

**НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ЯДЕРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ «МИФИ»**

**ОБНИНСКИЙ ИНСТИТУТ АТОМНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ
(ИАТЭ НИЯУ МИФИ)**



ТЕХНОГЕННЫЕ СИСТЕМЫ И ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ РИСК

**I МЕЖДУНАРОДНАЯ (XIV РЕГИОНАЛЬНАЯ)
НАУЧНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ**

Год экологии в Российской Федерации

**Тезисы докладов
Обнинск, 20-21 апреля 2017**

Обнинск 2017

УДК 621.039:502/504

Техногенные системы и экологический риск: Тезисы докладов I Международной (XIV Региональной) научной конференции / Под общ. ред. А.А. Удаловой. – Обнинск: НИЯУ МИФИ, 2017. – 332 с.

Материалы конференции освещают проблемы безопасности функционирования производств, развития современных экологических технологий, утилизации отходов промышленного производства и ядерной энергетики, экологической химии, современные методы прогноза, оценки и управления рисками, способы биоиндикации и биотестирования объектов среды, экологические аспекты действия ионизирующих и неионизирующих излучений. Издание подготовлено для ученых, преподавателей и студентов, в область интересов которых входят перечисленные проблемы.

© ИАТЭ НИЯУ МИФИ, 2017 г.

©Авторы, 2017 г.

Программный комитет конференции

Председатель:

Алексахин Р.М., академик РАН, д.б.н., научный руководитель ВНИИРАЭ

Члены комитета:

Анищик В.М., д.ф.-м.н., профессор, декан физического факультета БГУ

Гераськин С.А., д.б.н., профессор, ВНИИРАЭ

Игнатенко Г.К., к.т.н., ст.н.с, академик РЭА, ИАТЭ НИЯУ МИФИ

Комарова Л.Н., д.б.н., ИАТЭ НИЯУ МИФИ

Козьмин Г.В., к.б.н., академик РАЕН, ВНИИРАЭ

Лаврентьева Г.В., к.б.н., КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана

Лыков И.Н., д.б.н., профессор, КГУ им. К.Э. Циолковского

Маскевич С.А., д.ф.-м.н., профессор, директор МГЭИ им. А.Д. Сахарова БГУ

Момот О.А., к.б.н., ИАТЭ НИЯУ МИФИ

Нахабов А.В., к.т.н., ИАТЭ НИЯУ МИФИ

Полякова Л.П., к.х.н., ИАТЭ НИЯУ МИФИ

Перов С.Г., к.б.н., НИИ МТ

Сарапульцева Е.И., д.б.н., ИАТЭ НИЯУ МИФИ

Силин И.И., д.г.-м.н., ИМГКРЭ

Стрельцов А.Б., профессор, д.б.н., КГУ им. К.Э. Циолковского

Сынзыныс Б.И., д.б.н., профессор, ИАТЭ НИЯУ МИФИ

Удалова А.А., д.б.н., ИАТЭ НИЯУ МИФИ

Ульяненко Л.Н., д.б.н., профессор, МРНЦ им. А.Ф. Цыба

Шилина А.С., к.х.н., ИАТЭ НИЯУ МИФИ

Эпштейн Н.Б., д.фарм.н., ИАТЭ НИЯУ МИФИ

Яцало Б.И., д.т.н., ИАТЭ НИЯУ МИФИ

СЕКЦИЯ 1. ЯДЕРНАЯ И ТЕПЛОВАЯ ЭНЕРГЕТИКА, СОВРЕМЕННЫЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ МЕТОДОВ ОБЕЗЖЕЛЕЗИВАНИЯ ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ Г.МАЛОЯРОСЛАВЕЦ

П.И. Гремченко, М.М. Жамхарян

*Обнинский институт атомной энергетики,
НИЯУ МИФИ, г. Обнинск, Россия*

Длительное употребление воды с содержанием железа более 0,3 мг/л приводит к заболеваниям печени, увеличивает риск инфарктов, негативно влияет на центральную нервную систему и репродуктивную функцию организма. Повышенное содержание железа придает воде буроватую окраску, неприятный вкус, запах, вызывает зарастание водопроводных сетей [1, 3], поэтому проведение обезжелезивания воды с целью улучшения качества питьевой воды является актуальной проблемой.

Целью работы является выявление эффективности применения методов обезжелезивания питьевой воды на станции обезжелезивания в г. Малоярославец.

Основным водоносным горизонтом для данной местности является окский, состоящий из тарусско-михайловского и алексинского горизонтов, приуроченных к известняковым отложениям. Воды гидрокарбонатно-кальциевые умеренно-жесткие и жесткие с повышенным содержанием общего железа. Содержание общего железа варьируется от 0,06 мг/л до 5,0 мг/л. Удельный дебит отдельных артезианских скважин изменяется от 0,6 м³/ч до 80,0 м³/ч. Глубина залегания этих горизонтов зависит от местоположения в рельефе и варьируют от 25-30 до 50-60 м [3]. Содержание железа связано с региональными, климатическими, ландшафтными и гидрологическими особенностями зоны проживания.

Основными технологическими приемами, обеспечивающими благоприятные органолептические свойства воды, ее безопас-

ность в санитарно-эпидемиологическом отношении, являются осветление, обезжелезивание и обеззараживание воды. Выбор метода удаления железа из природных вод зависит от форм, количества железа и буферных свойств исходной воды. За полтора столетия существования технологии обезжелезивания воды было предложено два основных типа: реагентные и безреагентные (физические).

Измерения железа в питьевой воде проводилось методом, основанным на взаимодействии ионов железа в щелочной среде с сульфосалициловой кислотой с образованием окрашенного в желтый цвет комплексного соединения. Интенсивность окраски, пропорциональную массовой концентрации железа, измеряют при длине волны 400-430 нм. Диапазон измерения массовой концентрации общего железа без разбавления пробы 0,10-2,00 мг/дм³. В этом интервале суммарная погрешность измерения с вероятностью P=0,95 находится в пределах 0,01-0,03 мг/дм³.

Согласно данным, предоставленным лабораторией контроля УМП «Водоканал» (протокол анализа воды №169 от 28.07.2016), содержание общего железа на «входе» составляет от 2,63 до 3 мг/дм³, на «выходе» - 0,12-0,16 мг/дм³, а многолетние результаты представлены на рис. 1.

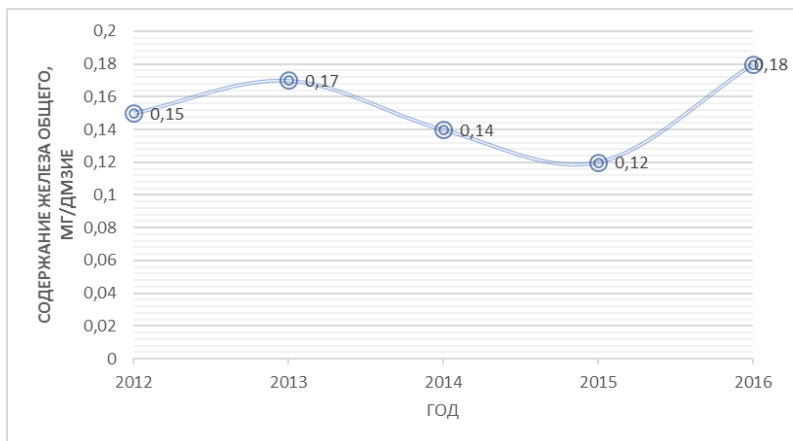


Рис. 1. Результаты анализов за период с 2011 по 2015 г. на содержание общего железа в питьевой воде

Полученные в ходе исследования результаты соответствуют ПДК питьевой воды (0,3 мг/л, СанПиН 2.1.4.559-96 по питьевой воде), что позволяет считать эффективным реагентный метод обезжелезивания.

Литература

1. Технологический регламент станции обезжелезивания воды УМП «Водоканал» г. Малоярославец.
2. Горбачев В.В., Горбачева В.Н. Витамины. Макро- и микроэлементы. Справочник. Минск, 2002.
3. Петров В.Г. Геологическое строение и полезные ископаемые Калужской области. Калуга, 2003.

ОПТИМАЛЬНАЯ ТЕРМОГИДРАВЛИКА МИШЕНИ ДЛЯ ГЕНЕРАЦИИ ФОТОНЕЙТРОНОВ

Ю.Г. Забарянский¹, Е.А. Онищук², Ю.А. Кураченко³

*¹ - ГНЦ РФ – Физико-энергетический институт
им. А.И. Лейпунского, г. Обнинск, Россия*

*² - Обнинский институт атомной энергетики,
НИЯУ МИФИ, г. Обнинск, Россия*

*³ - Всероссийский научно-исследовательский институт
радиологии и агроэкологии, г. Обнинск, Россия*

Возможность создания мощных источников фотонейтронов для медицины рассмотрена в [1]. Основой предложенной в [1] концепции является жидкий галлий в качестве мишени для мощного и компактного ускорителя электронов [2]. При взаимодействии ускоренных электронов с массивной мишенью галлия основной канал потери энергии – тормозное излучение. Это излучение генерирует фотонейтроны ($e^- \rightarrow \gamma \rightarrow n$).

Повысить выход фотонейтронов возможно применением комбинированной мишени, состоящей из стационарной «матрицы» тяжёлого тугоплавкого материала (вольфрам) и протекающего через матрицу галлия. Такой подход сохраняет экологические преимущества системы генерации фотонейтронов (СГФН): теплоносителем остается малоактивируемый Ga с быстро спа-

дающей активностью; матрица же из тяжёлого материала, кроме того, обеспечивает больший по сравнению с Ga выход нейтронов.

Поисковые исследования конфигурации оптимальной W+Ga-мишени, в которых термогидравлика рассчитывалась с помощью кода STAR-CD® [3], а энерговыделение – с помощью кода MCNP [4], позволили сформировать модель, обеспечивающую максимальный выход нейтронов при приемлемых теплофизических характеристиках. Ввод пучка электронов для выбранной конфигурации мишени осуществляется по её оси [5], точка ввода находится на глубине 2 см от её основания. Цилиндрическая мишень помещена в сферу из W для улучшения термогидравлики и увеличения выхода нейтронов. Теплоноситель при нормальных условиях поступает сверху в центральный ($\varnothing 0.50$ см) и кольцевой каналы ($\square = 0.34$ см, $r_1 = 0.75$ см, $r_2 = 1.09$ см). Укажем два режима теплосъема при мощности пучка 140 кВт, которые можно считать приемлемыми:

1. Скорость теплоносителя в обоих каналах одинакова и равна 2 м/с. Максимальная температура галлия при этой скорости 535 °С, вольфрама ~ 1400 °С.
2. Если увеличить скорость теплоносителя вдвое (до 4 м/с), он нагреется до 290 °С, а максимальная температура мишени уменьшится на 100°.

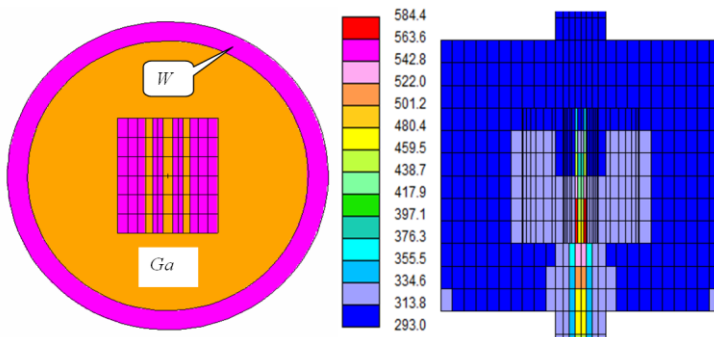


Рис.1. Сечения моделей «усиленной» мишени: слева для расчета энерговыделения, справа – поля температуры. Скорость галлия 2 м/с, максимальная температура 535 °С

Литература

1. Кураченко Ю.А., Вознесенский Н.К., Говердовский А.А., Рачков В.И. Новый интенсивный источник нейтронов для медицинских приложений // Медицинская физика. 2012. №2. С. 29–38.
2. High Power Linacs for Isotope Production. MEVEX: The accelerator technology company. Доступно по адресу: http://www.mevex.com/Brochures/Brochure_High_Energy.pdf.
3. <http://www.openfoam.com/>
4. MCNP – A General Monte Carlo N-Particle Transport Code, Version 5. Volume I: Overview and Theory. Authors: X-5 Monte Carlo Team //LA-UR-03-1987. April 24, 2003.
5. Кураченко Ю.А. Фотонейтроны для нейтронозахватной терапии // Известия вузов. Ядерная энергетика. 2014. №4. С. 41–51.

ПРЕЦИЗИОННЫЕ МОДЕЛИ В РАСЧЁТАХ ДЛЯ ЯДЕРНОЙ МЕДИЦИНЫ

*Ю.А. Кураченко¹, Н.К. Вознесенский², Ю.Г. Забарянский³,
Е.А. Онищук²*

*¹- Всероссийский научно-исследовательский институт
радиологии и агроэкологии, г. Обнинск, Россия*

*²- Обнинский институт атомной энергетики,
НИЯУ МИФИ, г. Обнинск, Россия*

*³- ГНЦ РФ – Физико-энергетический институт
им. А.И. Лейпунского, г. Обнинск, Россия*

При современном состоянии и доступности вычислительных средств моделирования транспорта излучений и области облучения («предметной области») оказывается вполне реализуемой задача прецизионного расчёта дозных полей в мишени и прилегающих органах и тканях. Более того, в большей части задач ядерной медицины возможна реализация программного обеспечения (ПО), позволяющего без потери точности прецизионного расчёта выполнять on-line вычисления в интерактивном режиме.

Основные положения, допускающие данную возможность, состоят в следующем: а) относительно малые оптические размеры предметной области в задачах ядерной медицины позволяют

для расчёта дозы применять универсальные прямые методы статистических испытаний (например, метод Монте-Карло и реализующее этот метод ПО), что обычно слишком трудоёмко в задачах для техногенных систем – напр., для расчёта защиты ядерно-технических установок; б) с другой стороны, современные средства визуализации (УЗИ, КТ, МКТ) с высоким пространственным разрешением ~ 1 мм обеспечивают информацию о конфигурации, структуре и материальном составе предметной области. Однородное воксельное моделирование предметной области с помощью объёмных регулярных структур (параллелепипеда, кубики) размером ~ 1 мм³ с предельной полнотой отображает моделируемую реальность.

В результате сочетание а) прецизионного моделирования переноса излучений (метод Монте-Карло, свободный от ограничений детерминистических методов решения уравнения переноса) и б) вокселизации предметной области [1] позволяет получить дозное поле с предельно доступной точностью.

Более того, особенности многих задач ядерной медицины дают возможность формировать решение в интерактивном on-line режиме без потери точности прецизионного расчёта. Поясним сказанное примером брахитерапии микроисточниками ¹²⁵I. Для оперативного использования ПО необходимо подготовить базы данных: многомерные массивы ослабления дозы в ткани в зависимости от координаты источника (его центра), активности, направления на детектор и координаты детектора. В on-line режиме при расчёте дозных полей будет применяться не метод Монте-Карло, а интерполяция по базе данных, что при заданной точности дозы 1–2% практически не требует, как показывает опыт, затрат времени.

На рис. 1 представлен фрагмент входного файла для программы MCNP [2], содержащего данные по воксельному фантому 2-го поясничного позвонка, пораженного остеолитическим метастазом. Основой для восстановления фантома являлись КТ-снимки реального пациента, поэтому модель учитывает все индивидуальные особенности. Размер применённого вокселя $(x, y, z) = 0.334 \times 0.334 \times 1.25$ мм³, полная размерность предметной области 2889216 вокселей.

ликатами, карбонатами и сульфатами. Основными глинистыми минералами в составе алюмосиликатов являются монтмориллонит и иллит. ГСШ тонкодисперсны: содержание фракции размером менее 20 мкм составляет около 70% от общей массы.

В настоящее время ГСШ не подвергаются переработке, а накапливаются в шламохранилищах ОАО «Беларуськалий», представляющих собой специальные гидротехнические сооружения. Шламохранилища занимают площади свыше 1100 га плодородных земель Солигорского района (Беларусь), требуют создания солезакщитных экранов для предотвращения загрязнения окружающей среды (проникновения рассолов в подземные воды и засоления почв). По данным Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь на 01.01.2016 на ОАО «Беларуськалий» накоплено 1043,2 млн. т отходов. На территории Солигорского района хранится свыше 110,5 млн. т ГСШ и 932,7 млн. т галитовых отходов. За 2015 г. накоплено около 3,15 млн. т ГСШ [2].

Проблема утилизации накапливающихся из года в год ГСШ до настоящего времени не решена. По физико-химическим свойствам ГСШ можно отнести к глинистым материалам и учитывая специфическую структуру и состав данных промышленных отходов одним из возможных способов переработки, накопленных ГСШ может быть получение на их основе сорбентов радионуклидов. Используя различные методы их обработки и модификации возможно получение сорбентов с высокими сорбционными свойствами по отношению к ряду радионуклидов.

Проведенные исследования селективных сорбционных свойств по отношению к ^{137}Cs различных образцов сорбентов, полученных на основе ГСШ, показали, что степень сорбции ^{137}Cs достигает 99% после 24 ч контакта с радиоактивным раствором. Полученные значения потенциала связывания радиоцезия (Radiocaesium Interception Potential, RIP(K)), характеризующего способность материала селективно сорбировать ^{137}Cs , изменяются в интервале 3300–6700 ммоль/кг, значения коэффициента распределения (K_d) составляют порядка 10^4 л/кг, что свидетельствует о высокой сорбционной способности сорбентов на основе ГСШ в отношении ^{137}Cs .

Таким образом, благодаря наличию алюмосиликатов (иллит, монтмориллонит), высокой дисперсности и развитой пористой структуре образцы сорбентов на основе ГСШ обладают хорошими сорбционными свойствами по отношению к ^{137}Cs . Наличие в Беларуси больших объемов ГСШ позволяет рассматривать их как перспективный источник дешевого техногенного сырья для получения сорбентов радионуклидов.

Литература

1. Можейко Ф.Ф., Шевчук В.В., Войтенко А.И. Исследование химико-минералогического состава нерастворимого в воде остатка калийной руды 4-го шахтного поля Старобинского месторождения // Новые технологии рециклинга отходов производства и потребления: материалы науч.-техн. конф. Минск, 24–26 нояб. 2004 г. С. 164–167.

2. Наличие, образование и движение многотоннажных и характерных видов отходов производства в 2015 г. Официальная статистическая информация // Министерство природных ресурсов и охраны окружающей среды РБ [Электронный ресурс]. 2016. Режим доступа: <http://minpriroda.gov.by/ru/othodu/>.

РАЗРАБОТКА ПОЛЕВОГО КОМПЛЕКСА ДЛЯ КОНТРОЛЯ КОНЦЕНТРАЦИИ ПОДПОЧВЕННОГО ВОДОРОДА И ДИНАМИКИ ПРОЦЕССА ЕГО ДЕГАЗАЦИИ В МЕСТАХ ТЕКТОНИЧЕСКИХ РАЗЛОМОВ, ПРИЛЕГАЮЩИХ К ОБЪЕКТАМ ЯТЦ

О.И. Лешуков, Г.К. Игнатенко

*Обнинский институт атомной энергетики,
НИЯУ МИФИ, г. Обнинск, Россия*

Процессы дегазации Земли хорошо проявляются на территориях с тектоническими разломами. Существует карта тектонических разломов ОРС-97. На поверхности эффекты дегазации проявляют себя провалами поверхности, суффозионно-карстовыми образованиями, потерей гумуса на пахотных участках, так же изменением геодинамической напряженности, приводящей к сейсмическим эффектам.

Фактор водородной дегазации, связанный с изменением геодинамической напряженности, весьма значимый, обязывает в системе сейсмической безопасности оценивать его динамику. Существующая система сейсмологического мониторинга, основанная на сейсмодатчиках, лишь констатирует о наступлении процесса. Предупреждающих систем о предстоящих сейсмических процессах нет.

Водородная дегазация оказывает существенное влияние на формирование мегаструктур и процессы в литосфере. Ранее это при прогнозе сейсмичности не учитывалось. Например, водород вызывает аморфизацию и текстурирование граничных структур, которые могут обеспечить сверхконтрастное движение блоков относительно друг друга и движение океанической коры в мантию.

Флюидная эксгаляция вызывает на дневной поверхности активизацию геодинамических процессов и как следствие формирование разных форм рельефа с нарушенными ландшафтами. В ходе линеamentного анализа территории будущей АЭС и последующего мониторинга линеamentных зон территории, где эксплуатируется АЭС можно определить зоны скрытых глубинных разломов и их состояние.

Изучение современных геодинамических процессов, вызывающих катастрофические последствия, является одним из приоритетных направлений в науках о Земле и важной научно-технической проблемой промышленного и гражданского значения. Интенсивное природное и техногенное воздействие на геологическую среду приводит к ускоренной деградации и нарушению равновесия в установившихся комплексах горных пород. Это определяет актуальность исследований зон геозекологического риска, прогнозирования природных катастроф и разработки мер по уменьшению наносимого ими ущерба.

Для изучения динамики процессов дегазации водорода на кафедре экологии был разработан и создан специальный измерительный полевой комплекс, методика проведения исследований, выбор реперных точек для организации мониторинга и база данных исследуемого объекта. Измерительный полевой комплекс выполнен на базе транспортной двухколесной тележки, с установленными на ней приборами и инструментами: газоана-

лизатор водорода ВГ-3А, датчик определения влажности, навигатор GarminTrex 20х, штанга-лом, домкрат, шанцевый инструмент, рабочие материалы.

Данный измерительный комплекс передан ООО НПО «Гидротехпроект» для проведения мониторинга динамики концентрации подпочвенного водорода на территории прилегающей Калининской АЭС.

Литература

1.Осика Д.Г.Флюидный режим тектонически-активных областей. – М.: Наука, 1981. 204 с.

2.Сывороткин В.Л. Глубинная дегазация Земли и глобальные катастрофы. М.: ООО “Геоинформцентр”, 2002. 205 с.

3.Литовченко А.В., Игнатенко Г.К., Литвинов А.В., Глушков Ю.М. Некоторые экологические процессы в местах выхода глубинного водорода. / Материалы международной научной конференции «Глобальные экологические процессы». М.: 2-4 октября 2012. С. 300-302.

ТЯЖЁЛАЯ АВАРИЯ В САРОВЕ: АНАЛИЗ С ПОМОЩЬЮ ВОКСЕЛЬНОГО АНТРОПОМОРФНОГО ФАНТОМА

Д.Н. Моисеенко¹, Ю.А. Кураченко²

*¹ - Научно-производственное объединение «Тайфун»,
г. Обнинск, Россия*

*² - Всероссийский научно-исследовательский институт
радиологии и агроэкологии, г. Обнинск, Россия*

Восстановление доз после радиационных аварий, вызвавших тяжёлые последствия, является сложной задачей. Результаты, полученные различными исследователями, зачастую противоречивы. Особенно это относится к дозам в органах и тканях, значения которых могут различаться в несколько раз. В этом отношении использование достаточно дифференцированных антропоморфных фантомов [1] для восстановления доз радиационных аварий может быть весьма продуктивным. В работе приводятся результаты расчёта доз для тяжёлой радиационной аварии на

критической сборке в РФЯЦ-ВНИИЭФ (г. Саров).

Авария произошла 17 июня 1997 г. на стенде критических сборок ФКБН-2М [2]. Экспериментатор проводил контрольную сборку хорошо изученной системы, содержащей в своём составе высокообогащённый уран и медный отражатель. Система уже была близка к критической, когда полусфера выскользнула из рук в резиновых перчатках и упала на ранее собранную на нижней части стенда урановую сферу в половине медного отражателя. Нижняя часть сферы перешла через критическое состояние, что сопровождалось световой вспышкой, тепловой волной и срабатыванием аварийного сброса нижней части стенда. Поняв, что произошла СЦР, экспериментатор быстро покинул зал и был срочно госпитализирован. Несмотря на все усилия врачей, жизнь экспериментатора спасти не удалось.

В наших расчётах использовался воксельный фантом VIP-Man [3]. Размер вокселя составляет $4 \times 4 \times 4 \text{ мм}^3$, высота фантома 186 см, масса 110 кг. Несмотря на достаточно большой объём вокселя, фантом VIP-Man описывает тело взрослого человека целиком (имеется описание 62 органов и тканей). Расчёты фантома выполнены с помощью программы MCNP [4].

В качестве индикаторов качества расчёта были получены следующие величины (табл. 1):

- поглощённая доза нейтронов в области расположения дозиметра ГНЕЙС;
- поглощённая доза нейтронов во всём теле;
- поглощённая доза фотонов в области расположения дозиметра ГНЕЙС;
- поглощённая доза фотонов в зубах.

Таблица 1

Сравнение поглощённых доз (Гр), полученных в настоящей работе, со значениями доз, полученных с дозиметров исследователя

	Литературные данные [2]	Наши результаты
Грудь (нейтроны)	45 ± 5	44 ± 7
Грудь (фотоны)	3.5 ± 0.3	6 ± 1
Тело (нейтроны)	$8 \div 11$	11 ± 2
Зубы (фотоны)	4.5 ± 0.4	4.0 ± 0.7

Данные таблицы хорошо согласуются. Отметим, что существующие литературные данные не содержат значений доз дифференцированно по органам и тканям, которые были получены в наших расчётах (для более, чем 30-ти внутренних органов). Эти данные позволяют скорректировать причину гибели, заявленную в литературе как радиационная пневмония. Наша гипотеза: *causa mortis* – поражение центральной нервной системы.

Литература

1. Кураченко Ю.А., Моисеенко Д.Н. Воксельные фантомы в задачах медицинской физики // Медицинская физика. 2012. №3. С. 27–34.
2. The criticality accident in Sarov, IAEA, VIENNA, 2001, ISBN 92–0–100101–0
3. Xu X.G., Chao T.C., Bozkurt A. VIP-MAN: An Image-Based Whole-body Adult Male Model Constructed from Color Photographs of the Visible Human Project for Multi-Particle Monte Carlo Calculation. *Heath Phys.* 78(5):476-486; 2000.
4. MCNP – A General Monte Carlo N-Particle Transport Code, Version 5. Volume I: Overview and Theory. Authors: X-5 Monte Carlo Team // LA-UR-03-1987. April 24, 2003.

ВОКСЕЛЬНЫЙ АНТРОПОМОРФНЫЙ ФАНТОМ В АНАЛИЗЕ ТЯЖЁЛЫХ АВАРИЙ С РАДИОНУКЛИДНЫМИ ИСТОЧНИКАМИ

Д.Н. Моисеенко¹, Ю.А. Кураченко²

*¹ - Научно-производственное объединение «Тайфун»,
г. Обнинск, Россия*

*² - Всероссийский научно-исследовательский институт
радиологии и агроэкологии, г. Обнинск, Россия*

В работе выполнены расчёты для двух тяжёлых радиационных аварий с однотипными источниками ¹⁹²Ir, используемыми в дефектоскопии.

20 февраля 1999 г. в г. Янанго (Перу) [1] сварщик с помощником приступили к восстановлению трубы Ø2 м. В 13-00 они отправились на обед и вернулись к работе в 14-00. Часом позже

рентгенолог приступил к инспекции сварных швов, но оборудование отказалось работать. В какой-то момент радиоактивный источник ^{192}Ir оказался изъят из радиографической камеры. Примерно в 16-00 сварщик подобрал капсулу с радиоактивным источником и положил в задний правый карман брюк. В 22-00 он покинул рабочее место и отправился домой. Дома он снял брюки и пожаловался жене на боли в области ягодиц. Вскоре к нему на дом пришел его начальник, и, обнаружив пропавший источник, срочно отправил сварщика в поликлинику г. Лима. Облучение оказалось крайне неравномерным, в основном пострадала нижняя часть тела. Благодаря здоровому организму жизнь сварщика удалось спасти, но при этом была ампутирована правая нога.

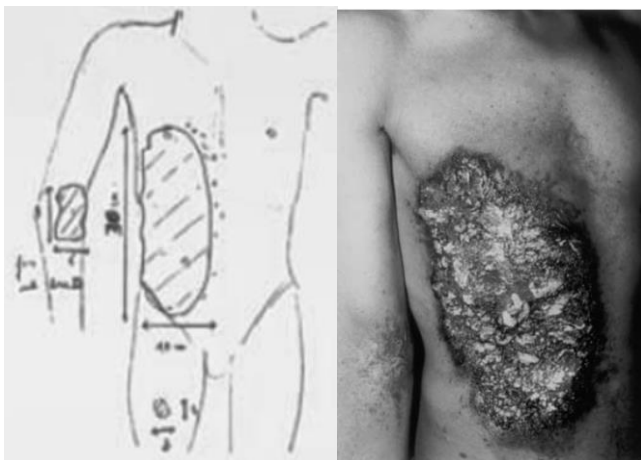


Рис.1. Схема облучения рабочего в Иране. Указаны места 3-х ожогов

24 июля 1996 г. произошёл несчастный случай в г. Гилан (Иран) [2]. Рабочий обнаружил потерянный радиоактивный источник ^{192}Ir , который использовался для контроля сварных швов. Примерно 2 часа он носил его во внутреннем нагрудном кармане, после чего почувствовал острую боль в груди и, вернув источник на место, отправился домой. Облучение оказалось неравномерным, и более того – не похожим на воздействие почти

точечного источника (см. рис. 1). Рабочий потерял большую часть кожи на правой стороне туловища, но выжил.

По этим двум авариям учеными разных стран проводились дозиметрические исследования. Однако во многих случаях были получены лишь самые общие интегральные величины (например, средняя поглощённая доза в теле). Авторы использовали воксельный фантом тела человека и транспортный код MCNP [3] для дифференциальной оценки доз в органах и тканях пострадавших [4].

Литература

1. Follow-up of delayed health consequences of acute accidental radiation exposure, Part 4, IAEA, VIENNA, 2002, ISBN 92-0-133202-5.

2. The radiological accident in Gilan, VIENNA, 2002, ISBN 92-0-110502-9.

3. MCNP – A General Monte Carlo N-Particle Transport Code, Version 5. Volume I: Overview and Theory. Authors: X-5 Monte Carlo Team // LA-UR-03-1987. April 24, 2003.

4. Кураченко Ю.А., Моисеенко Д.Н. Воксельные фантомы в задачах медицинской физики // Медицинская физика. 2012. №3. С. 27–34.

КАМЕРНАЯ МОДЕЛЬ МЕТАБОЛИЗМА РАДИОНУКЛИДОВ В ОРГАНИЗМЕ ЖВАЧНЫХ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ЖИВОТНЫХ

А.С. Снегирев¹, Г.В. Козьмин¹, Н.Н. Исамов¹, С.В. Фесенко²

¹ – *Всероссийский научно-исследовательский институт радиологии и агроэкологии, г. Обнинск, Россия*

² – *International Atomic Energy Agency (IAEA), Vienna*

Для ряда сценариев радиоактивного загрязнения окружающей среды определен интерес представляют задачи прогноза загрязнения мяса и молока сельскохозяйственных животных в случае радиоактивных выпадений в виде частиц с разной растворимостью в химусе отделов пищеварительного тракта животных.

Цель настоящей работы заключалась в разработке камерной модели метаболизма радионуклидов в организме жвачных сельскохозяйственных животных при пероральном поступлении с кормом радиоактивных частиц с разной растворимостью в содержимом отделов пищеварительного тракта.

Выполненный анализ опубликованной информации позволил предложить камерную модель метаболизма радионуклидов для оценки радиоактивного загрязнения мяса и молока, а также дозиметрических характеристик облучения слизистой ЖКТ и щитовидной железы животных (при поступлении радиоактивных изотопов йода). В качестве примера на рис. 1 представлена камерная модель метаболизма ^{131}I при его пероральном поступлении в составе частиц локальных выпадений наземного ядерного взрыва. Верификация модели проведена в предположении практически полного выщелачивания ^{131}I в содержимом ЖКТ с использованием базы экспериментальных данных ВНИИРАЭ, описывающих метаболизм ^{131}I после однократного перорального поступления ^{131}I в растворимой форме.

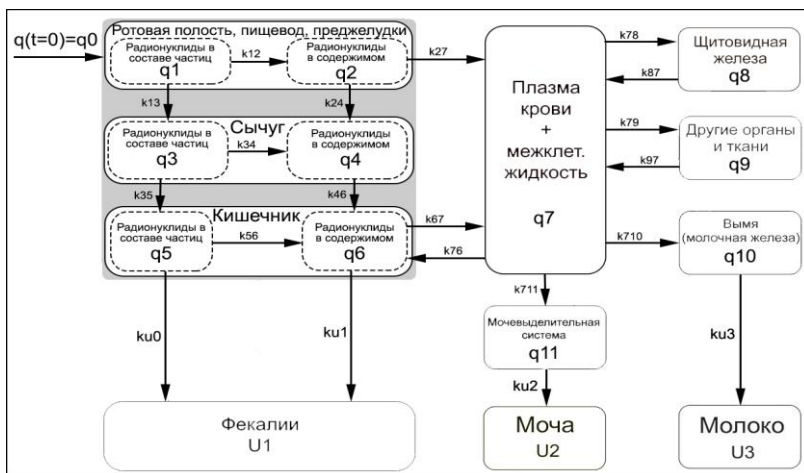


Рис. 1. Камерная модель метаболизма ^{131}I в организме коров

Решение системы дифференциальных уравнений согласно представленной камерной модели с применением многофункциональной интерактивной вычислительной системы РТС Mathcad Prime 3.1 позволило оценить значения констант скорости транспорта (табл. 1).

Показано, что представленная камерная модель при значениях констант скорости выщелачивания радионуклида из состава радиоактивных частиц более 10 сут^{-1} удовлетворительно описывает экспериментально установленную динамику содержания ^{131}I в тестируемых органах и тканях животных.

Таблица 1

Константы скорости транспорта ^{131}I в организме коров, сут^{-1}

конст.	значение	конст.	значение	конст.	значение
K12	>10	K56	>10	K79	1
K13	0.5	K67	1	K97	0.1
K24	1	K76	0.1	K710	4.5
K27	0.1	KU0	1.5	KU3	1.5
K34	>10	KU1	1.5	K711	5
K35	1	K78	6	KU2	2.5
K46	24	K87	0.2		

Работа выполнена в рамках проекта МАГАТЭ по контракту 17988 «Effects of Radioactive Particles on Radionuclide Transfer and Dose Forming in Plants and Animals».

ОПТИМИЗАЦИЯ СОСТАВА И КОНФИГУРАЦИИ АКТИВНОЙ ЗОНЫ РЕАКТОРА ВВР-ц

Е.А. Степанов¹, М.А. Маркина², Ю.А. Кураченко³

*¹ - Обнинский институт атомной энергетики,
НИЯУ МИФИ, г. Обнинск, Россия*

*² - Научно-исследовательский физико-химический институт
им. Л.Я. Карпова, г. Обнинск*

*³ - Всероссийский научно-исследовательский институт
радиологии и агроэкологии, г. Обнинск, Россия*

Реактор ВВР-ц работает в Филиале НИФХИ с 1964 г. Для анализа перспектив его дальнейшей эксплуатации выполнена расчётно-экспериментальная работа по повышению плотности потока тепловых нейтронов в активной зоне (АЗ) реактора. Для расчётной модернизации АЗ проведена замена периферийных ТВС на бериллиевые сборки, аналогичные по форме существующим ТВС. Рассмотрены пять различных конфигураций АЗ с бериллием. Максимальный выигрыш в плотности потока в центре АЗ для «оптимальной» конфигурации – увеличение в 2.7 раза, от $1.82 \cdot 10^{14}$ до $4.87 \cdot 10^{14}$ см⁻²с⁻¹. Расчётная технология, основанная на программе MCNP, была предварительно верифицирована на экспериментальных данных.

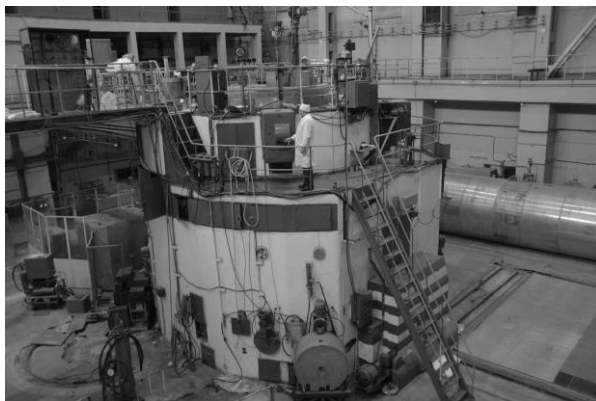


Рис. 1. Общий вид реактора ВВР-ц (Обнинск)

ЭКСКАЛЯЦИЯ ВОДОРОДА НА ТЕРРИТОРИИ КАЛУЖСКОЙ ОБЛАСТИ В 2012-2014 гг. В ТЕПЛЫЙ ПЕРИОД ГОДА

*В.С. Терехов, Ю.М. Глушков, А.В. Литовченко,
П.И. Гремченко, Г.К. Игнатенко*

*Обнинский институт атомной энергетики,
НИЯУ МИФИ, г. Обнинск, Россия*

Экскаляция водорода и сопутствующих ему газов является следствием дегазации недр Земли. Эти газы находят свой путь к поверхности через разломы в земной коре и выше через пористые грунты. Данное явление опасно для промышленных и гражданских сооружений, в том числе и для АЭС. Процесс дегазации является периодическим. Последнее усиление процесса началось в середине позапрошлого века и особенно заметно в последние десятилетия.

В работе оценена экскаляция водорода на территории Калужской области по результатам полевых измерений, выполненных сотрудниками кафедры экологии в 2012-2014 гг. Пробы почвенного воздуха отбирались в окрестностях городов Обнинск, Жуков, Высокиничи, Оболенск, а также на 195-м км федерального шоссе А-101. В предположении о диффузионном потоке в приповерхностном пористом грунте (глубина до 1 м) экскаляцию I вычисляли по формуле [1]

$$I = -D_{эф} \cdot \frac{\Delta(\eta c)}{\Delta z}, D_{эф} = \eta \cdot D \cdot e^{-\alpha}, \alpha = 6m\eta + 6m^{14}\eta$$

где D – молекулярный коэффициент диффузии водорода в воздухе, m^2/c ; $D_{эф}$ – эффективный коэффициент диффузии водорода в порах грунта, m^2/c ; η – пористость грунта; m – доля объема пор, заполненная водой.

Концентрацию водорода в пробах подземного воздуха определяли водородным газоанализатором ВГ-1. Пробы подземного воздуха с разных глубин отбирали с помощью бур-насоса [2].

В табл. 1 приведен пример результатов полевых измерений и их предварительного обсчета. Найдено, что наибольшие вертикальные градиенты концентраций водорода в верхнем тридца-

тисантиметровом слое грунта наблюдаются в местах, характеризующихся вышеупомянутыми признаками, и наименьшие – в местах, свободных от этих признаков. Разброс значений составил от 24 до 2000 ppm/м. Причем, доля территории с признаками составляет около 1%. Наименьшее значение эксгаляции составило $5 \cdot 10^{-2}$ г/(м²·с). Используя эту величину, можно оценить эксгаляцию водорода с поверхности континентов в течение года. Она равна $2.36 \cdot 10^{14}$ г/год, что на два порядка больше оценки Войтова Г.И., сделанной в 1986 г. и равной $1.6 \cdot 10^{12}$ г/год [3].

Таблица 1

Результаты полевых измерений

Глубина z отбора пробы подземного воздуха, м	0.3	0.4	0.6
Концентрация водорода в пробе с (H ₂), ppm	40	60	160
Вертикальный градиент концентрации - $\Delta c/\Delta z$, ppm/м	133	200	500

Литература

1. Яковлева В.С. Методы измерения плотности потока радона и торона с поверхности пористых материалов: монография. Томский политехнический университет. Томск. Изд-во ТПУ, 2011. 174 с.
2. Патент на полезную модель № 131487. МПК G01N. Бур для отбора проб подпочвенного воздуха. Опубл. 20.08.13, Бюл. № 22. Литовченко А.В., Игнатенко Г.К. и др.
3. Войтов Г.И. Химизм и масштабы современного потока природных газов в различных геоструктурных зонах Земли // Журнал Всесоюз. хим. общества. 1986. Т. 31. № 5. С. 533-539.

WOOD PELLETS - AS A KEY RESOURCE FOR THERMAL INDUSTRY

O. Shepel

National Aviation University, Kyiv, Ukraine

Nowadays ensuring environmental safety is a priority for the development of each country and for the world as a whole. Long-term use of natural resources by mankind, not only exhausted them, but

was the cause of global changes in the ecosystem. The leading role in this of wide-ranging process belongs to energy complex.

In this regard, important task is search efficient energy sources, which would minimize the negative impact on the environment.

To this goal, within the framework of modern requirements for ecological industrial production, has been expanded the list of nomenclature for the raw materials used. One of the renewable energy sources is a plant material, in particular wood.

On the forestry complex enterprises at all stages of the manufacturing process waste is generated, starting with the harvesting of timber to the final product. Modern environmental requirements are setting strict limits on the storage and processing of wood waste, and therefore the problem of their utilization is not less than actual.

At present, there is the technology of processing wood waste into fuel pellets. This process is called compression, but it is preceded by a number of important steps. At first, is the crushing of raw materials. Special crushers reduce the size of the prepared biomass for further drying. According to the technological regulations, raw material prior to compression must have a moisture content of 8-15%. It is believed that higher moisture content decreases pellet density consequently reduced their strength. According to the company of California Pellet Mill, for process pelletizing sawdust, optimal is temperature of the pellets from 88 to 102°C. This is because, it must be ensured melting of lignin, which occurs when 90°C, absent the formation of steam for tearing of pellets. In resulting of the thermal decomposition of high-molecular products of wood, they possess high activity and are capable, under certain conditions to form new connection of lignin-carbohydrate, as within an individual particle and between adjacent wood particles. Lignin has a role of chemically active component, which is essential for the formation of structural bonds. According to some scientists, in the process the pelleting sawdust softwood the performance is higher, than pelleting hardwood sawdust. Pellets have high heat-conducting ability, which is 4, 3-4, 5 kW/kg. Singling out a lot of heat, the granules are increasing the efficiency up to 95% that is worthy alternative to traditional kind of fuels.

Production of timber industry waste materials in the form of pressed pellets is promising for their use. In addition to preserving a

"neutral" balance NO_2 , the use of pellets as a fuel has several other advantages. Wood contains virtually no sulfur, unlike coal and a liquid fuel, what prevents the release of sulfur dioxide into the atmosphere, which is connecting there with the steam and is transformed into sulfuric acid. The combustion of the pellets, as compared with coal and peat is not formed slag and the resulting ash is a good fertilizer. Transportation of wood pellets is not threatened by accidents and environmental disasters as opposed to the transportation of liquid and gaseous fuels.

Single European standard for wood pellets does not exist yet, so here are the names of some existing national standards: Austria - ONORM M 7 135 Austrian Association pellets (briquettes and pellets), England- The British BioGen Code of Practice for biofuel (pellets), Germany - DIN 51731 (briquettes and pellets), USA- Standard Regulations & Standards for Pellets in the US: The PFI (pellet), Sweden - SS 187120 (pellets).

The size of pellets is generally kept to be about 10 mm diameter and 25 mm length in the form of a cylinder.

Pellet boilers are used today, mainly, in three areas: for heating and hot water supply; burners of injection type; burners of injection type for ceiling emitters. They have a high level of automation and provide of modes programming of operation, and also maintenance of the desired temperature.

Based on the foregoing, we can conclude the following: from point of view of efficiency and environmental performance of production processes wood pellets are a unique type of fuel.

СЕКЦИЯ 2. ПРОБЛЕМЫ УТИЛИЗАЦИИ ОТХОДОВ, ХРАНИЛИЩА РАДИОАКТИВНЫХ ОТХОДОВ

О ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ СИТУАЦИИ В ГОРНО-ПРОМЫШЛЕННЫХ РАЙОНАХ КЫРГЫЗСКОЙ РЕСПУБЛИКИ

Б.Р. Айдаралиев, Н.Дж. Садабаева

*Кыргызско-Российский Славянский Университет,
г. Бишкек, Кыргызстан*

Интенсивное техногенное воздействие на геоэкологическую среду горных территорий в процессе добычи и переработки минерального сырья стало одной из основных причин формирования не благополучных экологических ситуаций в некоторых районах нашей республики.

Одним из характерных регионов является горнопромышленная территория города Майлуу-Суу, горнопромышленный комплекс Майлуу-Суу, который на разных этапах своего функционирования создавал широкий спектр нагрузок и определялся типом полезного ископаемого или добываемого сырья, а также с формированием соответствующей инфраструктуры территории. В прошлые годы здесь добывались нефть, уголь, урановая руда, в связи с чем закономерности формирования и развитие геоэкологических процессов, вызванных техногенной нагрузкой на природную среду в Майлуу-Суу, обладают большой общностью и имеют региональные значение [1].

Эксплуатация Майлуу-Суйского уранового месторождения продолжалась 23 года с 1945 по 1967 гг., содержание урана в рудах изменялось в широких пределах, среднее содержание урана в балансовых рудах достигало до 12.5%. Минералы урана представлены на месторождении целым рядом соединений, всего более 15 разновидностей. В результате подземной обработки месторождения урана в долине реки Майлы-Суу и прилегающих саях было образовано 13 отвалов забалансовых

руд и 23 хвостохранилища, где концентрировались отходы гидromеталлургической переработки руды [2].

В настоящее время проблема с безопасным хранением отходов уранового производства в городе Майлуу-Суу остается острой, а геоэкологическая ситуация характеризуется следующими неблагоприятными факторами:

- близкое размещение объектов складирования радиоактивных отходов к жилой зоне в черте города;
- предрасположенность территории бассейна реки Майлы-Суу, особенно в ее среднем течении, к оползневым процессам;
- возможность загрязнения радионуклидами грунтовых вод.

Анализ проб воды указывает на то, что практически все слои грунтовых вод содержат повышенную концентрацию урана. В случае внезапного разрушения одного из крупных хвостохранилищ, заложенных вблизи поверхности водотоков бассейна р. Майлы-Суу создается угроза радиоактивного загрязнения окружающей среды и дополнительного радиоактивного воздействия на население г. Майлуу-Суу [3].

Основными задачами проведения последовательных работ являются: выявление устойчивости влияния радиационного фона в местах обитания людей и животных; определение площади, охватываемой загрязняющими веществами (в местах исследования); выявление действия радионуклидов и химических отходов на репродукцию и на биомассу населения; определение степени влияния радионуклидов на генофонд животных; выявление влияния загрязнений на экологию, генетику и морфо-физиологию животных; определение социально-экономического ущерба, наносимого радиоактивными и химическими загрязнениями территорий Кыргызстана.

Литература

1. Ибатулин Х.В. Мониторинг оползней Кыргызстана. Бишкек-2011, 145 с.
2. Малый атлас прогнозирования ЧС на территории Кыргызской Республики / А.М. Айтиалиев, А.В. Мелешко, Ш.Э. Усупаев и др. при

участии Б.Д. Молдобекова, А.К. Сарногоева, С.А. Ерохина / Бишкек, 2003. 51 с.

3. Торгоев И.А., Алешин Ю.Г. Геоэкология и отходы. Бишкек-2009, 240 с.

ТЕХНОЛОГИИ ОСТЕКЛЫВАНИЯ РАДИОАКТИВНЫХ ОТХОДОВ

М.О. Баринков, Ю.А. Кирсанова

*Димитровградский инженерно-технологический институт –
филиал Национального исследовательского ядерного
университета «МИФИ», г. Димитровград, Россия*

Остекловывание часто рассматривается при обращении с различными видами отходов в качестве процесса перевода жидких радиоактивных отходов в твёрдую стекловидную матрицу. Остекловывание, в принципе, привлекательно из-за потенциальной устойчивости полученного продукта и гибкости процесса в отношении его использования для различных видов отходов [1]. Эта особенность определила особую роль остекловывания в качестве метода отверждения радиоактивных отходов в различных странах. Остекловывание может производиться «на месте» нахождения отходов (ISV – in situ vitrification) или за пределами территории, где находятся отходы (ESV– ex situ vitrification) [2]. Как ISV, так и ESV имеют свои достоинства и недостатки. Преимуществом метода ISV является то, что в этом случае отсутствуют вопросы, связанные с транспортировкой отходов на завод. После остекловывания «на месте» продукт переработки остается под землей на площадке, что ограничивает ответственность за безопасность территорией площадки первоначального местонахождения отходов. Метод ESV требует извлечения отходов и их транспортировки, что увеличивает число процедур обращения с отходами до остекловывания, но позволяет использовать для остекловывания более разнообразные технологии. Стекло представляет собой твердый, аморфный (некристаллический) материал с относительно низкой пористостью. Оно обра-

зуется такими компонентами, как окислы кремния, бора, алюминия, щелочных и щелочноземельных металлов. К важным видам стекол также относятся фосфатные, сульфидные и оксинитридные стекла, хотя для иммобилизации отходов используются в основном боросиликатные, натрийсиликатные и алюмосиликатные стекла. Остекловывание, как правило, является термическим процессом. Как «стабилизационный» процесс, остекловывание может иммобилизовать неорганические отходы, включая их в структуру стекла или капсулируя их внутри стекла. Органические отходы в процессе остекловывания также подвергаются термическому разложению. Остекловывание имеет четыре важных преимущества по сравнению с другими технологиями обращения с отходами. Первым преимуществом является стабильность (прочность) иммобилизации отходов в стекле. Существенно, что стекло исключительно устойчиво к выщелачиванию. Второе преимущество связано с возможностями иммобилизации в стекле самых различных материалов, причем внедрение в структуру стекла иммобилизуемых материалов может производиться без нарушения его качества. Третьим преимуществом является то, что остекловывание применимо как для неорганических, так и для органических материалов. Четвертым преимуществом является то, что при остекловывании может уменьшаться объем отходов.

Литература

1. Охрана окружающей среды при обезвреживании радиоактивных отходов / И.А. Соболев, И.П. Коренков, Л.М. Хомчик, Л.М. Проказова. М.: Энергоатомиздат, 1989. 168 с.
2. Милютин В. В., Гелис В. М. Современные методы очистки жидких радиоактивных отходов и радиоактивно-загрязнённых природных вод. М., 2011. 227 с.

УТИЛИЗАЦИЯ ОРГАНИЧЕСКИХ ОТХОДОВ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА С ПОЛУЧЕНИЕМ СУПРЕССИВНЫХ КОМПОСТОВ

Д.М. Глазунова, П.А. Курынцева, П.Ю. Галицкая

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

В сельскохозяйственном секторе образуется большое количество органических отходов, пригодных для дальнейшей переработки. Одним из широко используемых биологических методов переработки отходов является – компостирование. Компост – это удобрения, получаемые в результате разложения органических веществ под влиянием деятельности микроорганизмов [1]. Компост, как конечный продукт аэробной трансформации органического вещества, содержит наиболее стабильные органические соединения, продукты распада, биомассу мертвых микроорганизмов, некоторое количество живых микробов и продукты химического взаимодействия этих компонентов [2]. Микроорганизмы компоста определяют его супрессивные свойства. Супрессивность – это свойство компостов подавлять фитопатогены и другие вредные организмы, обусловленное совокупным действием его биологических, физико-химических и агрохимических характеристик [3]. Рост населения планеты, увеличивающиеся потребности в продовольствии и деградация почв приводит к необходимости увеличения урожайности. При этом важным направлением являются «зеленые» технологии. Пример таких технологий - использование супрессивных компостов, способных подавлять заболевания растений, увеличивать почвенное плодородие и улучшать структуру почв и решать проблему утилизации органических отходов, так как супрессивные компосты можно получать из разного сырья, в т.ч. из органических отходов.

Цель данной работы – оценка возможности получения супрессивных компостов из отходов сельского хозяйства.

В качестве основного отхода смеси был использован навоз крупного рогатого скота (КРС), свежий свиной навоз (ССН) и куриный помет (КП), в качестве структурирующего агента использовали отходы зерна (З). Далее были составлены 6 смесей органических сельскохозяйственных отходов: З+КРС, З+КРС+КП, З+КРС+КП, З+КРС+ССН, З+ССН, З+КП+ССН, З+КП. Данные виды отходов образуются в большом количестве, поэтому их использование в составе удобрения можно считать эффективной утилизацией.

Соотношение отходов в смеси определялось оптимальной влажностью компостной смеси (40-50%) и оптимальным соотношением С: N (20-30). В качестве характеристик процесса компостирования оценивали: изменение температуры, респираторной активности, содержания растворимого углерода, удобри-тельные свойства компостов, супрессивные свойства компостной смеси.

В процессе компостирования установлены схожие тенденции снижения температуры (с 60-55°C до 35-27°C), содержания растворимого углерода (с 63-13 мг/кг до 15-3 мг/кг), респираторной активности (с 250-130 мгСО₂-С/кг*сут до 100-50 мгСО₂-С/кг*сут) для всех компостных образцов. Индекс прорастания (показатель удобрительных свойств компостов) увеличивался с 0-60% до 95-180% во всех вариантах. Уровни параметров позволяют отнести полученные компосты к зрелым и стабильным. Супрессивность полученных компостов увеличивалась (с 0-30% до 45-83%) по мере созревания и стабилизации компостов и различалась для всех вариантов, что, вероятно, связано с различиями в структуре их микробных сообществ.

Литература

1. Комлев Н.Г. Словарь иностранных языков. Москва: Эксмо-Пресс, 1999. 672 с.
2. Гудилин И.И. Биотехнология переработки органических отходов и экология / Гудилин И.И., Кондратов А.Ф., Чичин А.А. и др. Новосибирск: Кн. изд-во, 1999. 391 с.
3. Соколов М.С. Здоровая почва как атрибут реализации ее экологических и продукционных функций // Информационный бюллетень/ Соколов М.С., Дородных Ю.Л., Марченко А.И. ВПРС МОББ. Киев, 2009. № 39. 190–195 с.

СОПОСТАВИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ГОСУДАРСТВ В СФЕРЕ УТИЛИЗАЦИИ ТКО

К.С. Гурова, Н.П. Полякова

*Брянский государственный технический университет,
г. Брянск, Россия*

В последнее десятилетие плачевное состояние окружающей среды стало остро ощущаться человеком, вследствие чего, каждое государство задумалось о решении данного вопроса.

В столице Китая работает примерно 175 тыс. сборщиков мусора. Также существуют целые поселения, живущие на свалках и занимающиеся сортировкой твердых коммунальных отходов (ТКО). Эксперты выявили, что эти работники обрабатывают 40% всех коммунальных отходов страны. Однако сортировщики не в силах распределить весь мусор. Для решения этой проблемы китайское правительство приобщает граждан к самостоятельной сортировке отходов.

Также власти страны разработали систему выплат за утилизацию пластиковой тары. Она предполагает, что за одну штуку человек получает от 0,2 юаня до 0,6 юаня. Накопив около двадцати использованных бутылок и опустив их в автомат в метро, вам выдадут бесплатный билет.

Немецкая система утилизации коммунальных отходов является одной из самых регламентированных. Она основана на отношении граждан к экологической ситуации в стране. Детям с рождения прививают определенный «ритуал» выбрасывания мусора. Благодаря этому, за прошедшее десятилетие люди поняли, что данная система сортировки и утилизации ТКО имеет не только экологическую пользу, но и может повлиять на развитие энергетической промышленности в стране. С тех пор, как правительство Германии запретило вывозить и складировать отходы на свалках, произошел значительный скачок в данной области. Появилась необходимость в утилизации большого количества вторично не обработанного мусора, вследствие чего начали широко развиваться комплексы, основанные на произ-

водстве электро- и теплоэнергии, образующейся при сжигании твердых отходов.

Другой отличительной чертой Германии является наличие хозяйственных дворов в каждом микрорайоне, куда граждане свозят бытовые приборы и мебель, от которых они хотели бы избавиться, но не могли выбросить в контейнеры. На данный момент в стране функционирует свыше ста объектов, рассчитанных на переработку около 18 млн.т отходов.

Сущность проблемы утилизации ТКО в РФ заключается не в ежегодно повышающемся количестве мусора, а в большей мере в неумении государства рационально распоряжаться этими отходами. В связи с этим Россия не имеет предприятий, направленных на осуществление полного цикла переработки коммунальных отходов. Существующие отечественные мусорообрабатывающие заводы все еще покупают только промышленные прессы и не стремятся к развитию данной области. Следовательно, можно определить, что Россия теряет значительную часть выручки от продажи повторно обработанного мусора, на которую, по большей части, нацелены зарубежные инвесторы.

Именно это и является главным отличием отечественного цикла мусоропереработки от зарубежного. Европейский союз установил высокие требования к размещению твердых коммунальных отходов на свалках, чем сделал этот вид утилизации наиболее дорогим и крайне невыгодным, в то время как обработка данного мусора является довольно крупным доходным бизнесом.

Однако в Российской Федерации все происходит абсолютно наоборот: наиболее выгодным оказывается складирование ТКО на полигонах либо его сжигание. Наша страна одна из немногих в мире, где в сфере утилизации мусора практически не используется такой правительственный метод, как программно-целевое планирование. Контроль на государственном уровне осуществляется слабо, отсутствует реальная информация о темпах изменения количества отходов, а также не проводится политика в сфере ресурсосбережения. Несмотря на то, что экономически развитые государства разработали большое количество методов утилизации отходов, индустриальные страны все еще не могут позволить себе их реализацию.

ПЕРСПЕКТИВЫ КОСМИЧЕСКОГО ЗАХОРОНЕНИЯ РАДИОАКТИВНЫХ ОТХОДОВ

Э.М. Дзугоева, Д.С. Кузенкова

*Обнинский институт атомной энергетики,
НИЯУ МИФИ, г. Обнинск, Россия*

В настоящее время вопросу захоронения радиоактивных отходов (РАО) уделяется много внимания. С развитием ядерной энергетики, внедрением ядерно-физических методов во все области науки количество РАО постоянно растет. Содержание долгоживущих осколков деления и продуктов трансурановых радиационных цепочек, являющихся наиболее опасными, составляет несколько процентов от общей массы продуктов деления. Их утилизация является сложной проблемой, поскольку существование и накопление РАО в биосфере несет в себе потенциальную угрозу для будущих поколений [1].

Автором идеи удаления РАО в космическое пространство является П.Л. Капица: «Единственное практическое значение, которое я вижу в космических ракетах, состоит в использовании их для удаления отходов атомных реакторов. Транспортировка отходов в космическое пространство будет совершенно безопасной для человечества. Избавление от РАО таким путем является очень практичным решением данной проблемы» [2]. Космической изоляции следует подвергать особо опасные радионуклиды с периодом полураспада более миллиона лет, для которых не подходят традиционные способы захоронения и переработки. За годы исследований предложены следующие варианты изоляции РАО в космосе:

- транспортировка на одну из планет Солнечной системы;
- изоляция на орбитах планет Солнечной системы;
- распыление РАО за пределы Солнечной системы;
- прямая транспортировка на Солнце;
- отправка на гелиоцентрическую орбиту.

Последний вариант является наиболее перспективным, как с точки зрения экологической безопасности, так и позиции необходимых затрат.

Наиболее подходящим способом транспортировки РАО является перспективный энергодвигательный блок. Важной особенностью, которую необходимо учесть при проектировании такого аппарата, является то, что РАО – это источник первичной тепловой энергии [1]. Благодаря этому факту можно существенно снизить массу космического аппарата.

Основным аспектом в решении задачи космического захоронения РАО является исключение возможности контакта удаляемых радионуклидов с биосферой Земли. В случае аварийного исхода с ракетой-носителем, разгонным блоком и возможным возвращением через некоторое ограниченное время баллистической капсулы в атмосферу Земли капсула снабжается комплексом радиотехнических средств, позволяющих надежно измерять параметры ее траектории и прогнозировать достаточно точно район ее приземления или приводнения. Набор различных средств пеленгации и фиксации приземлившейся или приводнившейся баллистической капсулы дает возможность оперативно определить и найти ее на местности. После обнаружения капсула возвращается на место старта для подготовки к следующему запуску.

Подводя итог данному исследованию, следует отметить, что идея космического захоронения РАО имеет право на существование. На данный момент разработаны методы фракционирования необходимых нуклидов и технология подготовки их к космической изоляции. Разработаны чертежи космических аппаратов и капсул-хранилищ. Существуют проекты по созданию специального международного космодрома на территории экватора. Самой сложной является задача - убедить общественное мнение в необходимости и перспективности метода космической изоляции.

Литература

1. Онуфриев А.В., Дмитриев С.Н., Онуфриев В.В. Об особенностях проектирования технического облика космического аппарата для транспортировки радиоактивных отходов // Известия высших учебных заведений. Машиностроение. 2014. №. 5 (650). С. 62-71.
2. Миненко В.Е. Исследование принципов и экологических аспектов создания системы удаления радиоактивных отходов в космос //

НАРУШЕНИЕ СТАБИЛЬНОСТИ ОСТЕКЛОВАННЫХ ОТХОДОВ

Ю.А. Курсанова

Димитровградский инженерно-технологический институт – филиал Национального исследовательского ядерного университета «МИФИ», г. Димитровград, Россия

Технология остекловывания в настоящее время является наиболее безопасным и практичным способом длительного хранения радиоактивных отходов (РАО). В отношении остеклованных материалов обычно используют термин «инертные», характеризуя их взаимодействие с окружающей средой. Однако все остеклованные материалы подвергаются воздействию и разрушению. К таким взаимодействиям относятся, прежде всего, «растворение матрицы» и «взаимная диффузия». Растворение матрицы определяется щелочным взаимодействием. Оно начинается гидрированием силикатной решетки и может приводить к растворению остеклованного материала. Силикат натрия растворим в воде, а т.к. силикатная структура подверглась деструкции и растворена, то вслед за этим разрушению подвергаются и включенные в решетку иммобилизованные материалы [1]. Скорость щелочной коррозии постоянна, а количество разрушенного материала линейно растет со временем. Однако скорость процесса может изменяться, если растворимые материалы насыщают раствор или нерастворимые продукты реакции накапливаются на поверхности, блокируя реакцию. Взаимная диффузия – это кислотная коррозия остеклованного материала. Она является ионно-обменным процессом, который преимущественно экстрагирует элементы, являющиеся модификаторами структуры, оставляя силикатную структуру практически неизменной. В общем виде взаимная диффузия включает обмен

ионов водорода в растворе на элементы, связанные ионным образом со стеклообразующей решеткой. Вода разрушает остеклованные материалы, но существенно слабее, чем щелочь или кислоты [2]. С водой может быть связан как щелочной, так и кислотный механизм разрушения из-за содержания в ней ионов водорода и ионов гидроксила. Однако в статических условиях водная коррозия быстро переходит в щелочную коррозию, так как щелочные элементы, присутствующие в стекле, экстрагируются водой и затем участвуют в реакции. Также к коррозии могут приводить растворы солей, растворы органических соединений, фосфаты и ацетаты щелочей. Особо опасна плавиковая кислота, поскольку она может растворять силикатную основу, образуя растворимый фтористый кремний.

Литература

1. Маркитанова Л.И. Проблемы обезвреживания радиоактивных отходов // Научный журнал НИУ ИТМО. Серия «Экономика и экологический менеджмент». 2015. № 1. С. 140-146.
2. Блике Х. Атомная энергия и окружающая среда // Бюл. ЦОИ по АЭ. 1994. N1. С. 43-47.

ПЕРЕРАБОТКА ОТХОДОВ РЫБНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ С ВОЗМОЖНОСТЬЮ ПОЛУЧЕНИЯ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ

В.Н. Куркотило, Ж.В. Васильева

*Мурманский государственный технический университет,
г. Мурманск, Россия*

Наряду с развитием пищевой индустрии в целом и рыбоперерабатывающей отрасли в частности происходит значительный рост отходов переработки органического сырья. Особенно остро стоит вопрос образования отходов переработки рыбы. Как известно, при переработке гидробионтов количество отходов может составлять до 60% массы сырья, что формирует значительные риски для окружающей среды при размещении, хранении, утилизации.

В то же время, рыбные отходы являются значимым источником незаменимых компонентов питания, свойственных составу морских гидробионтов. Одним из перспективных направлений переработки рыбных отходов является получение биологически активных добавок (БАД) на основе рыбного жира. Известно, что рыбный жир является ценным источником несинтезируемых в организме $\omega 3$ полиненасыщенных жирных кислот ($\omega 3$ ПНЖК), которые нормализуют жировой обмен, способствуют выведению из организма избытка холестерина, являются жизненно необходимыми для функций мозга и глаз, обладают высокой противовоспалительной активностью и иммуностимулирующими свойствами.

Задача исследования состояла в разработке, сравнительном анализе, выборе и адаптации существующих технологий в области переработки рыбных отходов для получения БАД на основе рыбного жира.

В качестве сырья для проведения исследований использованы отходы переработки промысловых рыб Мурманского региона. В работе использованы современные методы физико-химических и органолептических исследований с применением математической обработки результатов экспериментов. Определение оптимальных технологических параметров получения БАД осуществляли путем моделирования процесса методом математического планирования эксперимента с применением ортогонального центрального композиционного плана (ОЦКП) второго порядка для двух факторов. Полученный БАД подвергался исследованиям по показателям безопасности и органолептической оценке в соответствии с требованиями СанПин 2.3.2.1078-01 и Техническим регламентом Таможенного союза о безопасности пищевой продукции.

В результате проделанной работы найдены оптимальные условия проведения процессов извлечения биологически активных веществ рыбного сырья с максимальным сохранением $\omega 3$ ПНЖК и качественных показателей полученных образцов в соответствии с вышеуказанными требованиями. Обоснованы принципиальные технологические решения по изготовлению БАД на основе рыбного жира из отходов переработки гидробионтов.

Внедрение разрабатываемой технологии, позволило бы значительно снизить уровень антропогенной нагрузки на окружающую среду, сократить количество вовлекаемых в эксплуатацию биоресурсов, решить актуальные задачи региона в части обеспечения населения социально-значимыми БАД широкого спектра действия.

МОДЕЛИРОВАНИЕ МИГРАЦИИ В ПОЧВЕ ТЕХНОГЕННОГО SR-90 В ЗОНЕ ВЛИЯНИЯ РЕГИОНАЛЬНОГО ХРАНИЛИЩА РАДИОАКТИВНЫХ ОТХОДОВ

Г.В. Лаврентьева^{1,2}, О.А. Мирзеабасов², Б.И. Сынзыныс²

¹ – КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, г. Калуга, Россия

*² – Обнинский институт атомной энергетики,
НИЯУ МИФИ, г. Обнинск, Россия*

Широко распространенным способом хранения радиоактивных отходов (РАО) является их размещение в приповерхностных хранилищах, которые вводились в эксплуатацию в 1950–1980-х гг., а к настоящему времени уже не удовлетворяют действующим нормативным требованиям к долговременному хранению РАО. Исходя из прогнозов их состояния, можно ожидать нарушения герметичности и выход в окружающую среду радионуклидов. Подобная ситуация сложилась при эксплуатации регионального хранилища РАО на севере Калужской обл. В результате разгерметизации одной из емкостей хранилища была загрязнена сопредельная с объектом территория, радиоэкологическая обстановка на изучаемой территории обусловлена Sr-90.

Известно, что в естественных условиях на миграцию радионуклидов в почве оказывает влияние совокупность процессов, таких как конвективный перенос, диффузия, лессиваж, перенос радионуклидов корневыми системами растений и роющая деятельность животных. При этом одним из наиболее приоритетных направлений для обобщения и обоснования результатов

исследований по миграции радионуклидов является математическое моделирование.

Целью работы является определение параметров миграции Sr-90 в почве методом моделирования с учетом экспериментальных данных о заглаблении радионуклида.

Для определения активности Sr-90 в почве пробы были отобраны с помощью специализированного пробоотборника с набором ручных почвенных буров Эдельмана. Пробоотбор осуществлялся послойно с шагом 5 см до глубины 50 см и 10 см на глубину до 2-3 м.

Для определения параметров диффузионного переноса радионуклидов в почве применяется квазидиффузионная модель с учетом однократного поступления радионуклида:

$$q(t) = \frac{Qe^{-\lambda t}}{\sqrt{\pi Dt}} \exp\left(-\frac{x^2}{4Dt}\right),$$

где Q – плотность поверхностного загрязнения, Бк/м², q – объемная концентрация радионуклида, Бк/м³; t – время, с; D – коэффициент диффузии, м²/с; λ – постоянная распада радионуклида, 1/с. Квазидиффузионная модель имеет два свободных параметра D и Q .

Для описания конвективного переноса применяют конвективно-диффузионную модель:

$$q(t) = Qe^{-\lambda t} \left[\frac{\exp\left(-\frac{(x-wt)^2}{4Dt}\right)}{\sqrt{\pi Dt}} - \frac{w}{2D} e^{-\frac{wx}{D}} \exp\left(\frac{x}{2\sqrt{Dt}} + \frac{w}{2}\sqrt{\frac{t}{D}}\right) \right],$$

где q – объемная концентрация радионуклида, Бк/м³; t – время, с; x – глубина, м; D – коэффициент диффузии, м²/с; w – скорость конвективного переноса, м/с; λ – постоянная распада, 1/с Q – начальная плотность выпадений, Бк/м². Конвективно-диффузионная модель имеет три свободных параметра – Q , D и w . Подбор параметров для моделей проводили с помощью обобщенного метода наименьших квадратов.

Аналитические модели, подобранные для анализа заглабления радионуклида в почве изучаемой территории достоверны с доверительной вероятностью не менее 96%.

Анализ параметров рассмотренных моделей позволяет заключить, что миграция радионуклида в почве изучаемой территории происходит в результате процессов как диффузионного, так и конвективного переноса. При этом средняя скорость конвективного переноса ^{90}Sr в среднем равна 2 см/год, а коэффициент диффузии ^{90}Sr – 10^{-5} – 10^{-1} м²/год.

НЕКОТОРЫЕ ВОПРОСЫ РИСКОВ, СВЯЗАННЫЕ С РАДИОАКТИВНЫМИ ХВОСТОХРАНИЛИЩАМИ В КЫРГЫЗСКОЙ РЕСПУБЛИКЕ

Б. С. Ордобаев, Ш.С. Абдыкеева, Д.Н. Мусуралиева

*Кыргызско-Российский Славянский Университет,
г. Бишкек, Кыргызстан*

Урановое месторождение Майлуу-Суу эксплуатировалось с 1946 по 1967 г., и за этот период на Западном горно-химическом комбинате в поселке было произведено около 10000 т U_3O_8 . В результате образовались отходы добычи и переработки руд, складированные в 23-х хвостохранилищах и 13 отвалах обедненных руд на территории бывшего предприятия, некоторые из них находятся в городской черте.

Большая часть хвостохранилищ расположена вдоль реки Майлуу-Суу и ее притока Айлямп-Сай. После закрытия производства в 1966-1967 гг. отвалы породы были складированы в соответствии с советскими стандартами. Основной особенностью объекта Майлуу-Суу является потенциальная опасность проявления геотехнической нестабильности склонов в районе их расположения, которая может привести к сходу оползня, подтоплению или разрушению хвостохранилища, соответственно реализации значительных не радиологических рисков (гидрологических, инженерных, экологических).

Потенциальную опасность смыва представляют хвостохранилища в долине р. Айлямп-Сай. Предполагается, что в будущем все остатки хвостового материала, которые расположены в долине р. Майлуу-Суу, целесообразно перенести в безопасное

место и уложить в распадок горного ландшафта в границах хвостохранилища № 15.

В поселке требуется реконструкция системы водоснабжения, а также очистка территорий бывших урановых производств, тампонаж устьев бывших урановых шахт. Загрязнение дренажных вод характеризуется не только высоким содержанием урана, но и мышьяка и других токсических металлов.

Более 7 лет не выполняются программы мониторинга загрязнения подземных вод в поселке, прекращены наблюдения за стоком реки и метеорологическими характеристиками, остановлены программы геотехнического контроля.

В целях минимизации рисков, связанных с урановыми отходами, в последние годы активно развивались программы международного сотрудничества по линиям Всемирного Банка, МАГАТЭ, ПРООН, МНТЦ, ОБСЕ, ТАСИС [2].

В рамках Проекта восстановлены и реконструированы гидротехнические защитные сооружения 6 хвостохранилищ. Укрупнены объекты путем переноса 2 горных отвалов и 2 хвостохранилищ и тело других, что позволило уменьшить количество очагов загрязнения. В результате высвобождаются дополнительные чистые территории для земледелия, тем самым будут получены социально-экономические выгоды и начнет улучшаться экологическая обстановка в регионе.

В национальных структурах на основе передового международного опыта предусмотрено укрепление потенциалов и усовершенствование законодательной базы, стало возможным внедрение новых нормативов правового и технического регулирования в области радиационной безопасности.

На территории г. Майлуу-Суу все еще сохраняется экологическая нестабильность, остается много хвостохранилищ, горных отвалов, требующих принятия безотлагательных мер [1].

Литература

1. Торгоев И.А., Алёшин Ю.Г. Геоэкология и отходы горнопромышленного комплекса Кыргызстана. Бишкек: Илим. 2009. 240 с.
2. Айдаралиев Б.Р., Тойчубеков Е.А., Ордобаев Б.С., Садабаева Н.Дж. Радиационная безопасность населения и территорий Кыргызской Республики // Бишкек: Изд-во КРСУ, 2016. С. 110-122.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕР ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ РАДИОАКТИВНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

Б.С. Ордобаев, Д.Н. Мусуралиева, Ш.С. Абдыкеева

*Кыргызско-Российский Славянский Университет,
г. Бишкек, Кыргызстан*

В Кыргызской Республике имеется 92 объектов с токсичными и радиоактивными отходами, 33 хвостохранилища, 28 из них содержат радиоактивные отходы уранового производства, 5 - отходы производства цветных металлов, 25 горных отвалов с общим объемом более 307,12 млн. м³, суммарная активность более 100 000 Кюри.

Хвостохранилища были закрыты в 1966-1973 гг. Все объекты были размещены в пределах населенных пунктов, в бассейнах трансграничных рек, кроме хвостохранилища в п. Каджи-Сай.

При проектировании и заложении хвостохранилищ не были учтены долгосрочные мероприятия по защите от действия природных процессов, изменения климата. В связи с этим нарастают угрозы разрушения хвостохранилищ и горных отвалов [2].

В рамках международных проектов и грантов проводятся работы разных направлений:

1. по реабилитации, рекультивации, переносу хвостохранилищ радиоактивных отходов;
2. проекты, направленные на улучшение социальной сферы;
3. по оценке риска облучения населения, проживающих вблизи бывших урановых производств;
4. по усилению потенциала уполномоченных государственных органов в области обеспечения радиационной безопасности (поставка оборудования для радиологических лабораторий обучение специалистов).

Применяются следующие инструментальные методы исследования:

- дозиметрические измерения мощности экспозиционной дозы гамма-излучения на территории населенных пунктов, хвостохранилищах радиоактивных отходов, горных отвалов, в жилых и общественных зданиях;

- радиометрические исследования на содержания ЕРН в строительных материалах;
- определение суммарной альфа-и-бета активности в воде, идентификация радионуклидного состава;
- радонометрия воздуха в жилых и общественных зданиях;
- радиационный контроль продовольственных продуктов;
- радиационный контроль ввозимой и вывозимой продукции, товаров.

Меры повышения эффективности реализации политики по обеспечению радиационной безопасности заключается в модернизации системы обеспечения радиационной безопасности, которая включает следующее:

- совершенствование системы мониторинга, надзора (контроля), управления отходами, ремедиации и обслуживания объектов бывшего горнорудного производства;
- совершенствование методов проведения оценки воздействия на окружающую среду;
- повышение квалификации персонала, обустройство и материально-техническое оснащение задействованных служб;
- модернизация существующей системы стандартизации, лабораторной и метрологической базы;
- реализация комплекса мер по социально-экономическому развитию населенных пунктов, расположенных вблизи имеющих или реабилитированных хвостохранилищ;
- внедрение автоматизированной информационной системы взаимодействия между задействованными службами [1].

Литература

1. Торгоев И.А., Алёшин Ю.Г. Геоэкология и отходы горнопромышленного комплекса Кыргызстана. Бишкек: Илим. 2009. 240 с.
2. Айдаралиев Б.Р., Тойчубеков Е.А., Ордобаев Б.С., Садабаева Н.Дж. Радиационная безопасность населения и территорий Кыргызской Республики // Бишкек: Изд-во КРСУ, 2016. С. 104-137.

ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ПОЛИГОНОВ ТВЕРДЫХ КОММУНАЛЬНЫХ ОТХОДОВ МИНСКОЙ ОБЛАСТИ

К.С. Павленко, Н.А. Лысухо

*Международный государственный экологический
институт им. А.Д. Сахарова, БГУ, г. Минск, Белоруссия*

Полигоны твердых коммунальных отходов (ТКО) являются объектами повышенной опасности, т.к. сконцентрированные на них разнородные по составу, классам опасности вещества, контактируя с компонентами природной среды, друг с другом, претерпевают сложные изменения. В результате образуются разнообразные соединения, в том числе токсичные, которые, мигрируя в окружающую среду, усваиваются растениями и, поступая в пищевые цепи, переходят в пищу животных и человека.

Собственный опыт экологических обследований полигонов ТКО, данные литературных источников [1-3] свидетельствуют о большом разнообразии мест размещения объектов (климатические, инженерно-геологические, гидрологические и др. условия). По этой причине воздействие полигонов на окружающую среду будет разным, так же, как и степени экологического риска от данных объектов. Для оценки экологического риска от полигонов ТКО необходимо иметь подробную информацию об условиях их размещения, обустройства и эксплуатации.

Нами собрана, систематизирована и проанализирована информация о полигонах ТКО Минской области. Источники информации – отчеты о НИР по результатам собственных обследований, экологические паспорта полигонов, данные реестра объектов по захоронению отходов, данные ведомственной статистики Миннжилкоммунхоза.

Анализ показал, что в настоящее время на территории Минской области функционируют 38 полигонов ТКО, которые занимают площадь около 250 га, из них более 65% занято отходами. Ежегодно полигоны принимают более 2 млн. т отходов, в том числе отходы производства. На некоторых полигонах доля отходов производства (3 и 4 классов опасности и инертных) в общем объеме отходов достигает 55-60%.

По возрастному составу объекты распределяются следующим образом (% от общего количества): до 10 лет – 7,8%; 11-20 лет – 23,5%; 21-30 лет – 39,5%; 31-4 лет – 10,6%; 41-50 лет – 5,4%; более 50 лет – 13,2%. Резерв вместимости исчерпали около 80% действующих объектов.

Если рассматривать гидрогеологические условия площадок размещения полигонов, то можно отметить, что более 35% из них не соответствуют нормативным требованиям. Это в основном полигоны возрастом более 30 лет, которые создавались без проектной документации.

Изучение оснащенности полигонов ТКО природоохранными сооружениями показало, что на 10 (26,3% от общего количества) из них какие-либо природоохранные сооружения отсутствуют. Противопрофильтрационными экранами оснащены 20 полигонов (52,6%), причем на 50% из них – пленочные экраны, на 50% – глиняные. Из других природоохранных сооружений имеется обваловка – на 16 объектах (42%), обводная канава – на 8 объектах (21%).

Контрольными скважинами для оценки качества подземных вод в зонах воздействия полигонов оборудованы практически все объекты, однако не все скважины расположены по потоку грунтовых вод и анализы проб из них не отражают реальную картину загрязнения.

Обобщая результаты нашего анализа, можно сделать вывод, что свыше 50% полигонов ТКО характеризуются высоким риском загрязнения окружающей среды. На следующем этапе исследований нами будет проведена количественная оценка экологического риска.

Литература

1. Лысухо Н.А., Ерошина Д.М. Отходы производства и потребления и их влияние на природную среду. Минск: МГЭУ им. А.Д.Сахарова, 2011. 210 с.

2. Ерошина Д.М., Ходин В.в., Зубрицкий В.С., Демидов А.Л. Экологические аспекты захоронения твердых коммунальных отходов. Минск: БелНИЦ «Экология», 2010. 152 с.

3. Минько О.И. Экологические и геохимические характеристики свалок твердых бытовых отходов / О.И. Минько, А.Б. Лифшиц // Экологическая химия. 1992. № 2. С. 37–47.

ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ СТОИМОСТИ ЗАХОРОНЕНИЯ РАО ПРИ ВЫВОДЕ ИЗ ЭКСПЛУАТАЦИИ РЕАКТОРА НА БЫСТРЫХ НЕЙТРОНАХ

А.А. Рыбин, О.А. Момот

*Обнинский институт атомной энергетики,
НИЯУ МИФИ, г. Обнинск, Россия*

При выводе из эксплуатации реакторной установки потребуются утилизация и захоронение образовавшихся в течение эксплуатации радиоактивных отходов (РАО), а также РАО, образовавшихся при ликвидации энергоблока. Цель работы: оценить стоимость захоронения РАО при выводе из эксплуатации реакторов на быстрых нейтронах.

Для оценки стоимости захоронения отходов первоначально были определены объемы и классы отходов. На основе установленных тарифов на захоронение РАО была рассчитана стоимость захоронения каждого класса в отдельности и итоговая стоимость захоронения всех объемов РАО.

Оценка стоимости захоронения РАО проводилась на примере быстрых реакторов типа БН-800 и БН-1200. Данные по итоговым объемам РАО, образующихся во время эксплуатации и вывода из эксплуатации, для рассматриваемых энергоблоков представлены в табл. 1 [1, 2].

Необходимо отметить, что для дальнейших расчетов низкоактивные отходы (НАО) были отнесены к четвертому классу РАО, среднеактивные (САО) – к третьему классу, а высокоактивные (ВАО) – ко второму классу РАО. С учетом классов РАО проводилась оценка стоимости захоронения в соответствии с приказом Минприроды России от 13.03.2013 № 89 «О первоначальном установлении тарифов на захоронение радиоактивных отходов» [3]. На 2017 г. тариф на захоронение отходов 4-го класса составляет 39 358,92 руб./м³, 3-го класса – 139 182,51 руб./м³ и 2-го класса 593 974,63 руб./ м³.

Стоимость захоронения РАО для реактора БН-800 составит: НАО – 1526 млн. руб., САО – 2816 млн. руб., ВАО –

5659 млн. руб. В свою очередь, стоимость захоронения РАО реактора БН-1200 с учетом объемов выше и составит для НАО 2010 млн. руб., САО – 3460 млн. руб., ВАО – 6749 млн. руб.

Таким образом, стоимость захоронения всех радиоактивных отходов оценивается для БН-800 10 млрд. руб., а для БН-1200 – 12,2 млрд. руб.

Стоит заметить, что доля твердых радиоактивных отходов (ТРО) в итоговых объемах РАО очень высока, и доля ВАО в ТРО зависит от принятой концепции вывода из эксплуатации – полный или отложенный демонтаж. Данные цифры стоимости захоронения характерны для немедленной ликвидации реакторной установки, при отложенном демонтаже доля ВАО и стоимость захоронения отходов будут снижаться.

Таблица 1

Оценочные объемы РАО при ликвидации энергоблоков с быстрыми реакторами

Тип реактора	Объем, м ³			
	НАО	САО	ВАО	Всего
БН-800	38 765	20 234	9 527	68 526
БН-1200	51 075	24 860	11 362	87 292

Литература

1. Rybin A.A., Momot O.A. Radioactive waste from decommissioning of fast reactors (through the example of BN-800) // Journal of Physics: Conf. Series. 2017. V. 781. 012013, doi:10.1088/1742-6596/781/1/012013.

2. Рыбин А.А. Момот О.А. Оценка объемов РАО при выводе из эксплуатации промышленных реакторов (на примере БН-1200 и ВВЭР-1200) // Будущее атомной энергетики. XII Международная научно-практическая конференция студентов, аспирантов и молодых специалистов: тезисы докладов (Обнинск: 23-25 ноября 2016). Обнинск: ИАТЭ НИЯУ МИФИ, 2017. С. 132-133.

3. Приказ Минприроды России от 13.03.2013 N 89 "О первоначальном установлении тарифов на захоронение радиоактивных отходов".

ПРОБЛЕМЫ ЗАХОРОНЕНИЯ ОТХОДОВ НА ПОЛИГОНАХ БЕЛАРУСИ

А.В. Щур, П.С. Орловский, А.А. Щур

Белорусско-Российский университет, г. Могилев, Белоруссия

В отношении проблемы, связанной с полигонами твердых коммунальных отходов (ТКО), основными факторами экологических рисков являются образующийся на полигонах фильтрат (жидкая фаза) и биогаз. С фильтратом загрязняющие вещества с большей или меньшей степенью вероятности могут попадать в подземные воды, почвы, грунты. Биогаз воздействует, в основном, на атмосферный воздух, а при возгорании отходов на полигоне – на все компоненты природной среды.

Захоронение отходов на полигонах ТКО требует отвода земель под их строительство, оказывает негативное воздействие на атмосферный воздух, загрязняет воду и почву, при этом происходит выделение углекислого газа (CO_2) и метана (CH_4) в атмосферный воздух, а также попадание химических веществ и пестицидов в почву и грунтовые воды. Свалочный газ, образующийся в процессе разложения отходов, взрывоопасен при его скоплении в ограниченном пространстве. Многие закрытые, неправильно сконструированные и эксплуатировавшиеся полигоны ТКО являются источником выброса токсичных веществ, которые инициируют рост числа таких заболеваний, как лейкемия, рак желчного пузыря, печени, простаты, груди. При захоронении химические вещества вступают в реакции, в результате которых происходит выделение жидких и газообразных вредных веществ, которые могут оказывать серьезное воздействие на здоровье человека и состояние экосистем, а также в некоторых случаях являться причиной смерти людей. Полигоны устраиваются согласно строгим санитарным нормам и только на тех участках, где риск заражения человека бактериями через воздушное или водное пространство сводится к минимуму. Занимаемая площадь рассчитана примерно на 20 лет. Для предотвращения или минимизации степени воздействия факторов риска от полигонов установлены регламентации по эксплуатации

полигонов, требования к обустройству инженерно-технических сооружений, разработаны рекомендации относительно мест расположения полигонов, учитывающие геолого-гидрогеологические условия площадок, приняты нормативные показатели загрязнения компонентов природной среды. В Беларуси функционируют 200 полигонов твердых коммунальных (ТКО) и 80 промышленных отходов (ТПО) общей площадью около 3100 га [1-3]. Наиболее объемные промышленные отходы складированы в отвалах и шламонакопителях. Так, отходы ПО «Беларуськалий» поступают в солеотвалы и шламоохранилища предприятия (1350 га). Отходы фосфогипса накапливаются в отвалах на территории Гомельского химзавода (64 га). Неутилизированные отходы гидролизного производства – лигнин – складированы в отвалах на полигонах ТПО городов Бобруйск и Речица (40 га). Ряд машиностроительных и химических предприятий располагают ведомственными полигонами ТПО для инертных отходов и отходов 3-го и 4-го классов опасности. Многие предприятия неутилизированные промышленные отходы наряду с коммунальными вывозят на полигоны ТКО. Полигоны крупных городов занимают площади около 20-30 га, небольших городов – 5-15 га. Местоположение, обустройство и условия их эксплуатации не всегда соответствуют нормативным требованиям, что приводит к загрязнению природной среды продуктами разложения. Нарушения нормативов качества подземных вод зафиксированы на 87% объектов. Таким образом, следует констатировать существование данной проблемы.

Литература

1. Щур А.В., Виноградов Д.В., Казаченок Н.Н., и др. Экология: учебное пособие. Рязань: РГАТУ, 2016. 187 с.
2. Щур А.В., Виноградов Д.В., Казаченок Н.Н., и др. Щур А.В. Отраслевая экология: учебное пособие. Рязань: РГАТУ, 2016. 154 с.
3. Щур А.В., Орловский П.С., Скриган А.Ю. и др. Основные направления обращения с отходами в Республике Беларусь. Техногенные системы и экологический риск: Тезисы докладов XIII Региональной научной конференции / Под общ. ред. А.А. Удаловой. Обнинск: ИАТЭ НИЯУ МИФИ. 2016. С. 35-36.

СЕКЦИЯ 3. ТЕХНОГЕННЫЙ И ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ РИСКИ

РАДИОНУКЛИДНОЕ ЗАГРЯЗНЕНИЕ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ ТЕРРИТОРИИ БЫВШЕГО СЕМИПАЛАТИНСКОГО ИСПЫТАТЕЛЬНОГО ПОЛИГОНА

А.К. Айдарханова, С.Н. Лукашенко

*Институт радиационной безопасности и экологии НЯЦ РК,
г. Курчатов, Казахстан*

Для проведения комплексной оценки состояния поверхностных водных объектов (водоемов и водотоков) очень важно иметь информацию о радионуклидном загрязнении как воды, так и донных отложений. Аккумулируя загрязнения на протяжении продолжительного периода, донные отложения являются индикатором радиоэкологического состояния водного объекта. При этом, они могут являться накопителями радионуклидов и быть источником вторичного радиоактивного загрязнения водного объекта [1, 2]. Целью данной работы является оценка уровня радионуклидного загрязнения в системе "вода – донные отложения" объектов бывшего Семипалатинского испытательного полигона (СИП).

Объектами исследования являлись поверхностные воды территории СИП представленные 2 типами объектов – это водоемы и водотоки. Водоемы на территории испытательных площадок ("Опытное поле", "Балапан", "Телькем") это, как правило, воронки, образованные в результате проведения наземных или экскавационных взрывов, заполненные водой. Вне испытательных площадок водоемы – это небольшие по площади озера природного происхождения. Основные водотоки территории СИП – это ручьи площадки "Дегелен" и река Шаган, которая протекает вдоль границы площадки "Балапан" и выходит за границу СИП.

С выбранных объектов проводился сопряженный отбор пробы воды и донных отложений. Отбор проб донных отложений проводился с глубины порядка 30–40 см, при этом расстояние от

береговой линии составляло от 0,2–0,3 м до 1–2 м. Пробы отбирались на глубину 0 – 10 см, массой порядка 1 кг. Отбор проб воды проводился с поверхности 0 – 15 см, объемом 10 л. В отобранных пробах проводилось определение содержания техногенных радионуклидов ^{90}Sr , $^{239+240}\text{Pu}$, ^{137}Cs , ^{241}Am .

В результате проведенных исследований было определено содержание техногенных радионуклидов как в воде, так и в донных отложениях. На основе полученных данных были рассчитаны коэффициенты перехода (КП) [3], определяющие характер распределения радионуклидного загрязнения в водных объектах. Согласно полученным данным КП уменьшается в ряду $^{239+240}\text{Pu} > ^{137}\text{Cs} > ^{90}\text{Sr}$, т.е. соответственно $n \times 10^5 > n \times 10^4 > n \times 10^3$. Тем не менее, полученные данные значения КП $\gg 1$. Это свидетельствует о том, что большая часть исследуемых радионуклидов в системе "вода-донные отложения" сосредоточена в донных отложениях. При исследовании радионуклидного загрязнения водных объектов содержание техногенных радионуклидов в донных отложениях позволяет прогнозировать их содержание в воде. Исключение составляет ^{90}Sr , для которого в водотоках получен КП, равный $n \times 10^0$, что свидетельствует о равномерном распределении ^{90}Sr в системе "вода-донные отложения". В данном случае при исследовании радионуклидного загрязнения водотоков необходим контроль за содержанием данного радионуклида как в донных отложениях, так и в воде.

Также на основе проведенных исследований была проведена классификация водных объектов по характеру распределения радионуклидного загрязнения.

Литература

1. Мизандронцев И.Б. Химические процессы в донных отложениях водоемов. Новосибирск: Наука, 1990. 176 с.
2. Handbook of Parameter Values for the Prediction of Radionuclide Transfer in Terrestrial and Freshwater Environments, Technical Reports Series No. 472, IAEA, Vienna, 2010.
3. ICRU Report 65. Quantities, Units and Terms in Radioecology // J. ICRU. 2002. V. 1. No. 2.

ОЦЕНКА ФАКТОРА РАЗБАВЛЕНИЯ ТЕХНОГЕННЫХ РАДИОНУКЛИДОВ В ВЫБРОСАХ НА АЭС НА ОСНОВЕ ДАННЫХ РАДИАЦИОННОГО МОНИТОРИНГА

А.А. Бурякова¹, А.И. Крышев²

*Обнинский институт атомной энергетики,
НИЯУ МИФИ, г. Обнинск, Россия*

*²- Научно-производственное объединение «Тайфун»,
г. Обнинск, Россия*

Использование и перспективы развития ядерных технологий влекут за собой необходимость решения задачи обеспечения радиационной и экологической безопасности человека и среды его обитания. Специфическим фактором для ядерной отрасли является образование и накопление искусственных радионуклидов, которые поступают в окружающую среду. Одним из источников радиационного загрязнения атмосферы является выброс радионуклидов в ходе эксплуатации АЭС.

Целью настоящей работы является оценка характеристик миграции техногенных радионуклидов, поступающих в атмосферный воздух в процессе эксплуатации атомных станций России, с использованием данных о годовых выбросах техногенных радионуклидов и многолетних данных мониторинга атмосферного воздуха в санитарно-защитной зоне (СЗЗ) и зоне наблюдения (ЗН) АЭС. Полученные результаты позволят делать прогнозные оценки в отношении допустимых выбросов в атмосферный воздух на АЭС.

Для достижения цели были решены следующие задачи: а) выбраны АЭС, наиболее подходящие для оценки фактора разбавления на основе данных радиационного мониторинга; б) определены референтные техногенные радионуклиды для оценки фактора разбавления АЭС (^{60}Co , ^{134}Cs); в) выполнен анализ данных о годовых выбросах референтных радионуклидов в окружающую среду и их объемных активностей в воздухе на территории АЭС по данным мониторинга; г) оценена динамика фактора разбавления радионуклидов ^{60}Co и ^{134}Cs .

Метеорологический приземный среднегодовой фактор разбавления G_r^* оценен как отношение среднегодовой объемной активности (Бк/м³) радионуклида r в приземном слое атмосферного воздуха в СЗЗ или ЗН по данным мониторинга к среднегодовому значению выброса (Бк/с) этого радионуклида в атмосферный воздух. При этом использованы данные, приведенные в отчётах АЭС по экологической безопасности и Ежегодниках по радиационной обстановке.

В ходе работы установлено, что:

- Наиболее подходящим референтным радионуклидом для оценки фактора разбавления при выбросах на Смоленской, Курской, Нововоронежской, Кольской, Калининской и Билибинской АЭС является ⁶⁰Со, поскольку он отражает непосредственное влияние атомной станции, исключая другие источники выбросов.
- Данные радиационного мониторинга позволяют оценить такой показатель как фактор разбавления (табл. 1). Он определяется метеорологическими условиями и характеристиками источника (высотой вентиляционной трубы).

Таблица 1

Значения фактора разбавления в СЗЗ и ЗН для выбранных АЭС

АЭС	Значение фактора разбавления ⁶⁰ Со, Бк/м ³	
	в СЗЗ	в ЗН
Смоленская АЭС	$5,26 \cdot 10^{-6}$	$6,93 \cdot 10^{-7}$
Курская АЭС	$1,03 \cdot 10^{-5}$	$3,02 \cdot 10^{-6}$
Нововоронежская АЭС	$3,14 \cdot 10^{-7}$	$6,11 \cdot 10^{-8}$
Кольская АЭС	$2,43 \cdot 10^{-6}$	$1,52 \cdot 10^{-6}$
Калининская АЭС	$2,46 \cdot 10^{-6}$	$8,18 \cdot 10^{-7}$
Билибинская АЭС	$4,94 \cdot 10^{-4}$	$7,6 \cdot 10^{-4}$

АНАЛИЗ ДИНАМИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ РИСКА ДЛЯ ВЫХОДА СТОХАСТИЧЕСКИХ ЭФФЕКТОВ ОБЛУЧЕНИЯ МАЛОЙ ДОЗОЙ

С.Г. Геворкян

*Обнинский институт атомной энергетики,
НИЯУ МИФИ, г. Обнинск, Россия*

В связи с неопределенностью исходной информации предполагаются различные модели зависимости доза-эффект, которые дают различный прогноз выхода стохастических эффектов облучения. Выход стохастических эффектов в области малой дозы оценивается с помощью модели индивидуального риска, коллективного риска и различными статистическими методами [1-3]. Однако с помощью моделей индивидуального и коллективного риска нельзя оценить момент выхода стохастических эффектов. Момент выхода стохастических эффектов можно оценить с помощью динамической модели.

Динамическая модель выхода стохастических эффектов облучения малой дозой – это модель, предназначенная для расчета вероятности выхода стохастических эффектов облучения малой дозой. Простейшая модель такого рода включает только два процесса: процесс поступления лечебных доз и процесс предъявления эффективных доз. Эти процессы протекают в разных масштабах времени и имеют разные масштабы измерения. Лечебные дозы поступают гораздо чаще, чем предъявляются эффективные дозы, и при этом величина лечебной дозы намного меньше величины эффективной дозы. Поэтому, если в качестве основного рассматривать процесс эффективных доз, то в масштабах этого процесса поступление лечебной дозы можно рассматривать как непрерывный детерминированный процесс. Пусть рассматривается система, поведение которой определяется некоторым потенциалом, являющимся функцией переменных состояния и управляющих параметров, причем состояние системы соответствует устойчивой критической точке потенциальной функции. При изменении управляющих параметров это состояние может потерять устойчивость, вследствие чего систе-

ма переходит нужное состояние или возникает предельное ситуация. При этом множество значений параметров определяется с помощью бифуркационного множества соответствующей функции.

Результатом работы является: описание бифуркационного множества, определение его структуры, функциональных зависимостей между математическими параметрами функции и управляющими параметрами системы, позволяющих находить множество критических значений этих параметров и управлять возможными качественными изменениями в состоянии системы с целью предотвращения смертельных (летальных) исходов или уменьшения потерь, если эти изменения неизбежны.

В качестве приложения к теории рассматриваются радиационно-индуцированные раковые заболевания со смертельным исходом. Определены аналитические выражения зависимости риска (выхода стохастических эффектов облучения малой дозой) от величины начальной предельной дозы. Создано программное обеспечение для моделирования на ЭВМ рисков выхода стохастических эффектов облучения.

Литература

1. Василенко И.Я. Радиобиологические проблемы малых доз радиации // Военно-мед. журн. 1993. №4. С. 28-30.
2. Геворкян С.Г. Системные исследования и анализ моделей рисков // Обозрение прикладной и промышленной математики. Т. 14. Вып. 4. М., 2007. С. 699-70
3. Геворкян С.Г. Геоэкологические аспекты воздействия ионизирующей радиации // Обозрение прикладной и промышленной математики. 2011. Т. 18. Вып. 1. С. 110–111.

ОЦЕНКА РИСКА ЗДОРОВЬЮ НАСЕЛЕНИЯ г. МОГИЛЁВА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СТЕПЕНИ ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА

*Т.В. Головкова^{1,2}, В.В. Соловьев¹, А.Н. Мачекин¹,
Е.П. Живицкая²*

*¹ - УЗ «Могилевский зональный центр гигиены и эпидемиологии»,
г. Могилев, Белоруссия*

*² - Белорусский государственный университет, г. Минск,
Белоруссия*

По данным Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ) загрязнение воздуха является наиболее важным отдельно взятым фактором экологического риска для здоровья в Европейском регионе. Возрастание степени загрязнения атмосферного воздуха (при прочих равных условиях) проявляется увеличением заболеваемости населения острыми респираторными инфекциями на 6-7% за счет неспецифического влияния.

В настоящее время большее внимание уделяется оценке длительного влияния низкоуровневых загрязняющих веществ в атмосфере на здоровье населения с целью постепенного снижения уровня отдельных ингредиентов и сокращения риска острых и хронических последствий для здоровья людей. Согласно ВОЗ влияние на здоровье человека длительного и непрерывного воздействия отдельных поллютантов даже при относительно низких концентрациях признано существенным. Низкоуровневые воздействия химических веществ не могут вызывать специфических нарушений в состоянии здоровья населения, однако могут приводить к снижению напряженности иммунитета и как следствие, к возникновению соматических заболеваний. Загрязнение I степени является безопасным для здоровья населения, при загрязнении II-III степени вероятность возникновения негативных эффектов возрастает.

Целью настоящей работы явилась экологическая характеристика источников, уровня и динамики атмосферных загрязнений в г. Могилеве и градация популяционного здоровья и уровней

риска в зависимости от степени загрязнения атмосферного воздуха за рассматриваемый период.

В настоящей работе был проведен расчет уровня суммарного показателя загрязнения атмосферы г. Могилева по 8 веществам за среднесуточный период воздействия в 2005-2014 гг. (табл. 1).

Содержание вредных веществ в атмосферном воздухе может вызывать возникновение у населения неблагоприятных эффектов, которые возможно установить по специальным критериям опасности загрязнения.

Проведенный расчет степени загрязнения атмосферного воздуха по среднесуточным концентрациям загрязняющих веществ в приземном слое атмосферы показывает, что суммарный уровень загрязнения в период с 2007-2014 гг. регистрируется в пределах 1,152-1,879 усл.ед. и оценивается как «допустимый» (I степени загрязнения атмосферного воздуха).

Согласно градации популяционного здоровья, допустимому уровню загрязнения атмосферы соответствует фоновый уровень заболеваемости и такая градация популяционного здоровья как «адаптация».

Таблица 1
Уровень суммарного загрязнения по среднесуточным концентрациям в г. Могилеве в 2005-2014 гг.

Год	Норматив для 4-9 веществ	Уровень суммарного загрязнения за среднесуточный период	Уровень риска в зависимости от степени загрязнения	Градация популяционного здоровья
2005 - 2006	1,9	2,048 - 2,502	Слабая – II	Компенсация/резистентность (фоновый уровень заболеваемости)
2007 - 2014	1,9	1,152-1,879	Допустимая - I	Адаптация (фоновый уровень заболеваемости)

**К ВОПРОСУ СОЗДАНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО КАРКАСА
НА ЛАНДШАФТНЫХ ПРИНЦИПАХ ДЛЯ ЦЕЛЕЙ
ГРАДОСТРОИТЕЛЬСТВА
(НА ПРИМЕРЕ г. НОВОЧЕРКАССКА)**

П.И.Гремченко¹, А.С.Беспалов²

*¹- Обнинский институт атомной энергетики,
НИЯУ МИФИ, г. Обнинск, Россия*

*²- Южно-Российский государственный политехнический
университет (НПИ) им. М.И. Платова, г. Новочеркасск, Россия*

В городе, где отмечается концентрация техногенных нагрузок на природную среду, интенсивность антропогенного воздействия обычно превышает темпы адаптации к ним природных ландшафтов. При этом устойчивость городской территории антропогенным воздействиям и условия проживания населения в городе во многом определяются не только интенсивностью и видом воздействия негативных природных и антропогенных процессов на городскую среду, но и степенью совершенства функционального зонирования при разработке эффективных природоохранных мероприятий и создание экологического каркаса в городе.

Целью работы является конструирование средостабилизирующего экологического каркаса на ландшафтных принципах для целей градостроительства на землях г. Новочеркаска.

Новочеркасск – историческая столица Области войска Донского – основан 18 мая 1805 г. атаманом графом Матвеем Ивановичем Платовым в 40 километрах от Ростова, в 20 км от Дона при слиянии двух несудоходных степных рек Аксай и Тузлов, на холмистой возвышенности, в урочище Бирючий Кут. Новочеркасск задумывался как «маленький Париж».

В результате камеральных и полевых исследований с использованием ГИС-технологий были выявлены в каждом функциональном блоке экологического каркаса ландшафтные уровни.

По рельефу, характеру рельефообразующих пород и почвенного покрова, глубине залегания грунтовых вод и микроклимату в г. Новочеркасске выделяются пять ландшафтных типов (уровней) местности:

- **пойменного типа** выделяется в долинах рек Аксай, Тузлов и Грушевка,
- **надпойменно-террасный тип** выделен в долинах рек Аксай, Тузлов и Грушевка,
- **водораздельный тип местности** Тузлово-Грушевско-Кадамовского водораздела (Новочеркасского холма),
- **склоновый тип местности** Новочеркасского холма и долин рек Тузлов, Аксай, Грушевка,
- **овражно-балочный тип местности** по периферии Новочеркасского холма, где сочетаются длинные крутые и короткие обрывистые формы водоразделов и долин рек.

Средостабилизирующие функции определяются фактической обеспеченностью зелеными насаждениями города Новочеркасска и составляют 38,6%, т.к. они занимают 1200,7 га городской территории, а согласно требованиям, СНиП 2.07.01-89 нормативно должны занимать 3115,2 га, и выступать в роли ядер экологического каркаса.

При разработке схемы экологического каркаса и организации мониторинга земель в городе следует использовать методологический подход, которым предусматривается оценка состояния городских земель по ландшафтным показателям и величине антропогенной нагрузки. Улучшение пространственной организации территории города может быть достигнуто в результате создания полноценного экологического каркаса, который представляет собой набор и пространственное сочетание природных «диких» и культурных ландшафтов и обеспечивает экологическую стабильность территории. Он должен включать в себя площадные, линейные и точечные элементы. Непрерывность экологического каркаса может быть обеспечена путем формирования разветвленной системы зеленых, "связок", объединяющих отдельные элементы комплекса – ядра, экологические коридоры, буферные зоны.

МОНИТОРИНГ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ ОБСТАНОВКИ НА ТЕРРИТОРИИ, ПРИМЫКАЮЩЕЙ К ЗОНЕ САНИТАРНОГО РАЗРЫВА ВЫСОКОВОЛЬТНЫХ ЛИНИЙ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧИ

*О.А. Григорьев¹, М.Е. Гошин^{1,2}, Ю.Г. Григорьев¹,
В.А. Алексеева¹, А.С. Прокофьева¹*

*¹-Государственный научный центр Российской Федерации —
Федеральный медицинский биофизический центр
им. А. И. Бурназяна», г. Москва, Россия*

*²- НИИ экологии человека и гигиены окружающей среды
им. А.Н. Сысина Минздрава РФ, г. Москва, Россия*

В условиях прогрессирующей тенденции приближения жилой застройки к воздушным линиям электропередачи (ВЛЭП) задача изучения электромагнитного воздействия от данных источников на население становится всё более актуальной. Всемирная организация здравоохранения (ВОЗ) и Международное агентство по исследованию рака (МАИР) относят магнитное поле промышленной частоты к группе возможных канцерогенов класса 2 В [1] и определяют лимитирующие значения хронического воздействия магнитным полем промышленной частоты 0,3-0,4 мкТл [2]. Российскими санитарными нормами (ГН 2.1.8/2.2.4.2262–07, СанПиН 2971-84 и СанПиН 1200-03) определён предельно-допустимый уровень 5 мкТл (в помещении) и 10 мкТл (на селитебной территории). Величина 5 мкТл в 17 раз превышает рекомендации ВОЗ и МАИР.

Цель данной работы – исследование и анализ электромагнитной обстановки, формируемой действием ВЛЭП 500 кВ и ВЛЭП 220 кВ.

Измерения напряженности электрического поля и значения плотности магнитного потока проводились в 2011-2012 гг., с использованием анализатора электромагнитного поля ЕФА-3. Трассы измерений располагались перпендикулярно к проводам ВЛЭП, их длина составляла не менее 45 м с шагом между точками измерения 5 м. Измерения вертикального распределения плотности магнитного потока проводились в строящемся доме,

расположенном напротив середины пролета на расстоянии 60 м от ВЛЭП 500 кВ. На момент проведения измерений дом не был подключен к электросети. Точки измерений располагались в углах здания и в середине комнат, окна которых выходили в сторону ВЛЭП.

Установлено, что значения плотности магнитного потока на границе СЗЗ при текущей токовой нагрузке составляют 1,35-1,45 мкТл; при пересчёте на максимальную токовую нагрузку – 4,75-6,44 мкТл, что соответствует российским санитарным нормам. Существуют участки селитебной территории, на которых значения величины уровня магнитной индукции промышленной частоты меньше установленных в России предельно-допустимых показателей, но выше уровней, рекомендуемых ВОЗ и МАИР (0,3 мкТл). Население, проживающее на данных участках, составляет потенциальную группу для эпидемиологических исследований. Наибольшие значения плотности магнитного потока, зафиксированные на уровне 4 и 5 этажей строящегося здания (0,3 мкТл), находятся на границе рекомендуемого ВОЗ диапазона; при пересчете этих значений на максимальную нагрузку линии (0,9-1,8 мкТл) наблюдается существенное превышение показателей, рекомендуемых ВОЗ.

Необходима разработка интегрального подхода, позволяющего учитывать электромагнитную нагрузку от внешних и внутренних источников в местах наиболее длительного пребывания человека, в том числе проведение эпидемиологических и экспериментальных исследований с целью достоверной оценки влияния данного фактора на здоровье человека.

Литература

1. IARC Monographs on the evaluation of carcinogenic risks to humans. Nonionizing radiation, part 1: static and extremely low frequency (ELF) electric and magnetic fields. Vol. 80. Lyon: IARC Press, 2002.
2. Electromagnetic fields and public health. Exposure to extremely low frequency fields. Factsheetno. 322. Geneva: WHO, 2007.

КОЭФФИЦИЕНТЫ ПЕРЕХОДА СВИНЦА ИЗ РАЦИОНА В ОРГАНЫ ОВЕЦ ПРИ ХРОНИЧЕСКОМ ПОСТУПЛЕНИИ В РАЗНЫХ КОНЦЕНТРАЦИЯХ

*О.А. Губина, Н.А. Фролова, Н.Н. Исамов, О.С. Губарева,
Н.Ю. Зырянова, М.Ю. Фадеев, Ю.Н. Корнеев, В.О. Кобялко,
Э.Б. Мирзоев*

*Всероссийский научно-исследовательский институт
радиологии и агроэкологии, г. Обнинск, Россия*

При прогнозировании безопасности продукции животноводства в условиях загрязнения сельскохозяйственных угодий соединениями свинца используют значения суточной концентрации металла в разных компонентах рациона и коэффициенты перехода (КП), которые определяют на основе закономерностей перехода по трофической цепи рацион (корм) – молоко (мясо) [1]. Получение продуктов питания, соответствующих санитарно-гигиеническим нормативам, в частности мяса, не гарантирует в полной мере безопасность продукции животноводства, так как критическими органами при хроническом поступлении свинца в организм животных являются печень и почки [2]. Поэтому при ведении животноводства в условиях загрязнения территорий соединениями свинца определенный научный и практический интерес представляет прижизненное прогнозирование уровня накопления свинца в тканях органов продуктивных животных.

Коэффициенты перехода свинца из рациона в органы овец определяли на основе экспериментальных данных, полученных при хроническом поступлении металла в организм в концентрациях 5 мг/кг, 25 мг/кг и 150 мг/кг корма, что соответствовало 1, 5 и 30 максимально допустимому уровню (МДУ). Животные были разделены на четыре группы: 1 группа (контроль) – 4 головы, 2 группа – 5 голов, 3 и 4 группы по 9 голов. Концентрация свинца для животных 2 группы составляла 5 мг/кг, 3 группы – 25 мг/кг, 4 группы – 150 мг/кг. Нитрат свинца задавали с комбикормом один раз в сутки, для этого 100 г комбикорма смешивали с 50 мл раствора нитрата свинца определенной концентрации. С учетом количества корма (в среднем 2 кг на голову), поступающего в желудочно-кишечный тракт, суточное по-

ступление на голову для овец 2 группы составило 10 мг, 3 группы – 50 мг, 4 группы – 300 мг, а на кг массы тела, соответственно, – 0,3; 1,5 и 9 мг. Органы (печень, почки, селезенка) отбирали после убоя животных: перед началом эксперимента - до затравки – (1 голова), на 30-е и 60-е сутки (по 1 голове из 2 группы и по 3 головы из 3 и 4 групп) и на 90-е сутки (по 3 головы из каждой группы).

КП свинца из рациона в органы рассчитывали по формуле:

$$КП = \frac{C_{органа} \times m_{органа}}{СП},$$

где $C_{органа}$ – концентрация свинца в органе, мг/кг;

$m_{органа}$ – масса органа, кг;

СП – суточное поступление свинца, мг;

КП – коэффициент перехода свинца из рациона в орган.

Исследования показали, что КП свинца из рациона в печень, почки и селезенку составляют при концентрации 5 мг/кг корма (1 МДУ) – 0,02; 0,004; и 0,0008, при 25 мг/кг корма (5 МДУ) – 0,01; 0,002 и 0,0003 и при 150 мг/кг корма (30 МДУ) – 0,009; 0,03 и 0,00002, соответственно. Фактически, КП свинца из рациона в органы овец зависят от концентрации металла в рационе и имеют обратно пропорциональную зависимость. Исключение составляют КП свинца из рациона в почки, особенно при концентрации 150 мг/кг корма. Более того, КП свинца из рациона в печень, почки и селезенку существенно различаются, что обусловлено, с одной стороны, их физиологическими и функциональными особенностями, а с другой, закономерностями распределения и накопления.

Литература

1. Сироткин А.Н., Воронов С.И., Расин И.М. Корнеев Н.А., Соколова Е.А., Сидорова Е.В., Исамов Н.Н. (мл), Цейтин К.Ф. Миграция ТМ в трофической цепи лактирующих коров Подмосковья // Доклады Россельхозакадемии. 2000. № 4. С. 37-39.

2. Рубченков П.Н., Захарова Л.Л., Жоров Г.А., Обрывин В.Н. Прогнозирование безопасности животноводства при загрязнении кормов радионуклидами и тяжелыми металлами // Ветеринария, зоотехния и биотехнология. 2014. № 3. С. 46-52.

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОПАСНОСТЬ ВОЗНИКНОВЕНИЯ ПОЖАРОВ НА ТЕРРИТОРИИ ВОЛЖСКО-КАМСКОГО ЗАПОВЕДНИКА

Е.И. Загребина, Т.Ф. Миназетдинов

*Казанский национальный исследовательский технический
университет им.А.Н. Туполева-КАИ, г. Казань, Россия*

Как показывает статистика, на планете 20% загрязнителей поступает в атмосферу в результате лесных пожаров. Космическая аэрофотосъемка многократно фиксировала во время них огромные облака сажи. Их считают вторым источником выбросов в атмосферу хлорорганических соединений. Но экологические риски вследствие природных пожаров стали изучаться сравнительно недавно.

На территории Волжско-Камского природного биосферного заповедника за все время его официального существования зафиксировано 39 пожаров. Анализ причин их возникновения показал, что почти 95% произошло в Раифском лесничестве, т.е. в кварталах, прилегающих к территории Раифского монастыря.

Существует специфика осуществления охраны заповедных лесов от пожаров. Правила пожарной безопасности в лесах запрещают прорубку противопожарных разрывов в заповедных лесах и вообще запрещают в них меры по предупреждению лесных пожаров. Также оговаривается, что в лесах на территории заповедников, запрещается профилактическое контролируемое противопожарное выжигание хвороста, лесной подстилки, сухой травы и других лесных горючих материалов. Кроме того, необходимо учитывать и тот факт, что любое вмешательство, любая деятельность человека в заповедниках просто запрещена, именно поэтому там и наблюдаются свалки из поломанных деревьев, сухостоя и прочее.

Но здесь не учтены особенности каждого заповедного леса. Так называемая Раифская часть Волжско-Камского биосферного заповедника сильно отличается от обычных представлений о заповедном лесу. На ее территории расположено несколько населенных пунктов, несколько дачных сообществ, Раифский

Богородицкий мужской монастырь, детская колония, кладбище и транспортная трасса.

Для оценки состояния пожарной опасности в лесу используется так называемый комплексный показатель, который учитывает основные факторы, влияющие на пожарную опасность лесных горючих материалов. В зависимости от его значения существуют следующие 5 классов пожарной опасности погоды: I класс ($K < 300$); II класс ($300 < K < 1000$); III класс ($1000 < K < 4000$); IV класс ($4000 < K < 12000$); V класс ($K < 12000$). По комплексному показателю можно определить очередность возгорания различных лесных участков и травяного покрова. В целях определения возможности возникновения лесных пожаров используют шкалу оценки лесных участков по степени опасности возникновения в них пожаров.

Пожарная зрелость разных лесов наступает при разной величине комплексного показателя. Разбив территорию на участки по типам леса, зная величину комплексного показателя, при котором начинается возгорание, можно установить территорию, на которой возможен пожар при данном состоянии погоды на интересующий нас день. Каждому типу лесного массива соответствует свое значение комплексного показателя пожарной опасности, при котором возможно возгорание лесного массива.

В результате нашего исследования карту Раифского участка Волжско-Камского государственного биосферного заповедника мы разбили на сектора, присвоив каждому свой класс пожарной опасности.

Заповедник интересен местоположением (на стыке природных зон — южной тайги и лесостепи), научными исследованиями на его территории, сохранностью интереснейших биогеоценозов, характерной для этой местности. В окрестностях Раифского участка Волжско-Камского заповедника до сих пор встречаются трехсотлетние сосны и произрастают не встречающиеся больше нигде в Татарстане пихты. Поэтому охрана этих территорий является важной задачей государства.

ХАРАКТЕРИСТИКА ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ РИСКА ТУБЕРКУЛЁЗА В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ

Д.Ю. Кисель, А.Г. Сыса

*Белорусский государственный университет,
г. Минск, Белоруссия*

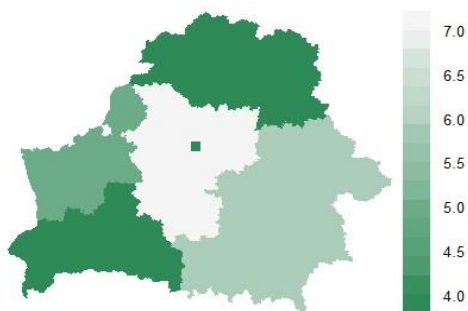
Туберкулез является острой медико-социальной проблемой не только в Беларуси, но и во всем мире. Актуальность проблемы заболеваний туберкулезом состоит в том, что они формируют весьма высокие уровни заболеваемости, инвалидности и смертности населения, оставаясь в то же время потенциально предотвратимыми. На их фоне существенно возрастает риск острых заболеваний, в сочетании с которыми намного возрастает угроза жизни хроническим больным и пожилому населению. Это обуславливает необходимость поиска мер контроля развития эпидемического процесса туберкулеза, не требующих дополнительных материальных издержек, что возможно за счет совершенствования организации санитарно-противоэпидемических (профилактических) мероприятий на основе результатов эпидемиологической диагностики. Грамотное применение ее методов позволяет получить исходные данные для рационального распределения сил и средств при планировании организационных мероприятий в конкретном регионе на основе выявления территорий риска, групп риска среди населения, а также конкретных факторов риска распространения туберкулеза.

В связи с тем, что туберкулез является социально-значимым заболеванием, локализация и ликвидация его эпидемических очагов имеет важную роль в демографическом и политическом отношении. Согласно анализу многолетней динамики, за 11-летний период заболеваемость в Республике Беларусь стабилизировалась на высоком уровне (44,5 случаев на 100 тыс. населения), что недалеко от так называемого «эпидемического порога» (50 на 100 тыс. населения). Следует отметить, что благодаря проводящимся противотуберкулезным мероприятиям в Республике Беларусь тенденцию роста заболеваемости удалось прело-

мить: средние ежегодные темпы прироста с 2009 г. составили - 2,1%, то есть с 2009 по 2015 гг. доля таких больных снизилась на 14,5%. Следовательно, санитарно-эпидемиологическая обстановка (эпидемическая ситуация) по туберкулезу в Беларуси оценивается как благополучная, но с угрозой ухудшения.

Целью настоящего исследования стало районирование территории Республики Беларусь по степени опасности заражения населения туберкулезом для выявления территорий риска.

Был разработан интегральный критерий, учитывающий, как уровень заболеваемости совокупного населения различными формами инфекции, так и динамику этих показателей. При этом каждый из них (в зависимости от величины или качественных характеристик) с помощью кластерного анализа был классифицирован на 3 градации, каждой из которых был присвоен один из уровней: 1, 2 или 3.



Расчет интегрального критерия «степень эпидемической опасности заражения населения» проводили путем суммирования полученного уровня каждого из четырех показателей, характеризующих

проявления эпидемического процесса. В итоге получались значения в диапазоне от 4 до 7. Регионы со значениями от 4 до 5 отнесены нами к имеющим «умеренную степень эпидемической опасности», от 6 до 7 - «высокую степень эпидемической опасности» (рис.). Результаты показали, что в 4 (62,5%) регионах отмечается умеренная степень эпидемической опасности заражения населения туберкулезом, а в 3 (37,5%) – высокая.

Таким образом, установлены не только существенные отличия в интенсивности проявлений эпидемического процесса туберкулеза на различных территориях, но и их географическая приуроченность. Причины этого требуют дальнейшего изучения.

ОЦЕНКА СОДЕРЖАНИЯ НЕКОТОРЫХ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЯХ Р. ДЕСНА (МОСКОВСКАЯ ОБЛАСТЬ)

Э.Е. Коновалова

Российский университет дружбы народов, г. Москва, Россия

Проблема загрязнения водотоков остро стоит в крупных городах и районах с высокой степенью техногенного освоения. Попадая в воду, загрязняющие вещества (в частности, тяжелые металлы) со временем могут накапливаться в донных отложениях. В отличие от водной фазы, характеризующейся сильной временной изменчивостью, донные отложения накапливают загрязняющие вещества в течение длительного времени [1]. Тем самым они способствуют самоочищению рек, однако, могут стать источниками вторичного загрязнения водного объекта. При этом, будучи средой обитания бентосных организмов, они могут оказывать негативное влияние на все биотические звенья водных экосистем. Поэтому исследование миграции тяжелых металлов в системе «вода – донные отложения» является весьма актуальной задачей.

В статье приводятся данные исследования проб донных отложений р. Десна (Московская область). Изучалось содержание в них ряда тяжелых металлов (свинец, цинк, хром, никель), проведена оценка полученных результатов измерений с региональными фоновыми показателями для донных отложений [2].

Было выявлено, что на исследованных участках содержание указанных тяжелых металлов в пробах донных отложений находится в пределах фоновых значений.

Литература

1. Даувальтер В.А. Оценка экологического состояния поверхностных вод по результатам исследований химического состава донных отложений. Мурманск: Изд-во МГТУ, 2006. 88 с.
2. Янин Е.П. Русловые отложения равнинных рек. М.: ИМГРЭ, 2002. 139 с.

ОБЪЕКТЫ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО РИСКА В СМОЛЕВИЧСКОМ РАЙОНЕ МИНСКОЙ ОБЛАСТИ

О.М. Конопелько, С.С. Позняк, Н.А. Лысухо

*Международный государственный экологический
институт им. А.Д. Сахарова, БГУ, г. Минск, Белоруссия*

К наиболее значимым объектам в Смолевичском районе Минской области с точки зрения воздействия на окружающую среду относятся Жодинская ТЭЦ и полигон твердых коммунальных отходов (ТКО) г. Жодино. Нами проведено предварительное экологическое обследование данных объектов для последующей количественной оценки экологического риска.

Жодинская ТЭЦ расположена в 50 км от Минска, рядом с рекой Плиса. Основные виды топлива – газ и местные виды топлива, резервный - мазут. ТЭЦ выбрасывает около 750 т/год загрязняющих веществ. Основными вредными выбросами являются: при сжигании газа – диоксид и оксид азота, оксид углерода, бенз(а)пирен и диоксид серы в небольшом количестве; при сжигании мазута – дополнительно образуются сажа и мазутная зола в пересчете на ванадий, причем выбросы диоксида серы значительно возрастают; при сжигании твердых видов топлива (дробленый торфобрикет, щепа, фрезерный торф) добавляется выброс твердых частиц (тяжелых металлов и СОЗ).

Номенклатура образующихся на ТЭЦ отходов, достаточно велика – более 40 видов. Основное их количество ежегодно направляется на хранение и захоронение. Так, на полигоне ТКО захоранивается около 390 т отходов в год, из них 10,4% – 3 класса опасности. Объем накопленных для временного хранения на предприятии отходов превышает 17 тыс. т. Обследование показало, что оборудование мест хранения и условия хранения отходов не всегда соответствуют нормативным требованиям, т.е. не обеспечивают защиту окружающей среды.

Согласно акту инвентаризации выбросов загрязняющих веществ Жодинская ТЭЦ, относится к 3 категории объекта воздействия.

Полигон ТКО расположен в 10 км от г. Жодино. Эксплуатируется с 2005 г., общая площадь земельного отвода составляет 6 га, для отходов – 3,11 га. Годовой объем принимаемых отходов – 90 тыс.м³, в том числе 25 тыс. м³ отходов производства от предприятий (3, 4 классов опасности и инертные). Проектная вместимость полигона – 328 тыс.м³, проектный срок эксплуатации – 25 лет. По нашим расчетам уже накоплено около 240 тыс.м³ отходов (73% от вместимости). На полигоне имеется противофильтрационный экран из полиэтиленовой пленки, по периметру обвалование. Геолого-гидрогеологические условия: в основании полигона флювиогляциальные надморенные отложения времени отступления Сожского ледника (1,3-8 м), представленные песками от пылеватых до средних. Ниже залегают моренные супеси с включениями гравия, с тонкими линзами и прослойками песков (0,8-4 м). Они подстилаются флювиогляциальными межморенными песками пылеватыми, мелкими. Уровень залегания грунтовых вод 2,2-3,5 м. Для контроля качества подземных вод имеется сеть из трех наблюдательных скважин, однако наблюдения ведутся только по одной скважине, расположенной в стороне от потока грунтовых вод. Вероятно, по этой причине не установлено превышений значений ПДК основных компонентов и химических элементов в ранее проведенных исследованиях. Геохимическое обследование почв в зоне воздействия полигона показало превышение величин ПДК тяжелых металлов Cr, Zn, Ni, Mn, Co, V.

Анализ полученных предварительных данных позволяет предположить, что полигон ТКО г. Жодино можно отнести к группе объектов со средней степенью экологического риска.

Окончательный вывод о степени экологического риска изучаемых объектов можно будет сделать после завершения всех исследований, в том числе загрязненности аборигенной растительности в зонах воздействия объектов. Такие исследования в Республике Беларусь ранее не проводились.

ОЦЕНКА КРИТЕРИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО РИСКА НА ОСНОВЕ ТЕОРИИ РАДИОЕМКОСТИ ЭКОСИСТЕМ ПО КАСКАДАМ ГОЛОСЕЕВСКИХ ПРУДОВ Г. КИЕВА

М. А. Кравец

Национальный Авиационный университет, г. Киев, Украина

Экологический риск - совокупность рисков, угрожающих здоровью и жизни людей и рисков угрозы состояния среде существования.

Радиоёмкость экосистем - количественный параметр, определяющий границу загрязнения экосистем радионуклидами, по достижении которого благополучие экосистемы нарушается. Исследованиями Г.Г. Поликарпова и В.Г. Цыцугиной установлены диапазоны дозовых нагрузок на биоту, при которых проявляются радиационные эффекты. Установлено, что существенными являются дозы в зоне явных экологических эффектов, это соответствует 0,4 Гр/год для животных и 4 Гр/год для наземных растений и гидробионтов. После достижения таких доз могут проявляться процессы угнетения и подавления роста биоты в экосистемах. Поэтому на данном этапе развития представлений о экологических нормативы для допустимых дозовых нагрузок на биоту предлагается установить, как приемлемую величину, для растений и гидробионтов в качестве предела дозы 4 Гр/год для наземных растений и 0,4Гр/ год для животных. Такие уровни доз соответствуют следующим уровнями загрязнения биоты ¹³⁷Cs 64 кБк/кг для животных, и 640 кБк/кг для растений.

Таблица 1

Экологические риски для Дидоровского каскада прудов

№ ставка	A (Бк) Биота	Доза (Гр/год)	R
1	35,11667	0,000219	5,85278E-05
2	28,28333	0,000177	4,71389E-05
3	27,04167	0,000169	4,50694E-05
4	19,49167	0,000122	3,24861E-05

Таблица 2

Экологические риски для Ореховатского каскада прудов

№ ставка	A (Бк) Биота	Доза (Гр/год)	R
1	24,7	0,000154	4,11667E-05
2	21,15	0,000132	0,00003525
3	16,95	0,000106	0,00002825
4	14,25	8,91E-05	0,00002375

Таблица 3

Экологические риски для Китаевского каскада прудов

№ ставка	A (Бк) Биота	Доза (Гр/год)	R
1	22,88	0,000143	0,000038125
2	20,83	0,00013	3,47083E-05
3	18,50	0,000116	3,08333E-05
4	19,85	0,000124	3,30833E-05

Экологические риски для каскадов Голосеевских прудов являются низкими и составляют 10^{-5} . В предыдущих исследованиях была показана высокая радиоёмкость данных каскадов прудов (0,96-0,98). То есть при высокой радиоёмкости каскада, уровень экологического риска является низким. При высокой радиоёмкости риски малы потому, что уровень загрязнения мал. Если бы уровень загрязнения был больше 2 Ки/км^2 , то риски были бы уже значительными.

Литература

1. Кутлахмедов Ю.А., Матвеева И.В., Петрусенко В.П., Родина В.В. Радиэкология. К.: ДЭА, 2011. 192 с.
2. Кутлахмедов Ю.А., Матвеева И.В., Петрусенко В.П., Родина В.В. Дорога к теоретической радиэкологии. Фитосоцицентр, 2015. 369 с.
4. Кутлахмедов Ю.О. Радиэкология. К.: ДЭА, 2011. 191 с.
3. Kutlakhmedov Yu.A., Korogodin V.I., Kutlakhmedova-Vyshnyakova V.Yu. Radiocapacity of Ecosystems // J. Radioecol. 1997. V. 5. No. 1. P. 25-35.

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНОГЕННЫЕ РИСКИ НЕУСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ ПОЧВЕННО- РАСТИТЕЛЬНОГО ПОКРОВА НАРУШЕННЫХ ТЕРРИТОРИЙ

А.А. Кузьменко

*Брянский государственный технический университет,
г. Брянск, Россия*

На сегодняшний день вопросы экологических и техногенных рисков неустойчивого развития почвенно-растительного покрова все чаще возникают при проведении экологических аудитов и ликвидации нанесенного экологического ущерба от различных видов техногенной деятельности общества. Понятие «устойчивое развитие почвенно-растительного покрова» стало регулярно встречаться в научной литературе не так давно. Мы считаем, что устойчивое развитие почвенно-растительного покрова возможно лишь в случае формирования системы подходов, методов и планирования ухода за почвенно-растительным комплексом, лесовосстановлением, защиты и охраны окружающей среды и сохранения биоразнообразия. Помимо этого, устойчивое развитие невозможно без решения вопросов, касаемых организации системы хозяйства, законодательства и инвентаризации особо-охраняемых природных территорий.

Для того чтобы детальней разобраться с экологическими рисками неустойчивого развития почвенно-растительного покрова попробуем рассмотреть нарушения, которые вызываются социально-техногенной средой.

Техногенное воздействие как на растительный, так и на почвенный покров может оказываться в период подготовки природной территории под строительство. В данном случае основными источниками воздействия на природные покровы являются строительная техника, автотранспорт и технический персонал. С точки зрения экологических рисков наиболее существенное воздействие имеют склоновые процессы, к которым относятся оползни, обвалы, осыпи и солифлюкции.

Чаще всего обвальные процессы формируются на техногенно-нарушенных участках. Снижение воздействия на почвенный и растительный покров можно добиться при помощи прокладывания инженерных коммуникаций на наземных опорах и эстакадах. Не менее значительным воздействием, влияющим на устойчивость развития почвенного покрова, является техногенно-химическое загрязнение. Загрязнение почв снижает их биологическую активность и способствует аккумуляции вредных веществ [1].

Основными видами негативного воздействия на растительный покров выступают изменение назначения земельных участков, вырубki лесной растительности, полное уничтожение травяной растительности, полное уничтожение напочвенного покрова при формировании техногенных сооружений. Изменение назначения и отчуждение земельных участков приводит к снижению запасов фитомассы растительного покрова, деградации ценных видов флоры конкретных регионов, а также деградации, а порой и полного уничтожения редких и нуждающихся в охране растительных сообществ [2]. Чаще всего растительный покров бывает полностью уничтожен на участках строительства автомобильных дорог.

Подводя итог, можно отметить что нарастание неустойчивого развития почвенно-растительного покрова крайне негативно сказывается как на окружающей среде, так и на обществе. Нарушение устойчивости развития чаще всего приводит к нарушению теплофизических свойств грунтов и развитию криогенных процессов, уничтожению редких видов растений и растительных сообществ, деградации естественно-природных процессов, влияющих на нормальное развитие окружающей среды и биосферы.

Литература

1. Щербаков А.П., Рудай И.Д. Плодородие почв, круговорот и баланс питательных веществ. М.: Колос, 1983. 189 с.
2. Семенищенков Ю.А., Кузьменко А.А. Лесная растительность моренных и водно-ледниковых равнин северо-запада Брянской

области. Брянск: ГУП «Брянское областное полиграфическое объединение», 2011. 112 с.

АГРОЭКОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ В ЗОНЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ ООО «НЛМК-КАЛУГА»

Д.Н. Курбаков, А.В. Панов, В.К. Кузнецов

*Всероссийский научно-исследовательский институт
радиологии и агроэкологии, г. Обнинск, Россия*

Интенсивное развитие промышленности ведет к загрязнению окружающей среды, химическими веществами. При этом масштабы загрязнения в значительной степени зависят от вида и характера размещения промышленного предприятия, природно-климатических условий, хозяйственного использования прилегающих территорий. В связи с этим в зонах воздействия промышленных предприятий необходимо постоянное проведение агроэкологического мониторинга за содержанием химических веществ в объектах окружающей среды.

Исследования проводились в течение 2013–2016 гг. на сельскохозяйственных угодьях Калужской и Московской областей, прилегающих к ООО «НЛМК-Калуга». Мониторинговая сеть создана в 30-км зоне воздействия предприятия. Отбор проб проводился на разном расстоянии и в различных направлениях с учетом структуры земледелия, направление «розы ветров» и структуры почвенного покрова.

Основной целью исследований является закладка сети мониторинга и проведение наблюдений за содержанием тяжелых металлов (Cd, Co, Cr, Cu, Ni, Pb, Sr, Zn, Mn, Fe) в почве и урожае сельскохозяйственных культур в зоне возможного воздействия ООО «НЛМК-Калуга» с целью мониторинга изменения экологической обстановки.

Разработка системы мониторинга и проведение работ по единым методическим документам позволяет дать детальную информацию о фоновых и накопленных уровнях загрязнения агроэкосистем, характере загрязнения, степени воздействия загряз-

нителей на компоненты агроэкосистем и выделить критические пути поступления токсикантов в продукцию сельского хозяйства.

Проведенные исследования сельскохозяйственных угодий показали, что содержание тяжелых металлов в почвах не превышает установленных ПДК (табл. 1). Результаты исследований также показали, что накопление тяжелых металлов в растениях не превышает значения установленных нормативов.

Также разработана база данных по содержанию тяжелых металлов в почвах, сельскохозяйственных растениях и продукции в зоне воздействия выбросов ООО «НЛМК-Калуга».

Таблица 1

Содержание тяжелых металлов в почвах сельскохозяйственных угодий 30-км зоны воздействия ООО «НЛМК-Калуга»

Нап- равл.	Знач.	Тяжелый металл, мг/кг									
		Cd	Co	Cr	Cu	Ni	Pb	Sr	Zn	Mn	Fe
С	мин	0,078	4,8	14	7,4	14	6,4	15	24	312	8391
	ср	0,112	6,2	17	8,6	18	7,2	16	28	413	10523
	макс	0,142	7,4	22	10,5	20	8,3	17	32	485	12452
С-3	мин	0,068	5,6	19	8,6	17	7,3	14	26	311	10922
	ср	0,111	6,7	21	9,6	19	7,6	18	31	346	12271
	макс	0,152	7,9	26	10,6	24	7,8	20	39	364	14468
З	мин	0,051	6,1	19	9,6	18	6,8	17	27	386	10562
	ср	0,079	6,5	20	10,5	20	7,6	19	30	400	11611
	макс	0,106	6,9	21	11,5	22	8,3	21	32	409	12716
Ю	мин	0,063	4,2	14	7,3	16	6,8	15	26	331	10751
	ср	0,109	5,2	15	7,5	16	7	16	28	377	11642
	макс	0,137	6,7	17	7,6	16	7,3	16	29	423	12721
Ю-В	мин	0,063	5,0	15	7,1	18	6,2	15	25	382	10698
	ср	0,094	6,2	17	8,4	19	7,3	17	28	402	11363
	макс	0,126	6,9	19	9,3	21	7,9	18	31	423	11968
Ю-3	мин	0,068	6,5	20	8,9	19	8,1	18	29	390	11089
	ср	0,096	6,9	21	9,7	19	8,4	19	30	399	11136
	макс	0,149	7,1	21	10,3	19	8,6	21	31	412	11197
В	мин	0,064	4,9	18	6,8	18	6,6	15	27	392	11253
	ср	0,099	5,5	19	8,3	20	7,1	16	30	419	11959
	макс	0,123	5,9	20	9,4	23	7,4	17	34	446	12964

Проведение в дальнейшем аналогичных работ позволит оперативно зафиксировать и отреагировать на изменение экологической обстановки в данном регионе.

ОЦЕНКА ФОРМИРОВАНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ РИСКОВ НА БИОТУ И ЛЮДЕЙ ЧЕРЕЗ ТРАНСПОРТ ПОЛЛЮТАНТОВ И РАДИОНУКЛИДОВ НА ОСНОВЕ ТЕОРИИ И МОДЕЛЕЙ НАДЕЖНОСТИ ЭКОСИСТЕМ.

Ю.А. Кутлахмедов¹, И.В. Матвеева²

¹ – *Институт клеточной биологии и генетической инженерии НАНУ, г. Киев, Украина*

² – *Национальный авиационный университет (Институту экологической безопасности), г. Киев, Украина*

Было установлено, что мерой экологического риска для биоты может служить оценка дозы облучения и уровня накопления радионуклидов в конкретной биоте экосистемы. Так дозе в 4 Гр/год для растений и гидробионтов, можно поставить в соответствие риск равный -1, а для животных дозе в 0,4 Гр/год также соответствует –экологический риск равный 1. Можно предложить, таким образом, равномерную шкалу экологических рисков для биоты от 0 до 1 в диапазоне доз от 0–4 Гр/год для растений и гидробионтов, и в диапазоне доз 0–0,4 Гр/год для животных в условиях радионуклидных загрязнений. Нами построены модели радиоемкости различных типов экосистем - наземных и водных. Эти модели позволяют определить критические элементы биоты экосистем, где возможно концентрирование загрязнителей, что можно установить через динамику транспорта трассеров (¹³⁷Cs). Наши эксперименты дают основания утверждать, что миграция трассера по экосистеме будет коррелировать с динамикой транспорта и других загрязнителей (например, тяжелых металлов-Cd, Zn, Pb), при не летальных их уровнях. Критическая биота экосистем в реальном ландшафте определяет степень риска для экосистем при попадании радионуклидов и других поллютантов. Таким образом, экологический риск опре-

деляется состоянием и уровнями загрязнения критических элементов биоты экосистемы и ландшафта. Экспериментальные и теоретические исследования поведения параметров радиоемкости экосистем в условиях загрязнения другими поллютантами (тяжелыми металлами) позволили установить, что параметры радиоемкости экосистемы обладают высокой чувствительностью к таким загрязнениям биоты экосистем.

Установлено, что этот подход позволяет показать эквивалентность в экологическом действии химических загрязнителей на биоту и радиационного фактора (радионуклидов).

Показано, что экологический риск для экосистемы в условиях загрязнения определяется не только и не столько уровнями выпадений загрязнителей на экосистемы, сколько закономерностями и скоростями перераспределения загрязнителей по элементам экосистемы и ландшафта, и их концентрирования в критических биотических компонентах, коррелирующих с поведением трассера. Экологические риски для человека в значительной степени определяются экологическими рисками для биоты окружающей его среды. Экологический риск для биоты экосистем, в условиях действия поллютантов разной природы, можно определять через нарушение параметров экологической емкости и радиоемкости биоты по радионуклидному трассеру (Cs-137). Экологическая емкость – предельная нагрузка на биоту экосистем от поллютантов, при которой подавляется рост биомассы и ее способность к кондиционированию среды обитания. Методами математического моделирования и в эксперименте показано, что поведение показателя радиоемкости, по искусственно введенному в экосистему трассеру (^{137}Cs), отображает способность биоты к накоплению биомассы и кондиционированию среды. Установлено, что параметр радиоемкости биоты экосистем четко коррелирует с показателем экологической емкости и характеристиками экологического риска для биоты. Чем выше показатель радиоемкости биоты, тем меньше величина экологического риска для нее в реальных условиях воздействия разных поллютантов. Нами разработаны модели определения критических компонент биоты, ответственных за величину экологического риска для различных локальных экосистем (озеро, например), линейных экосистем (склоновые и горные экосистемы). Разра-

ботка и применение аналитической ГИС технологии по показателям радиоемкости по трассеру, позволило оценить и выделить критические элементы для реальных ландшафтов. Этот подход позволил установить критические элементы ландшафтов, которые определяют экологическую емкость и экологический риск в экосистемах, загрязненных радионуклидами.

АНАЛИЗ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ РИСКА РАКА ГОРТАНИ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ

Д.В. Макаревич, А.Г. Сыса

*Белорусский государственный университет, г.Минск,
Белоруссия*

Рак гортани (РГ) занимает лидирующие позиции среди злокачественных опухолей верхних дыхательных путей, составляя от 2 до 5% всех злокачественных заболеваний, ежегодно диагностируемых во всем мире. Заболеваемость в большинстве стран мира находится на относительно невысоком уровне, хотя и широко варьируется, и сопоставима с таковой рака ротовой полости или щитовидной железы. Низкие показатели ранней активной диагностики рака (49,3% в 2015 г.), высокие показатели одногодичной летальности (21,2% в 2015 г.) и запущенности злокачественных опухолей гортани свидетельствуют о необходимости проведения системного изучения вклада основных факторов риска РГ на территории Республики Беларусь.

В структуре заболеваемости всеми злокачественными новообразованиями в Республике Беларусь среди мужского населения рак гортани занимает 3% и находится на десятом ранговом месте. В структуре онкозаболеваний женщин РГ занимает последнее ранговое место с удельным весом < 0,1%.

В подавляющем большинстве случаев раком гортани болеют мужчины (95-98%). Среди женщин число заболевших весьма незначительно и за анализируемый период 2002-2013 гг. находилось в пределах от 11 до 27 новых случаев в год. Преимущественное поражение раком гортани лиц мужского пола связы-

вают с курением, частым употреблением алкоголя и профессиональными вредностями.

Имеются различия в частоте первичных злокачественных новообразований гортани по месту постоянного проживания: самый низкий уровень (в среднем за 5 лет) наблюдается в г. Минске и Витебской области (3,0 и 3,8 на 100 тыс. соответственно), статистически значимо отличаясь от уровней в Могилевской, Минской и Брестской областях (4,8, 4,9 и 4,7 на 100 тыс. соответственно). Сравнительный анализ заболеваемости рака гортани городского и сельского населения Республики Беларусь показал, что показатели заболеваемости раком гортани городского населения (4,5 на 100 тыс. в среднем за изученный период) ниже, чем сельского (4,5 на 100 тыс. в среднем за изученный период). Рост заболеваемости населения Республики Беларусь происходит с увеличением возраста, достигая максимальных значений к 60-64 годам.

Курение табака и потребление алкоголя, как правило, рассматриваются как основные факторы риска развития рака гортани. Некоторые экологические, профессиональные и алиментарные факторы также могут играть определенную роль в канцерогенезе. Рак гортани традиционно считается болезнью мужчин, злоупотребляющих табаком и алкоголем. Гендерное соотношение заболеваемости колеблется от 5 до 20 к 1 в пользу мужчин, однако в последние десятилетия наблюдается снижение этого показателя за счет увеличения рака гортани у женщин. В настоящей работе проведен расчет популяционного риска рака гортани населения Республики Беларусь, связанного с потреблением алкоголя.

Для определения относительного риска алкоголя для рака гортани была использована логлинейная модель взаимосвязи уровня потребления и риска. Латентный период или интервал между потреблением алкоголя и соответствующим увеличением риска для рака гортани не известен. В нашей работе мы предположили, что он составляет, в среднем, 15 лет, и, следовательно, проводили расчет дополнительных случаев рака гортани в 2015 г., связанных с потреблением алкоголя в 2000 г.

Расчёты показали, что 36,2% всех случаев рака гортани в 2015 г. связаны с потреблением алкоголя, причем для мужского

населения доля «алкогольных» опухолей гортани составила 36,9%, для женского населения – 13,7%.

Таким образом, наибольшую онкологическую настороженность по выявлению рака гортани оториноларинголог должен проявлять при осмотре лиц мужского пола в возрасте 60 лет и старше, проживающих в сельских районах с повышенным уровнем загрязнения окружающей среды, со стажем потребления алкоголя более 15 лет.

ТИПИЗАЦИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ ПО СПЕЦИФИКЕ РИСКА ПРОИЗВОДСТВА ГОВЯДИНЫ С ПРЕВЫШЕНИЕМ НОРМАТИВА ТАМОЖЕННОГО СОЮЗА

О.А. Мерзлова, Е.В. Копыльцова

РНИУП «Институт радиологии», г. Гомель, Белоруссия

Для производителей мяса крупного рогатого скота (КРС) в Республике Беларусь актуально выполнение требований Технического регламента Таможенного союза «О безопасности пищевой продукции» ТР ТС 021/2011 по содержанию ^{137}Cs . Ежегодно регистрируются партии мяса КРС с удельной активностью ^{137}Cs свыше 200 Бк/кг. Высокий риск (более 25%) производство мяса КРС с превышением упомянутого норматива прогнозируется в 17-ти сельскохозяйственных предприятиях.

Методы исследований: расчетно-конструктивный, экономического анализа, оптимизации, математического моделирования, статистический. Объекты исследований: рационы КРС на откорме, структура и размещение сельскохозяйственных культур, система откорма крупного рогатого скота, риски загрязнения мяса (5-ти «критических» предприятий Могилевской области).

В большинстве производимых кормов выдерживаются предельные допустимые уровни содержания ^{137}Cs , обеспечивающие загрязнение рациона в пределах 5000 Бк/кг.

Основными факторами, влияющими на получение говядины с превышением норматива, являются:

в животноводстве – специализация, тип используемого рациона, уточнение группы скота, в которой зафиксировано превышение норматива (200 Бк/кг),

в растениеводстве – объемы заготовки кормов, направление использование земель (доля культур в структуре площадей и особенности размещения культур), загрязнение земель ^{137}Cs ,

в оценке превышения норматива 200 Бк/кг – величина прогнозируемого риска, основная причина его наступления.

На основе данных признаков выделено 3 типа предприятий:

1 тип (риски осуществлены) – предприятия с высоким удельным весом земель (более 50%), загрязненных выше 5 Ки/км². В структуре посевных площадей недостаток сеяных трав (особенно бобовых), высоко загрязненные участки расположены на пойменных и торфяных землях. Высокие риски проявляются при использовании на заключительном этапе откорма кормов с критических участков. Дифференцированное использование кормов затруднительно.

2 тип (риски осуществлены) – предприятия с невысоким удельным весом земель (менее 25%), загрязненных выше 5 Ки/км², наличием участков с высоким переходом радионуклидов в растительность (пойменные и торфяные). Присутствует дефицит кормов, низкий удельный вес бобово-злаковых трав на пашне. Отсутствует четко организованный период заключительного откорма животных для выбракованного скота. Риски проявляются в наиболее неблагоприятных случаях.

3 тип (риски прогнозируются) – предприятия с высоким удельным весом земель, загрязненных выше 5 Ки/км² (более 50%), незначительным дефицитом кормов, что позволяет использовать принцип дифференцированного откорма. В пользовании нет пойменных земель. Риски проявляются при максимальном включении в рацион сенажа и зеленой массы из сеяных трав с торфяных или слабо окультуренных высоко загрязненных участков.

Очевидно, что пренебрежение правилами ведения сельскохозяйственного производства на радиоактивно загрязненных землях ведет к получению говядины с удельной активностью ^{137}Cs 200 Бк/кг с вероятностью до 100%.

ВКЛАДЫ ОТДЕЛЬНЫХ РАДИОНУКЛИДОВ В ДОЗОВУЮ НАГРУЗКУ НА РЕФЕРЕНТНУЮ СОСНУ ПРИ АВАРИЯХ НА АЭС С РАЗЛИЧНЫМИ ТИПАМИ РЕАКТОРОВ

Р.А. Микаилова, С.И. Спиридонов

Всероссийский научно-исследовательский институт радиологии и агроэкологии, г. Обнинск, Россия

В настоящее время в мире действуют более четырёхсот атомных станций с ядерными реакторами различных типов. Наиболее распространенными являются водо-водяные энергетические реакторы. Цель работы – сравнительная оценка вкладов отдельных радионуклидов в дозовую нагрузку на референтный природный объект (хвойные насаждения) при атмосферных выбросах в результате тяжёлых аварий на АЭС с различными видами водо-водяных реакторов.

В качестве источников аварийных выбросов рассматривались АЭС со следующими типами реакторных установок: кипящий водяной реактор BWR мощностью 1412 МВт (АЭС ПичБоттом, США), реактор с водой под давлением третьего поколения EPR мощностью 1600 МВт (АЭС Хинкли Пойнт Си, на стадии строительства). Суммарная активность выбросов при гипотетических тяжёлых авариях составляет $2,38 \cdot 10^{19}$ Бк и $2,37 \cdot 10^{19}$ Бк для BWR-1412 и EPR-1600, соответственно [1, 2]. Согласно международной шкале INES события, описанные в [1, 2], могут классифицироваться как крупные аварии (7 уровень). Указанные выше активности сопоставимы с суммарной активностью радионуклидов, выброшенных в атмосферу в результате аварии на Чернобыльской АЭС.

Наибольшие вклады в годовую дозовую нагрузку при аварийном выбросе на АЭС с реактором EPR-1600 вносят: ^{106}Ru – 29%, ^{134}Cs – 28%, ^{131}I – 15% и ^{137}Cs – 12%. В случае аварии на АЭС с реактором BWR-1412 дозовую нагрузку формируют, в основном, ^{89}Sr – 55% и ^{140}Ba – 18% (рис. 1).

Выполненные расчёты продемонстрировали существенное различие в составах основных дозообразующих радионуклидов

для кипящего водяного реактора BWR-1412 и реактора с водой под давлением EPR-1600.

Полученные результаты позволяют сделать вывод о том, что в зависимости от типа реактора вклады различных радионуклидов в дозовую нагрузку на природные объекты будут варьировать. Так, для реактора третьего поколения доминирует вклад в годовую дозу радиоактивных изотопов цезия и йода. В случае кипящего водяного реактора значимость этих радионуклидов существенно меньше, по сравнению с ^{89}Sr и ^{140}Ba .

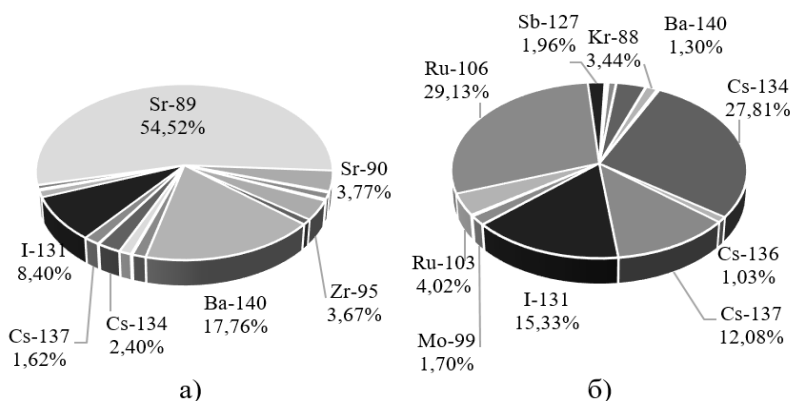


Рис. 1. Вклады основных дозообразующих радионуклидов в суммарную дозовую нагрузку за первый год после аварии на сосновые насаждения, находящиеся на расстоянии 1 км от источника выброса: а) для реактора BWR-1412, б) для реактора EPR-1600.

Литература

1. State-of-the-Art Reactor Consequence Analyses Project Volume 1: Peach Bottom Integrated Analysis (NUREG/CR-7110, Volume 1, Revision 1). Office of Nuclear Regulatory Research, 2013.
2. Hinkley Point C Pre-Construction Safety Report. NNB Generation Company Limited, United Kingdom. 2012.

ОЦЕНКА РИСКОВ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ НА МАГИСТРАЛЬНЫХ НЕФТЕПРОВОДАХ В ОСОБЫХ КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ

Е. Д. Никонова, А.Н. Вторушина

Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

На современном этапе развития нефтяной отрасли огромное внимание уделяется обеспечению надежности и безопасности при строительстве и эксплуатации магистральных нефтепроводов. Но, несмотря на это, чрезвычайные ситуации (ЧС), связанные с транспортированием нефти и нефтепродуктов по магистральным нефтепроводам, возникают достаточно часто [1].

В данной работе была рассмотрена функционирующая система промыслового нефтепровода Сибирского региона. Объектом исследования был выбран участок, пролегающий по территории с различными условиями. Часть нефтепровода пролегает по суходолу, 42% трассы трубопровода занято болотами. Трубопровод имеет 30 пересечений с водными объектами, наиболее крупный из которых является судоходная река. Таким образом, аварии на данном нефтепроводе могут привести к возникновению сложной экологической обстановки и представляют собой угрозу здоровью и жизни работников.

Для рассматриваемых участков объекта исследования были определены следующие сценарии возникновения и развития ЧС:

- Тип 1. Разлив нефти вследствие порыва трубопровода – гильотинный разрыв (характерный размер отверстия – отношение длины щели к условному диаметру трубопровода – 1,5D).
- Тип 2. Разлив нефти вследствие прокола трубопровода – свищ (характерный размер отверстия – 0,3D).

Для каждого из этих сценариев было построено дерево событий, а также посчитана вероятность реализации. Помимо этого, были проведены расчеты с целью выявления наиболее опасных участков системы промысловых трубопроводов по наибольшей величине объема, массы и площади разлива нефти при разгерметизации (порыв/прокол).

В ходе расчетов были выделены: а) наиболее опасный сценарий развития ЧС, при реализации которого наносимый ущерб окружающей среде и человеку максимален; б) наиболее возможный сценарий.

Исследование показало, что наиболее вероятным событием для данного магистрального нефтепровода является пожар разлива нефти в результате разгерметизации (прокола) участка системы межпромысловых трубопроводов, проходящего по суходолу и заболоченной местности. Вероятность реализации данного сценария $2,42 \cdot 10^{-4}$ 1/год. При прохождении суходола условная вероятность поражения человека интенсивностью тепловым излучением 17 кВт/м^2 на расстоянии 28 м от центра разлива составляет 97%. При прохождении болота условная вероятность поражения человека интенсивностью тепловым излучением 17 кВт/м^2 на расстоянии 30 м от центра разлива составляет 97%. Ожидаемое число погибших – 1 человек. Ожидаемое число пострадавших – 3 человека. При этом данный сценарий не является самым опасным.

Как итог проведенной оценки риска на системе межпромысловых трубопроводов месторождения можно сделать следующие выводы:

- расчеты показали, что риск персонала является приемлемым;
- для снижения показателей риска ЧС необходимо внедрение противоаварийных и противопожарных мероприятий.

Литература

1. Орехов С.А., Михайлов А.С. Концепция повышения энергетической безопасности российского ТЭК // Статистика и экономика. 2007. №4. URL: <http://cyberleninka.ru/article/n/kontsepsiya-povysheniya-energeticheskoy-bezopasnosti-rossiyskogo-tek> (дата обращения: 09.03.2017).

2. СТО Газпром 2-2.3-351-2009 «Методические указания по проведению анализа риска для опасных производственных объектов газотранспортных предприятий ОАО «Газпром»»

СРЕДСТВА ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ И РАДИАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ БЕЛОРУССКОЙ АЭС

М.А. Правко, А.В. Пинчук, В.Н. Феоктистов

*Международный государственный экологический
институт им. А.Д. Сахарова, БГУ, г. Минск, Белоруссия*

При возникновении аварийной ситуации, АЭС в корне отличается от любого промышленного объекта тем, что в окружающую среду могут попасть радиоактивные изотопы, являющиеся результатом жизнедеятельности атомной станции и представляющие серьезную опасность для окружающей среды и населения. Для полного обеспечения всех требований безопасности на Белорусской АЭС был выбран самый надежный проект - АЭС-2006 поколения «Ш+». В нем предусмотрены активные и пассивные системы защиты. Проект соответствует всем требованиям безопасности и рекомендациям МАГАТЭ и включает в себя самые современные средства и системы: четыре канала систем безопасности (дублирующие друг друга), двойная защитная оболочка здания реактора, устройство локализации расплава, система удаления водорода, системы пассивного отвода тепла; предусмотрена защита станции от разнообразных внешних воздействий.

Наличие четырех барьеров на пути распространения ионизирующих излучений и радиоактивных веществ позволяет полностью обеспечить защиту окружающей среды и населения, а также минимизировать дозовые нагрузки и концентрацию радионуклидов в средах до допустимых пределов. Первый – это топливная матрица, предотвращающая выход продуктов деления под оболочку тепловыделяющего элемента. Второй – сама оболочка тепловыделяющего элемента, не дающая продуктам деления попасть в теплоноситель главного циркуляционного контура. Третий - главный циркуляционный контур, препятствующий выходу продуктов деления под защитную герметичную оболочку. Наконец, четвертый – это система защитных герметичных оболочек (контайнмент), исключаяющая выход продуктов деле-

ния в окружающую среду.

Концепция этой защиты применяется ко всем видам деятельности в области использования атомной энергии и обеспечивает перекрывающимися мерами уровень безопасности, при котором возникающий отказ в работе систем безопасности будет обнаружен и скомпенсирован или устранен соответствующими системами и средствами.

СТРАХОВАНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ РИСКОВ И БЕЗОПАСНОСТЬ В ЯДЕРНОЙ ЭНЕРГЕТИКЕ

Т.Л. Смирнова

*Обнинский институт атомной энергетики,
НИЯУ МИФИ, г. Обнинск, Россия*

Сохраняющийся рост спроса на энергоресурсы в мировой экономике детерминирован антропогенным характером процессов индустриализации развивающихся стран, что приводит к выстраиванию активной позиции России в системе международного энергетического пространства. Увеличение разрыва между объемами производства и потребления энергоресурсов в мировой экономике формирует национальный аспект экологической, технологической и финансовой безопасности.

Обостряющийся дефицит генерирующих мощностей и транспортировки энергоресурсов в российской экономике предопределяет выбор энергетической стратегии развития в сторону увеличения доли ядерной энергетики и повышения уровня экологической безопасности [1]. Для освоения труднодоступных территорий страны энергетические ресурсы и ядерные технологии являются ключевым фактором регионального развития. К 2035 г. сохраняющиеся прогнозируемые диспропорции в мировом топливно-энергетическом балансе предопределяют стратегическое направление реструктуризации ядерной энергетики на основе совершенствования топливного цикла.

В странах ЕС и США крупные энерготехнологии дополняют-

ся проектами малой энергетики, обеспечивая экологическую безопасность и долгосрочную устойчивость развития секторов экономики. В процессе эксплуатации ядерных объектов в национальной экономике возникают экологические риски, связанные с загрязнением окружающей среды, и финансовые риски, предполагающие устранение последствий в результате неблагоприятного воздействия на эксплуатационный персонал и население. Использование ресурсосберегающих и экологически безопасных технологий приводит к оптимизации производственных издержек и системному контролю техногенных рисков. Экологические риски возникают на всех этапах жизненного цикла функционирования ядерных объектов, включают: проектирование, сооружение, ввод энергетических мощностей, эксплуатацию, вывод из эксплуатации. Экологическая политика в ядерной энергетике направлена на безопасное использование ядерных материалов, непрерывный их контроль и учет, реализацию программ сокращения выбросов вредных химических веществ.

Экологическая безопасность реализуется в отношении населения регионов, персонала АЭС, природных ресурсов территорий (воды, почвы, воздуха). Приоритетом экологической политики является охрана окружающей среды, рациональное природопользование, достижение промышленной безопасности и экологически ориентированное предпринимательство. Стратегическими направлениями экологической политики в ядерной энергетике становятся: использование современных методов комплексного анализа и прогнозирования экологической безопасности, совершенствование информационно-аналитического контроля экологической безопасности, оценка факторов техногенных рисков, обучение персонала культуре экологической безопасности, развитие международного сотрудничества в области экологических проектов [2]. Международный страховой ядерный пул, в который входят представители более семи стран с ядерными технологиями, участвует в разработке единой системы стандартов контроля экологических рисков в ядерной энергетике, подходов к интеграции индикаторов устойчивого развития территорий и дифференциации тарифов страховых премий.

Литература

1. Смирнова Т.Л. Направления менеджмента ядерной безопасности и подготовки персонала в России // Вестник ВСГУТУ. 2013. №4 (43). С. 154-159.

2. Смирнова Т.Л., Субботина Л.Г. Формирование кластера редкоземельных металлов как стратегия ГК «Росатом» развития Томской области // Цветные металлы. 2014. № 6. С. 8-11.

ПЛУТОНИЙ В ПРИЗЕМНОМ СЛОЕ АТМОСФЕРЫ В РАЙОНАХ РАСПОЛОЖЕНИЯ ЛОКАЛЬНЫХ ИСТОЧНИКОВ РАДИОАКТИВНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ В РОССИИ

А.С. Сорокина

*Обнинский институт атомной энергетики,
НИЯУ МИФИ, г. Обнинск, Россия*

Цель настоящей работы состояла в изучении изменения объемной активности изотопов плутония в приземном слое атмосферы в районах расположения различных типов локальных источников радиационного загрязнения по данным сети радиационного мониторинга Росгидромета.

Данные по объемной активности изотопов плутония в приземном слое атмосферы были получены, путем отбора проб воздуха, проводившегося на стационарных пунктах, входящих в систему радиационного мониторинга Росгидромета с 1992 по 2015 гг. с месячным или квартальным усреднением.

Объектами исследования являлись территория, загрязненная в результате Чернобыльской аварии на примере города Брянска, район расположения атомной электростанции, на примере города Курска, район расположения предприятия по переработке радиоактивных материалов ПО «Маяк» в Челябинской области на примере поселка Новогорный, а также город Обнинск, как пункт расположения исследовательских ядерных реакторов.

Проанализировав все имеющиеся данные, мы пришли к некоторым предположениям и выводам.

В поселке Новогорный в период с 2000 по 2013 гг. отмечены самые высокие уровни объемной активности плутония-239,240 в приземном слое атмосферы (от $33 \cdot 10^{-9}$ до $3110 \cdot 10^{-9}$ Бк/м³) в отличие городов Брянска и Курска, где за период с 1992 по 2015 гг. наблюдались самые низкие значения объемной активности (от 1,5 до $7,3 \cdot 10^{-9}$ Бк/м³ - в Курске и от 2,6 до $24 \cdot 10^{-9}$ - в Брянске). В городе Обнинск с 1992 по 2015 гг. объемная активность плутония-239,240 оказалась на порядок выше значений в городе Курске и имеет широкий разброс значений от 1,2 до $246,7 \cdot 10^{-9}$ Бк/м³. Но следует отметить, что за период с 1992 по 2015 гг. объемная активность плутония в приземном слое атмосферы в рассматриваемых пунктах не превышала величины допустимой объемной активности для населения по НРБ-99/2009, равной $2,5 \cdot 10^{-3}$ Бк/м³.

Соотношение изотопов плутония-238 к плутонию-239,240 в приземном слое атмосферы в городе Курск оказалось равным 0,2-0,4, что близко к соотношению Чернобыльских выпадений, а в поселке Новогорный и городе Обнинск изменялось в широких пределах от 0,4 до 2,6, что связано с режимом работы локальных источников радиоактивного загрязнения.

Определить точное местоположение источника радиоактивного загрязнения изотопами плутония в городе Обнинск по направлению ветра не представилось возможным, в силу большого времени усреднения объемной активности и динамичного характера изменения направления ветра.

СЕКЦИЯ 4. БИОТЕСТИРОВАНИЕ И БИОИНДИКАЦИЯ ОБЪЕКТОВ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

ОСОБЕННОСТИ ОЦЕНКИ УСТОЙЧИВОСТИ ЭКОСИСТЕМ К АНТРОПОГЕННОМУ ВОЗДЕЙСТВИЮ

Е.А. Батраченко

Курский государственный университет, г. Курск, Россия

Проблема изучения устойчивости природно-антропогенных систем достаточно сложна. Для оптимизации природопользования необходима разработка таких методологических основ, которые позволили бы адекватно оценить механизмы, позволяющие сохранять естественный потенциал устойчивости. Оценка устойчивости природных систем к антропогенным нагрузкам предполагает различные подходы, использующие в качестве индикатора устойчивости абиотические и биотические процессы и компоненты, а также их синтез. Методологическое и теоретической основой оценки устойчивости может являться исследование динамики энергетического состояния компонентов природной системы при различных типах антропогенного воздействия. Исследованию подлежат компоненты и их свойства, наиболее интенсивно трансформирующиеся при антропогенном использовании. Исходя из предполагаемой концепции энергетического подхода, изучение устойчивости состоит из следующих этапов:

I. Изучение воздействий, изменений и последствий, вызванных антропогенной деятельностью. Например, для исследования особенностей сельскохозяйственного воздействия на природную систему необходимо выявить количественные показатели динамики и распространения воздействия разного вида и масштаба:

- давность возникновения источника воздействия;
- режим (периодичность, цикличность): годовой, сезонный, суточный;
- направленность: нарастание, затухание, стабильность;
- кратность;
- историческая периодизация.

II. Оценивание степени изменения природной системы при различных видах антропогенного воздействия. Исследование природной системы и ее компонентов, в пределах которых распространяются те или иные последствия анализируемого вида воздействия, предполагает выявление первоначального (эталонного) состояния, условно принимаемого за норму. По степени отклонения системы от первоначального определяется критическое состояние. Например, для сельскохозяйственных систем репрезентативными показателями являются следующие параметры: педосферы – тип почв, гранулометрический состав, структура, текстура, гидрофизические и гидрохимические характеристики; фитосферы – тип, вид, состояние растительности, продуктивность, способность к адаптации.

Для изучения степени изменения компонентов природной системы при аграрном воздействии предлагается следующий алгоритм:

1. Выделение компонентов природной системы, максимально подверженных анализируемому виду сельскохозяйственного воздействия (способствующих распространению, поглощению, накоплению воздействий).

2. Определение скорости и масштаба изменений компонентов и их свойств.

3. Выявление распространения воздействий между компонентами и природными системами в целом.

4. Определение: а) степени отклонения состояния данного компонента и его свойств от первоначального состояния;

- б) степени приближения данного компонента и природной системы в целом к состоянию, определяемому как «критическое»; в) степени снижения свойств и качеств данного компонента с точки зрения средообразующих функций.

III. Определение «Комплексная оценки устойчивости» предполагает ранжирование компонентов и природных систем по степени устойчивости:

1. Определение диапазона изменений каждого из анализируемых компонентов при определенном виде сельскохозяйственного воздействия.

2. Разработка шкалы для каждого анализируемого компонента и вида сельскохозяйственного воздействия, интервалам кото-

рой присваивается определенная оценка (балл). На данном этапе производятся частные покомпонентные оценки устойчивости к определенному виду сельскохозяйственного воздействия.

3. Суммирование частных оценок по анализируемым параметрам и определение итоговой оценки.

IV. Определение взаимовлияния компонентов и природных систем на устойчивость к сельскохозяйственному воздействию и прогнозирование ее динамики предполагает: моделирование процесса влияния факторов и взаимосвязей компонентов на сохранение уровня устойчивости. Моделирование может быть представлено следующими видами: математическое, картографическое и графическое. Результаты исследования целесообразно применять для создания практических рекомендаций по оптимизации природопользования и снижения негативного влияния.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ СИНЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПОЧВЕННЫХ МИКРОСООБЩЕСТВ ДЛЯ БИОИНДИКАЦИИ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПОЧВ ВЫБРОСАМИ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИХ ПРОИЗВОДСТВ

О.А. Берсенева

*Иркутский государственный университет,
г. Иркутск, Россия*

В настоящее время одной из ключевых проблем экологии является загрязнение окружающей среды выбросами химических производств. Одними из мощных источников загрязнения окружающей среды являются предприятия алюминиевой промышленности. Их выбросы оказывают негативное воздействие на почву. Вследствие этого существует угроза нарушения почвенных микробиоценозов. Микробные сообщества, являясь редуцентами экосистем, выполняют огромную роль в преобразовании органического вещества почв, поэтому без детальных исследова-

ний микросообществ не могут быть решены проблемы рационального природопользования.

Несмотря на ключевую роль микроорганизмов в функционировании и устойчивости природных экосистем, возможности применения синэкологических показателей почвенных микросообществ для оценки состояния окружающей среды в зонах влияния аэропромвыбросов металлургических производств изучены недостаточно. Указанные обстоятельства определяют необходимость проведения исследований по оценке техногенного загрязнения наземных экосистем с использованием синэкологических показателей почвенных микросообществ.

Целью настоящего исследования являлась оценка возможности использования синэкологических показателей почвенных микросообществ в целях диагностики экологического состояния почв, подверженных техногенному воздействию выбросов металлургических производств.

Для изучения почвенной микробиоты использовали образцы серых лесных почв, которые отбирали с опытных площадок, расположенных вдоль градиента аэропромвыбросов ОАО «ИрАЗ-РУСАЛ» с учетом господствующей розы ветров. Образцы отбирали на расстоянии 0,5; 5; 15 и 25 км от «ИрАЗ-РУСАЛ» из верхнего горизонта (A_1) с глубины 0-10 см. Участок, находящийся на расстоянии 25 км служил контролем, поскольку был расположен вне зоны загрязнения.

Результаты проведенных синэкологических исследований показали:

1. По мере приближения к источнику воздействия в сообществах микромицетов увеличивается доля видов-редуцентов растительных остатков: отношение числа этих видов к общему числу видов составило $5/8$, $5/7$, $5/6$, $1/1$. Актиномицеты обнаружены только на расстоянии 25 км от факела аэропромвыбросов. Изменение структуры бактериальных сообществ (до уровня рода) не выявлено. Во всех сообществах доминируют бактерии р. *Bacillus*, которые составляют 85% от общего числа бактериальных штаммов.

2. Для сравнительной оценки видового состава микосообществ был использован градиентный подход, основанный на расчете коэффициента Съеренсена для

сообществ, выделенных из исследуемых почв. Расчет коэффициента Стьернсона показал, что градиент условий окружающей среды, определяющих видовой состав миксоценозов, достаточно крутой: для опытной (0,5 км) и контрольной точек (25 км) общих видов не обнаружено (коэффициент равен нулю), а сходство между сообществами «0,5–5 км» и «5–25 км» примерно одинаково (значение коэффициента 0,4 и 0,46 соответственно).

Показанные изменения синэкологических параметров микробных сообществ можно использовать в качестве критериев экологического состояния почв, подверженных техногенному воздействию выбросов металлургических производств.

ВЛИЯНИЕ ИОНОВ Co и Pb НА ВЫЖИВАЕМОСТЬ ОДНОКЛЕТОЧНОЙ ВОДОРОСЛИ *Chlorella vulgaris*

Ю.В. Бичурина

*Обнинский институт атомной энергетики,
НИЯУ МИФИ, г. Обнинск, Россия*

Значительную долю от общего количества загрязняющих веществ, попадающих в водоем, составляют тяжелые металлы (ТМ). Они занимают особое положение, так как способны сохраняться и накапливаться в донных отложениях [2].

Целью данной работы являлось выявление закономерностей влияния ионов кобальта и свинца на клетки хлореллы.

В качестве тест-организма в исследовании использовали термофильный штамм одноклеточной зеленой водоросли *Chlorella vulgaris*. В качестве анализируемых растворов использовали: гидроксид кобальта $\text{Co}(\text{OH})_2$, ПДК которого в рыбохозяйственных прудах ($\text{ПДК}_{\text{рыбхоз}}$) – 0,01 мг/л, и гидроксид свинца $\text{Pb}(\text{OH})_2$, ($\text{ПДК}_{\text{рыбхоз}}$) – 0,005 мг/л [1].

В ходе проделанной работы:

1. Показано, что соли кобальта и свинца в концентрациях 0,1 и 1 ПДК не оказывают токсического действия на культуру клеток хлореллы (рис. 1а и рис. 1б).

2. Выявлено токсическое действие кобальта и свинца в концентрациях 10 и 100 ПДК, что, вероятно, связано с изменениями процессов потребления минеральных веществ клетками водорослей (рис. 1а и рис. 1б).

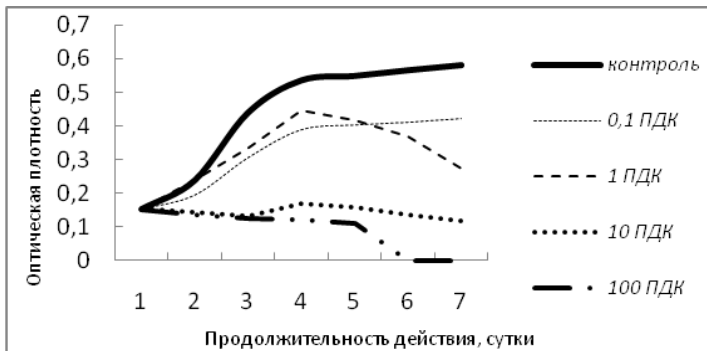


Рис. 1а. Влияния соединений кобальта на выживаемость хлореллы

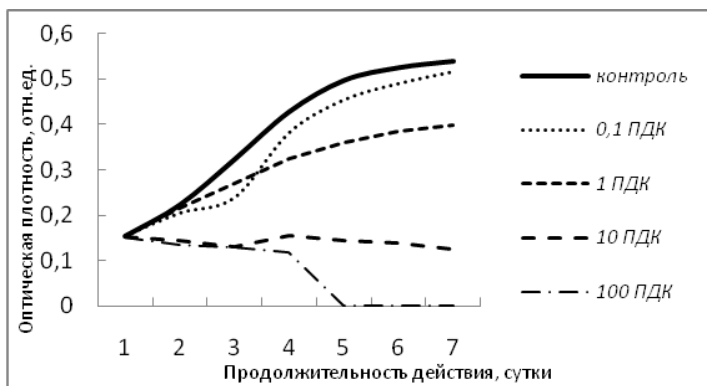


Рис. 1б. Влияния соединений свинца на выживаемость хлореллы

Литература

1. СанПин 2.1.5.980-00 и Приказ Росрыболовства от 18.01.2010 №20.
2. Долотов А.В., Гапеева М.В. Оценка загрязнения тяжелыми металлами водоемов питьевого назначения. Иваново, 2009. 17 с.

АНАЛИЗ ФИТОТОКСИЧНОСТИ ПОЧВ РИСОВЫХ ЧЕКОВ КРАСНОДАРСКОГО КРАЯ ПОСЛЕ ХИМИЧЕСКОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ

Н.А. Вернигорова, А.Н. Дульцев, М.И. Колесников

Южный федеральный университет, г. Ростов-на-Дону, Россия

Почвы заливных полей активно включены в сельскохозяйственный оборот, и имеют экономическую значимость для Юга России [1]. Приоритетно возделывается на таких почвах рис. Однако использование данных почв в сельском хозяйстве сопровождается повышенной антропогенной нагрузкой, которая отражается на их структуре и биологических свойствах. Особенный интерес представляет вопрос их устойчивости к химическому загрязнению.

Цель исследовательской работы – провести анализ фитотоксичности почв рисовых чеков Краснодарского края в условиях химического загрязнения.

Исследование было проведено в условиях лабораторного моделирования загрязнения почвы оксидами тяжелых металлов (CrO_3 , CuO , NiO , PbO) и нефтью в концентрации 1, 10 и 100 ПДК, что соответствует 100, 1000 и 1000 мг/кг содержания металлов в почве. Нефть вносилась в концентрации 1, 5 и 10% от массы почвы. Инкубация почвы продолжалась 30 суток при оптимальной температуре 20–22 °С и влажности 60%. Анализ фитотоксичности (общая всхожесть семян, энергия и скорость их прорастания, длина корней проростков) проводился на тест-объекте – редисе в двукратной повторности с учетом требований к его проращиванию [4].

По результатам анализа установлено, повышение концентрации тяжелых металлов в почве способствует угнетению всхожести редиса (рис. 1). При исследовании действия тяжелых металлов на биологические свойства почвы наблюдалось снижение показателей фитотоксичности. «Эффект малых доз», вызывающий стимулирующее действие на биологические свойства почвы, был обнаружен в образце с нефтью. Из тяжелых металлов наиболее токсичным оказался Cr , наименее токсичным – Pb .

Снижение фитотоксических показателей коррелировало с концентрацией тяжелых металлов в почве и зависело от природы загрязняющего вещества. Тяжелые металлы образуют следующий ряд токсичности по отношению к рисовым чекам: Cr (29) > Cu (49) ≥ Ni (49) > Pb (54).

Аналогичные исследования были проведены с другими почвами юга России: черноземы южные, коричневые типичные, темно-каштановые, коричневые карбонатные, бурые лесные [2, 3,5,6]. Сравнительная оценка устойчивости исследованных почв по показателям фитотоксичности указывает на наименьшую устойчивость к химическому загрязнению почв рисовых чеков.

Исследование выполнено при поддержке Минобрнауки РФ (5.5735.2017/БЧ) и государственной поддержке ведущей научной школы РФ (НШ-9072.2016.11).

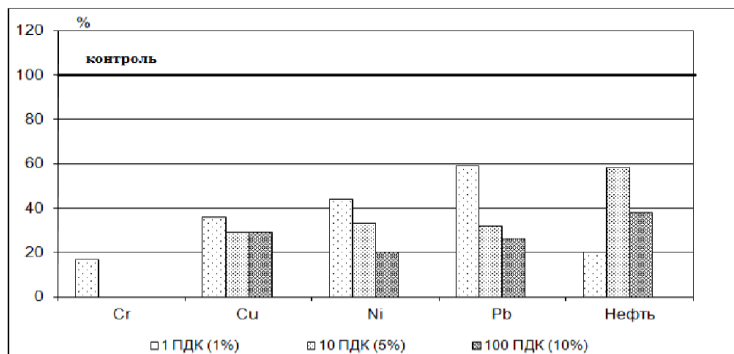


Рис. 1. Влияние химического загрязнения почв рисовых чеков на всхожесть редиса в % от контроля

Литература

1. Вальков В.Ф., Колесников С.И., Казеев К.Ш. Почвы юга России: классификация и диагностика. Ростов-на-Дону: Изд-во СКНЦ ВШ, 2002.168 с.
2. Вернигорова Н.А., Колесников С.И. Биодиагностика темно-каштановой почвы полуострова Крым после химического загрязнения // Тематический сборник «Экология и природопользование». Ростов-на-Дону: Издательство Южного федерального университета, 2015. Вып. 12. С. 16-22.
3. Вернигорова Н.А., Колесников С.И., Казеев К.Ш. Оценка устойчивости почв и наземных экосистем Крыма к химическому загрязне-

нию. Ростов-на-Дону: Издательство Южного федерального университета, 2015. 126 с.

4. Казеев К.Ш., Колесников С.И. Биодиагностика почв: методология и методы исследований. Ростов-на-Дону: Издательство Южного федерального университета. 2012. 260 с.

5. Тимошенко А.Н., Вернигорова Н.А., Колесников С.И. Биодиагностика устойчивости коричневых карбонатных почв Крыма // Материалы международной научной конференции «Экология и биология почв». Ростов-на-Дону. 2014. С. 591-594.

6. Яровая Е.В., Вернигорова Н.А., Колесников С.И. Оценка устойчивости бурой лесной почвы полуострова Крым к загрязнению нефтью и тяжелыми металлами по биологическим показателям // Тематический сборник «Экология и природопользование». Ростов-на-Дону: Издательство Южного федерального университета, 2015. Вып. 12. С. 130-135.

ОБЩИЕ МЕХАНИЗМЫ ПЕПТИДНОЙ РЕГУЛЯЦИИ МОРФОГЕНЕЗА ЖИВОТНЫХ И РАСТЕНИЙ

У.М. Воробьева, Х.П. Тирас

*Пуцинский государственный естественно-научный институт,
Институт теоретической и экспериментальной биофизики
РАН, г. Пуццино, Россия*

Молекулярные механизмы биологических процессов едины для всех живых систем. Универсальные процессы пролиферации и дифференцировки клеток лежат в основе роста и морфогенеза как растений, так и животных. Общие механизмы регуляции морфогенеза животных и растений на эпигенетическом уровне до настоящего времени изучены мало. Это относится и к механизмам пептидной регуляции пролиферации и дифференцировки клеток.

Целью данной работы является исследование регенерации планарий под действием биологически активного пептида в сверхмалых концентрациях.

Регенерацию планарий регулируют различные биологически активные пептиды животных и человека, являясь морфогенами

[2-4], поэтому в работе были использованы плоские черви планарии в качестве регенеративной модели для изучения морфогенеза. Пептид pCLV3 экспрессируется в стеблевой части РезуховидкиТаля (*Arabidopsis thaliana*), влияя на рост и развитие наземной части и корней растения. В данной работе впервые было исследовано действие пептида растительного происхождения pCLV3 из белка CLV3, в концентрациях 10-9М, 10-12М на регенерацию планарий.

Регенерацию вызывали путём декапитации головного конца тела планарии, затем регистрировали отрастание blastемы через 72, 120, 192 и 216 ч. Для оценки динамики роста blastемы у экспериментальной и контрольной групп использовали метод прижизненной компьютерной морфометрии, базирующийся на регистрации фотоконтраста между пигментированным и непокрытым пигментом частями тела регенерирующего животного [1]. Морфометрический контроль показал, что процессы регенерации в экспериментальной и контрольной группах различны. Пептид CLV3 ускоряет регенерацию планарий в 1,5 раза, являясь катализатором процесса регенерации.

В ходе работы был изучен процесс влияния пептида растительного происхождения CLV3 в сверхмалых концентрациях на регенерацию животного, что позволило предположить единые механизмы пептидной регуляции на процесс роста и морфогенеза растений и животных.

Литература

1. Тирас Х.П., Петрова О.Н., Мякишева С.Н. и др. Минимизация погрешностей морфометрии регенерирующих планарий // Фундаментальные исследования. 2015. №2 (часть 7). С. 1412–1416.
2. Тирас Х.П., Рубина А.Ю., Милосердов Ю.В., Тищенко В.А. Морфоген гидры – возможный эндогенный регулятор регенерации планарий. / В кн. Морфогенетически активные вещества. Сборник научных трудов / Под ред. И.М. Шейман. Пушино, 1990. С. 134-145.
3. Шейман И.М., Тирас Х.П., Балобанова Э.Ф. Морфогенетическая функция нейропептидов // Физиологический ж. СССР. 1989. Т. 75. В. 5. С. 619-625.
4. Шейман И.М., Крещенко Н.Д. Морфологическая активность регуляторных нейропептидов и регенерация планарий // Биомедицина. 2008. № 1. С. 79–87.

ОЦЕНКА АКТИВНОСТИ ДЕГИДРОГЕНАЗ В БУРЫХ ЛЕСНЫХ КИСЛЫХ И БУРЫХ ЛЕСНЫХ КИСЛЫХ ОПОДЗОЛЕННЫХ ПОЧВАХ КРАСНОДАРСКОГО КРАЯ ПРИ ЗАГРЯЗНЕНИИ ХРОМОМ

Н.А. Евстегнеева, С.И. Колесников

Южный федеральный университет, Академия биологии и биотехнологии, г. Ростов-на-Дону, Россия

Бурые лесные почвы относятся к почвам вертикальной зональности и занимают высокие и средневысокие горы на южных склонах Северного Кавказа. В условиях Черноморского побережья бурые лесные почвы также встречаются ниже 500 м, являясь переходными к желтоземам и желтоземно-подзолистым почвам [1].

Целью данной работы является оценка активности дегидрогеназ в бурых лесных кислых (Краснодарский край, Туапсинский район) и бурых лесных кислых оподзоленных (Краснодарский край, г.Сочи, Лазаревский р-н, Сочинский национальный парк) почв Западного Кавказа при загрязнении хромом.

Загрязнение почвы моделировали в лабораторных условиях. Хром вносили в почву в форме оксида CrO_3 в концентрации 100, 1000 и 10000 мг/кг. Состояние почвы было изучено через 30 суток после загрязнения. Для обнаружения действия дегидрогеназы использовали метод восстановления индикаторов с низким редокс-потенциалом типа метиленовой сини [3].

В результате исследований установили, что из-за тяжелого гранулометрического состава и более кислой реакции среды в бурой лесной кислой почве хром сильнее закрепляется по сравнению с бурой лесной кислой оподзоленной почвой. Судя по биологическим показателям, бурая лесная кислая оподзоленная почва более устойчива к загрязнению нефтью (рис. 1). Аналогичные результаты были получены ранее при оценке влияния загрязнения хромом по другим биологическим показателям бурых лесных почв: общую численность бактерий, активность каталазы, целлюлозолитическую активность и фитотоксичность [2].

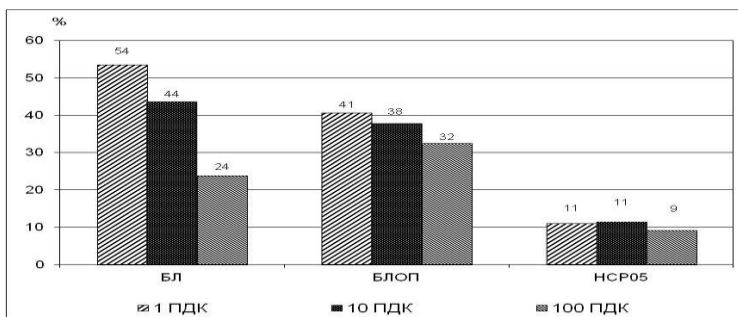


Рис. 1. Влияние загрязнения Сг на активность дегидрогеназ в бурой лесной (БЛ) и бурой лесной оподзоленной (БЛОП) почвах, % от контроля

Литература

1. Вальков В.Ф., Казеев К.Ш., Колесников С.И. Почвы юга России: генезис, география, классификация, использование и охрана. Ростов н/Д: Изд-во «Эверест», 2008. 276 с.

2. Евстегнеева Н., Лубенцова Д.В., Колесников С.И. Влияние загрязнения Сг, Сu, Ni, Pb и нефтью на биологические свойства бурых лесных почв Причерноморья. Сборник научных статей по материалам IV Международной научной конференции «Эволюция и деградация почвенного покрова». Ставрополь. 2015. С. 93-94.

3. Казеев К.Ш., Колесников С.И. Биодиагностика почв: методология и методы исследований. Ростов-на-Дону: Издательство Южного федерального университета, 2012. 260 с.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДОВ БИОИНДИКАЦИИ В ОЦЕНКЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ СИТУАЦИИ СОВРЕМЕННОГО ГОРОДА

Д.С. Елагина, К.Н. Васильева, Н.С. Архипова

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

В настоящее время особое значение приобретают исследования состояния урбанизированной среды с помощью растений (биоиндикация, биотестирование). Цель данного исследования –

дать сравнительную оценку состояния окружающей среды исследуемых участков по морфо-физиологическим показателям растений-индикаторов. Были выбраны три участка в черте г. Казани и один участок в сельской местности (пгт. Балтаси). Степень техногенной нагрузки оценивали по интенсивности автомобильного движения за определенный период времени. По суммарному количеству автомобилей исследованные участки составили следующий убывающий ряд: ул. Татарстан (1) \geq ул. Горьковское шоссе (2) $>$ ул. Кремлевская (3) $>$ пгт. Балтаси (4). На каждом участке отбирали пробы почвы согласно общепринятым методикам и анализировали их на фитотоксичность по реакции тест-объекта (кресс-салат) (рис. 1). Фитотоксичность исследуемых почв наблюдали только в отношении длины корешка. Показатели всхожести и длины проростков напротив были выше, чем в контроле (дистиллированная вода), кроме того достоверных различий по этим показателям между участками выявлено не было. Таким образом, количественной зависимости между степенью автомобильной нагрузки и снижением физиологических показателей кресс-салата выявлено не было. На этих же участках отбирали растения щирицы, запрокинутой (*Amaranthus retroflexus* L.) – типичного представителя урбанofлоры. Рассчитали средние значения высоты и сухой биомассы на одно растение на каждом участке, а также отбирали пыльцу из соцветий и методом окрашивания определяли количество нормальных (окрашенных) пыльцевых зерен и abortивных (неокрашенных) (табл. 1).

Интегральным показателем устойчивости растений к условиям городской среды является накопление биомассы. Отмечено, что продуктивность растений щирицы запрокинутой, произраставших на участке в сельской местности была выше, чем у растений городских ценозов. При этом, чем выше автомобильная нагрузка, тем выше процент содержания патологической пыльцы и наоборот. Из таблицы видно, что процент стерильной пыльцы возрастал с увеличением интенсивности автомобильного движения. Таким образом, под воздействием техногенных выбросов растения продуцируют большое количество деформированных (уродливых) и стерильных пыльцевых зерен.

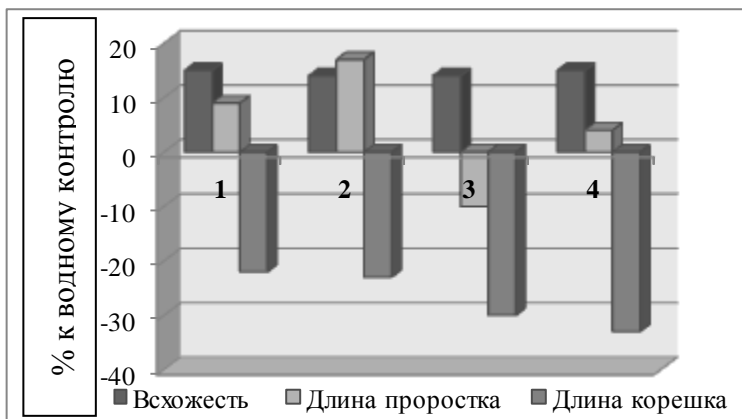


Рис. 1. Сравнительный эффект фитотоксичности почв на разных участках на показатели всхожести, длины проростка и длины корешка тест-объекта (кресс-салат)

Таблица 1
Накопление биомассы и показатели жизнеспособности пыльцы шириты запрокинутой на участках исследования

Участки	Высота растений, см	Сухой вес, г	Доля стерильных пыльцевых зерен, %	Доля деформированных пыльцевых зерен, %
1	40,2±5,2	4,94±0,49	26	5
2	40,8±9,2	4,86±0,62	34	7
3	36,3±6,7	5,18±0,92	23	5
4	62,7±20,9	25,46±5,53	18	3

ГОСТ Р 51232-98 «ВОДА ПИТЬЕВАЯ» И МОЛЕКУЛЯРНАЯ ЭВОЛЮЦИЯ ПОВЕРХНОСТИ ВИРУСА

А.А. Зимин

*Институт биохимии и физиологии микроорганизмов
им. Г.К.Скрябина РАН, г. Пуццино, Россия*

Питьевая вода обладает рядом определенных характеристик, которые регулируются специальными документами: ГОСТ Р 51232-98 [1] в РФ или технические условия S.I. No. 122/2014 в ЕС [2]. Одним из параметров чистоты воды является микробиологическая чистота. Питьевая вода не должна содержать микроорганизмов больше, чем назначенный в ГОСТ параметр. Основным регулятором жизни бактерий являются бактериофаги, которые могут разрушать бактерии после заражения. Можно ли использовать фаги для очистки воды от патогенных и условно-патогенных бактерий? Если мы увеличим частоту встречи бактериальной клетки и фага, то активизируем бактериолитический процесс в искусственных биоценозах очистных сооружений. Может быть, просто добавить какое-то количество фага в аэротенк? Но очистка воды – это проточный процесс, и концентрация фагов будет быстро снижаться. Другим подходом может быть мобилизация фагов. Мобилизованный вирус может заразить бактерию, но его потомство выйдет в водную среду и опять будет потеряно из-за тока воды. До недавнего времени бытовало следующее представление о встрече фага и бактерии. Частица миовируса движется в водной среде и случайным образом достигает бактериальной клетки. В 2013 г. Форест Ровер и его коллеги обнаружили, что один из белков капсида (головки) фага T4 – Нос -специфично связывает гликаны муцина кишечника мыши с высокой аффинностью [3]. Это привело к теории адсорбции клетки на адсорбционном аппарате мобилизованного в муцине вируса. Можно предположить, что связывание гликанов этим белком обеспечивает расположение кишечных T4-фагов на слизистой кишечника. Ранее нами подробно была исследованы многочисленные варианты варьирующей части белка Нос

миовирусов подсемейства *Teevenvirinae* (*Teequatrovirinae*), экспонированной на поверхности капсида [4]. Дальнейшее изучение геномов фагов данного таксона обнаружило еще большее разнообразие этих белков, явно обнаруживалась тенденция к увеличению длины дистальной части белка. Фаги, коннектор которых имеет больше доменов адсорбции, могут обладать: либо большей аффинностью к гликанам, либо возможностью сорбировать другие вещества. Таким образом, природа демонстрирует нам большой выбор «доменов-прикреплялок», которые могут обеспечить, по нашему мнению, длительное по времени пребывание специфических бактериофагов в локальной нише. Если этой нишей будет активный ил очистных сооружений, то в этом случае фаги не будут удаляться из него током воды. Они будут снова и снова сорбироваться за счет специфической структуры «домена-прикреплялки» на гликанах активного ила. Разработчику такого метода очистки сточных вод от патогенных или условно- патогенных бактерий остается только выбрать специфический набор бактериофагов, либо набор доменов, либо наиболее аффинный к гликанам данного типа активного ила домен. Таким образом, вариабельность поверхности бактериальных вирусов может быть использована для обеспечения получения питьевой, чистой от бактерий, воды из городских и сельских сточных вод.

Работа была частично поддержана грантами РФФИ №№15-07-05783, 16-44-230855 p_a.

Литература

1. ГОСТ Р 51232-98 Вода питьевая. Общие требования к организации и методам контроля качества. Дата введения 1999-07-011.
2. S.I. No. 122 of 2014 EUROPEAN UNION (DRINKING WATER) REGULATIONS 2014
3. Barr J.J., et al. Bacteriophage adhering to mucus provide a non-host-derived immunity // Proc. Natl. Acad. Sci. USA. 2013. V. 110. No. 26. P. 10771-10776.
4. Зимин А.А. Микулинская Г.В., Нигматуллина Л.Ф., Назипова Н.Н. Сравнительный анализ аминокислотных последовательностей отдельных доменов белков Нос бактериофагов подсемейства *Teequatrovirinae* // Математическая биология и биоинформатика. 2012. Т. 7. № 2. С. 611–631.

КОРРЕЛЯЦИОННЫЙ АНАЛИЗ ДИНАМИКИ СЕРДЕЧНЫХ СОКРАЩЕНИЙ *Daphnia magna* МЕТОДАМИ НИЗКОКОГЕРЕНТНОЙ ИНТЕРФЕРОМЕТРИИ

Г.С. Каленков¹, С.Г. Каленков², А.Е. Штанко³, Х.П. Тирас⁴,
Е.И. Сарapultьцева⁵

¹ - Московский физико-технический институт (государственный университет), г. Москва, Россия

² - Московский политехнический университет, г. Москва, Россия

³ - Московский государственный технологический университет «СТАНКИИ», г. Москва, Россия

⁴ - Институт теоретической и экспериментальной биофизики, г. Пущино, Россия

⁵ - Обнинский институт атомной энергетики, НИЯУ МИФИ, г. Обнинск, Россия

Частота сердцебиения (СБ) высших беспозвоночных *Daphnia magna* является чувствительным показателем, который применяют при скрининге лекарственных препаратов в доклинических испытаниях. Известны разные технологии подсчета СБ [1–3]. Видеоряд сердечных сокращений, полученный камерой, ранее обрабатывался вручную в замедленном режиме [4]. Позже был разработан автоматический подсчет [5] и анализ пространственно-временных характеристик СБ [6]. В настоящей работе приведены результаты экспериментальных исследований динамики СБ, основанные на анализе цифровых интерферометрических изображений, полученных в некогерентном свете.

D.magna является полупрозрачным беспозвоночным макрогидробионтом, удобным для визуального наблюдения в проходящем свете микроскопа. Размер новорожденных особей составляет около 0,2 – 0,5 мм, половозрелые рачки достигают 2,2–2,5 (до 6) мм. Для определения частоты СБ был применен метод корреляции последовательности изображений сердца *D. magna*. Видеоряд, полученный при увеличении микроскопа х20, составлял 100 кадров в секунду. Сегмент с сердцем занимал область около 250х250 пикселей, 12 бит. Функция корреляции изобра-

жения R приведена на рис. 1а, спектр сигнала, характеризующий среднюю частоту пульса – на рис. 1б. Точность метода составляла около 0,1 Гц. Была проведена оценка изменения частоты СБ *D. magna* в среде с экотоксикантом. Десятисекундные измерения проводились каждые полторы минуты.

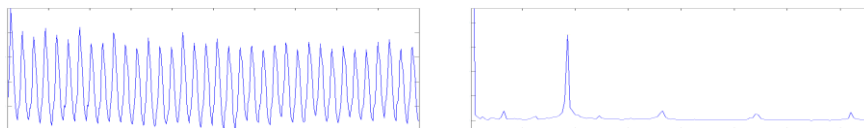


Рис. 1 Функция корреляции изображения R (а) и спектр функции R во времени (б). Средняя частота сердечных сокращений $F = 7,3$ Гц

Для отслеживания изменений во времени было применено оконное преобразование Фурье (S-преобразование) [7]. В качестве наиболее перспективного метода анализа пространственно-временных характеристик СБ *D. Magna* представляется метод низкокогерентной интерферометрии. Объект (образец *D. magna*) помещали в одно плечо Маха-Цандера интерферометра и освещали источником суперконтинуума. Был использован ИК диапазон спектра излучения (0,7–1 мкм). Объектив проецировал увеличенное изображение объекта на КМОП-сенсор камеры. В другом плече устанавливали второй объектив, необходимый для формирования опорной волны той же кривизны, и уголкового отражатель на основе PZT (piezotransducer), который необходим для выравнивания оптических длин плеч интерферометра.

На рис. 2 дано изображение сердца *D. magna* в интерферометре с перекрытым опорным пучком, т.е. «обычное» увеличенное микроскопом изображение в ближнем ИК диапазоне.

На рис. 2а приведен фрагмент, содержащий область сердца, полученный с перекрытым опорным пучком, то есть в отсутствии интерференции. Изображение того же участка с опорным пучком показано на рис. 2. Видно, что модуляция изображения вследствие интерференции хорошо выявляет контуры сердца. Тот же эффект проявляется на картинах разностной интенсивности, полученных путем попиксельного вычитания распределения интенсивностей двух последовательных кадров. Здесь выявляются только движущиеся или меняющиеся по интенсивно-

сти элементы изображения. На рис. 2в приведена разностная картина в отсутствие опорного пучка, а на рис. 2д – с опорным пучком. Последняя выявляет контуры сердца более контрастно.

Проведенные эксперименты показывают, что предложенный метод корреляционного анализа интерференционных изображений, полученных в некогерентном свете, может быть применен в технике регистрации гиперспектральных голографических изображений микрообъектов, предложенной в работах [8, 9].

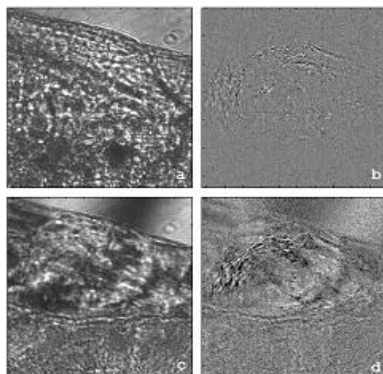


Рис. 2. Повышение контрастности изображения сердца *D. magna* методом низкокогерентной интерферометрии

Литература

1. Rajendra Acharya U. et al. Heart rate variability: a review // *Med. Bio. Eng. Comput.* 2006. V. 44. P. 1031–1051.
2. Will C. et al. Instantaneous Heartbeat Detection using a Cross-Correlation based Template Matching for Continuous Wave Radar Systems // *WiSNet. 2016 - Proceedings*, 7444314, pp. 31-34.
3. Li L. et al. Comparison of Detrending Methods in Spectral Analysis of Heart Rate Variability // *Research Journal of Applied Sciences, Engineering and Technology*. 2011. V. 3. No. 9. P. 1014-1021.
4. Lari E. et al. A novel apparatus for evaluating contaminant effects on feeding activity and heart rate in *Daphnia* spp. // *Ecotoxicology and Environmental Safety*. 2017. V. 135. P. 381–386.
5. Roomi S.M.M. et al. A novel approach for heart beat counting of *Daphnia Pulex*, (2013) 2013 4th International Conference on Computing, Communications and Networking Technologies.

6. Zurauskas M. Closed loop tracked Doppler optical coherence tomography based heart monitor for the *Drosophila melanogaster* larvae // J. Biophotonics. 2016. V. 9. No. 3. P. 246–252.

7. Stockwell R.G. Localization of the complex spectrum: the S transform // IEEE Transactions on Signal Processing. V. 44. No. 4. P. 998–1001.

8. Kalenkov S.G. et al. Spectrally-spatial fourier-holography // Optics Express. 2013. V. 21. No. 21. P. 24985-24990.

9. Kalenkov S.G. et al. Hyperspectral digital holography of microobjects // Proceedings of SPIE. 2015. 9386, 2085259.

ИЗМЕНЕНИЕ РЕПРОДУКТИВНОГО ПОТЕНЦИАЛА *Daphnia magna* В СРЕДЕ С УГЛЕРОДНЫМИ НАНОТРУБКАМИ

Н.И. Колесникова, А.О. Морозова, Е.И. Саранульцева

*Обнинский институт атомной энергетики,
НИЯУ МИФИ, г. Обнинск, Россия*

Углеродные нанотрубки (УНТ) – это протяженные свернутые графитовые плоскости, имеющие цилиндрическую форму, диаметр от одного до нескольких десятков нанометров и длину до нескольких сантиметров. Перспективными областями применения наноматериалов является биомедицина – диагностика заболеваний на ранних стадиях, регенеративная медицина и адресная доставка лекарств. Для ограничения накопления вещества в окружающей среде в токсических концентрациях проводят оценку его предельно-допустимых уровней, влияющих на ряд демографических параметров тест-организмов, например, ветвистоусого рачка *Daphnia magna*. Известна чувствительность *D.magna* к действию химических веществ, в том числе разных по природе наночастиц [1]. Дафниевый тест входит в международный экотоксикологический стандарт [2].

В данной работе проведен анализ нарушения плодовитости ракообразных *D.magna* в модельном эксперименте с разными концентрациями УНТ в водной среде.

В эксперимент были отобраны новорожденные *D. magna* третьего помета от трех половозрелых самок. Рачков рассаживали в индивидуальные лабораторные стаканы с 50 мл отстоянной и дважды фильтрованной водопроводной воде, в которой создавали градиент концентрации УНТ – 0 (контроль), 0,1, 0,2 и 0,3 мкг/л. *D. magna* культивировали в режиме освещения 12 ч/ 12 ч свет/тьма при 21 °С (Климатостат, модель Р2). Воду с веществом меняли через сут. Рачков кормили суспензией зеленых водорослей (*Chlorella vulgaris*) в концентрации 1,9 мгС/л/сут ($5 \cdot 10^5$ кл/мл). Плодовитость оценивали через сутки в 21-суточном эксперименте. Новорожденную молодь учитывали и удаляли.

В результате проведенного эксперимента обнаружено, что плодовитость дафний снижается, начиная с концентрации УНТ 0,2 мкг/л (рис. 1). Результаты исследования свидетельствуют о негативном воздействии углеродных нанотрубок на репродуктивную систему дафний. Повтор эксперимента в нескольких независимых сериях позволит получить статистически репрезентативную выборку и провести пробит-анализ для расчета пороговой концентрации вещества, вызывающей нарушение репродуктивного потенциала дафний.

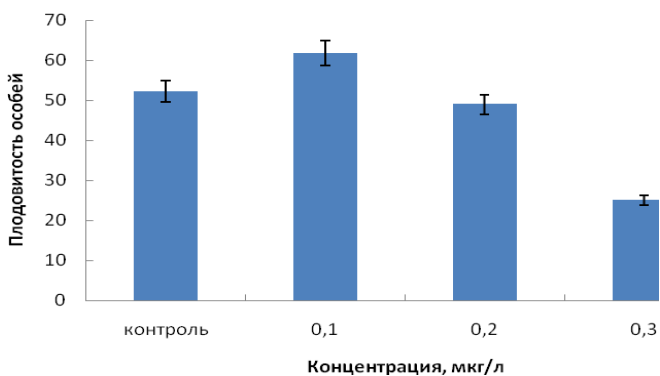


Рис.1 Изменение плодовитости *Daphnia magna*, культивируемых с разной концентрацией УНТ

Литература

1. Bacchetta R, Santo N, Marelli M, Nosengo G, Tremolada P. Chronic toxicity effects of ZnSO₄ and ZnO nanoparticles in *Daphnia magna* // *Environ Res.* 2016. V.152. P. 128-140.

2. OECD, 2011. Organisation for Economic Co-operation and Development. In: Test No 202: *Daphnia* Sp. Acute Immobilisation Test. OECD Publishing, Paris

ОЦЕНКА ЦИТОТОКСИЧНОСТИ ПОЧВЫ, СОДЕРЖАЩЕЙ ЛАНТАН

*А.Д. Котельникова^{1,2}, И.А. Фастовец^{1,2}, О.Б. Рогова²,
В.В. Столбова¹*

¹ – МГУ им. М.В. Ломоносова, г. Москва, Россия

² – Почвенный институт им. В.В. Докучаева,
г. Москва, Россия

Лантан (La) – представитель группы металлов, получившей название редкоземельные элементы (РЗЭ), которая в наши дни имеет особое значение в развитии и функционировании всей мировой экономики. Помимо активной добычи и использования в самых разных областях промышленности, поступление РЗЭ в почву и сопредельные среды обусловлено применением в сельском хозяйстве этих элементов в качестве микроудобрений. При этом, несмотря на показанные положительные эффекты на рост и развитие некоторых видов растений, существуют работы, позволяющие говорить о возможной токсичности данных металлов для живых организмов и повышении их концентрации в природных объектах. Таким образом, представляется актуальным изучение вопроса о характере воздействия РЗЭ на представителей биоты.

Применяемые в настоящее время биотесты позволяют определять возможную токсичность исследуемых факторов исходя из самых разных показателей. Особого внимания заслуживают методы, способные предоставить данные о влиянии на генетический аппарат клетки, одним из которых является тест-система

с луком репчатым *Allium cepa* L. Важной задачей также остается адаптация методов биотестирования к работе с образцами почв. Поэтому в данной работе предпринята попытка оценить цитотоксичность образцов дерново-подзолистой почвы, содержащей разные дозы внесенного хлорида лантана.

Тестирование проводилось с образцами почвы, в которые были внесены следующие дозы LaCl_3 : 0 (контроль), 10, 20, 50, 100 и 200 мг/кг почвы в пересчете на La^{3+} . Луковицы проращивали в образцах почвы, в которых поддерживали максимальную влагоемкость, в пятикратной повторности; было поставлено два эксперимента: с проращиванием в течение 5 и 10 сут.

Статистическая обработка результатов, полученных при цитологическом исследовании апикальной меристемы пророщенных в течение 5 суток корешков, показала значимое снижение митотического индекса (МИ) относительно контроля при тестировании образцов с концентрацией внесенного в почву лантана 200 мг/кг, согласно непараметрическому тесту Гао. Несмотря на отмеченный визуальный тренд на увеличение с концентрацией внесенного лантана показателя частоты хромосомных аберраций, статистически значимых отличий от контрольного варианта опыта показано не было, что во многом может быть обусловлено общим снижением пролиферативной активности и увеличением разброса результатов. Проведенные нами предварительные исследования показали статистически значимый митотоксический эффект растворов хлорида лантана в концентрациях от 10 до 200 мг/л. По-видимому, снижение токсического эффекта лантана в почве по сравнению с растворами соли может объясняться высокой степенью иммобилизации лантана при внесении в почву, в значительной степени в результате его осаждения с фосфатами и фторидами.

Получить данные при анализе корешков, пророщенных в течение 10 суток, не удалось в связи с практически полным отсутствием делящихся клеток и плохо проходящей мацерацией образцов. По-видимому, данный тест не подходит для проведения тестирования в подобных условиях.

Показанное же нами снижение пролиферативной активности клеток говорит о возможной митотоксичности дерново-подзолистой почвы, содержащей внесенный хлорид лантана.

Результаты исследования показывают применимость тест-системы с *A. сера* к анализу почвы, содержащей лантан в повышенных концентрациях, и оценки ее токсичности. Безусловно, в связи с показанной активностью в отношении деления клеток, необходимы дальнейшие исследования с другими представителями РЗЭ и типами почв.

ВЛИЯНИЕ ЗАГРЯЗНЕНИЯ НЕФТЬЮ, ХРОМОМ, НИКЕЛЕМ, МЕДЬЮ И СВИНЦОМ НА ЦЕЛЛЮЛОЗОЛИТИЧЕСКУЮ АКТИВНОСТЬ ЖЕЛТОЗЕМА

*А.А. Кузина, Н.А Вернигорова, Т.А. Тер-Мисакянц,
С.И. Колесников, К.Ш. Казеев*

*Южный федеральный университет,
г. Ростов-на-Дону, Россия*

Желтоземы – уникальные для России почвы. Они относятся к почвам субтропического ряда и в нашей стране распространены лишь на Юге России, где встречаются вдоль побережья от г. Туапсе до границы с Абхазией [1]. Одним из чувствительных методов биодиагностики почв является определение целлюлозолитической активности.

Цель работы – оценить устойчивость желтозема к загрязнению нефтью, хромом, никелем, медью и свинцом по изменению целлюлозолитической активности.

Желтозем был отобран в километре от Адлерского аэропорта (Россия, Краснодарский край, г. Сочи, Адлерский район, 43°27.445' N, 039°56.952' E). Использовали верхний слой почвы 0–10 см, т.к. в нем задерживается большая часть загрязняющих почву веществ.

Загрязнение тяжелыми металлами (ТМ) и нефтью моделировали в лабораторных условиях. ТМ вносили в почву в количестве 1, 10, 100 ПДК (100, 1000 и 10000 мг/кг соответственно), нефть — 1, 5, 10% от массы почвы.

Целлюлозолитическую способность определяли аппликационным методом по степени разложения хлопчатобумажного полотна.

В результате исследования было установлено, что загрязнение желтозема Cr, Cu, Ni, Pb и нефтью снижает целлюлозолитическую активность (рис. 1). В большинстве случаев, наблюдалась прямая зависимость между содержанием загрязняющего вещества и степенью ухудшения исследуемого показателя почвы. По силе негативного влияния на целлюлозолитическую активность желтозема ТМ образуют следующий ряд: Cr (6) > Ni (27) ≥ Pb (28) ≥ Cu (33).

Желтозем проявил себя как наименее устойчивая почва Юга России к загрязнению ТМ и нефтью по показателю целлюлозолитической активности. Это связано, прежде всего, с кислой реакцией среды, что способствует высокой подвижности ТМ в почве и проявлению их экотоксичности [2].

Исследование выполнено при поддержке Министерства образования и науки Российской Федерации (5.5735.2017/БЧ) и государственной поддержке ведущей научной школы Российской Федерации (НШ-9072.2016.11).

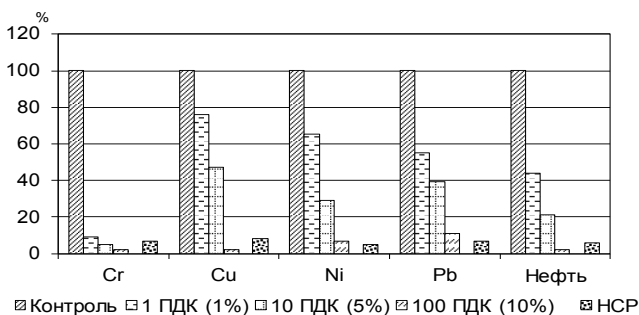


Рис. 1. Влияние химического загрязнения на целлюлозолитическую активность желтозема, % от контроля

Литература

1. Казеев К.Ш., Колесников С.И. Атлас почв Азово-Черноморского бассейна. – Ростов-на-Дону: Издательство Южного федерального университета, 2015. 80 с.

2. Кузина А.А., Колесников С.И., Казеев К.Ш. Целлюлозолитическая активность почв Черноморского побережья Кавказа в условиях химического загрязнения // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2016. Т. 18. №2 (2). С. 422–425.

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ МЕТОДОВ ПРОБОПОДГОТОВКИ ОБРАЗЦОВ *Schmidtea mediterranea* ДЛЯ ЦИТОМЕТРИЧЕСКОГО АНАЛИЗА

Е.С. Маркина.¹, О.Н. Матчук.², Е.И. Саранульцева¹

¹ - Обнинский институт атомной энергетики,
НИЯУ МИФИ, г. Обнинск, Россия

² - Медицинский радиологический научный центр им. А.Ф. Цыба,
НМИРЦ, Минздрав России, г. Обнинск, Россия

Плоские черви планарии содержат до 30% стволовых клеток (необластов), что определяет значимость их как тест-объекта в биомедицинских и экотоксикологических исследованиях. Основным параметром таких исследований является индекс регенерации (ИР), характеризующий соотношение площади бластемы к площади тела планарии [1]. Однако анализ только ИР не позволяет изучить механизмы биологического действия внешних факторов. В данной работе проведен сравнительный анализ методов пробоподготовки образцов *Schmidtea mediterranea* для изучения пролиферативной активности клеток планарий методом проточной цитометрии.

Планарии вида *S. mediterranea* состоят из популяции только диплоидных клеток [2]. В отличие от них планарии, например, вида *Geredia tigrina*, содержат также популяцию триплоидных клеток. В таком случае при цитометрическом анализе пролиферативной активности происходит перекрывание пиков, что затрудняет его проведение.

За четверо суток до пробоподготовки была проведена декапитация планарий *S. mediterranea*. Затем образцы готовили двумя способами: из всего тела планарии (5 особей на пробу) и из регенерирующих бластем (10 бластем на пробу). Для этого, согласно поставленной в работе задаче сравнения разных способов

пробоподготовки и основываясь на методике [3], суспендирование *S. mediteranea* проводили либо механическим (протирание через нейлоновый фильтр $d=40$ мкм), либо химическим (в лимонной кислоте) способами. Фиксацию клеток осуществляли в 90% этаноле/PBS (2:1). Фиксированные образцы хранили в холодильнике при 4°C не более двух недель. Перед анализом образцы центрифугировали. К осадку добавляли 150 мкл раствора PBS, содержащего йодистый пропидий (PI) в конечной концентрации 0,1 мг/мл, 0,1% Тритона X-100 и 3,9% ЭДТА и 150 мкл PBS с растворенной в нем РНКазы (2 мг/мл). Анализ окрашенных образцов проводили на проточном цитофлуориметре FACS Calibur (BDIS, США). Измеряли интенсивность прямого и бокового светорассеяния клеток, а также флуоресценцию PI, отражающую содержание ДНК в образце. Для возбуждения флуоресценции PI использовали лазер с длиной волны 488 нм, для регистрации флуоресценции – фильтр с параметрами $585\pm 42\text{нм}$. Результаты обрабатывали по стандартному алгоритму, рекомендованному производителем прибора. С помощью программы CellQuestPro или ModFit 3.1 выделяли регион клеток по интенсивности прямого и бокового светорассеяния. Из анализа исключали конгломераты или обломки клеток (дебрис), образующиеся при механическом суспендировании. Строили гистограммы интегральной интенсивности флуоресценции PI и анализировали распределение клеток планарий по фазам клеточного цикла.

Согласно полученным результатам большая часть клеток планарий *S. mediteranea* находится в фазах G1/G0, в S-фазе число клеток значительно меньше и фактически отсутствует в G2+M. Полученные данные согласуются с результатами исследований [3].

По проделанной работе сделаны следующие выводы.

1) Механический способ пробоподготовки образцов планарий *S. mediteranea* менее пригоден, чем химический, т.к. образуется дебрис, затрудняющий анализ пролиферативной активности.

2) Пробоподготовку препаратов следует проводить на целом теле планарии.

Литература

1. Тирас Х.П., Хачко В.И. Критерии и стадии регенерации у планарий // Онтогенез. 1990. Т. 21. С. 620–624.
2. Kang H., Sanchez Alvarado A. Flow Cytometry Methods for the Study of Cell-Cycle Parameters of Planarian Stem Cells // Developmental dynamics. 2009. V. 238. P. 1111–1117.
3. Ermakov A.M., Ermakova O.N., Kudravtsev A.A., Kreshchenko N.D. Study of planarian stemcell proliferation by means of flow cytometry // MolBiolRep. 2012. V. 39. P. 3073–3080.

ОЦЕНКА СОДЕРЖАНИЯ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ПОЧВАХ АГРОЛАНДШАФТОВ

*Л.Ю. Маиштыкова, С.С. Манджиева, В.А. Чаплыгин,
Т.М. Минкина*

Южный Федеральный Университет, г. Ростов-на Дону, Россия

В настоящее время основой всех эколого-оценочных работ, проводимых в агро- и биоценозах, являются санитарно-гигиенические нормативы. Предельно допустимые концентрации (ПДК) любых ксенобиотиков, в том числе и тяжелых металлов (ТМ), в почве определяются пороговыми концентрациями элемента по шести показателям вредности: общесанитарному, миграционно-воздушному, миграционно-водному, фитоаккумуляционному(транслокационному), органолептическому, санитарно-токсикологическому. При таком подходе совсем не учитывается специфика свойств почвы, которая полагается пассивным субстратом, не рассматриваются взаимосвязи почвы как открытой термодинамической системы с другими компонентами экосистемы. Поэтому существуют объекты и регионы, где в ряде случаев ПДК металлов были установлены с неоправданным запасом и оказались явно заниженными, причем значения ПДК оказываются даже ниже уровня фона. Нашими исследованиями такая ситуация установлена для мышьяка и хрома [1].

В.Б. Ильиным предложен [2] сравнительно небольшой набор параметров, обеспечивающих адекватную оценку поведения ТМ в почве, прогноз их поступления в сельскохозяйственные куль-

туры, которая предлагает рассмотрение взаимодействия естественных и антропогенных факторов, сочетание которых воздействует на состояние металлов в почве, определяет их миграционную способность, формирует качество сельхозпродукции.

Разработка параметров оценки возможна лишь на основе глубокого теоретического анализа тех факторов, на которые реагируют процессы трансформации, миграции, аккумуляции и концентрации металлов в почве.

Методы исследования должны быть основаны на термодинамических принципах, позволяющих прогнозировать и рассчитывать конкретные параметры биогеосистем. Это путь изучения сбалансированности химического состава растений, поскольку как высокие, так и низкие концентрации ТМ в них приводят к дисбалансу компонентов питания и отрицательно влияют на метаболизм растений. Прямое влияние избытка металлов сопровождается и его косвенным воздействием – переводом питательных веществ в недоступное для растений состояние.

Детальная оценка сложившейся в агроценозах экологической обстановки требует комплексного подхода, который заключается в изучении содержания ТМ в различных компонентах агроценозов. Только основываясь на полученных таким образом результатах, отражающих процессный уровень распределения загрязнителей в экосистеме, можно определить реальные источники загрязнения.

Одним из возможных решений данной проблемы, с учетом сложности и трудоемкости разработки нормативов ПДК, может быть введение поправочных коэффициентов к действующим ПДК. Разработка подобных коэффициентов, а также и установление различных уровней ПДК требует создания региональных стандартов содержания элементов в растениях и почвах. Такой подход обеспечит корректную оценку уровней загрязнения, даст возможность прогнозировать процессы, ведущие к прогрессирующему загрязнению, внести превентивные ограничения на промышленные и сельскохозяйственные технологии.

Литература

1. Минкина Т.М., Федоров Ю.А., Невидомская Д.Г., Манджиева С.С., Козлова М.Н. Особенности содержания и подвижность тяжелых

металлов в почвах поймы реки Дон // Аридные экосистемы. 2016. Т. 22. № 1(66). С. 86-98.

2. Ильин В.Б. Система показателей для оценки загрязненности почв тяжелыми металлами // Агрoхимия. 1995. №1. С. 94–98.

ОЦЕНКА КАЧЕСТВА СРЕДЫ РЕКРЕАЦИОННЫХ ТЕРРИТОРИЙ Г. КАЗАНИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КРИТЕРИЯ ФЛУКТУИРУЮЩЕЙ АСИММЕТРИИ

Е.А. Минакова, С.Ф. Батрова

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

Казань является крупным промышленным центром Российской Федерации. В любом городе скверы и парки представляют собой зеленые зоны, в которых жители города с целью рекреации проводят значительное время, в связи с чем, изучение качества окружающей среды парков и скверов урбосистемы крупного промышленного города г. Казань с населением 1216965 человек является крайне актуальным. Целью данной работы являлась оценка влияния антропогенного воздействия на рекреационные территории г. Казани.

Перспективным подходом для решения этой задачи является оценка состояния природных популяций с онтогенетических позиций. В качестве методики оценки качества окружающей среды использована биоиндикация по флуктуирующей асимметрии (ФА) листовой пластины древесных насаждений [1]. Объектом исследования для определения степени нарушения стабильности развития выбрана береза повислая (*Betula pendula* Roth.), дерево семейства Березовые (Betulaceae). Отбор материала проводился в 2014–2015 гг. В продолжение работ по оценке качества окружающей среды г. Казань [2–4], в настоящей работе была проведена оценка качества окружающей среды рекреационных территорий.

Полученные результаты распределения индекса ФА за 2014 и 2015 гг. отображены на рис. 1. Анализ динамики изменения показателей асимметрии показал, что наблюдаются незначитель-

ное снижение индекса ФА с 0,06 (средний показатель за 2014 г.) до 0,05 (средний показатель за 2015 г.).

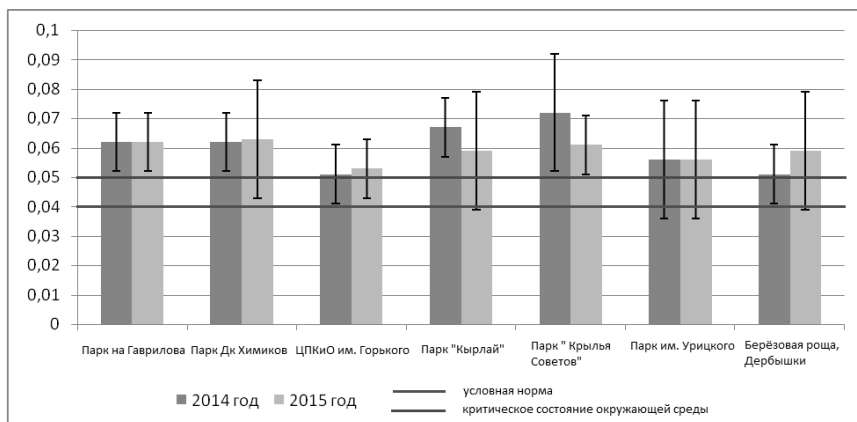


Рис. 1 Распределение индекса ФА на исследованных площадках 2014–2015 г.г.

Литература

1. Захаров В.М., Баранов А.С., Борисов В.И. и др. Здоровье среды: методика оценки. М.: Центр экологической политики России, 2000. 68 с.
2. Минакова Е.А., Шлычков А.П., Шайхиев И.Г. Оценка окружающей среды урбосистемы г. Казань с использованием метода биоиндикации: придорожные территории // Вестник Казанского технологического университета. 2015. Т. 18. № 17. С. 225-230.
3. Минакова Е.А., Кустова Л.М., Шлычков А.П. Оценка экологического состояния урбосистемы г. Казани с использованием метода флуктуирующей асимметрии листовой пластинке березы повислой (*Betula pendula*) // Вестник Татарстанского отделения РЭА «Экология и промышленная безопасность». 2013. № 3. С. 96–98.
4. Минакова Е.А. Оценка качества окружающей среды рекреационных территорий г. Казани/Е.А. Минакова, А.П. Шлычков // Научно-методический информационный журнал «Вестник НЦ БЖД». 2015. № 2 (24). С. 126–131.

БИОИНДИКАЦИОННАЯ ОЦЕНКА ЗДОРОВЬЯ СРЕДЫ ПРИДОРОЖНЫХ ТЕРРИТОРИЙ (НА ПРИМЕРЕ г. КАЗАНЬ)

Е.А. Минакова, А.З. Галеева

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

Известно, что основными источниками загрязнения атмосферного воздуха являются тепловая энергетика, промышленные предприятия и автомобильный транспорт, причем последний служит в городских условиях наиболее мощным загрязнителем атмосферы.

В данном исследовании был применен биоиндикационный метод флуктуирующей асимметрии (ФА), который позволил нам оценить экологическое состояние окружающей среды г. Казани. В основу исследования положена методология оценка качества среды, разработанная под руководством д.б.н., чл.-корр. РАН В.М. Захарова. Было доказано, что стрессирующие воздействия различного типа вызывают в живых организмах изменение гомеостаза [1].

Сбор анализируемого материала проводился в 2015 г. в продолжение биоиндикационных исследований состояния окружающей среды г. Казани [2 – 4]. Нами были заложены 12 площадок на придорожных участках, расположенных в зоне непосредственного воздействия автомобильных выбросов. Для оценки степени отклонений от нормы использовали балльную шкалу оценки, характеризующую уровень загрязнения территории на основе показателя ФА [1].

На основе проведенного исследования обнаружено, что во всех точках жилых придорожных полос г. Казань интегральный показатель ФА превышает величину условной нормы. В целом, состояние качества среды придорожных полос г. Казани по показателям ФА листьев *Betula pendula* неоднородно, при этом во всех обследованных площадках наблюдается высокий уровень ФА, который превышает величину условной нормы ($<0,040$) и

соответствует в среднем V баллам по шкале оценки качества среды.

Литература

1. Захаров В.М., Чубинишвили А.Т., Дмитриев С.Г. и др. Здоровье среды: практика оценки. М.: Центр экологической политики России, 2006. – 68 с.

2. Минакова Е.А., Шлычков А.П., Шайхиев И.Г. Оценка окружающей среды урбосистемы г. Казань с использованием метода биоиндикации: придорожные территории // Вестник Казанского технологического университета. 2015. Т. 18. № 17. С. 225-230.

3. Минакова Е.А., Кустова Л.М., Шлычков А.П. Оценка экологического состояния урбосистемы г. Казани с использованием метода флуктуирующей асимметрии листовой пластинке березы повислой (*Betula pendula*) // Вестник Татарстанского отделения РЭА «Экология и промышленная безопасность». 2013. № 3. С. 96–98.

4. Минакова Е.А. Оценка качества окружающей среды рекреационных территорий г. Казани/Е.А. Минакова, А.П. Шлычков // Научно-методический информационный журнал «Вестник НЦ БЖД». 2015. № 2 (24). С. 126–131.

ФЛАВОНОЛЫ В ПРОРАСТАЮЩЕМ *IN VITRO* МУЖСКОМ ГАМЕТОФИТЕ ПЕТУНИИ (*PETUNIA HYBRIDA L.*)

Ю.В. Минкина

*Обнинский институт атомной энергетики,
НИЯУ МИФИ, г. Обнинск, Россия*

Участие флавонолов (Фл) в репродуктивном процессе у растений неоднократно показано во многих исследованиях. Совместная локализация Фл и ИУК в различных органах растений может свидетельствовать об участии Фл в регуляции транспорта ИУК. Целью данного исследования была проверка гипотезы о том, могут ли Фл быть эндогенными регуляторами транспорта ИУК в процессе прорастания и роста мужского гаметофита.

Для этого определяли динамику содержания ИУК и Фл в прорастающей *in vitro* зрелой пыльце и системе *in vivo* пыльца–

пестик петунии двух клонов (самосовместимого и самонесовместимого).

Зрелая пыльца содержала 60–70 нг ИУК/г сырой массы и 20 мг Фл/г сырой массы. Зрелый мужской гаметофит (пыльца) и неопыленные пестики содержали примерно одинаковое количество ИУК, но различались по уровню Фл: по сравнению с мужским гаметофитом спорофитные ткани пестика характеризовались в 10 раз более низким содержанием Фл. В прорастающих *in vitro* мужских гаметофитах обоих клонов отмечено повышение уровня ИУК в течение 2 ч культивирования, в то время как повышение содержания Фл наблюдали только в течение первого часа прорастания.

Динамика содержания ИУК и Фл при прорастании пыльцы и росте пыльцевых трубок *in vivo*, в проводниковых тканях пестика, была несколько иной. Прорастание мужского гаметофита на воспринимающей поверхности рыльца в течение 1–2 ч, так же, как и *in vitro*, сопровождалось постепенным повышением уровня ИУК и Фл. Однако дальнейший рост пыльцевых трубок в тканях рыльца (от 2 до 4 ч после опыления), а затем и в тканях столбика (от 4 до 8 ч после опыления) сопровождался повышением уровня только ИУК при сохранении мало меняющегося уровня Фл. Характер изменений уровней ИУК и Фл в системе пыльца–пестик петунии после самосовместимого опыления в целом оказался сходен с таковым после самонесовместимого опыления, однако их содержание после совместимого опыления было несколько выше.

Внесение в среду культивирования пыльцевых трубок петунии самосовместимого клона экзогенных ИУК и Фл (кемпферола) влияло на их прорастание по-разному (табл. 1). ИУК в концентрациях 10^{-10} – 10^{-12} М стимулировала прорастание пыльцевых трубок в 1,5 раза, при концентрациях 10^{-6} – 10^{-4} М проявлялась тенденция к ингибированию их прорастания, а при концентрации 10^{-3} М прорастание пыльцы было полностью подавлено. Эффекты ИУК отмечали уже через 1 ч. Кемпферол в низких концентрациях (10^{-12} – 10^{-8} М) стимулировал, а в высоких (10^{-4} – 10^{-6} М) ингибировал прорастание пыльцевых зерен. Эффекты кемпферола проявлялись только через 4–6 ч культивирования.

Кверцетин в концентрации 10^{-12} М на 25–28% стимулировал рост пыльцевых трубок самосовместимого клона, а кемпферол в той же концентрации примерно на столько же стимулировал рост пыльцевых трубок самонесовместимого клона. В концентрации 10^{-3} М оба Фл ингибировали рост пыльцевых трубок на 30%.

В последние годы появляется все больше данных в пользу представлений о том, что ингибирование транспорта ауксина, также как и сам его транспорт, является существенным фактором, определяющим распределение фитогормона и, тем самым, обеспечивающим устойчивое состояние растения. Можно предположить, что в исследуемой нами системе Фл блокируют отток ауксина из прорастающего мужского гаметофита, повышая, тем самым, его внутриклеточную концентрацию, что, в свою очередь, способствует полярному росту пыльцевых трубок.

Таблица 1

Эффекты экзогенных флавонолов на рост *in vitro* пыльцевых трубок петунии двух клонов, в мкм

Концентрация, М	Самосовместимый клон		Самонесовместимый клон	
	Кверцетин	Кемпферол	Кверцетин	Кемпферол
0 (контроль)	205.5 ± 9.4	205.5 ± 9.4	252.5 ± 9.4	252.5 ± 9.4
10^{-12}	257.5 ± 10.9	236.2 ± 15.1	323.8 ± 10.3	317.8 ± 5.5
10^{-10}	220.0 ± 13.8	222.5 ± 14.3	219.1 ± 19.0	226.3 ± 12.5
10^{-8}	192.5 ± 12.5	213.3 ± 15.6	211.5 ± 10.0	203.7 ± 16.8
10^{-6}	172.5 ± 8.9	189.8 ± 10.2	205.5 ± 8.9	200.6 ± 14.8
10^{-4}	166.3 ± 10.5	171.7 ± 10.9	200.4 ± 10.3	198.9 ± 11.6
10^{-3}	131.3 ± 8.8	145.5 ± 9.6	176.9 ± 6.3	170.2 ± 11.56

РОСТ МУЖСКОГО ГАМЕТОФИТА ПЕТУНИИ (*PETUNIA HYBRIDA* L) В КУЛЬТУРЕ *IN VITRO*

Ю.В. Минкина¹, Е.В.Захарова²

¹ – Обнинский институт атомной энергетики,
НИЯУ МИФИ, г. Обнинск, Россия

² – Институт физиологии растений им.К. А. Тимирязева РАН,
г. Москва, Россия

Механизмы межклеточных взаимодействий в системе пыльца-пестик в процессе опыления-оплодотворения до сих пор изучены слабо. Одна из причин этого – сложность и многокомпонентность системы пыльца-пестик, что обуславливает целесообразность использования более простых модельных систем. Одна из таких моделей – прорастание и рост пыльцевых трубок в культуре *in vitro*. Успешное прорастание пыльцевой трубки в культуре *in vitro* зависит от таких факторов, как влажность, температура, рН среды, осмотическое давление, присутствие кислорода, анионов, катионов, углеводов.

Среда для культивирования пыльцевых трубок. Прорастание и рост мужского гаметофита петунии (*Petunia hybrida*) исследовали в экспериментальной системе на среде культивирования (0,4 М сахароза и 1,6 мМ H_3BO_3) при $T=26^\circ\text{C}$ в течение 6ч. Фитогормоны (ИУК, АБК, гиббереллин А₃, цитокинин 6-БАП) в концентрациях от 10^{-12}M до 10^{-3}M вносили в среду культивирования перед началом опыта.

Бор. Бор является широко распространенным микроэлементом, влияющим на продуктивность растений. Установлено, что бор взаимодействует с пектином стенки, стабилизируя ее механические свойства, кроме того, полагают, что он возможно, необходим для синтеза нового материала стенки. Однако процент прорастания пыльцы на среде культивирования, содержащей одну борную кислоту – очень низкий, меньше 20% и не менялся в течение 6 ч. Длина пыльцевых трубок не превышала 150 μm .

Сахароза. При культивировании пыльцы на среде, содержащей другой компонент – сахарозу, процент прорастания соста-

вил 40% через 4 часа, однако длина пыльцевых трубок была ниже 100 мк.

Присутствие в среде культивирования двух компонентов – сахарозы и борной кислоты – обеспечивало 60% прорастания пыльцы через 6 ч, а длина пыльцевых трубок составляла почти 150 мк.

АБК. АБК в концентрациях 10^{-12} М – 10^{-4} М очень значительно (более чем в 2 раза) стимулировала прорастание пыльцевых трубок уже в первые полчаса культивирования. Спустя 6 ч стимуляция прорастания пыльцы составляла 20–25%. При внесении в среду культивирования флуридона – ингибитора синтеза АБК – мы наблюдали ингибирование прорастания пыльцы.

Гиббереллины. При внесении в среду культивирования гиббереллин А₃ в концентрациях от 10^{-12} до 10^{-4} М стимулировал прорастание пыльцевых трубок в первые полчаса на 60%, а через 6 часов стимуляция прорастания составляла 30%. Длина пыльцевых трубок возрастала в 2 раза при использовании концентрации 10^{-12} М, в то время как концентрации от 10^{-10} до 10^{-8} М стимулировали рост пыльцевых трубок только на 50%, а концентрации 10^{-6} – 10^{-4} М – на 10–20%.

ИУК. Экзогенная ИУК только в концентрациях от 10^{-12} до 10^{-10} М стимулировала на 20% прорастание пыльцевых трубок, а рост – только в концентрации 10^{-12} М. Наиболее заметный стимуляторный эффект ИУК на прорастание пыльцевых трубок - в период от 2 до 4 ч культивирования. В концентрациях от 10^{-8} до 10^{-3} М ИУК ингибировала на 20–40% прорастание пыльцы.

Цитокинин 6-БАП в концентрациях от 10^{-12} до 10^{-4} М ингибировали на 10–20% прорастание пыльцы и рост пыльцевых трубок в течение 6 ч культивирования.

Таким образом, внесение фитогормонов в среду культивирования вызывало различный эффект на прорастание и рост пыльцевых трубок петунии в зависимости от концентрации гормона и стадии роста мужского гаметофита. Сопоставление полученных данных с результатами эндогенного содержания фитогормонов в прорастающей *in vitro* пыльце петунии позволило сделать вывод, что АБК участвует в начальных стадиях прорастания пыльцы, гиббереллины - в растяжении пыльцевой трубки, а ИУК и цитокинины регулируют рост пыльцевой трубки.

АКТИВНОСТЬ УРЕАЗЫ НЕФТЕЗАГРЯЗНЕННОГО ЧЕРНОЗЕМА ОБЫКНОВЕННОГО ПОСЛЕ ВНЕСЕНИЯ ГЛАУКОНИТА, ГУМАТА КАЛИЯ И БАКТЕРИАЛЬНОГО ПРЕПАРАТА «DOP-UNI»

Т.В. Минникова, С.В. Макевнина, Д.Д. Веропаха, Т.В. Денисова

*Южный федеральный университет,
Академия биологии и биотехнологии им. Д.И. Ивановского,
г. Ростов-на-Дону, Россия*

Ростовская область богата самыми плодородными и ценными почвами – черноземами [1]. Территория всей области пронизана сетью транспортных (железнодорожных, автомобильных и водных) путей. Зачастую происходит загрязнение почвы нефтью. Нарушение экологических функций почв и снижение плодородия может привести к полной деградации почвы [2]. Существующие способы биоремедиации нефтезагрязненных почв не позволяют определить оптимальный набор мелорантов, обеспечивающий высокую биологическую активность и, значит, плодородие почв. Цель работы – оценить активность уреазы нефтезагрязненного чернозема после внесения мелиорантов: глауконита, гумата калия и бактериального препарата.

Объект исследования – чернозем обыкновенный карбонатный восточно-европейской фации. Место отбора – Ботанический сад Южного федерального университета. Почву отбирали из пахотного горизонта ($A_{\text{пах}}$, 0-20). В почву вносили нефть легкой фракции (плотность $0,818 \text{ г/м}^3$) в концентрации 5% от массы почвы. Для изучения процессов ремедиации нефтезагрязненного чернозема были выбраны мелиоранты: глауконит (Г), «Dop-Uni» (D) и гумат калия (Гум). Мелиоранты вносили в чистую почву и почву, предварительно загрязненную нефтью. Длительность эксперимента – 30 суток. Активность уреазы оценивали по Ф.Х. Хазиеву в модификации авторов [4].

На рис. 1 показано, что при внесении мелиорантов получены неоднозначные результаты в нефтезагрязненной почве. Внесение нефти снижало активность уреазы на 23%. Наибольшая уреазная активность наблюдалась при внесении в нефтезагрязне-

ный чернозем гумата калия и глауконита в комплексе с гуматом калия – на 29 и 30% выше контроля соответственно. Не оказывал достоверного влияния на уреазную активность только бактериальный препарат «Dop-Uni».

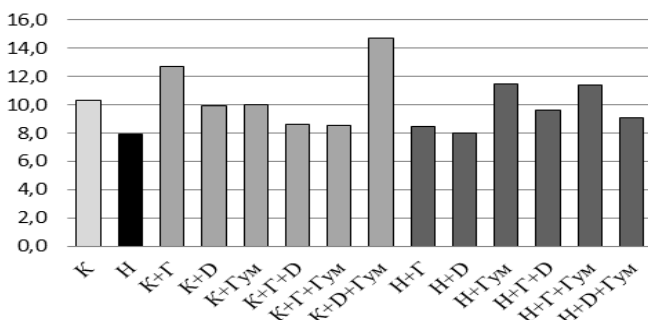


Рис. 1. Изменение активности уреазы и нефтезагрязненной почвы и после внесения мелиорантов, мг NH₃/г/сут

Примечание: К (контроль) – незагрязненная почва; Н – нефтезагрязненная почва; К+Г – К+глауконит, К+D – контроль+«Dop-Uni», К+Гум – контроль+гумат калия; К+Г+D – контроль+глауконит+«Dop-Uni», К+Г+Гум – контроль+глауконит+гумат калия; К+D+Гум – контроль+«Dop-Uni»+гумат калия; Н+Г – нефть+глауконит, Н+D – нефть+«Dop-Uni», Н+Гум – нефть+гумат калия; Н+Г+D – нефть+глауконит+«Dop-Uni», Н+Г+Гум – нефть+глауконит+гумат калия; Н+D+Гум – нефть+«Dop-Uni»+гумат калия.

Этот процесс может быть обусловлено увеличением содержания органического углерода (привнос нефти), что в свою очередь приводит к увеличению соотношения C:N и соответственно ухудшению азотного режима почв. Некоторые авторы считают, что происходит подавление процессов нитрификации [3]. По отношению к нефтезагрязненной почве показано увеличение активности уреазы при внесении гумата калия.

Исследование выполнено при государственной поддержке Ведущих научных школ РФ (НСШ-2449.2014.4). Авторы выражают благодарность ООО «Лаборатория микробных технологий» г. Москва за предоставление бактериального препарата «Dop-Uni» и ООО «Глауконит» г. Челябинск за предоставление глауконита.

Литература

1. Вальков В.Ф., Денисова Т.В., Казеев К.Ш., и др. Плодородие почв и сельскохозяйственные растения: экологические аспекты. Ростов н/Д: Изд-во Южного федерального университета, 2008. 416 с.

2. Колесников С.И., Казеев К.Ш., Вальков В.Ф., Денисова Т.В. Методология нормирования химического загрязнения почв на основе нарушения их экологических функций // Экология и промышленность России. 2007. № 11. С. 48-51.

3. Сулейманов Р.Р., Абдрахманов Т.А., Жаббаров З.А., Турсунов Л.Т. Ферментативная активность и агрохимические свойства лугово-аллювиальной почвы в условиях нефтяного загрязнения // Самарская Лука. 2007. Т.16. №3 (21). С. 575-580.

4. Хазиев Ф.Х. Методы почвенной энзимологии. Ин-т биологии Уфим. НЦ. М.: Наука, 2005. 252 с.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДРЕВЕСНЫХ РАСТЕНИЙ В КАЧЕСТВЕ БИОИНДИКАТОРОВ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ГОРОДСКОЙ СРЕДЫ

О.И. Мишина, Д.С. Ершова, З.А. Симонова

*Саратовский государственный технический университет
им. Ю.А. Гагарина, г. Саратов, Россия*

В качестве «живых датчиков» экологического состояния городской среды могут быть использованы древесные растения, преимущества которых перед другими тест-объектами является их многолетнее произрастание и невозможность «уйти» от негативного воздействия.

Цель нашей работы заключалась в изучение эколого-биологических особенностей некоторых древесных растений, произрастающих на территории г. Саратова, для последующей оценки экологического состояния городской среды.

Объектами исследования являлись береза повислая (*Betula pendula*) и тополь пирамидальный (*Populus pyramidalis*), произрастающие на территории города. В качестве фонового участка использовался район, расположенный в 50 км от г.Саратова в северном направлении.

Для выявления экологического состояния городской среды в течение нескольких вегетационных периодов (2010 – 2016 г.) определялась стабильность развития деревьев по флуктуирующей асимметрии листьев, активность антиоксидантных ферментов (пероксидазы и каталазы), окислительно-восстановительного фермента (аскорбин-оксидазы) и содержание фотосинтетических пигментов в листьях.

Данные по определению флуктуирующей асимметрии листьев *B. pendula* и *P. pyramidalis* свидетельствуют о том, что экологическая ситуация в городе Саратове соответствует неблагоприятному состоянию окружающей среды и оценивается не ниже 3 – 5 баллов. Критическая экологическая обстановка (5 баллов) складывается, в основном, вокруг крупных предприятий и в местах массового скопления автотранспорта.

Результаты эксперимента по изучению активности ферментов также характеризуют экологическую обстановку в городе как неблагоприятную. К концу вегетационного периода у *B. pendula* активность пероксидазы оказывается пониженной, что свидетельствует о снижении адаптационных способностей растения. У *P. pyramidalis*, наоборот, отмечается небольшое увеличение пероксидазной активности, что показывает на их более устойчивый характер приспособления к негативным факторам урбосреды. Каталазная активность у обоих видов деревьев, произрастающих в городе, в течение вегетационного периода характеризуется низкими значениями, что свидетельствует об их пониженных адаптационных возможностях по данному показателю.

Активность аскорбиноксидазы в листьях берёз за вегетационный период увеличивается по сравнению с фоновыми значениями, что свидетельствует об интенсивном уменьшении аскорбиновой кислоты, влияющей на основные метаболические реакции у растений: чем меньше аскорбиновой кислоты, тем менее эффективно протекают данные процессы. У тополей, наоборот, отмечается пониженная активность аскорбиноксидазы и, соответственно, увеличивается содержания аскорбиновой кислоты.

Содержание фотосинтетических пигментов в листьях в течение вегетационного периода и у *B. pendula*, и у *P. pyramidalis* изменяется. В начале периода преобладает хлорофилл *a*, в конце

- хлорофилл *b*, что свидетельствует об интенсивности фотосинтеза в начале и конце периода и об адаптации деревьев к факторам среды. В конце вегетационного периода во всех функциональных зонах города и у берез, и у тополей уменьшается соотношение хлорофилла *a/b*, которое характеризует потенциальную фотохимическую активность: чем меньше отношение, тем меньше и интенсивность фотосинтеза.

Таким образом, результаты работы доказали, что экологическое состояние городской среды является неблагоприятным. Древесные растения в течение всего вегетационного периода пытаются противостоять неблагоприятным условиям городской среды за счет активации своих физиолого-биохимических показателей.

ИЗУЧЕНИЕ ТОКСИЧЕСКИХ СВОЙСТВ УГЛЕРОДНЫХ НАНОТРУБОК ПО ВЫЖИВАЕМОСТИ *DAPHNIA MAGNA*

*А.О. Морозова, Н.И. Колесникова, Г.К. Игнатенко,
Е.И. Сарапульцева*

*Обнинский институт атомной энергетики,
НИЯУ МИФИ, г. Обнинск, Россия*

Интерес ученых к углеродным нанотрубкам связан с потенциальной возможностью их использования в качестве наноконтейнеров для доставки лекарственных препаратов в организм пациента. Углеродные нанотрубки представляют собой цилиндрическую структуру из атомов углерода. Диаметр молекулы составляет от одного до десяти нанометров, длина может достигать нескольких миллиметров. Исследования физико-химических свойств материалов на основе углеродных нанотрубок указывают на возможность их применения в машиностроении, оптике, электронике и других областях. Углеродные нанотрубки нерастворимы в воде, что делает их потенциальными загрязнителями окружающей среды. Изучение их токсических свойств является актуальной задачей биологии.

В данной работе проведено исследование сублетальных и летальных (токсических) концентраций, помещенных в водонанотрубок по показателю снижения выживаемости фильтрующего гидробионта *Daphnia magna* в 21-суточном эксперименте.

Для эксперимента были подготовлены водные взвесинанотрубок, содержащие исследуемое вещество в концентрациях 0,1; 0,2 и 0,3 мкг/л. Односуточных *D.magna* поштучно помещали в стеклянные лабораторные пробирки с 50 мл водной взвеси нанотрубок. Дафний культивировали по международному протоколу [1] в климатостате (модель P2, Красноярск) с автоматическим режимом освещения 12ч/12ч свет/тьма при 20 °С. Пробирки с рачками были помещены во вращающийся со скоростью 5-10 об/мин ротор, что обеспечивало дисперсное распределение нанотрубок в водной среде. Кормили *D.magna* суспензией *Chlorella vulgarisc* концентрацией 1,8 мг С/л. Погибших рачков учитывали через сутки, выживших пересаживали пластиковыми пипетками с диаметром 8 мм в свежую среду соответствующей концентрации. В качестве контроля использовали водопроводную дважды фильтрованную воду.

Из рис. 1 видно, что нанотрубки в концентрации 0,1 мкг/л не вызывают снижения выживаемости рачков. Однако, начиная с концентрации 0,2 мкг/л среда становится токсичной для *D.magna*, и к 21-м сут эксперимента выживает не более 80% рачков. Резкое снижение выживаемости обнаружено при увеличении концентрации до 0,3 мкг/л. Выживает не более 20% *D.magna*, что указывает на высокую токсичность среды с нанотрубками в данной концентрации.

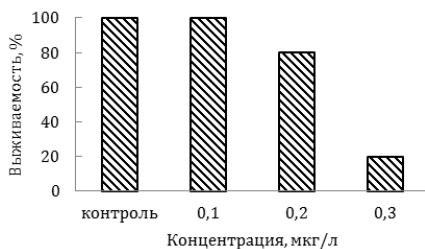


Рис. 1. Выживаемость дафний в водной среде с углеродными нанотрубками

Полученные результаты показали, что углеродные нанотрубки, попадая в организм *D.magna* в результате фильтрации, вызывают снижение выживаемости рачков. Перспективным исследованием будет анализ отдаленных (трансгенерационных) эффектов сублетальных концентраций нанотрубок в водной среде по показателям выживаемости и плодовитости рачков.

Литература

1. OECD, 2011. Organisation for Economic Co-operation and Development. In: Test No 202: *Daphnia* Sp. Acute Immobilisation Test. OECD Publishing, Paris.

БИОЛОГИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ ПОЧВ ПРИАЗОВЬЯ ПРИ РАЗНОМ ЗЕМЛЕПОЛЬЗОВАНИИ

В.С. Муругина, Е.И. Безус, К.Ш. Казеев

*Южный федеральный университет,
Академия биологии и биотехнологии, г. Ростов-на-Дону, Россия*

Почвенный покров территории юга России существенно изменен в ходе различного использования земель [1]. В результате интенсивного антропогенного воздействия ухудшается состав, свойства, а также биологическая активность почв [2]. В связи с этим исследование биологических показателей почвы, ее современного состояния и изменения под влиянием антропогенной деятельности является чрезвычайно важным вопросом. В ходе решения актуальных проблем особое внимание стоит уделить изучению активности почвенных ферментов, позволяющих оценить направленность и интенсивность биологических процессов [3, 4].

Целью работы было изучение влияния типа землепользования на ферментативную активность почв. Объектами исследований в мае 2016 г. были почвы восточного Приазовья: залежей разных лет на луговой почве (№ 1, 2), почвы рисовых чеков (№ 3) пахотные черноземы (№ 4) и гидроморфные лугово-болотные почвы (№ 5). Максимальное антропогенное воздействие отмечено в почвах действующих рисовых чеков: планирование по-

верхности, перемешивание почвы при вспашке и избыточное увлажнение при затоплении водой. Для анализа были выбраны ферменты из таких классов, как оксидоредуктазы (каталаза) и гидролазы (инвертаза), а также содержание гумуса [3].

В результате исследований в почвах разных сельскохозяйственных угодий выявлены существенные различия в активности изучаемых ферментов. Активность каталазы была максимальной в пахотном черноземе, меньшие значения отмечены в почвах рисовых чеков, действующих и заброшенных. Характер профильного распределения активности каталазы – постепенно убывающий. Активность инвертазы обладала высокими значениями в черноземе и залежной почве рисового чека. Затопление действующего чека привело к снижению ее активности. Ее активность убывает по профилю в большей степени, чем активность каталазы. Оглеение в нижней части рисовых почв приводит к резкому понижению активности инвертазы. Высокие значения разложения перекиси водорода в этом горизонте связаны с каталитическим действием соединений железа и марганца.

Исследования показали, что биологическая активность может быть использована для диагностики разного уровня сельскохозяйственной нагрузки.

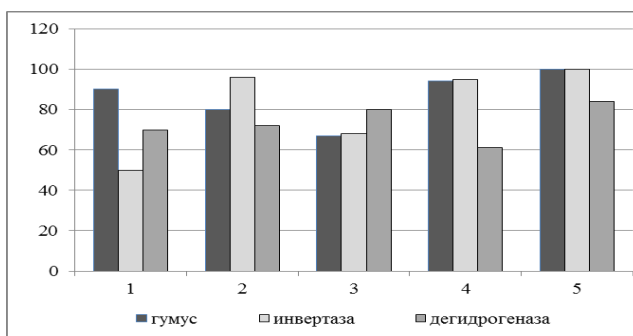


Рис. 1. Биологическая активность почв Приазовья

Литература

1. Вальков В.Ф., Казеев К.Ш., Колесников С.И. Почвы Юга России. – Ростов-на-Дону: Изд-во «Эверест», 2008. 276 с.

2. Даденко Е.В., Мясникова М.А., Казеев К.Ш., Колесников С.И., Вальков В.Ф. Биологическая активность чернозема обыкновенного при длительном использовании под пашню // Почвоведение. 2014. №6. С. 724-733.

3. Казеев К.Ш., Колесников С.И. Биодиагностика почв: методология и методы исследований. Ростов-на-Дону: Изд-во ЮФУ. 2012. 260 с.

4. Муругина В.С., Казеев К.Ш. Биологическая диагностика экологического состояния почв Азово-Черноморского региона // Биодиагностика и оценка качества природной среды: Материалы международного симпозиума и школы. М.: ГЕОС, 2016. С. 379-381.

ИЗУЧЕНИЕ ГРЫЗУНОВ ИССЫК-КУЛЬСКОЙ КОТЛОВИНЫ

Д.Н. Мусуралиева

*Кыргызско-Российского Славянского Университета
им. Б. Ельцина, г. Бишкек, Кыргызстан*

Иссык-Кульская обл. занимает северо-восточную часть Кыргызской Республики. Общая площадь территории – 43,1 тыс. км², что составляет 21,58% общей площади Республики, расположена на высоте от 1600 до 7439 м над уровнем моря. Территория области подразделяется на 2 части: Иссык-Кульскую котловину и Иссык-Кульские сырты, раскинувшиеся к Югу от хребта Тескей Ала-Тоо до границы с Китаем [1,4]. В Прииссыккулье выделены три зоны: западная, центральная, восточная [2].

Жизнь лесов, степей и лугов невозможно представить без грызунов. В начале, поедая растения, они перерабатывают огромное количество растительной биомассы в более энергетически концентрированный и ценный продукт животной биомассы. А затем грызуны сами становятся кормовой базой огромного количества плотоядных животных. Грызуны являются неотъемлемым и важным звеном пищевых цепей в природе. Они являются кормовой базой для огромного количества плотоядных животных и участвуют во всех указанных экосистемах.

Сбор материала осуществляли во время экспедиционных исследований в разных районах, биотопах Иссык-Кульской обла-

сти в 2010, 2012, 2014 гг. Всего за время полевых исследований на ловушко-линии заложен маршрут протяженностью более 115 км, организованы 17 экспедиционных выездов, из них 9 открытых и 8 закрытых станций, в 63 различных местах исследований.

По особенностям пунктов обнаружения зверьков, на обследованных территориях на основании ландшафтного деления выделялось несколько основных типов их местообитаний (кустарники и лесопосадки, каменистая местность, влажные (болотные) биотопы, кустарники, луго-полевые, низменно-береговые, постройки человека).

Для определения численности, грызунов добывали методом ловушко-линий через каждые 5 метров в открытых станциях, численность определялась относительным учетом, из расчета попадаемости зверьков на 100 ловушко-ночей в %. Метод приближённого вылова применен для учета численности синантропных грызунов в строениях в закрытых станциях из расчета 1 ловушка на 10 м² (жилые дома, хозяйственные постройки). Для вылова грызунов были использованы живоловки, маленькие и большие ловушки Геро, для вылова ондатры использовали дуговой капкан №1 и мордушки.

По результатам экспедиционных выездов в различных местах исследований всего было отловлено 17 видов грызунов: Белка обыкновенная, Суслик реликтовый или тяньшанский, Соня лесная, Мышовкатыньшанская, Тушканчик-прыгун, Хомячок серый, Полевка серебристая, Полевка тяньшанскаялесная, Ондатра, Полевка обыкновенная, Полевка узкочерепная, Слепушонка обыкновенная, Песчанка тамарисковая, Песчанка краснохвостая, Мышь лесная, Мышь домовая, Крыса серая [3].

Литература

1. Мониторинг, прогнозирование опасных процессов и явлений на территории Кыргызской Республики. Бишкек, 2012. 743 с.
2. Сартбаев С.К. Эктопаразиты грызунов и зайцеобразных в Киргизии. Фрунзе: Илим, 1975. 211 с.
3. Торстен Х., Торопова В.И., Еремченко В. и др. Систематический список позвоночных животных Кыргызстана. Бишкек, 2010. 116 с.
4. Иссык-Кульская область: Энциклопедия. Бишкек, 1995. 510 с.

ОЦЕНКА БИОЛОГИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ ГУМИНОВЫХ ПРЕПАРАТОВ ТИПА «ГУМАТ» МЕТОДОМ ЛАБОРАТОРНОГО ТЕСТИРОВАНИЯ

Д.А. Мухаметзянова, А.А. Валеева

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

Гуминовые препараты (ГП) представляют собой водорастворимые соли гуминовых кислот и, являясь биологически активными веществами, могут оказывать как стимулирующий, так и ингибирующий эффекты на растения в зависимости от их происхождения, состава и концентрации при применении. Наиболее широко ГП применяют в качестве стимуляторов роста растений в сельском хозяйстве. При использовании ГП в оптимальных дозах увеличивается прорастание семян, длина и биомасса проростков и их корневая система, улучшается дыхание и питание растений, усиливается ферментативная активность, кроме того, сокращается поступление в растения тяжелых металлов и радионуклидов [1]. Однако, в условиях обилия и разнообразия ГП, предлагаемых для применения в сельском хозяйстве, особую актуальность приобретает всестороннее изучение их свойств. Для этого необходимо проведение фитотестирования с целью оценки эффективности ГП, а также их экологической безопасности для растений и окружающей среды.

Целью исследования была оценка биологической активности 6 различных видов гуминовых препаратов типа «Гумат» в лабораторных условиях способом фитотестирования. В качестве тест-культуры была использована пшеница. Для проведения однофакторного лабораторного опыта были использованы 0,01% растворы следующих гуминовых препаратов: *Гумат 80 Натрия*, *Гумат Байкал Калия и Натрия*, *Гумат +7 Калия*, *Гумат +7 зерновой-масличный*, *Гумэл Люкс*, *Гумат ГК БИО*. В качестве питательного фона использовалась поликомпонентная питательная смесь Прянишникова.

По результатам исследования лучший результат всхожести пшеницы показало использование гуминового препарата *Гумат*

80 Натрия. Препарат Гумэл Люкс проявил ингибирующий эффект, и результаты всхожести пшеницы были ниже контрольного варианта.

Была исследована эффективность применения гуминовых препаратов как стимуляторов роста растений с предварительной обработкой пшеницы 0,1% раствором Гумат +7 Калия и без нее. Стимулирующий эффект на развитие и качественный состав проростков пшеницы без предварительной обработки 0,1% раствором Гумат +7 Калия был получен при использовании Гумат+7 Калия и Гумат+7 зерновой-масличный. В опытах с предварительной обработкой семян пшеницы 0,1% раствором Гумата+7 Калия стимулирование роста пшеницы наблюдалось при применении гуминовых препаратов Гумат 80 Натрия, Гумат +7 Калия и Гумат ГК БИО. Ингибирование роста проростков пшеницы наблюдалось при применении препаратов Гумат Байкал Калия и Натрия и Гумат +7 зерновой-масличный с предварительной обработкой семян 0,1% раствором Гумат +7 Калия, что может быть связано с высокой концентрацией питательных веществ.

Литература

1. Якименко О.С., Терехова В.А. Гуминовые препараты и оценка их биологической активности для целей сертификации // Почвоведение. №11. 2011. С. 1334-1343.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ФЕРМЕНТАТИВНОЙ АКТИВНОСТИ В ДИАГНОСТИКЕ ИЗМЕНЕНИЯ ГОРНЫХ ПОЧВ ЗАПАДНОГО КАВКАЗА ПОСЛЕ ВЫРУБКИ ЛЕСА

Е.А. Нагирняк, К.Ш. Казеев

*Южный федеральный университет, Академия биологии и
биотехнологии, г. Ростов-на-Дону, Россия*

Вследствие антропогенного вмешательства в привычные экосистемы Западного Кавказа изменяется видовой состав флоры и фауны, а также происходит деградация почвенного покрова. При диагностике почв широко используют методы определения

биохимических свойств, в частности ферментативной активности и содержания гумуса, которые имеют значительные преимущества благодаря своей информативности и воспроизводимости [1, 2]. Ферменты (каталитически активные белки) детерминируют интенсивность всех метаболических процессов [3]. Для действия каждого фермента необходим температурный оптимум, оптимальные значения pH. Оксидоредуктазы катализируют реакции окисления и восстановления (дегидрогеназа), гидролазы катализируют реакции расщепления с присоединением H₂O (инвертаза, фосфатаза) [4].

Исследования проведены в июле 2016 г. на высоте 1600 м над уровнем моря в окрестностях Партизанской поляны в 14 км от пос. Гузерипль (Адыгея). Образцы почв (0–10 см) отбирали на участках вырубki 2010 г. с разной степенью нарушения почвенного покрова: контроль (лес), слабая, средняя и сильная степень нарушения. Лабораторно-аналитические исследования выполняли на кафедре экологии и природопользования Южного федерального университета с использованием общепринятых в экологии, биологии и почвоведении методов [1].



Рис. 1. Ферментативная активность верхнего горизонта почвы (10 см) под лесом и на вырубке, июль 2016 г.

В результате исследований было установлено, что ферментативная активность на участке с сильной нагрузкой значительно снижена (рис. 1). Это можно объяснить антропогенным нарушением поверхности почвы, развитием эрозии, изменением плотности и значений pH. При этом активность ферментов в почвах

вырубки изменялась в разной степени. Были выявлены участки с повышенной активностью ферментов (особенно инвертазы), что объясняется краевым или опушечным эффектом, при котором увеличивается биоразнообразие и продуктивность на границах разных экосистем.

Было выявлено, что активность дегидрогеназы является лучшим из использованных ферментов показателей антропогенного воздействия на почвы.

Литература

1. Казеев К.Ш., Колесников С.И, Вальков В.Ф. Биология почв Юга России. Ростов-на-Дону: Изд-во ЦВВР, 2004. 350 с.
2. Нагиряк Е.А., Казеев К.Ш., Изменение содержания общего и лабильного гумуса дерново-карбонатных почв Западного Кавказа после вырубки леса / Актуальные проблемы экологии и природопользования. Ростов-на-Дону: Изд-во ЮФУ, 2016. 115-119 с.
3. Коничев А.С, Севастьянова Г.А. Молекулярная биология. М.: Академия, 2005.
4. Вальков В.Ф., Елисеева Н.В., Имгрунт И.И., Казеев К.Ш., Колесников С.И. Справочник, по оценке почв. Майкоп: ГУРИПП. «Адыгея», 2004. 236 с.
5. Казеев К.Ш., Колесников С.И. Биодиагностика почв: методология и методы исследований. Ростов-на-Дону: Изд-во ЮФУ. 2012. 260 с.

ОЦЕНКА АКТИВНОСТИ ЧЕРНОЗЕМА ОБЫКНОВЕННОГО В УСЛОВИЯХ ЗАГРЯЗНЕНИЯ Ga, Tl, Yb

А.И. Назарян, С.И. Колесников

Южный федеральный университет, Академия биологии и биотехнологии им. Ивановского, г. Ростов-на-Дону, Россия

В настоящее время важной и актуальной является проблема негативного воздействия тяжёлых металлов на окружающую среду. Известно, что наличие тяжёлых металлов (ТМ) в природе – нормальное явление. Их соединения распространены по всей

территории Земного шара и содержатся в материнских породах земной коры. Однако, за счет активной деятельности человека, трансформации им окружающей среды, концентрация разных загрязняющих веществ быстро увеличивается. Основными источниками поступления ТМ в почвы являются предприятия теплоэнергетики, промышленности и транспорт.

Актуальным представляется выявление закономерностей, механизмов и возможных последствий влияния этих элементов на биоту и биологические свойства почв, первыми реагирующими на загрязнение, установление пределов устойчивости почв к загрязнению, нормирование содержания этих элементов в почвах. Дегидрогеназы являются ферментами очень чувствительными к действию загрязняющих веществ, поэтому по степени их активности можно судить о токсичности того или иного вещества [1].

Целью работы является исследование изменения активности дегидрогеназ чернозема обыкновенного при загрязнении почв Ga, Tl, Yb.

Для модельных экспериментов был отобран верхний слой почвы чернозема обыкновенного (Ростов-на-Дону, Ботанический сад ЮФУ) – 0-10 см, поскольку именно в этом слое накапливается основное количество загрязняющих почву веществ. Для изучения динамики изменения исследуемых показателей лабораторно-аналитические исследования проводили через 10, 30 и 90 суток от момента загрязнения.

В результате исследования установлено, что загрязнение чернозема обыкновенного Ga, Tl, Yb, в большинстве случаев, ведет к снижению активности дегидрогеназ.

Из исследованных металлов наибольшее негативное воздействие на активность дегидрогеназ в почве оказал –Tl менее сильное –Yb, Ga. По степени подавления дегидрогеназной активности чернозема обыкновенного исследованные вещества образуют следующий ряд: $Tl > Yb \geq Ga$. Представленный ряд веществ является обобщенным по дозам и срокам загрязнения.

Существенное воздействие на активность дегидрогеназ в почве оказывает доза загрязняющего вещества. В большинстве случаев, чем выше концентрация металла-загрязнителя в почве, тем сильнее снижается активность дегидрогеназ. При загрязне-

нии чернозема Ga, Yb наибольшее ингибирующее воздействие наблюдалось на 10-е сутки после загрязнения, а при загрязнении П1– на 30-е. На 90-е сутки от момента загрязнения в вариантах со всеми металлами, кроме Ga, отмечалось восстановление активности дегидрогеназы по сравнению с предыдущим сроком. Явление гормезиса - стимулирующее действие токсикантов - наблюдалось при загрязнении почвы всеми из исследованных элементов.

Литература

1. Колесников С.И., Казеев К.Ш., Вальков В.Ф. Экологическое состояние и функции почв в условиях химического загрязнения. Ростов н/Д: Изд-во Ростиздат, 2006. 385 с.

ЗАКОНОМЕРНОСТИ ВЛИЯНИЯ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ТМ НА БИОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПОЧВ ГОРОДОВ РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Е.В. Налета, С.И. Колесников

Южный федеральный университет, г. Ростов-на-Дону, Россия

Источниками химического загрязнения городских почв являются, прежде всего, промышленность и автотранспорт, причем вклад автотранспорта непрерывно возрастает. Приоритетными загрязняющими веществами для городских почв являются тяжелые металлы (ТМ). В то же время, именно биологические показатели являются основными индикаторами состояния городских почв и экосистем.

Цель работы – установить закономерности влияния загрязнения ТМ на биологические свойства почв городов Ростовской области.

Объекты исследования – почвы урболандшафтов городов: Ростова-на-Дону, Таганрога, Новочеркаска, Шахты, Азова, Гуково, Батайска. Исследованию подвергались почвы следующих городских ландшафтов с учетом их функциональной нагрузки: промзоны, авторазвязки и парковые зоны. Для интегральной оценки биологического состояния почв был использован инте-

гральный показатель биологического состояния (ИПБС) [1]. Для оценки совокупного действия загрязняющих веществ в качестве интегрального показателя в настоящее время широко используется суммарный коэффициент техногенного загрязнения (Zc) [1, 3].

По степени чувствительности (степени снижения от контроля) исследованные показатели образуют следующий ряд: активность каталазы (47,4%) > длина побегов (55,0%) > активность дегидрогеназы (63,3%) > длина корней (72,2%) > обилие бактерий рода *Azotobacter* (85,8%) > всхожесть (89,8%).

Установлена тесная корреляционная связь между ИПБС почв городов Ростовской области и содержанием в них ТМ: Co (-0,69), Cu (-0,75), Zn (-0,81), As (-0,83), Pb (-0,87), кроме Ni (-0,2). Высокая отрицательная корреляционная зависимость наблюдается между ИПБС и Zc (-0,86).

По степени снижения биологических свойств почв промышленных зон и авторазвязок города Ростовской области образовывали следующий ряд: Гуково (60%) ≥ Ростов-на-Дону (62%) > Таганрог (68%) > Шахты (72%) ≥ Азов (73%) ≥ Батайск (75%) > Новочеркасск (79%). Это коррелирует со степенью загрязнения почв городов Ростовской области ТМ.

В большинстве случаев наблюдалась прямая зависимость между концентрацией ТМ и степенью ухудшения исследуемых свойств почвы. Как правило, наблюдалось снижение всех исследованных биологических показателей. Загрязнение ТМ вызывает снижение ферментативной активности, обилия микроорганизмов, увеличение фитотоксичности почв. Установлена тесная корреляционная связь между ИПБС почв городов Ростовской области и содержанием в них ТМ: Co (-0,69), Cu (-0,75), Zn (-0,81), As (-0,83), Pb (-0,87), кроме Ni (-0,2).

Большинство из использованных биологических показателей являются информативными для мониторинга состояния городских почв, загрязненных ТМ. По степени информативности биологические показатели образуют следующий ряд: активность каталазы > длина корней редиса > активность дегидрогеназы > обилие бактерий рода *Azotobacter* > всхожесть семян редиса > длина побега редиса.

Литература

1. Казеев К.Ш., Колесников С.И., Вальков В.Ф. Биологическая диагностика и индикация почв: методология и методы исследований. Ростов н/Д: Изд-во Рост. ун-та, 2003. 204 с.
2. Снакин В.В. Экологическая оценка состояния почв: Попытка количественного подхода / ред. В.В. Снакин, А.А. Присяжная // Изв. РАН. Сер. биол. 1995. № 1. С. 105-109.
3. Постановление Главного государственного санитарного врача РФ от 17.04.2003 № 53 (ред. от 25.04.2007) «О введении в действие СанПиН 2.1.7.1287-03»

БИОИНДИКАЦИЯ ЗАГРЯЗНЕННОСТИ ВОДЫ ПРИ ПОМОЩИ БЛЯШКООБРАЗУЮЩИХ КОЛИФАГОВ, ИНФИЦИРУЮЩИХ ШТАММЫ *E.Coli* С600, DH1, В, BL21

Н.А. Никулин^{1,2}, А.А. Зимин¹

¹ *ИБФМ им. Г.К. Скрыбина РАН, г. Пущино, Россия*

² *Вятский государственный университет,
г. Киров, Россия*

Загрязнение воды неорганическими и органическими соединениями сопровождается количественным и качественным изменением состава автохтонной и аллохтонной микрофлоры. Одним из основных показателей данного процесса в воде является появление кишечной палочки (*Escherichia coli*).

Для детекции данного вида бактерий с наибольшей точностью возможно использование колифагов.

В качестве объекта для проведения исследований нами были выбраны очистные сооружения города Пущино Московской области, а именно резервуары, использующиеся для различных этапов механической и биологической очистки: первичный отстойник, аэротенк и вторичный отстойник. Также нами изучалась неочищенная вода, поступающая на очистные сооружения.

Для детекции уровня загрязнения мы использовали титрование бактериофагов по методу Грациа на питательной среде LB на штаммах *E.coli* С600, DH1, В, BL21. Нами был определен объем пробы, наиболее подходящий для определения титра на

этих штаммах, а именно – 100 мл. По полученным значениям определена незначительная вариация титров относительно различных штаммов после прохождения первого этапа очистки: $1,21 \cdot 10^3$ (BL21), $1,08 \cdot 10^3$ (B), $2,06 \cdot 10^3$ (с600), $2,21 \cdot 10^3$ (DH1) КОЕ/мл. Относительно различных этапов очистки наблюдается уменьшение титра: $1,25 \cdot 10^3$ (неочищенные воды), $1,21 \cdot 10^3$ (первичный отстойник), $2 \cdot 10^2$ (аэротенк), 0 (вторичный отстойник) КОЕ/мл. Данные результаты получены на штамме BL21. Относительно проб с первичного отстойника, отобранных в различной временной промежуток и высеянных на штамм B, наблюдаются сходные результаты титрования – $(1,1 \pm 0,05) \cdot 10^3$ КОЕ/мл.

При дальнейшем изучении бактериофагов, инфицирующих штамм B, мы предполагаем выяснить причины постоянства титра этих вирусов, а также сравнить точность индикации с другими методами по различным показателям.

Использование в качестве модели для исследований очистные сооружения позволяет в отдельности изучить очистные процессы, происходящие в природных источниках воды, а именно: механическая очистка под действием гравитационных сил (отстойники), биологическая очистка зоопланктоном, бактериофлорой, вирофлорой (активный ил в аэротенке). Детекция же колифагов позволяет показать эффективность данных процессов относительно кишечной палочки. Как можно заметить, после очистки во вторичном отстойнике бактериофаги обнаружены не были, что может свидетельствовать о том, что наиболее важным компонентом в данной системе очистки является биологический компонент, который усваивает органическое вещество, находящееся в воде, а также уничтожает бактериальную аллохтонную флору.

Нами было обнаружено огромное разнообразие бляшек, полученных в ходе титрования (рис. 1). Были проведены пересевы и очистка отдельных негативных колоний. Более детальное исследование этих бляшкообразующих фагов позволит получить новые данные для детекции загрязнений аллохтонной микрофлорой.

Данные наших исследований говорят о перспективе использования бактериофагов в качестве биоиндикатора загрязнений воды.

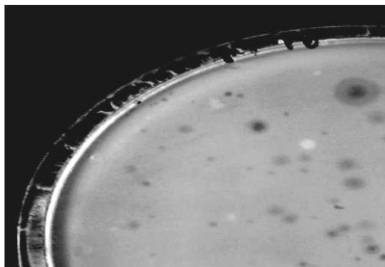


Рис. 1. Разнообразие негативных колоний, полученных в результате исследования проб воды

БИОИНДИКАЦИОННАЯ ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ В ЗОНЕ ЖИЛОЙ ЗАСТРОЙКИ г. КАЗАНЬ

Г.З. Нуруллина

*Казанский (Приволжский) федеральный институт,
г. Казань, Россия*

В иерархии глобальных проблем вопрос экологии городской среды занимает одну из ведущих позиций. В процессе оценки качества окружающей среды используют различные подходы. Большое значение имеет биологическая оценка - биоиндикация. В условиях урбанизированной среды трансформации подвержена морфоструктура растений. Поэтому для оценки стабильности развития используют показатели флуктуирующей асимметрии билатеральных морфологических признаков. Исследования проводились по методике, разработанной доктором биологических наук, членом-корреспондентом РАН, Захаровым В.М. [1].

В продолжение биоиндикационных исследований, проводимых в КФУ [2-4], в данной работе для исследования заложены площадки в зоне жилых застроек г.Казани в 2014 г. В качестве объекта исследования была выбрана береза повислая (*Betula pendula* Roth.). Измерения проводились по пяти билатеральным признакам. Анализ и подсчет показателей производился с по-

мощью программ Bioindikation toolkit и Microsoft Excel. Полученные результаты отражены на рис. 1.

В большинстве исследуемых точек зоны жилых застроек г.Казани интегральный показатель флуктуирующей асимметрии свидетельствует о критическом состоянии среды (Приволжский район (0,068), Советский район (0,064), Советский район (0,059), Ново-Савиновский район (0,061), Кировский район (0,060)). Данные свидетельствуют о критическом состоянии среды в зонах жилой застройки, а состояние среды варьирует в пределах критического состояния.

Таким образом, плотная застройка жилых кварталов, насыщенность придомовых территорий автомобильными парковками создают условия, способствующие накоплению загрязняющих веществ и формированию специфических микроклиматических условий, влияющих на формирование качественного состава атмосферного воздуха в зоне жилых застроек г.Казани.

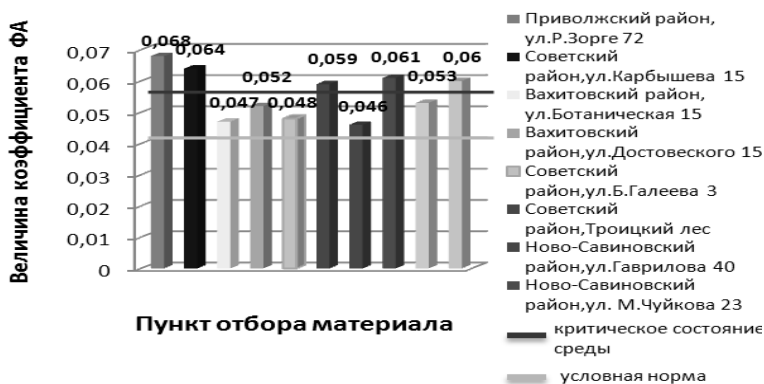


Рис. 1. Величина флуктуирующей асимметрии в точках отбора материала, г. Казань (зона жилой застройки), 2014 г.

Литература

1. Захаров В.М., Баранов А.С., Борисов В.И. и др. Здоровье среды: методика оценки. М.: Центр экологической политики России, 2000. 68 с.
2. Минакова Е.А., Шлычков А.П., Шайхиев И.Г. Оценка окружающей среды урбосистемы г. Казань с использованием метода биоинди-

кации: придорожные территории // Вестник Казанского технологического университета. 2015. Т. 18. № 17. С. 225-230.

3. Минакова Е.А., Кустова Л.М., Шлычков А.П. Оценка экологического состояния урбосистемы г. Казани с использованием метода флуктуирующей асимметрии листовой пластинке березы повислой (*Betula pendula*) // Вестник Татарстанского отделения РЭА «Экология и промышленная безопасность». 2013. № 3. С. 96-98.

4. Минакова Е.А., Шлычков А.П. Оценка качества окружающей среды рекреационных территорий г. Казани // Научно-методический информационный журнал «Вестник НЦ БЖД». 2015. № 2 (24). С. 126-131.

БИОИНДИКАЦИОННАЯ ОЦЕНКА ВОДНЫХ ЭКОСИСТЕМ ПО ИХТИОПАРАЗИТОЛОГИЧЕСКИМ ПОКАЗАТЕЛЯМ

Е.Л. Петров, В.В. Петрова

*Череповецкий государственный университет,
г. Череповец, Россия*

Для оценки экологического состояния водоёмов наряду с другими применяют биологические методы исследования, основанные на изучении различных видов и групп гидробионтов, в том числе и паразитических организмов. Ихтиопаразиты аккумулируют в себе все изменения, произошедшие в водоёме иногда быстрее и более полно, чем другие организмы, поэтому объективно характеризуют экологическую ситуацию в водоёме [1]. Кишечная паразитофауна рыб представлена, главным образом, гельминтами, имеющими сложный цикл развития и заражающими рыбу алиментарным путём. Целью нашей работы явилась оценка современной экологической ситуации в Шекснинском плёсе Рыбинского водохранилища. Сбор материала проводился в июне – июле 2015-2016 гг. Всего было исследовано 30 экземпляров рыбного окуня (*Perca fluviatilis*), из них 24 самки и 6 самцов. Масса рыб составила от 154 г до 326 г, длина от 24 см до 32 см. Возраст рыб составлял от 2+ до 6+. Каждый окунь был подвергнут частичному паразитологическому вскрытию – ис-

следовался кишечник рыб. В результате было обнаружено 5 видов кишечных паразитов окуня (табл.1).

Таблица 1.
Кишечная паразитофауна окуня (*Perca fluviatilis*) Шекснинского плёса Рыбинского водохранилища

Вид	Э.И.	И.И.	И.О.
<i>Bunodera luciopercae</i>	33,3%	3,4	1,13±0,54
<i>Camallanus lacustris</i>	86,6%	7,4	6,4±1,3
<i>C. truncatus</i>	53,3%	3,62	1,93±0,64
<i>Acanthocephalus lucci</i>	3,3%	3,6	1,2±0,52
<i>A. anguillae</i>	13,3%	1,2	0,33±0,24

Э.И. – экстенсивность инвазии; И.И. – интенсивность инвазии;
И.О. – индекс обилия.

Из них 1 вид трематод *Bunodera luciopercae*, 2 вида нематод рода *Camallanus*, а также 2 вида скребней рода *Acanthocephalus*. Качественные и количественные показатели кишечной паразитофауны окуня отражают видовой состав планктонной и бентосной части биоты исследованного водоема. А именно, в зоопланктоне Шекснинского плёса Рыбинского водохранилища присутствуют веслоногие ракообразные родов *Acanthocyclops*, *Eucyclops*, *Macrocyclops*, *Megacyclops* и ветвистоусые ракообразные родов *Daphnia*, *Simonocephalus*, *Eurycercus* и *Notodroma*, при участии которых происходит развитие соответственно кишечных нематод и трематод окуня. В донной фауне водоема присутствуют двустворчатые моллюски р. *Sphaerium*, как первые промежуточные хозяева кишечной трематоды *B. luciopercae* и рачки *Asellusaqaticus* – промежуточные хозяева скребней рода *Acanthocephalus*. Высокие значения зараженности окуня гельминтами, чей жизненный цикл связан с зоопланктонными организмами, свидетельствует о благополучной токсикологической ситуации в изучаемом водоеме. Планктонные организмы относятся к группе гидробионтов, снижающих свою численность под воздействием промышленных токсикантов. Таким образом, в водоеме на момент исследования высокотоксичного промышленного загрязнения не отмечено. Приуроченность паразитов к той или иной экологической группе так же позволяет судить об экологической ситуации в изучаемом водо-

ёме. В фауне мезотрофных водоемов складываются благоприятные условия для роста численности паразитов со сложным жизненным циклом. Обнаруженные нами кишечные паразиты окуня являются эндопаразитами со сложным жизненным циклом, пассивно инвазирующими своего хозяина, что характеризует исследованный нами водоем как мезотрофный.

Литература

1. Богданова Е.А. Паразиты рыб как биоиндикаторы токсикологической ситуации в водоеме. СПб.: ГосНИОРХ, 1993. 22 с.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МОДИФИЦИРОВАННОГО САПРОПЕЛЯ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ПЛОДОРОДИЯ ПЕСЧАНЫХ ПОЧВ

В.С. Плотникова, А.А. Валева

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

Песчаные площади в России занимают громадные площади около 1850 тыс. кв. км и встречаются в разных биоклиматических зонах. Песчаные почвы бедны питательными элементами и обладают низким плодородием. Вносимые минеральные вещества быстро вымываются, поэтому для повышения плодородия песчаных почв добавляют органические удобрения, как торф, навоз, компосты (может еще найдешь какие-нибудь) и органо-минеральные удобрения – модифицированный сапропель [1, 2]. Целью исследования была оценка внесения разного количества сапропеля на рост газонной травы.

В качестве тест-культуры была использована газонная трава - овсяница луговая. Влияние сапропеля на рост газонной травы оценивали методом тестирования на «песчаных культурах». В качестве показателя оценки была использована длина надземной части проростков овсяницы луговой, а также его сырой и сухой вес. Для опыта с песчаной культурой использовался кварцевый речной песок. Предварительная подготовка кварцевого песка

для опыта состояла из просеивания его через сито диаметром 0,25 мм, отмывания от примесей ила и дополнительной промывки крепкой соляной кислотой, а после дистиллированной водой до отрицательной реакции на хлор ион. Растения выращивались в сосудах объемом 400 см³. Ежедневно влажность поддерживали весовым методом. Поливная норма составила 15 см³ дистиллированной воды на 100 г песка. Продолжительность опыта 18 дней. Для проведения однофакторного лабораторного опыта на песчаных культурах в карбонатный песок вносилось следующее количество сапропеля:

- Контроль: без сапропеля
- 1 вариант: 0,5%
- 2 вариант: 1%
- 3 вариант: 1,5%

Числовые величины надземной части овсяницы луговой представлены в табл. 1. Результаты дисперсионного анализа показали, что количество вносимого сапропеля значительно влияют на высоту овсяницы луговой при вероятности 95%.

Таблица 1

Длина надземной части овсяницы луговой

Вариант	Среднее значение, см	Минимум, см	Максимум, см	Станд. отклонение
Контроль	9,6	5,0	13,0	1,86
1 вариант	10,4	8,1	13,7	1,44
2 вариант	11,8	8,5	15,5	1,64
3 вариант	12,1	9,0	14,8	1,54

Литература

1. Рубанов В.С., Коршун Н.Н. Действие сапропелей на урожай сельскохозяйственных культур и изменение агрохимических показателей дерново-подзолистой почвы в условиях Белоруссии // Проблемы использования сапропелей в народном хозяйстве. Минск, 1976. С. 146-156.

2. Соколов Г.А., Тишкович А.В., Братишко Р.Ф. и др. Торф и сапрпель в решении агроэкологических проблем // Природопользование. Минск, 1976. Вып.8. С. 154-165.

ИЗМЕНЕНИЕ БИОЛОГИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ ПОЧВ ЗАПОВЕДНИКА «УТРИШ» ПОД ВОЗДЕЙСТВИЕМ РЕКРЕАЦИОННОЙ НАГРУЗКИ

Т.А. Полторацкая, А.С. Якимова, К.Ш. Казеев

*Южный федеральный университет,
Академия биологии и биотехнологии, г. Ростов-на-Дону, Россия*

Черноморское побережье ежегодно посещают миллионы туристов, что не может не сказываться на экологической ситуации в регионе. Для выяснения влияния антропогенной нагрузки необходимо исследование эталонных участков природы.

Цель работы – изучение влияния рекреационного воздействия на свойства почв можжевельного редколесья Водопадной щели заповедника «Утриш». Объект исследований расположен на высоте 35 м над уровнем моря на выровненных участках склонов Водопадной щели. Здесь находится палаточная стоянка неорганизованных туристов. Количество посещений этой стоянки резко сократилось после организации заповедника в результате введения режима охраны [1, 2]. Однако были отмечены следы их деятельности в 2015 и 2016 гг. В октябре 2016 г. были проведены исследования рекреационного воздействия на почвы и почвенный покров.

Как показали проведенные исследования, почвы мониторинговой площадки различались по мощности, степени каменистости и выщелоченности от карбонатов. Степень карбонатности может оказывать значительное воздействие на биологическую активность почв, как непосредственно, так и путем изменения реакции почвенной среды [3]. Исследования показали, что биологическая активность в исследуемых почвах находится на среднем уровне. Рекреационное воздействие привело к повышению значений интенсивности выделения углекислого газа по сравнению с контрольной почвой. Это связано, во-первых, с повышенной инсоляцией нарушенного участка на открытой поляне, во-вторых, с началом восстановительной сукцессии и развитием дернового процесса в результате роста травянистых растений на незатененной поверхности палаточной стоянки. В-

третьих, рекреация приводит к повышению карбонатности нарушенных почв, а выщелоченные варианты почв одного типа обладают пониженными значениями биологической активности [3].

В результате исследований выявлено существенное повышение интенсивности биологических процессов в восстанавливающихся после антропогенного нарушения почв заповедника «Утриш».

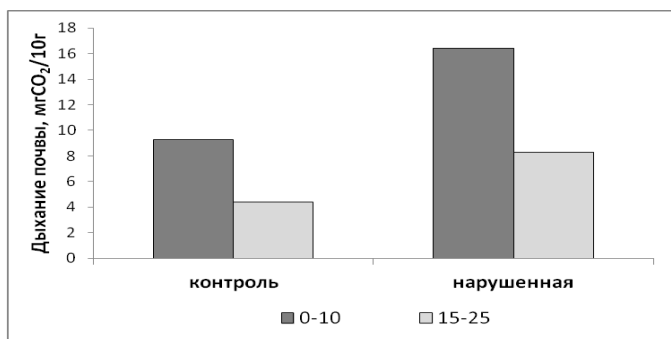


Рис. 1. Влияние рекреационной нагрузки на интенсивность выделения углекислого газа почвами заповедника «Утриш»

Литература

1. Быхалова О.Н., Казеев К.Ш., Колесников С.И. Влияние рекреационной нагрузки на эколого-биологические параметры почв заповедника «Утриш» / Биоразнообразие государственного природного заповедника «Утриш». Анапа, 2013 Т. 1. С. 148-153.

2. Казеев К.Ш., Колесников С.И., Быхалова О.Н. Влияние рекреационной нагрузки на почвенный покров заповедника «Утриш» // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ). 2013. № 93 (09).

3. Казеев К.Ш., Кутровский М.А., Даденко Е.В., и др. Влияние карбонатности пород на биологические свойства горных почв Северо-Западного Кавказа // Почвоведение. 2012. № 3. С. 327-335.

АНАЛИЗ КАЧЕСТВА СРЕДЫ В ОТДЕЛЬНЫХ ЛОКАЛИТЕТАХ ГОРОДА КАЛУГИ И КАЛУЖСКОЙ ОБЛАСТИ НА ОСНОВЕ ОЦЕНКИ СТАБИЛЬНОСТИ РАЗВИТИЯ

С.С. Разумовская, А.Б. Стрельцов

Калужский государственный университет
им. К.Э.Циолковского, г. Калуга, Россия

Одним из методов характеристики интегральной оценки качества среды служит метод оценки флуктуирующей асимметрии. Флуктуирующая асимметрия как популяционно-онтогенетический показатель характеризует стабильность индивидуального развития организма [3] и дает суммарную обобщенную характеристику качества окружающей среды на момент исследования. Как само определение наличия флуктуирующей асимметрии и оценка ее величины, так и выявление определенного генотипического или средового контроля ее уровня возможны лишь при анализе совокупности особей [4].

Целью данной работы являлось сравнительная оценка экологической ситуации в локалитетах г. Калуги и Калужской области на основе анализа стабильности развития и выявить наличие возможных закономерностей.

Материалом для данной работы послужили выборки наиболее распространенных видов растений, сделанные в полевой сезон 2011-2012гг.: сныть обыкновенная *Aegopodium podagrari*, клевер луговой *Trifolium pratense*, клевер ползучий *Trifolium repens*, подорожник большой *Plantago major*, клен ясенелистный *Acer negundo*, береза повислая *Betula pendula*, липа мелколистная *Tilia cordata*. Эти виды достаточно давно и успешно используются как виды-биоиндикаторы качества среды [2, 4, 5, 7].

Оценка стабильности развития указанных объектов производится по величине флуктуирующей асимметрии. Интегральным показателем стабильности развития для комплекса признаков является средняя частота ассиметричного проявления на признак [3, 5, 7].

При расчете и систематизации данных, полученных при анализе растительных объектов в выборках г. Калуги и Калужской области отмечены точки с различными экологическими условиями. Сравнительный анализ всех локалитетов позволяет сделать вывод о сходстве экологической ситуации (сходное качество среды) по комплексам видов и признаков в двух точках (ул. Зеленый Крупец и ул. Хрустальная) (рис.1). Наибольшие различия, по тем же параметрам, наблюдаются между выборками «Космос» и «Сосновая роща».

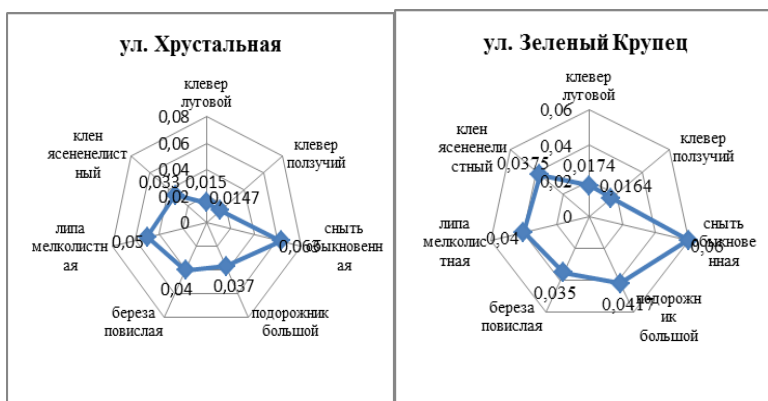


Рис. 1. Лепестковые диаграммы, иллюстрирующие сходные профили значений КФА в одинаковых наборах видов из двух локалитетов: с ул. Хрустальной и ул. Зеленый Крупец в г. Калуге

Литература

1. Астауров Б.Л. На пути к теоретической биологии. М.: Мир. 1970. 181 с.
2. Аткина Л.И. Агафонова А.Л. Опыт использования липы мелколистной для фитомониторинга в г. Екатеринбурге // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. 2009. С. 20-24.
3. Захаров В.М. Асимметрия Животных. М.: Наука, 1987. 216 с.
4. Захаров В.М., Баранов А.С., Борисов В.И., А.В.Валецкий, Н.Г. Кряжева, Е.К. Чистякова, А.Т. Чубинишвили. Здоровье среды: методика оценки. М.: 2000. С. 29-33.
5. Разумовская С.С., Стрельцов А.Б. Два подхода к биоиндикационной оценке качества окружающей среды // Проблемы региональной экологии. 2012. №6. С. 60-62.

6. Рычин Ю.В. Сорные растения. Определитель для средней полосы европейской части СССР. М., 1952. 277 с.

7. Стрельцов А.Б. Региональная система биологического мониторинга на основе анализа стабильности развития // Использование и охрана природных ресурсов в России. 2003. No. 4-5. С.74-81.

ЧАСТОТА ВСТРЕЧАЕМОСТИ ЭРИТРОЦИТОВ С МИКРОЯДРАМИ У АМФИБИЙ, ОБИТАЮЩИХ В РАЗЛИЧНЫХ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ

Е.Б. Романова, К.В. Шаповалова, Е.С. Рябинина

*Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского,
г. Нижний Новгород, Россия*

Антропогенное загрязнение окружающей среды приводит к росту мутаций и генетических нарушений в популяциях растений и животных. Отслеживание мутагенных факторов среды проводится с использованием организмов-биоиндикаторов и микроядерного теста, позволяющего тестировать химические, физические и биологические агенты [1 – 3]. Классическим зооиндикатором являются зеленые лягушки, обладающие хорошо развитой нервной, иммунной и гематологической системами, тонко реагирующими на любые изменения в среде обитания.

Цель работы – дифференцированная оценка видов микроядер в эритроцитах периферической крови озерных (*Pelophylax ridibundus*) (75 особей) и прудовых лягушек (*P. lessonae*) (15 особей), обитающих на урбанизированной (4 водоема) и охраняемой (2 водоема) территории Нижегородской области.

В исследованных водоемах были отобраны пробы воды и выполнен количественный химический анализ на спектрофотометре Nach DR-2800, с последующим определением коэффициента комплексности загрязненности воды ($K_{\text{ф}}$). Подсчет эритроцитов с микроядрами производили по окрашенным микропрепаратам крови лягушек на микроскопе Meiji Techno с использованием иммерсионного объектива при общем увеличении $\times 1500$ ($100 \times 10 \times 1,5$), в каждом мазке анализировали по 2000 клеток [1].

Статистический анализ проводили с помощью непараметрических критериев: Краскела-Уоллиса – при множественном сравнении групп; Данна – при попарном сравнении выборок; Манна-Уитни – при сравнении «условно-фоновых» и «урбанизированных» выборок. При статистической обработке использовали программу STATISTICA 10.0 фирмы StatSoft. Критический уровень значимости (p) принимали = 0,05.

Частота встречаемости микроядер в эритроцитах периферической крови была высокой, как у амфибий, обитающих, на охраняемых, так и на урбанизированных территориях. Высоким содержанием микроядер в эритроцитах периферической крови характеризовались озерные лягушки торфокарьера Ситниковского заказника ($1.9 \pm 0.41/1000$ кл.), оз. Жилново ($1.46 \pm 0.31/1000$ кл.) и прудовые лягушки оз. Вторчермет ($1.51 \pm 0.33/1000$ кл.). Для этих водоемов было выявлено превышение ПДК – железо (18 ПДК), марганец (20 ПДК), медь (182 ПДК), хром 222(3,95 ПДК), нефтепродукты (19 ПДК).

Появление микроядер может быть следствием патологий митоза, связанных с фрагментацией хромосом в профазе и метафазе, с задержкой клеточного цикла на стадиях мета- и анафазы, вызванных ингибирующим действием на ферменты репарации ДНК или блокировка тубулина микротрубочек веретена деления токсикантами водной среды как природного (железо, марганец), так и антропогенного происхождения (медь, хром, нефтепродукты).

Полученные данные свидетельствуют о экологическом неблагополучии исследованных водоемов и необходимости использования микроядерного теста в биомониторинге водных экосистем.

Литература

1. Жулева Л.Ю., Дубинин Н.П. Использование микроядерного теста для оценки экологической обстановки в районах Астраханской области // Генетика. 1994. Т. 30. № 7. С. 999–1004.
2. Fagr Kh.A., El-Shehawi A.M., Seehy M.A. Micronucleus test in fish genome: A sensitive monitor for aquatic pollution // Afr. J. Biotechnol. 2008. V. 7 (5). P. 606–612.

3. Normann C.A., Moreira J.C., Cardoso V.V. Micronuclei in red blood cells of armored catfish *Hypostomus plecostomus* exposed to potassium dichromate // Afr. J. Biotechnol. 2008. V. 7 (7). P. 893–896.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЧИСТОТЫ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА С ПОМОЩЬЮ ХВОИ СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ

И.В. Рышкель¹, И.Э. Бученков¹, О.С. Рышкель²

¹-Международный государственный экологический институт им. А.Д. Сахарова, БГУ, г. Минск, Белоруссия

²-Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники, г. Минск, Белоруссия

В последнее время загрязнение атмосферы носит прогрессирующий характер, поэтому человеку стоит больше уделять внимания его качеству. В связи с этим, особо актуальным является наблюдение и оценка состояния атмосферного воздуха для определения степени его загрязнения. Для этих целей применяются методы биоиндикации загрязнения окружающей среды, как наиболее точные и простые.

Биомониторинг может осуществляться путем наблюдений за отдельными растениями-индикаторами, популяцией определенного вида и состоянием фитоценоза в целом. Специфическую индикацию одного загрязнителя проводят на уровне вида, а общего состояния среды - на уровне популяции или фитоценоза [1–3]. Дать точную оценку степени загрязнения атмосферного воздуха без дополнительных затрат на сложное и дорогое оборудование и реактивы можно по состоянию хвоинок сосны обыкновенной. Ранними морфологическими реакциями в своем развитии чувствительные растения-индикаторы указывают на наличие загрязняющего вещества в воздухе [2, 4].

Для оценки загрязнения атмосферного воздуха нами был проведен учет степени повреждения хвои сосны обыкновенной на территории города Пинска и Пинского района.

Проведя анализ полученных данных, можем утверждать, что растения сосны обыкновенной, произрастающие на территории города, испытывают большую техногенную нагрузку, что отра-

жается на состоянии хвои (57,5% хвоинок с некротическими пятнами). На территории района только 12% хвоинок имеют некротические пятна, то есть почти в 5 раз меньше, чем в городе.

Проанализировав количество поврежденной и усохшей хвои, можно отметить, что участок смешенного леса Пинского района характеризуется невысокими баллами усыхания хвои. Более 92% хвои относится к первому классу усыхания. Аналогичный показатель в городе Пинске составлял 64,5%, что на 28% ниже, чем за городом.

Таким образом, условия городской среды оказывают негативное влияние на чистоту воздуха, а результаты по оценке чистоты атмосферного воздуха, полученные на участке смешенного леса вблизи д. Соколовка Пинского района, значительно отличаются от показателей городских условий Пинска.

Литература

1. Загрязнения воздуха и жизнь растений / под ред. М. Трешоу. Л.: Гидрометеиздат, 1998. 380 с.
2. Маннинг У. Дж., Федер У.А. Биомониторинг загрязнения атмосферы с помощью растений. М.: Гидрометеиздат, 1985. 143 с.
3. Мелехова О.П., Сарапульцева Е.И., Евсеева Т.И. Биологический контроль окружающей среды: биоиндикация и биотестирование: учебное пособие для студ. высш. учеб.заведений. М.: Издательский центр «Академия», 2010. С. 146-153.
4. Экологический мониторинг: учебно-методическое пособие / под ред. Т.Я. Ашихминой. М.: Академический проект, 2006. 416 с.

БИОТЕСТИРОВАНИЕ СОЕДИНЕНИЙ Cr^{3+} , Cr^{6+} НА СИСТЕМАХ РАЗЛИЧНОГО УРОВНЯ ОРГАНИЗАЦИИ

Д.Х. Сарсенова, Т.И. Губина

*Саратовский государственный технический университет
им. Ю.А. Гагарина, г. Саратов, Россия*

В условиях возрастающего антропогенного воздействия проблема загрязнения окружающей среды тяжелыми металлами

становится все более актуальной. Соединения хрома широко используются в промышленности при хромировании деталей и в быту – хромированная посуда. Представлялось интересным изучить действие соединений хрома на биообъекты различного уровня организации, провести их токсикологическую оценку, в частности, оценить токсическое действие соединений хрома с различной степенью окисления. Для проведения исследований использовали методы биотестирования, которые позволяют оценить острую и хроническую токсичность изучаемых соединений.

Целью данного исследования явилось изучение влияния соединений хрома различных степеней окисления (Cr^{3+} , Cr^{6+}) на представителей следующих таксономических групп: растения (пшеница сорта «Яровая» (*Triticum durum Desf*); горох сорта «Сенатор» (*Pisum sativum*)), ракообразные (*Ceriodaphnia affinis*), лиофилизированные культуры люминесцентных бактерий (*Escherichia coli M-17*).

Соединения $\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 \times 6\text{H}_2\text{O}$ и $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ были взяты в концентрациях 0,5; 1; 2; 5; 7; 10; 15; 20 и 30 ПДК. Выбор концентраций осуществлен относительно ПДК Cr^{3+} и Cr^{6+} в водах рыбохозяйственного значения, которые, соответственно, равны 0,07 и 0,02 мг/л.

Определено токсическое действие соединений $\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 \times 6\text{H}_2\text{O}$ (1) и $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ (2) на двух тест-объектах. Соединения (1) и (2) оказывают острое токсическое действие на оба используемых тест-объекта в близких концентрациях. Соединение (1) в концентрации 15 ПДК оказывает токсическое действие на бактерии, а в концентрации 20 ПДК на цериодафнии. Соединение (2) в концентрации 15 ПДК оказывает острое токсическое действие на оба тест-объекта.

Определены летальная (ЛК) и безвредная (БК) концентрации исследуемых растворов соединений хрома 1 и 2 на цериодафнии и бактерии и установлено, что оба соединения хрома имеют близкие значения ЛК и БК. Для цериодафний ЛК₅₀₋₄₈ соединения (1) в воде составляет 1,20 мг/л (20 ПДК), а БК₁₀₋₄₈ вещества в воде – 0,49 мг/л (7 ПДК); для соединения (2) ЛК₅₀₋₄₈ составляет 0,3 мг/л (15 ПДК), БК₁₀₋₄₈ – 0,14 мг/л (7 ПДК). На бактериях показано, что летальная и безвредная концентрации соединений

(1) и (2) равны 0,3 и 0,27 мг/л (15 ПДК), 0,14 и 0,16 мг/л (7 ПДК) соответственно. Т.е., независимо от степени окисления, оба соединения хрома являются токсическими в концентрациях 15 и 20 ПДК, что свидетельствует о безопасности использования никелированных изделий.

Изучено действие исследуемых концентраций соединений (1) и (2) на всхожесть семян и на ростовые характеристики проростков пшеницы и гороха. Показано, что всхожесть семян пшеницы и гороха в присутствии указанных соединений хрома незначительно увеличивается, однако не отмечено заметного их воздействия на ростовые характеристики, т.е., изученные соединения не представляют интереса как регуляторы роста растений.

МЕХАНИЗМЫ БИОЛОГИЧЕСКОГО ДЕЙСТВИЯ ИОНОВ МЕТАЛЛОВ

*Б.И. Сынзыныс¹, О.А. Момот¹, Л.Н. Ульяненко², Н.В. Амосова¹,
С.В. Пяткова¹, Г.В. Лаврентьева^{1,3}*

*¹ – Обнинский институт атомной энергетики,
НИЯУ МИФИ, г. Обнинск, Россия*

*² - Медицинский радиологический научный центр им. А.Ф. Цыба,
НМИРЦ, Минздрав России, г. Обнинск, Россия*

*³ – Калужский филиал МГТУ им. Н.Э. Баумана,
г. Калуга, Россия*

Биологическое действие ионов тяжелых металлов, а также алюминия начали интенсивно изучать с середины двадцатого века. Для каждого из металлов были определены мишени их действия в клетке: ДНК, клеточные мембраны и оргanelлы клетки [1]. В настоящее время всё большее число исследований направлено на изучение оксидативного потенциала токсичных металлов, что, в свою очередь, предполагает существование металлов, которые в определенных условиях могут обладать, наоборот, антиокислительным действием. Например, переходные металлы (Fe, Cu) или даже аскорбиновая кислота могут выступать как про-, так и антиоксиданты.

Целью работы является установление общебиологических закономерностей или систем, которые контролируют механизм про- и антиоксидативного действия ионов металлов на биологические структуры разного уровня организации и поиск металлов, проявляющих антиоксидантный эффект при комплексном загрязнении объектов окружающей среды.

Нами и другими исследователями были установлены следующие общие закономерности действия ионов металлов, являющиеся базой для развития современных научных направлений:

1. Практически все токсичные металлы в зависимости от их валентности, положения в периодической таблице элементов и некоторых других свойств стимулируют образование оксидных радикалов [2,3].

2. При комбинированном действии металлов могут проявляться эффекты антагонизма. В 2004 г. нами обнаружено новое явление, которое проявляется у растений на организменном и цитогенетическом уровнях организации: эффект антагонизма при комбинированном действии на проростки растений двух и более металлов, таких как Al–Fe, Al–Mn, Al–Ag, Al–Se [4]. Вероятно, механизм антагонистического действия металлов реализуется на уровне образования оксидных радикалов и их нейтрализации.

3. Клеточные системы распознают металлы (и далее «реализуют» их воздействие) не только по их валентности, но и по магнитному моменту (спину) не валентных электронов, а ядер их атомов [5]. Это направление связано с так называемой новой изотопией в химии и биохимии, выдвинутой академиком А.Л. Бучаченко.

Направления этих исследований и полученные результаты позволят приблизиться к установлению общебиологических закономерностей взаимодействия ряда тяжелых металлов с клеточными мишенями, количественно определить проявление их антогонизма и риска для здоровья человека и состояния биоты.

Литература

1. Зигель Х., Зигель А. Некоторые вопросы токсичности ионов металлов. М.: Мир. 1993. 402 с.

2. Меньщикова Е.Б., Ланкин В.З., Зенков Н.К. Окислительный стресс. Проксиданты и антиоксиданты. М.: Слово. 2006. 312 с.
3. Тянтова Е.Н., Бурухин С.Б., Сынзыныс Б.И., Козьмин Г.В. Химия алюминия в окружающей среде // Агрехимия. 2005. № 2. С. 87–92.
4. Synzynys B., Ulyanenko L., Amosova N. Sensitivity of barley varieties to aluminum ions: separately effects and combine with iron ions // American J. Plant Sciences. 2013. V.4. P. 49-52.
5. Бучаченко А.Л. Магнитная изотопия: новые горизонты // Вестник Российской Академии наук. 2010. Т. 80. № 2. С. 107-113.

АНТИОКСИДАНТНЫЕ СВОЙСТВА ФЕРМЕНТИРОВАННОГО КОРОВЬЕГО МОЛОЗИВА

Е.И. Тарун, А.С. Бондарева, Т.Н. Головач

*Международный государственный экологический
институт им. А.Д. Сахарова, БГУ, г. Минск, Белоруссия*

Молозиво является ценным продуктом, так как оно обладает более высокой питательной и биологической ценностью, чем зрелое молоко. В нем увеличено содержание легкоусвояемых сывороточных белков, защитных иммунных факторов (иммуноглобулина А, лактоферрина, лейкоцитов-макрофагов, нейтрофилов, лимфоцитов), а также природных антиоксидантов (витаминов А и Е, β-каротина, цинка, селена). Особый интерес представляет технологический процесс получения ферментированных вариантов молозива.

В настоящей работе проведена сравнительная характеристика антиоксидантных свойств обезжиренного молозива, гидролизатов обезжиренного молозива, полученных с использованием двух ферментов – алкалазы и нейтразы, и фильтратов гидролизатов обезжиренного молозива.

Метод определения антиоксидантной активности (АОА) по отношению к активированным формам кислорода (АФК) основан на измерении интенсивности флуоресценции окисляемого соединения и ее уменьшении под воздействием АФК. В настоящей работе для детектирования свободных радикалов использован флуоресцеин. Генерирование свободных радикалов осу-

ществляли, используя систему Фентона, в которой образуются гидроксильные радикалы при взаимодействии комплекса железа (Fe^{2+}) с этилендиаминтетрауксусной кислотой (EDTA) и пероксида водорода.

В ходе исследования ингибирования реакций свободных радикалов, генерируемых в системе Фентона, получены зависимости интенсивности флуоресценции флуоресцеина от логарифма концентрации всех образцов молозива. Исследования проведены в широком спектре концентраций 0,001 – 1 мг/мл.

Исследуемые образцы восстанавливали флуоресценцию флуоресцеина до 86–91%, показывая высокий уровень антиоксидантной активности. Графически были определены показатели IC_{50} – концентрация молозива, при которой достигается 50% ингибирования свободных радикалов. Сравнивая эти показатели, можно сделать выводы о влиянии ферментации молозива и последующей ультрафильтрации ферментированных образцов на их антиоксидантную активность. В результате ферментативного гидролиза АОА молозива увеличивается в 4 раза при использовании фермента алкалазы и в 1,9 раз при использовании фермента нейтразы по сравнению с неферментированным обезжиренным молозивом. Полученные данные свидетельствуют о значительном влиянии гидролиза молозива на возрастание его антиоксидантной активности. Способ гидролиза с применением различных ферментов также оказывает существенное влияние на свойства гидролизатов белков молозива. Фермент алкалаза гидролизует белки молозива на более низкие фракции, чем фермент нейтраза, что способствует повышению антиоксидантной активности в 2 раза.

Во время ультрафильтрации гидролизатов в растворе остаются фракции пептидных остатков с меньшей массой, что способствует еще более значительному усилению их антиоксидантной активности. В случае образцов, полученных с использованием фермента алкалазы, фильтрат гидролизата молозива имел АОА в 3,9 раз выше, чем гидролизат молозива и в 15,4 раза выше, чем негидролизованное молозиво. В случае образцов, полученных с помощью фермента нейтразы фильтрат гидролизата молозива, имел АОА в 4,5 раз выше, чем гидролизат молозива и в 8,5 раз выше, чем негидролизованное молозиво.

ОБЕСПЕЧЕННОСТЬ ПОЧВ БРЕСТСКОГО РАЙОНА СОЕДИНЕНИЯМИ ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ

Г.В. Толкач¹, С.С. Позняк²

*¹ - Брестский государственный университет им. А.С. Пушкина,
г. Брест, Белоруссия*

*² - Международный государственный экологический
институт им. А.Д. Сахарова, БГУ, г. Минск, Белоруссия*

Благодаря высокой поглощающей способности, почва выступает в роли сорбента токсикантов, являясь геохимическим барьером для миграции загрязняющих веществ. Накопление поллютантов и продуктов их трансформации ведет к изменению свойств почвы, часто сопровождается токсическими эффектами по отношению к другим компонентам экосистемы – биоте, поверхностным и подземным водам, атмосфере. Особенно актуальной эта проблема становится в частном секторе, поскольку в настоящее время в структуре граждан-землепользователей Брестского района, составляющей около 25 тыс. человек, преобладают владельцы приусадебных участков и дачники, у которых знания технологий сельскохозяйственного производства определяются низким уровнем экологической грамотности. К тому же, государственный контроль качества продукции и экологического состояния земель личных подсобных хозяйств и садовых товариществ в районе никогда не проводился, выращиваемая продукция в большинстве случаев используется для собственного потребления или реализуется, минуя государственные рынки и заготовительные организации.

Данные о валовом содержании тяжелых металлов получены с помощью полуколичественного эмиссионного спектрального анализа в аккредитованной лаборатории РУП «Белгеология» (Минск) на спектрографе ДСФ-8-2, а также методом атомно-абсорбционной спектроскопии с пламенным атомизатором SOLAAR M6 MkII на базе ГНУ «Полесский аграрно-экологический институт» НАН Беларуси.

В ходе выполнения работы проведено обследование территории Брестского района в полевых условиях, выполнены анализы

почв более 1000 образцов по 13-ти показателям, в том числе 957 образцов почв полуколичественным эмиссионным анализом.

Установлено, что содержание химических элементов Ni, Co, V, Mn, Ti, Pb, Zr, Nb, Yb, Y и Sn в почвах лесных ландшафтов территории Брестского района находится в пределах среднереспубликанских региональных кларков и не превышает установленных значений ПДК, что позволяет отнести данные территории к фоновым. Превышение значений ОДК элементов Cu до 55-57 мг/кг, Zn до 60 мг/кг и Cr до 100 мг/кг регистрировалось в почвах на севере района в окрестностях агрогородка Большие Мотыкалы и деревни Дружба, расположенных в зоне воздействия крупных животноводческих комплексов (СПЦ «Западный» и ПК «Чернавчицы»).

В условиях интенсивного сельскохозяйственного производства при соблюдении технологических регламентов возделывания сельхозкультур содержание химических элементов в почвах крупных сельхозпредприятий не превышает установленных нормативов. В зонах размещения крупных животноводческих комплексов (племзавод «Мухавец», ОАО «Комаровка», КУСП «Молодая гвардия», СПК «Остромечев») отмечается повышенное содержание валовых соединений химических элементов: содержание Co в 22% проб достигало значений ОДК, превышение фонового содержания в 2 раза наблюдалось для Mn (64% проб) и Cr (30% проб); превышение фона в 1,5 раза – для Pb (19% проб) и Cu (39% проб).

На территории крестьянских (фермерских) хозяйств, ведущих экстенсивное или органическое производство, содержание валовых соединений химических элементов в дерново-подзолистой почве не превышает установленных значений ПДК: количество элементов Ti, Cr, Pb, Cu, Zn, Y, Yb, Sn, Nb, Mn выше, а Ni, Co, V, Zr – ниже значений региональных кларков.

В условиях бесконтрольного применения средств химизации при выращивании сельскохозяйственных растений в почвах личных подсобных хозяйств наблюдается превышение показателей региональных кларков по хрому, олову, цирконию, ванадию, марганцу более чем в 1,5 раза; никелю, кобальту – более чем в 2 раза (выше ПДК).

ЭКОТОКСИКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА НОВЫХ ПОЛИГЕТЕРОЦИКЛИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ

А.А. Ухова, Т.И. Губина

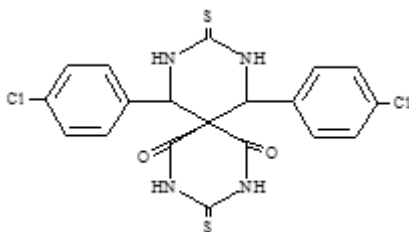
*Саратовский государственный технический университет
им. Ю.А. Гагарина, г. Саратов, Россия*

В последние годы на основе многих гетероциклических соединений созданы эффективные медицинские препараты. Научный и практический интерес представляет изучение возможности применения новых веществ в качестве пестицидов. Для обеспечения экологической безопасности вновь синтезированных химических соединений, предполагаемых для использования в качестве биологически активных веществ, обязательным является экотоксикологическая оценка, включающая в себя изучение эффектов их воздействия на тест-объекты, в качестве которых используют дафнии, светящиеся бактерии, простейшие, водоросли.

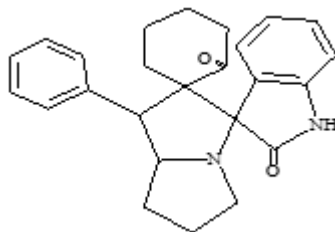
Целью данного исследования явилась оценка экологической безопасности новых полигетероциклических соединений.

Для проведения исследований использовали методы биотестирования, которые позволяют оценить острую и хроническую токсичность используемых токсикантов. В качестве объектов исследования взяты следующие полигетероциклические соединения, предоставленные кафедрой органической и биоорганической химии СГУ им. Н.Г. Чернышевского:

Соединение (1)



Соединение (2)



Определено токсическое действие этих соединений на два тест-объекта: цеериодафнии *C. affinis* и лиофилизированные люминесцентные генно-инженерные бактерии *E.coli M-17*. Определение токсичности исследуемых растворов проводили по смертности *C. affinis* в течение 48 ч, согласно аттестованной методике. Использовались следующие концентрации соединений (1,0; 0,1; 0,01; 0,001; 0,0001 г/л).

Визуально определяли количество погибших цеериодафний в растворах каждой концентрации и рассчитывали процент погибших особей в тестируемой пробе (А, %) по сравнению с контролем. Острое токсическое действие исследуемых растворов определяли по гашению биолюминесценции на тест-системе «Эколюм» за 30 мин на приборе люминометр «Биотокс-10». Оценку токсичности пробы (индекс токсичности (Т)) устанавливали исходя из значений интенсивности биолюминесценции, контрольной и исследуемой проб согласно аттестованной методике. По значению индекса Т проведено отнесение каждой пробы к определённом классу токсичности. Определены летальные (ЛК) и безвредные концентрации (БК) соединений: (1) – ЛК₅₀⁴⁸ = 0,006 г/л, БК₁₀ = 0,0005 г/л на *C.affinis*; ЛК₅₀⁴⁸ = 2,8 г/л, БК₁₀ = 0,022 г/л на *E.coli*; (2) – ЛК₅₀⁴⁸ = 0,04 г/л, БК₁₀ = 0,005 г/л на *C.affinis*; ЛК₅₀⁴⁸ = 6,4 г/л., БК₁₀ = 0,077 г/л на *E.coli*.

Острое токсическое действие соединения (1) проявляется на бактериях в концентрации 1,0 г/л, а на цеериодафниях в концентрациях 1,0 и 0,1 г/л. Острое токсическое действие соединения (2) проявляется на оба используемых тест-объекта в концентрациях 1,0 г/л.

ВЛИЯНИЕ СОДЕРЖАНИЯ ОБМЕННЫХ КАЛИЯ, НАТРИЯ И КАЛЬЦИЯ В ПОЧВАХ КЛИНЦОВСКОГО ЛЕСНИЧЕСТВА БРЯНСКОЙ ОБЛАСТИ НА БИОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ТЕСТ-КУЛЬТУРЫ ЯЧМЕНЯ

А.С. Филимонова, Т.Е. Куницына, Т.В. Мельникова

*Обнинский институт атомной энергетики,
НИЯУ МИФИ, г. Обнинск, Россия*

Обменные катионы служат ближайшим резервом элементов минерального питания растений, так как их легко поглощают корневые системы. По своему влиянию на растения особое место занимает кальций, так как при полном насыщении кальцием емкости обмена в почве сохраняются благоприятные условия для развития сельскохозяйственных культур. При незначительном содержании катионов натрия и калия лучше используются питательные вещества почвы в результате перевода их в состояние, доступное для растений.

Целью настоящей работы являлось определение влияния обменных натрия, калия, кальция в почвах, отобранных в Государственном учреждении «Клинцовское лесничество» Брянской области, на биологические показатели тест-культуры ячменя.

Для достижения поставленной цели решались следующие задачи: 1. Определить обменные калий, натрий и кальций в исследуемых почвах; 2. Провести лабораторный эксперимент (биотестирование) с использованием тест-культуры – ячмень для определения его биологических показателей (всхожесть семян, средняя длина корней и наземной части ячменя); 3. Провести корреляционный анализ содержания обменных Na, K, Ca в почве по отношению к биологическим показателям ячменя.

Объектом исследования были пробы почвы, отобранные в девяти кварталах Клинцовского лесничества. Все почвы были разделены по механическому составу на три группы по три образца: песок, супесь и легкий суглинок.

Биотестирование проводилось с использованием климатической камеры Panasonic-MLR-352-PE с программируемыми па-

раметрами (освещенность 16/8 ч (день/ночь), температура днем 21°C, ночью 16°C), в которую помещали контейнеры с почвой (500 г) с посаженными в нее зернами ячменя (100 шт.). По истечению 14 сут измеряли длину корня и наземной части ячменя.

В каждом образце почв Клинцовского лесничества Брянской области было определено содержание обменных натрия, калия, кальция методом пламенной фотометрии на фотометре FLAPHO 40. Концентрации (ммоль/л) обменного калия ($0,01 \div 0,14$), натрия ($0,03 \div 0,12$) и кальция ($0,29 \div 0,93$) свидетельствуют о том, что исследуемые почвы являются обедненными по содержанию натрия, калия и кальция.

По результатам лабораторного эксперимента выявлено статистически значимое увеличение длины корней и ростков ячменя по сравнению с контрольными значениями, установлен ускоренный рост тест-культуры по таким показателям, как суммарные длины корней и ростков, по всем исследуемым кварталам.

Проведен корреляционный анализ зависимости биологических показателей ячменя и содержания Na, K, Ca в почве. Среди изученных почв выявлены достоверные зависимости между содержанием обменного натрия, кальция и отдельными биологическими показателями в лабораторном эксперименте по выращиванию тест-культуры ячменя. Содержание обменного калия в лесных почвах не оказало существенного влияния на биологические показатели ячменя.

ИССЛЕДОВАНИЕ ТОКСИЧНОСТИ ВОДЫ ВОЛГОГРАДСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА В РАЙОНЕ Г. САРАТОВА МЕТОДАМИ БИОТЕСТИРОВАНИЯ

А.А. Фомина, Д.В. Гарицкая

*Саратовский государственный технический университет
им. Ю.А. Гагарина, г. Саратов, Россия*

В последнее время для оценки степени загрязнения природных вод широкое применение нашли методы биотестирования с использованием стандартизированных реакций живых организ-

мов. Волгоградское водохранилище является основным источником питьевой воды для региона, важным рыбохозяйственным и рекреационным объектом, поэтому целью работы явилось исследование на тест-организмах острой токсичности воды Волгоградского водохранилища в районе крупного промышленного центра – города Саратова.

Работа была выполнена в биологической лаборатории кафедры экологии Саратовского государственного технического университета им. Ю.А. Гагарина. Отбор проб природной воды проводился в сентябре-октябре 2016 г. в пяти точках. Проба №1 из устья реки Назаровка, куда осуществляется сброс сточных вод Саратовского нефтеперерабатывающего завода. Проба №2 из Волгоградского водохранилища, в месте, куда впадает река Назаровка. Проба №3 из Волгоградского водохранилища вверх по течению, около улицы Большая Садовая, вблизи проходят выпускные коллекторы со стоками городской ливневой системы. Проба №4 из Волгоградского водохранилища у п. «Затон», где расположен коллектор городской ливневой системы и находится несанкционированный пляж. Проба №5 из Волгоградского водохранилища у с. Пристанное – выше по течению г. Саратова.

В качестве тест-объекта в работе использовали ряску малую (*Lemna minor*). Критерием острой токсичности служила гибель 50% и более растений за 96 ч в исследуемой воде при условии, что в контроле погибло не менее 10% растений. Производили учёт морфологических изменений растений [1]. В качестве второго тест-объекта использовали дафнии магна (*Daphnia magna* Straus). Критерием острой токсичности служит гибель 50% и более дафний за 48 ч в исследуемой пробе при условии, что в контроле все рачки сохранили свою жизнеспособность [2].

Установлено, что пробы воды №1 и 2 не обладали острой токсичностью. Показано, что во всех пробах растения были без признаков хлороза, но скорость их размножения значительно уменьшилась по сравнению с контролем, что, возможно, связано с наличием нефтяных пятен на поверхности воды в данном районе из-за близкого расположения лодочных станций. В пробе воды №3 присутствуют частичные проявления хлорозов и некрозов у растений. Хотя пробе нельзя присвоить статус

чистой, острой токсичностью она не обладала. Пробы воды №4 и 5 по результатам анализов являлисьнаиболее чистыми, т.к. значения коэффициента роста популяции растений приближались к контролю.

Проведение биотестирования исследуемой воды с помощью дафний магна показало, что все пробы природной воды не обладали острой токсичностью. На основе полученных данных пробы можно расположить по увеличению загрязненности воды следующим образом: проба №4 < проба №3 < проба №5 < проба №1 < проба №2. Проба воды №2, разведенная в 4 раза не является токсичной, но может оказать неблагоприятное воздействие на живые организмы.

Таким образом, используя две тест-культуры для оценки качества природной воды можно сделать вывод, что природнаявода, отобраннаяиз Волгоградского водохранилища в районе г. Саратова не обладает острой токсичностью.

Литература

1. Мелехова О.П., Егорова Е.И., Евсеева Т.И. и др. Биологический контроль окружающей среды: биоиндикация и биотестирование: учеб.пособие. М.: Издательский центр «Академия», 2007. 288 с.

2. Методика определения острой токсичности питьевых, пресных, природных и сточных вод, водных вытяжек из почв, осадков, сточных вод и отходов по смертности дафний (*Daphnia magna* Straus), ПНД Ф Т 14.1: 2:4.12-06 Т 16.1: 2.3: 3.9-06.

БИОМОНИТОРИНГ КАЧЕСТВА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ РАИФСКОГО УЧАСТКА ВКГПБЗ ПО *BETULA PENDULA*

Р.Р. Хуснуллин, И.Р. Шарафутдинова

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

В нашей работе мы исследовали территорию, которая подвержена антропогенной нагрузке со стороны крупного промышленного города Казани, это Волжско-Камский (Раифский) государственный природный биосферный заповедник.

В данном исследовании был применен биоиндикационный метод флуктуирующей асимметрии, который позволил нам оценить экологическое состояние окружающей среды г. Казани. В основу данного исследования положена методология оценка качества среды, разработанная авторским коллективом ученых под руководством В.М. Захарова.

В продолжение биоиндикационных исследований состояния окружающей среды, проводимых в Казанском Федеральном университете на кафедре биоэкологии, санитарной гигиены и общественного здоровья (КФУ) [1-4], данная работа посвящена оценке окружающей среды Раифской части ВКГПБЗ. Учет проводился в 2014-2015 гг.

Рассчитали среднее значение показателя индекса флуктуирующей асимметрии (ФА) по следующим категориям или зонам влияния: площадки в зоне влияния федеральной трассы А-295 – 0,056 (2014 г.) и 0,056 (2015 г.); площадки автомобильных дорог внутри ВКГПБЗ (Раифский участок) – 0,055 (2014 г.) и 0,056 (2015 г.); автомобильные дороги общего пользования на территории Раифского сельского поселения – 0,054 (2014 г.) и 0,054 (2015 г.).

Значения индекса ФА на исследуемой территории превышали условную норму, большинство точек соответствовало критическому уровню качества окружающей среды (ФА >0,05). Расчет средних значений показателей ФА показал, что исследуемая территория не подвержена техногенному стрессу.

Литература

1. Минакова Е.А., Шлычков А.П. Оценка качества окружающей среды рекреационных территорий г. Казани. // Научно-методический информационный журнал «Вестник НЦ БЖД». 2015. № 2 (24). С. 126-131.

2. Минакова Е.А. Кустова Л.М., Шлычков А.П. Оценка экологического состояния урбосистемы г. Казани с использованием метода флуктуирующей асимметрии листовой пластинке березы повислой (*Betula pendula*) // Вестник Татарстанского отделения РЭА «Экология и промышленная безопасность». 2013. № 3. С. 96-98.

3. Минакова Е.А., Хуснуллин Р.Р. Биоиндикационная оценка состояния окружающей среды Раифского участка ООПТ «Волжско-камского государственного природного биосферного заповедника» //

Формирование и развитие биосферного хозяйства: Сб. материалов 5-й междунар. научн.-практ. конф. Иркутск: Изд-во "Оттиск". 2015. С. 47-50.

4. Минакова Е.А., Шлычков А.П., Шайхиев И.Г. Оценка окружающей среды урбосистемы г. Казань с использованием метода биоиндикации: придорожные территории // Вестник Казанского технологического университета. 2015. Т. 18. № 17. С. 225-230.

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ДИАГНОСТИКА РЕКИ ПРОТВА С ПОМОЩЬЮ КЛАССИЧЕСКИХ МЕТОДОВ БИОИНДИКАЦИИ С ПРИМЕНЕНИЕМ ХИМИЧЕСКОГО АНАЛИЗА РЕЧНОЙ ВОДЫ

П.Н. Челнакова, Б.И. Сынзыныс

*Обнинский институт атомной энергетики,
НИЯУ МИФИ, г. Обнинск, Россия*

Для определения качества воды в водоёмах по 6-ти балльной международной шкале, а также для последующей оценки экологического риска для речной экосистемы необходим выбор адекватных методов биоиндикации и сопутствующего химического анализа загрязнения воды на отдельных участках исследуемого водоёма [1, 2].

Целью данной работы явилось изучение возможностей применения классических методов биоиндикации загрязнений р. Протва и определение корреляционной зависимости между результатами гидробиологического анализа речной воды и влияющих на них химических загрязнений. Было использовано несколько классических методов, хорошо зарекомендовавших себя при оценке экологического состояния малых рек по показателям экологического риска [3]: определение биотического индекса (БИ) по Вудивиссу; определение сапробности водоёма по индексу Пантле и Бука; сапробной валентности Зелинки и Марвана; в качестве пробного метода определяли возрастную структуру популяций двустворчатых моллюсков – беззубки и перловицы. Полученные результаты сравнивали с данными химического анализа воды в р. Протва, которые были предостав-

лены сотрудниками МП «Водоканал» г. Обнинска З.И. Горобец и Н.П. Даниленко. Анализ величин коэффициентов корреляции между БИ по Вудивиссу и химическими показателями позволяет сделать следующие заключения: не существует корреляции между БИ и количеством растворенного в воде кислорода. Замечена отрицательная корреляция между значением БИ и величинами, характеризующими окисляемость. Отмечена достоверная отрицательная корреляция между величиной БИ и содержанием в речной воде таких веществ как фосфаты, хлориды, соединения азота, СПАВ. Определена двухнедельная динамика обрастания субстрата (стёкол) и оценена сапробность р. Протва в районе сброса сточных вод г. Обнинска – это альфамезосапробная зона. При этом не существует корреляции между значением коэффициента сапробности и содержанием в воде сульфатов и показателями ХПК. Отмечена положительная корреляционная зависимость между коэффициентом сапробности и содержанием в речной воде фосфатов, сульфатов, соединений азота, а также величинами, характеризующими окисляемость. Специально следует отметить отчетливую отрицательную корреляцию между сапробностью и содержанием в воде растворенного кислорода. Эту зависимость следовало ожидать, учитывая смысл понятия сапробность: более загрязненные зоны, имеющие более высокий коэффициент сапробности, характеризуются более низким содержанием растворенного кислорода, высоким содержанием легко окисляемых органических и неорганических соединений, значительным количеством отдельных микроэлементов. Метод изучения возрастной структуры популяции моллюсков позволил лишь качественно сравнить загрязненность отдельных участков одной и той же реки.

С помощью гидробиологических методов установлено, что летом 1997г. класс качества воды в р. Протва в районе городского пляжа (г. Обнинск) равнялся 2 (чистая вода); на участке рядом со сбросом городских сточных вод – 4 (загрязненные); на остальном исследуемом участке реки в районе г. Обнинска – 3 (умеренно загрязненные) из 6 возможных классов по ГОСТ 17.1.3.07-82 и международной шкале классификации поверхностных вод. Данная работа представляет интерес не только в историческом плане, восстанавливая гидробиологическое и хи-

мическое состояние р.Протва на 1997г. Полученные данные полезны при определении экологического риска для данного участка реки. По прошествии значительного периода времени мы имеем возможность оценить результаты прогнозирования состояния речной экосистемы с тем реальным состоянием, которое имела река в 2007 г. и будет иметь в 2017 г. [3].

Литература

1. Мелехова О.П., Сарапульцева Е.И., Евсеева Т.И. и соавт. Экологический контроль окружающей среды: биоиндикация и биотестирование. / Учеб.пособие под ред. Мелеховой О.П. и Сарапульцевой Е.И. М.: Академия. 2010. 256 с.

2. Рева Е.В., Рассказова М.М., Сынзыныс Б.И. Выбор информативных критериев при оценке экологического риска в районе функционирования станции водоочистки. // Проблемы региональной экологии. 2009. №3. С. 146-150.

3. Lavrentyeva G., Reva E., Synzynys B., Mirzeabasov O., Rasskazova M. Technology of ecological risk assessment for minor rivers // Nauka I studia. 2013. T. 29. No. 29. P. 69-79.

ОЦЕНКА ДИНАМИКИ ИЗМЕНЕНИЯ ОБЩЕЙ ЧИСЛЕННОСТИ БАКТЕРИЙ БУРОЙ ЛЕСНОЙ ПОЧВЫ ПРИ ЗАГРЯЗНЕНИИ БИОЦИДАМИ

О.В. Чувараева, Ю.В. Акименко

Южный Федеральный Университет, Академия биологии и биотехнологии им. Д.И. Ивановского, г. Ростов-на-Дону, Россия

В связи с интенсификацией использования антибиотиков и пестицидов в растениеводстве и животноводстве обостряется проблема загрязнения этими веществами и их производными почв агроценозов. Бурые лесные почвы широко используются в сельском хозяйстве для выращивания зерновых, овощных, плодовых и технических культур, а также под лесные угодья.

В целях биомониторинга и биодиагностики загрязнения почв биоидами применяются микробиологические показатели, такие как общая численность микроорганизмов, их соотношение, ос-

новые эколого-трофические группы. Так как жизнедеятельность почвенных микроорганизмов является хорошим диагностическим показателем плодородия почв и его изменения в результате воздействия разных антропогенных факторов [1, 3].

В качестве загрязняющих веществ (биоцидов) были выбраны бактерицидный ветеринарный макролидный антибиотик тилозин, продуцируемый *Streptomyces fradiae*, и системный фунгицид бастион, широко используемые в медицине и сельском хозяйстве [1].

Объектом исследования являлась бурая лесная почва, отобранная в Республике Адыгея, п. Никель, горизонт 0-20 см. Воздушно-сухие образцы почвы обрабатывали раствором антибиотика и фунгицида в концентрациях 1, 10, 100, 1000 мг/кг почвы. Исследования проводили на 3, 30 и 90 сутки после загрязнения. Контролем служили образцы почвы, не загрязненные биоцидами.

Общую численность бактерий определяли методом люминесцентной микроскопии с окрашиванием проб акридиновым оранжевым. Проводили подсчет бактерий на инвертированном микроскопе фирмы «ZEISS» модель AXIO Vert. A1 со светофильтром 450–490 нм [2].

Анализ общей численности бактерий показал, что загрязнение бурой лесной почвы на всех сроках инкубации, в концентрациях 1 и 10 мг/кг не приводит к существенному изменению общей численности бактерий. Наблюдается небольшое увеличение их численности по сравнению с контролем (на 5-10%). Полученные данные свидетельствуют об «эффекте малых доз» и подтверждаются в других работах [1, 4]. Между концентрацией биоцидов и численностью бактерий установлена тесная обратная корреляция ($r = -0,80$). На 30 сутки исследования наблюдается дальнейшее снижение численности микроорганизмов во всех образцах почвы, относительно контрольных (на 20-40%). После 90 суток инкубации, общая численность бактерий была снижена на 10-20% от контроля. Однако следует отметить общую тенденцию к восстановлению общей численности микроорганизмов на протяжении сроков инкубации. Из исследованных биоцидов, наибольшее подавляющее воздействие на чис-

ленность бактерий бурой лесной почвы оказывает антибиотик тилозин, чем фунгицид бастион.

Литература

1. Акименко Ю.В., Казеев К.Ш., Колесников С.И. Изменение биохимических свойств чернозема обыкновенного при загрязнении биоцидами // *Агрохимия*. 2015. № 3. С. 81-87.
2. Казеев К.Ш., Колесников С.И. Биодиагностика почв: методология и методы исследований. Ростов–на–Дону: Издательство Южного федерального университета. 2012. 380 с.
3. Мазанко М.С., Акименко Ю.В., Денисова Т.В., Колесников С.И. Устойчивость аммонифицирующих бактерий различных типов почв юга России к сочетанному загрязнению свинцом и переменным магнитным полем // *Известия Самарского научного центра Российской академии наук*. 2013. Т. 15. № 3. С. 1359.
4. Akimenko Yu.V., Kazeev K.Sh., Kolesnikov S.I. Impact Assessment of Soil Contamination with Antibiotics (for Example, an Ordinary Chernozem) // *American Journal of Applied Sciences*. 2015. V. 12. No. 2. P. 80-88.

БИОИНДИКАЦИЯ ПОСЛЕДСТВИЙ ПОЖАРА ПО АКТИВНОСТИ КАТАЛАЗЫ НА ЧЕРНОМОРСКОМ ПОБЕРЕЖЬЕ КАВКАЗА

А.С. Якимова, Т.А. Полторацкая, К.Ш. Казеев

*Южный федеральный университет,
Академия биологии и биотехнологии, г. Ростов-на-Дону, Россия*

Заповедник «Утриш», расположенный на полуострове Абрау – неповторимая по красоте, ландшафту, уникальности флоры и фауны природная территория. Его уникальные экосистемы представлены сухими восточно-средиземноморскими субтропиками с большим числом эндемиков и реликтов, сохранившимся с третичного периода. Заповедник «Утриш» одно из немногих в России мест произрастания можжевельново-фисташковых редколесий. Активность почвенных ферментов является важным диагностическим показателем экологического состояния почв природных и техногенных ландшафтов [1].

Цель настоящей работы – исследование возможности применения активности почвенных ферментов в диагностике последствий пожара в заповеднике «Утриш». Объект исследований - участок можжевельного редколесья на высоте 110-140 м над уровнем моря на южных отрогах хребта Навагир. Пожар случился в 2009 г. и привел к нарушению наземной растительности. Водопадная щель располагается в юго-западной части полуострова Абрау на территории Анапского района Краснодарского края. Она врезана в склоны хребта Навагир (Северо-Западный Кавказ). Устье долины открывается к Черному морю в двух километрах к юго-востоку от мыса Большой Утриш. Проведенные ранее исследования показали, что на большей части заповедника «Утриш» распространены коричневые почвы, которые характеризуются следующими свойствами: короткий почвенный профиль, высокая каменистость, отсутствие карбонатных новообразований, наличие фрагментарной маломощной лесной подстилки [1].

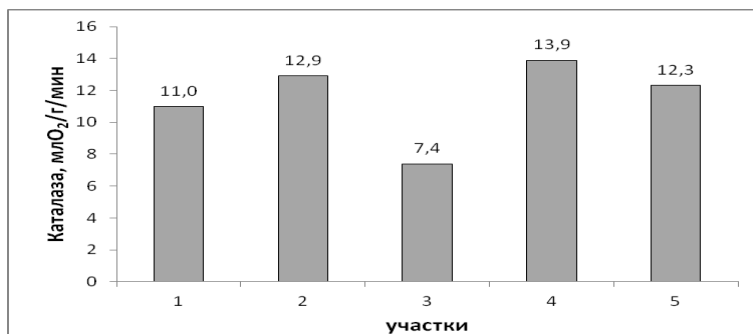


Рис. 1. Влияние пожара на активность каталазы коричневых почв заповедника «Утриш»:
1-3 - участки пожарища; 4,5 - контрольные участки леса

В октябре 2016 г. с использованием традиционных методов исследований [2] были выполнены исследования биологической активности почв территории пожарища. В результате было выявлено, что спустя 7 лет после пожара растительный покров участка существенно изменился, старые деревья погибли, обуг-

лены, проективное покрытие травянисто-кустарниковой растительности варьирует в широких пределах, отмечены участки с оголенной сильнокаменистой поверхностью.

Активность каталазы в почвах исследуемой территории находится на высоком уровне (рис.1). Пожар привел к снижению этого показателя в среднем на 21% по сравнению с контрольными участками леса.

Высокое варьирование значений активности каталазы связано как с особенностями горного рельефа, так и характером растительности, образующей разные по количеству растительных остатков рефугиумы.

Литература

1. Казеев К.Ш., Колесников С.И., Быхалова О.Н, Дмитриев П.А., Янкина К.О. Почвы и почвенный покров заповедника «Утриш» / Охрана биоты в государственном природном заповеднике «Утриш». Научные труды. Т.3. 2014 Майкоп: Полиграф-ЮГ. 2015. С. 17-44.

2. Казеев К.Ш., Колесников С.И. Биодиагностика почв: методология и методы исследований. Ростов-на-Дону: Издательство Южного федерального университета. 2012. 260 с.

СЕКЦИЯ 5. ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ И ФАРМАЦЕВТИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

НОВОЕ СРЕДСТВО ДЛЯ ЛЕЧЕНИЯ ДЕМЕНЦИИ РАЗЛИЧНОЙ ЭТИОЛОГИИ

Ю.В. Арндт¹, К.Т. Еримбетов², Е.В. Бондаренко², Е.С. Фрог²

*¹ – Обнинский институт атомной энергетики,
НИЯУ МИФИ, г. Обнинск, Россия*

² – «НПК «Медбиофарм», г. Обнинск. Россия

Снижение познавательных функций – распространенный симптом среди пациентов, обращающихся за помощью к неврологам, психиатрам и терапевтам. Когнитивные нарушения (КН) могут иметь разную степень выраженности [1]. Когда КН достигают степени деменции, пациент теряет независимость и не способен выполнять часть действий.

Чаще всего встречается деменция альцгеймеровского типа. Распространенность болезни Альцгеймера (БА) среди всех форм деменции составляет, по разным данным, от 35 до 50. Помимо болезни Альцгеймера, встречаются также сосудистая деменция (30–40%), и смешанная деменция (15–20%). Деменция альцгеймеровского типа является трудно поддающейся лечению, из-за сложного и мало изученного патогенеза [1, 2].

Сегодня для лечения деменции альцгеймеровского типа применяются: антихолинэстеразные препараты (донепезил, ривастигмин, галантамин), а также неконкурентный антагонист N-метил-D-аспартат (NMDA)-рецепторов - мемантин. Он является производным мадамантана, по химической структуре и фармакологическим свойствам близок к амантадину [3].

Существующий набор препаратов не обеспечивает желаемых результатов лечения, а именно восстановления когнитивных функций и гидропрессования заболевания. По этой причине актуальной задачей является разработка новых препаратов с новым механизмом действия, параллельно с исследованиями механизмов развития деменции.

Решить задачу лечения деменции различной этиологии, в том

числе альцгеймеровского типа возможно, разработкой и выведением на рынок отечественных препаратов на основе производных амидов (гет)арилглицинов. В пользу данного утверждения свидетельствуют ранее проведенные исследования фармакологической активности нового производного амидов (гет)арилглицинов, обладающего уникальными когнитивно-стимулирующими и нейропротекторными свойствами.

Предлагаемое соединение относится к новым производным амидов (гет)арилглицинов, обладающим фармакологической активностью. Исследуемое соединение может быть использовано для лечения утраченной памяти в норме и патологии у пациентов всех возрастных групп. Потенциальным объектом действия препарата являются белки, имеющие отношение к консолидации памяти: медиатор коллапсина 2 (CRMP2 - collapsin response mediator protein 2), синтаксин связывающий белок 1 (STXBP1 - syntaxin binding protein 1) и белок теплового шока 70 (Hsp70 - heat shock protein 70). Эти белки участвуют в процессах нейрональной дифференциации и контроле аксонального роста и в регуляции высвобождения нейротрансмиттера. Препарат потенцирует 5-й подтип метаботропных глутаматных рецепторов (mGluR5 или Grm5) и, тем самым, способствует консолидации и извлечению памяти, а также улучшению когнитивных функций, таких как обучение, пространственная ориентация и др.

Литература

1. Sacabelos R. et al. Future Trends in the Pharmacogenomics of Brain Disorders and Dementia: Influence of *APOE* and *CYP2D6* Variants // *Pharmaceuticals*. 2010. V. 3. P. 3040-3100.
2. Преображенская И.С., Деменция эпимедиология, клиническая картина, диагностика, подходы к терапии // *Неврология, нейропсихиатрия, психосоматика*. 2013. № 4. С. 71-77.
3. Дамулин И.В. Когнитивные нарушения и деменция // *Consilium Medicum*. 2013. Т. 15. № 2. С. 83-84.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НЕКОТОРЫХ ПРОДУКТОВ БИОТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ ЛЕЧЕНИЯ И ПРОФИЛАКТИКИ ГИПЕРТЕНЗИИ И ПРЕЭКЛАМПСИИ В БЕЛАРУСИ В ПОСТЧЕРНОБЫЛЬСКИЙ ПЕРИОД

А.В. Бакунович¹, Д.В. Бурко², А.И. Зинченко², К.Я. Буланова¹

¹- Международный государственный экологический институт им. А.Д. Сахарова, БГУ, г. Минск, Белоруссия

²- Инстит микробиологии НАН Беларуси, г. Минск, Белоруссия

Среди населения Беларуси в постчернобыльский период значительно возрос процент выявления патологических состояний сердечно-сосудистой системы и осложненной беременности (преэклампсии), где гипертензия и повышенная активность тромбоцитов, включены в триаду симптомокомплекса. Полагают, что радиационно-индуцированный окислительный стресс является одним из триггеров в развитии подобных патологических состояний. Одним из наиболее распространенных и изученных соединений, повышающих устойчивость и выживаемость организма при стрессе, является алармон - диаденозин-5',5'''-P¹,P⁴-тетрафосфат (Ar₄A). С его появлением на фармакологическом рынке связываются надежды на использование препарата, способного предупредить повышение активности тромбоцитов, предотвращая развитие и прогрессирование гипертензивных состояний.

Синтез Ar₄A можно осуществлять, используя химические [1] и биотехнологические [2] методы. Существенными недостатками химического синтеза является необходимость применения высокоочищенных безводных растворителей и низкий целевой выход, не превышающий 25%.

Применение генно-инженерных ферментов – лизил-тРНК-синтетазы (LysUHis), полученной из продуцента фермента – рекомбинантного штамма *E. Coli* LysU-12 [3] и неорганической пирофосфатазы [4] позволило разработать оригинальную, экономически и технологически выгодную схему синтеза Ar₄A, при которой выход целевого продукта из расчета на введенный в реакцию АТФ составляет 97%. Используемые методики кон-

троля степени чистоты препаратов Ar_4A подтверждают его качество, как биохимически чистого реагента.

В экспериментах по сравнительной оценке эффективности влияния Ar_4A , полученного биотехнологическим методом, на процессы АДФ-индуцированной агрегации тромбоцитов пациентов с гипертензией и беременных женщин с преэклампсией, установлено, что данное соединение способно снижать, и что очень важно, строго до нормы повышенную агрегационную способность тромбоцитов [5].

Таким образом, использованный ферментативный метод получения Ar_4A является высокоэффективным, экологически безопасным способом получения препарата, пригодного для терапии гипертензивных и тромботических состояний.

Литература

1. Reiss J., Moffat J. Dismutation reactions of nucleoside polyphosphates. 3. The synthesis of alpha, omega-dinucleoside 5'-polyphosphates // J. Org. Chem. 1965. V. 30. № 10. P. 3381–3387.

2. Seji K. et al. Synthesis of P^1 , P^4 -di(adenosine 5'-)tetraphosphate by leucyl-tRNA synthetase, coupled with ATP regeneration // Biochem. Biophys. Res. Commun. 1987. V. 146. № 1. P. 173–178.

3. Бурко Д.В., Квач С.В. Молодежь в науке – 2009. Приложение к журналу «Весті Нацыянальнай акадэміі навук Беларусі». Ч. 4. Минск, Белорусская наука, 2010. С. 28–31.

4. Бурко Д.В., Квач С.В., Зинченко А.И. Создание генно-инженерного штамма-суперпродуктанта пирофосфатазы // Умение и нововведения – 2007: материалы за 3-а Международна научна практична конференция, София, 16-31 -2007 г. Т. 12. С. 21–25.

5. Бакунович А.В. [и др.] Сравнение дезагрегационной способности Ar_4A и солей АТФ у беременных женщин при гестозе. Сахаровские чтения 2013 г.: экологические проблемы XXI века: материалы 13-й междунар. науч. конф., 16-17 Мая 2013 г., г. Минск, РБ / под ред. С.П. Кундаса, С.С. Позняка. Минск: МГЭУ им. А.Д. Сахарова, 2013. С. 85

АНАЛИЗ МОДИФИЦИРОВАННОГО ГЕМОГЛОБИНА ЧЕЛОВЕКА МЕТОДОМ ПРОТЕОМИКИ «TOP-DOWN»

*О.Ю. Богданова¹, А.А. Набоков¹, Е.Я. Рута-Жуковская²,
В.Э. Сяхович², С.Б. Бокуть¹*

*¹ - Международный государственный экологический
институт им. А.Д. Сахарова, БГУ, г. Минск, Белоруссия*

*² - Учреждение здравоохранения «Национальная
антидопинговая лаборатория», аг. Лесной, Белоруссия*

Минорная форма гемоглобина человека A_{1C} является продуктом пост-трансляционной модификации гемоглобина A_1 глюкозой по β и α -цепям, а также по ϵ -аминогруппам боковых цепей аминокислот. Гемоглобин A_{1C} рассматривают в качестве белка-маркера одного из наиболее тяжелых заболеваний, которое с годами переросло в эпидемию, а именно сахарный диабет.

В настоящее время масс-спектрометрия (МС) является одним из самых распространенных методов в исследованиях пептидов и белков. Быстрое развитие данного метода способствует увеличению скорости, чувствительности, качества данных и надежности результатов. При масс-спектрометрическом анализе пептидов и белков различают три подхода: «top-down», «middle-down» и «bottom-up». «Top-down» – установление точной структуры белков исключительно возможностями масс-спектрометрии. В данном методе информацию об аминокислотной последовательности пептида получают за счет выделения из узкого диапазона масс родительских ионов, их фрагментации и последующей записи масс-спектра фрагментных (дочерних) ионов.

В данной работе на примере основной формы гемоглобина HbA_1 и гликозилированного варианта HbA_{1C} с использованием хромато-масс-спектрометрии высокого разрешения, включающей процедуру протеомики «top-down», разработаны подходы масс-спектрометрического анализа гемоглобина для последующего ее применения в обнаружении структурных вариантов гемопропротеида, образующихся в ходе посттрансляционных ферментативных модификаций различной природы.

Анализ HbA₁ и HbA_{1c} проводили в денатурирующих условиях на сверхвысокоэффективном жидкостном хроматографе Agilent 1290 Infinity LC System (Agilent Technologies, США) с использованием обращенно-фазной колонки BioBasic C8 2,1×150 мм «Thermo» (США). Масс-спектрометрический анализ осуществляли на квадруполь-времетраплетном масс-спектрометре Agilent 6550 iFunnel Q-TOF (Agilent Technologies, США).

При хроматографическом разделении были получены пики отдельных субъединиц гемоглобинов, а также пик соответствующий диссоциированной от белка гемовой группе. Результаты деконволюции масс-спектров α - и β -цепей HbA₁ показали присутствие двух основных пиков, соответствующих молекулярным массам 15126 Da и 15866 Da. Анализ деконволюции масс-спектров при хроматографическом разделении гемоглобина A_{1c} в денатурирующих условиях, показал присутствие α -цепей (15126 Da) гемоглобина и только β -субъединиц, модифицированных глюкозой (16028 Da) (рис. 1). Это указывает на то, что гликогемоглобин представлен в основном дважды модифицированными по β -субъединицам тетрамерами.

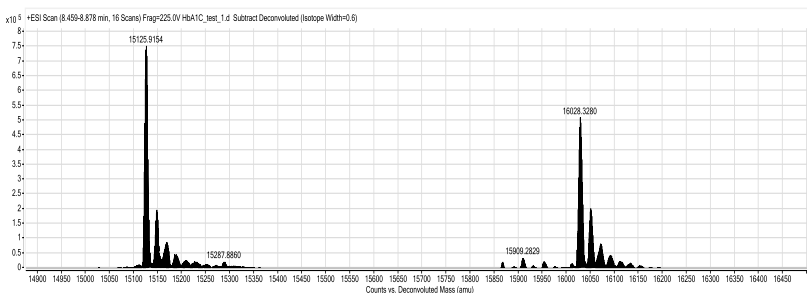


Рис. 1. Результаты деконволюции масс-спектра пика гликозилированной минорной формы гемоглобина HbA_{1c} при ее хроматографическом разделении в денатурирующих условиях

Полученные результаты позволят в дальнейшем выявлять минорные варианты аддуктов гемоглобина человека, обусловленные посттрансляционными неферментативными модификациями различной природы, в том числе имеющие диагностическое значение.

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ СИСТЕМ ВОДООТВЕДЕНИЯ ФИЛИАЛА ЗАО «Л'ОРЕАЛЬ»

П.И. Гремченко¹, А.М. Андрианова¹, Л.В. Ахмадеева²

*¹ - Обнинский институт атомной энергетики,
НИЯУ МИФИ, г. Обнинск, Россия*

*²-Филиал закрытого акционерного общества «Л'Ореаль»
в Калужской области*

Филиал ЗАО «Л'Ореаль» располагается на территории индустриального парка «Ворсино» в приграничной части Московской и Калужской областей. Удаление сточных вод филиала ЗАО «Л'Ореаль» осуществляется с использованием централизованной системы водоотведения ООО «Индустриальный парк «Ворсино» с максимальным расходом сточных вод 300 м³/сут.

Производственные сточные воды Филиала ЗАО «Л'Ореаль» перед сбросом проходят через локальные очистные сооружения. Система очистки сточных вод разработана фирмой Enviro Chemie (Германия) с учетом новейших достижений в области технологии подготовки воды для сброса.

Очистка сточных вод делится на пять этапов: первичная обработка сточной воды (механическая очистка), учет поступившей воды на смесителе-усреднителе, флотационная очистка на установке типа Flomar®, аэробная ступень очистки с использованием оборудования типа BIOMAR®, осветление. Комплекс очистных сооружений включает также специальное устройство по обработке ила, образовавшегося в процессе подготовки сточных вод. Информация о системе работы очистных взята из технической документации, разработанной фирмой Enviro Chemie: «Система ENVIROCHEMIE GmbH. Руководство по эксплуатации. Очистные сооружения для очистки промышленных сточных вод. Тип FLOMAR®/ BIOMAR® 2010.», «EnviroChemie GmbH. Описание системы управления. Тип установки FLO 10 SK 2010».

Для оценки эффективности работы очистных сооружений был организован контроль качества сточных вод по следующим показателям: ХПК, БПК₅, азота аммонийного, азота общего,

нитратов, нитритов, сульфатов, общего фосфора, фосфатов, хлоридов, взвешенных веществ, сухого остатка. Химический анализ сточных вод в течение трех месяцев показал, что после очистки в них сохраняется высокое загрязнение. Отмечалось многократное превышение допустимых концентраций загрязняющих веществ в сточных водах, предназначенных к сбросу в централизованную систему водоотведения.

Показатель	[1]	[2]	[3]
Взвешенные вещества	300	370	1703
БПК5	300	170	11500
ХПК	500	255	26750
СПАВ	10	2.19	3196

[1] - Максимальное допустимое значение показателя по Постановлению Правительства РФ от 29.07.2013 № 644, мг/л.

[2] - Норматив водоотведения по составу сточных вод, ПДК мг/л (Правила приема сточных вод в системы канализации ООО «Индустриальный парк «Ворсино» 2013г.)

[3] - Фактическое значение показателя в сточных водах Филиала ЗАО «Л'Ореаль» по протоколу испытаний (№ 176-СВ от 27.04.2016) проб сточных вод, мг/л.

Для решения данной проблемы необходимо, во-первых, рассмотреть технические возможности изменения режимов работы установок с целью активизации на них процессов очистки. Во-вторых, в случае принятия решения о строительстве сооружений доочистки, необходимо иметь информацию о полном спектре загрязняющих веществ в стоках, обуславливающих высокие значения показателей БПК и ХПК, а также результаты оценки технической пригодности предлагаемых сооружений к приему сточных вод со столь высоким уровнем загрязнения. Устранению данной проблемы могло бы способствовать применение модульных очистных сооружений, включающих биохимическую очистку с активной подачей кислорода и последующую доочистку на основе обратного осмоса или использования ионообменных смол.

БИОЛЮМИНЕСЦЕНТНЫЙ МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ

Р.А. Елеулова, О.А. Плотникова

*Саратовский государственный технический университет
им. Ю.А. Гагарина, г. Саратов, Россия*

Загрязнение окружающей среды тяжелыми металлами (ТМ) повсеместно возрастает, что влечет за собой проблемы, связанные с негативным воздействием на здоровье населения. Поэтому актуальным является повсеместный контроль содержания данных веществ в объектах окружающей среды. В поисках высокочувствительного недорогого экспресс метода определения ТМ был оценен естественный путь связывания и транспортировки этих ионов в человеческом организме посредством сывороточных альбуминов

Целью работы стало исследование возможности определения ТМ в водных средах с использованием люминесцентной биосенсорной системы.

Основой такой системы служили растворы бычьего сывороточного альбумина (БСА) с концентрацией $C = 1$ мг/мл в фосфатном буфере (рН 7,4). В качестве солей ТМ применялись нитраты меди, кадмия и свинца. Исследования проводились на спектрометре LS 55 (Perkin-Elmer).

Введение в модельные растворы белка ТМ сопровождалось общим снижением интенсивности триптофановой флуоресценции белка, которая регистрировалась в диапазоне 300-500 нм при возбуждении светом с длиной волны 280 нм. Полученные зависимости интенсивности флуоресценции БСА от концентрации ТМ имеют линейный характер, что позволяет использовать данную систему для аналитического определения ТМ. Коэффициент чувствительности уменьшается в ряду: $Cu > Pb > Cd$. Пределы обнаружения ТМ в изученных системах составили для $Cu - 3,7 \cdot 10^{-6}$ М, для $Pb - 5,7 \cdot 10^{-6}$ М, для $Cd - 10^{-5}$ М.

Полученные результаты могут быть применены для разработки люминесцентного биодатчика для экспрессного обнаружения ТМ.

Результаты работы получены в рамках выполнения государственного задания № 5.3922.2017/ПЧ Минобрнауки России.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА МЕМБРАННОЙ ДИСТИЛЛЯЦИИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТРЕКОВЫХ МЕМБРАН

*М.Е. Иванова¹, О.А. Ананьева¹, Г.С. Жданов², Т.Е. Ларичева¹,
С.М. Мерков², О.Ф. Пасевич¹, П.А. Соснин²*

*¹ - Обнинский институт атомной энергетики,
НИЯУ МИФИ, г. Обнинск, Россия*

² - ООО «Реатрек-Фильтр», г. Обнинск, Россия

Мембранная дистилляция (МД) – процесс разделения жидких смесей, основанный на проницаемости пористой гидрофобной мембраны для пара и одновременно непроницаемости этой мембраны для несмачивающих жидкостей. Процесс МД заключается в следующем. Пористая гидрофобная мембрана разделяет две жидкости: горячий раствор нелетучего вещества на одной стороне мембраны и холодный поток теплоносителя на другой её стороне. Вследствие разности парциальных давлений пара по обеим сторонам мембраны пар, образующийся в результате испарения воды на горячей стороне мембраны, диффундирует через её поры и конденсируется на холодной стороне.

Для целей МД обычно используются гидрофобные микропористые мембраны в виде плёнок, трубок или полых волокон. Материалом для этих мембран служит полипропилен [1, 2], политетрафторэтилен [1-3], поливинилхлорид, полиорганосилоксаны [4] и другие не смачиваемые водой полимеры.

Обнаруженное в исследованиях [5, 6] несоответствие в результатах тестирования, которое можно объяснить различием в свойствах испытуемых мембран, взятых из разных партий (таких как толщина мембраны, пористость, определяющий размер пор и распределение их по размерам) требуют дальнейших исследований по уточнению удельной производительности и селективности мембран разных марок применительно к различным растворам, разделяемым методом МД.

Выявлено, что недостаточно изучена кинетика МД, Инженерные методы кинетического расчета процесса МД, которые адекватно учитывали бы его гидродинамику, эффекты температурной и концентрационной поляризации, находятся в стадии разработки. Имеющиеся публикации на эту тему описывают различные частные стороны процесса.

Проведены исследования в поиске способов и определения оптимальных режимов физико-химической сенсибилизации треков мембран на основе фторированных пленок с целью ускорения процесса получения трековых мембран (ТМ) на их основе. Изучены параметры полученных трековых мембран.

Разработана методика гидрофобизации полимерных пленок и получены гидрофобные ТМ на основе полиэтилентерефталата и поливинилденфторида, изучены их характеристики.

Мембранную дистилляцию проводили на лабораторных установках для контактной МД и МД с воздушным зазором с использованием трековых мембран.

В процессе работы было показано, что процесс мембранной дистилляции на трековых мембранах идет с хорошей производительностью и селективностью.

Литература

1. Alkhudhiri A., Darwish N., Hilal N. Membrane distillation: A comprehensive review, *Desalination*. 2012. P. 2–18.
2. Gryta M. Effectiveness of Water Desalination by Membrane Distillation Process, *Membranes*. 2012. P. 415-429.
3. Basini L., D'Angelo G., Gobli M., Sarti G.C., Gostoli C. *Desalination*. 1987. V. 6. P. 245.
4. Угрозов В.В., Елкина И.Б. Концентрирование бинарных водных растворов методом мембранной дистилляции // *Теорет. основы хим. техн.* 1998. № 2. Т. 3. С. 117-121.
5. Jin. Sh., Johnson R.A., Lefebvre M.S. *Desalination*. - 1991- v. 80- P. 113.
6. Fawzi B., Jana S. Desalination by membrane distillation: Aparametric study // *Sep. Sci. And Technology*. 1998. № 2. V. 33. P. 201-226.

РАЗРАБОТКА И ВАЛИДАЦИЯ МЕТОДИК АНАЛИЗА МЕТА-ЙОДБЕНЗИЛГУАНИДИНА СУЛЬФАТА

А.В. Капустян

*Научно-исследовательский физико-химический институт
им. Л.Я. Карпова, г. Обнинск*

Сегодня многие болезни «молодеют». Злокачественные онкологические заболевания не стали исключением и сейчас диагностируются у детей грудного возраста. Особенно опасны нейроэндокринные опухоли надпочечников, проявляющие себя на ранних этапах жизни ребенка (до 2 лет). Основные методы лечения: хирургическое вмешательство и химиотерапия. Трудности лечения младенцев связаны с еще только формирующимися защитными системами организма, не способными бороться с вредными метаболитами большинства лекарственных веществ, и малыми размерами внутренних органов в случае хирургического вмешательства. В мировой медицинской практике для лечения таких опухолей применяются препараты мета-йодбензилгуанидина сульфата (МИБГ), меченые изотопом йода-131 ($m[^{131}I]$ ИБГ). Основные преимущества таких препаратов объясняются структурным сходством молекулы МИБГ с норэпинефрином, его высокой избирательностью, прочностью связывания йода и неподверженностью МИБГ метаболизму, вследствие чего он выводится в неизменном виде и не вредит организму ребенка.

Хотя вещество используется уже более 30 лет и доказало свою эффективность в качестве лекарственного препарата, на российском фармацевтическом рынке до сих пор отсутствует и не применяется в отечественной медицинской практике. АО «НИФХИ им. Л.Я. Карпова» собирается изменить сложившуюся ситуацию и вывести это лекарство на отечественный рынок. Для обеспечения качества и подтверждения безопасности будущего лекарства в рамках государственного контракта «Доклинические исследования инновационного терапевтического радиофармацевтического препарата на основе мета-йодбензилгуанидина, меченого йодом-131 для лечения феохро-

моцитома надпочечников» были разработаны, валидированы и внедрены методики контроля качества фармацевтической субстанции (МИБГ) и готового лекарственного препарата ($m[^{131}\text{I}]\text{ИБГ}$).

Для определения количественного содержания и химической чистоты МИБГ в пробе выбрали метод ВЭЖХ, для определения радиохимической чистоты (РХЧ) – радио-ВЭЖХ. Основные технологические примеси, подлежащие контролю, метайодбензиламина хлорид (МИБА) и Na^{131}I . Первая – исходное сырье для получения МИБГ, вторая – реагент для мечения и продукт радиолиза $m[^{131}\text{I}]\text{ИБГ}$.

Исследования проводили на ВЭЖХ-хроматографах Shimadzu LC-20AD с УФ детектором Shimadzu SPD-20A и Shimadzu LC-20AT с радиоспектрометрическим детектором Raytest Ramona Star. Детектирование при определении РХЧ проводили по β -излучению.

Во время разработки методик анализа МИБГ было уточнено поведение вещества в системе сорбат – сорбент – элюент. Оценивалось: 1) влияние pH – при повышении щелочности среды аналит медленнее вымывается с колонки, пик вещества на хроматограмме размыт и асимметричен; 2) влияние модификаторов – увеличение доли кислоты приводит к усилению десорбции аналита и быстрому вымыванию его с колонки, а увеличение доли амина повышает фактор удерживания, улучшает разрешение пиков. Варьируя концентрации модификаторов и температуру, достигли хорошего разрешения пиков ($R_s > 1,2$) при высокой скорости анализа. Длительность анализа с минимальным влиянием на асимметричность пика составила 2 мин. против 7 мин. по методике Европейской фармакопеи и 8.0.

При подборе условий разделения учитывали совместимость не только с УФ и рефрактометрическими, но и с аэрозольными и испарительными детекторами; проверили работоспособность методик при совместном присутствии в пробе МИБГ, МИБА, йодидов и некоторых антирадов (ацетона, метилэтилкетона, этанола, пара-гидроксibenзойной кислоты). Методику определения РХЧ разрабатывали на основе уже имеющейся методики по

определению химической чистоты вещества с учетом особенностей детектора и примеси ^{131}I .

Предлагаемые хроматографические методики определения содержания МИБГ, йодид-ионов, химической и радиохимической чистоты фармацевтической субстанции и готового препарата отличаются высокими точностью, воспроизводимостью, экспрессностью и работают в широких диапазонах концентраций определяемых веществ: МИБГ – 50-250 мг/мл, NaI – 0,78-58,5 мг/мл, $\text{m}^{[131\text{I}]}\text{МИБГ}$ – 300-2250 кБк.

РУТИН КАК РАДИОЗАЩИТНОЕ И ГЕНОПРОТЕКТОРНОЕ СРЕДСТВО

Е.Е. Карманова^{1,2}, А.С. Соломатина³

¹-*Пуцинский государственный естественно-научный институт, г. Пуцино, Россия*

²-*Институт теоретической и экспериментальной биофизики РАН, г. Пуцино, Россия*

³-*Институт Океанологии им. П. П. Ширшова РАН, г. Москва, Россия*

Флавоноид рутин известен и широко используется как пищевая добавка в составе витаминных комплексов, например, «Аскорутин». В данной работе исследованы генопротекторные свойства рутина при действии ионизирующего излучения и возможность его использования как недорогого и доступного радиозащитного средства.

In vitro методом неконкурентного непрямого иммуноферментного анализа с использованием моноклональных антител, специфичных к 8-оксогуанину – ключевому биомаркеру окислительных повреждений ДНК, установлено, что рутин в концентрациях 50 мкМ, 100 мкМ при воздействии на раствор ДНК из спермы лосося в результате воздействия рентгеновского излучения в дозе 5 Гр проявляет генопротекторные свойства, уменьшая образование 8-оксогуанина на 28% и на 51%, соответственно.

Получены результаты *in vivo* на самцах лабораторных мышей линии SHK. В течение 23 дней мыши содержались при постоянном уровне γ -облучения (установка «Хроника», Россия) с мощностью экспозиционной дозы 360 мР/ч. Накопленная поглощенная доза при этом составила 2 Гр (1,987 Гр). Опытные мыши принимали 2 нМ раствора рутина в питьевой воде. Результаты микроядерного теста показали, что рутин в малых концентрациях при хроническом облучении в малых дозах проявляет генопротекторные свойства: 0,87% полихроматофильных эритроцитов с микроядрами против 1,39% в группе отрицательного контроля. При остром облучении мышей в минимальной летальной дозе 7 Гр при потреблении питьевого 2 мМ раствора рутина после облучения повышалась выживаемость на 30% при 100% гибели в контроле. Результаты микроядерного теста при остром облучении мышей в дозе 1,5 Гр показали, что рутин при однократном внутрибрюшинном введении в дозе 60 мг/кг сразу после облучения снижает количество полихроматофильных эритроцитов на 4% относительно контроля, а в концентрации 300 мг/кг – на 4,7%.

Таким образом, флавоноид рутин проявляет генопротекторные свойства в исследованных концентрациях как при остром облучении ионизирующим излучением, так и хроническом в малых дозах, что актуально для пребывания в условиях с повышенным радиационным фоном.

ПЕРСПЕКТИВЫ ПЕРЕРАБОТКИ ОТРАБОТАННЫХ АВТОМОБИЛЬНЫХ ШИН В РАСПЛАВЕ ТЯЖЁЛЫХ МЕТАЛЛОВ

*М.М. Кошелев, Р.Ш. Асхадуллин, В.В. Ульянов, В.А. Гулевский,
С.Е. Харчук, В.М. Шелемetyев*

*ГНЦ РФ – Физико-энергетический институт
им. А.И. Лейпунского, г. Обнинск, Россия*

Тенденции развития нашего общества ставят проблему переработки отходов, образующихся в результате деятельности человека.

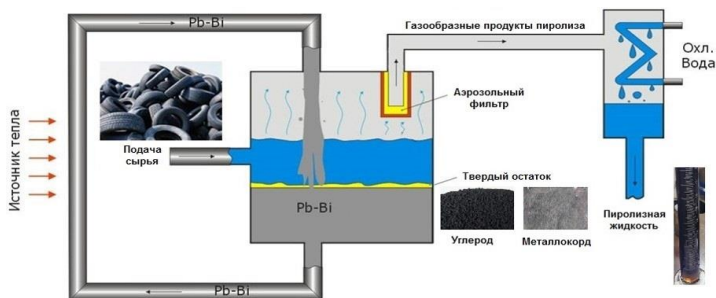
Одним из таких отходов являются автомобильные шины, которых ежегодно образуется более 1 млн. т [1]. Существуют три основных способа их переработки: 1) сжигание; 2) механическое измельчение; 3) пиролиз, заключающийся в нагреве шины без доступа воздуха.

Первый способ наносит вред экологии, из товарных продуктов позволяет получать только тепло. Механическое измельчение имеет ограниченный рынок сбыта получаемой продукции. При пиролизе из шин получают товарные продукты: пиролизная жидкость, углерод и металлокорд. Однако существующие технологии пиролиза несовершенны: процесс энергозатратен из-за большой длительности; углерод и пиролизная жидкость содержат примесь серы, поэтому имеют малую надбавленную стоимость. Таким образом, пиролиз шин при своей кажущейся простоте широко не применяется, однако не прекращается поиск технических решений по оптимизации параметров процесса. В АО «ГНЦ РФ – ФЭИ» активно проводится поиск таких решений. Исследования проводятся при финансовой поддержке государства в лице Минобрнауки России (уникальный идентификатор ПНИЭР RFMEFI57916X0136). Одним из перспективных направлений является применение в пиролизе нового физического принципа передачи тепла – прямоконтактного нагрева перерабатываемого сырья непосредственно в объеме жидкого свинца [2], общая схема которого приведена на рисунке.

По сравнению с существующими технологиями, реализующими пиролиз в газе, «свинцовая» технология позволяет получить ряд преимуществ: 1) жидкий свинец является более эффективным теплоносителем по сравнению с любым газом [3], поэтому время пиролиза может быть уменьшено с 18 ч до 0,5-1 ч; 2) жидкий свинец способен химически связать газообразный кислород с образованием оксида свинца, поэтому исчезает необходимость в дорогостоящем вакуумировании; 3) жидкий свинец способен химически связывать серу с образованием сульфида свинца. Продуктами «свинцового» пиролиза могут быть: богатая дорогостоящими углеводородами пиролизная жидкость; углерод, являющийся сырьем для угольных сорбентов; металлокорд. Автомобильная шина, которая до переработки была источником загрязнения окружающей среды, полностью превращается в товарные продукты.

В 2016 г. проведено теоретическое обоснование разрабатываемой технологии, а в настоящее время проводятся лабораторные исследо-

вания, целью которых является определение кинетических характеристик процесса и выявление оптимальных параметров его проведения.



Литература

1. Шулдякова К.А. Воздействие автомобильных шин на окружающую среду и здоровье человека // Молодой ученый. 2016. № 20. 2016. С. 472-477.
2. Ульянов В.В., Гулевский В.А., Шелеметьев В.М. и др. Применение теплоносителей Pb и Pb-Bi в новых технологиях переработки твердых, жидких и газообразных сред // Известия высших учебных заведений. Ядерная энергетика. 2012. № 4. С. 102–109.
3. Кириллов П.Л., Богословская Г.П. Тепломассообмен в ядерных энергетических установках. М.: Энергоатомиздат, 2000. С. 16–22.

ПРОТИВООПУХОЛЕВАЯ АКТИВНОСТЬ КОМПЛЕКСА ДЕТОНАЦИОННЫХ НАНОАЛМАЗОВ И САЛИНОМИЦИНА ПО ОТНОШЕНИЮ К МЕЛАНОМЕ B16 В ОПЫТЕ IN VIVO

Н.С. Кылина, А. Р. Муфтеева, Е. Р. Ляпунова, В. А. Ревкова

*Обнинский институт атомной энергетики,
НИЯУ МИФИ, г. Обнинск, Россия*

Несмотря на существование в клинической практике более 100 противоопухолевых препаратов [3], эффективность большинства из них недостаточна и спектр онкологических

заболеваний, чувствительных к химиотерапии, ограничен. Поэтому остается актуальным вопрос о разработке новых более активных препаратов, а также поиск веществ, эффективных при опухолях с первичной и приобретенной резистентностью к лекарственной терапии.

В ряде работ продемонстрирована избирательность салиномицина в отношении так называемых опухолевых стволовых клеток. Очевидно, что эффекты салиномицина во многом будут зависеть от особенностей биохимических систем конкретных клеток, что определит их чувствительность к действию этого препарата. Кроме того, для снижения неспецифической токсичности была создана специальная система депонирования препарата на основе детонационных наноалмазов. Анализ литературных данных позволяет полагать, что салиномицин обладает противоопухолевой активностью [2], в основе которой лежит новый для противоопухолевых препаратов механизм действия – ионофорная активность этого антибиотика [1].

Целью данной работы являлось изучение эффективности комплекса детонационных наноалмазов и салиномицина на модели прививой опухоли меланомы В16. Оценка эффективности комплекса проводилась на мышах-гибридах F1: самцы 18-20 г, питание и вода в условиях лабораторного вивария без ограничений. Прививание опухоли меланомы линии В16 осуществлялось подкожно в правое бедро, 200 тысяч клеток в 100 мкл. Салиномицин в концентрации 0,3 мг/кг в 1% водном растворе детонационных наноалмазов вводился внутривентриально на 7 сутки после прививания опухоли. Повторные введения производились через 4-5 дней в тех же концентрациях. Наблюдение за животными осуществлялось в течение 30 дней с момента введения препаратов. Статистическая обработка данных проводилась с использованием непараметрического критерия Крамера-Уэлча. Данные, полученные в ходе эксперимента, представлены в таблице.

Из представленных в таблице данных видно, что объем опухоли при применении комплекса детонационных наноалмазов и салиномицина на 20–27 сутки значительно снижается по сравнению с контролем, уменьшение объема опухоли

составляет 31%. Однако выживаемость животных в опытных группах при воздействии химиопрепаратов не отличается от контрольной. Исходя из полученных данных, следует продолжить исследования противоопухолевой эффективности данного комплекса с аналогами, применяемыми в клинике.

Таблица

Изменение объема опухоли под действием комплекса детонационных наноалмазов и салиномицина и без него

Продолжительность развития опухоли, сут	Объем опухоли без комплекса	Объем опухоли с комплексом детонационных наноалмазов и салиномицина
7	7,2±2,4	7,8±4,6
9	13,6±2,5	7,2±4,2
11	15,4±2,9	10,5±6,5
14	17,4±3,6	13,4±8,3
16	28,0±2,1	15,4±9,5
18	25,0±1,6	16,0±10,3
21	27,8±2,5	17,4±10,7
24	28,7±1,6	19,4±6,8
27	30,3±0,4	19,8±8,0
30	30,0±0,5	20,7±4,5

Литература

1. Москалева Е.Ю. Противоопухолевая активность ионофорного антибиотика салиномицина: мишень – опухолевые стволовые клетки // Молекулярная медицина. 2012. N 6. С. 28-36.
2. Трещалина Е.М., Жукова О.С., Герасимова Г.К., Андропова Н.В., Гарин А.М. Методические указания по изучению противоопухолевой активности фармакологических веществ. В кн.: Руководство по экспериментальному (доклиническому) изучению новых фармакологических веществ / год общей ред. член-корр. РАМН проф. Р.У. Хабриева. 2 изд., перераб. и доп. М.: Медицина, 2005. С. 637-651.
3. Вышковский Г.Л. Регистр лекарственных средств России. Энциклопедия лекарств. М.: РЛС+, 2006. Вып. 14. С. 1391.

ГИДРОХИМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ р. ПРОТВА В ПРЕДЕЛАХ БЕРЕГОВОЙ ЛИНИИ г. ОБНИНСКА

В.С. Митрушкина, Т.В. Мельникова, Л.П. Полякова

*Обнинский институт атомной энергетики,
НИЯУ МИФИ, г. Обнинск, Россия*

Известно, что оценка и прогноз изменений состояния естественных экологических систем требуют организации регулярных наблюдений за показателями качества отдельных компонентов природной среды. Важнейшим компонентом этой среды, требующим постоянного и повышенного внимания, являются природные воды. Загрязнение поверхностных и подземных вод значительно сокращает потенциальные возможности использования их для различных целей.

Целью работы являлось оценить гидрохимические показатели в речных водах р.Протва, протекающей вблизи г.Обнинска.

На р.Протва, протекающей по территории Московской и Калужской областей, расположены объекты промышленного и сельскохозяйственного назначения. Река активно используется в рекреационных целях и для рыболовства. Пополнение и обновление информации по гидрохимическим показателям реки дает возможность своевременного выявления в составе ее вод антропогенных изменений.

Объектом исследования были пробы воды, отобранные в 6 точках р. Протва, протекающей вблизи г.Обнинска, на участке, расположенном от 1 до 3 км выше по течению от плотины (крайние точки, соответствуют пробам 1 и 6). В пределах выделенного участка оценивалось влияние на качество речной воды возможного загрязнения, связанного с деятельностью хозяйственных объектов и промышленных предприятий города: завод «Сигнал», ООО «Зареченский карьер» и др. (пробы 3, 5), а также объектов рекреации: городской пляж, лодочные станции (пробы 2, 4).

В пробах воды определялись водородный показатель (рН) и содержание железа ($Fe_{\text{общ}}$). Величина рН характеризует состояние кислотно-основного равновесия водной среды и в соответ-

ствии с [1] при любом хозяйственном использовании водного объекта не должна выходить за пределы 6,5–8,5. Железо как биогенный элемент является лимитирующим фактором, непосредственно определяющим интенсивность первичного продуцирования органического вещества. Кроме того, в работе [2] железо указывается среди веществ, вносящих наибольший вклад в загрязнение воды р.Протва. Для него значение максимального кратного превышения ПДК_{рх} за период наблюдений (2001–2014 гг.) составило 5,7 ПДК.

Пробы отбирали в летний и осенний периоды до наступления ледостава (июнь, сентябрь и октябрь 2016 г). рН в речной воде определяли потенциометрическим методом (рН-метр «АНИОН 4100») и Fe_{общ} – атомно-абсорбционной спектрофотометрией (спектрометр «МГА-915»).

Диапазон колебания величины рН в воде р.Протва за указанный период составил 7,7–8,4, что соответствует нормативам для водных объектов рыбохозяйственного назначения. Данные по Fe_{общ} представлены в табл. 1.

Концентрации железа в речной воде в период июнь–октябрь варьировали в диапазоне 0,12–0,32 мг/л, что превышает в 1,2–3,2 раза установленные значения ПДК (0,1 мг/л) в водах рыбохозяйственного назначения. Изменение содержания Fe_{общ} по временным параметрам соответствует данным работы [2]. Можно сделать вывод о том, что ситуация с завышением содержания железа в р. Протва сохраняется в пределах береговой линии г. Обнинска на уровне предыдущих лет наблюдений.

Таблица 1

Результаты определения содержания Fe_{общ} в пробах воды (1–6) из р. Протва, отобранных в 2016 г.

Дата	<C(Fe)> ± ΔC, мг/л					
	1	2	3	4	5	6
29.06.	0,24±0,05	0,30±0,03	0,14±0,01	0,32±0,04	0,12±0,02	0,16±0,01
17.09.	0,21±0,03	0,20±0,01	0,20±0,03	0,18±0,01	0,20±0,01	0,18±0,01
20.10	0,21±0,01	0,26±0,01	0,24±0,02	0,24±0,01	0,21±0,01	0,18±0,01

Литература

1. СанПиН 2.1.5.980-00 Гигиенические требования к охране поверхностных вод - МИНЗДРАВ России. Москва, 2000. 10 с.
2. Семенова И.В., Ковалева А.А. Оценка качества воды реки Протва по данным стационарных многолетних наблюдений. Сборник научных работ. Калуга: Калуж.гос.ин-т развития обр-я, 2015. Выпуск 11. С. 166-175.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОТИВООПУХОЛЕВОЙ АКТИВНОСТИ ПАКЛИТАКСЕЛА НА МОДЕЛИ ОПУХОЛИ МЕЛАНОМЫ В16 IN VIVO

А.Р. Муфтеева, Т.С. Румянцева, В.А. Ревкова, Л.Н. Комарова

*Обнинский институт атомной энергетики,
НИЯУ МИФИ, г. Обнинск, Россия*

Паклитаксел — цитостатический препарат, относящийся к группе таксанов. В клинике данный препарат и его соединения применяются для лечения рака яичников, рака молочной железы, немелкоклеточного рака легких. Кроме того, данный препарат встречается в протоколах лечения меланомы самостоятельно, или в сочетании с другими химиопрепаратами. Таким образом, целью работы было выяснить, действительно ли применение препарата на основе паклитаксела эффективно в отношении меланомы линии В16.

В настоящее время общепринята методика определения противоопухолевого действия, ориентированная на оценку скорости роста опухоли [1].

Оценка эффективности препарата проводилась на мышах-гибридах F1: самцы 18-20 гр, питание и вода в условиях лабораторного вивария без ограничений. Прививание опухоли меланомы линии В16 осуществлялось подкожно в правое бедро, 200 тыс. клеток в 100 мкл. Препарат в дозе 250 мг/м² вводился внутривенно на 7 сутки после прививания опухоли [2]. Повторные введения проводили через 4-5 суток в тех же концентраци-

ях. Наблюдение за животными осуществляли в течение 30 дней с момента введения препаратов.

Статистическая обработка данных с применением непараметрического критерия Крамера-Уэлча показала отсутствие значимых различий изменения объема опухоли меланомы В16 в контроле и с применением препарата Паклитаксела в указанной дозе в течение изученного периода времени. Таким образом, применения препарата в лечении меланомы В16 возможно лишь в сочетании с другими химиопрепаратами, или же в более высоких дозах.

Таблица 1

Объем опухоли в течение времени под действием паклитаксела и без его действия

Продолжительность развития опухоли, сут	Контроль (объем опухоли без паклитаксела)	Объем опухоли с паклитакселом
7	7,2±2,4	7,8±3,2
9	13,6±2,5	10,0±4,0
11	15,4±2,9	13,0±3,7
14	17,4±3,6	14,5±3,9
16	28,0±2,1	16,6±4,0
18	25,0±1,6	20,2±5,2
21	27,8±2,5	21,3±5,0
24	28,7±1,6	23,8±3,2
27	30,3±0,4	23,5±1,8
30	30,0±0,5	28,3±0,6

Литература

1. Трещалина Е.М., Жукова О.С., Герасимова Г.К., Андропова Н.В., Гарин А.М. Методические указания по изучению противоопухолевой активности фармакологических веществ. В кн.: Руководство по экспериментальному (доклиническому) изучению новых фармакологических веществ/под общей ред. член-корр. РАМН проф. Р.У.Хабриева. 2 изд., перераб. и доп.-М.: Медицина, 2005. с. 637-651.

2. Энциклопедия лекарств, РЛС, 2006 г., вып.14, RLSNET.RU, с. 1391.

СТАБИЛИЗАЦИЯ РАСТВОРОВ КРАСИТЕЛЯ СВЕКОЛЬНОГО КРАСНОГО

А.В. Поляков, В.Д. Бахтин, Ю.Д. Соколова

*Обнинский институт атомной энергетики,
НИЯУ МИФИ, г. Обнинск*

В пищевой промышленности все чаще используются натуральные красители, являющиеся абсолютно безвредными, т.к. выделены из натуральных объектов. Яркие синтетические красители имеют второй класс опасности, но их широко используют в России и в фармацевтике, и в производстве пищевых продуктов. Одним из недостатков натуральных красителей является их неустойчивость к свету и температуре. Натуральный краситель свекольный красный (E162) может стать отечественным «кармином», который закупают в Перу. Недостатком данного красителя является неустойчивость водных растворов. На сегодняшний день химия данного природного красителя не изучена. Все попытки поиска стабилизаторов для данного красителя сводятся к статистическим данным использования тех или иных добавок. Изучение процесса деградации красителя в водных растворах позволит правильно подобрать стабилизаторы для данного красителя.

Нами было сделано предположение, что обесцвечивание молекулы красителя происходит за счет нарушения сопряженной системы с последующей деструкцией молекулы. Также был представлен предполагаемый механизм деградации красителя в воде [1], где выделены две стадии 1- окисление красителя активными свободными радикалами в воде; 2- гидролиз с разрушением молекулы в диеновом фрагменте по иминиевой связи. В результате разрушения молекулы образуется индольный фрагмент с аммиаком в аммонийной форме и беталамовая кислота. Данные предположения хорошо согласуются с [2], где предложен механизм образования бетанина из беталамовой кислоты и циклодигидрофенилаланина (ЦиклоДОФА).

Для изучения процесса окисления были проделаны эксперименты, позволяющие оценить влияние более сильных окислите-

лей, чем активные формы кислорода в воде. Использование перекиси водорода показало, что стабильность растворов красителя значительно снижается. Введение антиоксидантов, таких как аскорбиновая кислота, увеличивают стабильность раствора. Но длительная выдержка растворов приводит к образованию осадка, который в дальнейшем исчезает, и раствор обесцвечивается полностью. Проверка растворов на зольность показала, что все растворы красителя свекольного красного, полученные из сока свеклы, а также из сухой свёклы, и растворы готового твердого красителя (E162) являются коллоидными растворами. Соответственно, при длительном хранении растворов протекает процесс коагуляции. Таким образом, для стабилизации растворов необходимо применять два направления: стабилизацию золя и антиоксидантное влияние. Были сняты ИК-спектры твердого красителя и твердого осадка после коагуляции. Результаты показали, что после коагуляции на раннем этапе, когда раствор еще не обесцвечен, структура молекулы мало изменяется.

В качестве антиоксиданта нами предложена вытяжка из луковой шелухи, содержащая большое количество природного антиоксиданта кверцетина. В качестве стабилизаторов золя предложены аминокислоты. В результате проведенных исследований нами получен положительный результат. Полученные растворы имеют более яркую окраску и сохраняются более длительное время.

Литература

1. Соколова Ю.Д. Исследование обесцвечивания красителя свекольного красного // *Universum: Химия и биология*. 2017. №2(23). С. 47-51.
2. Бриттон Г. Биохимия природных пигментов. М.: Мир, 1986. 422 с.

ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ ДОКСОРУБИЦИНА НА РАДИОЧУВСТВИТЕЛЬНОСТЬ МЕЗЕНХИМАЛЬНЫХ СТВОЛОВЫХ КЛЕТОК (МСК) ЧЕЛОВЕКА

М.Н. Пугачева, Л.Н. Комарова

*Обнинский институт атомной энергетики,
НИЯУ МИФИ, г. Обнинск*

Современная интенсивная противоопухолевая химиотерапия сопровождается многочисленными побочными эффектами, которые усиливают интоксикацию, вызывают токсическое повреждение клеток внутренних органов и зачастую оказываются лимитирующим фактором для продолжения лечения [1]. В связи с этим возникают определённые предпосылки для разработки новых подходов с наименьшим вредным воздействием на организм человека при использовании лекарственных препаратов и лучевой терапии.

В настоящее время общепринята методика определения противоопухолевого действия, ориентированная на оценку скорости роста опухоли [2]. Большое значение придаётся данным, полученным на моделях, свойства которых наиболее приближены к свойствам отдельных опухолей человека – на клеточных линиях.

Была изучена эффективность действия противоопухолевого препарата доксорубицина в сочетании с γ - облучением на рост МСК человека. Оценка эффективности доксорубицина, γ - облучения и сочетанное действие доксорубицин + γ -облучение проводилось на МСК человека. При получении культур МСК источником костного мозга служили стерильные пунктаты из грудины или гребня подвздошной кости взрослых гематологически здоровых пациентов, которым проводилось плановое диагностическое исследование в клинике МРНЦ им. А. Ф. Цыба.

Суспензии клеток облучали в стерильных пенициллиновых флаконах на аппарате «Рокус АМ» (гамма-лучи Co^{60} , мощность дозы 1,419 Гр/мин) в дозе 4 Гр и через 15-20 мин после облучения высевали во флаконы Карреля с площадью дна 25 см². В питательную среду растущих культур МСК на стадии 60-80%

конфлюэнтности прибавляли раствор доксорубина в концентрации 0,001 мг/мл. Выживаемость определяли по числу колоний, формируемых к 8 суткам после посева. Образовавшиеся колонии клеток фиксировали этанолом, красили по Романовскому-Гимза, затем проводили визуальный подсчет количества выросших колоний на поверхности флакона Карреля, используя инвертированный микроскоп.

Было показано, что выживаемость клеток после облучения составляла 40%, действие доксорубина в концентрации 0,001 мг/мл незначительно снижало выживаемость МСК (93%), при комбинированном действии химиопрепарата и облучения гибель мезенхимальных стволовых клеток не отмечена. Это свидетельствует о хорошо выраженном защитном действии химиопрепарата.

В дальнейшем исследование будет продолжено с использованием методики фракционированного облучения.

Литература

1. Elkind M.M. et al. The radiobiology of cultured mammalian cells // Gordon and Breach Sci. Publ., 1967.
2. Скопин П.И. и др. Изучение влияния препаратов антиоксидантного действия на физиологические реакции животных, получающих противоопухолевую химиотерапию // Биомедицина. 2011. № 3. С. 70-75.

ВЛИЯНИЕ НИТРОПРОИЗВОДНЫХ ИМИДАЗОЛА И 1,2,4-ТРИАЗОЛА НА РАДИАЦИОННО-ХИМИЧЕСКИЕ ПРЕВРАЩЕНИЯ РАСТВОРОВ ЭТАНОЛА И ГЛИЦЕРО-1-ФОСФАТА

А.С. Скребкова^{1,2}, Р.Л. Свердлов², О.И. Шадыро²

*¹ - Обнинский институт атомной энергетики,
НИЯУ МИФИ, г. Обнинск*

*² - Белорусский государственный университет,
г. Минск, Белоруссия*

Среди большого числа гомолитических превращений, которые могут реализовываться в биосистемах, длительное время основное внимание было сосредоточено на изучении механизмов реакций и патологического влияния процессов окисления биомолекул [1]. В то же время наряду с процессами окисления известны многочисленные типы реакций, для реализации которых присутствие кислорода не требуется. В первую очередь к таким процессам относятся превращения углеродцентрированных радикалов биомолекул [1].

Свободнорадикальная фрагментация (СФ) углеродцентрированных радикалов глицерофосфолипидов (ГФЛ) приводит к образованию фосфатидных кислот (ФК), которые способны регулировать пролиферацию клеток [2]. Таким образом, интенсификация СФ в совокупности с гипоксией, характерной для многих опухолевых тканей, будут способствовать выживанию клеток и повышать вероятность их размножения, что крайне нежелательно для онкозаболеваний [2-4]. Перспективными радиосенсибилизаторами при радиотерапии опухолей считаются нитроазолы – нитроимидазолы и нитротриазолы, которые повышают радиочувствительность гипоксических опухолевых тканей [3, 4]. Радиосенсибилизирующее действие нитроазолов может быть связано с их способностью ингибировать образование ФК в результате взаимодействия с α -гидроксилсодержащими углеродцентрированными радикалами (α -ГУР) ГФЛ. Поэтому для установления способности нитроазолов ингибировать СФ ГФЛ нами было изучено их влияние на превращения α -ГУР этанола и гли-

цери-1-фосфата, которые образуются при действии ионизирующего излучения на их деаэрированные растворы.

В работе были исследованы имидазол, метронидазол, 1,2,4-триазол, 5-нитро-1,2,4-триазол, 3-нитро-1-метил-1,2,4-триазол, 3-нитро-1-(2-гидроксиэтил)-1,2,4-триазол. Для приготовления деаэрированных растворов тестируемых веществ использовали методики, описанные в работе [5]. Концентрация тестируемых соединений составляла 10^{-3} моль/л. Облучение растворов осуществляли γ -квантами изотопа ^{60}Co на установке МРХ- γ -25М. Мощность дозы на момент проведения эксперимента составляла $0,187 \pm 0,005$ Гр/с. Диапазон поглощенных доз составлял 0,2 – 1,4 кГр. Качественный и количественный анализ продуктов радиационно-индуцированных превращений деаэрированных растворов этанола и глицери-1-фосфата проводили газохроматографическим и спектрофотометрическим методами, соответственно [5].

Нами была показана способность нитропроизводных имидазола и 1,2,4-триазола эффективно ингибировать основные типы превращений органических α -ГУР. Полученные данные позволяют заключить, что нитроазолы являются перспективными ингибиторами свободнорадикальной фрагментации α -ГУР ГФЛ. Способность нитроазолов регулировать образование ФК при γ -облучении раковых клеток, может послужить основой для создания оптимальных условий при радиотерапии опухолей.

Литература

1. Halliwell B. Free radicals in biology and medicine / Oxford: University Press, 2007.
2. Shadyro O.I. Formation of phosphatidic acid, ceramide, and diglyceride on radiolysis of lipids: identification by MALDI-TOF mass spectrometry // Free Rad. Biol. Med. 2004. V. 36. № 12. P. 1612–1624.
3. Wardman P. Chemical radiosensitizers for use in radiotherapy // Clinical Oncology. 2007. V. 19. № 6. P. 397–417.
4. Overgaard J. Hypoxic Radiosensitization: Adored and Ignored // J. Clin. Oncol. 2007. V. 25. № 26. P. 4066-4074.
5. Бринкевич С.Д. Влияние витаминов группы В на радиационно-индуцированные превращения гидроксилсодержащих органических соединений // Химия высоких энергий. 2011. Т. 45. № 5. С. 414–419.

СЕНСИБИЛИЗАЦИЯ ХИМИЧЕСКОГО ТРАВЛЕНИЯ ПЛЕНОК ФТОРСОДЕРЖАЩИХ ПОЛИМЕРОВ ДЛЯ МЕТОДА МЕМБРАННОЙ ДИСТИЛЛЯЦИИ НА ОСНОВЕ ТРЕКОВЫХ МЕМБРАН

*М.А. Соколов¹, О.А. Ананьева¹, Г.С. Жданов², Т.Е. Ларичева¹,
С.М. Мерков², О.Ф. Пасевич¹, П.А. Соснин²*

*¹ - Обнинский институт атомной энергетики,
НИЯУ МИФИ, г. Обнинск*

²ООО «Реатрек-Фильтр», г. Обнинск, Россия

Одним из методов опреснения высокоминерализованных и морских вод является метод мембранной дистилляции (МД). Движущей силой мембранной дистилляции, является разность парциальных давлений пара по обеим сторонам мембраны, которая в свою очередь, обусловлена разностью температур на её сторонах [1-3].

Необходимым условием протекания МД является гидрофобность мембран. До сих пор мембраны для мембранной дистилляции специально не производились, и метод МД реализовывался на микропористых гидрофобных сетчатых мембранах, выпускаемых для ультра - и микрофльтрации [4-6]. Целью данной работы является изучение возможности получения ТМ на основе фторводородсодержащих полимеров. В качестве объекта исследования выбраны ТМ на основе гидрофобной пленки поливинилденфторида (ПВДФ) - сополимере тетрафторэтилена с винилиденфторидом, а также мембраны на основе полиэтилентерефталата, модифицированные кремнийорганическими соединениями для придания им гидрофобных свойств.

Сложность задачи заключается в том, что фторводородсодержащие полимеры обладают высокой химической инертностью. Решение задачи заключается в повышении скорости химического травления облученных пленок ПФДФ при повышенных температурах и давлении. Исследование проводилось в сравнении с травлением хорошо изученных полимерных пленок полиэтилентерефталата. В ходе исследования было изучено влияние сенсibiliзирующих агентов - УФ – света и озонирова-

ния – на процесс травления треков в облученных пленках ПВДФ.

Литература

1. Alkhudhiri A., Darwish N., Hilal N. Membrane distillation: A comprehensive review // Desalination. 2012. V. 287. P. 2–18.
2. Shnider K., Van Gassel T.N. Membrane distillation // Chem.-Ing.-Techn. 1984. V. 56. № 7. P. 514-521.
3. Shofield R.W., Fane A.G., Fell C.J. Gas and vapour transport through microporous membranes. Membrane distillation // J. Memb. Sci. 1990. V. 53. P. 173-185.
4. Tomaszewska M. // Gryta M. Inz. Chem. Proc. 1992. V. 13. P. 359.
5. Smolders K. Franken A.C.M. // Desalination. 1989. V. 72. P. 249.
6. Basini L., D'Angelo G., Gobli M., Sarti G.C., Gostoli C. // Desalination. 1987. V.64. P. 245.

РАЗРАБОТКА МЕТОДОВ ПРОМЕЖУТОЧНОГО АНАЛИТИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ ОРТО-ЙОДГИПСУРОВОЙ КИСЛОТЫ И ЕЕ СОЛЕЙ

В.А. Федосенкова.¹, А.В. Капустян²

*¹- Обнинский институт атомной энергетики,
НИЯУ МИФИ, г. Обнинск*

*²- Научно-исследовательский физико-химический институт
им. Л.Я. Карпова, г. Обнинск*

Острая проблема современности – большое количество страдающих заболеваниями выделительной системы. Ранняя диагностика заболеваний позволяет проводить более эффективное лечение злокачественных новообразований мочевого пузыря и предстательной железы, что становится возможным благодаря различным фармацевтическим препаратам, одним из которых является радиофармацевтический препарат (РФП) «О-Йодгипсурат натрия, ¹³¹I».

Этот препарат используется в радиоизотопном исследовании почек и мочевыводящих путей: определении эффективного почечного кровотока, исследовании суммарной и раздельной сек-

реторной и выделительной способности почек и уродинамики верхних и нижних мочевыводящих путей, выявлении нарушений функции почек и мочевыводящих путей.

Основным производителем РФП «о-Йодгиппурат натрия, ¹³¹I. Раствор для инъекций» на территории Российской Федерации является АО «НИФХИ им. Л.Я. Карпова». С целью повышения качества лекарственного средства решено ввести дополнительный промежуточный контроль фармацевтической субстанции препарата по показателям (в соответствии с ОФС «Фармацевтические субстанции») химической чистоты, подлинности, содержания основного вещества и воды. Химическую чистоту можно оценить методами высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ), газовой хроматографии (ГХ) и тонкослойной хроматографии (ТСХ). Прецизионность и чувствительность метода ТСХ ниже, чем у ВЭЖХ, на точность результатов сильнее влияет человеческий фактор. ВЭЖХ по сравнению с ГХ позволяет проводить анализ в более мягких условиях и обеспечивает более высокую эффективность разделения.

Основные технологические примеси (орто-йодбензойная и бензойная кислоты), подлежащие контролю, образуются в процессе производства и хранения субстанции. Необходимость контроля примесей обуславливается их негативным воздействием на организм пациента и на качество жизни после лечения.

Анализ проводили на ВЭЖХ хроматографе Shimadzu LC-20AD с УФ детектором Shimadzu SPD-20A.

По сравнению с методикой Европейской фармакопеи 8 редакции «Sodium iodohippurate dihydrate for radiopharmaceutical preparations» добились уменьшения длительности анализа в 6 раз (с 12 минут до 2 минут) посредством увеличения скорости потока, уменьшением длины колонки и заменой растворителя (метанола на ацетонитрил). За счет сокращения времени анализа уменьшили расход растворителя. И благодаря замене метанола на менее токсичный ацетонитрил повысили безопасность работы и снизили вероятность вреда здоровью оператора.

При дальнейшей разработке условий анализа планируется учесть возможность отделения примесей пара-йодбензойной и мета-йодбензойной кислот; провести сравнение чувствительности различных детекторов. А также предполагается изучить в

сравнительном аспекте чувствительность и точность определения содержания основного вещества фармацевтической субстанции методами ВЭЖХ и титриметрии.

ОЧИСТКА ПРИРОДНОЙ ВОДЫ ОТ КАТИОНОВ СТРОНЦИЯ

Т.Д. Частиков, А.С. Шилина

*Обнинский институт атомной энергетики,
НИЯУ МИФИ, г. Обнинск*

Изотоп стронция-90, обладающий высокой миграционной способностью и значительным периодом полураспада (29,12 лет), являющийся аналогом кальция, по пищевым цепочкам имеет возможность попадать в организм человека и накапливаться там, создавая угрозу здоровью [1]. Стабильный изотоп также небезопасен. Так, предельно допустимая концентрация (ПДК) стабильного изотопа стронция в воде составляет 7 мг/дм³ (или 7 мг/л, т.к. 1 л = 1 дм³) [2]. В природных водах концентрация стронция может колебаться от 0.1 до 45 мг/л [3].

В работе представлены результаты по исследованию сорбции стронция на трех сорбентах, представляющих собой синтетические цеолитоподобные алюмосиликаты.

Во всех экспериментах концентрация стронция снижалась до значений на много меньших ПДК.

Также проводили эксперименты по очистке от стронция модельного раствора нитрата стронция, приготовленного на водопроводной воде. Добавляемая концентрация катионов стронция составляла 10 мг/л. Сорбцию проводили на базовом сорбенте и двух сорбентах, модифицированных катионами серебра. Результаты, полученные на атомно-эмиссионном спектрометре, показали, что сорбенты эффективно очищают воду не только от стронция, но и от ряда других элементов.

Для катионов стронция наблюдали довольно высокие коэффициенты извлечения, что говорит о перспективности используемых сорбентов для очистки воды. Наиболее эффективным ока-

зался алюмосиликатный цеолитоподобный сорбент, модифицированный катионами серебра из раствора нитрата серебра с концентрацией по Ag^+ 5 г/л. Сорбции стронция, не мешали присутствующие в воде катионы магния и кальция, превышающие концентрацию катионов стронция в 2 и 5 раз соответственно.

Таблица 1

Сорбция стронция из модельных водных растворов нитрата стронция

Сорбент	Концентрация Sr^{2+} , г/л		Коэффициент извлечения $K = C_{\text{исх.}} / C_{\text{кон.}}$
	до сорбции - $C_{\text{исх}}$	после сорбции - $C_{\text{кон.}}$	
Базовый $(\text{Na}_2\text{O})_x(\text{SiO}_2)_y(\text{Al}_2\text{O}_3)_z(\text{H}_2\text{O})_n$	10	0.115	87
	50	0.137	365
	100	0.140	714
Модифицированный катионами Ag^+ (1г/л). Модифицирующий раствор AgNO_3	10	0.054	185
	50	0.061	820
	100	0.072	1389
Модифицированный катионами Ag^+ (5г/л). Модифицирующий раствор AgNO_3	10	0.012	833
	50	0.015	3333
	100	0.021	4762
Модифицированный катионами Ca^{2+} (5г/л). Модифицирующий раствор $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$	10	0.007	1429
	50	0.008	6250
	100	0.010	10000
Модифицированный катионами Sr^{2+} (5г/л). Модифицированный раствором $\text{Sr}(\text{NO}_3)_2$ (5г/л)	10	0.007	1429
	50	0.007	7143
	100	0.009	11111

Литература

1. Скальный А.В. Химические элементы в физиологии и экологии человека. М.: Издательский дом «ОНИКС 21 век»: Мир, 2004. С. 181–182.
2. Гусева Т.В. Гидрохимические показатели состояния окружающей среды: справочные материалы/ Молчанова Я.П., Заика Е.А., Лебединская Л.А. и др. М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2005. 176 с.
3. Ершов А.В., Силин И.И., Кривова Ю.С., Губарева Т.И. Аномалии природного стронция в питьевых водах Калужской обл. // Вестник новых медицинских технологий. 2006. Т. XIII. № 4. С. 161.

СЕКЦИЯ 6. ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ДЕЙСТВИЯ НЕИОНИЗИРУЮЩЕГО И ИОНИЗИРУЮЩЕГО ИЗЛУЧЕНИЯ

6.1. ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ДЕЙСТВИЯ НЕИОНИЗИРУЮЩЕГО ИЗЛУЧЕНИЯ

ВЛИЯНИЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ 1800 МГц НА ПЛОДОВИТОСТЬ *DROSOPHILA MELANOGASTER*

М.А. Бакиаева, А.С. Шафорова

Институт радиобиологии НАН Беларуси, г. Гомель, Белоруссия

Одним из наиболее удобных биологических тест-объектов для изучения влияния антропогенных факторов, как известно, является *Drosophila melanogaster*. Целью нашей работы было оценить репродуктивную способность *Drosophila melanogaster*, линии *Canton S*, wild-type, после воздействия в диапазоне мобильной связи (1800 МГц).

Контрольных и опытных мух содержали при температуре 25°C и искусственном режиме освещения день/ночь – 12/12 ч на питательной среде следующего состава: агар 0,7%, сахароза 3%, крупа манная 3%, изюм 1,5%, дрожжи пекарские 3%, дрожжевой экстракт 0,5%, piragin (10% р-р в этаноле) 1%, пропионовая кислота 0,5%.

Для эксперимента получали синхронизированную популяцию [1]. Полученную суспензию яиц раскапывали по пробиркам с питательной средой из расчета 100 яиц на виалу. На 9-е сутки после посадки отбирали вылетевших мух, разделяли по полу и рассаживали в пробирки с питательной средой по 40 особей/пробирку. Затем в течение 2-х дней экспериментальных животных подвергали 2-часовому воздействию на установке ЭМИ.

Источником ЭМИ являлась экспериментальная установка мобильной связи, изготовленная в Белорусском государственном университете информатики и радиоэлектроники (БГУИР), позволяющая имитировать сигнал сотового телефона (1800

МГц) в режиме разговора. Плотность потока электромагнитной энергии находилась в пределах $2,0 - 20,0$ мкВт/см².

Облучению подвергали только что вылетевших самцов и/или самок. Формировали группы по 10 самцов и 10 самок на виауи оставляли на 3 суток для спаривания. Репродуктивную способность определяли как число F₁ куколок/самку.

Анализ полученных результатов показывает достоверное снижение количества куколок/самку на 7,7% ($p < 0,1$) при спаривании облученных самцов с необлученными самками по сравнению с контролем. При облучении самок, а также животных обоих полов наблюдается недостоверная тенденция к снижению анализируемого параметра.

По данным Dimitris Panagopoulos с коллегами, при 2-кратном 5-минутном воздействии в течение первых 2-х суток на самцов и самок *Drosophila melanogaster* линии *OregonR, wild-type*, ЭМИ диапазона мобильной связи 900 МГц в режиме моделирования разговорной речи наблюдается достоверное снижение репродуктивной способности на 60% [2].

Литература

1. Markow T.A., Beall S., Matzkin L.M. Egg size, embryonic development time and ovoviviparity in *Drosophila* species // *J. Evol. Biol.* 2009. V. 22(2). P. 430-434.

2. Panagopoulos D.J., Karabarbounis A., Margaritis L.H. Effect of GSM 900 MHz Mobile Phone radiation on the Reproductive capacity of *Drosophila melanogaster* // *Electromagnetic biology and medicine.* 2004. V. 23. No. 1. P. 29-43.

К ОЦЕНКЕ ВЛИЯНИЯ ФАКТОРОВ, ВОЗНИКАЮЩИХ ПРИ РАБОТЕ ПЕРСОНАЛЬНЫХ КОМПЬЮТЕРОВ И ИСПОЛЬЗОВАНИИ МОБИЛЬНЫХ ТЕЛЕФОНОВ

*В.В. Белоус¹, Е.С. Потапина¹, Г.А. Верзилина¹, М.С. Коваль¹, С.Г.
Яценко¹, С.Ю. Рыбалко²*

¹ - Медицинская академия

КФУ им. В.И. Вернадского, г. Симферополь, Россия

² - Физико-технический институт,

КФУ им. В.И. Вернадского, г. Симферополь, Россия

Использование мобильных телефонов (МТ) и персональных компьютеров (ПК) не только облегчает нашу жизнь, но и порождает ряд вопросов и проблем, которые требуют дальнейшего изучения. По результатам экспериментальных исследований можно с уверенностью сказать, что человек находится под постоянным воздействием ЭМИ, последствия которых наступают уже через 15-20 лет или в более короткие сроки [1]. В исследовании [2] воздействия электромагнитных излучений (ЭМИ) ПК на течение и исход беременности, установлено образование в организме антител под воздействием ЭМИ, повреждающих плод при развитии. Возрастает частота гестозов и риск самопроизвольных выкидышей [3], при этом экспозиционная доза в 20 часов в неделю считается критической. Имеются данные, что ЭМИ мобильных телефонов ухудшают лабораторные показатели мужской спермы.

Цель нашей работы – изучить влияния работы на ПК и пользования МТ на самооценку физиологического состояния молодого человека.

Для достижения поставленной цели была создана анкета, включающая жалобы, появление которых респонденты могли – бы связать с использованием МТ и ПК, наличие аллергий, длительность и качество ночного сна. В анкетировании приняли участие студенты обоего пола 1–6 курсов Медицинской академии. Средний возраст юношей составил $21,08 \pm 2,36$ год, девушек - $20,93 \pm 1,98$ лет. С учетом гендерного разделения выявлено: у девушек количество разговоров по МТ в сутки составляет

8,61±1,35, а длительность – 107,37±21,61 мин, что превышает на 69,49% и 81,36% аналогичные результаты у юношей (5,08±0,18 и 59,24±8,32, соответственно). При этом 8,64% юношей отметили ухудшение общего состояния, 9,88% - головную боль, 9,78% - снижение работоспособности. У девушек подобные жалобы предъявили 12,33%, 23,29%, 21,55%, соответственно. Таким образом, частота предъявляемых жалоб у девушек была выше более чем в два раза. Оценивая результаты анкетирования, касающиеся работы на ПК следует отметить, что длительность работы юношей составила 195,24±18,27, а девушек – 150,13±21,03 мин, что на 23,08% меньше, при этом частота жалоб у девушек оставалась выше (от 17,92% до 62,51% по разным категориям). Длительность разговоров по МТ и работы на ПК коррелирует с инсомнией как у юношей, так и у девушек ($R=0,651$, $p<0,01$ и $R=0,879$, $p<0,001$, соответственно). Учитывая корреляцию между средним суточным временем разговоров по МТ, длительностью работы на ПК и возникновением жалоб общего характера и инсомнией, можно сделать вывод о наличии пагубного влияния рассматриваемых факторов на самочувствие молодого человека. Кроме того, следует учитывать, что на женский организм данные факторы действуют более сильно.

Литература

1. Прищенко А.В., Овчаренко М.С. Результаты экспериментальных исследований влияния напряженности электрического поля мобильных телефонов (смартфонов) на организм человека // Перспективы науки – 2016, материалы IV международного заочного конкурса научно-исследовательских работ. 2016. С. 43-51.
2. Коломиец И.А. Оценка генотоксического действия факторов электромагнитной природы // Вестник Челябинского государственного университета. 2008. Вып. 1. №4 (105). С. 146-148.
3. Старцева Н.В., Савельева М.В., Швецов М.В. Прогнозирование частоты гестоза при анемическом синдроме у беременных женщин // Материалы конференции «Естественные роды XXI века». Ярославль, 2009. С. 45-51.

ВЛИЯНИЕ НЕИОНИЗИРУЮЩЕГО ИЗЛУЧЕНИЯ НА ОРГАНИЗМ ЧЕЛОВЕКА

Д.В. Волошин, С.Г. Яценко

Медицинская академия,

КФУ им. В.И. Вернадского, г. Симферополь, Россия

Видимый спектр неионизирующего излучения стимулирует ЦНС, возбуждая зрительный нерв. Оно оказывает положительное влияние на эмоциональное состояние человека, функцию сердечно-сосудистой системы, эндокринной системы. Разные цвета по-разному стимулирует ЦНС: красный цвет оказывает возбуждающий эффект, синий цвет – тормозит. [1]

Сильно интенсивный свет может воздействовать на сетчатку глаза, вплоть до разрушения светочувствительных элементов (палочек и колбочек) и развития ретинита (воспаления сетчатки). Поэтому рекомендуется выбирать интенсивность искусственного освещения в пределах 40-50 люкс для жилого помещения и 150-300 люкс для учебного/рабочего помещения.

Сменой режима освещения регулируется гормональный фон организма человека – выработка мелатонина (в темную фазу суток), который регулирует циркадный ритм, влияющий на выработку всех гормонов организма человека. При избыточном освещении могут наблюдаться различные эндокринные патологии, нарушения сна (вплоть до бессонницы), ускоряются процессы старения, снижается противоопухолевый иммунитет организма. Не рекомендуется проводить много времени в ночное время суток под искусственным освещением, что может привести к снижению иммунитета и нарушению сна. [2]

Электромагнитное излучение преимущественно влияет на нервную систему, нарушая синаптическую передачу нервного импульса от нейрона к нейрону, что ведет к нервным расстройствам. Под воздействием ЭМИ угнетаются процессы иммуногенеза, изменяется характер инфекционного процесса, стимулируется гипотизарно-адреналовая система, что сопровождается увеличением концентрации адреналина в крови и активации системы свертывания крови. [3]

Нами был проведен опрос среди 25 студентов. Он включал в себя два этапа – опрос до занятия и через 2 часа занятий в комнате, оборудованной люминесцентными лампами. Данные опроса представлены в табл.1.

При анализе полученных данных было установлено, что при длительном воздействии люминесцентных ламп у многих студентов появилось недомогание и головная боль, а у нескольких увеличилось ЧСС и появилась раздражимость. Также была выявлена связь между занятием при люминесцентных лампах в ночное время суток с снижением иммунореактивности организма и нарушением сна.

В результате исследования рекомендуется: снизить работу с искусственным освещением после 20:00, применять лампы с уменьшенным эффектом «стробоскопа» и специальным фильтром, делать небольшие перерывы каждые 30 минут.

Таблица 1

Данные опроса.

Вопросы	До	После
1. Недомогание	6	11
2. Повышена ЧСС	0	4
3. Болит голова	4	9
4. Раздражимость	0	5
5. Занимаются после 20:00 при люминесцентных лампах	17	
6. Нарушен сон	13 (12 из них занимаются ночью при люм. лампах)	
7. Часто болеют	16 (13 из них занимаются ночью при люм. лампах)	

Литература

1. Стожаров А.Н. Медицинская экология: учеб. пособие. Минск: Выш. шк., 2007. 368 с.
2. Архангельский В.И., Кириллов В.Ф. Гигиена с основами экологии человека: учеб. пособие. Москва: ГЭОТАР, 2012. 176 с.
3. Пивоваров Ю.П., Королик В.В., Подунова Л.Г. Гигиена и экология человека: учеб. пособие. Москва: Академия, 2016. 400 с.

К ВОПРОСУ О БЕЗОПАСНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МОБИЛЬНЫХ ТЕЛЕФОНОВ

Е.П. Золкина, Л.А. Бондарева

*Орловский государственный университет им. И.С. Тургенева,
г. Орёл, Россия*

Распространение средств мобильной связи привело к тому, что на сегодняшний день практически у каждого человека на нашей планете имеется мобильный телефон. При этом вопросы безопасности его эксплуатации и влияния мобильного телефона на организм человека неизменно поднимаются и не находят однозначных ответов. Общеизвестным и общепризнанным фактом является лишь то, что мобильный телефон является источником электромагнитного излучения, которое направленно действует в область головы человека. Допустимый уровень воздействия ЭМИ на организм человека устанавливается европейскими и американскими стандартами по показателю SAR (Specific Adsorption Rate), т.е. удельной поглощенной мощности ЭМИ, выраженной на единицу массы тела или ткани. В США SAR равна 1,6 Вт/кг, в Европе она больше и равна 2 Вт/кг.

Для определения SAR принята «тепловая методика», т.е. оценивается тепловой эффект в биологической ткани, возникающий при использовании мобильного телефона. Приведенные нормы SAR гарантируют не нарушение теплового баланса, в частности при значении этого показателя, равном 2 Вт/кг, увеличение температуры в тканях должно быть не более чем на 0,3 °С [1]. Однако у многих потребителей все чаще возникают вопросы, связанные с ощущением локального нагрева области наружного уха во время сеанса сотовой связи. Наибольший интерес, безусловно, вызывает вероятность нагрева внутренних структур уха и головы человека. В связи с этим было проведено экспериментальное исследование, целью которого являлось определение изменения температуры в области барабанной перепонки во время использования мобильного телефона.

Исследование было проведено с использованием инфракрасного бесконтактного термометра Sensitec. В эксперименте

участвовало 20 человек в возрасте от 22 до 71 года. Все телефоны, задействованные в эксперименте, имели значение SAR, не превышающее 1,6 Вт/кг, а длительность разговора ограничивалась 30 минутами. Анализ полученных результатов показал, что в процессе разговора в области барабанной перепонки наблюдался нагрев, среднее значение которого составило $2,52 \pm 0,2$ °C. Происходящие изменения носят закономерный характер и были отмечены у всех испытуемых.

Зафиксированные изменения температуры в несколько раз превышают значения, задекларированные при нормировании SAR мобильных телефонов. Температура барабанной перепонки соответствует температуре гипоталамуса головного мозга человека, так как значение температуры крови в области барабанной перепонки максимально приближено к значению температуры крови, которой питается гипоталамус. В процессе жизнедеятельности температура тканей мозга может повышаться на 1 °C без видимых последствий [2], но в результате эксперимента это значение было превышено в 2,5 раза.

Несмотря на большое количество исследований влияния теплового и нетеплового воздействия мобильных телефонов, в вопросах безопасности их использования нет единого мнения. В частности, на современном этапе в вопросах теплового воздействия ЭМИ на человека установлены четкие нормы нормируемого показателя, есть конкретные значения нагрева. Проблемой остается только то, что эти нормы существенно превышаются при использовании телефона, и это превышение хорошо ощущается каждым абонентом даже без применения специальных приборов.

Литература

1. Radiation and nuclear reviews. Radio waves and our environment. STUK. Radiation and Nuclear Safety Authority, 2009.
2. IEEE Std C95.1-2005. IEEE Standard for Safety Levels with Respect to Human Exposure to Radio Frequency Electromagnetic Fields, 3 kHz to 300 GHz. Approved 3 October 2005.

ИЗУЧЕНИЕ МУТАГЕННЫХ СВОЙСТВ УФ-СВЕТА ПО МОРФОЛОГИЧЕСКИМ И ФИЗИОЛОГО- БИОХИМИЧЕСКИМ ЭФФЕКТАМ У *E.Coli*

О. Митина¹, Д. Кузенкова¹, Д. Карбовский¹, И. Бормотов¹,
Е.П. Пименов², В.Н. Тихонов², А.В. Тихонов², Е.И. Сарапульцева¹

¹ – Обнинский институт атомной энергетики,
НИЯУ МИФИ, г. Обнинск

² – Всероссийский научно-исследовательский институт
радиологии и агроэкологии, г. Обнинск, Россия

Ультрафиолетовое излучение (УФИ) – электромагнитное излучение в диапазоне длин волн от 10 до 400 нм. При поглощении квантов УФИ в организме протекают фотохимические и фотобиологические реакции: разрушение белковых молекул (фотолиз); образование сложных биологических молекул (фотобиосинтез), в том числе с новыми физико-химическими свойствами (фотоизомеризация), и образование биорадикалов. В естественных условиях коротковолновое УФС-излучение (КУФ) с длинами волн 200–280 нм практически полностью поглощается озоновым слоем атмосферы, однако через «озоновые дыры» может достигать поверхности Земли. Известно, что КУФ обладает бактерицидными и мутагенными свойствами, вызывая, в том числе, рак кожи. УФИ в диапазоне длин волн около 254–265 нм хорошо проникает сквозь стенку клетки микроорганизма и поглощается ДНК, вызывая мутации и нарушение воспроизводства клетки. Данный механизм распространяется на клетки любого организма. Именно этим обусловлена опасность жесткого (коротковолнового) УФИ.

В работе исследованы эффекты действия КУФ с длиной волны 254 нм от ртутной газоразрядной лампы низкого давления TUV-36 Siemens (которое близко к максимальному значению спектральной бактерицидной эффективности поглощению УФ молекулами ДНК) [1] по изменению морфологических и физиолого-биохимических свойств дикого штамма *E.coli* B₂.

Облучение *E.coli* проводили на установке для предпосевного УФ-С облучения семян сельскохозяйственных культур с экспо-

зиями 7 и 13 мин (в дозах 0,63 и 1,17 Дж·см⁻² соответственно) в открытых чашках Петри через сутки культивирования на МПА при t=37 °С. Через 2–3 ч после облучения приступали к посевам контрольного и облученных образцов на дифференциальные и универсальные среды для качественного и количественного анализов [2].

Характеристику роста *E.coli* проводили на среде ЭНДО, учет численности – на МБА. В контроле численность клеток составила 2,48·10⁹ КОЕ/мл, после облучения 8,7–12,6·10⁷ КОЕ/мл, что указывало на снижение выживаемости.

Морфологические свойства оценивали на препарате, окрашенном по Граму. Клетки из контрольного образца имели форму утолщенных одиночных палочек 0,1–0,2 мкм в длину и 0,02–0,05 мкм в ширину, Гр (-), без спор и жгутиков. Клетки из облученного в дозе 1,17 Дж·см⁻² собирались в конгломераты по три и более вытянутых в длину палочковидных клеток, что указывало на морфологические нарушения после УФИ.

Биохимические свойства оценивали по использованию *E.coli* ацетата натрия и крахмала, окислению лактозы и глюкозы, индолообразованию, подвижности и по чувствительности к ряду антибиотиков. После УФ-облучения в дозе 1,17 Дж·см⁻² наблюдали нарушение всех изучаемых свойств, характерных для необлученных клеток *E.coli* (контрольный образец). При облучении в дозе 0,63 Дж·см⁻² качественный анализ выявил промежуточные характеристики исследуемого штамма, что указывало на частичные повреждения клеток и нарушение их биохимической активности.

Сделан вывод, что УФС-облучение в исследуемых дозах вызывает бактерицидный эффект, связанный, возможно, с появлением мутаций у облученных клеток *E.coli* B₂.

Литература

1. Мясник М.Н., Скворцов В.Г., Соколов В.А. Фотобиологические аспекты радиационного поражения клеток. М.: Энергоатомиздат, 1985.
2. Сарапульцева Е.И. Лабораторный практикум по курсу «Микробиология»: уч. пособие для студентов. Обнинск: ИАТЭ НИЯУ МИФИ, 2013.

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ НА РАЗВИТИЕ СЕМЯН ПШЕНИЦЫ ЯРОВОЙ

Е.В. Мищенко, А.Н. Никитин, Д.В. Сухарева

*Институт радиобиологии Национальной академии наук
Беларуси, г. Гомель, Белоруссия*

Поиск новых высокоэффективных методов повышения всхожести семян ведется биологами всего мира. Открытия в области физики, связанные с созданием оптических квантовых генераторов – лазеров, значительные успехи в радиобиологии, направленные на выяснение физических и биологических процессов, протекающих в растительных организмах под влиянием ионизирующих излучений, создали предпосылки для использования электромагнитных полей и излучений в различных отраслях сельскохозяйственного производства. Электромагнитные поля являются физическим фактором среды, который оказывает существенное влияние на живые организмы различного уровня сложности. Поэтому данный вид излучения находит применение в медицине, в некоторых отраслях промышленности и сельском хозяйстве [1, 2].

Анализ влияния облучения ЭМИ мм-диапазона прорастающих семян пшеницы яровой позволил установить выраженное воздействие на рост и продуктивность пшеницы на ранних этапах развития. В частности, режимы облучения, с частотой волны 55 ГГц и 66 ГГц привели к достоверному увеличению длины надземной части растений. Она увеличилась на 7–10%, по отношению к контрольным значениям.

На среднюю массу надземных частей растений достоверное влияние оказало только относительно непродолжительное облучение. Увеличение времени ЭМИ-облучения с 15 до 150 минут существенно уменьшает массу надземных частей растений, делая ее близкой к контрольным значениям. Эффект 15-минутного облучения с частотой 66 ГГц имеет тенденцию к более сильному воздействию на биомассу надземных частей растений по сравнению с эффектом от облучения с частотой 55 ГГц.

Анализ состояния корневой системы позволил выявить противоположную закономерность по сравнению с надземной частью. Все экспериментальные варианты кроме 15-минутного облучения с частотой 66 ГГц подавляют развитие подземных частей растений. Масса корневой системы снижена на 20–30% во всех вариантах, кроме названного выше, в котором наблюдается лишь слабая тенденция к уменьшению массы подземных частей.

Литература

1. Гуляев Ю.В., Тамбиев А.Х. Миллиметровые волны и фотосинтезирующие организмы // Радиотехника. 2003. 175 р.
2. Бецкий О.В., Кислов В.В., Лебедева Н.Н. Механизмы биологического действия низкоинтенсивного электромагнитного излучения крайней высокой частоты // Миллиметровые волны в медицине и биологии. Москва, 2007. Р. 207-210.

ЛАЗЕРОТЕРАПИЯ В ЛЕЧЕНИИ САХАРНОГО ДИАБЕТА II ТИПА И ЕГО ОСЛОЖНЕНИЙ

Т.А. Новицкая, В.О. Лемешевский, А.Н. Батян

Международный государственный экологический институт им. А.Д. Сахарова, БГУ, г. Минск, Белоруссия

Проблема сахарного диабета (СД) чрезвычайно актуальна во всем мире в связи с постоянно растущей распространенностью заболевания, приобретающей характер пандемии.

В мире численность пациентов с СД в 2015 г. составила 415 млн. человек, распространенность заболевания среди населения – 9%, при этом диагностировано только порядка 50% случаев.

В Республике Беларусь по состоянию на 01.01.2016 г. на диспансерном учете находится 287 976 пациентов с СД, в том числе с СД I типа – 17 026 человек, СД II типа – 268 092 человек, гестационным сахарным диабетом – 407, другими специфически типами диабета – 1 798. В 2015 г. впервые установлен диагноз сахарного диабета у 27 084 человек, (увеличение на 6-10% в год в течение последних 5 лет). В общей структуре распро-

страненности диабета в Беларуси СД II типа занимает 93%. Первичная заболеваемость СД на начало 2016 г. составила всего – 305,13 на 100. тыс. населения, в том числе СД I типа – 8,52; СД II типа – 285,24. Общая заболеваемость СД – 3 030,3 на 100 тыс. населения.

СД II типа развивается в результате неэффективного использования инсулина организмом. Данный тип диабета распространен шире, что в значительной мере является результатом лишнего веса и физической инертности населения. СД II типа сложно диагностировать, так как он часто обладает слабо выраженной симптоматикой и обнаруживается на этапе появления сопутствующей патологии. Основными осложнениями при данном заболевании являются: поражение почек, сосудов, зрения, нервной системы. Перечисленные осложнения могут приводить к инвалидизации, поэтому поиск новых путей лечения и снижения уровня осложнений является актуальным на данный момент. В этой связи приоритетным является выбор методов лечения, обладающих многогранным воздействием на организм. К числу таких методов относится воздействие низкоинтенсивным лазерным излучением (НИЛИ).

НИЛИ относят к электромагнитному излучению оптического диапазона. Низкоинтенсивное лазерное излучение невысокой мощности – до 20 мВт, с длиной волны 632 нм может воздействовать на начальные механизмы клеточной регуляции, изменяя состояния мембран клеток с повышением их функциональной активности, обменные процессы, может повышать метаболизма, стимулировать микроциркуляцию, окислительно-восстановительные процессы, а также повышать устойчивость организма. Преимуществом использования гелий-неонового излучения является то, что это воздействие на организм не приводит его к состоянию стресса. При этом лазерное излучение имеет не так много противопоказаний, к которым можно отнести индивидуальную непереносимость, лихорадочные состояния, наличие доброкачественных или злокачественных новообразований.

В данный момент в науке нет единого мнения о механизмах действия лазера на организм и его отдельные системы, а также на патологический очаг. Считается, что вариабельность и системный

характер вторичных биохимических и физиологических эффектов НИЛИ крови объясняется многообразием фотоакцепторов и запускаемых первичных фотобиологических реакций на различных уровнях. Выделяют следующие этапы взаимодействия лазера с биологическим объектом: поглощение кванта света и внутримолекулярное перераспределение энергии, межмолекулярный перенос энергии и первичные фотохимические реакции, биохимические процессы с участием фотопродуктов, вторичные фотобиологические реакции и общефизиологический ответ организма на действие света.

Таким образом, изучению подлежит ряд вопросов: какой метод воздействия НИЛИ на организм при СД является необходимым, каким должно быть время воздействия излучения на организм для появления терапевтического эффекта, какой длительности должен быть курс лечения.

ИЗУЧЕНИЕ ГЕНЕТИЧЕСКОЙ НЕСТАБИЛЬНОСТИ КЛЕТОК ПОСЛЕ ДЕЙСТВИЯ КОРОТКОВОЛНОВОГО УЛЬТРАФИОЛЕТОВОГО ИЗЛУЧЕНИЯ

М.Ю. Подобед¹, А.В. Хрячкова², Е.С. Евстратова¹

¹ – Медицинский радиологический научный центр им. А.Ф. Цыба, НМИРЦ, Минздрав России, г. Обнинск, Россия

² ГНЦ РФ – Физико-энергетический институт им. А.И. Лейпунского, г. Обнинск, Россия

Целью данной работы является изучение генетической нестабильности дрожжевых клеток после действия УФ-света. Одним из преимуществ использования дрожжевых клеток является возможность изучения влияния ploидности клеток на их генетическую нестабильность. Результаты такой работы были опубликованы недавно после действия ионизирующего излучения [1]. Известно, что УФ-излучение является одним из видов неионизирующих электромагнитных излучений, вызывающих онкологические заболевания кожи и глаз [2]. Однако практически не имеются публикации, посвященные количественной оценке

генетической нестабильности клеток, облученных УФ-излучением. К проявлениям генетической нестабильности наряду с дестабилизацией хромосом, соматическими мутациями, изменением чувствительности к действию ионизирующих излучений и других вредных факторов относят отсроченную репродуктивную гибель клеток [3].

С конца прошлого века регистрируется уменьшение толщины озонового слоя, что привело к увеличению частоты раков кожи в Австралии и Южной Америке [2]. Следовательно, УФ-излучение может индуцировать генетическую нестабильность, включая задержку формирования колоний выжившими после облучения клетками. Этой проблеме и посвящена данная работа.

В опыте использовали гаплоидные (S288C) и диплоидные (XS800) штаммы дрожжей *Saccharomyces cerevisiae* дикого типа. УФ-облучению (254 нм, интенсивность 1,5 Вт/м²) подвергали тонкий слой (2 см) суспензии клеток. Количественно эффект генетической нестабильности оценивался процентом колоний, сформированных позже контроля выжившими после УФ-облучения клетками. Каждый опыт повторяли 3–5 раз.

Зависимость эффекта позднего формирования колоний дрожжевыми клетками от продолжительности воздействия ультрафиолетового излучения показывает его более выраженное проявление для диплоидных, чем гаплоидных клеток. Диплоидные клетки после воздействия ультрафиолетового излучения характеризуются сигмоидной формой кривой зависимости выживаемости от дозы. Такая же форма кривой была получена и для гаплоидного штамма, но с менее выраженным «плечом репарации в области малых доз». Сделан вывод, что генетическая нестабильность клеток после УФ-облучения в большей степени детерминируется плоидностью клеток, а не формой кривой выживаемости и их способностью восстанавливаться от повреждений, индуцируемых УФ-излучением.

Полученные результаты связаны с плоидностью клеток, т.е. генетическая нестабильность в большей степени выражена для клеток, содержащих двойной набор хромосом. Не исключено, что некоторые УФ-повреждения одной из гомологичных хромосом у диплоидных клеток не являются летальными, но проявляются в задержке формирования колоний. Часть таких поврежде-

ний может в меньшей степени проявляться для гаплоидных клеток с одним набором хромосом.

Литература

1. Евстратова Е.С., Переклад О.В., Петин В.Г. Зависимость радиационно-индуцированной генетической нестабильности от пloidности дрожжевых клеток // Радиация и риск. 2016. Вып. 25(4). С. 80–89.
2. Петин В.Г. Биофизика неионизирующих физических факторов окружающей среды. Обнинск: МРНЦ РАМН, 2006. 265 с.
3. Little J.B. Radiation-induced genomic instability // Int. J. Radiat. Biol. 1998. V. 74. № 6. P. 663–671.

ИССЛЕДОВАНИЕ АНТИОКСИДАНТНЫХ СВОЙСТВ ВЫТЯЖКИ ЛУКА РЕПЧАТОГО *ALLIUM SERA* МЕТОДОМ БИОТЕСТИРОВАНИЯ

*Н.Б. Савина, Д.В. Ускалова, Е.С. Маркина, А.В. Поляков,
Ю.Д. Соколова, Е.И. Саранульцева
Обнинский институт атомной энергетики,
НИЯУ МИФИ, г. Обнинск*

Известно, что электромагнитные поля (ЭМП), широко применяемые в медицине, промышленности и быту, могут вызывать окислительный стресс в клетках, приводя к патологическим процессам в организме [3]. Антиоксидантные системы клеток могут быть неэффективны в его нейтрализации. Поэтому актуальным является поиск дополнительных источников антиоксидантов. Известно, что в тканях лука репчатого *Allium sera* содержится флавоноид кверцетин (3,3',4',5,7-пентагидроксифлавонон). Благодаря наличию в молекуле большого числа гидроксильных групп и конъюгированных π -орбиталей, данное химическое соединение может выступать донором электронов или водорода, связывая H_2O_2 и окисляя супероксид-анион радикал [2].

Целью работы было исследование антиоксидантных свойств компонентов вытяжки покровных тканей *A. sera* в восстановле-

нии метаболической активности ракообразных *Daphnia magna*, облученных в низкоинтенсивном ЭМП.

Для проведения эксперимента односуточных *D. magna* облучали с частотой 900 МГц и плотностью потока энергии (ППЭ) 100 мкВт/см² в течение суток. Затем облученную выборку делили на две группы по 50 особей и помещали: (1) в культуральную воду, (2) в водный луковый раствор, обеспечивающий не менее 90% выживаемости рачков к четвертым суткам. Одновременно готовили две выборки необлученных *D. magna* и по 50 особей помещали: (3) в культуральную воду и (4) в водный луковый раствор с аналогичной группе (2) концентрацией экстракта. Изменение метаболической активности оценивали МТТ-тестом [1] по оптической плотности (ОД) на планшетном иммуноферментном анализаторе “StatFax” 2100 (“Awareness Technology”, США, VIS-модель) при длине волны 492 нм.

Получены предварительные результаты, согласно которым ОД в группах (3) и (4) значимо не отличалась, что позволило объединить эти группы в единый контроль. На рис. 1 представлены средние значения ОД в группах (1), (2) и (3+4) со стандартными ошибками. В каждой точке не менее трех значений.

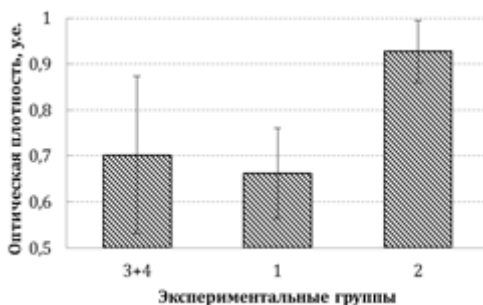


Рис. 1. Значения оптической плотности в образцах *Daphnia magna*

По полученным результатам можно сделать предположение, что 1) низкоинтенсивное радиочастотное ЭМИ вызывает снижение метаболической активности *D. magna* за счет окислительного стресса и 2) лук *A. scera*, в тканях которого содержится кверцетин, является природным антиоксидантом, подавляющим

окислительный стресс. Эти выводы требуют дальнейшего исследования.

Литература

1. Cancer Cell Culture. Methods and Protocols. / Ed.I.A. Cree. Second ed. Springer New York Dordrecht Heidelberg London: Human Press, 2011. P. 237–244.

2. Heijnen C.G. M., Haenen G.R.M.M., Van Acker F.A.A., Van Der Vijgh W.J.F., Bast A. Flavonoids as peroxynitrite scavengers: the role of the hydroxyl groups // Toxicology in Vitro. 2001. V. 15 (1). P. 3–6.

3. Panagopoulos D.J. Analyzing the health impacts of modern telecommunications microwaves // Advances in Medicine and Biology. 2011. V. 17. Ch. 1. Hauppauge, NY: Nova Science Publishers, Inc. P. 1–50.

СРАВНЕНИЕ ЦИТОТОКСИЧЕСКОГО ЭФФЕКТА ЭМИ У *DAPHNIA MAGNA* и *DUGESIA TIGRINA*

Д.В. Ускалова, Е.С. Маркина, К.В. Устенко

*Обнинский институт атомной энергетики,
НИЯУ МИФИ, г. Обнинск*

МТТ-метод, ранее широко применяемый *in vitro* на клеточных культурах для тестирования радиофармпрепаратов на цитотоксичность, является интегральным тестом для оценки метаболической активности и основан на способности дегидрогеназ активно пролиферирующих клеток восстанавливать неокрашенные формы 3-(4,5-диметилтиазол-2-ил)-2,5-дифенилтетразола (МТТ) до голубого фармазана [1]. Показатель суммирует активность митохондриальных дегидрогеназ, в первую очередь сукцинатдегидрогеназы и других оксидаз, которые катализируют свободнорадикальные процессы в дыхательной цепи с образованием короткоживущего супероксид-анион радикала, а также широкого спектра долгоживущих активных форм кислорода, вызывающих окислительный стресс.

В данной работе метод был применен для сравнительной оценки эффектов электромагнитного излучения с параметрами сотовой связи на организменном уровне у двух тест-объектов –

рачков *Daphnia magna* и планарий *Dugesia tigrina*. В модельных экспериментах 1-суточных рачков *D. magna* облучали на частоте 900 МГц с плотностью потока энергии 100 мкВт/см² в течение 5 сут. МТТ-анализ проводили сразу после облучения в образцах, содержащих по 50 особей из каждой контрольной и дозовой групп. Планарий размером около 10 мм декапитировали и облучали с теми же параметрами в течение 4 сут. Анализ проводили на следующие сутки после облучения в образцах, содержащих по одной особи. Согласно методике МТТ-анализ проводили по изменению оптической плотности суспензии клеток в ресуспендированных образцах. Результаты обработаны в программе STATISTICA 12. Значимость отличия от контроля оценена тестом Манна-Уитни.

Обнаружено, что электромагнитное излучение с исследуемыми параметрами вызывает снижение оптической плотности, а, следовательно, метаболической активности в образцах обоих видов водных беспозвоночных. Цитотоксический эффект облучения коррелировал с радиационно-индуцированным снижением выживаемости у дафний ($r = 0,96$) и со снижением регенерационной активности у планарий ($r = 0,9$).

Таким образом, было показано, что МТТ-тест может быть применен на разных тест-объектах для оценки радиационных эффектов в опытах *in vivo*.

Литература

1. Cancer Cell Culture. Methods and Protocols. / Ed.I.A. Cree. Second ed. Springer New York Dordrecht Heidelberg London: Human Press, 2011. P. 237–244.

ВЛИЯНИЕ ВИДИМОГО СВЕТА НА ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТЬ ЧЕЛОВЕКА

А.А. Щербенёва¹, С.Г. Яценко¹, С.Ю. Рыбалко²

*¹ – Медицинская академия имени С.И. Георгиевского
КФУ им. В.И. Вернадского, г. Симферополь, Россия*

*² – Физико-технический институт
КФУ им. В.И. Вернадского, г. Симферополь, Россия*

Свет как элемент жизненной среды человека представляет собой один из основных факторов важнейшей медико-биологической проблемы современности - организм и среда.

В 2002 г. Дэвид Берсон обнаружил в сетчатке млекопитающих новый тип фоторецепторов, который отвечает за биологическое воздействие света [1]. Чувствительность нового фоторецептора неодинакова к свету различных длин волн. Авторами [2] показано, что оптическое излучение в диапазоне $\lambda = 430-470$ нм оказывает прямое воздействие на образование в организме человека мелатонина. Спектр действия эффекта так называемой «опасности голубого света» расположен довольно близко к функции циркадной эффективности [3]. Этот факт указывает на необходимость учета мощности излучения и спектра при оценке условий освещения. Кроме того, для световой адаптации важно обеспечить не только уровень освещенности, но и цвет. Отмечено, что высокие уровни освещенности на поверхностях внутри помещений или на предметах, которые редко попадают в поле зрения, не оказывают значительного биологического воздействия, а важно количество света, попадающего непосредственно в глаз наблюдателя [4].

Естественное и искусственное освещение в помещениях регламентируется нормами СНиП 23-05-95. Однако, в последнее время, появились новые источники освещения (компактные люминисцентные и светодиодные лампы).

Целью нашего исследования явилось изучение влияния ламп накаливания (ЛН), люминисцентных (ЛЮМ) и светодиодных (СД) на биологический возраст человека, оценка эффективности и необходимости разработки новых норм и правил проектиро-

вания качественных осветительных установок, опираясь на исследования биологических эффектов видимого света.

Материалы и методы. Было проведено анкетирование 174 молодых людей обоих полов в возрасте $21 \pm 1,21$ на предмет использования в быту различных источников искусственного освещения (лампы накаливания (ЛН), люминисцентные (ЛЮМ) и светодиодные (СД)), исследован биологический возраст по методу В.П. Войтенко. Полученные результаты статистически обрабатывались при помощи прикладного пакета «Medstat».

Полученные результаты. $26,73 \pm 1,260\%$ респондентов используют в быту лампы накаливания, $64,69 \pm 1,044\%$ - люминисцентные (эконом) лампы и $8,58 \pm 0,961\%$ - современные светодиодные лампы. Коэффициент биологического возраста (КБВ) у испытуемых составил $0,98 \pm 0,384$. При проведении однофакторного анализа выявлено отличие между КБВ у испытуемых, в основном использующих в быту ЛН и ЛЮМ (на уровне значимости $p=0,028$), между ЛН и СД ($p=0,045$) и между ЛН и СД ($p=0,031$).

Вывод. Современные источники искусственного освещения могут оказывать влияние на биологический возраст человека, в связи, с чем возникает необходимость пересмотра существующих гигиенических нормативов и правил проектирования высококачественных осветительных приборов.

Литература

1. Потапенко А.Я. Действие света на человека и животных // Соровский образовательный журнал, 2009. №10.
2. Brainard G.C. Photoreception for regulation of melatonin and the circadian systems in humans, Fifth International LRO lighting research symposium. Orlando, 2012.
3. Вейч Д. Свет, освещение и здоровье – вопросы для рассмотрения // Светотехника. 2007. №6. С. 28-33.
4. Ронки Л.Р. Зрительный баланс как одна из компонент пространственного восприятия // Светотехника. 2010. №3. С. 25-29.

6.2. ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ДЕЙСТВИЯ ИОНИЗИРУЮЩЕГО ИЗЛУЧЕНИЯ

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ОСТРОГО ГАММА - ОБЛУЧЕНИЯ НА ИНТЕНСИВНОСТЬ ФОТОСИНТЕЗА СЕМЯН И ПРОРОСТКОВ ЯЧМЕНЯ ПОСЕВНОГО

С.О. Астахина, М.М. Рассказова

*Обнинский институт атомной энергетики,
НИЯУ МИФИ, г. Обнинск*

Фотосинтетический аппарат растений – одна из наиболее чувствительных к абиотическому стрессу клеточных систем. Хотя физиологические, биофизические и биохимические аспекты фотосинтеза и функционирования фотосистем подробно изучены, закономерности формирования устойчивости фотосинтетического аппарата к неблагоприятным внешним факторам и механизм действия физиолого-биохимических защитных реакций исследованы недостаточно. Между тем, понимание основных закономерностей формирования стресс-устойчивости фотосинтетического аппарата позволяет найти наиболее эффективные пути повышения устойчивости растений к стрессовым факторам, и, следовательно, снизить их негативное действие на продукционный процесс [1].

Острое облучение семян и проростков ячменя посевного *Hordeum sativum* сорта Витязь было проведено на базе МРНЦ им. Цыба на установке «Луч-1». Исследуемые дозы: 2, 5, 10, 15, 20, 25 и 50 Гр с мощностью дозы 97 сГр/мин. Интенсивность фотосинтеза определяли по содержанию фотосинтетических пигментов (хлорофилла-а, хлорофилла-б и каротиноидов) в ростках на 10 сутки проращивания.

Концентрация хлорофилла-а и хлорофилла-б у пророщенных семян статистически значимо снижается при облучении в дозах 2, 5, 10, 25 и 50 Гр, в дозе 15 Гр выявлено стимулирующее действие. Содержание хлорофилла-а и хлорофилла-б у проростков ячменя посевного статистически значимо снижается по сравнению с контролем в диапазоне изученных доз.

По содержанию каротиноидов у пророщенных семян стимулирующие дозы – 15 и 20 Гр, в том время, как дозы 25 и 50 Гр не вызывают достоверного снижения содержания пигмента. У облученных проростков снижение содержания каротиноидов происходит при всех рассматриваемых дозах.

Оптимальным для работы фотосинтетического аппарата является соотношение содержания хлорофилла-а к хлорофиллу-в равное трем [2]. Выявлено, что соотношение фотосинтетических пигментов у пророщенных семян удовлетворяет условиям во всех изученных дозах, тогда как у облученных проростков этот показатель ни в одном из вариантов опыта не достигает нормы, что может свидетельствовать о стрессовой реакции организма, которая ведет к снижению жизнеспособности растения.

Таким образом, содержание фотосинтетических пигментов является оптимальным и информативным показателем оценки влияния острого гамма-облучения на растения, так как растительный организм реагирует на стрессовое воздействие изменением количественного соотношения веществ, входящих в фотосинтетический аппарат клетки [3].

Литература

1. Фотосинтез: открытые вопросы и что мы знаем сегодня / под ред. С.И. Аллахвердиева, А.Б. Рубина, В.А. Шувалова. М.: Ижевский ин-т компьютерных исследований, 2013. – 825 с.
2. Хелдт, Г.-В. Биохимия растений. М.: БИНОМ, 2014. С. 58-106.
3. Чепалов В.А., Нохсоров В.В., Петров К.А. Роль каротиноидов в адаптации побегов пшеницы к низкотемпературному стрессу // Растение и стресс: Тезисы докладов / Под ред. Вл. В.З. Кузнецова. М.: Институт физиологии растений им. К.А. Тимирязева РАН, 2010. С. 381-382.

ВЛИЯНИЕ НЕКОТОРЫХ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ДОБАВОК НА МЕТАБОЛИТЫ NO ПРИ СОЧЕТАННОМ ДЕЙСТВИИ МАГНИТНОГО ПОЛЯ И ИОНИЗИРУЮЩЕГО ИЗЛУЧЕНИЯ НА КРЫС ЛИНИИ ВИСТАР

М.А. Бакшаева, Д.Г. Сташкевич

*ГНУ «Институт радиобиологии НАН Беларуси»,
г. Гомель, Белоруссия*

Полученные к настоящему времени экспериментальные данные свидетельствуют о биологической активности как ионизирующих, так и неионизирующих излучений. При сочетании нескольких неблагоприятных факторов, например, экспозиции магнитным полем и ионизирующим излучением, их эффекты могут быть как однонаправленными, так и оказывать противодействие.

Животных 6 мес. возраста подвергали действию ЭМИ на экспериментальной установке с частотой 50 Гц по 4 ч в течение 22 суток, а также облучали в дозе 1,0 Гр на установке ИГУР (источник γ -лучей ^{137}Cs , мощность дозы 46,2 сГр/мин). Для оценки эффективности некоторых биологически активных добавок в целях повышения защитных свойств организма в рацион в течение 22 суток эксперимента включали добавки в дозе 1% к массе суточного рациона. Добавки: «Карбосил-1» (массовая доля кальция - 28,7%), «Кальцевитин-1» (массовая доля кальция - 32,2%, содержание витамина Д₃, 280,0 МЕ/г), а также «Кальцевитин-2» (массовая доля кальция - 30,2%, содержание витамина Д₃ - 400,0 МЕ/г).

Различные воздействия способны активировать стресс-реакции, связанные с образованием сигнальных молекул активных форм азота, во многом определяющих дальнейший ответ клеток на возникающие воздействия. Для оценки содержания метаболитов монооксида азота в плазме крови на 10-15 сутки после воздействий использовали скрининг-метод определения уровня метаболитов оксида азота в плазме крови по методике Метельской В.А., Гумановой Н.Г.

В результате проведенных исследований было установлено статистически значимое снижение по суммарному содержанию нитратов и нитритов в группах животных, облученных в дозе 1,0 Гр, а также в группах, подвергнутых сочетанному действию магнитного поля и ионизирующего излучения и получавших добавки «Карбосил-1» и «Кальцевитин-1». В то же время достоверных отличий по количеству нитритов в плазме крови экспериментальных животных не установлено. Следовательно, имеющиеся отличия в экспериментальных группах обусловлены разницей в содержании нитрат-ионов. Снижение концентрации метаболитов монооксида азота в плазме крови экспериментальных животных в указанный период может быть связано как с уменьшением синтеза оксида азота вследствие ингибирования NO-синтаз по типу обратной отрицательной связи, так и с его связыванием с супероксидными радикалами с образованием пероксинитрита. А учитывая тот факт, что снижение метаболитов NO происходит за счет снижения нитрат-анионов, можно предположить, что падение уровня $\text{NO}_3^- + \text{NO}_2^-$ в плазме крови является неблагоприятным показателем, так как если при метаболизме пероксинитрита не образуется нитрат-ион ($\text{ONOO}^- + \text{H}^+ \rightarrow \text{HNO}_3 \rightarrow \text{H}^+ + \text{NO}_3^-$), то это может свидетельствовать о генерации двух токсичных радикалов ($\text{ONOO}^- + \text{H}^+ \rightarrow \text{ONOOH} \rightarrow \cdot\text{NO}_2 + \cdot\text{OH}$).

Биологически активная добавка «Кальцевитин-2», оказывает благоприятное воздействие на организм экспериментальных животных, подвергнутых сочетанному облучению магнитным полем и ионизирующим излучением, так как в указанной группе с применением данной добавки в указанной дозе достоверных отличий от контроля не установлено.

Таким образом, применение биологически активной добавки к пище «Кальцевитин-2», содержащей ДЗ в дозе 400 МЕ/г, дает положительный эффект в условиях воздействия ряда антропогенных факторов и демонстрирует нормализацию уровня концентрации метаболитов монооксида азота в плазме крови.

ОЦЕНКА ЦИТОГЕНЕТИЧЕСКИХ ЭФФЕКТОВ И РЕПРОДУКТИВНОЙ СПОСОБНОСТИ В ПОПУЛЯЦИЯХ СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ, РАЗВИВАЮЩИХСЯ В УСЛОВИЯХ ХРОНИЧЕСКОГО ОБЛУЧЕНИЯ

Е.И. Витковская¹, Д.В. Васильев², С.А. Гераськин²

*¹ – Обнинский институт атомной энергетики,
НИЯУ МИФИ, г. Обнинск*

*² – Всероссийский научно-исследовательский институт
радиологии и агроэкологии, г. Обнинск, Россия*

В работе представлены данные исследования качества семян (морфология и всхожесть), частоты и спектра цитогенетических нарушений в корневой меристеме проростков в природных популяциях сосны обыкновенной, населяющих радиоактивно загрязненные в результате аварии на ЧАЭС территории Брянской области (ВИУА, СБ, ЗП, ЗК). Использовались два контрольных участка (К и К1), что обусловлено необходимостью учета пространственной гетерогенности среды обитания популяций.

В результате исследования было выявлено, что в условиях хронического радиационного воздействия в популяциях сосны обыкновенной даже через 29 лет после аварии на ЧАЭС формируется потомство с высоким уровнем цитогенетических нарушений. Частота этих нарушений имеет зависимость от уровней радиоактивного загрязнения участков и дозовых нагрузок на популяции. Анализ спектра регистрируемых цитогенетических нарушений показал, что на наиболее загрязненных радионуклидами участках (ЗП и ЗК) частота маркеров радиационного воздействия (аббераций хромосомного типа) и митотических аномалий (отставаний хромосом и многополюсных митозов) значительно превышает контрольный уровень.

Не удалось обнаружить связи доли abortивных семян и их всхожести с поглощенной в генеративных органах растений дозой. Анализ метеорологических факторов (температура и осадки), оказывающих основное влияние на качество формирующихся семян, показал, что повышенные температуры в течение всего периода развития семян и осадки в августе увеличивают

долю abortивных семян, а повышенные температуры в августе снижают всхожесть.

Таким образом, повышенная частота цитогенетических нарушений в популяциях сосны обыкновенной с загрязненных участков Брянской области, наблюдаемая в течение всех лет исследования (2003–2014 гг.) [1], не оказывает существенного влияния на репродуктивную способность деревьев. В отдаленный период после радиационных аварий, когда вследствие радиоактивного распада, радиационная нагрузка существенно снизилась, на первый план выходят другие факторы, среди которых важное место занимают метеорологические условия в период формирования семян [2].

Литература

1. Гераськин С.А., Дикарева Н.С., Удалова А.А. и др. Цитогенетические эффекты в популяциях сосны обыкновенной из районов Брянской области, подвергшихся радиоактивному загрязнению в результате аварии на Чернобыльской АЭС // Радиационная биология. Радиоэкология. 2008. Т. 48. №5. С. 584–595.

2. Гераськин С.А., Васильев Д.В., Кузьменков А.Г. Особенности формирования семян сосны обыкновенной в отдаленный период после аварии на Чернобыльской АЭС // Радиационная биология. Радиоэкология. 2015. Т. 55. №5. С. 1–9.

ВЛИЯНИЕ ДОКСОРУБИЦИНА НА ВОССТАНОВЛЕНИЕ ДРОЖЖЕВЫХ КЛЕТОК, ОБЛУЧЕННЫХ ИОНИЗИРУЮЩИМИ ИЗЛУЧЕНИЯМИ РАЗНОГО КАЧЕСТВА

О.А. Воробей^{1,2}, Е.С. Евстратова¹, А.Н. Филимонова^{1,2}

*¹ – Медицинский радиологический научный центр
им. А.Ф. Цыба, НМИРЦ, Минздрав России, г. Обнинск, Россия*

*² – Обнинский институт атомной энергетики,
НИЯУ МИФИ, г. Обнинск*

В радиационной медицине одним из перспективных направлений является использование химических радиосенсибилизаторов

торов, повышающих радиочувствительность клеток. Известны данные о влиянии некоторых химических сенсibilизаторов на восстановление опухолевых клеток, облученных редкоизирующими излучениями (гамма-кванты и электроны высоких энергий) [1]. Представляется перспективным использование в лучевой терапии излучений с высокими линейными потерями энергии (ЛПЭ). Однако остается открытой проблема повышения радиочувствительности клеток химическими радиосенсibilизаторами после действия излучений с высокими ЛПЭ. Поэтому в данной работе проведено сравнительное изучение эффективности доксорубина на ингибирование восстановления клеток, облученных гамма-квантами ^{60}Co (ЛПЭ = 0,2 кэВ/мкм) и альфа-частицами ^{239}Pu (ЛПЭ = 120 кэВ/мкм).

В экспериментах использованы диплоидные дрожжевые клетки. В результате получены кривые зависимости выживаемости клеток от дозы ионизирующего излучения, а также динамика изменения выживаемости клеток в процессе их пострадиационного восстановления. Полученные данные позволили рассчитать долю необратимых радиационных повреждений, формируемых при облучении без доксорубина и в присутствии различных концентраций этого препарата, а также константу восстановления, характеризующую вероятность восстановления в единицу времени.

Таблица 1

Влияние доксорубина разных концентраций на радиобиологические параметры, характеризующие процесс пострадиационного восстановления дрожжевых клеток *Saccharomyces cerevisiae* (штамм XS800), облученных γ -квантами ^{60}Co и альфа-частицами ^{239}Pu

Концентрация доксорубина	Необратимый компонент радиационного поражения, K , отн. ед.		Вероятность восстановления клеток в единицу времени, β , ч^{-1}
	γ	α	
Без доксорубина	0,25	0,35	0,07
0,002 мг/мл	0,47	0,50	
0,02 мг/мл	0,71	0,70	

Показано, что необратимый компонент лучевого поражения K увеличивался с повышением концентрации доксорубина.

Вероятность восстановления клеток в единицу времени $\beta = 0,07$ ч⁻¹. Указанные параметры практически не зависели от качества ионизирующего излучения (табл. 1). Эти данные указывают на возможность использования радиосенсибилизаторов не только после действия редко-, но и плотноионизирующих излучений.

Литература

1. Петин В.Г., Жураковская Г.П., Комарова Л.Н. Радиобиологические основы синергических взаимодействий в биосфере. М.: ГЕОС, 2012.

ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ВОЗДЕЙСТВИЯ РАДИАЦИИ И МЕДИКО-ГЕНЕТИЧЕСКОЕ КОНСУЛЬТИРОВАНИЕ

С.Г. Геворкян

*Обнинский институт атомной энергетики,
НИЯУ МИФИ, г. Обнинск*

Одно из тяжелейших заболеваний людей и животных – рак – по данным Всемирной организации здравоохранения рак занимает второе место после сердечнососудистых заболеваний среди причин смертности населения. Даже в развитых странах от него умирает каждый пятый. Одним из эффективных способов выявления заболевания на ранней стадии является медико-генетическое консультирование – процесс, позволяющий качественно определить вероятность появления того или иного заболевания у пациента и его родственников [1–4]

Медико-генетическое консультирование проводится в три этапа: диагностика, прогнозирование и заключение. На первом этапе консультант уточняет диагноз, благодаря использованию современных генетических, биохимических, иммуногенетических и других методов. Одним из основных является генеалогический метод, в процессе собирается максимально возможное количество информации о пациенте и строится его родословная. В наших предыдущих работах описано создание автоматизиро-

ванной системы, значительно упрощающей этот этап консультирования. Система была реализована в виде веб-приложения, с использованием СУБД MySQL, а также технологий обеспечивающих должную защиту конфиденциальной медицинской информации. После установления диагноза определяется прогноз повторного возникновения заболевания у пациента и его родственников. Основой для решения этой задачи являются теоретические расчеты с использованием методов генетического анализа, статистических исследований и таблиц эмпирического риска. Для упрощения этой задачи, необходимо исследовать данные о заболеваниях, выявлять закономерности и строить модели их возникновения.

Проведенная работа позволила обработать и получить результаты относительно онкологических заболеваний щитовидной железы и желудочно-кишечного тракта. Дальнейшие исследования этих и других заболеваний помогут врачам генетикам выявлять предрасположенность к заболеваниям у пациентов, на основе различных данных о них, от наличия больных родственников до плотности загрязнения территории проживания.

Литература

1. Шевченко В.А., Топорнина Н.А., Стволинская Н.С. Генетика человека: Учеб. для студ. высш. учеб. заведений. М.: ВЛАДОС, 2002. 240 с.
2. Геворкян С.Г. Управление качественными изменениями в системах с несколькими возможными состояниями/ Безопасность АЭС и подготовка кадров: Тез. докл. X Международная конференция. Ч. 1. Обнинск: ИАТЭ, 2007. С. 21.
3. Геворкян С.Г., Рыжов М.В. АСУ для проведения медико-генетического консультирования онкологических больных: свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ 2011616818 от 01.09.2011.
4. Геворкян С.Г. Геоэкологические аспекты воздействия ионизирующей радиации / Обозрение прикладной и промышленной математики: тез. докл. IX Всероссийский симпозиум по прикладной и промышленной математике. Т. 18. Вып. 1. М., 2011. С. 110-111.

АНАЛИЗ ВИДОВОГО РАЗНООБРАЗИЯ МАКРОЗООБЕНТОСА НА УЧАСТКЕ РЕКИ ИПУТЬ В РАЙОНЕ РАДИОНУКЛИДНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ

Д.В. Гуменюк, Е.В. Новикова, М.М. Рассказова

*Обнинский институт атомной энергетики,
НИЯУ МИФИ, г. Обнинск*

Одной из острейших проблем современности стало загрязнение пресных вод. В современном мире всё чаще требуются методы экспресс-оценки состояния объектов окружающей среды. Именно такие методы предлагает биологический контроль с использованием биотестов (водоросли, микроорганизмы, беспозвоночные, рыбы и т.д.).

Изучение биоразнообразия важно особенно на участках, которые пострадали от аварии на Чернобыльской АЭС. В течение времени можно проследить процессы динамики биоразнообразия макрозообентоса, и установить уязвимые виды и более устойчивые, хорошо адаптированные к постоянной антропогенной нагрузке.

Целью работы был анализ видового разнообразия проб макрозообентоса на участках акваторий, подвергшихся радиационному воздействию.

Материалом исследования стали пробы макрозообентоса, отобранного в результате водных экспедиций по реке Ипать. На протяжении маршрута, общей длиной 65 км, были установлены шесть точек отбора проб. Для оценки степени радиоактивного загрязнения в исследуемых точках пробоотбора проведено измерение экспозиционной дозы (дозиметр ДБГ-06т, мощность дозы 0,1-10000 мкЗв/ч). Для определения уровня загрязнения водоема был использован Индекс Вудивисса [1]. Индекс Вудивисса применяется в гидрологических исследованиях, особенно за рубежом. Анализ особенностей распределения отдельных видов на разных участках акватории позволил выделить доминирующие и редко встречаемые виды. [2].

На протяжении маршрута показания экспозиционной дозы излучения имели незначительные колебания в пределах 0,04-

0,74 мкЗв/ч. Максимум был обнаружен на 121 км р. Ипать – 0,74 мкЗв/ч. Минимум был обнаружен в деревне Катичи – 0,04 мкЗв/ч. В ходе водной экспедиции по реке Ипать было выявлено 48 таксономических групп макрозообентоса.

Анализ особенностей распределения отдельных видов на разных участках акватории позволил выделить доминирующие и редко встречаемые виды. В верхнем течении реки на участке Ущерпье – Старые Бобовичи реки Ипать было проведено сравнения количества особей в пробах. В результате этого сравнения было выявлено, что наибольшее биоразнообразие наблюдается в точке Старые Бобовичи (35 видов), наиболее низкое в точке Катичи (18 видов).

Показатель биотического индекса в точках маршрута составил 8-12, что свидетельствует о том, что река Ипать в этом районе имеет чистую воду

Используя биотический индекс Вудивисса, река Ипать была определена как олигосапробный водоем. Основными индикаторными видами были личинки поденок *Heptagenia sp.*, стрекоз *Sympetma sp.*, большая ложноконская пиявка *Haemoris sanguisuga L.*, личинки ручейников семейства *Hydropsyche*.

Дальнейшее исследование и детальное изучение отдельных групп организмов позволят выявить реакции отдельных референтных видов на хроническое загрязнение водоема.

Литература

1. Woodiwiss F.S. The biological system of stream classification used by the Trent River Board. Chemistry and Industry. 1964. V. 11. p. 443–447.
2. Кириллов А.Ф., Салова Т.А. и др. Гидробионты среднего течения реки Лены в системе мониторинга // Гидробиологический журнал. 2008. Т. 44. N 6. С. 49-54.

ПРОЯВЛЕНИЕ СИНЕРГИЧЕСКИХ ЭФФЕКТОВ У ДРОЖЖЕВЫХ КЛЕТОК И КЛЕТОК МЛЕКОПИТАЮЩИХ

Е.С. Евстратова, С.В. Белкина, В.Г. Петин

*Медицинский радиологический научный центр им. А.Ф. Цыба,
НМИРЦ, Минздрав России, г. Обнинск, Россия*

Дрожжевые клетки, простейший образец эукариотических клеток, широко используются в радиационной биологии и генетике, а также при анализе молекулярных механизмов действия ионизирующей радиации и процессов пострадиационного восстановления клеток. Ранее были продемонстрированы качественно общие закономерности реакции дрожжевых клеток и клеток млекопитающих на действие различных факторов окружающей среды. Однако малоисследованным направлением этой работы является сравнительное изучение синергических эффектов у дрожжевых клеток и клеток млекопитающих.

Используя авторские экспериментальные результаты [1] об одновременном воздействии гипертермии (22, 47–58 °С) с ионизирующим излучением (25 МэВ электроны 5 и 25 Гр/мин или γ -кванты ^{60}Co , 2, 10 и 80 Гр/мин) или антиопухолевого препарата цисплатина (0,05 или 0,25 мг/мл) на инактивацию дрожжевых клеток *S. cerevisiae* были рассчитаны коэффициенты синергического усиления. Для количественной оценки этого коэффициента после аналогичных воздействий на клетки млекопитающих использованы данные, опубликованные другими авторами [2, 3].

Выявлены общие закономерности проявления синергических эффектов у дрожжевых клеток и клеток млекопитающих. Продемонстрировано, что при одновременном применении агентов эффект синергизма регистрируется лишь в определенном температурном диапазоне, увеличиваясь до некоторого максимального значения при оптимальной температуре. При уменьшении мощности дозы ионизирующего излучения, а также концентрации химического препарата оптимальная температура смещается в область более низких значений. При последовательном воздействии гипертермии и ионизирующего

излучения с ростом температуры эффект комбинированного воздействия увеличивается до определенного предела, после которого он остается постоянным. Результаты исследования интерпретируются с помощью ранее предложенной математической модели [4, 5].

Таким образом, в данном исследовании были подтверждены универсальные закономерности синергических эффектов после комбинированных воздействий гипертермии с ионизирующим излучением или с химическим препаратом для дрожжевых клеток и культивируемых клеток млекопитающих – существование оптимальных параметров действующих агентов для обеспечения максимального синергизма и его зависимость от интенсивности применяемых факторов.

Литература

1. Омельченко А.О., Евстратова Е.С., Комарова Л.Н., Рыжикова Е.Н. Проявление синергизма при одновременном воздействии гипертермии и противоопухолевых препаратов на дрожжевые клетки // Цитология. 2014. Т. 56. № 2. С. 165-169.
2. Dewey W.C., Holahan E.V. Hyperthermia – Basic biology // Progress Experim. Tumor Res. 1984. V. 28. P. 198–219.
3. Urano M., Kahn J., Majima H. *et al.* The cytotoxic effect of cis-diammine dichloroplatinum (II) on cultured Chinese hamster ovary cells at elevated temperatures: Arrhenius plot analysis // Int. J. Hyperthermia. 1990. V. 6. № 3. P. 581–590.
4. Белкина С.В., Петин В.Г. Прогнозирование повышения радиочувствительности клеток млекопитающих при последовательном применении гипертермии и ионизирующего излучения // Российский биотерапевтический журнал. 2014. Т.13. №3. С. 65-69.
5. Белкина С.В., Петин В.Г. Оптимизация и прогнозирование повышения радиочувствительности клеток *in vitro* и *in vivo* при последовательных терморadiационных воздействиях // Радиационная биология. Радиоэкология. 2016. Т. 56. № 2. С. 163–170.

ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ ВРЕМЕННОГО ФАКТОРА ПРИ СОЧЕТАННОМ ВОЗДЕЙСТВИИ ГАММА-ИЗЛУЧЕНИЯ И ТЯЖЕЛЫХ ЗАРЯЖЕННЫХ ЧАСТИЦ НА ВЫЖИВАЕМОСТЬ КЛЕТОК КИТАЙСКОГО ХОМЯЧКА

М.Н. Ефимова¹, М.В. Трошина², Е.В. Корякина²

*¹ - Обнинский институт атомной энергетики,
НИЯУ МИФИ, г. Обнинск*

*² - Медицинский радиологический научный центр им. А.Ф. Цыба,
НМИРЦ, Минздрав России, г. Обнинск, Россия*

Биологические эффекты комбинированного действия излучений разного качества (синергизм, антагонизм или аддитивность) могут иметь место при использовании плотноионизирующих излучений, поскольку, например, нейтроны и ускоренные ионы обычно сопровождаются фотонным излучением или образуют значительное количество вторичных частиц с низкими ЛПЭ (δ -электроны, протоны). Изучение смешанного действия редко- и плотноионизирующих излучений важно и в прикладном смысле, поскольку точно подобранные параметры такого смешанного воздействия могут обеспечить преимущество в сравнении с раздельным применением этих излучений в лучевой терапии.

В настоящей работе методом фракционирования доз двух излучений изучали влияние временного фактора на итог сочетанного облучения клеток китайского хомячка γ -квантами и тяжелыми заряженными частицами, образованными при действии нейтронов с энергией 14,5 МэВ в условиях отсутствия протонного равновесия (ядра отдачи C, N, O, α -частицы, ЛПЭ=200–1000 кэВ/мкм).

Клетки линии V-79 в стационарной фазе роста облучали на установке «Луч» с источником γ -излучения ^{60}Co ($E_{\text{ср}}=1,25$ МэВ) при мощности дозы 1 Гр/мин. Все флаконы поочередно облучали в дозе 6 Гр и сразу помещали клетки в термостат (37 °С) для инкубирования перед воздействием нейтронов в течение 0,5, 1, 2, 3, 4, 6, 8 и 24 ч. Один из флаконов облучали нейтронами сразу без инкубирования (0 ч). Облучение на нейтронном генераторе

НГ-24 ($E_n = 14,5$ МэВ) проводили через стеклянную подложку флакона Карреля в дозе, которая является изоэффективной 6 Гр γ -излучения. В условиях отсутствия протонного равновесия она составляет 1,4 Гр. После облучения клетки высевали в чашки Петри на свежую питательную среду и инкубировали при 37 °С в присутствии 5% CO_2 9–10 дней до формирования видимых невооруженным глазом колоний. Долю выживших клеток выражали в процентах по отношению к высеянным с учетом выживаемости клеток в контроле.

Показано, что выживаемость клеток увеличивается в основном в интервале 0–4 ч после первого облучения и через 6–8 ч выходит на плато, что отражает восстановление повреждений, индуцированных воздействием γ -излучения. При этом период полувосстановления повреждений составляет около 1 ч и находится в диапазоне величин, характерных для времени репарации потенциально летальных повреждений, 1–2,5 ч. Однако, несмотря на запуск процессов восстановления, после воздействия тяжелых заряженных частиц, характеризующихся отсутствием восстановления повреждений, общий уровень эффекта оказался выше (выживаемость клеток ниже) ожидаемого из их независимого действия, т.е. проявляется синергизм. Это означает, что, хотя повреждения после первой фракции дозы начинают восстанавливаться, происходит дополнительное образование летальных повреждений за счет взаимодействия с повреждениями, индуцированными второй фракцией, в интервале времен 0–4 ч между облучениями.

В целом же, увеличение временного интервала между фракциями редко- и плотноионизирующего излучений приводит к уменьшению эффективности их воздействия, и, как и спектр ЛПЭ, способно в значительных пределах влиять на итоговую выживаемость.

СОДЕРЖАНИЕ ПРИРОДНЫХ РАДИОНУКЛИДОВ В РАСТИТЕЛЬНОМ ПОКРОВЕ ГПЗ «БОЛЬШАЯ КОКШАГА»

А.М. Иосифиди

*Поволжский государственный технологический университет,
г. Йошкар-Ола, Россия*

Загрязнение окружающей среды радионуклидами – одна из основных экологических проблем современности. Природные радионуклиды встречаются повсеместно в почве, в горных породах, в воде, в растениях и в воздухе. Накапливаясь в почве, радиоизотопы поглощаются растениями и затем по трофическим цепям поступают в живые организмы.

Исследования проводились на ранее заложенных стационарных пробных площадях на территории ГПЗ «Большая Кокшага», которые предназначены для наблюдения за радиоэкологическими параметрами лесных экосистем, по методике [1]. Для определения содержания радионуклидов в биологических объектах были исследованы биоиндикаторы по аккумуляции, виды-доминанты и хозяйственно ценные виды растений [2].

Результаты спектрометрических измерений воздушно-сухих образцов приведены в табл. 1.

Спектрометрический анализ показал отсутствие в образцах растений и грибов тяжелых природных радионуклидов радия и тория.

Максимальный уровень накопления техногенных радионуклидов отмечен в плодовых телах грибов, особенно в горькушках, что полностью согласуется с данными предыдущих исследований [3], на втором месте гриб моховик, и на последнем месте белый гриб. Это свидетельствует о том, что в условиях глобальных радиоактивных выпадений грибы являются основными индикаторами по аккумуляции присутствия Cs-137 в лесных экосистемах и играют значительную роль в биогеохимической миграции этого радионуклида [4].

Таблица 1

Результаты измерений биологических образцов за 2016 г.

Образец	Удельная активность радионуклидов, Бк/кг			
	Cs-137	Ra -226	Th - 232	K - 40
ППП 90-3-05				
Плевроциум Шребера	35,1±4,8	≤1,7	1,0±3,8	402,8±83,8
Брусника	39,8±5,1	4,6±1,7	2,0±3,1	29,5±26,4
Дикранум метловидный	83,2±9,3	6,6±2,0	≤2,5	≤16,7
Кладония оленья	21,9±2,8	≤0,8	≤1,7	316,2±62,1
Белый гриб	177,3±19,9	≤2,4	3,7±5,3	466,0±108,0
Горькушка	1394,0±142,0	18,0±4,4	≤5,4	703,0±137,0
Моховик зеленый	986,0±100,0	6,3±3,9	≤4,73	919,0±174,0
ППП 2-Л				
Будра плющевидная	≤1,2	3,5±1,7	17,6±5,6	1994,0±324,0
Щитовник мужской	≤0,7	3,5±1,2	13,1±3,7	1721,0±274,0
Крапива двудомная	≤0,5	≤0,8	≤1,8	1164,0±186,0

Литература

1. Гончаров Е.А., Пигалин Д.И. Распределение техногенных и естественных радионуклидов в лесных экосистемах заповедника «Большая Кокшага» // Вестник ПГТУ Серия Лес. Экология. Природопользование. 2013. № 4. С. 76-87.
2. Иосифиди А.М. Распределение природных радионуклидов в почвенном покрове основных биогеоценозов ГПЗ "Большая Кокшага". XLIV Огарёвские чтения: материалы науч. конф. Мордов. гос. ун-т. Саранск. 2016. С. 245-247.
3. Малют О.В., Конаков Д.Е., Гончаров Е.А. Содержание радионуклидов в природных объектах заповедника «Большая Кокшага» // Проблемы экологии и природопользования в бассейнах рек Республики Марий Эл и сопредельных регионов. Сб. материалов межрегиональной научно-практической конф. Йошкар-Ола, 2006. С. 97-101.
4. Shcheglov A.I., Tsvetnova O.B., Klyashtorin A.L. Biogeochemical migration of technogenic radionuclides in forest. Nauka, 2001. 235 p.

АНАЛИЗ СОВРЕМЕННЫХ ПРОГРАММНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ОЦЕНКИ ДОЗ ОБЛУЧЕНИЯ БИОТЫ

Е.И. Карпенко, С.И. Спиридонов, В.Э. Куртмулаева

*Всероссийский научно-исследовательский институт
радиологии и агроэкологии, г. Обнинск, Россия*

Экологическая безопасность атомных АЭС и других предприятий ядерного топливного цикла относится к числу основных проблем, решение которых определяет перспективы развития ядерной энергетики. Поступление радионуклидов в окружающую среду при функционировании ядерных объектов приводит к радиоактивному загрязнению аграрных и природных экосистем. Оценка воздействия радиационного фактора на биоту в период, предшествующий строительству и эксплуатации АЭС, является необходимым этапом в рамках их радиозэкологического обоснования.

В течение последних десятилетий научные основы радиационной защиты базировались на постулате “если радиационными стандартами защищен человек, то защищена и окружающая среда”. В настоящее время в сфере радиационной безопасности наблюдается переход от защиты человека к охране биоты и окружающей среды в целом. Это обусловлено тем, что дозовые нагрузки на биоту могут превышать дозы облучения населения в ряде радиозэкологических ситуаций. Кроме того, радиочувствительность некоторых видов биоты сопоставима с радиочувствительностью человека. Таким образом, научно обоснованная оценка радиозэкологической опасности выбросов атомных электростанций должна базироваться на методах оценки дозовых нагрузок не только на население, но и на объекты живой природы. Необходимым этапом разработки методологии такой оценки является анализ существующих моделей и программных средств, позволяющих оценить дозовые нагрузки на референтные организмы биоты при функционировании АЭС.

К настоящему времени разработан ряд программных пакетов, предназначенных для оценки дозовых нагрузок и рисков воздействия радиационного фактора на биоту. К наиболее совре-

менным и широко распространенным программным средствам такого рода относятся ERICA Tool и RESRAD-BIOTA [1, 2].

Эти программные пакеты используют многоуровневый подход к анализу радиозэкологической ситуации, в рамках которого могут быть реализованы 3 уровня. Расчеты, выполняемые на различных уровнях, включают два основных этапа: определение концентраций радионуклидов в компонентах окружающей среды и определение мощностей доз облучения референтных организмов биоты. Особенность многоуровневого подхода заключается в том, что на начальном уровне проводится предварительный, скрининговый анализ на основе стандартной процедуры, не требующей проведения детального обследования радиоактивно загрязненных территорий. В дальнейшем расчеты выполняются с использованием более детализированной информации, характеризующей особенности радиозэкологических ситуаций на территориях, прилегающих к ядерным объектам. Каждый последующий уровень реализуется только в том случае, когда наблюдается превышение контрольных уровней облучения на предыдущем уровне.

В результате проведенного анализа показано, что оптимальным программным средством для оценки воздействия предприятий ЯТЦ на биоту является пакет ERICA Tool, разработанный на основе миграционных моделей, рекомендованных к использованию МАГАТЭ. В данном программном средстве хорошо реализовано моделирование процессов и обеспеченность входящими параметрами.

Литература

1. DOE, RESRAD-BIOTA: A tool for implementing a Graded approach to biota dose evaluation, DOE/EH-0676, United States Department of Energy, 2004.
2. Beresford N.A., Brown J., Copplestone D. et al. (Eds.), 2007. D-ERICA: An Integrated Approach to the assessment and management of environmental risks from ionising radiation. Description of purpose, methodology and application. EC project contract no. FI6R-CT-2004-508847

АНАЛИЗ ПЫЛЬЦЫ ВЫСШИХ ВОДНЫХ РАСТЕНИЙ, ПРОИЗРАСТАЮЩИХ В ЗОНЕ РАДИОАКТИВНОГО СЛЕДА ЧАЭС

И.А. Козарь, М.М. Рассказова

Обнинский институт атомной энергетики,
НИЯУ МИФИ, г. Обнинск

Пыльцевой анализ – это метод исследования, позволяющий определять репродуктивный потенциал растений по характерным морфологическим особенностям пыльцевых зёрен: размеру, рисунку экзины пыльцевого зерна, его фертильности и жизнеспособности [1]. Пыльцевые зерна являются частью растения, поэтому изменение их базовых характеристик могут сказаться на фертильности и репродуктивной биологии растения.

В качестве тест-объектов были использованы виды высшей водной растительности: стрелолист обыкновенный (*Sagittaria sagittifolia*) и сусак зонтичный (*Bútomus umbellátus*), отобранных в ходе водной экспедиции на участке реки Ипуть в районе хронического радионуклидного загрязнения. С целью определения фертильности пыльцы отбирали по 10–15 экземпляров растений, анализировались по 3–4 цветка с каждого растения с преимущественно нераскрывшимися пыльниками. Для анализа пыльцы использовали ацетокарминовый метод. На всех точках пробоотбора были проведены замеры мощности экспозиционной дозы, что позволило установить определенную зависимость в отношении фертильных/стерильных пылинок и фона. Мощность дозы γ -излучения на точках маршрута менялась в диапазоне от 0,05 до 0,75 мкЗв/ч.

На рис. 1. видно, что фертильность пыльцы варьирует в диапазоне 80–95%. Отмечено значимое снижение фертильности в точках 2 и 5.

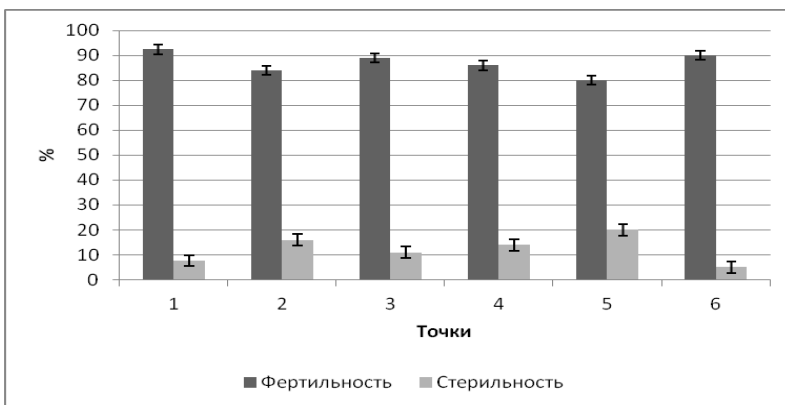


Рис. 1. Фертильность пыльцы *Sagittaria sagittifolia* (%): 1 – Ущерпье; 2 – Холевичи; 3 – Катичи; 4 – Старые Бобовичи; 5 – Перевоз; 6 – Вышков.

Снижение процента фертильности в точке 5 зафиксировано в районе с максимальным значением экспозиционной дозы, однако для точной оценки влияния низкодозовых воздействий на формирование ответной реакции растений необходимо учитывать весь спектр экологических факторов [2].

Литература

1. Рудая Н.А. Палинологический анализ: учеб.-метод. пособие. – Новосибирск: Новосиб. гос. ун-т, Ин-т археол. и этногр. СО РАН, 2010. – 48 с.
2. Горшкова Т.А., Удалова А.А., Гераськин С.А., Киселев С.М., Ахромеев С.В. Биоиндикация состояния природной среды в районе расположения дальневосточного центра по обращению с радиоактивными отходами // Известия вузов: Ядерная энергетика, 2014. № 4. С. 130–139.

АНАЛИЗ АКТИВНОСТИ ФЕРМЕНТОВ В ПРОРОСТКАХ СЕМЯН ЯЧМЕНЯ, ОБЛУЧЕННЫХ В СТИМУЛИРУЮЩИХ ДОЗАХ

Ю.В. Корабельникова ¹, П.Ю. Волкова ^{1,2}, Р.С. Чурюкин ²

¹ – Обнинский институт атомной энергетики,
НИЯУ МИФИ, г. Обнинск

² – Всероссийский научно-исследовательский институт
радиологии и агроэкологии, г. Обнинск, Россия

Радиационная стимуляция семян сельскохозяйственных культур является перспективным методом улучшения качества и количества урожая. При этом неясно, какие механизмы вовлечены в формирование стимулирующих эффектов облучения семян, наблюдающихся на последующих стадиях онтогенеза.

Облучение семян ячменя проводили на установке «ГУР-120» (⁶⁰Со, ФГБНУ ВНИИРАЭ, Обнинск) в дозах 8, 10, 13, 16, 20 и 50 Гр (мощность дозы 60 Гр/ч). Контролем служили необлученные семена. Анализ ферментной активности проводили с использованием бескуветного спектрофотометра NanoDrop 2000, по методикам, приведенным в (Биссвангер, 2013).

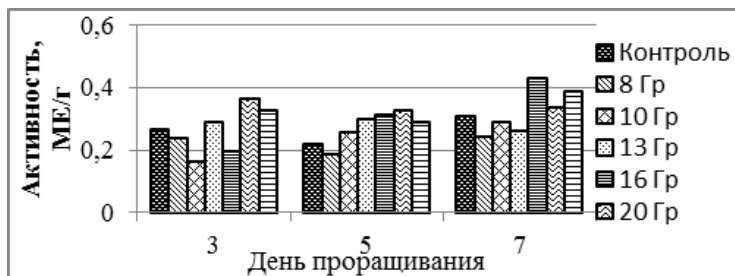


Рис. 1 Активность каталазы в проростках ячменя в зависимости от дозы облучения семян и времени после облучения.

В результате были выявлены зависимости активности ряда ферментов (каталазы, супероксиддисмутазы и шикиматдегидрогеназы) от дозы облучения семян и от времени после облучения (рис. 1-3). Полученные данные позволяют сделать вывод, что ферменты антиоксидантной системы и метаболические фермен-

ты вовлечены в формирование эффекта радиационной стимуляции на организменном уровне.

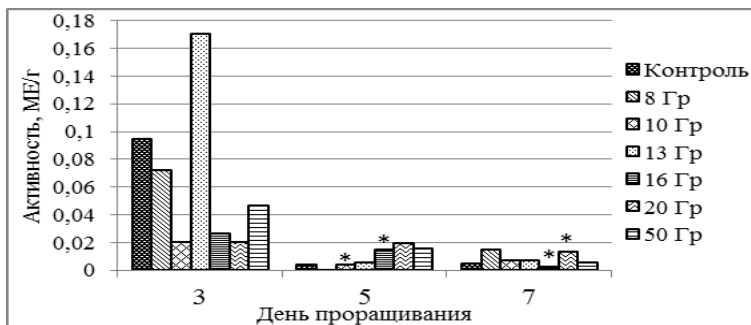


Рис. 2. Активность супероксиддисмутазы в проростках ячменя в зависимости от дозы облучения семян и времени после облучения.

* - различия статистически значимы по сравнению с контрольными значениями в тот же день прорастания, $p < 0.05$ (U-тест)

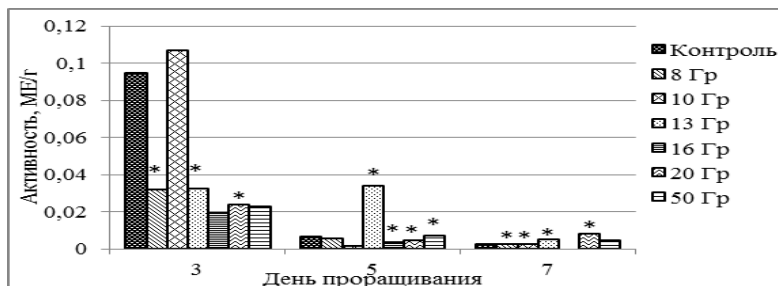


Рис. 3. Активность шикиматдегидрогеназы в проростках ячменя в зависимости от дозы облучения семян и времени после облучения.

* - различия статистически значимы по сравнению с контрольными значениями в тот же день прорастания, $p < 0.05$ (U-тест)

СТРУКТУРНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ НА ПЛОЩАДКЕ «ОПЫТНОЕ ПОЛЕ» СЕМИПАЛАТИНСКОГО ИСПЫТАТЕЛЬНОГО ПОЛИГОНА И ХАРАКТЕР ИХ ЗАГРЯЗНЕНИЯ

П.Е. Кривицкий, С.Н. Лукашенко, Л.В. Тимонова

*Институт радиационной безопасности и экологии НЯЦ РК,
Курчатов, Казахстан*

В ходе исследований территории Семипалатинского испытательного полигона (СИП) проведено множество различных работ, включающих изучение почв, водной среды, воздушной среды, флоры и фауны [1-3]. Основные исследования затрагивали лишь изучение загрязненности почв, и никогда не поднимался вопрос о загрязнении структурных элементов в непосредственной близости к эпицентрам ядерных испытаний (рис. 1).

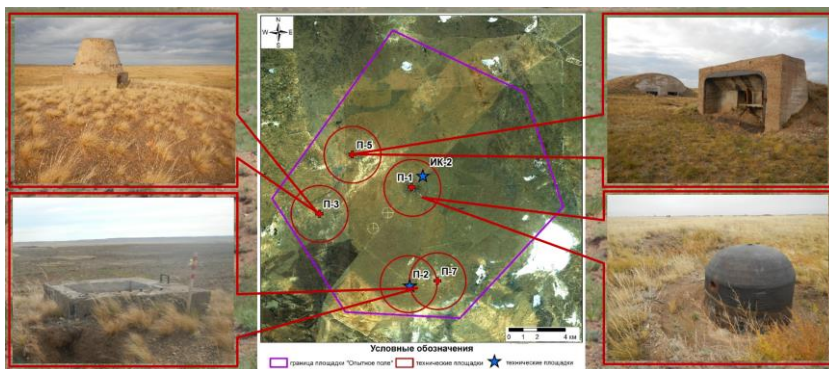


Рис 1. Расположение основных видов структурных элементов на ОПП

Целью данной работы стало определение наличия или отсутствия радиоактивного загрязнения структурных элементов, а также изучение характера распределения радиоактивного загрязнения ^{241}Am , ^{137}Cs , ^{152}Eu , ^{60}Co , ^3H . Под структурными элементами в данной работе подразумеваются инженерно-технические сооружения.

В ходе работ обследовано два участка на «Опытном поле» (ОПП): площадка П1 объект ИК2 и объект 1 на площадке П2П7.

Для оценки радиоактивного загрязнения структурных элементов использовался полевой гамма-спектрометр со сцинтилляционным детектором. На основании данных полевой спектрометрической съемки установлено наличие радиоактивного загрязнения, выявлена линейная зависимость активности радиоизотопов на поверхности техногенных объектов от активности радиоизотопов в почве.

Для определения характера распределения радиоизотопов проведен отбор проб бетона на глубину 50 см. На основании радионуклидного анализа отобранных проб установлено, что ^{137}Cs и ^{241}Am распространяются вглубь инженерно-технических строений на 1-2 см. В свою очередь ^{152}Eu , ^3H имеют значительную активность на глубине до 70 см. Максимальная активность по ^3H составила 12 000 Бк/кг.

Таким образом, в ходе данной работы доказано радиоактивное загрязнение техногенных объектов, выявлен характер данных загрязнений. Сделан вывод, что радиоактивное загрязнение продуктами активации имеют лишь те строения, которые находятся в непосредственной близости к эпицентру взрыва. Большая же часть всех техногенных объектов на территории площадки «Опытное поле» СИП является условно чистыми и не стоит ожидать загрязнения структурных элементов там, где отсутствует загрязнение почвенного покрова.

Литература

1. Актуальные вопросы радиозащиты Казахстана. Сборник трудов Института радиационной безопасности и экологии за 2007–2009 гг. / под рук. Лукашенко С.Н. Вып. 2. Павлодар: Дом печати, 2010. 527 с.
2. Актуальные вопросы радиозащиты Казахстана. Сборник трудов Национального ядерного центра Республики Казахстан за 2010 г. / под рук. Лукашенко С.Н. Павлодар: Дом печати, 2011. Т.2. Вып. 3. 395с.
3. Актуальные вопросы радиозащиты Казахстана. Сборник трудов Национального ядерного центра Республики Казахстан за 2011-2012 гг. / под рук. Лукашенко С.Н. Павлодар: Дом печати, 2013. Т.2. Вып. 4. 396 с.

ФОТОНЕЙТРОНЫ: “IN PHANTOM” КРИТЕРИИ КАЧЕСТВА ДЛЯ НЕЙТРОНОЗАХВАТНОЙ ТЕРАПИИ

Ю.А. Кураченко¹, Е.А. Онищук², Ю.Г. Забарянский³

¹ - Всероссийский научно-исследовательский институт радиологии и агроэкологии, г. Обнинск, Россия

² - Обнинский институт атомной энергетики, НИЯУ МИФИ, г. Обнинск

³ - ГНЦ РФ – Физико-энергетический институт им. А.И. Лейпунского, г. Обнинск, Россия

Мировым сообществом выработаны критерии ”in phantom”, которые характеризуют поле излучения в ткани и органах пациента при применении нейтронозахватной терапии (НЗТ). Главные из них представлены, например, в [1, 2]. Если критерии ”in air” [3] ориентированы на расчётчиков и используются при организации блока вывода пучка, то критерии ”in phantom” предназначены для радиологов и радиотерапевтов.

1. Предельная глубина «выигрыша» AD (“Advantage Depth”) – глубина x в ткани, на которой доза в опухоли становится равной максимальной дозе в ткани: $D_{tumor}(x) = D_{tissue}^{max}$. Эта величина характеризует проникающее качество нейтронов пучка.

2. «Выигрыш» AR (Advantage Ratio) – отношение одномерных интегралов по глубине ткани, обычно по оси пучка, характеризующее пучок с точки зрения интеграла «повреждающей» дозы на здоровую ткань:

$$AR = \int_0^{AD} D_{tumor}(x) dx \Big/ \int_0^{AD} D_{tissue}(x) dx .$$

3. Мощность дозы в опухоли на предельной глубине «выигрыша» (“Advantage Depth Dose Rate”) $ADDR = D_{tumor}(AD)$. Это «клинический» критерий, определяющий время необходимой экспозиции. Чем больше $ADDR$, тем, при прочих равных, меньше это время.

Описываемая в данной работе схема генерации фотонейтронов и возможное техническое устройство, основанное на этой схеме, кратко именуется СГФН. Блок вывода пучка (см. [2])

конструкционно представляет собой осесимметричную систему цилиндрических и конических слоев материалов защиты и коллимационной системы. В табл. 1 сопоставлены характеристики "in phantom" для «эталонного» пучка FCB MIT [1], пучков специализированного медицинского реактора MAPC (проект, [4]) и реактора TAPIRO (Италия, [5]) с характеристиками пучка СГФН. В таблице также приведена «цена» эпитеплового нейтрона в киловаттах мощности установки. Если же расширить понятие «цены» нейтрона, генерируемого каким-либо устройством, включив в это понятие затраты на сооружение генератора и его эксплуатацию, а также безопасность сооружения и последствия возможной аварии, то преимущества СГФН очевидны.

Таблица 1
Основные «in phantom» характеристики рассматриваемых пучков

	Мощность P , кВт	AD , см	AR	$ADDR$, сГр-экв/мин	P/Φ_{epi} , кВт/ 10^9 см $^{-2}$ с $^{-1}$
FCB MIT [1]	6000	9.7	5.0	172	2000
TAPIRO	5	9.70	5.30	32.6	6.35
MAPC	10	7.85	5.24	32.8	9.90
Версия [1]	140	9.87	5.42	87.4	51.9
СГФН	140	10.0	4.58	625	10.1

Литература

1. Riley K.J., Binns P.J., Harling O.K. Performance characteristics of the MIT fission converter based epithermal neutron beam // Phys. Med. Biol. 2003. V. 48. P. 943-958.
2. Кураченко Ю.А. Реакторные пучки для лучевой терапии. Расчетные модели и вычислительные технологии. Монография / Palmarium Academic Publishing, OmniScriptum GmbH&Co. RG, Saarbrücken, Deutschland, 2013. 372 p.
3. Кураченко Ю.А., Онищук Е.А., Забарянский Ю.Г. Фотонейтроны: "in air" критерии качества для нейтронозахватной терапии. Доклад на данной конференции.
4. Кураченко Ю.А., Казанский Ю.А., Левченко А. В., Матусевич Е.С. Вывод нейтронных пучков и защита медицинского реактора MAPC // Известия вузов. Ядерная энергетика. 2006. №4. С. 36-48.
5. Reattore TAPIRO: ENEA Internal Document, DISP/TAP/85-1, 1985. In: Design of neutron beams for boron neutron capture therapy in a fast

ФОТОНЕЙТРОНЫ: “IN AIR” КРИТЕРИИ КАЧЕСТВА ДЛЯ НЕЙТРОНОЗАХВАТНОЙ ТЕРАПИИ

Ю.А. Кураченко¹, Е.А. Онищук², Ю.Г. Забарянский³

*¹ – Всероссийский научно-исследовательский институт
радиологии и агроэкологии, г. Обнинск, Россия*

*² - Обнинский институт атомной энергетики,
НИЯУ МИФИ, г. Обнинск*

*³ - ГНЦ РФ – Физико-энергетический институт
им. А.И. Лейпунского, г. Обнинск, Россия*

Описываемая в данной работе схема генерации фотонейтронов и возможное техническое устройство, основанное на этой схеме, кратко именуется СГФН. Блок вывода пучка (см. [1, 2]) конструкционно представляет собой осесимметричную систему цилиндрических и конических слоев материалов защиты и коллимационной системы. В этом отношении он вполне подобен блокам вывода реакторных нейтронов для НЗТ [3].

Все расчёты выполнены с помощью программы MCNP [4].

В табл. 1 представлены основные «in air»-характеристики (т.е. на выходе пучка и без фантома) для реакторных НЗТ-пучков (специализированного реактора МАРС [5] и реактора ТАПИРО [6], а также для пучков фотоядерных нейтронов [7].

Как показали расчёты, принятая в [7] конфигурация коллимационной системы позволила получить требуемые для НЗТ характеристики пучка на выходе. Эти данные свидетельствуют о более высоком качестве пучка фотоядерных нейтронов для рассматриваемой задачи НЗТ.

Литература

1. Кураченко Ю.А., Вознесенский Н.К., Говердовский А.А., Рачков В.И. Новый интенсивный источник нейтронов для медицинских приложений // Медицинская физика. 2012. №2. С. 29–38.
2. Кураченко Ю.А. Фотонейтроны для нейтронозахватной терапии

// Известия вузов. Ядерная энергетика. 2014. №4. С. 41–51.

3. Кураченко Ю.А. Оптимизация блока вывода пучка медицинского реактора «МАРС» // Альманах клинической медицины. Т. XVII. Ч. 1. М., 2008. С. 334-337.

4. MCNP – A General Monte Carlo N-Particle Transport Code, Version 5. Volume I: Overview and Theory. Authors: X-5 Monte Carlo Team // LA-UR-03-1987. April 24, 2003.

5. Кураченко Ю.А., Казанский Ю.А., Левченко А. В., Матусевич Е.С. Вывод нейтронных пучков и защита медицинского реактора МАРС // Известия вузов. Ядерная энергетика. 2006. №4. С. 36-48.

6. Reattore TAPIRO: ENEA Internal Document, DISP/TAP/85-1, 1985. In: Design of neutron beams for boron neutron capture therapy in a fast reactor / Current status of neutron capture therapy, IAEA-TECDOC-1223, 2001.

7. Кураченко Ю.А., Забарянский Ю.Г., Онищук Е.А. Оптимизация мишени для производства фотонейтронов // Известия вузов.

Таблица 1

Поток нейтронов, его спектральный состав и средняя энергия нейтронов на выходе проектируемого (МАРС) и существующего (ТАПИРО) реакторных пучков в сопоставлении с характеристиками пучков фотоядерных нейтронов, а также собственно НЗТ-характеристики: плотность потока эпитепловых нейтронов; «загрязнение» пучка γ -излучением и быстрыми нейтронами; направленность

	$\Phi_{tot},$ см ⁻² с ⁻¹ , 10 ⁹	Φ_{epi} / Φ_{tot} , %	Φ_{fast} / Φ_{tot} , %	Φ_{therm} / Φ_{tot} , %	E_{aver}^{Φ} , МэВ
Желательные значения для НЗТ	> 1	100	0	0	–
МАРС	1.24	81.6	13.4	5.0	0.0337
ТАПИРО	1.07	73.6	6.5	20.0	0.00857
СГФН-1	8.26	83.2	16.7	0.11	0.0269
СГФН-2	18.5	74.9	25.1	0.014	0.0345

Желательные значения для НЗТ	≥ 1	< 2–5	< 2–5	≥ 0.7
МАРС	1.01	5.38	11.8	0.8
ТАПИРО	0.788	6.77	8.49	0.8
СГФ-1	6.87	0.907	10.3	0.8
СГФ-2	13.9	0.0407	15.9	0.8

РАДИОЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ С. САРЖАЛ И ПРИЛЕГАЮЩИХ К НЕМУ ТЕРРИТОРИЙ

*С.Н. Лукашенко, А.В. Паницкий, Ю.Г. Стрильчук,
Ю.Ю. Яковенко, А.Н. Шатров*

*Институт радиационной безопасности и экологии,
г. Курчатов, Казахстан*

Основным источником загрязнения юго-восточной части Семипалатинского испытательного полигона является след радиоактивных выпадений от ядерного испытания 1953 г мощностью 400 кт. Наряду с этим практически вся юго-восточная часть полигона по своим природным особенностям представляет собой пастбищные угодья. Основным видом сельскохозяйственной деятельности является животноводство (овцеводство, скотоводство и коневодство). Система пастбы скота вольная, бессистемная, и круглогодичная. Главными видами производимой продукции является баранина, говядина, конина, молоко, кумыс. Как следствие возникает вопрос о радиэкологической безопасности данного района главным населенным пунктом которого является с. Саржал.

В данной работе представлены результаты радиэкологического обследования с. Саржали прилегающих к нему территорий.

На первом этапе работы была проведена оценка интегральных радиационных параметров: мощность эквивалентной дозы и плотность потока бета-частиц. Максимальные значения для величины МЭД составили 0,24 мкЗв/час, для плотности потока бета-частиц - 24 част/(мин×см²). Наблюдаемые величины в большинстве своем соответствуют фоновым значениям.

Анализ естественных радионуклидов в почве (²²⁶Ra, ²³²Th и ⁴⁰K) показал, что их содержание находится на уровне среднемировых значений.

Анализ содержания техногенных радионуклидов проводился для участков внутри следа радиоактивных выпадений и за его границами.

Как и следовало ожидать, в пределах границ следа радиоактивных выпадений отмечаются более высокие концентрации ^{137}Cs и ^{90}Sr по сравнению со значениями, полученными за его пределами. Это выражается как в диапазоне изменений, так и в среднем значении и медиане.

В случае ^{241}Am отсутствуют какие-либо значимые отличия между распределениями внутри следа и за его границей. Для радионуклида $^{239+240}\text{Pu}$ картина аналогичная.

Максимальные значения удельных активностей радионуклидов внутри следа и за его границами составили: для ^{137}Cs - 360 Бк/кг и 88 Бк/кг, для ^{90}Sr - 1270 Бк/кг и 230 Бк/кг, для ^{241}Am - 3,9 Бк/кг и 2,3 Бк/кг соответственно.

Также были получены данные по радиоэкологическому состоянию непосредственно с. Саржал. Содержание ^{137}Cs в почве колеблется от 0,8 до 75 Бк/кг. На приусадебных участках среднее значение удельной активности ^{90}Sr составляет 9 Бк/кг, на остальной территории села значение удельной активности ^{90}Sr достигает 60 Бк/кг. Среднее значение удельной активности ^{241}Am и $^{239+240}\text{Pu}$ составляет 2,0 Бк/кг и 20 Бк/кг.

Исследование продуктов местных продуктов питания и воды не выявило значительного содержания техногенных радионуклидов. Наблюдаемые численные значения существенно ниже допустимых величин.

Таким образом можно резюмировать, что сложившаяся радиоэкологическая обстановка внутри с. Саржал и прилегающих к нему территорий с точки зрения внутреннего поступления техногенных радионуклидов безопасна.

РАЗДЕЛЬНОЕ И КОМБИНИРОВАННОЕ ДЕЙСТВИЕ ИОНИЗИРУЮЩЕГО ИЗЛУЧЕНИЯ И СВИНЦА НА ЛИМФОЦИТЫ СЕЛЕЗЕНКИ КРЫС

Э.Э. Мирзоев¹, Н.А. Фролова², И.В. Полякова², О.А. Губина²,
Н.Ю. Зырянова², В.О. Кобялко², Э.Б. Мирзоев²

¹ – Обнинский институт атомной энергетики,
НИЯУ МИФИ, г. Обнинск

² – Всероссийский научно-исследовательский институт
радиологии и агроэкологии, г. Обнинск, Россия

Реальная экологическая ситуация в ряде регионов РФ характеризуется одновременным воздействием ионизирующего излучения (ИИ) и свинца на млекопитающих. Для оценки риска их комбинированного воздействия изучали жизнеспособность лимфоцитов селезенки крыс, а также содержание малонового диальдегида (МДА) и активность каталазы.

Исследования были проведены на 8 крысах линии Вистар, живой массой 250 ± 50 г, в возрасте 3 мес. Животные были разделены на 2 группы по 4 в каждой. 1 - группа интактные животные служила контролем. Крыс 2 группы подвергали острому воздействию ИИ в дозе 8 Гр (установка ГУР-120, источник ИИ ^{60}Co с энергией γ квантов 1,2 МэВ, мощностью ИИ 4 Гр/ч). Через сутки после воздействия у облученных и интактных крыс под наркозом отбирали селезенку. Лимфоциты селезенки облученных и интактных крыс получали методом дифференциального центрифугирования и инкубировали в течение 30 минут в средах с $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ в концентрациях $1 \cdot 10^{-5}$ и $1 \cdot 10^{-4}$ моль/л.

Исследования показали, что содержание МДА в лимфоцитах селезенки крыс при отдельном и комбинированном воздействии ИИ и свинца достоверно возрастает относительно контроля. Сравнительный анализ данных при отдельном и комбинированном действии ИИ и свинца не выявил различий, хотя максимальные уровни МДА в клетках регистрировали при отдельном действии металла в концентрации 10^{-4} моль/л.

Активность каталазы в лимфоцитах селезенки крыс при отдельном и комбинированном действии ИИ и свинца также воз-

растала относительно контроля. Сравнительный анализ данных при раздельном и комбинированном действии ИИ и свинца выявил некоторые различия. Так, при раздельном действии свинца максимальные значения показателя регистрировали при концентрации 10^{-4} моль/л, а при комбинированном действии – в концентрации 10^{-5} моль/л.

Оценка жизнеспособности клеток по метаболической активности (МТТ-тест) обнаружила разнонаправленный характер изменений: при раздельном действии свинца значения показателя возрастали, а при действии ИИ были снижены. Сравнительный анализ данных при раздельном и комбинированном действии ИИ и свинца выявил некоторые различия: при раздельном действии металла максимальные значения показателя регистрировали при концентрации 10^{-4} моль/л, а при комбинированном действии – в концентрации 10^{-5} моль/л.

Оценка жизнеспособности клеток крыс по включению трипанового синего обнаружила снижение значений показателя относительно контроля. Сравнительный анализ данных по жизнеспособности клеток (МТТ тест и тест по включению трипанового синего) выявил различия при раздельном и комбинированном действии ИИ и свинца. Предполагается, что обнаруженные изменения обусловлены различиями в механизмах действия агентов разной природы.

Таким образом, исследование раздельного и комбинированного действия ИИ и свинца обнаружило изменение содержания МДА и активности каталазы в лимфоцитах селезенки крыс относительно контроля. Активация процесса свободнорадикального ПОЛ в лимфоцитах селезенки крыс характеризовалась снижением жизнеспособности клеток. При раздельном действии ИИ и свинца на лимфоциты селезенки крыс выявлены различия по МТТ-тесту, что обусловлено особенностями механизмов их действия. Сравнительный анализ данных при раздельном и комбинированном действии ИИ и свинца на лимфоциты селезенки крыс обнаружил некоторые различия.

ВЛИЯНИЕ ПРЕДВАРИТЕЛЬНОГО РАДИАЦИОННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ ОБЛУЧЕНИЯ ФОТОНАМИ И БЫСТРЫМИ НЕЙТРОНАМИ КЛЕТОК ЛИНИИ В-16

*Н.В. Наседкина^{1,2}, Е.В. Исаева², Е.Е. Бекетов²,
Е.П. Малахов², С.Е. Ульяненко²*

*¹ - Обнинский институт атомной энергетики,
НИЯУ МИФИ, г. Обнинск*

² – Медицинский радиологический научный центр им. А.Ф. Цыба, НМИРЦ, Минздрав России, г. Обнинск, Россия

Число онкологических заболеваний во всем мире ежегодно растет. По последним данным (конец 2015 г.) в Российской Федерации число онкобольных составило более 3,4 млн. Продолжается поиск новых и совершенствование существующих методов лечения. Среди них - радиотерапия с использованием плотнoионизирующих излучений, в том числе нейтронов и тяжелых заряженных частиц. Применение этих излучений требует учета многих условий, в том числе, того, получал ли предварительно пациент (частично или полностью) курс стандартной радиотерапии (электронами или фотонами). Именно на оценку возможного влияния предварительного облучения и было направлено настоящее исследование.

Для экспериментов использовали культуру клеток мышинной меланомы В-16, которую культивировали в монослое по стандартной методике. Клетки облучали в поздней лог-фазе. Исследовали 4 режима воздействия: $g-n$, $n-g$, $g-g$ и $n-n$ (где: g – гамма, n – нейтроны). Доза предварительного облучения в случае фотонов составила 7 Гр, а в случае быстрых нейтронов – 2,5 Гр. Интервал между предварительным и основным воздействиями составлял 7 дней, в течение которых клетки находились в CO_2 – инкубаторе при +37 °С. После облучения определяли клоногенную активность клеток по стандартной методике.

Полученные зависимости выживаемости облученных клеток представлены на рисунке. Следует отметить, что предварительное облучение клеток (фотонами или нейтронами) приводит к

небольшому увеличению их резистентности к последующему воздействию редко- или плотноионизирующего излучения. Этот эффект наиболее выражен в случае обоих режимов, когда за нейтронами следовали фотоны ($n-g$, $g-g$) – агенты редкоионизирующей природы.

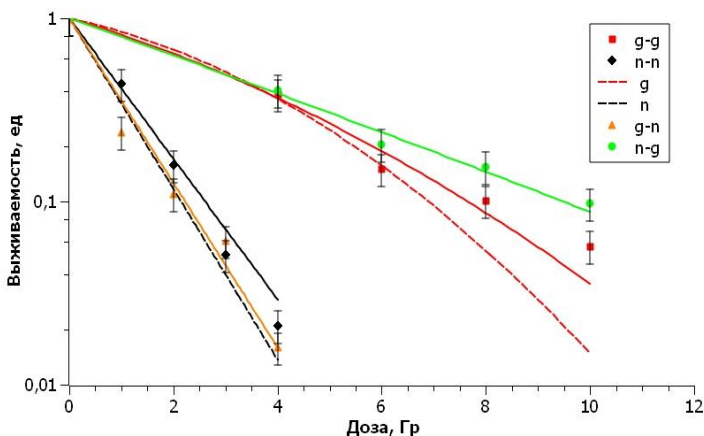


Рис. 1. Зависимость выживаемости клеток меланомы В-16 от дозы облучения

По имеющимся данным (лимфоциты человека) предварительное облучение клеток может приводить к снижению эффективности последующего воздействия. Такой эффект был получен для режимов $g-g$ и $n-n$. Наименее выраженное снижение эффективности облучения наблюдалось в случае режима $g-n$, что подтверждается данными по облучению семян *Crepis capillaris*: при сравнении режимов $g-n$ и $n-g$, большую эффективность показал первый из них.

Таким образом, приведенные данные хорошо согласуются с уже имеющимися в литературе, касающимися нейтронного излучения и влияния последовательности действия излучений с небольшим интервалом между ними. В дальнейших исследованиях будут изучены эффекты действия протонов и ионов углерода.

**ОЖИДАЕМЫЕ ДОЗЫ ОБЛУЧЕНИЯ
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ РАБОТНИКОВ ПРИ
ИНГАЛЯЦИОННОМ ПОСТУПЛЕНИИ $^{241}\text{Am} + ^{238+239+240}\text{Pu}$
ЧЕРНОБЫЛЬСКОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ В
РЕЗУЛЬТАТЕ ВЫПОЛНЕНИЯ ПЫЛЕОБРАЗУЮЩИХ
ОПЕРАЦИЙ**

Е.К. Нилова

РНИУП «Институт радиологии», г. Гомель, Белоруссия

Технологические пылеобразующие сельскохозяйственные операции, проводимые на территории радиоактивного загрязнения, способствуют поступлению радионуклидов в воздух рабочей зоны сельскохозяйственных работников и, соответственно, формированию доз внутреннего облучения. На территории Брагинского района Гомельской области Беларуси Институтом радиологии проведены эксперименты с целью определения степени загрязненности радионуклидами воздуха рабочей зоны при выполнении пылеобразующих сельскохозяйственных операций на участке отселения возле бывшего населенного пункта (б.н.п.) Рафалов, находящегося в 42 км от ЧАЭС (плотность загрязнения трансурановыми элементами (ТУЭ): ^{241}Am - 5,0 кБк/м², ^{238}Pu - 1,0 кБк/м², $^{239+240}\text{Pu}$ - 2,6 кБк/м²), и на частном подворье жилых населенных пунктов (н.п.) Ковали и Бурки, расстояние до ЧАЭС ~ 50 км (плотность загрязнения почвы ТУЭ: ^{241}Am - 2,0 кБк/м², ^{238}Pu - 0,4 кБк/м², $^{239,240}\text{Pu}$ - 1,0 кБк/м²).

Для оценки величины объемной активности ТУЭ в воздухе рабочей зоны отбирались пробы воздуха путем прокачки через фильтры с помощью переносных аспираторов.

При уборке зерна озимого рапса вблизи б.н.п. Рафалов оборудованная кондиционером кабина комбайна «Полесье 10К» находилась в закрытом состоянии, поэтому в данном случае были получены минимальные значения мощности доз. Максимальная мощность ожидаемой эффективной дозы от ингаляционного поступления ТУЭ была сформирована при уборке зерновых на частных подворьях н.п. Ковали-Бурки на рабочем месте «в кабине механизатора» комбайна указанной марки ввиду ее

использования в открытом состоянии, а также значительно большего пылеобразования по сравнению с уборкой тритикале и озимого рапса возле б.н.п. Рафалов (табл. 1). Таким образом, возникновение пылеобразования при проведении сельскохозяйственных работ является доминирующим фактором формирования доз внутреннего облучения.

Таблица 1
Оценка мощности эффективной дозы внутреннего облучения сельскохозяйственных работников при уборке зерновых культур

Населенный пункт	Деятельность	Место нахождения работника	Мощность эффективной дозы внутреннего облучения, мЗв/ч		
			²³⁸ Pu	²³⁹⁺²⁴⁰ Pu	²⁴¹ Am
н.п. Ковали-Бурки	1	<i>в поле</i>	7.1×10^{-7}	2.7×10^{-6}	3.7×10^{-6}
		<i>в кабине комбайна «Полесье»</i>	-*	9.6×10^{-6}	1.7×10^{-5}
Вблизи б.н.п. Рафалов	2	<i>в поле</i>	6.1×10^{-8}	3.3×10^{-7}	7.2×10^{-7}
		<i>в кабине комбайна «Полесье»</i>	-*	-*	-*
	3	<i>в поле</i>	1.2×10^{-7}	6.0×10^{-7}	8.8×10^{-7}
		<i>в кабине комбайна «Лидя 1300»**</i>	-*	2.7×10^{-6}	4.4×10^{-6}

1-уборка зерновых; 2- уборка зерна озимого рапса; 3- уборка зерна тритикале;

*- содержание радионуклидов не было зарегистрировано выше минимально-детектируемой активности

** - не оснащена кондиционером.

Основной вклад в ожидаемую дозу внутреннего облучения от ТУЭ вносит ²⁴¹Am. Однако, преобладающий вклад в суммарную эффективную дозу вносит доза внешнего облучения работников ($0.15-0.45 \times 10^{-3}$ мЗв/час).

Для снижения доз внутреннего облучения работников в качестве рекомендательных могут быть предложены такие меры, как минимизация время нахождения на рабочем месте «в поле», а также использование сельскохозяйственной техники, оснащенной системой кондиционирования.

ВЛИЯНИЕ ОСТРОГО ГАММА-ОБЛУЧЕНИЯ НА МЕРИСТЕМАТИЧЕСКУЮ АКТИВНОСТЬ РЯСКИ МАЛОЙ *LEMNA MINOR*

М.М. Рассказова, А.Ю. Стародуб

Обнинский институт атомной энергетики,
НИЯУ МИФИ, г. Обнинск

В настоящее время существует много различных публикаций о действии острого ионизирующего излучения на меристему растений [2, 3]. Показана чувствительность ряски малой (*Lemna minor*) к действию острого-гамма излучения, но до конца не ясен точный диапазон доз, оказывающий отрицательное влияние на растение [1, 5].

В качестве тест-объекта для исследования используется культура растения *Lemna minor*. В качестве контроля использовались особи, которые были транспортируемы к источнику облучения, но не подверглись его воздействию. Для культивирования растения использовали модифицированную среду Штейнберга [4]. По одному растению ряски помещали в пластиковые чашки Петри с питательной средой.

Облучение гамма-квантами проводили на установке Исследователь (Россия, ^{60}Co , мощностью дозы 15 Гр/мин). Дозы излучения 10 и 100 Гр. Учет показателей проводили на 1 (сразу после облучения), 5, 9, 12 и 15 сутки. Растения пересаживали на свежую среду через каждые 5 суток. Проводили три серии экспериментов в 2-кратной повторности. Оценивали динамику прироста особей и фрондов в процентах от контроля; влияние разной дозы острого гамма-облучения на прирост особей и фрондов, и процент повреждения фрондов. Процент повреждённых фрондов (листецов) в опыте рассчитывали по проценту от общего количества в каждой пробе. Прирост площади фрондов оценивали посредством фотографирования проб растений через специальный микроскоп и программу Score.

В качестве морфологических показателей *Lemna minor* исследуется общее количество повреждений фрондов, отдельно доля хлорозов и некрозов.

Обработку полученной информации проводили с помощью компьютерной программы Microsoft Excel и STATISTICA 8.0. Для оценки достоверности различий использовался непараметрический критерий Манна-Уитни при уровне значимости $p < 0,05$. Анализ взаимосвязи признаков осуществляли непараметрическим методом корреляционного анализа по Спирмену.

Сравнение количества хромосомных aberrаций у растения с разной дозой облучения и выявление зависимости дозы острого гамма-облучения и количества aberrаций проводили путем приготовления временных (давленных) препаратов. Все изменения анализировали относительно необлученного контроля.

Литература

1. VII Съезд по радиационным исследованиям (радиобиология, радиэкология, радиационная безопасность): тезисы докладов. Москва, 21–24 октября 2014 г. Москва: РУДН, 2014. 456 с.

2. Букалич Е.Ю., Обвинцева Н.А., Пряхин Е.А. Цитогенетические эффекты острого гамма-облучения в клетках меристемы проростка латука (*Lactuca sativa L.*) // Вестник Челябинского государственного университета. 2013. № 7 (298). С. 104–106.

3. Гудым Е.В., Гопций Т.И. Влияние предпосевной обработки семян амаранта гамма-лучами на частоту возникновения митотических нарушений в корневой меристеме растений // Селекция и семеноводство. 2016. Вып. 109. С. 119–124.

4. Рассказова М.М., Чиж Т.В. Использование *Lemna minor L.* для оценки качества воды на основе морфологического подхода / В кн.: Материалы I (VII) Международной конференции по водным макрофитам «Гидробиотаника 2010». Ярославль: Принт Хаус, 2010. С. 254–256.

5. Сторчак Т.В., Гришечкина А.А. Особенности пигментной системы *Lemna minor* при воздействии ионов меди. // Вестник Нижегородского государственного гуманитарного университета. 2013. №3. С. 85–88.

ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТЬ ФАЗ МИТОЗА В КЛЕТКАХ КОРНЕВЫХ МЕРИСТЕМ ТЕСТ-ОБЪЕКТА *HORDEUM VULGARE* L. ПРИ ДЕЙСТВИИ ВОДНОГО ЭКСТРАКТА КУКОЛОК КИТАЙСКОГО ДУБОВОГО ШЕЛКОПРЯДА И ХРОНИЧЕСКОМ РАДИОАКТИВНОМ ОБЛУЧЕНИИ

Е.А. Танкевич¹, И.И. Концевая²

¹ – ГНУ «Институт радиобиологии НАН Беларуси», г. Гомель,
Белоруссия

² – Гомельский государственный университет им. Ф. Скорины,
г. Гомель, Белоруссия

В настоящее время известно, что экстракт жидкого содержащего куколок дубового шелкопряда (ВЭКШ, экстракт) оказывает целый комплекс биостимулирующих, антиоксидантных и иммуномодулирующих эффектов [1].

Биотестирование различных концентраций водного экстракта выполняли с применением *Allium*-теста [2]. Тестируемые концентрации ВЭКШ: о1 (10 мл в 100 мл воды), о2 (1 мл в 100 мл воды), о3 (0,1 мл в 100 мл воды), о4 (0,01 мл в 100 мл воды), о5 (0,001 мл в 100 мл воды), о6 (0,0001 мл в 100 мл воды). Хроническое облучение зерновок ячменя составило 6 Гр. В качестве основного контроля использовали дистиллированную воду (к-к). Выбор дистиллированной воды производился по общепринятой методике [3]. Изучение распределения клеток по стадиям митоза показало, что наибольшее их число, как в контрольных вариантах, так и в опытных, приходится на профазу (39,4±4,2–52,8±3,8%), доля клеток на стадиях ана- и телофазы суммарно составила 9,9±3,1–19,7±4,0%, на стадии метафазы – 21,9±1,7–27,3±3,2% (рис. 1).

В вариантах опыта, где семена ячменя подверглись облучению, количество клеток на различных стадиях митоза уменьшается по сравнению с контрольными вариантами, семена которых не были облучены. Установлено, что наиболее оптимальными концентрациями ВЭКШ, действующими на исследуемые цитогенетические параметры, являются 0,001 мл и 0,0001 мл исходного ВЭКШ в 100 мл воды.

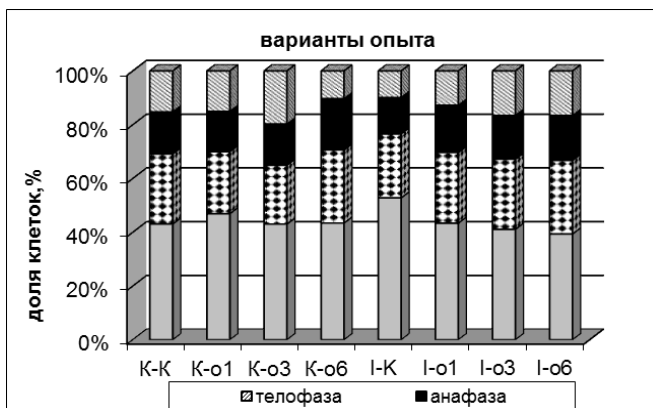


Рис. 1. Относительная продолжительность фаз митоза в корневой меристеме *Hordeum vulgare* L. под действием ВЭКШ и радиоактивного облучения

Литература

1. Чиркин А.А. и др. Антиоксидантная активность куколок китайского дубового шелкопряда // Ученые записки УО «ВГУ им. П.М. Машерова»: сборник научных статей. Витебск: Изд-во УО «ВГУ им. П.М. Машерова», 2007. С. 248–265.
2. Fiskesjo G. The *Allium* test as a standard in environmental monitoring // *Hereditas*. 1985. V. 102. P. 99–102.
3. Evseeva T.I. Genotoxicity and cytotoxicity assay of water sampled from the underground nuclear explosion site in the north of the Perm region (Russia) // *J. Environ. Radioactivity*. 2005. V. 80. P. 59–74.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ФОРМ НАХОЖДЕНИЯ ТЕХНОГЕННЫХ РАДИОНУКЛИДОВ В ВОДНЫХ ОБЪЕКТАХ СЕМИПАЛАТИНСКОГО ИСПЫТАТЕЛЬНОГО ПОЛИГОНА

А.С. Торопов

*Институт радиационной безопасности и экологии НЯЦ РК,
г. Курчатов, Казахстан*

Искусственные радионуклиды в водных объектах радиационно-загрязненных площадок могут представлять потенциальную опасность для экосистем и человека, значительно перемещаясь за пределы участка загрязнения. Актуальность работы определяет недостаточная изученность форм нахождения трансураниевых радионуклидов в водных объектах, как на экспериментальном, так и на теоретическом уровне.

Для понимания миграционной способности радионуклидов и их распределения по формам нахождения были поставлены модельные эксперименты с растворами, имитирующими природные воды, а также изучены формы нахождения радионуклидов в отдельных водных объектах Семипалатинского испытательного полигона (СИП) – водотоков штолен 177 и 503 площадки «Дегелен», а также озера «Телкем-2», где ранее были зафиксированы количественные значения радионуклидов [1]. Модельные растворы готовили с использованием грунта испытательных площадок СИП с содержанием ^{137}Cs , ^{90}Sr , ^{241}Am и $^{239+240}\text{Pu}$ порядка $n \cdot (10^4 - 10^6)$ Бк/кг и дистиллированной воды. Пробы воды и модельных растворов подвергали последовательной каскадной фильтрации через мембраны с размерами пор 10, 1, 0,45, 0,1, 0,007 (100 кДа) и 0,003 мкм (10 кДа), что позволяет выделить взвешенные вещества, псевдоколлоиды и коллоиды различного размера, а также растворенные формы.

Выявлено, что в условиях модельных растворов ^{137}Cs находился преимущественно в псевдоколлоидной и растворенной форме (до 80%), а ^{90}Sr – только в растворенной. ^{241}Am до 90% задерживался при фильтрации с частицами, имеющими размеры от 0,1 до 0,007 мкм (100 кДа), остальная часть – 0,1 мкм. Доля $^{239+240}\text{Pu}$, связанного с псевдоколлоидами (фракция 0,1-0,45 мкм) варьировала от 22 до 56% от суммы форм нахождения, с коллоидными частицами размерами крупнее 100 кДа – от 33 до 72%.

При изучении форм нахождения радионуклидов в водных объектах СИП было установлено, что порядка 70% удельной активности ^{137}Cs в воде водотока штольни 177 площадки «Дегелен» составляла растворенная форма, в остальных объектах – ниже предела обнаружения. Преобладающей формой нахождения ^{90}Sr (более 90%) для всех изученных водных объектов СИП была растворенная. Установлено, что $^{239+240}\text{Pu}$ находился как во взвешенной форме, так и в коллоидах и растворенной форме. В воде озера Телкем-2 и штольни 503 площадки «Дегелен» в процессе каскадной фильтрации на мембранах задерживается порядка 90% $^{239+240}\text{Pu}$ с максимумом на мембранах, отсекающих коллоиды (10 и 100 кДа). В воде водотока штольни 177 более 50% $^{239+240}\text{Pu}$ находилось в растворенной форме.

Литература

1. Aidarkhanova A.K., Lukashenko S.N. Investigation of character of distribution of radioactive contamination in the "water-sediments" system of Semipalatinsk Test Site and adjacent territories // ENVIRA-2015 International Conference proceedings. Greece, 2015. P. PS3-43.

АНОМАЛИИ И МОРФОМЕТРИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ХВОИ У ВТОРОГО ПОСЛЕАВАРИЙНОГО ПОКОЛЕНИЯ СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ ИЗ БЛИЖНЕЙ ЗОНЫ ЧАЭС

В.В. Хронина¹, Е.С Макаренко², А.А. Удалова^{1,2}

*¹ – Обнинский институт атомной энергетики,
НИЯУ МИФИ, г. Обнинск*

*² – Всероссийский научно-исследовательский институт
радиологии и агроэкологии, г. Обнинск, Россия*

Одна из крупнейших радиационных катастроф в истории человечества – авария на Чернобыльской АЭС, которая произошла 26 апреля 1986 г. В результате облучения в первый период после аварии погибло около тысячи гектаров сосновых лесов, у облученных деревьев наблюдали различные аномалии. В настоящее время актуальным является изучение отдаленных последствий действия радиации на живые организмы. Среди растительных организмов большой интерес привлекает сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris* L.). Она характеризуется высокой радиочувствительностью, обширным распространением и широким диапазоном толерантности к условиям окружающей среды, это делает ее подходящим объектом для исследований.

Целью данной работы являлось изучение морфометрических показателей и аномалий хвои у второго послеаварийного поколения (F2) сосны обыкновенной.

Исследованные деревья выросли в условиях естественного радиационного фона из семян, собранных с сосен поколения F1, произрастающих в ближней зоне ЧАЭС в условиях хронического облучения. Предыдущее поколение F0 подверглось острому облучению в первый период после аварии. Изучали 3 группы потомков деревьев: из зоны среднего поражения (поглощенные в год аварии дозы составили 4-5 Гр); из зоны сублетального поражения (10-20 Гр); из зоны летального поражения (80-100 Гр). Длину хвои измеряли с погрешностью 0,5 мм, а массу подсушенной хвои с точностью до 0,001 г, все изучаемые деревья проверяли на аномалии. Всего было измерено 2520 хвоинок на 30 контрольных деревьях и 29 потомках.

В результате проведенного исследования было выявлено, что длина и масса хвои во всех импактных группах значимо ($p \leq 0,001$) увеличена относительно контрольной группы.

При изучении хвои сосен были найдены следующие аномалии: искривленная, аномально ориентированная, сгущенная хвоя, треххвойные брахибласты и уменьшение продолжительности жизни хвои. Было обнаружено, что у деревьев из зоны среднего и сублетального поражения наибольший процент сосен с искривленной хвоей (рис. 1). Такие аномалии, как треххвойные брахибласты и аномально ориентированная хвоя встречаются только у деревьев из зоны сублетального поражения.

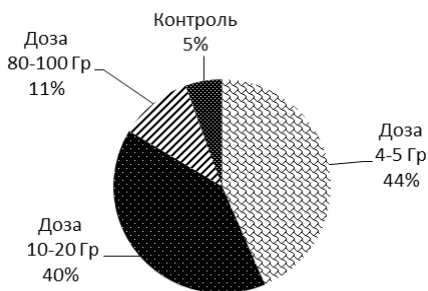


Рис.1 Процентное содержание сосен с искривленной хвоей в разных дозовых группах деревьев

Исходя из полученных данных, можно сделать вывод о том, что у второго послеаварийного поколения сосны обыкновенной, выросшего в условиях нормального радиационного фона, наблюдаются различные аномалии хвои, а также выявлены признаки радиостимуляции морфометрических показателей хвои.

ОЦЕНКА УРОВНЯ РАДИОАКТИВНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ НА УЧАСТКЕ РЕКИ ИПУТЬ БРЯНСКОЙ ОБЛАСТИ

Д.С. Чурюкин, М.М. Рассказова

*Обнинский институт атомной энергетики,
НИЯУ МИФИ, г. Обнинск*

Радиационная обстановка формируется на территории административного района, населенного пункта или объекта в результате радиоактивного заражения местности и всех расположенных на ней предметов. Для оценки уровня радиоактивного загрязнения использовались данные разведки (показания дозиметрического прибора) и данные по радиоактивному загрязнению территории населенных пунктов Российской Федерации Cs-137, Sr-90 и Pu-239+240 ("НПО "Тайфун") [1].

Предельный допустимый уровень радиации (радиационный фон) от природных источников излучения может составлять 0,57 мкЗв/ч, при норме в 0,11-0,16 мкЗв/ч. (МУ 2.6.1.1088-02, СанПиН 2.6.1.2800-10, СанПиН 2.6.1.2523-09).

Оценка уровня радиоактивного загрязнения на участке реки Ипуть проведена измерениями МЭД (Дозиметр ДБГ-06m, мощность дозы 0,1-10000 мкЗв/ч). Измерения мощности дозы производились на разных расстояниях от берега реки Ипуть. МЭД на исследуемом участке варьирует в диапазоне от 0,05 (норма) до 0,75 (превышение нормы ПДУ в 1,5 раза) мкЗв/ч (рис. 1). Максимальные значения имели место в точке с. Муравинка.

По мере удаления от береговой зоны значения мощности дозы возрастают до 0,58-0,76 мкЗв/ч. Данный факт связан с переносом радионуклидов за счет течения водных масс реки Ипуть [2].

Исходя из данных о радиоактивности Cs-137, Sr-90 и Pu-239+240, опубликованными ГУ «НПО «Тайфун», Брянская область отличается наиболее высоким уровнем радиоактивного загрязнения, в особенности на исследуемом участке реки Ипуть. Показания дозиметрического прибора подтверждают

повышенный уровень радиоактивного загрязнения и соответствуют данным, опубликованными ГУ «НПО «Тайфун».

Таким образом, проведенное исследование показало, что спустя более 30 лет после аварии на ЧАЭС сохраняется повышенный уровень радиоактивного загрязнения. Оно носит неравномерный пятнистый характер.

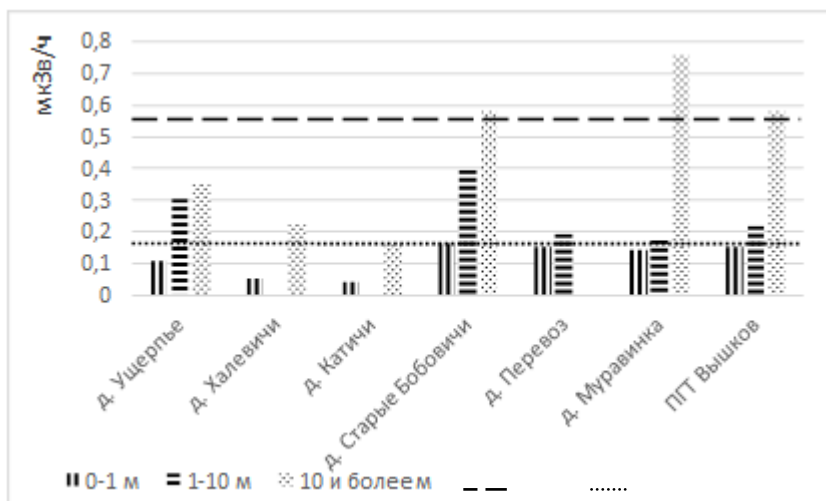


Рис. 1. Изменение мощности дозы при удалении от береговой линии реки Ипуть

Литература

1. Данные по радиоактивному загрязнению территории населённых пунктов Российской Федерации Cs-137, Sr-90 и Pu-239+240 / Под редакцией С.М. Вакуловского, подготовил В.Н. Яхрюшин. Обнинск, ФГБУ "НПО "Тайфун", 2016.

2. Коробова Е.М., Романов С.Л., Киров С.С., Берёзкин В.Ю., Баранчуков В.С. Пространственное распределение Cs-137 в элементарных ландшафтно-геохимических системах долины р. Ипуть (Брянская область) / Радиоактивность и радиоактивные элементы в среде обитания человека. 2016. С. 345-348.

СИНТЕЗ БЕЛКОВ-МЕТАЛЛОТИОНЕИНОВ У МОЛЛЮСКОВ *BRADYBAENA F.* ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ Sr-90 В ЕСТЕСТВЕННЫХ УСЛОВИЯХ ОБИТАНИЯ

*Р.Р. Шошина¹, Г.В. Лаврентьева^{1,2}, Б.И. Сынзыныс¹,
О.А. Мирзеабасов¹, Е.Е. Черкасова¹*

¹ - *Обнинский институт атомной энергетики,
НИЯУ МИФИ, г. Обнинск*

² - *КФ МГТУ им. Н.Э.Баумана, г. Калуга, Россия*

Моллюски вида *Bradybaena F.* имеют высокие коэффициенты накопления Sr-90, являются удобным видом при пробоотборе ввиду многочисленности и широкого распространения. Однако данные организмы не выбраны в качестве референтных. Для референтного организма, предназначенного для нормирования и прогнозирования состояния экосистем и популяций, перечень показателей должен включать более широкий набор критериев. Одним из которых является наличие зависимости «доза-эффект» и пороговой дозыоблучения в природных условиях [3, 5].

Целью данной работы явилось определение и анализ зависимости «доза-эффект» для природной популяции кустарниковой улитки по показателю изменения уровня белков-металлотионеинов (МТ) в мягких тканях моллюсков, обитающих в лесной экосистеме, загрязненной Sr-90. Мощности поглощенной дозы облучения от Sr-90, находящегося в крапиве, раковинах моллюсков и в почве, определяли с помощью формул Дж.Левинджера и Л.Д.Маринелли [4]. Содержание МТ определялось радиохимическим методом, основанным на замещении ионов металла радиоактивным Cd-109, хелатированных в МТ [7]. Обработку и анализ экспериментальных данных провели в программной среде R-Development.

Полученная зависимость изменения уровня белков-МТ при повышении мощности поглощенной дозы облучения организмов (рис.1) показала, что до 500 мГр/год не происходит повышения уровня (активации) белков-МТ. Тогда как увеличение мощности дозы индуцирует синтез МТ, что характеризуется линейным повышением уровня белков-МТ. Данная зависимость

для физиологического показателя защитной реакции клеток (в условиях природной среды) получена впервые. В данном случае пороговой дозой, после достижения которой вслед за репарационными системами включаются физиологические механизмы защиты клеток при облучении *Bradybaena f.*, является доза 500 мГр/год. Подобная зависимость была установлена Н.В.Лучником и А.В.Севанькаевым [6] для хромосомных aberrаций после рентгеновского облучения в малых дозах лимфоцитов человека *in vitro*, а также С.А.Гераськиным и соавторами [3] для aberrаций в клетках проростков ячменя, облученного гамма-лучами Co-60 (до 100 сГр) в лабораторных условиях и для синтеза белков-МТ в мягких телах *Bradybaena f.* при мощностях доз менее 50 мГр/год [1].

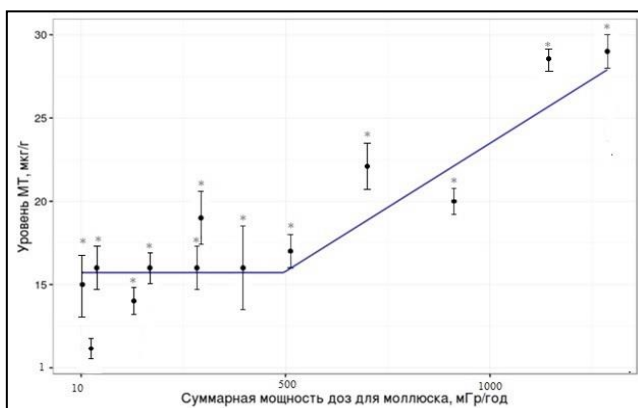


Рис.1. Зависимость изменения уровня белков-МТ в мягком теле сухопутного моллюска при повышении дозовой нагрузки
* - статистически значимо отличаются от контроля (при $\alpha=0,05$)

Литература

1. Васильева А.Н. // Изв. вузов. Ядерная энергетика. 2007. №3. Вып. 1. С. 65-73.
2. Гераськин С.А. с соавт. // Рад.биол. Радиоэкол. 1999. Т. 39. № 4. С. 373-383.
3. Крышев И.И., Сазыкина Т.Г. // Радиация и риск. 2013. Т. 22. № 1. С. 47-61.
4. Сынзыныс Б.И. с соавт. // Радиация и риск. 2014. Т. 23. № 4. С. 43-54.

5. Удалова А.А. с соавт. // Мед.радиол. и радиац. безопасность. 2013. Т. 58. №4. С. 23-33.
6. Luchnik N.N. Sevankaev A.V. // Mutat.Res. 1976. V. 36. P. 363-378.
7. Eaton D.L., Toal B.F. // Toxicol. Appl. Pharmacol. 1982. V. 66. P. 134-142.

ЭФФЕКТЫ ДЕЙСТВИЯ ГАММА-ИЗЛУЧЕНИЯ НА МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ И БИОХИМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ РЯСКИ МАЛОЙ *Lemna minor*

Е.В. Шумаева, М.М. Рассказова

*Обнинский институт атомной энергетики,
НИЯУ МИФИ, г. Обнинск*

В течение последних пятидесяти лет рясковые рассматриваются как чрезвычайно ценный экспериментальный объект для морфологических, физиологических и биохимических исследований. По характеру повреждения листецов (хлорозы, некрозы), по коэффициенту мгновенного прироста популяции, по количеству хлорофилла, по степени прироста фрондов и корней можно судить о степени загрязнения окружающей среды, об облучении и/или наличии радионуклидов [1]. Целью данной работы было выявление закономерностей действия острого гамма-излучения в диапазоне доз 10–100 Гр по морфологическим и биохимическим показателям ряски малой *Lemna minor*.

В работе использовали природную культуру растений ряски малой, поддерживаемую на модифицированной питательной среде Штейнберга в лабораторных условиях [2]. Облучение проводилось на базе МРНЦ им. А.Ф. Цыба на установках «Исследователь» в дозах 10; 30; 50; 100 Гр и «ЛУЧ-1» в дозе 10 Гр.

Прирост количества особей является одним из показателей, по изменению которого можно судить о стрессовом воздействии на растительный организм. К 15 суткам наблюдений отмечено снижение прироста особей в 1,7 – 2 раза по сравнению с контролем. При анализе динамики прироста фрондов на 15 сутки эксперимента прослеживается иная картина. При облучении в дозе 10 Гр не наблюдается статистически значимого отличия от

контроля. При облучении в дозе 30 Гр прирост фрондов снижается на 22% относительно контроля, при дальнейшем повышении дозы (50–100 Гр) прирост снижается на 16 и 20% относительно предыдущей дозы.

Показано, что при облучении ряски в дозе 10 Гр наблюдается стимуляция прироста корней, при облучении в дозе 30 Гр прирост корней снижается на 15%, в дозе 100 Гр – прирост корней минимальный. Анализ повреждений фрондов показал, что с увеличением дозы количество повреждений увеличивается в 1,3–2,3 раза.

Проведенное исследование показало, что на исследуемые параметры влияет не только поглощенная доза, но и мощность дозы. При облучении растений в дозе 10 Гр с большой мощностью (МД = 14,91 Гр/мин) происходит замедление прирост фрондов в 2,5–7 раз.

При оценке содержания хлорофилла-а выявлено, что статистически значимые различия с контролем наблюдаются при действии гамма-излучения в дозе 10 Гр и сохраняются при облучении в дозах 30, 50 и 100 Гр (дозонезависимый эффект). Содержание хлорофилла-*b* и хлорофилла-*a* в облученных образцах значимо снижается при облучении ряски в дозе 10 Гр.

В проведенном исследовании обнаружены морфологические и биохимические изменения ряски малой в диапазоне доз облучения от 10 до 100 Гр с порогом в дозе 30 Гр.

Литература

1. Axtell N.R., Sternberg S. P., Claussen K. Lead and nickel removal using *Microspora* and *Lemna minor* // *Bioresource Technol.* 2003. №6. С. 41–48.
2. Берестина А.В, Рассказова М.М. Влияние гамма-излучения в широком диапазоне доз на морфологические характеристики *Lemna minor* L / Экологические проблемы XXI в.: Материалы 11-й международной конференции. Минск, 19–20 мая 2011 г. Минск: МГЭУ им. А. Д. Сахарова, 2011. С. 310.

ВЛИЯНИЕ ХРОНИЧЕСКОГО ИОНИЗИРУЮЩЕГО ИЗЛУЧЕНИЯ НА МОРФО-АНАТОМИЧЕСКУЮ СТРУКТУРУ KOELERIA CRISTATA

А.Б. Янкаускас, Н.В. Ларионова, А.Н. Шатров

Институт радиационной безопасности и экологии НЯЦ РК,
г. Курчатов, Казахстан

Одним из наиболее радиационно-опасных объектов на территории Семипалатинского испытательного полигона (СИП) являются площадки испытания боевых радиоактивных веществ (БРВ). БРВ представляли собой жидкие или порошкообразные радиоактивные рецептуры, рассеяние которых осуществлялось путем подрыва отдельных снарядов или распыления с самолетов. В результате образовалось около 30 участков локального радионуклидного загрязнения. Содержание радионуклидов на данных площадках достигает величин радиоактивных отходов и представляет серьезную опасность. Основным загрязнителем является радионуклид ^{90}Sr [1]. В этих условиях у растительных организмов под влиянием радиационного воздействия могут наблюдаться изменения в морфо-анатомической структуре, например, при увеличении β -активности почвы происходят изменения внутренней структуры стебля [2].

Для исследования морфо-анатомических показателей растений, произрастающих в местах испытания БРВ, заложено 10 исследовательских площадок на участках максимального радионуклидного загрязнения ($\beta > 10\,000$ част/мин*см², $\gamma = 10\text{-}60$ мкЗв/ч). В качестве опытного растения выбран тонконог (*Koeleria cristata*). Определение удельной активности радионуклидов ^{137}Cs и ^{241}Am проводилось на гамма-спектрометре Canberra. Радионуклид ^{90}Sr определяли на бета-спектрометре «Прогресс». Радионуклид $^{239+240}\text{Pu}$ определяли радиохимическим выделением с последующим измерением на альфа-спектрометре Canberra. Оценка дозовых нагрузок внутреннего и внешнего облучения растений проводилась согласно рекомендациям публикации №108 МКРЗ [3].

Значения удельной активности ^{90}Sr в растениях составляют от $1,8 \cdot 10^3$ до $1,8 \cdot 10^7$ Бк/кг, ^{137}Cs от 16 ± 3 до 350 ± 70 Бк/кг, ^{241}Am от $7,7 \pm 1,4$ до 440 ± 90 Бк/кг, $^{239+240}\text{Pu}$ от $4,1 \pm 1,3$ до 530 ± 60 Бк/кг. В почве значения удельной активности ^{90}Sr составляют от $1,5 \cdot 10^3 \pm 3,0 \cdot 10^2$ до $1,5 \cdot 10^7 \pm 3,0 \cdot 10^6$ Бк/кг, ^{137}Cs от 20 ± 4 до 2500 ± 500 Бк/кг, ^{241}Am от $3,4 \pm 1$ до 4700 ± 900 Бк/кг, $^{239+240}\text{Pu}$ от $18,0 \pm 5$ до 74000 ± 3000 Бк/кг.

Наибольший вклад в формирование дозы вносит радионуклид ^{90}Sr (70-80%). При увеличении мощности дозы от 0,02 до 270 мГр/сутки наблюдается тенденция к увеличению таких анатомических параметров, как диаметр стебля (от 790 ± 55 до 1250 ± 220 мкм), толщина склеренхимы (от 46 ± 12 до 83 ± 17 мкм), толщина эпидермы (от $6,5 \pm 1,4$ до $10,3 \pm 2,4$ мкм) и площадь проводящего пучка (от 2600 ± 600 до 5900 ± 1100 мкм²). Морфологические параметры соответствуют «нормальным» литературным значениям (длина стебля от $45,0 \pm 7,0$ до $55,5 \pm 7,9$ см, длина метелки от $5,9 \pm 1,8$ до $8,8 \pm 1,9$ см) [4]. В целом значимого влияния на морфо-анатомические параметры не зафиксировано.

Литература

1. Институт радиационной безопасности и экологии: научно-популярное издание. 2-ое, перераб. и доп./Под ред. С.Н. Лукашенко. Павлодар: Дом печати, 2012. 48 с.
2. Абатуров Ю. Некоторые особенности радиационного поражения сосны в районе Аварии на ЧАЭС // Экология. 1991. № 5.
3. ICRP Environmental Protection: the Concept and Use of Reference Animals and Plants ICRP Approved by the Commission in October. Publication. 2008. 108 p.
4. Атлас – определитель / М. И. Радченко, под ред. Н.Л. Бубличенко, Н.К. Ившин. Алма-Ата: Наука, 1985. 128 с.

СЕКЦИЯ 7. ШКОЛЬНАЯ ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ СЕКЦИЯ

МОНИТОРИНГ КИСЛОТНОСТИ И МИНЕРАЛЬНОГО СОСТАВА ВОДЫ В РЕКЕ УГОДКЕ

А.А. Аверьянов, Е.Н. Дмитриева, И.А. Чугреева

МОУ СОШ № 1 им. С.Ф. Романова», г. Жуков, Россия

Основным водным объектом г. Жукова, где располагается МОУ СОШ №1 им. С.Ф. Романова, является река Угодка. Учащиеся школы уже на протяжении нескольких лет занимаются мониторингом экологического состояния реки.

Лето 2016 г. для нашего региона стало аномальным по количеству выпавших осадков. Поэтому на состояние водных объектов нынешние климатические условия не могли не сказаться.

Для исследования брались пробы воды в трех местах по течению реки:

проба № 1: Родниковый сток в реку Угодку, расположенный под автомобильным мостом;

проба № 2: Вода около искусственной запруды под пешеходным железным мостом возле городских бань;

проба № 3: Вода реки на окраине г. Жукова после очистных сооружений.

Для сравнительного анализа мы использовали данные, полученные в 2014-2015 гг. при работе над проектом «Река Угодка». Минерализация воды реки Угодки по ряду показателей уменьшилась, незначительно изменилась кислотность воды, а по органолептическим характеристикам качество воды улучшилось.

Сравнительный анализ органолептических характеристик показал, что произошли изменения, касающиеся запаха воды и его интенсивности. Запах приобрел более натуральные оттенки (древесный, травянистый, илистый) уменьшилась его интенсивность, что может быть связано с разбавлением воды реки дождевыми водами. Вызывает настороженность повышение температуры воды в районе моста после городских бань, что может свидетельствовать о тепловом загрязнении воды.

Кислотность воды изменилась незначительно в сравнении с 2014 г., что может быть связано с буферными свойствами природной воды. Более высокий рН воды в 2014 г. может быть связана с попаданием неочищенных вод с очистных сооружений.

Концентрация определяемых ионов значительно ниже по сравнению с показателями прошлых лет. Так, концентрация хлорид ионов в районе очистных сооружений в 2014 г. составляла 568 мг/л, в 2015 г. – 153,25 мг/л, в 2016 г. - 70,29±2,52 мг/л. Наблюдается явное снижение концентрации хлорид-ионов в районе очистных сооружений.

Таким образом, можно сделать вывод, что аномально большое количество осадков способствовало улучшению экологического состояния реки Угодки.

Таблица 1

Результаты определения кислотности и минерализации

Хар-ки	ПДК	проба № 1	проба № 2	проба № 3	Метод анализа
рН	6-9	7,08	7,35	7,37	рН-метр Checker1
Cl ⁻ мг/л	350	58,58±2,21	46.505±2,42	70,29±2.52	Титриметрический
SO ₄ ²⁻ мг/л	500	45	106	128	Турбидиметрический
Об-щее желе-зо мг/л	0,3	0	0,1	0,2	Визуально-колориметрический
Ca ²⁺ мг/л	200	51,5±1,24	59.52±1,42	53,71±0,99	Титриметрический
NO ₃ ⁻ мг/л	45	5	1	2	Визуально-колориметрический
HCO ₃ ⁻ мг/л	1000	161,04±4,94	130,54±3,17	162,26±3,17	Титриметрический

ВИДОВОЙ СОСТАВ И ОСОБЕННОСТИ РАСПРОСТРАНЕНИЯ АФИЛЛОФОРОВЫХ ГРИБОВ НА ТЕРРИТОРИИ ОТДЕЛЬНЫХ ФИТОЦЕНОЗОВ ГОРОДА ОБНИНСКА И МАЛОЯРОСЛАВЕЦКОГО РАЙОНА

Д.А. Балакирев¹, М.М. Рассказова²

¹ - МБОУ СОШ №11, г. Обнинск, Россия

² - Обнинский институт атомной энергетики,
НИЯУ МИФИ, г. Обнинск

Афиллофоровые грибы в лесных экосистемах являются ведущей эколого-трофической группой, определяющей основные параметры процессов биологического разложения древесины [1]. Выявление видового разнообразия афиллофоровых грибов при проведении экологического мониторинга может свидетельствовать о различной степени рекреационной нагрузки, которую испытывает изучаемый фитоценоз [2]. Целью работы было изучение видового состава и особенностей распространения афиллофоровых грибов на территории отдельных фитоценозов города Обнинска и Малоярославецкого района, выявление краснокнижных видов микофлоры. Для изучения был выбран участок пригородного леса, для которого было составлено эколого-экономическое обоснование для создания ООПТ.

На участке леса предполагаемого ООПТ было отобрано и определено 18 видов макромицетов из 14 семейств, 9 порядков. На участке леса смешанного леса Малоярославецкого района было отобрано и определено 13 видов макромицетов из 12 семейств, 7 порядков. В итоге работы был выявлен видовой состав и особенности распространения афиллофоровых грибов на территориях двух фитоценозов, обнаружены некоторые закономерности распределения грибов по субстратам. На рис.1. видно, что среди всех изученных видов большую часть составляют трутовые грибы (59%) Выявлено, что наибольшая встречаемость и плотность произрастания макромицетов и афиллофоровых грибов на территории пригородного леса города Обнинска приурочена к участкам леса, расположенных вблизи оврагов.

На участке Малоюрославецкого леса выявлен вид Красной книги РФ - Ежовик кораллоподобный *Hericium coralloides* [3].

Полученные данные способствуют дополнению информации по афиллофоровым грибам, так же могут быть использованы в составлении эколого-экономического обоснования при создании ООПТ.

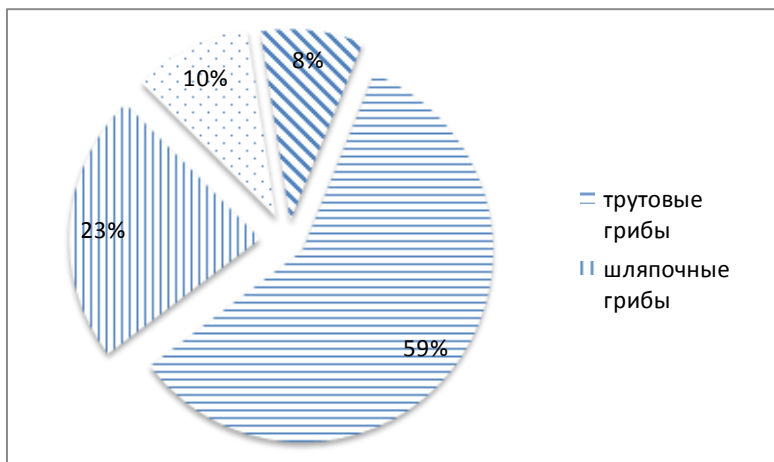


Рис. 1. Основные группы макромицетов (г. Обнинск)

Литература

1. Алексеев С.К., Сионова М.Н. Редкие грибы Мусота, Basidiomycetes) Калужской области // Материалы VIII региональной научной конференции "Вопросы археологии, истории, культуры и природы Верхнего Поочья" конференции 21-23 марта 2001 г. II часть. Калуга: Издательство Н. Бочкаревой, 2001. С. 277.
2. Сионова М.Н. Грибы Урочище Чертово Городище / Под научн. Ред. В.П. Новикова, Т.А. Гордеевой. Калуга, 2004. С. 44-45.
3. Красная книга Калужской области. Калуга: Золотая аллея, 2006. 608 с.

АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ РОСТОВСКОЙ АЭС НА СОДЕРЖАНИЕ ИОНОВ МЕДИ В ЦИМЛЯНСКОМ ВОДОХРАНИЛИЩЕ

Е. Д. Головки

МБОУ гимназия №1 «Юнона», г. Волгодонск, Россия

У значительной части населения территорий, прилегающих к Цимлянскому водохранилищу (далее ЦВ), сохраняется недоверие относительно безопасности атомной энергетики. Актуальность темы связана с опасностью загрязнения ЦВ таким тяжелым металлом, как медь.

В работе были использованы результаты контроля гидрохимических показателей воды ВО и ЦВ отдела охраны окружающей среды Ростовской АЭС за период 2002–2016 гг.

ЦВ отделено от водоема-охладителя (далее ВО), используемого АЭС для охлаждения технологических вод, фильтрующей плотинной.

Для оценки влияния состава воды ВО на ЦВ рассматривались данные по контрольным точкам, располагающимся друг напротив друга по обе стороны плотины, отделяющей ВО от ЦВ: № 4 (ЦВ) и № 8 (ВО). Анализ многолетней динамики показателя за период 2002-2015 гг. отразил его рост в воде ВО и снижение в воде ЦВ. Таким образом, несмотря на увеличение количества ионов меди, поступающих из ВО в ЦВ, этот процесс не нарушал сложившуюся в нем тенденцию снижения уровня загрязнения рассматриваемым тяжелым металлом.

Для оценки экологической значимости измеренных величин показателя их сравнили с ПДК для водоемов рыбохозяйственного назначения [1], так как ЦВ относится именно к этой категории. Было установлено, что превышение ПДК концентрацией ионов меди в воде ЦВ в последние годы выше норматива почти в 2 раза, а в воде ВО более 10 раз.

Для оценки вклада РоАЭС в содержании ионов меди в ВО выполнен анализ соответствующих показателей в воде, поступающей на АЭС по подводящему каналу (точка 17) и в воде отводящего канала (точка 16). В результате было

установлено, что по 2014 г. (включительно) из отводящего канала в ВО поступала вода, содержание токсиканта в которой на 21,6% больше, чем в воде подводящего канала. Замена в 2015 г. медьсодержащих трубных систем энергоблока № 1 РоАЭС на титановые сплавы привела к тому, что градиент рассматриваемого показателя между точками 16 и 17 ВО за январь-сентябрь 2016г. в сравнении с периодом январь-сентябрь 2014 г. снизился на 81,4%.

Таким образом, выполненный анализ данных показал, что модернизация трубной системы конденсатора турбины энергоблока № 1 позволила Ростовской АЭС решить не только технологические задачи, но и имела благоприятные экологические последствия, связанные с прекращением поступления в ВО и ЦВ опасного для окружающей среды токсиканта – ионов меди. При этом концентрация ионов меди в воде водоема-охладителя снизилась более чем в 2 раза, при практически неизменном значении в воде водохранилища, и выполненный автором лабораторный анализ подтвердил это.

Литература

1. Приказ Росрыболовства от 18.01.2010 N 20 Нормативы качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения, в том числе нормативы предельно допустимых концентраций вредных веществ в водах водных объектов рыбохозяйственного значения.

О ЗАРАСТАНИИ ЗАБРОШЕННОЙ ПАШНИ В ЦЕНТРЕ ГОРОДА (НА ПРИМЕРЕ УЧАСТКА ЭКОЛОГО-БИОЛОГИЧЕСКОГО ЦЕНТРА В КАЛУГЕ)

С.Р. Забродина, В.В. Алексанов

ГБУ ДО Калужской области «Областной эколого-биологический центр», г. Калуга, Россия

Экологию всегда интересуют вопросы, какие виды растений произрастают в каком-либо месте и почему. Хотя этим вопросам посвящено немало работ, все равно протекание этих процессов в конкретном месте остается непредсказуемым. Особенно непред-

скажем видовой состав растительных сообществ в последнее время, когда при участии человека становится много адвентивных видов.

Исследование проводилось с мая по октябрь 2016 г. на участке эколого-биологического центра (г. Калуга; пер. Старообрядческий, 4). Площадь участка составляет 4883 м², а площадь экспериментальных площадей (пашня запад и пашня восток) около 120 м². Обе пашни были изъяты из хозяйственной деятельности в 2016 г. Пашни окружены культурными растениями. Определение видов проводилось по определителю П.Ф. Маевского [2].

Всего на участке был найден 81 вид растений, из них 62 были обнаружены на пашнях, в том числе на пашне восток 52 вида, а на пашне запад 44. Общими для двух пашен стали 34 вида. А 7 видов растений в пределах участка были найдены только на экспериментальных площадках: 6 видов на пашне восток (дикая редька, дымянка лекарственная, ослинник двулетний, зверобой пятнистый, мак, мелколепестник канадский), и 2 вида на пашне запад (мелколепестник канадский, недотрога железистая).

Большинство растений, заселивших пашни, были травянистые. Однолетних (напр., мелколепестник канадский, недотрога железистая и мелкоцветковая) и многолетних растений на пашнях было примерно поровну по числу видов. Среди многолетних растений по числу видов самые многочисленные были корневищные (сныть, крапива) и стержнекорневые (чистотел большой, щавель конский) [3]. Также были найдены корнеотпрысковые (бодяк полевой), луковичные (гусиный лук), ползучие (вероника дубравная), корнемочковые (подорожник большой). Деревья представлены всходами клена американского и березы бородавчатой.

Доля культурных и адвентивных растений (статус по «Калужской флоре» [1]) по числу видов очень мала (10% и 17%). То есть даже в центре города в окружении сельскохозяйственной обработки свободный участок земли колонизируют преимущественно местные дикорастущие виды растений.

Несмотря на то, что доля адвентивных видов мала, по численному обилию адвентивные растения преобладают. Так, например, самым многочисленным видом на обеих площадках стал мелколепестник канадский, к середине лета он почти пол-

ностью занял всю площадь участков. Жизненность этого растения была хорошая, большинство экземпляров выше 1,5 м. Также заметного обилия достигал клен американский. Его появление на участке не удивительно, так как рядом с пашнями находятся посадки данного вида.

В течение сезона большинство видов было накоплено к середине лета. Прибавление однолетних и многолетних растений шло одинаково. А адвентивные виды весной были не найдены, что может указывать на занос их диаспор в изучаемый период.

Результаты исследования показывают, что в ходе стихийного восстановления растительности на территории города могут образоваться фитоценозы с нежелательными для человека свойствами, которые сложены чужеродными видами.

Литература

1. Решетникова Н.М., Майоров С.Р., Скворцов А.К., Крылов А.В., Воронкина Н.В., Попченко М.И., Шмытов А.А. Калужская флора: аннотированный список сосудистых растений Калужской области. М.: Товарищество научных изданий КМК, 2010. С. 548.
2. Маевский П.Ф. Флора средней полосы европейской части России. 11-е изд. М.: Товарищество научных изданий КМК, 2014. С. 635.
3. Фисюнов А.В. Сорные растения. М.: Колос, 1984. С. 320.

ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ЕЛЕЙ В ГУРЬЯНОВСКОМ ЛЕСУ МОРФОЛОГИЧЕСКИМИ И БИОХИМИЧЕСКИМИ МЕТОДАМИ

Н.С. Золотухина, И.В. Леках

ЧОУ Обнинская свободная школа, г. Обнинск, Россия

В городской среде наблюдается комплексное воздействие антропогенных факторов на растения. В то же время данных о состоянии древесных насаждений в малых городах недостаточно. Целью нашей работы стало изучение состояния елей в Гурьяновском лесу, так как в настоящий момент в Обнинске разрабатывается программа сохранения и благоустройства этого лесного массива внутри города.

Исследование проводили в феврале 2017 г. Двухлетнюю хвою елей собирали в пяти точках: 1-ул. Гурьянова, 2. Ул. Мира, 3-ул. Ляшенко, 4 – внутри лесного массива на расстоянии 100м от проезжей части ул. Гурьянова. 5-контрольные образцы – двор ЧОУ Обнинская свободная школа. Вдоль ул. Ляшенко растет вид Ель колючая, в остальных точках – Ель европейская. Видимые повреждения хвои определяли по классам усыхания и наличию пятен некрозов и хлорозов (по 100 хвоинок для каждой точки), содержание хлорофиллов и каротиноидов - в спиртовых экстрактах по оптической плотности на КФК при длине волны 665, 649 и 440 нм, концентрацию витамина С в водных настоях – методом йодометрического титрования [2].

Усыхание хвои отмечено только для единичных образцов, наибольшее количество хвоинок с некрозами обнаружено у елей на ул. Ляшенко (12%), что можно объяснить более высокой транспортной нагрузкой, а с хлорозами (15%) - внутри лесного массива. Наименьшая средняя длина хвоинок Ели европейской (11,02 см) и масса 100 хвоинок характерны для точек 1 и 4.

Наибольшее содержание хлорофиллов и каротиноидов в хвое Ели европейской обнаружено в точках 1 и 5, наименьшее – внутри лесного массива. Отношение концентрации хлорофилла *a* к хлорофиллу *b* варьирует в пределах 1,5 - 1,7, что ниже нормы. Известно, что чем больше этот показатель, тем интенсивнее фотосинтез. Однако в ряде работ установлено, что зимой эти значения ниже, чем весной и летом. Снижение содержания пигментов может свидетельствовать о нарушениях углеродного питания и обмена веществ растений и является фактором снижения стабильности фитоценозов хвойных [1].

Морфологические показатели и содержание пигментов фотосинтеза показывает, что в худшем состоянии находятся ели внутри лесного массива, а не вблизи проезжей части улиц. Также именно в этом образце хвои обнаружено наибольшее содержание аскорбиновой кислоты, которая является антистрессовым фактором. Возможно, такие показатели обусловлены недостаточной освещенностью внутри лесного массива, особенностями почвы и ее чрезмерным увлажнением или антропогенным воздействием. Это говорит о необходимости дальнейших исследований в весенне - летний период на различных участках Гурья-

новского леса для более полной оценки состояния растений ели европейской и всего фитоценоза в целом.

Литература

1. Сидорович Е.А., Рупасова Ж.А., Бусько Е.Г. Функционирование лесных фитоценозов в условиях антропогенных нагрузок. Мн., 1985.

2. Федорова А.И., Никольская А.Н. Практикум по экологии и охране окружающей среды. М.: ВЛАДОС, 2001. 288 с.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ КАТИОНОВ СВИНЦА В ПОЧВЕ И РАСТИТЕЛЬНОСТИ

А.А. Киричек, Н.А. Серова

МБОУ «Лицей «ДЕРЖАВА», г. Обнинск, Россия

Основной причиной увеличения свинца в почве и растительности является автотранспорт.

Многие аспекты действия свинца на растительный организм еще остаются недостаточно изученными. Актуальность и практическая значимость данной работы состоит в том, чтобы обратить внимание учащихся лицея на опасность свинцового отравления, которое несет угрозу здоровью.

Цель работы: определить содержания катионов свинца в почве и растительности, произрастающей на разном расстоянии от автомагистрали.

Задачи:

- определить содержание катионов свинца в почве и растительности, находящихся на разном расстоянии от автомагистрали
- изучить влияние тяжелых металлов на всхожесть семян, корней и проростков ячменя обыкновенного (*Hordeum vulgare*).

В табл. 1 представлены результаты обнаружения катионов свинца в образцах почвы и растительности, а на рис.1 показано влияние тяжелых металлов на всхожесть семян, длину корней и проростков ячменя обыкновенного (*Hordeum vulgare*).

Выводы:

1. Основным источником свинцового загрязнения почв и растительности в нашем городе является автотранспорт.

2. В образцах почвы и листьях деревьев и кустарников, которые растут вдоль автодорог, был обнаружен свинец.

3. Катионы свинца влияют на всхожесть семян ячменя, по результатам нашего исследования, она уменьшилась с 93% (контроль) до 55% (60 мкг/л Pb^{2+}).

4. Катионы свинца ингибируют развитие корней у прорастающих семян. Длина корней в контрольных пробах составила 27 мм (контроль), а в пробах с катионами свинца – 15 мм (60 мкг/л Pb^{2+}).

5. Катионы свинца замедляют развитие проростка. Контрольные образцы в 2 раза выше опытных.

Таблица 1

Содержание катионов свинца в почве и растительности

Расстояние от автомагистрали	Р-р Na_2S (растения)	Р-р K_2CrO_4 (почва)	5%р-р $KJ+$ CH_3COOH (почва)
1 м	Осадок	Осадок	Осадок
50 м	Осадок	Есть следы осадка	Осадка нет
300 м	Нет осадка	Нет осадка	Нет осадка

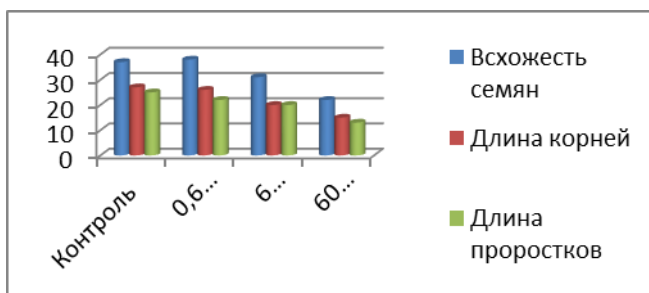


Рис. 1. Влияние тяжелых металлов на всхожесть семян, длину корней и проростков ячменя обыкновенного (*Hordeum vulgare*)

Литература

1. Александрова В.П., Болгова И.В., Нифантьева Е.А Ресурсосбережение и экологическая безопасность человека: практикум с основами экологического проектирования. 9 класс. М.: ВАКО, 2015. 144 с.

2. Корбанова А. И., Сорокина Н. С., Молодкина Н. Н. Свинец и его действие на организм. // Мед. труда и пром. экология. 2001. № 5. С. 29-34.

3. Ливанов П. А., Соболев М. Б., Ревич Б. А. Свинцовая опасность и здоровье населения. // Рос. Сем. Врач. 1999. № 2. С. 18-26.

4. Рувинова Э.И. Загрязнение окружающей среды свинцом и здоровье детей // Биология. 1998. № 8. С. 6.

ОЦЕНКА ЖИЗНЕННОГО СОСТОЯНИЯ ДРЕВОСТОЯ НА ООПТ ПАРК ДУБКИ

А.М. Кондаков, Е.С. Андреева

МОУ СОШ № 2 имю А.Н. Радищева, г. Малоярославец, Россия

Природные экосистемы города выполняют важную ресурсную, средообразующую, санитарно-гигиеническую, планировочную и ландшафтно-образующую роль. В черте города Малоярославец находятся Сквер 1812 года, городской сквер на площади им.Ленина и особо охраняемая природная территория Парк Дубки.

Цель работы: изучение состояние древостоя ООПТ «Парк Дубки».

В процессе работы создали пересчетную ведомость деревьев на территории парка, куда занесли вид растений, длину окружности ствола, высоту, долю усохших ветвей и отметили категорию состояния. Выяснили, что на территории парка произрастает 1298 деревьев, которые относятся к 10 видам. Доминантными видами являются дуб черешчатый (49,7%) и берёза повислая (39,4%). Менее всего встречаются вяз шершавый (0,07%), яблоня домашняя (0,07%) и ольха чёрная (0,1%). 94,6% деревьев относятся к Отделу Покрытосеменные, 5,6% к Отделу Голосеменные.

Всего встречаются представители 9 семейств: Сапидовые (*Sapindaceae*), Липовые (*Tiliaceae*), Маслиновые (*Oleaceae*), Буковые (*Fagaceae*), Берёзовые (*Betulaceae*), Сосновые (*Pinaceae*), Вязовые (*Ulmaceae*), Ивовые (*Salicaceae*), Розовые (*Rosales*). Из

них доминантное семейство буковые 49,4%, наименее встречающееся семейства: розовые 0,07% и вязовые 0,07%.

Определили категории жизненного состояния оказалось, что 39,4% деревьев – здоровые, 9,01% - ослабленные или слабо повреждённые, 15,9% – сильно ослабленные или средне поврежденные, 22,2% – погибшие деревья, 3,1% – усыхающие или сильно поврежденные деревья, 10,1% – старый сухостой.

Вычислили коэффициент древостоя для каждого вида. Общий коэффициент древостоя в парке 1,461 – это здоровый древостой. Но образующей породой Парка является Дуб черешчатый, а он относится к усыхающему древостою. В парке 39,4% деревьев – здоровые, 9,01% - ослабленные или слабо повреждённые, 15,9% - сильно ослабленные или средне поврежденные, 22,2% погибшие деревья, 3,1% - усыхающие или сильно поврежденные деревья, 10,1% - старый сухостой.

Определили коэффициент жизненного состояния деревьев. Ниже всего у клёна ясенелистного 0,9, яблони домашней 1, вяза шершавого 1 и осины обыкновенной 1. Выше всего у дуба черешчатого 4,1.

Таблица 1

Характерные повреждения деревьев (в %).

Виды повреждений	Участок					
	№1	№2	№3	№4	№5	№6
Дупла	25	40	2,5	5	25	50
Морозобойные трещины	75	90	40	10	85	90
Трутовые грибы	10	4	20	5	25	40
Содранная кора	10	20	5	0	25	25
Обломаны ветви	5	25	10	5	10	25
Насекомые вредители (кроме дубовой листовертки)	20	20	10	5	25	25
Листовертка дубовая зеленая (<i>Tortrix viridana</i>)	85	100	50	10	95	100
Грибные заболевания	5	10	10	5	10	20
Раковые заболевания	0	5	20	0	0	10

Для того, чтобы установить, какая часть парка подвергается наибольшему повреждению, мы заложили шесть пробных площадок, на которых исследовали состав древостоя и наиболее часто встречающиеся повреждения деревьев.

Литература

1. Воронков Н.А. Основы общей экологии. М.: Агар, 1997. 87 с.
- 2 Физическая география и природа Калужской области. Калуга: Издательство Н.Бочкаревой, 2003.

ВЫЖИВАЕМОСТЬ И ПОВЕДЕНЧЕСКИЕ РЕАКЦИИ РАКООБРАЗНЫХ DAPHNIA MAGNA ПРИ РАЗЛИЧНЫХ КОНЦЕНТРАЦИЯХ СОЛЕЙ МЕДИ И АЛЮМИНИЯ

А.И. Куданова, Г.Н. Верушкина

МБОУ «Гимназия», г. Обнинск, Россия

Для оценки действия токсических факторов среды на гидробионты в лабораторных условиях широко применяется биотестирование, проводимое на различных лабораторных животных [1].

Одной из актуальных проблем является загрязнение природных пресных вод ионами металлов. Для определения уровня токсичности солей меди и алюминия различных концентраций в качестве тест-объекта была использована *Daphnia Magna* [2].

Изучалось изменение выживаемости и поведенческих реакций дафний в концентрациях 0,1 ПДК, 1 ПДК, 10 ПДК, 50 ПДК. В табл. 1 представлена оценочная шкала для характеристики степени изменения поведения ракообразных.

В процессе исследования было установлено, что все представленные концентрации солей меди и алюминия в воде изменяют поведенческие реакции дафний и приводят к гибели всех особей в течение 24 часов. Применение CuSO_4 в концентрации 0,1 ПДК вызывает изменение поведенческих реакций, но не приводит к гибели.

Таблица 1

Изменение поведения дафний в баллах

Уровень изменений	Описание поведения и окраски дафний
1 балл – отсутствие изменений	Хорошее состояние рачков, рачки умеренно активны, окраска тела желтая
2 балла – слабые изменения	Наличие повышенной активности у отдельных особей, у остальных – периоды активности сменяются нормальным состоянием. Окраска тела желтоватая
3 балла – средние изменения	Повышение активности сменяется угнетением, дафнии периодически залегают на дно, особи имеют мутно-желтую окраску.
4 балла – сильные изменения	Частичная гибель особей, особи держатся в природном слое, часть теряет активность, наблюдаются случаи «вертячки».
5 балла – необратимые изменения	Гибель (симптомы, свидетельствующие о скорой гибели: замедленное движение грудных ножек, отмечается осадок на антеннах, обездвижение, паралич). Гибнущие особи имеют розовую диффузную окраску.

Литература

1. Биологический контроль окружающей среды: биоиндикация и биотестирование / Ред. О.П. Мелехова, Е.И. Сарапульцева. М.: Издательский центр «Академия», 2008. 288 с.

2. Строганов Н.С., Исакова Е.Ф., Колосова Л.В. Метод биотестирования качества вод с использованием дафний. В кн.: Методы биоиндикации и биотестирования природных вод. Л., 2007.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЧИСТОТЫ ВОДЫ В ПРУДАХ УСАДЬБЫ БЕЛКИНО И В ВОДОЕМЕ ДЕРЕВНИ ФИЛИППОВКА МЕТОДОМ ФИТОИНДИКАЦИИ ПО РЯСКЕ

А.М. Матвеева, В.С. Копылова

ЧОУ «Обнинская свободная школа», г. Обнинск, Россия

В деревне Филипповка Жуковского района есть пожарный пруд, который долгое время был заброшен. Но два года назад пруд был вычищен, и внешне его состояние выглядит очень благоприятным: пруд чистый, в нем обитают рыбы и бобры. Мы решили проверить уровень загрязнения пруда в деревне Филипповка и сравнить результаты с такими же показателями для пруда в усадьбе Белкино города Обнинска, который больше подвержен загрязнениям, так как находится в черте города.

Цель работы: Оценить чистоту воды в прудах деревни Филипповка и усадьбы Белкино методом фитоиндикации по ряске.

Задачи работы:

1. Сравнить видовой состав растений семейства рясковые в прудах деревни Филипповка и усадьбы Белкино.

2. Сравнить Отношение числа щитков к числу особей и процент поврежденных щитков в пробах из прудов деревни Филипповка и усадьбы Белкино.

3. Сравнить чистоту воды в выбранных прудах.

Объект исследования: растения семейства рясковые из прудов деревни Филипповка Жуковского района и усадьбы Белкино в городе Обнинске.

Для сравнения чистоты воды в прудах мы использовали метод фитоиндикации. С каждого пруда были взяты по три пробы, в которых определены виды растений и оценены: число особей, число щитков, число поврежденных щитков. Виды растений определяли с помощью определителя П.Ф.Маевского «Флора средней полосы европейской части России».

Видовой состав прудов деревни Филипповка и усадьбы Белкино включает следующие виды: Многокоренник обыкновенный, Ряска малая, Ряска трехдольная. Следует обратить внимание на то, что в деревне Филипповка преобладает Многокоренник обыкновенный, в то время как в пробах из пруда усадьбы

Белкино преобладает вид Ряска малая. Загрязнение пруда в усадьбе Белкино не отразилось на отношении числа щитков к числу особей, но значительно отразилось на повреждениях щитков: средний процент поврежденных щитков в пробах из пруда деревни Филипповка составляет 7,2%, из пруда усадьбы Белкино – 19,8%. Таким образом, мы можем сказать, что в деревне Филипповка состояние воды в пруде благоприятное для обитания организмов. При оценке степени загрязнения прудов по шкале мы выявили, что вода в пруду усадьбы Белкино сильнее загрязнена, чем вода в пруду деревни Филипповка, но различия в степени чистоты воды незначительны: соответственно 3 и 4.

В дальнейшем мы планируем продолжить исследование показателей качества воды другими методами: химических анализом и другими биоиндикационными методами.

Литература

1. Уфимцева М.Д. и др. Экофитоиндикация урбанизированных геосистем / Вестник Санкт-Петербургского ун-та. 2008. сер.7. Вып. 4.
2. Кожевникова Е.А. Фитоиндикация сосновых лесов. 2007.
3. Чеснокова С.М. Биологические методы оценки качества объектов окружающей среды: учеб. пособие. В 2 ч. Ч. 1. Методы биоиндикации. Владим. гос. ун-т. Владимир: Изд-во Владим. гос. ун-та, 2007.
4. Маевский П.Ф. Флора средней полосы европейской части России. 10-е изд. Москва: Товарищество научных изданий КМК, 2006.

ВЛИЯНИЕ ПИРОГЕННОГО ФАКТОРА НА БИОЛОГИЧЕСКОЕ РАЗНООБРАЗИЕ ТРАВЯНИСТЫХ СОСУДИСТЫХ РАСТЕНИЙ ООПТ ПАРК ДУБКИ Г.МАЛОЯРОСЛАВЦА КАЛУЖСКОЙ ОБЛАСТИ

Д.А. Маухин, Е.С. Андреева

МОУ СОШ № 2 им. А.Н. Радищева, г. Малоярославец, Россия

В июне 2015 г. нами было проведено исследование по изучению разнообразия высших сосудистых растений. Особо охраняемой природной территории (ООПТ) Парк Дубки г. Малоярославца Калужской области, где были заложены шесть

пробных площадок. В мае 2016 г. сухую прошлогоднюю траву подожгли. Огонь затронул три ранее изученных нами участка. Нас заинтересовало, какое влияние окажет пирогенный фактор на изученную ранее нами растительность.

Целью данного исследования является изучение особенностей влияния пирогенного фактора на видовое разнообразие высших сосудистых растений ООПТ Парк Дубки г.Малоярославца Калужской области.

Задачи:

1. Изучить видовой состав растений высших сосудистых растений ООПТ до и после воздействия пирогенного фактора.

2. Сделать сравнительную характеристику биоразнообразия на пробных площадках.

3. Выявить виды растений наиболее устойчивых к пирогенному фактору.

Методы: наблюдение, описание, обработка данных, анализ.

Исследования проводились в июне 2015 и 2016 гг. В процессе исследования составлялись типовые описания видового состава растений на пробных площадках размером 10 x 1 кв.м. Для изучения состава популяции растений использовалась методика С. Raunkiaer (1909).

Нами было изучено биоразнообразие на пробных площадках, данные занесены в таблицы. Наибольшее количество видов до пожара 65 насчитывалось на участке № 2 (север), меньше всего 24 видов на участке № 3 (центр). Вследствие воздействия пирогенного фактора уменьшилось количество видов на всех пробных площадках.

Самыми устойчивыми к пирогенному фактору являются семейства Сложноцветные (*Asteraceae*), Злаки (*Gramineae*), Бобовые (*Fabaceae* или *Leguminosae*), Розоцветные (*Rosaceae*), Зверобоевые (*Hypericaceae*), Мареновые (*Rubiaceae*), Лютиковые (*Ranunculaceae*).

Наиболее устойчивые виды к пирогенному фактору на момент нашего исследования оказались: Тимофеевка луговая (*Phleum pratense*), Мятлик луговой (*Poa pratensis*), Тысячелистник обыкновенный (*Achillea millefolium*), Овсяница луговая (*Festuca pratensis*), Горошек мышиный (*Vicia cracca*), представители рода Клевер, Лапчатка прямостоячая (*Potentilla erecta*).

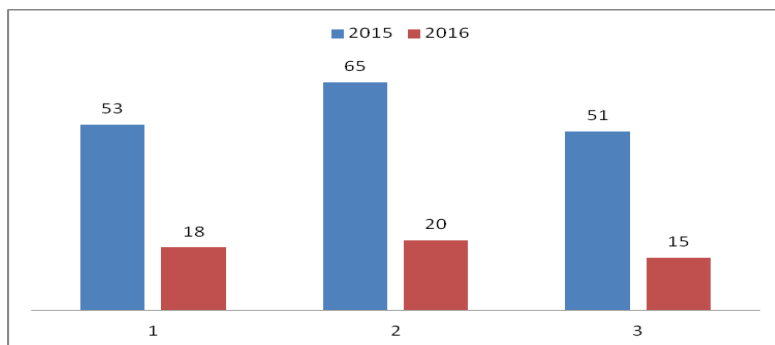


Рис. 1. Количество видов высших сосудистых растений на участках до и после воздействия пирогенного фактора.

Литература

1. Губанов И.А., Киселева К.В., Новиков В.С., Тихомиров В.Н. Иллюстрированный определитель растений Средней России. М.: КМК, Институт технологических исследований, 2002.

2. Ильина В.Н. Пирогенное воздействие на растительный покров. Самарская Лука: проблемы региональной и глобальной экологии. 2011. № 2. С. 4-30.

3. Физическая география и природа Калужской области. Калуга: Издательство Н.Б очкаревой, 2003.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ КАЧЕСТВА МЁДА, РЕАЛИЗУЕМОГО В ГОРОДЕ ОБНИНСКЕ

Ю.В.Паршикова, Г.Н. Верушкина

МБОУ «Гимназия», г. Обнинск, Россия

Основной проблемой мирового и российского пчеловодства является угроза исчезновения медоносных пчёл с лица Земли [1]. Только за прошлую зиму Европа потеряла 1/3 от популяции пчёл, в России же их смертность достигла 20%, а значит, этот вопрос становится всё более актуальным. Гибель пчёл - результат многих взаимосвязанных факторов: применение в сельском хозяйстве мощных пестицидов и гербицидов, распространение опасных паразитов и болезней пчёл.

В настоящее время в продаже нередко можно встретить фальсифицированный мёд, так как это продукт достаточно дорогой и пользуется повышенным спросом.

Состав и качество мёда могут очень точно отражать экологическую ситуацию [4], служить индикатором состояния среды в месте сбора. К сожалению, данный вопрос недостаточно изучен. Он приобретает всё большую значимость в связи с ухудшением экологической ситуации и влияния на здоровье человека качества употребляемых им продуктов.

Работа носит практический характер и позволяет узнать не только простые способы определения примесей в мёде, которые можно использовать для проверки его качества в быту [3], но и лабораторные методы исследования.

Для определения качества мёда был изучен государственный стандарт [2], в котором даны основные параметры качественно-го цветочного меда, и произведено сравнение 8 образцов мёда, реализуемого в г. Обнинске, по каждому параметру с учётом требований государственного стандарта качества.

Выводы:

- Основными параметрами определения качества меда на основе ГОСТ Р 54644-2011 служат количественные показатели (диастазная активность и инвертированный сахар), они наиболее значимы и точны, остальные же показатели – качественные (примесь крахмальной патоки, свекловичной патоки, крахмала или муки, определение падевого меда).

- Качественными образцами цветочного меда являются цветочный мед (собственная пасека, Липецкая область, 2016) и подсолнечниковый мед (собственная пасека, Липецкая область, 2016).

- Остальные образцы в большей или меньшей степени имеют отклонения от требований ГОСТ Р 54644-2011. Исследование показало, что количество фальсифицированного меда, реализуемого в г. Обнинске достаточно высоко. При этом фальсифицированный мёд можно приобрести не только в магазине, на специализированных ярмарках, но и на личных пасеках.

Литература

1. Войткевич Г.В. Вронский В.А. Основы учения о биосфере. М.: Просвещение, 1989. 160 с.
2. ГОСТ Р 54644-2011. Национальный стандарт Российской Федерации. Мед натуральный. Технические условия» (утвержден и введен в действие Приказом Росстандарта от 13.12.2011 № 793-ст). М.: Стандартинформ, 2012.
3. Захаров Л.З., Лопатников С.Н., Шванвич Б.Н. Пчела и пчеловодство. Саратов: Приволжское книжное издательство, 1964.
4. Омаров Ш.М., Атаев М.Г., Магомедова З.Ш. Продукты пчеловодства как индикатор качества экосистемы // Вестник международной академии наук (Русская секция). 2008. №2. С. 16-19.

ВЫЯВЛЕНИЕ ФАЛЬСИФИКАЦИИ СОСТАВА ПРОДУКТОВ ПИТАНИЯ МЕТОДОМ ПОЛИМЕРАЗНОЙ ЦЕПНОЙ РЕАКЦИИ

В.Н. Сидорова¹, Л.Н. Комарова²

¹- ЧОУ Обнинская свободная школа, г. Обнинск, Россия

*²- Обнинский институт атомной энергетики,
НИЯУ МИФИ, г. Обнинск*

В наши дни существует проблема фальсификации продуктов питания. Термин «фальсифицированная продукция» определен в Федеральном законе «О качестве и безопасности пищевых продуктов» [1] как «умышленно изменённая продукция, имеющая свойства, информация о которых является заведомо неполной и недостоверной».

Одним из частных случаев фальсификации продуктов питания является превышение норм содержания в них ингредиентов из генетически модифицированных организмов. Сейчас на Российском рынке по разным данным от 7 до 30% продуктов содержат ГМО, но далеко не все производители указывают эти данные на упаковках товаров, что является фальсификацией продукта.

Цель: выявить фальсификацию состава продуктов питания методом полимеразной цепной реакции.

Задачи: с помощью анкетирования выбрать объекты исследования; выделить образцы ДНК из выбранных объектов исследования; провести полимеразную цепную реакцию с образцами; сделать электрофорез.

По результатам анкетирования учащихся было установлено, что наиболее часто употребляемыми продуктами с комплексным составом стали сосиски, шоколад и чипсы, для исследования были закуплены по три образца сосисок, чипсов и шоколада.

Состав продуктов устанавливали по этикеткам и затем сравнивали с результатами ПЦР. ДНК выделяли методом фенольной экстракции [2], ПЦР и электрофорез в геле агарозы проводили по стандартному протоколу на основе коммерческого набора реагентов серии «ПЦР ядро» («Биоком»).

Использовали следующие наборы праймеров: "LEC"(мультипраймерный набор, включающий в себя праймеры на ген лектина и однонуклеотидный полиморфизм (мы использовали только первый),) и "FLANC"(35-промотор и NOS-терминатор).

Выводы:

1. По результатам анкетирования половина учащихся не читает состав продуктов на этикетках.

2. ГМО обнаружены во всех пробах шоколада, в 2 из 3 видов сосисок («Папа может» и «Первым делом»), в чипсах отсутствуют.

3. Соя обнаружена во всех видах сосисок и шоколада и в чипсах «Lay's».

4. Среди исследованных образцов все 3 вида сосисок, 3 вида шоколада и чипсы «Lay's» фальсифицированы (качественно, информационно, стоимостно).

Литература

1. Федеральный закон №29-ФЗ «О качестве и безопасности пищевых продуктов» (изменения от 13.07.15), АО «Кодекс».

2. Маниатис Т. и др. Молекулярное клонирование. М.: Мир, 1984.

ВИДОВОЕ РАЗНООБРАЗИЕ И ВЫСОТНОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ЛИШАЙНИКОВ ЦЕЙСКОГО УЩЕЛЬЯ СЕВЕРО-ОСЕТИНСКОГО ЗАПОВЕДНИКА

П.А. Тихоненко¹, М.М. Рассказова²

*¹МБОУ СОШ №11, г. Обнинск, Россия
Обнинский институт атомной энергетики,
НИЯУ МИФИ, г. Обнинск*

В современный период активного воздействия человека на природу, изменения и преобразования ландшафтов, лишайники и лишайниковые синузии (лихеносинузии) приобрели большое значение как объекты исследования при районировании, классификации и генезисе растительности [1]. Исследования лишайников и лишеносинузий приобретает особое значение в связи с деградацией природных экосистем и сокращением разнообразия различных таксономических групп под влиянием все увеличивающихся антропогенных нагрузок .

Выявление видового разнообразия лишайников и лишеносинузий при экологическом мониторинге отражает состояния природных сообществ [2] .

Работа проводилась в рамках научной экспедиции в период с 30 мая по 15 июня 2016 г. Отбор образцов производился на 3 точках с разной высотой [3]. Первая точка – уровень лагеря (1850 м, верхнегорный лесной пояс), вторая – пик Туриста (2400 м, субальпийский пояс), третья – гора Шаухох (3100 м, альпийский пояс).

Для точки 1 было найдено 12 уникальных видов (из 29), для точки 2 – 1 (из 17), для точки 3 – 1 (из 10) (Рис.1). Таким образом, наибольшая видовая уникальность характерна для верхнегорнолесного пояса

В итоге работы нами был выявлен список видов лишайников заповедника, их высотное распределение, соотношение по жизненным формам и приуроченности к субстрату; определены доминирующие виды на каждой точке, индексы сходства видового разнообразия точек, экологические особенности некоторых видов.

Полученные данные способствуют дополнению русскоязычной литературы по этому вопросу, могут быть использованы для проведения эколого-прогностических мероприятий.

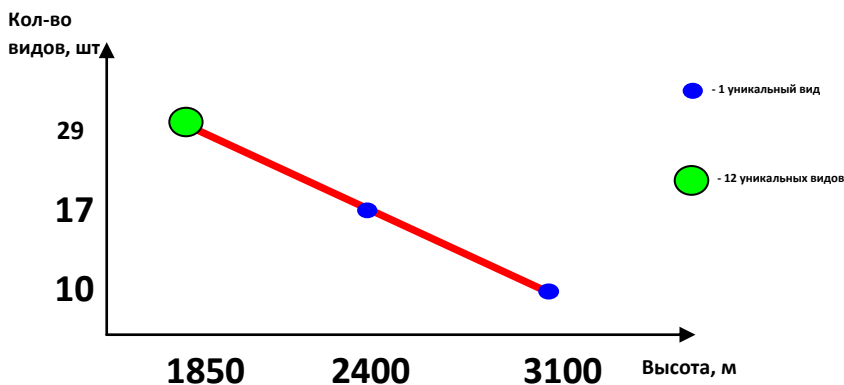


Рис. 1. Сравнение видового разнообразия по точкам с разной высотной поясностью

Литература

1. Современное состояние биологического разнообразия на заповедных территориях России. Вып.3. Лишайники и мохообразные. М.: МСОП, 2004. 370 с.
2. Урбанавичус Г.П. Лихенофлора Северного Кавказа и ее вклад в разнообразие лишенофлоры России / Ботанический вестник Северного Кавказа. 2015. №1. С. 93–105.
3. Флора лишайников России: Биология, экология, разнообразие, распространение и методы изучения лишайников / Отв. ред. М.П. Андреев, Д.Е. Гимельбрант. М.; СПб: Товарищество научных изданий КМК, 2014. 392 с.

О СТАТУСЕ МАССОВЫХ ВИДОВ ЖУКОВ ЖУЖЕЛИЦ В ЗАРОСЛЯХ КЛЕНА АМЕРИКАНСКОГО (В ГОРОДЕ КАЛУГЕ)

Е.С. Хрипанцева, Л.Ю. Самохина, В.В. Алексанов

ГБУ ДО Калужской области «Областной эколого-биологический центр», г. Калуга Россия

Клен американский – заметный инвазионный вид, активно заселяющий поймы рек в Европейской части России и нередко образующий моновидовые заросли. Поэтому важно выяснить, насколько подходящими местообитаниями служат заросли данного вида деревьев для различных групп животных.

В качестве модельной группы выбраны жуки жужелицы (Coleoptera, Carabidae). Эти насекомые достигают высокого обилия в наземных биоценозах и считаются индикаторами экологических условий. При этом жужелицы обладают хорошей миграционной способностью. Поэтому значение местообитания для жужелиц следует оценивать не только по суммарному обилию жуков, но и по тому, насколько полно протекает жизненный цикл вида в данном местообитании [1].

Исследованный участок расположен в пойме реки Оки, почти в центре города Калуги (N54°29'47,23" E36°15'51,95"), рядом с ивняками и усадебной застройкой. Древестой полностью сомкнутый, из деревьев клена американского диаметром ствола около 20 см. Территория мертвопокровная. Учеты проводились в 2015 г. при помощи почвенных ловушек. Статус видов оценивался по полноте демографического спектра [1].

Среди жужелиц супердоминантами оказались *Platynus assimilis* (Pк.) (28% всех жужелиц) и *Pterostichus melanarius* (Ill.) (27%). В число субдоминантов (2-4%) вошли *Pterostichus niger* Schaller, *Patrobus atrorufus* (Stroem), *Carabus cancellatus* Ill., *Asaphidion flavipes* L.

P. assimilis имел полный демографический спектр, включающий все репродуктивные состояния имаго, а также личинок. Ювенильные имаго начали появляться с конца июля. Генеративные жуки встречались весь май и июнь. Таким образом, жиз-

ненный цикл типичный для вида – с весенне-летним размножением и зимовкой на стадии имаго. Выборка характеризовалась высокой (31%) долей имаго второго года жизни среди размножающихся особей.

P. melanarius встречался в биотопе с конца мая по сентябрь, ювенильные жуки появляются в июне, репродуктивный период длился с июня по сентябрь, пик активности – 2-я половина июля – 1-я половина августа. Видимо, жизненный цикл – одногодичный с летне-осенним размножением и зимовкой на стадии имаго. Хотя формально спектр был полным, низкая уловистость ювенильных и имматурных особей позволяет предположить значительный вклад мигрантов из других стадий среди генеративных и постгенеративных имаго. Высока доля особей прашурных генераций (33%).

Жизненный цикл *P. niger* сходен с таковым предыдущего вида, только репродуктивный период короче (июль – август), с более выраженным пиком в первой половине июля, а доля жуков второго года жизни ниже (19%).

C. cancellatus имел репродуктивный период в мае – июне, в середине лета представлен личинками, в сентябре обнаружены имаго новой генерации.

P. atrorufus, *A. flavipes*, *Pterostichus anthracinus* (Ill.), *Loricera pilicornis* (F.) были представлены только генеративными имаго, что указывает на их статус мигрантов.

P. oblongopunctatus (F.), *C. granulatus* L., *C. nemoralis* Muell. были представлены разными репродуктивными состояниями, однако в силу очень низкой уловистости не могут считаться резидентами биотопа.

Полученные материалы позволяют предполагать, что заросли клена американского служат жилым местообитанием для *P. assimilis* и, возможно, *P. niger*, *P. melanarius*, *C. cancellatus*. Хотя число видов невелико, заросли клена американского все же имеют значение для сохранения разнообразия лесных видов жуков.

Литература

1. Matalin A.V., Makarov K.V. Using demographic data to better interpret pitfall trap catches // ZooKeys. 2011. V. 100. P. 223–254.

Содержание

Секция 1. Ядерная и тепловая энергетика, современные экологические технологии

<i>Гремченко П.И., Жамхарян М.М.</i> Эффективность применения методов обезжелезивания питьевой воды г. Малоярославец	3
<i>Забарянский Ю.Г., Онищук Е.А., Кураченко Ю.А.</i> Оптимальная термогидравлика мишени для генерации фотонейтронов	5
<i>Кураченко Ю.А., Вознесенский Н.К., Забарянский Ю.Г., Онищук Е.А.</i> Прецизионные модели в расчётах для ядерной медицины	7
<i>Леонтьева Т.Г., Москальчук Л.Н.</i> Получение сорбентов радионуклидов на основе глинисто-солевых шламов ОАО «Беларуськалий»	9
<i>Лешуков О.И., Игнатенко Г.К.</i> Разработка полевого комплекса для контроля концентрации подпочвенного водорода и динамики процесса его дегазации в местах тектонических разломов, прилегающих к объектам ЯТЦ	11
<i>Моисеенко Д.Н., Кураченко Ю.А.</i> Тяжёлая авария в Сарове: анализ с помощью воксельного антропоморфного фантома	13
<i>Моисеенко Д.Н., Кураченко Ю.А.</i> Воксельный антропоморфный фантом в анализе тяжёлых аварий с радионуклидными источниками	15
<i>Снегирев А.С., Козьмин Г.В., Исамов Н.Н., Фесенко С.В.</i> Камерная модель метаболизма радионуклидов в организме жвачных сельскохозяйственных животных	17
<i>Степанов Е.А., Маркина М.А., Кураченко Ю.А.</i> Оптимизация состава и конфигурации активной зоны реактора ВВР-ц	20
<i>Терехов В.С., Глушков Ю.М., Литовченко А.В., Гремченко П.И., Игнатенко Г.К.</i> Эксгаляция водорода на территории Калужской области в 2012-2014 годах в тёплый период года	21
<i>Shepel O.</i> Wood pellets - as a key resource for thermal industry	22

СЕКЦИЯ 2. ПРОБЛЕМЫ УТИЛИЗАЦИИ ОТХОДОВ, ХРАНИЛИЩА РАДИОАКТИВНЫХ ОТХОДОВ

<i>Айдаралиев Б.Р., Садабаева Н.Дж.</i> О геологической ситуации в горно-промышленных районах Кыргызской республики	25
<i>Баринков М.О., Кирсанова Ю.А.</i> Технологии остекловывания радиоактивных отходов	27
<i>Глазунова Д.М., Курынцева П.А., Галицкая П.Ю.</i> Утилизация органических отходов сельского хозяйства с получением супрессивных компостов	29
<i>Гурова К.С., Полякова Н.П.</i> Сопоставительный анализ деятельности государств в сфере утилизации ТКО	31
<i>Дзугоева Э.М., Кузенкова Д.С.</i> Перспективы космического захоронения радиоактивных отходов	33
<i>Кирсанова Ю.А.</i> Нарушение стабильности остеклованных отходов	35
<i>Куркотило В.Н., Васильева Ж.В.</i> Переработка отходов рыбной промышленности с возможностью получения биологически активных веществ	36
<i>Лаврентьева Г.В., Мирзеабасов О.А., Сынзыныс Б.И.</i> Моделирование миграции в почве техногенного Sr-90 в зоне влияния регионального хранилища радиоактивных отходов	38
<i>Ордобаев Б. С., Абдыкеева Ш.С., Мусуралиева Д.Н.</i> Некоторые вопросы рисков, связанные с радиоактивными хвостохранилищами в Кыргызской республике	40
<i>Ордобаев Б.С., Мусуралиева Д.Н., Абдыкеева Ш.С.</i> Совершенствование мер по обеспечению радиоактивной безопасности	42
<i>Павленко К.С., Лысухо Н.А.</i> Оценка состояния полигонов твердых коммунальных отходов Минской области	44
<i>Рыбин А.А., Момот О.А.</i> Экономическое обоснование стоимости захоронения РАО при выводе из эксплуатации реактора на быстрых нейтронах	46
<i>Щур А.В., Орловский П.С., Щур А.А.</i> Проблемы захоронения отходов на полигонах Беларуси	48

СЕКЦИЯ 3. ТЕХНОГЕННЫЙ И ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ РИСКИ

- Айдарханова А.К., Лукашенко С.Н.* 50
Радионуклидное загрязнение водных объектов территории бывшего Семипалатинского испытательного полигона
- Бурякова А.А., Крышев А.И.* 52
Оценка фактора разбавления техногенных радионуклидов в выбросах на АЭС на основе данных радиационного мониторинга
- Геворкян С.Г.* 54
Анализ динамической модели риска для выхода стохастических эффектов облучения малой дозой
- Головкова Т.В., Соловьев В.В., Мачекин А.Н., Живицкая Е.П.* 56
Оценка риска здоровью населения г. Могилёва в зависимости от степени загрязнения атмосферного воздуха
- Гремченко П.И., Беспалов А.С.* 58
К вопросу создания экологического каркаса на ландшафтных принципах для целей градостроительства (на примере г. Новочеркаска)
- Григорьев О.А., Гошин М.Е., Григорьев Ю.Г., Алексеева В.А., Прокофьева А.С.* 60
Мониторинг электромагнитной обстановки на территории, примыкающей к зоне санитарного разрыва высоковольтных линий элетропередачи
- Губина О.А., Фролова Н.А., Исамов Н.Н., Губарева О.С., Зырянова Н.Ю., Фадеев М.Ю., Корнеев Ю.Н., Кобялко В.О., Мирзоев Э.Б.* 62
Коэффициенты перехода свинца из рациона в органы овец при хроническом поступлении в разных концентрациях
- Загребина Е.И., Миназетдинов Т.Ф.* 64
Экологическая опасность возникновения пожаров на территории Волжско-Камского заповедника
- Кисель Д.Ю., Сыса А.Г.* 66
Характеристика геоэкологических факторов риска туберкулёза в республике Беларусь
- Коновалова Э.Е.* 68
Оценка содержания некоторых тяжелых металлов в донных отложениях р. Десна (Московская область)

<i>Конопелько О.М., Позняк С.С., Лысухо Н.А.</i> Объекты экологического риска в Смолевичском районе Минской области	69
<i>Кравец М. А.</i> Оценка критерия экологического риска на основе теории радиоемкости экосистем по каскадам Голосеевских прудов г. Киева	71
<i>Кузьменко А.А.</i> Экологические и техногенные риски неустойчивого развития почвенно-растительного покрова нарушенных территорий	73
<i>Курбаков Д.Н., Панов А.В., Кузнецов В.К.</i> Агроэкологический мониторинг в зоне воздействия ООО «НЛМК-Калуга»	75
<i>Кутлахмедов Ю.А., Матвеева И.В.</i> Оценка формирования экологических рисков на биоту и людей через транспорт поллютантов и радионуклидов на основе теории и моделей надежности экосистем	77
<i>Макаревич Д.В., Сыса А.Г.</i> Анализ экологических факторов риска рака гортани в Республике Беларусь	79
<i>Мерзлова О.А., Копыльцова Е.В.</i> Типизация сельскохозяйственных предприятий по специфике риска производства говядины с превышением норматива таможенного союза	81
<i>Микаилова Р.А., Спиридонов С.И.</i> Вклады отдельных радионуклидов в дозовую нагрузку на референтную сосну при авариях на АЭС с различными типами реакторов	83
<i>Никонова Е. Д., Вторушина А.Н.</i> Оценка рисков чрезвычайных ситуаций на магистральных нефтепроводах в особых климатических условиях	85
<i>Правко М.А., Пинчук А.В., Феоктистов В.Н.</i> Средства обеспечения экологической и радиационной безопасности Белорусской АЭС	87
<i>Смирнова Т.Л.</i> Страхование экологических рисков и безопасность в ядерной энергетике	88
<i>Сорокина А.С.</i> Плутоний в приземном слое атмосферы в районах расположения локальных источников радиоактивного загрязнения в России	90

СЕКЦИЯ 4. БИОТЕСТИРОВАНИЕ И БИОИНДИКАЦИЯ ОБЪЕКТОВ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

<i>Батраченко Е.А.</i> Особенности оценки устойчивости экосистем к антропогенному воздействию	92
<i>Берсенева О.А.</i> Исследование возможности применения синэкологических показателей почвенных микросообществ для биоиндикации загрязнения почв выбросами металлургических производств	94
<i>Бичурина Ю.В.</i> Влияние ионов Со и Рb на выживаемость одноклеточной водоросли <i>Chlorella vulgaris</i>	96
<i>Вернигорова Н.А., Дульцев А.Н., Колесников М.И.</i> Анализ фитотоксичности почв рисовых чеков Краснодарского края после химического загрязнения	98
<i>Воробьева У.М., Тирас Х.П.</i> Общие механизмы пептидной регуляции морфогенеза животных и растений	100
<i>Евстегнеева Н.А., Колесников С.И.</i> Оценка активности дегидрогеназ в бурых лесных кислых и бурых лесных кислых оподзоленных почвах краснодарского края при загрязнении хромом	102
<i>Елагина Д.С., Васильева К.Н., Архипова Н.С.</i> Использование методов биоиндикации в оценке экологической ситуации современного города	103
<i>Зимин А.А.</i> ГОСТ Р 51232-98 «Вода питьевая» и молекулярная эволюция поверхности вируса	106
<i>Каленков Г.С., Каленков С.Г., Штанко А.Е., Тирас Х.П., Сарапульцева Е.И.</i> Корреляционный анализ динамики сердечных сокращений <i>Daphnia magna</i> методами низкокогерентной интерферометрии	108
<i>Колесникова Н.И., Морозова А.О., Сарапульцева Е.И.</i> Изменение репродуктивного потенциала <i>Daphnia magna</i> в среде с углеродными нанотрубками	111

<i>Котельникова А.Д., Фастовец И.А., Рогова О.Б., Столбова В.В.</i> Оценка цитотоксичности почвы, содержащей лантан	113
<i>Кузина А.А., Вернигорова Н.А, Тер-Мисакянц Т.А., Колесников С.И., Казеев К.Ш.</i> Влияние загрязнения нефтью, хромом, никелем, медью и свинцом на целлюлозолитическую активность желтозема	115
<i>Маркина Е.С., Матчук О.Н., Сарapulьцева Е.И.</i> Сравнительный анализ методов пробоподготовки образцов <i>Schmidtea mediteranea</i> Для цитометрического анализа	117
<i>Маистыкова Л.Ю., Манджиева С.С., Чаплыгин В.А., Минкина Т.М.</i> Оценка содержания тяжелых металлов почвах агроландшафтов	119
<i>Минакова Е.А., Батрова С.Ф.</i> Оценка качества среды рекреационных территорий г. Казани с использованием критерия флуктуирующей асимметрии	121
<i>Минакова Е.А., Галеева А.З.</i> Биоиндикационная оценка здоровья среды придорожных территорий (на примере г. Казань)	123
<i>Минкина Ю.В.</i> Флавонолы в прорастающем <i>in vitro</i> мужском гаметофите петунии (<i>Petunia hybrida</i> l.)	124
<i>Минкина Ю.В., Захарова Е.В.</i> Рост мужского гаметофита петунии (<i>Petunia hybrida</i> l) в культуре <i>in vitro</i>	127
<i>Минникова Т.В., Макевнина С.В., Веропаха Д.Д., Денисова Т.В.</i> Активность уреазы нефтезагрязненного чернозема обыкновенного после внесения глауконита, гумата калия и бактериального препарата «доp-uni»	129
<i>Мишина О.И., Ершова Д.С., Симонова З.А.</i> Использование древесных растений в качестве биоиндикаторов экологического состояния городской среды	131
<i>Морозова А.О., Колесникова Н.И., Игнатенко Г.К., Сарapulьцева Е.И.</i> Изучение токсических свойств углеродных нанотрубок по выживаемости <i>Daphnia magna</i>	133
<i>Муругина В.С., Безус Е.И., Казеев К.Ш.</i> Биологическая активность почв Приазовья при разном землепользовании	135

<i>Мусуралиева Д.Н.</i> Изучение грызунов Иссык-Кульской котловины	137
<i>Мухаметзянова Д.А., Валеева А.А.</i> Оценка биологической активности гуминовых препаратов типа «Гумат» методом лабораторного тестирования	139
<i>Нагирняк Е.А., Казеев К.Ш.</i> Использование ферментативной активности в диагностике изменения горных почв западного кавказа после вырубki леса	140
<i>Назарян А.И., Колесников С.И.</i> Оценка активности чернозема обыкновенного в условиях загрязнения Ga, Tl, Yb	142
<i>Налета Е.В., Колесников С.И.</i> Закономерности влияния загрязнения ТМ на биологические свойства почв городов Ростовской области	144
<i>Никулин Н.А., Зимин А.А.</i> Биоиндикация загрязненности воды при помощи бляшкообразующих колифагов, инфицирующих штаммы <i>E.coli</i> с600, dh1, b, bl21	146
<i>Нуруллина Г.З.</i> Биоиндикационная оценка качества окружающей среды в зоне жилой застройки г. Казани	148
<i>Петров Е.Л., Петрова В.В.</i> Биоиндикационная оценка водных экосистем по ихтиопаразитологическим показателям	150
<i>Плотникова В.С., Валеева А.А.</i> Использование модифицированного сапропеля для повышения плодородия песчаных почв	152
<i>Полторацкая Т.А., Якимова А.С., Казеев К.Ш.</i> Изменение биологической активности почв заповедника «Утриш» под воздействием рекреационной нагрузки	154
<i>Разумовская С.С., Стрельцов А.Б.</i> Анализ качества среды в отдельных локалитетах города Калуги и калужской области на основе оценки стабильности развития	156
<i>Романова Е.Б., Шаповалова К.В., Рябинина Е.С.</i> Частота встречаемости эритроцитов с микроядрами у амфибий, обитающих в различных экологических условиях	158

<i>Рышкель И.В., Бученков И.Э., Рышкель О.С.</i> Определение чистоты атмосферного воздуха с помощью хвои сосны обыкновенной	160
<i>Сарсенова Д.Х., Губина Т.И.</i> Биотестирование соединений Cr^{3+} , Cr^{6+} на системах различного уровня организации	161
<i>Сынзыныс Б.И., Момот О.А., Ульяненко Л.Н., Амосова Н.В., Пяткова С.В., Лаверентьева Г.В.</i> Механизмы биологического действия ионов металлов	163
<i>Тарун Е.И., Бондарева А.С., Головач Т.Н.</i> Антиоксидантные свойства ферментированного коровьего молозива	165
<i>Толкач Г.В., Позняк С.С.</i> Обеспеченность почв Брестского района соединениями химических элементов	167
<i>Ухова А.А., Губина Т.И.</i> Экотоксикологическая оценка новых полигетероциклических соединений	169
<i>Филимонова А.С., Куницына Т.Е., Мельникова Т.В.</i> Влияние содержания обменных калия, натрия и кальция в почвах Клинцовского лесничества брянской области на биологические показатели тест-культуры ячменя	171
<i>Фомина А.А., Гариевская Д.В.</i> Исследование токсичности воды волгоградского водохранилища в районе г. Саратова методами биотестирования	172
<i>Хуснуллин Р.Р., Шарафутдинова И.Р.</i> Биомониторинг качества окружающей среды Раифского участка ВКГПБЗ по <i>Betula pendula</i>	174
<i>Челнакова П.Н., Сынзыныс Б.И.</i> Экологическая диагностика реки Протва с помощью классических методов биоиндикации с применением химического анализа речной воды	176
<i>Чувараева О.В., Акименко Ю.В.</i> Оценка динамики изменения общей численности бактерий бурой лесной почвы при загрязнении биоцидами	178
<i>Якимова А.С., Полторацкая Т.А., Казеев К.Ш.</i> Биоиндикация последствий пожара по активности каталазы на Черноморском побережье Кавказа	180

СЕКЦИЯ 5. ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ И ФАРМАЦЕВТИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

- Ардт Ю.В., Еримбетов К.Т., Бондаренко Е.В., Фрог Е.С.* 183
Новое средство для лечения деменции различной этиологии
- Бакунович А.В., Бурко Д.В., Зинченко А.И., Буланова К.Я.* 185
Использование некоторых продуктов биотехнологии для лечения и профилактики гипертензии и преэклампсии в Беларуси в постчернобыльский период
- Богданова О.Ю., Набоков А.А., Рута-Жуковская Е.Я., Сяхович В.Э., Бокуть С.Б.* 187
Анализ модифицированного гемоглобина человека методом протеомики «Top-down»
- Гремченко П.И., Андрианова А.М., Ахмадеева Л.В.* 189
Оценка эффективности систем водоотведения филиала ЗАО «Л'ОРЕАЛЬ»
- Елеулова Р.А., Плотникова О.А.* 191
Биоломинесцентный метод определения тяжелых металлов
- Иванова М.Е., Ананьева О.А., Жданов Г.С., Ларичева Т.Е., Мерков С.М., Пасевич О.Ф., Соснин П.А.* 192
Исследование процесса мембранной дистилляции с использованием трековых мембран
- Капустян А.В.* 194
Разработка и валидация методик анализа мета-йодбензилгуанидина сульфата
- Карманова Е.Е., Соломатина А.С.* 196
Рутин как радиозащитное и генопротекторное средство
- Кошелев М.М., Асхадуллин Р.Ш., Ульянов В.В., Гулевский В.А., Харчук С.Е., Шелеметьев В.М.* 197
Перспективы переработки отработанных автомобильных шин в расплаве тяжёлых металлов
- Кылина Н.С., Муфтеева А. Р., Ляпунова Е. Р., Ревкова В. А.* 199
Противоопухолевая активность комплекса детонационных наноалмазов и салиномицина по отношению к меланоме B16 в опыте in vivo

<i>Митрушкина В.С., Мельникова Т.В., Полякова Л.П.</i>	202
Гидрохимические показатели р. Протва, в пределах береговой линии г. Обнинска	
<i>Муфтеева А.Р., Румянцева Т.С., Ревкова В.А., Комарова Л.Н.</i>	204
Исследование противоопухолевой активности паклитаксела на модели опухоли меланомы B16 in vivo	
<i>Поляков А.В., Бахтин В.Д., Соколова Ю.Д.</i>	206
Стабилизация растворов красителя свекольного красного	
<i>Пугачева М.Н., Комарова Л.Н.</i>	208
Изучение влияния доксорубина на радиочувствительность мезенхимальных стволовых клеток (мск) человека	
<i>Скребкова А.С., Свердлов Р.Л., Шадыро О.И.</i>	210
Влияние нитропроизводных имидазола и 1,2,4-триазола на радиационно-химические превращения растворов этанола и глицеро-1-фосфата	
<i>Соколов М.А., Ананьева О.А., Жданов Г.С., Ларичева Т.Е., Мерков С.М., Пасевич О.Ф., Соснин П.А.</i>	212
Сенсибилизация химического травления пленок фторсодержащих полимеров для метода мембранной дистилляции на основе трековых мембран	
<i>Федосенкова В.А., Капустян А.В.</i>	213
Разработка методов промежуточного аналитического контроля орто-йодгиппуровой кислоты и ее солей	
<i>Частиков Т.Д., Шилина А.С.</i>	215
Очистка природной воды от катионов стронция	

СЕКЦИЯ 6. ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ДЕЙСТВИЯ НЕИОНИЗИРУЮЩЕГО И ИОНИЗИРУЮЩЕГО ИЗЛУЧЕНИЯ

6.1. ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ДЕЙСТВИЯ НЕИОНИЗИРУЮЩЕГО ИЗЛУЧЕНИЯ

- Бакшаева М.А., Шафорост А.С.* Влияние электромагнитного излучения 1800 МГц на плодовитость *Drosophila melanogaster* 217
- Белоус В.В., Потапина Е.С., Верзилина Г.А., Коваль М.С., Яценко С.Г., Рыбалко С.Ю.* К оценке влияния факторов, возникающих при работе персональных компьютеров и использовании мобильных телефонов 219
- Волошин Д.В., Яценко С.Г.* Влияние неионизирующего излучения на организм человека 221
- Золкина Е.П., Бондарева Л.А.* К вопросу о безопасности использования мобильных телефонов 223
- Митина О., Кузенкова Д., Карбовский Д., Бормотов И., Пименов Е.П., Тихонов В.Н., Тихонов А.В., Сарapultцева Е.И.* Изучение мутагенных свойств УФ-света по морфологическим и физиолого-биохимическим эффектам у *E.coli* 225
- Мищенко Е.В., Никитин А.Н., Сухарева Д.В.* Оценка влияния электромагнитного излучения на развитие семян пшеницы яровой 227
- Новицкая Т.А., Лемешевский В.О., Батян А.Н.* Лазеротерапия в лечении сахарного диабета II типа и его осложнений 228
- Подобед М.Ю., Хрячкова А.В., Евстратова Е.С.* Изучение генетической нестабильности клеток после действия коротковолнового ультрафиолетового излучения 230
- Савина Н.Б., Ускалова Д.В., Маркина Е.С., Поляков А.В., Соколова Ю.Д., Сарapultцева Е.И.* Исследование антиоксидантных свойств вытяжки лука репчатого *Allium cepa* методом биотестирования 232
- Ускалова Д.В., Маркина Е.С., Устенко К.В.* Сравнение цитотоксического эффекта ЭМИ у *Daphnia magna* и *Dugesia tigrina* 234
- Щербенёва А.А., Яценко С.Г., Рыбалко С.Ю.* Влияние видимого света на жизнедеятельность человека 236

6.2. ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ДЕЙСТВИЯ ИОНИЗИРУЮЩЕГО ИЗЛУЧЕНИЯ

- Астахина С.О., Рассказова М.М.* 238
Оценка влияния острого гамма-облучения на интенсивность фотосинтеза семян и проростков ячменя посевного
- Бакшаева М.А., Сташкевич Д.Г.* 240
Влияние некоторых биологически активных добавок на метаболиты по при сочетанном действии магнитного поля и ионизирующего излучения на крыс линии Вистар
- Витковская Е.И., Васильев Д.В., Гераськин С.А.* 242
Оценка цитогенетических эффектов и репродуктивной способности в популяциях сосны обыкновенной, развивающихся в условиях хронического облучения
- Воробей О.А., Евстратова Е.С., Филимонова А.Н.* 243
Влияние доксорубина на восстановление дрожжевых клеток, облученных ионизирующими излучениями разного качества
- Геворкян С.Г.* 245
Геоэкологические аспекты воздействия радиации и медико-генетическое консультирование
- Гуменюк Д.В., Новикова Е.В., Рассказова М.М.* 247
Анализ видового разнообразия макрозообентоса на участке реки Ипуть в районе радионуклидного загрязнения
- Евстратова Е.С., Белкина С.В., Петин В.Г.* 249
Проявление синергических эффектов у дрожжевых клеток и клеток млекопитающих
- Ефимова М.Н., Трошина М.В., Корякина Е.В.* 251
Изучение влияния временного фактора при сочетанном воздействии гамма-излучения и тяжелых заряженных частиц на выживаемость клеток китайского хомячка
- Иосифиди А.М.* 253
Содержание природных радионуклидов в растительном покрове ГПЗ «БОЛЬШАЯ КОКШАГА»
- Карпенко Е.И., Спиридонов С.И., Куртмулаева В.Э.* 255
Анализ современных программных средств для оценки доз облучения биоты
- Козарь И.А., Рассказова М.М.* 257
Анализ пыльцы высших водных растений, произрастающих в зоне радиоактивного следа ЧАЭС

<i>Корабельникова Ю.В., Волкова П.Ю., Чурюкин Р.С.</i>	259
Анализ активности ферментов в проростках облученных в стимулирующих дозах семян ячменя	
<i>Кривицкий П.Е., Лукашенко С.Н., Тимонова Л.В.</i>	261
Структурные элементы на площадке «Опытное поле» Семипалатинского испытательного полигона и характер их загрязнения	
<i>Кураченко Ю.А., Онищук Е.А., Забарянский Ю.Г.</i>	263
Фотонейтроны: “IN PHANTOM” критерии качества для нейтронозахватной терапии	
<i>Кураченко Ю.А., Онищук Е.А., Забарянский Ю.Г.</i>	265
Фотонейтроны: “IN AIR” критерии качества для нейтронозахватной терапии	
<i>Лукашенко С.Н., Паницкий А.В., Стрельчук Ю.Г., Яковенко Ю.Ю., Шатров А.Н.</i>	267
Радиоэкологическое состояние с. Саржал и прилегающих к нему территорий	
<i>Мирзоев Э.Э., Фролова Н.А., Полякова И.В., Губина О.А., Зырянова Н.Ю., Кобялко В.О., Мирзоев Э.Б.</i>	269
Раздельное и комбинированное действие ионизирующего излучения и свинца на лимфоциты селезенки крыс	
<i>Наседкина Н.В., Исаева Е.В., Бекетов Е.Е., Малахов Е.П., Ульяновко С.Е.</i>	271
Влияние предварительного радиационного воздействия на эффективность облучения фотонами и быстрыми нейтронами клеток линии В-16	
<i>Нилова Е.К.</i>	273
Ожидаемые дозы облучения сельскохозяйственных работников при ингаляционном поступлении $^{241}\text{Am} + ^{238+239+240}\text{Pu}$ чернобыльского происхождения в результате выполнения пылеобразующих операций	
<i>Рассказова М.М., Стародуб А.Ю.</i>	275
Влияние острого гамма-облучения на меристематическую активность рыски малой <i>Lemna minor</i>	
<i>Танкевич Е.А., Концевая И.И.</i>	277
Продолжительность фаз митозов клетках корневых меристем тест-объекта <i>Hordeum vulgare</i> L. при действии водного экстракта куколок китайского дубового шелкопряда и хроническом радиоактивном облучении	
<i>Торопов А.С.</i>	279
Определение форм нахождения техногенных радионуклидов в водных объектах семипалатинского испытательного полигона	

<i>Хронина В.В., Макаренко Е.С., Удалова А.А.</i> Аномалии и морфометрические показатели хвои у второго послеаварийного поколения сосны обыкновенной из ближней зоны ЧАЭС	281
<i>Чурюкин Д.С., Рассказова М.М.</i> Оценка уровня радиоактивного загрязнения на участке реки Ипуть Брянской области	283
<i>Шошина Р.Р., Лаврентьева Г.В., Сынзыныс Б.И., Мирзеабасов О.А., Черкасова Е.Е.</i> Синтез белков-металлотионеинов у моллюсков <i>Bradybaena f.</i> при воздействии Sr-90 в естественных условиях обитания	285
<i>Шумаева Е.В., Рассказова М.М.</i> Эффекты действия гамма-излучения на морфологические и биохимические показатели ряски малой <i>Lemna minor</i>	287
<i>Янкаускас А.Б., Ларионова Н.В., Шатров А.Н.</i> Влияние хронического ионизирующего излучения на морфо-анатомическую структуру <i>Koeleria cristata</i>	289
СЕКЦИЯ 7. ШКОЛЬНАЯ ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ СЕКЦИЯ	291
<i>Аверьянов А.А., Дмитриева Е.Н., Чугреева И.А.</i> Мониторинг кислотности минерального состава воды в реке Угодке	291
<i>Балакирев Д.А., Рассказова М.М.</i> Видовой состав и особенности распространения афиллофоровых грибов на территории отдельных фитоценозов города Обнинска и Малоярославецкого района	293
<i>Головко Е.Д.</i> Анализ влияния Ростовской АЭС на содержание ионов меди в цимлянском водохранилище	295
<i>Забродина С.Р., Алексанов В.В.</i> О зарастании заброшенной пашни в центре города (на примере участка эколого-биологического центра в Калуге)	296
<i>Золотухина Н.С., Леках И.В.</i> Оценка состояния елей в Гурьяновском лесу морфологическими и биохимическими методами	298
<i>Киричек А.А., Серова Н.А.</i> Определение содержания катионов свинца в почве и растительности	300
<i>Кондако А.М., Андреева Е.С.</i> Оценка жизненного состояния древостоя на ООПТ парк Дубки	302

<i>Куданова А.И., Верушкина Г.Н.</i>	304
Выживаемость и поведенческие реакции ракообразных <i>Daphnia magna</i> при различных концентрациях солей меди и алюминия	
<i>Матвеева А.М., Копылова В.С.</i>	306
Определение чистоты воды в прудах усадьбы Белкино и в водоеме деревни Филипповка методом фитоиндикации по ряске	
<i>Маухин Д.А., Андреева Е.С.</i>	307
Влияние пирогенного фактора на биологическое разнообразие травянистых сосудистых растений ООПТ парк дубки г.Малоярославца Калужской области	
<i>Парщикова Ю.В., Верушкина Г.Н.</i>	309
Определение качества мёда, реализуемого в городе Обнинске	
<i>Сидорова В.Н., Комарова Л.Н.</i>	311
Выявление фальсификации состава продуктов питания методом полимеразной цепной реакции	
<i>Тихоненко П.А., Рассказова М.М.</i>	313
Видовое разнообразие и высотное распределение лишайников Цейского ущелья Северо-Осетинского заповедника	
<i>Хрипанцева Е.С., Самохина Л.Ю., Алексанов В.В.</i>	315
О статусе массовых видов жуков Жужелиц в зарослях клена американского (в городе Калуге)	

Подготовка оригинала-макета Л.А. Киселева, А.А. Удалова

ЛР № 020713 от 27.04.1998		
Подписано к печати		Формат бум. 60x84/16
Печать ризограф.	Бумага МВ	Печ.л. 11
Заказ №	Тираж 130 экз.	Цена договорная