-00159.

# ДОННЫЕ ОТЛОЖЕНИЯ МАЛЫХ ОЗЕР ЮГА ЗАПАДНОЙ СИБИРИ - НАКОПИТЕЛИ ОРГАНИЧЕСКОГО И КАРБОНАТНОГО УГЛЕРОДА В ГОЛОЦЕНЕ

Страховенко В.Д., Малов Г.И., Овдина Е.А., Малов В.И.  
*Институт геологии и минералогии им. В.С. Соболева СО РАН,  
Новосибирск, Россия  
e-mail: [strahova@igm.nsc.ru](mailto:strahova@igm.nsc.ru)*

При формировании донных отложений малых озер процессы захоронения углерода происходят по двум направлениям: в процессах седиментогенеза углерод ( $C_{\text{карб}}$ ) связывается в аутигенные карбонаты Ca, Mg, а в результате сдвига продукционно-деструкционных процессов в водной толще в сторону продукции биоты происходят захоронения углерода ( $C_{\text{орг}}$ ) в виде органических веществ (сапропели). Уровни захоронения  $C_{\text{орг}}$  и  $C_{\text{карб}}$  самые высокие в малых мелководных озерах, которыми богата территория Западной Сибири. Цель данной работы – оценить уровни соотношения  $C_{\text{орг}}$  и  $C_{\text{карб}}$  в донных осадках и оценить количественно запасы углерода в них.

Изучены донные отложения 231 малых озер юга Западной Сибири, представленные сапропелями, (зольность от 15 до 85%) или минеральными илами (зольность более 85%). При помощи комплекса современных аналитических методов охарактеризовано строение сапропелевых залежей, их минералогический состав и генезис. Рассмотрены формы захоронения углерода (органический ( $C_{\text{орг}}$ ) и карбонатный ( $C_{\text{карб}}$ ), оценено их соотношение и подсчитаны запасы углерода в типовых озерных системах. По соотношению захороненного органического углерода, карбонатного углерода аутигенных минералов и обломочного материала донные отложения малых озер сгруппированы в 4 массива: 1) органогенный – в донных осадках доминирует  $C_{\text{орг}}$ ; 2) органо-минеральный кальциевый – в разных соотношениях доминируют  $C_{\text{орг}}$  и  $C_{\text{карб}}$ ; 3) органо-минеральный кремниевый – в разных соотношениях доминируют  $C_{\text{орг}}$  и обломочный материал; 4) минеральный ил – в разных соотношениях доминируют  $C_{\text{карб}}$  и обломочный материал. Проведена количественная оценка запасов углерода в модельных озерных системах из каждого массива: органогенный (оз. Качкульня) – подсчитанные суммарные запасы углерода ( $C_{\text{орг}}$ ) равны 95 тыс. тон при сухой массы сапропеля 243 тыс. т.; органо-минеральный кальциевый – оз. Песчаное:  $C_{\text{орг}}$  – 104 тыс.т. и  $C_{\text{карб}}$  – 9 тыс. т. при сухой массы сапропеля 666 тыс. т; органо-минеральный кремниевый – оз. Нижнее:  $C_{\text{орг}}$  – 95 тыс. т. при сухой массе сапропеля 280 тыс. т. и оз. Камбала:  $C_{\text{орг}}$  – 197 тыс. т. при сухой массе сапропеля 1156 тыс. т.; минеральный ил – данные в работе.

Работа выполнена в рамках государственного задания ИГМ СО РАН при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования Российской Федерации.

## ОЗЕРА, КЛИМАТ, ПАРНИКОВЫЕ ГАЗЫ

Субетто Д.А.

*ФГБОУ ВО «Российский государственный педагогический университет им.*

*А.И. Герцена», Санкт-Петербург, Россия*

*e-mail: [subetto@mail.ru](mailto:subetto@mail.ru)*

В последние годы вырос интерес к палеолимнологическим исследованиям, что вызвано проблемой глобального изменения климата, особенно в высоких широтах, а также, необходимостью проведения детальных палеогеографических и палеоклиматических реконструкций. В Северной Евразии расположено огромное количество озер различного генезиса и морфометрии, в донных отложениях которых заархивирована подробная, разнообразная информация об изменениях климата и ландшафтов в плейстоцене и в голоцене.

Широкомасштабные палеолимнологические исследования в нашей стране берут свое начало с 1980-х годов, когда были проведены исследования по проекту «История озер СССР». Следует отметить такие международные проекты, как «Озеро Эльгыгытгын», «Озера Сибири», «ПЛОТ» и ряд других. Новые оригинальные данные получены в рамках российско-германского проекта «Озера Сибири» по изучению истории озер Якутии, таких, например, как озера Биллях, Сатагай и др., история которых охватывает временной интервал до 30-40 тыс. лет.

В начале 2000-х годов были проведены исследования донных отложений озер Карельского перешейка. В настоящее время с целью систематизации данных о генезисе озер Восточно-Европейской равнины разрабатывается и наполняется база данных PaleoLake.

Дальнейшие изучения донных отложений озер Севера России позволят спрогнозировать вероятные изменения природной среды в будущем.

Исследование проводится в рамках Государственного задания Министерства просвещения РФ № FSZN-2020-0016.

## ГИДРОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ЭМИССИИ МЕТАНА ИЗ ЗЕЙСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА В ТЕПЛЫЙ И ХОЛОДНЫЙ ПЕРИОД 2021-2022 гг.

Терский П.Н.<sup>1,2</sup>, Горин С.Л.<sup>2,3</sup>, Гречушникова М.Г.<sup>1,2</sup>, Агафонова С.А.<sup>1,2</sup>,  
Репина И.А.<sup>2,4</sup>

<sup>1</sup>МГУ им. М.В.Ломоносова, Географический факультет, Москва, Россия

<sup>2</sup>Институт физики атмосферы им А.М. Обухова РАН, Москва, Россия

<sup>3</sup>Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии, Москва, Россия

<sup>4</sup>МГУ им. М.В.Ломоносова, Научно-исследовательский вычислительный центр,  
Москва, Россия

e-mail: [pavel\\_tersky@mail.ru](mailto:pavel_tersky@mail.ru)

Зейское водохранилище – одно из крупнейших в России. Работы на водохранилище выполнены в теплый и холодный период (в сентябре 2021 и в марте 2022 года) в рамках темы НИР «Измерение выбросов парниковых газов и оценка поглощающей способности гидроэнергетических объектов», в основе которой лежат полевые измерения баланса метана (СН<sub>4</sub>) на крупных водохранилищах России.

В теплый период наименьшие потоки СН<sub>4</sub> характерны для нижней наиболее глубокой части водоема, порядок величин 1–2 мг СН<sub>4</sub>/м<sup>2</sup>сут. Повышенные значения потоков в верхнем районе (4–6 мг СН<sub>4</sub>/м<sup>2</sup>сут) связаны с относительно небольшой глубиной (до 15–17 м), либо с высоким содержанием органического вещества в донных отложениях (около 20%), а наиболее высокие – до 49–51 мг С/м<sup>2</sup>сут в мелководном заливе и в верховьях водоема. В зимний период выявлен мощный источник СН<sub>4</sub> – р. Арги. Она имеет сильно заболоченный водосбор, воды ее насыщены сероводородом, имеют высокую минерализацию и низкое содержание кислорода. Распространение растворенного метана из р. Арги зимой заметно проявляется в верхней трети водохранилища, особенно у дна. В результате дегазации при прохождении воды через турбины Зейской ГЭС концентрация СН<sub>4</sub> снижается иногда до уровня предела обнаружения. Поток СН<sub>4</sub> при дегазации приблизительно оценивается в 4.5 кг СН<sub>4</sub>/сут в теплый период, и в 27 кг СН<sub>4</sub>/сут в холодный период.

# МОНИТОРИНГ ПОЧВЕННОГО ДЫХАНИЯ НА ТЕРРИТОРИИ ПОЛИГОНА «КАРБОН-ПОВОЛЖЬЕ» В ВЕГЕТАЦИОННЫЙ ПЕРИОД 2022 ГОДА

Тишин Д.В., Чижикова Н.А.

*Казанский федеральный университет, Казань, Россия*

*e-mail: [dtishin@kpfu.ru](mailto:dtishin@kpfu.ru)*

Мониторинг эмиссии углекислого газа ( $\text{CO}_2$ ) почвами имеет важное значение для характеристики циклов углерода в биосфере, что особенно актуально в условиях глобального изменения климата (Исаев и др., 1995). Оценка эмиссии углекислого газа почвой в разных условиях позволяет делать более точные прогнозы объемов почвенной эмиссии диоксида углерода в результате возможных сценариев изменения климата, что можно использовать для мероприятий по снижению экологических рисков негативного влияния изменения климата на экосистемы Земли. В России основные работы по исследованию эмиссии парниковых газов ведутся на севере в лесной и в субарктической зоне (Сафонов, 2012; Карелин, 2017 и др.), так как там наблюдаются наибольшие сдвиги в сторону потепления климата. Подобные исследования в Поволжье, и в частности на территории Республики Татарстан (РТ), ранее не проводились. Целью представляемой работы является выявление особенностей сезонной эмиссии  $\text{CO}_2$  в экосистемах широколиственного леса.

Полевые исследования проведены в липовом лесу карбонового полигона «Карбон-Поволжье» (Зеленодольский район, РТ). Оценку почвенных потоков диоксида углерода осуществляли камерным методом (Карелин и др., 2015) по изменению концентрации  $\text{CO}_2$  в непрозрачных цилиндрических ПВХ-камерах, постоянно вкопанных в почву. Во время проведения измерений камеры герметично накрывали крышкой, объединенной с инфракрасным газоанализатором. Параллельно измерялась температура воздуха и почвы. Измерения проводились с мая по октябрь 2022 года.

В результате измерений установлена сезонная динамика интенсивности эмиссии  $\text{CO}_2$ . Наибольшие объемы эмиссии газа наблюдались в конце июня и достигали  $0.26 \text{ гС час/м}^2$  (в среднем  $0.19 \text{ гС час/м}^2$ ). Наименьшие – в октябре, когда происходило понижение температуры воздуха и почвы. Результаты предварительные, исследования на полигоне продолжаются. Приведенные данные по эмиссионным потерям углерода получены впервые для лесных экосистем Среднего Поволжья.



## **ОРГАНИЗАЦИЯ ДИСТАНЦИОННОГО МОНИТОРИНГА НА ТЕРРИТОРИИ ПОЛИГОНА «КАРБОН-ПОВОЛЖЬЕ»**

Усманов Б.М., Гафуров А.М., Хомяков П.В.

*Казанский федеральный университет,*

*Институт экологии и природопользования, Казань, Россия*

*e-mail: [busmanof@kpfu.ru](mailto:busmanof@kpfu.ru)*

В Республике Татарстан осуществляется реализация проекта по созданию на территории регионов России карбоновых полигонов для разработки и испытаний технологий контроля углеродного баланса. С 2021 г. сотрудниками Казанского федерального университета на территории полигона ведутся научно-исследовательские работы, одной из задач которых является организация мониторинга на территории полигона «Карбон-Поволжье» инструментальными методами. Для этого используется БПЛА (квадрокоптер) Геоскан 401 Геодезия, оснащённый 2 камерами: Sony RX1R2 (съёмка в видимом диапазоне) и мультиспектральной RedEdge-MX.

По результатам съёмки БПЛА камерой Sony RX1R2 получены ортофотопланы высокого разрешения, а также подробные цифровые модели местности (ЦММ) лесного и водного участков полигона. Полученные модели будут использованы для получения морфометрических характеристик и учета неоднородностей рельефа при расчете эмиссий парниковых газов. Для анализа спектральных характеристик исследуемых участков проводится регулярная съёмка мультиспектральной камерой Micasense RedEdge-MX. Наличие ближнего инфракрасного и дальнего красного каналов съёмки обеспечивает возможность сопоставления рядов вегетационных индексов с регулярными полевыми наблюдениями, что позволит установить взаимосвязь значения вегетационных индексов с величиной запасов биомассы, и, следовательно, с запасами углерода на исследуемой территории полигона и экстраполировать полученные результаты на территории со схожими растительными сообществами.

В рамках организации площадки наблюдений за водным участком полигона проведена батиметрическая съёмка участка протоки на территории Саралинского участка Волжско-Камского государственного биосферного заповедника. Съёмка производилась на ПВХ-лодке Флагман с помощью картплоттера Garmin GPS Map 178C с координатной привязкой глубин в системе WGS 84. Съёмка произведена на участке площадью 1,1 га с частотой заложения галсов по сетке 3\*3 м. По результатам съёмки на основании 1812 отметок глубин, построена подробная карта рельефа дна.

## **MAGNETIC SUSCEPTIBILITY AS A USEFUL TOOL FOR ASSESSING THE RECOVERY RATE OF OLD-ARABLE SOILS**

Fattakhova L.A., Kuzina D.M.

*Kazan Federal University. Institute of Geology and Petroleum technologies, Kazan,  
Russian Federation*

*e-mail: [l.a.fattakhova@yandex.ru](mailto:l.a.fattakhova@yandex.ru)*

Soils in natural form are a huge repository of carbon in the Earth's crust and the more carbon remains in the soil the less greenhouse gas emissions will be into the atmosphere.

However in recent centuries there has been an active irrational development of land for agricultural land use which leads to a huge loss of soil carbon reserves worldwide. Therefore monitoring the restoration of old arable soils and various methods of carbon sequestration are extremely relevant today.

Periodic treatment of the upper part of the profile of arable soils leads to the alignment of magnetic characteristics in it. Therefore the study of the magnetic properties of the upper part of the profiles of different-aged fallow soils is advisable in the aspect of identifying certain indication of postagrogenic differentiation of the previous arable horizon according to magnetic measurements and accordingly the rate of soil recovery.

The objects of the study are samples of fallow gray forest soils in the Laishevo and Tetyushy districts of the Republic of Tatarstan.

The possibility of objective and reliable diagnostics of the boundary of the part of the fallow soil profile mixed by past tillages with its sub-arable part by a curve break on the profile curves of magnetic susceptibility is shown.

It can be concluded that magnetic measurements in all cases will prove to be a useful addition to any characteristic of the upper part of the profiles of different-aged fallow soils, since they provide diagnostics of signs of postagrogenic differentiation of the old arable horizon by magnetic properties.

This work was financed by a subsidy allocated to the Kazan (Volga Region) Federal University for implementing State Task no. 671-2020-0049 in the field of scientific activity and has been supported by the Kazan Federal University Strategic Academic Leadership Program (PRIORITY-2030).

## **ПУТЬ К СНИЖЕНИЮ ЭМИССИИ ПАРНИКОВЫХ ГАЗОВ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ И ЭКСПЛУАТАЦИИ СКВАЖИН (НЕФТЯНЫХ, ГАЗОВЫХ)**

Федорова Н.Г., Димитриади Ю.К., Мурадханов И.В., Каверзин С.А.,  
Балдрян А.А.

*Северо-Кавказский федеральный университет, Ставрополь, Россия*

*e-mail: [fng8@mail.ru](mailto:fng8@mail.ru)*

Определение источников и подсчет лепты каждого из них в суммарной объем выбросов парниковых газов (ПГ) является менее сложной задачей, чем разработка и реализация мероприятий по снижению выбросов ПГ.

Утечки углеводородов при строительстве и эксплуатации скважин (нефтяных, газовых) вносят относительно незначительный вклад в выбросы топливно-энергетического комплекса России и входят в 12,1 % выбросов от утечек и испарений при добыче и дальнейших операциях с углем нефтью и газом. Если обратить внимание на то, что к числу сновных мер по сокращению выбросов ПГ в энергетическом секторе относят сокращение выбросов, образующихся при производстве топлива и энергии, то задача по снижению эмиссии ПГ при строительстве и эксплуатации скважин – актуальна.

Скважина (нефтяная, газовая) рассмотрена как источник выбросов углеводородов: при аварийной ситуации (фонтанирование скважины), проявлениях при вскрытии продуктивного пласта, освоении скважины и утечках углеводородов (в основном) при эксплуатации.

Показано, что необходимым условием для ликвидации утечек флюида при эксплуатации скважин является герметичность сформированной при строительстве скважины крепи.

Основной трудностью при этом является преодоление сложившихся в нефтегазовой отрасли стереотипов, в частности, касающихся формирования элементов крепи – цементных оболочек – и переориентации предприятий, вовлеченных в процесс строительства скважин, с сокращения сроков (увеличения скорости бурения) на качество завершаемых строительством скважин.

Показано, что отсутствие методики оценки качества завершаемых строительством скважин является фактором, сдерживающим получение качественных скважин.

## ДЕКАРБОНИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ПОЛУЧЕНИЯ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ В ТВЕРДООКСИДНОМ ТОПЛИВНОМ ЭЛЕМЕНТЕ

Филимонова А.А., Власова А.Ю., Камалиева Р.Ф.

*Казанский государственный энергетический университет,*

*Институт теплоэнергетики, Казань, Россия*

*e-mail: [aachichirova@mail.ru](mailto:aachichirova@mail.ru)*

Использование водородных топливных элементов признано лидирующим направлением в достижении политики декарбонизации и повышении эффективности энергетического производства. С помощью твердооксидного топливного элемента можно получать как электрическую, так и тепловую энергию, однако, при работе такого топливного элемента, все равно происходит выделение углекислого газа, который необходимо улавливать и утилизировать.

В работе рассмотрены методы и способы улавливания углекислого газа, которые могут быть использованы при работе топливного элемента. Среди основных методов улавливания углекислого газа выделяют: абсорбцию, адсорбцию, в частности короткоцикловая адсорбция, химическое и физическое растворение, мембранное разделение, криогенное сепарирование.

Существует два вида абсорбции: хемосорбция и физическая абсорбция. Хемосорбция основывается на избирательном поглощении примесей с прохождением химических реакций. Образовавшиеся в процессе химические соединения разлагаются с регенерацией активных компонентов. При физической абсорбции происходит избирательное растворение газообразных и парообразных примесей. Регенерация адсорбента протекает при нагревании и понижении давления, при этом поглощенная газовая примесь десорбируется.

В последнее время все чаще используется метод улавливания углекислого газа из отходящей газовой смеси раствором моноэтаноламина с последующей регенерацией поглотителя.

Использование мембранной технологии эффективно для улавливания углекислого газа в промышленных масштабах. Особое внимание необходимо уделить следующим видам мембран: ионно-обменные, электрохимические, неорганические мембраны из палладиевых сплавов, углеродные мембраны молекулярного сита, полимерные.

При использовании адсорбционных способов происходит поглощение газа поверхностью адсорбента (силикагель, активированный уголь, цеолиты).

С помощью жидкого галлия можно преобразовывать образующийся углекислый газ в чистый кислород и высококачественный твердый углеродный продукт, который может быть использован как энергоноситель.

## УЛАВЛИВАНИЕ И ПЕРЕРАБОТКА ДЫМОВЫХ ГАЗОВ ТЭЦ В ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНОМ ТОПЛИВНОМ ЭЛЕМЕНТЕ

Филимонова А.А., Камалиева Р.Ф.

*Казанский государственный энергетический университет,*

*Институт теплоэнергетики, Казань, Россия*

[aachichirova@mail.ru](mailto:aachichirova@mail.ru)

В настоящее время улавливание и захоронение углекислого газа является одной из стратегий для сокращения выбросов  $\text{CO}_2$  в атмосферу от сжигания ископаемого топлива.

Для декарбонизации процесса производства электроэнергии предлагается технология улавливания углекислого газа из дымовых газов топливным элементом на расплавленных карбонатах с последующей реакцией восстановления диоксида углерода над раскаленным углем и рециклингом монооксида углерода и водорода в энергетический цикл ТЭЦ.

Технология предполагает следующие этапы:

– подача на катод топливного элемента дымовых газов ТЭЦ с кислородом воздуха;

– подача на анод водородсодержащего топлива (водородсодержащих отходов нефтехимических производств или природного газа);

– на катоде углекислый газ соединяется с кислородом, электронами, проходит через мембрану в виде карбоната;

– выхлоп с катода содержит оставшиеся дымовые газы и непрореагировавший в топливном элементе  $\text{CO}_2$ ; их направляют на сброс;

– на аноде водород соединяется с карбонатом с образованием электроэнергии, углекислого газа и воды;

– выходящие с аноды газы имеют высокую температуру и разделяются на два потока: часть направляется на паровой риформинг метана, а часть используется для нагрева угля;

– выходящий с анода углекислый газ и пары воды пропускают через раскаленный уголь при температуре 650-700 °С с образованием монооксида углерода и водорода;

– полученный водяной газ направляют в качестве топлива для паровой или газовой турбины ТЭЦ.

Капитальные затраты на проведение технологии складываются из стоимости топливного элемента на расплавленных карбонатах и цены на природный газ.

Предлагаемая технология позволяет улавливать до 90% углекислого газа с переработкой и возвратом его в производственный цикл в виде полезного продукта.

**КЛАДОЦЕРНЫЕ СООБЩЕСТВА АРКТИЧЕСКИХ ВОДОЕМОВ:  
НОВЫЕ ДАННЫЕ НА ОСНОВЕ ПРИМЕНЕНИЯ  
ПАЛЕОЭКОЛОГИЧЕСКИХ МЕТОДОВ**

Фролова Л.А., Нигматуллин Н.М., Ибрагимова А.Г., Фролова А.А.,  
Нигаматзянова Г.Р.

*Казанский федеральный университет,  
Институт геологии и нефтегазовых технологий, Казань, Россия  
e-mail: [larissa.frolova@kpfu.ru](mailto:larissa.frolova@kpfu.ru)*

Ветвистоусые ракообразные (Crustacea: Branchiopoda: Cladocera) – одни из наиболее массовых и разнообразных по внешнему строению животных планктона, бентоса и нейстона внутренних водоемов. Cladocera – важнейшее звено пресноводных экосистем, первичные консументы, которые в свою очередь, являются пищей для некоторых беспозвоночных и рыб. Изучение хорошо сохраняющихся остатков Cladocera в колонках донных отложений озер позволяет сделать выводы об истории развития водных экосистем в четвертичном периоде.

В ходе комплексных полевых работ на территории Ненецкого и Ямало-Ненецкого АО с 2017 по 2022 гг. нами были исследованы 88 водоемов с целью оценки современного состояния и реконструкций климатических и экологических условий прошлого. Для гидробиологического анализа было отобрано 225 качественных и количественных проб зоопланктона. Для палеолимнологического анализа был произведен отбор 26 колонок донных отложений из 21 озера с помощью пробоотборника Uwitec (Австрия). Так же, для более детальных палеолимнологических исследований и для создания региональных баз данных биологических индикаторов из 88 исследованных озер были отобраны поверхностные донные отложения (верхние 0-2 см грунта) с помощью стратификационного дночерпателя Экмана-Берджа.

По итогам гидробиологических и палеолимнологических исследований на территории дельты Печоры и Ямале были идентифицированы 54 таксона Cladocera. Роль доминантов в сообществах рецентных и субфоссильных Cladocera принадлежала, как правило *Bosmina longispina* или *Chydorus sphaericus*. Благодаря палеоэкологическим исследованиям на данной территории России впервые были обнаружены два новых редких вида – *Phreatalona protzi* и *Rhynchotalona latens*. Реконструкции, выполненные на основе анализа изменений кладоцерных сообществ комплементарны результатам исследований других прокси.

Кладоцерный анализ и полевые исследования поддержаны грантом РФФИ № 20-17-00135. Статистический анализ выполнен в рамках Программы стратегического академического лидерства Казанского федерального университета.

## МЕТАНОГЕНЫ И МЕТАНОТРОФЫ В СТРУКТУРЕ СООБЩЕСТВ МИКРООРГАНИЗМОВ ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ ОЗЕРА КАНДРЫКУЛЬ (ЮЖНЫЙ УРАЛ)

Харитоновна М.А.<sup>1</sup>, Фролова Л.А.<sup>1,2</sup>, Нигаматзянова Г.Р.<sup>2</sup>,  
Нигматуллин Н.М.<sup>2</sup>, Синягина М.Н.<sup>1</sup>, Нургалиев Д.К.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Казанский федеральный университет,  
Институт фундаментальной медицины и биологии, Казань, Россия

<sup>2</sup>Казанский федеральный университет,  
Институт геологии и нефтегазовых технологий, Казань, Россия

e-mail: [maya.kharitonova@mail.ru](mailto:maya.kharitonova@mail.ru)

Была исследована структура сообществ микроорганизмов донных отложений озера Кандрыкуль с целью обнаружения метанобразующих и метано-кисляющих микроорганизмов, осуществляющих процессы биогенного образования и окисления метана. Метан – один из основных парниковых газов, вносящих существенный вклад в глобальное потепление. Из образцов керновой колонки была выделена тотальная геномная ДНК и проведена амплификация генов 16S рРНК. Последующее секвенирование и анализ полученных данных показал, что в доминантной филе *Proteobacteria* метанокисляющие бактерии (МОБ) являются наиболее многочисленными. При этом высокое содержание генов 16S рРНК МОБ в анаэробных условиях донных осадков свидетельствует об интенсификации круговорота метана в период формирования отложений, что возможно при достаточно высокой температуре и значительном количестве органических веществ. Биогенное образование метана осуществляется в анаэробных условиях метаногенными археями, их присутствие было обнаружено на всем протяжении исследуемого керна. Главным образом метаногены были представлены семейством *Methanomassiliicoccaceae*. Наибольшее количество присутствовало в образцах, отобранных на уровнях 31 см и 109 см от верхней поверхности керна. В подповерхностных слоях процессы биогенного синтеза и окисления метана осуществляются современными микроорганизмами. В глубоких слоях преобладает седиментационная 16S рДНК аэробных МОБ прошлых эпох, а также клеточные линии анаэробных метаногенных архей времен формирования отложений. Анализ седиментационной ДНК метаногенов и метанотрофов в палеолимнологических исследованиях является перспективным и может способствовать всестороннему пониманию роли глобальных изменений во временной динамике микробных сообществ, а также роли микробных сообществ в развитии таких процессов как глобальное потепление.

Работа выполнена в рамках исследований по проекту РНФ No 22-47-08001.

**ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ CAES  
С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ БУФЕРНОГО ГАЗА CO<sub>2</sub>  
В РЕСПУБЛИКЕ ТАТАРСТАН**

Хашан Г.Д., Усманов С.А., Судаков В.А., Саптарова З.Р.

*Казанский федеральный университет,*

*Институт геологии и нефтегазовых технологий, Казань, Россия*

*e-mail: [khachan.ghassan@mail.ru](mailto:khachan.ghassan@mail.ru)*

Ежегодно в атмосферу Земли выбрасывается более 23,5 Гт CO<sub>2</sub>, основным источником которого является сжигание ископаемого топлива. Поэтому методы утилизации CO<sub>2</sub> приобретают все большую популярность. Одним из известных методов регулирования и снижения концентрации углекислого газа в атмосфере является подземное хранение CO<sub>2</sub>. В данной работе исследована возможность подземного хранения CO<sub>2</sub> и его использования в качестве буферного газа для применения технологии Compressed Air Energy Storage (CAES).

Технология CAES – это модификация базовой технологии газовой турбины (GT), в которой недорогая электроэнергия используется для нагнетания сжатого воздуха в подземную каверну, истощённый нефтяной пласт или в водоносный горизонт. Когда потребление энергии возрастает, закаченный воздух добывается, нагревается, расширяется и подается в газовую турбину для выработки электроэнергии.

На базе гидродинамического симулятора *tNavigator* создана композиционная модель водоносного пласта с целью определения возможного объема закачки воздуха, при котором концентрация углекислого газа в добываемом воздухе будет минимальна. В основу расчётов заложены литературные данные растворения CO<sub>2</sub> в воде и его поведения в различных смесях. При этом особое внимание уделялось фазовым поведениям систем CO<sub>2</sub>-Воздух и CO<sub>2</sub>-Вода для конкретных пластовых условий.



## ДЕФОРМАЦИИ ЗДАНИЙ НА ЗАСОЛЕННЫХ МЕРЗЛЫХ ГРУНТАХ В ПОСЕЛКЕ АМДЕРМА ВСЛЕДСТВИЕ КЛИМАТИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЙ

Черняк Ю.В.<sup>1</sup>, Брушков А.В.<sup>1</sup>, Бадина С.В.<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>МГУ им. М.В.Ломоносова, Москва, Россия

<sup>2</sup>Российский экономический университет им. Г.В.Плеханова,

Москва, Россия

e-mail: [yuchernyak@mail.ru](mailto:yuchernyak@mail.ru)

В исследовании представлены результаты полевых работ по обследованию зданий поселка Амдерма, расположенного в Заполярном районе Ненецкого автономного округа – на Северо-Востоке Европейской части России, в пределах Арктической зоны Российской Федерации.

Собраны данные по климатическим и мерзлотным условиям и их динамике, особенностям строительства и текущему состоянию инженерных сооружений в поселке Амдерма.

В ходе полевых обследований инженерных сооружений были получены сведения о принципе строительства, типе и материале фундамента каждого объекта. Фиксировались особенности тепловыделения, наличие и характеристика деформаций.

Всего было рассмотрено 220 зданий. Большинство инженерных сооружений построено по единому принципу. Установлено, что на данный момент деформировано 59% от общего количества зданий, из них 80% деревянных, 46% кирпичных и бетонных и 31% зданий из легких конструкций. Особое внимание следует уделять строительству и дальнейшей эксплуатации тепловыделяющих объектов. Так для поселка Амдерма установлено, что в настоящий момент не деформировано лишь 40 % сооружений.

Выделены основные факторы деформаций оснований: засоленность грунтов; обводненность подполья или территории, находящейся непосредственно рядом со зданием; термокарст на территории застройки; береговые процессы; повышение температуры в результате климатических изменений; ползучесть грунтов основания.

Наличие засоленных мерзлых грунтов в основании, по-видимому, является ключевым фактором деформаций, поскольку засоленные породы, распространенные практически повсеместно на Арктическом побережье, характеризуются повышенными значениями деформационных параметров и низкой несущей способностью, следовательно, необходимо применение специальных решений при проектировании и строительстве инженерных сооружений.

## СТАБИЛЬНЫЕ ИЗОТОПЫ В ГОДИЧНЫХ КОЛЬЦАХ ДЕРЕВЬЕВ, КАК ИНДИКАТОРЫ ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ ИЗМЕНЕНИЙ КЛИМАТА

Чуракова (Сидорова) О.В.<sup>1,2,3</sup>

<sup>1</sup>Сибирский Федеральный Университет,  
Институт экологии и географии, Красноярск, Россия

<sup>2</sup>Казанский Федеральный Университет,  
Институт геологии и нефтегазовых технологий, Казань, Россия

<sup>3</sup>Швейцарский Федеральный Институт леса, снега и  
ландшафтных исследований WSL, Бирменсдорф, Швейцария

e-mail: [ochurakova@sfu-kras.ru](mailto:ochurakova@sfu-kras.ru)

Стратосферные вулканические извержения, с индексом вулканической активности ( $VEI \geq 4$ ), приводят к нарушениям атмосферных циркуляционных масс, уменьшению солнечной радиации и снижению температур воздуха, приводящие к охлаждению нашей планеты от  $0.6^{\circ}\text{C}$  до  $1.3^{\circ}\text{C}$  в течение нескольких лет после события.

Информацию об экстремальных климатических изменениях возможно извлечь из различных палеоклиматических архивов, таких как: исторических документов, споро-пыльцевых данных и донных отложений, а также ледниковых кернов, с временной разрешающей способностью до одного года. Однако, точные календарные датировки с временной разрешающей способностью от сезона до года могут предоставить только годовые кольца деревьев. Ширина годовых колец деревьев, максимальная плотность ширины годовых колец, толщина клеточной стенки, главным образом, содержат информацию об изменении летней температуры воздуха после мощных стратосферных вулканических извержений. Однако, экогидрологические изменения остаются недостаточно изученными.

В данной работе, анализ стабильных изотопов углерода ( $\delta^{13}\text{C}$ ), кислорода ( $\delta^{18}\text{O}$ ) и водорода ( $\delta^2\text{H}$ ) в целлюлозе годовых колец хвойных из высокоширотных и высокогорных районов Евразии позволил выявить не только влияние термического режима, но также экогидрологических изменений окружающей среды после стратосферных извержений вулканов в течение последних 1500 лет.

Работа выполнена при поддержке индивидуального проекта Марии Кюри (EU\_ISOTREC 235122, 909122), гранта UFZ (2006), РФФИ Сибирь (09-05-98015\_r\_sibir\_a), Швейцарского Научного Фонда (SNSF 200021\_121838/1); Era.Net RusPlus (SNSF IZRPZ0\_164735), а также Российского Научного Фонда (РНФ 21-17-00006 ECO-HYDROTREE).

## **LACUSTRINE SEDIMENTS VARIABILITY OF MAGNETIC PROPERTIES, MINERAL AND CHEMICAL COMPOSITION OF LAKE KANDRYKUL**

Yusupova A.R., Nourgalieva N.G., Kuzina D.M., Nurgaliev D.K., Antonenko V.V.  
*Kazan Federal University, Institute of Geology and Petroleum technologies, Kazan,  
Russian Federation*

*e-mail: [AnRJusupova@kpfu.ru](mailto:AnRJusupova@kpfu.ru)*

The work is devoted to the study of the magnetic properties, mineral and chemical composition of the Kandrykul Lake. The main aim of investigation is to identify the events and trends of environmental and climate factors changes in the Late Quaternary.

The Kandrykul Lake is located in Bashkortostan Republic (54°30'10''N; 54°03'50''E). The detailed complex analysis included the measurements of magnetic susceptibility (MS), coercive spectrometry, differential thermomagnetic analysis (DTMA), determination of mineral and chemical composition were carried out.

According to obtained data it is possible to distinguish 3 zones with different sedimentation conditions.

The 1st interval (526–362 cm) is characterized by lowest values of magnetic parameters, allothigenic components and CIA. The carbonate component is predominantly represented by calcite and aragonite. The presence of gypsum is recorded in sedimentary deposits. The data obtained reflect the predominance of arid conditions.

The 2nd interval (362–94 cm) is characterized by an increased values of magnetic parameters, allothigenic components and CIA. The content of calcite increases, while content of aragonite decreases. The magnetic minerals presented by magnetite according to DTMA. The results allow us to conclude that the humidity of climatic conditions increase.

The 3rd zone (94–0 cm) is characterized by decreased values of magnetic parameters, allothigenic components and CIA. The aragonite content increases. The presence of gypsum is recorded in sedimentary deposits. The magnetic minerals presented by iron sulfides according to DTMA and results of mineral composition. The results obtained indicate the decreasing of humidity.

To sum up, the detailed analysis of the lacustrine deposits made it possible to identify the stages of increase/decrease in the humidity of climatic conditions.

This work was supported by the Russian Foundation for Basic Research under the grant No. 20-05-00833, and partially by the Russian Science Foundation grant No. 22-47-08001.

*Электронное научное издание  
сетевого распространения*

**GREG 2022: ЭМИССИЯ ПАРНИКОВЫХ ГАЗОВ СЕГОДНЯ  
И В ГЕОЛОГИЧЕСКОМ ПРОШЛОМ: ИСТОЧНИКИ, ВЛИЯНИЕ  
НА КЛИМАТ И ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ**

**Сборник материалов  
Международной научно-исследовательской конференции**

**Казань, 31 октября – 2 ноября 2022 г.**

Подписано к использованию 22.11.2022.  
Формат 60x84 1/16. Гарнитура «Times New Roman».  
Усл. печ. л. 3,4.

Издательство Казанского университета

420008, г. Казань, ул. Профессора Нухина, 1/37  
тел. (843) 206-52-14 (1704), 206-52-14 (1705)