МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ

КАЛУЖСКОЕ РЕГИОНАЛЬНОЕ ОТДЕЛЕНИЕ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ ЕСТЕСТВЕННЫХ НАУК

«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЯДЕРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ «МИФИ»

ОБНИНСКИЙ ИНСТИТУТ АТОМНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ (ИАТЭ НИЯУ МИФИ)

ТЕХНОГЕННЫЕ СИСТЕМЫ И ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ РИСК

XIII РЕГИОНАЛЬНАЯ НАУЧНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ

Посвящается 25-летию кафедры экологии
ИАТЭ НИЯУ МИФИ

Тезисы докладов
Обнинск, 21-22 апреля 2016 г.

Обнинск 2016

УДК 621.039:502/504

Техногенные системы и экологический риск: Тезисы докладов XIII Региональной научной конференции / Под общ. ред. А.А. Удаловой. – Обнинск: ИАТЭ НИЯУ МИФИ, 2016. – 178 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, 2016 г.
©Авторы, 2016 г.

ПОЛОЖЕНИЕ
о XIII Региональной научной конференции
«ТЕХНОГЕННЫЕ СИСТЕМЫ И ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ РИСК»

1. **Срок проведения**: 21–22 апреля 2016 г.
2. **Место проведения**: Обнинский институт атомной энергетики – филиал Национального исследовательского ядерного университета «МИФИ», Студгородок, 1, г. Обнинск, Калужская область, 249040, Российская Федерация.
3. **Участники конференции**: студенты, аспиранты, молодые ученые, молодые преподаватели и др.
4. **Порядок проведения конференции**:

– выступление участников конференции по результатам своей научно-исследовательской деятельности;

– заочное участие в конференции.

Работают следующие секции:

1. Ядерная и тепловая энергетика, современные экологические технологии.

2. Проблемы утилизации отходов, хранилища радиоактивных отходов.

3. Техногенный и экологический риски.

4. Биотестирование и биоиндикация объектов окружающей среды.

5. Экологическая и фармацевтическая химия.

6. Экологические аспекты действия неионизирующего и ионизирующего излучения.

5. Программный комитет конференции

Председатель

Алексахин Р.М., академик РАН, лауреат Гос. премий, заслуженный деятель науки РФ, д.б.н., профессор, научный руководитель ФГБНУ ВНИИРАЭ

Гераськин С.А., д.б.н., профессор, зав. лабораторией ФГБНУ ВНИИРАЭ

Игнатенко Г.К., к.т.н., доцент, академик РЭА, доцент кафедры экологии ИАТЭ НИЯУ МИФИ

Комарова Л.Н., д.б.н., профессор, зав. кафедрой биологии ИАТЭ НИЯУ МИФИ

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

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

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

Момот О.А., к.б.н., доцент кафедры экологии ИАТЭ НИЯУ МИФИ

Полякова Л.П., к.х.н., доцент, доцент кафедры экологии ИАТЭ НИЯУ МИФИ

Перов С.Ю., к.б.н., ФГБНУ НИИ МТ

Сарапульцева Е.И., к.б.н., доцент, доцент кафедры биологии ИАТЭ НИЯУ МИФИ

Силин И.И., д.г.-м.н., Институт минералогии, геохимии и кристаллохимии редких элементов РАН, г. Москва

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

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

Удалова А.А., д.б.н., зав. кафедрой экологии ИАТЭ НИЯУ МИФИ

Эпштейн Н.Б., д-р фарм. наук, доцент, зав. кафедрой ФРХ ИАТЭ НИЯУ МИФИ

Яцало Б.И., д.т.н., профессор, зав. каф. информационных систем ИАТЭ НИЯУ МИФИ

6. Оргкомитет конференции

Председатель

Удалова А.А., д.б.н., зав. кафедрой экологии ИАТЭ НИЯУ МИФИ

Сопредседатели

Алексахин Р.М., академик РАН, лауреат Гос. премий, заслуженный деятель науки РФ, д.б.н., профессор, научный руководитель ФГБНУ ВНИИРАЭ

Айрапетова Н.Г., к.экон.н., директор ИАТЭ НИЯУ МИФИ

Шершаков В.М., д.т.н., генеральный директор ФГБУ НПО «Тайфун»

Заместители председателя

Бурухин С.Б., к.х.н., доцент, декан факультета естественных наук ИАТЭ НИЯУ МИФИ

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

Секретарь конференции

Момот О.А., к.б.н., доцент кафедры экологии ИАТЭ НИЯУ МИФИ

Адрес оргкомитета
249040, Калужская обл., г. Обнинск, Студгородок 1, ИАТЭ НИЯУ МИФИ, кафедра экологии.
Телефон: (484)393-72-12;
E-mail: tsir@iate.obninsk.ru.

7. Для участия в конференции необходимо до **1 марта 2016 г.** представить в адрес секретарей оргкомитета в электронном виде следующие материалы.

Заявка на участие (на отдельном листе), включающую в себя

1) название секции;
2) предполагаемую форму участия и выступления;
3) название доклада;
4) фамилию, имя, отчество автора (авторов);

5) сведения об авторах:
   – вуз (специальность, курс, группа) или организация (подразделение, должность);
   – ученая степень, ученое звание;
6) координаты для связи (e-mail, почтовый адрес, телефон);
7) заявка на участие в экскурсии в Технопарк «Ворсино».

Материалы доклада со следующим содержанием:
1) название доклада;
2) авторы;
3) вуз (организация), город;
4) текст материалов.

Требования к оформлению материалов:

- **объем** не более 2 стр. формата А5, WS Word, **шрифт** Times New Roman Cyr, 11 пт., через один интервал, выравнивание по ширине, абзац – 0,5 см;
- **поля:** верхнее, нижнее, левое, правое – 2 см;
- **название** доклада **ПРОПИСНЫМИ** буквами по центру;
- **авторы,** научный руководитель и вуз *курсивом* по центру;
- не более одного **рисунка** и (или) **таблицы** в растровом (JPEG, GIF, TIFF) формате с разрешением 300 dpi размером не более 11 × 11 см.

Требования к выступлению:

- **выступление** с докладом 5–7 мин, ответы на вопросы –3–5 мин;
- **презентация** своей идеи, проекта, предложения не более 7 мин;
- **демонстрация** (представление программных продуктов и других результатов научной деятельности в действии; в заявке указать необходимое оборудование)–10–15 мин.

Материалы направлять секретарю конференции по e-mail: tsir@iate.obninsk.ru.

8. **Финансирование конференции** осуществляется при поддержке Обнинского института атомной энергетики – филиала Национального исследовательского ядерного университета «МИФИ».

9. По итогам конференции издается сборник тезисов докладов. Материалы конференции публикуются в авторской научной редакции. Редакционная коллегия сборника позволила себе внести лишь незначительную правку, не изменяющую суть авторских тезисов.

ПЛЕНАРНОЕ ЗАСЕДАНИЕ

КАРТОГРАФИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ПОСЛЕДСТВИЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПО «МАЯК» НА ЮЖНОМ УРАЛЕ

В.В. Снакин
МГУ им. М.В. Ломоносова, ИФПБ РАН, Российская экологическая академия, Фонд «Инфосфера»

Атомная эра сопровождалась не только головокружительными успехами в развитии атомного оружия и атомной энергетики, но и практически неизбежным нарастанием экологических проблем, связанных с увеличением радиоактивного загрязнения многих территорий и повышением в целом глобального радиационного фона в результате деятельности атомных предприятий, испытания оружия, мирных атомных взрывов и многочисленных аварийных ситуаций на объектах атомной отрасли практически всех так называемых ядерных держав.

В этом смысле Советский Союз не был исключением, и сложившуюся на его территории радиоэкологическую ситуацию в основном обусловили следующие факторы:

– глобальные радиоактивные выпадения в результате деятельности всех ядерных держав (для территории России вклад глобальных выпадений в современное общее загрязнение по ^{137}Cs оценивается в 57 %);

– запланированные и аварийные события на многопрофильном Производственном объединении «Маяк» (ПО «Маяк»), основанном в Челябинской области в 1948 г. для производства компонентов ядерного оружия, изотопов, хранения и регенерации отработанного ядерного топлива;

– испытания атомного и термоядерного оружия с 1949 г. на Семипалатинском полигоне (Казахстан) и с 1955 года на ядерном полигоне на Новой Земле;

– авария на Чернобыльской АЭС (1986 г.), повлекшая загрязнение территорий Украины, Белоруссии, России и целого ряда других государств.

Самые крупные площади радиоактивного загрязнения сформировались на территории России в результате аварийных ситуаций

на Производственном объединении «Маяк» (1957, 1967 гг.) и на Чернобыльской АЭС (1986 г.). Вышедшие в последнее время картографические обобщения [1, 2, 3], подготовленные под руководством академика Ю.А. Израэля (1930–2014 гг.), позволяют проанализировать динамику площадей загрязнения и дать прогнозные оценки на столетний период освоения атомной энергии для указанных территорий. При прогнозировании основное внимание уделено загрязнению цезием-137, занимающему наибольшие площади и обладающему большей миграционной способностью по сравнению с другими радионуклидами.

Задача долгосрочного прогнозирования загрязнения цезием-137 в практическом аспекте сводилась к построению комплекта карт среднего масштаба (1:1 000 000) на ряд лет. В основу прогнозных карт были положены те же исходные данные в полном объеме, что и при построении карт загрязнения цезием-137 на дату сбора основного массива измерений. Показано, что при мелко- и среднемасштабном прогнозировании радиоактивного загрязнения местности цезием-137 для прогнозирования уровней загрязнения достаточно учитывать только радиоактивный распад цезия-137, в силу малой подвижности цезия-137 в почвах и незначительной роли водной и ветровой эрозии в трансформации поля радиоактивного загрязнения в ненарушенных ландшафтах равнин.

Площади загрязнения на Южном Урале (Челябинская, Свердловская и Курганская области) выше 1,0 Ки/км^2 по цезию-137 составили в 1967 г. – 1970 км^2, в 2007 – 428, в 2047 (прогноз) – 126 км^2; в Центральной России (Брянская, Калужская, Орловская и Тульская области) в 1986 г. – 43023 км^2, в 2006 – 25859 км^2, а в 2046 г. (прогноз) – 11985 км^2.

Результаты прогноза показывают, что уровни загрязнения более 40 Ки/км^2 исчезнут на территории Российской Федерации в 2049 г.; крупные пятна площадью более 10 км^2 с такими уровнями не наблюдаются уже с 2006 г.

Тем не менее, в целом ряде районов радиоэкологическая ситуация еще долгое время будет оставаться острой, требующей коррекции землепользования с учетом имеющейся информации по радиоактивному загрязнению.

В существенной мере пока «недокартографированным» с атласной позиции объектом является территория Семипалатинского

испытательного полигона и зона его влияния, особенностью которого является существенная доля в загрязнении трансурановых элементов в результате проведенных в 1949–1989 гг. ядерных испытаний. Поэтому представляется целесообразным в ближайшее время совместными усилиями приступить к подготовке экологического атласа Семипалатинского полигона и зоны его воздействия на территории Казахстана и России. «Белые пятна» (включая ретроспективный анализ) могут быть дополнены полевыми изысканиями ученых и специалистов наших республик при необходимости с подключением специалистов третьих стран.

Как показывает опыт радиоэкологов Казахстана на Семипалатинском полигоне, выяснение реальной радиоэкологической ситуации способствует снятию социального напряжения в регионе и уменьшению необоснованной радиофобии.

Несомненно, что подготовленные картографические обобщения и прогнозные оценки будут способствовать принятию научно обоснованных решений по реабилитации загрязненных территорий и сохранению здоровья населения, а также совместно с другими радиоэкологическими атласами станут важным элементом общей картины радиоэкологической ситуации на территории России и сопредельных стран.

Литература

1. Атлас Восточно-Уральского и Карачаевского радиоактивных следов, включая прогноз до 2047 года (Атлас ВУРСа) / Под ред. Ю.А. Израэля. – М.: ИГКЭ – Фонд «Инфосфера», 2013. – 140 с.

2. Атлас современных и прогнозных аспектов последствий аварии на Чернобыльской АЭС на пострадавших территориях России и Беларуси (АСПА Россия–Беларусь) / Под ред. Ю.А. Израэля и И.М. Богдевича. – М.: Фонд «Инфосфера» – НИА-Природа, 2009. – 140 с.

3. Израэль Ю.А., Снакин В.В., Василенко В.Н., Артемов Е.М., Имшенник Е.В., Нахутин А.И., Хрисанов В.Р. Картографическое обобщение радиоэкологической ситуации на Южном Урале // Метеорология и гидрология.– 2014. – № 7. – С. 5–13.

СЕКЦИЯ 1. ЯДЕРНАЯ И ТЕПЛОВАЯ ЭНЕРГЕТИКА, СОВРЕМЕННЫЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ

ОЧИСТКИ МОДЕЛЬНЫХ ЖИДКИХ РАДИОАКТИВНЫХ РАСТВОРОВ ОТ РАДИОНУКЛИДА ЦЕЗИЯ ЦЕОЛИТОПОДОБНЫМ ТЕРМОСТОЙКИМ И РАДИАЦИАЦИОННОСТОЙКИМ АЛЮМОСИЛИКАТНЫМ АДСОРБЕНТОМ, СИНТЕЗИРОВАННЫМ НА КАФЕДРЕ ОиСХ

С.Р. Асхадуллин[1], А.С. Шилина[1], А.Н. Николаев[2], С.Н. Скоморохова[2], Е.М. Трифанова [2]

[1] – Обнинский институт атомной энергетики – филиал Национального исследовательского национального университета «МИФИ», г. Обнинск

[2] – ГНЦ РФ – ФЭИ им. А.И. Лейпунского, г. Обнинск

Проблема очистки воды от целого ряда примесей, в том числе и радионуклидов, является одной из самых актуальных на сегодняшний день, поскольку чистота и пригодность воды является необходимым критерием для ее использования в атомных электростанциях (АЭС), тепловых электростанциях (ТЭС) и во многих других отраслях электроэнергетики. К тому же, нередко в водоёмы попадают жидкие радиоактивные отходы и вредные соединения, которые возникают в результате работы промышленных предприятий.

В настоящее время для очистки водных сред различных электростанций наиболее хорошо применимы органические ионообменные смолы. Но так как данный вид сорбентов имеет низкую термическую стойкость, его применяют с учетом жесткого ограничения на верхний предел рабочей температуры, который лежит в области 40°–60°С, что является весьма существенным недостатком.

К термостойким неорганическим сорбентам относятся активированный уголь, перлит, диатомит, а также синтетические сорбенты на основе оксидов тяжелых металлов. Но активированный уголь обладает высокой зольностью, а перлит и диатомит имеют низкую термостойкость. К тому же, все эти сорбенты очищают

воду только от мелкодисперсных и коллоидных примесей. Из-за высокой стоимости и дефицитности термостойких сорбентов сорбционные методы не нашли пока широкого применения.

На кафедре общей и специальной химии Института атомной энергетики были проведены синтез наноструктурированного цеолитоподобного алюмосиликатного адсорбента, а затем и его предварительные испытания в процессах очистки модельных жидких растворов от радионуклида цезия.

Была исследована сорбция алюмосиликатного адсорбента, синтезированного на кафедре ОиСХ ИАТЭ, по отношению к модельным растворам радиоактивного цезия с разным солесодержанием. Затем проводились эксперименты по сорбции радионуклидов в режиме статической сорбции при pH ~ 6 и pH ~9. Далее была измерена активность радионуклидов методом полупроводниковой гамма-спектрометрии.

Расчет показателей эффективности сорбции проводили непосредственно по данным радиометрических измерений проб растворов, до и после сорбции. Предварительные результаты выполнения экспериментов по исследованию сорбционных свойств алюмосиликатного адсорбента относительно радионуклида Cs-137, вносящего основной вклад в суммарную удельную активность жидких радиоактивных растворов, позволяют сказать, что:

– испытанный в статических условиях сорбент проявляет сорбционную активность по отношению к радионуклиду цезия, характеризующуюся коэффициентом очистки, равным 2,680;

– на эффективность сорбции Cs-137 влияет содержание солей в модельных растворах, результаты эксперимента показали, что коэффициент очистки уменьшается с ростом солесодержания;

– значение водородного показателя растворов слабо влияет на сорбционную активность алюмосиликатного адсорбента в отношении радионуклида цезия.

Из полученных результатов можно сделать вывод, что сорбционные свойства по отношению к цезию и стронцию нашего синтетического цеолита сопоставимы с аналогичными показателями природных цеолитов, проявляющих специфическую сорбцию к этим радионуклидам и имеющих очень ограниченные запасы в мире.

ПОЛЕВЫЕ ИЗМЕРЕНИЯ КОНЦЕНТРАЦИИ ВОДОРОДА В ПОДПОЧВЕННОМ ВОЗДУХЕ НАД ТЕКТОНИЧЕСКИМ РАЗЛОМОМ В ЗОНЕ РАЗМЕЩЕНИЯ КАЛИНИНСКОЙ АЭС

Ю.В. Андронов, О.И. Лешуков, Г.К. Игнатенко
Обнинский институт атомной энергетики – филиал Национального исследовательского национального университета «МИФИ», г. Обнинск

В работе представлены результаты полевых измерения концентрации водорода в подпочвенном воздухе в скважинах, расположенные перпендикулярно линии тектонического разлома с интервалом около 100 м. Цель проводимых исследований заключалась в установлении наличия градиента распределения интенсивности дегазации по отношению к линии тектонического разлома по значениям концентрации водорода в подпочвенном воздухе скважин.

Отработка методики измерения концентрации водорода в подпочвенном воздухе производилась с помощью разработанного прибора ВГ-2А (рис. 1) и пробоотборника [1, 2, 3]. В местах измерения, где имело место выхода глубинных флюидов, концентрация водорода в пробах с увеличением глубины отбора росла, достигая на глубинах до 1 м 400 – 500 и более пропромиллей.

Рис.1. Водородный газоанализатор ВГ-2А, Разработка НИЯУ МИФИ

Участок для проверки и отработки методики полевых измерений концентрации подпочвенного водорода в районе зоны наблюдения Калининской АЭС был предложен сотрудниками предприятия ООО НПО «Гидротехпроект». Располагается он у озера Удомля на геологическом разломе. Маршрут полевых измерений был выбран в перпендикулярном направлении к линии разлома, с интервалом скважин 100 м, с целью определения максимального значения концентрации и соответствия координаты этой скважины координате линии геологического разлома, рис. 2.

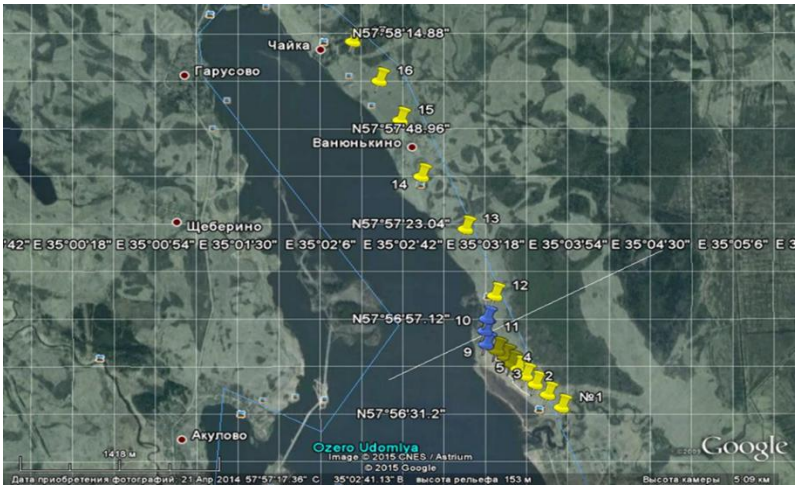


Рис. 2. Схема расположения скважин для определения концентрации подпочвенного водорода в зоне расположения геологического разлома на территории, прилегающей к КалАЭС

Проведенные полевые измерения концентрации водорода в маршрутных скважинах показали максимальные значения в скважинах №6 и №16, расположенные на линии геологического разлома.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГАДОЛИНИЯ В КАЧЕСТВЕ ВЫГОРАЮЩЕГО ПОГЛОТИТЕЛЯ В ТОПЛИВЕ РЕАКТОРА ВВЭР-1200

Е.И. Лукьян[1], Т.В. Матвеева[1], Ю.А. Никонорова[1], А.М. Терехова[1], М.Л. Ергулович[2]
[1] – Обнинский институт атомной энергетики – филиал Национального исследовательского национального университета «МИФИ», г. Обнинск
[2] – РУП «Белорусская АЭС», г. Островец, Республика Беларусь

Одним из новых проектов на сегодняшний день является проект АЭС-2006 с реактором ВВЭР-1200. В проекте АЭС-2006 планируется использовать в качестве выгорающего поглотителя окись гадолиния, интегрированную в топливную матрицу с массовой долей до 10%.

Целью работы являлось изучение влияния гадолиния на нейтронно-физические характеристики топлива, включая активность ОЯТ, в тепловыделяющих сборках реактора ВВЭР-1200.

Гадолиний хорошо поглощает тепловые нейтроны, однако при этом он довольно быстро выгорает. Природный гадолиний состоит из следующих шести изотопов. Наибольшее сечение захвата тепловых нейтронов имеет изотоп Gd-157 (255 000 барн), в то время как сечение захвата природным гадолинием составляет 49 000 барн. Не маловажным в природном гадолинии является изотоп Gd-155, его сечение захвата тепловых нейтронов составляет 61 000 барн [1, 2].

Для расчетов было построено несколько моделей размещения гадолиния в ТВС (табл. 1). В качестве топлива во всех ТВС UO_2 с обогащением по U-235 4,95%.

На основании полученных данных, можно сделать выводы, что применение гадолиния целесообразно и оправдано. Использование гадолиния позволяет продлить кампанию реактора, тем самым обеспечив большую глубину выгорания топлива, а также уменьшить избыточную реактивность, что дает возможность использовать меньше других поглотителей, например, борной кислоты. Добавка гадолиния почти не влияет на активность отработавшего топлива и при этом обеспечивается ядерная безопасность, т.к. тем-

пературные коэффициенты реактивности по топливу и по теплоносителю отрицательные.

Таблица 1

Описание моделей ТВС с различным изотопным содержанием

Модель	Описание	Количество твэлов в ТВС, шт.	Содержание в твэле Gd_2O_3, %
1	Без гадолиния	0	0
2а	Гадолиний с природным содержанием изотопов	12	5
2б	Гадолиний, содержащий только изотопы Gd-155 и Gd-157	12	5
2в	Гадолиний, содержащий только изотоп Gd-157	12	5
3	Гомогенное размещение гадолиния с природным содержанием изотопов	312	0,19
4а-г	Гадолиний с природным содержанием изотопов	12	6-8

Литература

1. Аль Давахра Сааду. Использование выгорающих поглотителей в реакторах типа ВВЭР. – М.: МИФИ, 2006.

2. Белоусов Н.И., Стогов Ю.В., Пряничников А.В. Влияние неоднородного размещения выгорающего поглотителя из гадолиния на нейтронно-физические характеристики реактора типа ВВЭР-1000. – М.: МИФИ, 2002.

СРАВНЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ДЕТЕКЦИИ ПОЛЯРНЫХ И НЕПОЛЯРНЫХ ОРГАНИЧЕСКИХ ЗАГРЯЗНИТЕЛЕЙ В ВОДНОЙ СРЕДЕ МЕТОДОМ ОПТИЧЕСКОГО БИОСЕНСОРА НА ОСНОВЕ ДНК

Ю.А. Николаева, О.А. Максимова
Российский университет дружбы народов (РУДН), г. Москва

Изучив научную литературу по биосенсорным технологиям, мы пришли к выводу, что сфера их применения в настоящее время увеличивается, но практического применения их в экологических методах контроля состояния окружающей среды нет, ввиду чего мы решили изучить возможность использования оптического ДНК-биосенсора в качестве устройства детекции полярных и неполярных органических загрязнителей водной среды на примере их содержания в водах Черного, Белого и Святого озер в ПИП «Косинский», расположенного на востоке Москвы в непосредственной близости от МКАД, мусоросжигательного и цементного заводов, завода металлоконструкций и ряда других промышленных объектов.

В качестве полярных органических загрязнителей выбраны фенол и фенолформальдегид, в качестве неполярных – бензол и антрацен.

Используемый в данной работе биосенсор состоит из двух компонентов: подложка, выполненная из металла полупроводника (монокристаллический кремний) и адсорбированный на его поверхности биоспецифичный слой (ДНК из тимуса теленка).

Зарегистрированные спектры поглощения исследуемых образцов воды, полученные в ходе спектрофотометрического анализа, дают общую картину качественного состава образцов. Пересыщенный количеством характеристичных пиков спектр говорит о наличии большого числа органических и неорганических соединений в областях 240–400 нм и 400–800 нм соответственно. Эти данные дают представление о том, какую длину волны возбуждения целесообразно использовать в дальнейших исследования, а именно при флуоресцентном спектральном анализе для определения конкретного вещества и его количества.

Выбранные в качестве загрязнителей воды бензол, фенол, фенолформальдегид и антрацен имеют длины волн возбуждения 256, 245, 400 и 384 нм соответственно. Расчеты велись в области флуоресценции кремния, которая усиливалась после нанесения ДНК. Для получения концентрационных зависимостей флуоресценции были использованы эталонные образцы загрязнителей различных концентраций. В ходе математической обработки данных для получения более точных результатов использовались интегральные площади пиков, а не максимумы, которые могут быть сдвинуты в реальных условиях.

Исходя из полученных нами результатов, в случае бензола имеем линейную зависимость усиления флуоресценции при уменьшении концентрации анализируемого компонента, чего не наблюдаем в случае фенола, фенолформальдегида и антрацена.

На основании этих данных можем сделать вывод, что использование оптического ДНК-биосенсора пригодно исключительно для неполярных, труднорастворимых в воде соединений. В данной работе приводятся практические данные по бензолу.

Работа выполнена на базе Института общей физики им. А.М. Прохорова РАН.

Научный консультант – н.с. ИОФ РАН Бутусов Л.А.

ВОЗДЕЙСТВИЕ ВОДНЫХ РАСТВОРОВ НА ОКСИДНЫЕ ПЛЕНКИ АЛЮМИНИЕВЫХ И ЦИРКОНИЕВОГО СПЛАВОВ

И.А. Холькин, В.К. Милинчук, В.И. Белозёров, Э.Р. Клиншпонт
Обнинский институт атомной энергетики – филиал Национального исследовательского национального университета «МИФИ», г. Обнинск

В ядерных энергетических установках (ЯЭУ) высокую коррозионную стойкость конструкционных материалов обеспечивают пассивирующие оксидные покрытия, которые предохраняют чистый металл от прямого контакта с водой и водяным паром. Так цирконий и циркониевые сплавы покрыты слоем оксида циркония ZrO_2, алюминий и алюминиевые сплавы – оксида алюминия Al_2O_3.

Окисные пленки достаточно стойки по отношению к воде и водяному пару при относительно высоких температурах в мощных полях ионизирующих излучений. Если провести разрушение и удаление с поверхности металлов защитных покрытий термическим, механическим, химическим способами, то эти металлы переходят в химически активное состояние и с высокой скоростью восстанавливают водород из воды и водяного пара.

Целью данной работы является исследованиевоздействий водных растворов на оксидную плёнку алюминиевых и циркониевого сплавов, которое позволит прогнозировать состояние пассивирующего оксидного слоя, а вследствие этого предотвращать и снижать последствии инцидентов, связанных с реакциями разложения воды металлами, как при штатной эксплуатации ядерных реакторов, так и при авариях, с целью повышения водородной безопасности на АЭС. Гарантированное исключение подобных аварий обеспечит высокую водородную взрывозащиту на АЭС и большой экономический эффект.

Известно, что при температуре выше 700°С разрушается оксидное покрытие на поверхности циркониевых сплавов, что инициирует протекание пароциркониевой реакции $Zr + 2H_2O = ZrO_2 + 2H_2 + 586$ кДж/моль с образованием водорода и выделение большого количества тепла. На 1 кг циркония образуется 0,0442 кг водорода. Образование такого количества водорода чрезвычайно взрывоопасно. Протекание пароциркониевой реакции возможно лишь при перегреве активной зоны или при авариях, когда с металлических материалов удаляются защитные пассивирующие поверхностные покрытия. Водородные взрывы, сопровождающие известные аварии на АЭС, с большой вероятностью следует отнести за счет водорода, образующегося при разложении воды конструкционными металлическими материалами.

Проведены экспериментальные исследования закономерностей выделения водорода при взаимодействии воды, содержащей активаторы реакции (метасиликат натрия, карбонат натрия, гидроксид кальция), с исходными сплавами алюминия и циркония, а так же с этими же сплавами предварительно выдержанными в течение 25 дней в водных растворах борной кислоты с концентрацией 16 г/кг, в буферном растворе борной кислоты с концентрацией 16 г/кг и pH=8 (KOH), а так же в дистиллированной воде. По коли-

честву образовавшегося водорода можно судить о состоянии оксидных пленок на металлах.

Результаты исследований показали, что выдержка образцов алюминия и циркония в дистиллированной воде, а также водных растворах борной кислоты и щелочи приводит к изменению кинетических закономерностей выделения водорода, причем характер наблюдаемых изменений зависит от химических свойств активатора и металла. Наблюдаемые эффекты свидетельствуют о протекании химических процессов, приводящих к изменениям физико-химических свойств оксидных покрытий.

Литература

1. Скалозубов В.И., Васильченко В.Н., Ващенко В.Н., Яровой С.С./ Состояние вопросов моделирования взрывобезопасности при тяжелых авариях на АЭС с ВВЭР/ Украина, 2012 г.

2. Милинчук В.К., Белозёров В.И., Шилина А.С., Ананьева О.А., Куницина Т.Е., А.Б. Гордиенко А.Б. / Исследование генерации водорода при взаимодействии алюминия с водными растворами/ Известия вузов. Ядерная энергетика. – 2013 – №2.

3. Белозёров В.И., Милинчук В.К., Клиншпонт Э.Р., Куницина Т.Е. и др. Разработка методики мониторинга состава газо-водной смеси в полости гильзы КРО реактора РБМК-1000. – Обнинск 2013.

АТОМНЫЕ ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ СВЕРХМАЛОЙ МОЩНОСТИ ДЛЯ ПРИКЛАДНЫХ И УЧЕБНЫХ ЦЕЛЕЙ

Г.Л. Хорасанов., А.С. Зевякин
Обнинский институт атомной энергетики – филиал Национального исследовательского национального университета «МИФИ»

Существующие тренажеры для подготовки эксплуатационного персонала для АЭС не полностью отвечают условиям работы на АЭС, так как в них отсутствует ионизирующее излучение, не ведется контроль состояния теплоносителя, твелов, парогенератора, турбины и других элементов АЭС. Ядерные реакторы АЭС сверх-

малой мощности могут быть использованы для прикладных и научных целей, ведущихся в вузах ядерного направления (ядерно-физические исследования, получение радиоизотопов и др.). Такие АЭС могут быть экспортированы в страны, которые начинают освоение ядерной энергетики (Бангладеш, Египет, Турция, Вьетнам, Белоруссия, Казахстан и другие страны). В настоящее время подобные учебные АЭС отсутствуют, но они будут полезны как для российских, так и для зарубежных студентов, обучающихся в РФ.

Работы по созданию реакторной установки сверхмалой мощности ведутся в двух направлениях:

- Быстрый реактор для учебных и прикладных целей (БРУЦ).
- Тепловой реактор для учебных и прикладных целей.

Работа по реактору сверхмалой мощности ведется коллективом кафедры «Расчет и конструирование реакторов АЭС», имеющим опыт разработки реакторов малой мощности, а именно, реактора теплоснабжения МАСТЕР мощностью 300 кВт, а так же многолетний опыт по обоснованию безопасности ядерных энергетических установок с жидкометаллическим теплоносителем.

Тепловой реактор для учебных и прикладных целей:

- Реакторная установка водо-водяного типа.
- Предполагаемая тепловая мощность реактора до 3 МВт.

Установка представляет собой уменьшенную копию реактора ВВЭР-1000 (имеется парогенератор, турбина, генератор).

Данная установка предназначена для учебных и прикладных целей. Такие АЭС могут быть экспортированы в страны, которые начинают освоение ядерной энергетики (Бангладеш, Египет, Турция, Вьетнам, Белоруссия, Казахстан и другие страны). В настоящее время подобные учебные АЭС отсутствуют, но они будут полезны как для российских, так и для зарубежных студентов, обучающихся в РФ.

Быстрый реактор для учебных целей (БРУЦ):

- использует в своем составе инновационный свинцовый теплоноситель и промышленно освоенный диоксид урана с обогащением 20% по изотопу урана U-235;
- в целях безопасности обращения с реактором предполагается относительно малая тепловая мощность реактора, менее 0,5 МВт.

- возможность перехода реактора в надкритическое состояние детерминистически исключается благодаря малому запасу реактивности, менее бета;
- для перевода активной зоны в глубоко подкритическое состояние предусмотрены 2 стержня из диборида вольфрама (WB_2), которые вводятся в активную зону при снижении расхода ниже номинального или полном отключении насосов.

СОРБЦИЯ КАТИОНОВ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ ИЗ ВОДНЫХ СРЕД НОВЫМ СИНТЕТИЧЕСКИМ СОРБЕНТОМ

А.С. Шилина, С.Б. Бурухин, Г.Р. Шарафиева, В.Д. Бахтин
Обнинский институт атомной энергетики – филиал Национального исследовательского национального университета «МИФИ», г. Обнинск

В настоящее время значительно возросла потребность в отечественных конкурентно-способных не дорогостоящих твердых неорганических сорбентах, способных эффективно очищать водные и газовые среды АЭС, других предприятий топливно-энергетического комплекса и атомной промышленности от продуктов коррозии. Особое значение имеет получение синтетических термо-, радиационно- и химически стойких сорбентов, позволяющих вести очистку горячих водных сред без их предварительного охлаждения на АЭС. Также очень важной является проблема водоподготовки и очистки водных сред на АЭС.

Медь, никель, железо, хром входят в состав сталей, используемых в конструкционных материалах атомных реакторов. В результате коррозионных процессов они могут оказываться в водах АЭС. Основным недостатком используемых в настоящее время сорбентов является их достаточно высокая стоимость, часто низкий температурный барьер и импортное происхождение ионообменных смол.

На кафедре ОиСХ ИАТЭ НИЯУ МИФИ из дешевого сырья отечественного производства неэнергозатратным способом синтезирован новый алюмосиликатный термостойкий и радиацинностойкий сорбент, обладающий высокими сорбционными свойст-

вами по отношению к катионам тяжелых металлов. Изучены статическая и динамическая сорбции катионов никеля, меди, железа, хрома и ряда катионов других металлов. Получены изотермы адсорбции в статических условиях на основании результатов сорбции из растворов, содержащих различные концентрации катионов металлов, позволяющие рассчитать максимальную сорбционную емкость сорбента. Сорбция в динамических условиях осуществлялась в колонке диаметром 1 см и длиной 40 см, заполненной алюмосиликатным сорбентом. Через сорбционную колонку пропускался раствор соли металла с концентрацией катионов металла 10 г/л со скоростью 40 мл/ч. При такой скорости успевают устанавливаться все возможные сорбционные равновесия, определяемые ионообменным, физическим и химическим механизмами сорбции. Это позволило рассчитать полную сорбционную емкость (ПСЕ) по катионам соответствующих металлов (табл. 1).

Таблица 1

Сорбционные показатели алюмосиликатного сорбента

Показатели сорбции	Сорбируемые катионы металлов			
	Ni^{2+}	Cu^{2+}	Fe^{3+}	Cr^{3+}
Макс. СЕ, мг/г	120	160	560	110
ПСЕ, кг/м^3	32,0±1,0	46,0±0,8	120±10	30.0±1.0

В табл. 2 приведены сорбционные и экономические характеристики ряда традиционных сорбентов.

На основании полученных результатов можно сделать предположение о том, что новый синтезированный сорбент может быть перспективным и конкурентно способным сорбционным материалом для использования его на АЭС, на предприятиях по очистке отходов атомной промышленности, на других предприятиях топливно-энергетического комплекса, на предприятиях химической промышленности.

Таблица 2

Сравнительные характеристики сорбентов

№	Сорбент	ПСЕ	Уд. поверх-ность, $м^2/г$	Цена, руб/ кг	Сорбция из горячих растворов
1	Ионообменные смолы	30-35	-	100-250	нет
2	Природные цео-литы	10-20	700	30-50	да
3	Активированные угли	0	1000-1500	65-200	нет
4	Оксид титана	30-40	8	60000	да
5	Алюм. сорбент	30-120	1000-1100	50-60	да

СЕКЦИЯ 2. ПРОБЛЕМЫ УТИЛИЗАЦИИ ОТХОДОВ, ХРАНИЛИЩА РАДИОАКТИВНЫХ ОТХОДОВ

ПАСПОРТИЗАТОР КОНТЕЙНЕРОВ С РАДИОАКТИВНЫМИ ОТХОДАМИ

Д.И. Комар
Международный государственный экологический институт им. А.Д. Сахарова Белорусского государственного университета, г. Минск, Республика Беларусь

Одним из основных факторов, обеспечивающих безопасность при обращении с радиоактивными отходами (РАО), включая их хранение, является достоверное определение таких учетных характеристик отходов, как радионуклидный состав, суммарная активность, удельная активность каждого радионуклида, масса РАО. При определении учетных характеристик радиоактивных отходов возникает ряд трудностей, как проведение измерений дистанционно без участия персонала, а также трудности связанные со сложной геометрической формой размещения отходов и неравномерным распределением материала и активности по объему измеряемого образца. Эти неопределенности и приводят к ошибкам в результатах контроля характеристик РАО [1].

РАО, подлежащие паспортизации, представляют собой фрагментированные твердые радиоактивные отходы, основную часть которых составляют металлические фрагменты оборудования и металлоконструкций (нержавеющая сталь, сплавы алюминия) и строительные отходы (бетон, дерево). Основное загрязнение определяется радионуклидами Cs-137 и Co-60. С учетом неоднородности размещения и высокого самопоглощения РАО в подобной упаковке, необходимо проводить ее измерения в нескольких точках.

Для калибровки измерительной части паспортизатора и отладки алгоритма определения удельной активности применялись аппаратурные спектры блока детектирования БДКГ-205м, которые были получены Монте-Карло моделированием.

Разработанная Монте-Карло модель учитывает прохождение излучения сквозь наполнитель контейнера, стенки контейнера, воздух и блок детектирования. Для имитации неоднородностей заполнения контейнера материалами и их неоднородного загрязнения различными радионуклидами, внутренний объем контейнера был разбит на равные сегменты. Для каждого сегмента определен материал, средняя плотность, удельная активность и характер загрязнения. Таким образом, подбирая различные комбинации характеристик каждого выделенного сегмента, можно имитировать реальную загрузку контейнера отходами [2, 3].

Аппаратурные спектры для блоков детектирования в составе паспортизатора, приведены на рис.1.

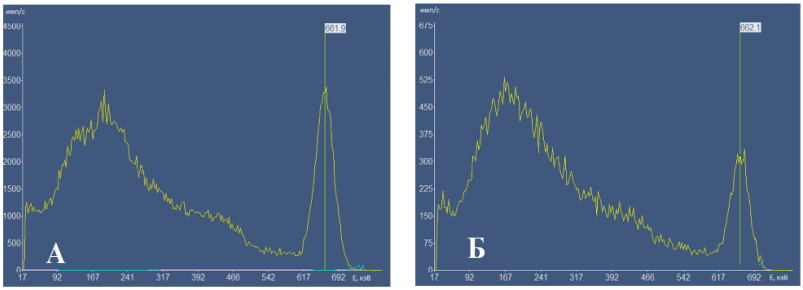


Рис. 1. Рассчитанные спектры при средней плотности железа 0,2 г/см^3 и 2,0 г/см^3 при равномерном загрязнении радионуклидом Cs-137

Из приведенных спектров видно, что при большей средней плотности железа в контейнере интенсивность линии Cs-137 уменьшилась в 10 раз.

Результаты работы будут использованы для создания опытного образца паспортизатора и его экспериментальной проверки.

Литература

1. А.П. Исаков Проблемы паспортизации радиоактивных отходов на предприятиях ЯТЦ // АНРИ. – 2006. – №2. – С. 46–51.

2. Briesmeister J.F. MCNP-A General Monte Carlo N-Paticle Transport Code, Version 4B. LA-12625-M. изд. Los Alamos: Ed. Los Alamos National Laboratory. , 1997. – 736 с.

3. E.F. Love Use of MCNP for Characterization of Reactor Vessel Internals Waste from Decommissioned Nuclear Reactors: 1995.

ВЛИЯНИЕ ПОЛИГОНА ТВЕРДЫХ ПРОМЫШЛЕННЫХ И БЫТОВЫХ ОТХОДОВ НА ПОДЗЕМНЫЕ ВОДЫ

А.В. Расторгуев, Ю.В. Трофимова
Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, г. Москва

Негативное влияние полигонов твердых промышленных и бытовых отходов (ТПБО) на окружающую среду обычно определяется выбросами в атмосферу и загрязнением подземных вод.

При организации полигонов захоронения отходов часто, особенно в прошлом столетии, не предусматривались инженерные решения по контролю и минимизации воздействия на окружающую среду, не сооружались экраны для предотвращения образования и распространения фильтрата при инфильтрации атмосферных осадков в грунтовые воды. В связи с чем, выход опасных химических соединений в окружающую среду продолжается и после закрытия полигона.

Целью работы являлось исследование загрязнения подземных вод в районе размещения полигона ТПБО «Саларьево». При этом предполагалось, что основное воздействие полигона на подземные воды проявляется в виде распространения фильтрата, который образуется в толще отходов и содержит загрязняющие компоненты в высоких концентрациях.

Полигон ТПБО «Саларьево», расположенный в поселении Московский, был организован в 1963 г. В 2007 г. полигон был закрыт, приступили к работам по его рекультивации. В настоящее время полигон занимает площадь 59 га, средняя мощность насыпи – 50 м. Общая мощность захоронения отходов составляет 15 000 тыс. $м^3$.

Полигон ТПБО «Саларьево» согласно ТСН 30-308-2002 [1] является полигоном 2 класса. На полигонах данного класса складируются отходы с высокой реакционной способностью, т.е. отходы, которые вступают в реакции как в группах, так и между ними при

существующей опасности образования токсичных, в том числе жидких соединений, что ведет к изменению параметров фильтрата.

Фильтрат, формирующийся в «теле» полигона «Саларьево», представляет собой минерализованные воды хлоридно-гидрокарбонатного типа с повышенным содержанием целого ряда компонентов. К неорганическим загрязнителям относятся тяжелые, щелочные и щелочноземельные металлы, также азотистые соединения, кислоты и щелочи. Наиболее опасными органическими загрязняющими веществами являются бензопирен, нефтепродукты, жирные кислоты, которые, образуя комплексные соединения с металлами, изменяют их миграционную подвижность.

Загрязнение подземных вод происходит при распространении фильтрата в плане и по вертикали. Для определения области распространения загрязнения разработана математическая модель фильтрации и миграции. Был использован консервативный подход, расчеты миграции проведены для нейтрального компонента, в качестве которого выбран хлорид-ион.

Кроме того, по данным химических анализов состава фильтрата и подземных вод отмечено, что в подземных водах наблюдаются значительные концентрации нитратов и нитритов, хотя в источнике загрязнения (фильтрате) они практически отсутствую. Но в фильтрате в большом количестве присутствует аммоний, содержание которого в подземных водах невелико. Этот факт объясняется биоразложением аммония.

Для распределения концентраций были проведены расчеты, используя аналитическое решение [2], которое описывает конвективно-дисперсионный перенос веществ, вовлеченных в последовательную цепную реакцию: $NH_4^+ \rightarrow NO_2^- \rightarrow NO_3^-$.

Литература

1. ТСН 30-308-2002 Проектирование, строительство и рекультивация полигонов твердых бытовых отходов в Московской области

2. Van Genuchten M.Th. Convective-dispersive transport of solutes involved in sequential first-order decay reaction // Computers & Geosciences. – V. 11. No 2. – 1985. – P. 129-147.

ОЦЕНКА БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ОБРАЩЕНИИ С РАДИОАКТИВНЫМИ ОТХОДАМИ НА ОБЪЕКТАХ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ

А.В.Талицкая, Э.М.Никитин, Ш.М. Гаратуев
ФБУ «Научно-технический центр по ядерной и радиационной безопасности», г. Москва

В соответствии с требованиями нормативно-правовых актов в области использования атомной энергии [1–3], безопасность объекта использования атомной энергии (ОИАЭ) при обращении с радиоактивными отходами (РАО) до и после захоронения должна быть обоснована в отчете по обоснованию безопасности (ООБ) на основании результатов оценки безопасности, которая включает в себя оценку безопасности в период эксплуатации ОИАЭ и оценку долговременной безопасности.

Оценка безопасности при обращении с РАО на ОИАЭ включает в себя описание комплекса мероприятий и последовательное представление информации об объекте, а также анализ и оценку надежности функционирования элементов системы захоронения. Безопасность при обращении с РАО заключается в обеспечении надежности эксплуатационных процессов, характеристик защитных барьеров, локализации и изоляции РАО с целью недопущения воздействия на человека и окружающую среду сверх установленных нормативно-правовыми актами критериев безопасности в любой момент времени на любой стадии обращения с РАО.

Оценка долговременной безопасности пунктов хранения и захоронения РАО успешно применяется и развивается с 90-х годов прошлого века как в России, так и за рубежом. Разработке методики проведения долговременной оценки безопасности, в частности, были посвящены следующие проекты МАГАТЭ: Safety Assessment of Near Surface Radioactive Waste Disposal Facilities (NSARS), Safety Assessment Methodologies for Near Surface Radioactive Waste Disposal Facilities (ISAM), Application of Safety Assessment Methodologies for Near Surface Radioactive Waste Disposal Facilities (ASAM), Practical Illustration and Use of the Safety Case Concept in the Management of Near-Surface Disposal (PRISM), Practical

Illustration and Use of the Safety Case Concept in the Management of Near-Surface Disposal Application (PRISMA).

Среди прочего, результаты указанных проектов стали основой для разработки и публикации ряда требований и руководств по безопасности МАГАТЭ по захоронению РАО [4–6].

В ходе проведения работ в рамках проекта МАГАТЭ ISAM была выявлена необходимость рассмотрения эксплуатационной оценки безопасности. Подходы к проведению эксплуатационной оценке безопасности получили развитие в рамках проектов МАГАТЭ Safety Assessment Driving Radioactive Waste Management Solutions (SADWRMS), Complimentary Safety Reports, Development and Application to Waste Management Facilities (CRAFT, CRAFT II). Результатами проекта CRAFT стало руководство по безопасности МАГАТЭ GSG-3 [7], в котором приведены общие методические основы оценки безопасности. В настоящее время работы по практической адаптации методических основ эксплуатационной оценки безопасности активно ведутся в странах с высоким уровнем развития атомной энергетики.

Поскольку эксплуатационная оценка безопасности и оценка долговременной безопасности тесно связаны, имеют общие цели и задачи и позволяют оценить безопасность ОИАЭ и его радиационное воздействие на человека и окружающую среду как в период эксплуатации объекта, так и после его закрытия, целесообразно разрабатывать комплексный подход к оценке безопасности, который бы учитывал имеющиеся взаимосвязи, а также стандартизировал процедуры и подходы к выполнению оценки безопасности.

Литература

1. Захоронение радиоактивных отходов. Принципы, критерии и основные требования безопасности НП-055-14.

2. Безопасность при обращении с радиоактивными отходами. Общие положения. НП-058-14.

3. Приповерхностное захоронение радиоактивных отходов. Требования безопасности. НП-069-14.

4. Disposal of Radioactive Waste. Specific Safety Requirements (SSR-5), 2011.

5. The Safety Case and Safety Assessment for the Disposal of Radioactive Waste. Specific Safety Guide (SSG-23), 2012.

6. Near Surface Disposal Facilities for Radioactive Waste. Specific Safety Guide (SSG-29), 2014.

ОЦЕНКА БЕЗОПАСНОСТИ ПРОЕКТИРУЕМОГО ПРИПОВЕРХНОСТНОГО ПУНКТА ЗАХОРОНЕНИЯ РАДИОАКТИВНЫХ ОТХОДОВ

А.В. Талицкая, Э.М. Никитин, Л.А. Старцева, М.Н. Резчиков
ФБУ «Научно-технический центр по ядерной и радиационной безопасности», г. Москва

Безопасность приповерхностных пунктов захоронения радиоактивных отходов (ППЗРО) должна обеспечиваться на всех этапах его жизненного цикла в течение всего периода потенциальной опасности размещенных радиоактивных отходов (РАО), что должно быть обосновано в соответствии с требованиями федеральных норм и правил в области использования атомной энергии.

Оценка безопасности проводится для обоснования достаточности принятых технических решений по обеспечению безопасности ППЗРО с учетом протекающих естественных физических и химических процессов и возможных внешних воздействий в районе размещения ППЗРО.

Для проектируемого приповерхностного пункта захоронения твердых радиоактивных отходов (ТРО) была проведена оценка безопасности в период его нормальной эксплуатации и после его закрытия, а также рассмотрены сценарии возможных нештатных ситуаций и аварий.

Целью оценки безопасности являлось определение допустимого количества радионуклидов и максимальной суммарной активности, обеспечивающих безопасность захоронения РАО. В качестве критериев безопасности персонала и населения в период эксплуатации принято значение предельно допустимой дозы персонала категории А [1], для периода после закрытия ППЗРО – значения уровней вмешательства по питьевой воде ($УВ_{ВОДА}$) для рассматриваемых радионуклидов.

Предполагается захоронение в ППЗРО отходов 3 и 4 классов в соответствии с [2]. Состав ТРО: U-238, U-235, Cs-137, Sr-90, Co-

60. Для расчетов в качестве исходных были приняты удельные активности, составляющие максимальные значения для РАО 3 класса согласно [2].

ППЗРО представляет собой железобетонные отсеки (карты), с годовой производительностью 1000 м^3. Вместимость проектируемого ППЗРО – не менее 20000 м^3 РАО.

Согласно проведенным расчетам, при нормальной эксплуатации ППЗРО с учетом возможных аварийных ситуаций рассчитанные значения МЭД превышают допустимую дозу облучения персонала. Путем решения обратной задачи получены следующие значения: $5{,}9 \cdot 10^{11}$ Бк ($1{,}9 \cdot 10^{8}$ Бк/кг) для Co-60; $3{,}42 \cdot 10^{12}$ Бк ($1{,}1 \cdot 10^{9}$ Бк/кг) для Cs-137, при которых дозы облучения персонала не превысят контрольные уровни.

В соответствии с полученными результатами, прогнозируется превышение $УВ_{ВОДА}$ для U-238 и U-235 в воде водоносного горизонта в месте его разгрузки в местную гидрографическую сеть. Путем решения обратной задачи получены следующие значения: по U-238 – $3 \cdot 10^{2}$ Бк/г; по U-235 – 2,3 Бк/г, при которых превышение $УВ_{ВОДА}$ не прогнозируется.

На основе сравнительного анализа результатов прогнозной оценки безопасности для периода эксплуатации и периода после закрытия ППЗРО на захоронение могут направляться РАО 3 и 4 класса по классификации в соответствии с [2], с ограничениями по удельной активности:

1) $3{,}0 \cdot 10^{5}$ Бк/кг по альфа-активным радионуклидам (по результатам долгосрочного прогноза);

2) $1{,}9 \cdot 10^{8}$ Бк/кг по бета-активным радионуклидам (по Co-60, по результатам оценки безопасности эксплуатационного периода);

3) $1{,}7 \cdot 10^{7}$ Бк/кг по бета-активным радионуклидам (по Cs-137 и Sr-90, по результатам долгосрочного прогноза).

Литература

1. Нормы радиационной безопасности НРБ-99/2009. Санитарные правила и нормативы СанПиН 2.6.1.2523-09.

2. Постановление Правительства Российской Федерации о критериях отнесения твердых, жидких и газообразных отходов к радиоактивным отходам, критериях отнесения радиоактивных отходов к особым радиоактивным отходам и к удаляемым радиоактив-

ным отходам и критериях классификации удаляемых радиоактивных отходов № 1069 от 19.10.2012.

ВХОДНОЙ РАДИАЦИОННЫЙ КОНТРОЛЬ ПАРТИИ МЕТАЛЛОЛОМА (НА ПРИМЕРЕ ПРЕДПРИЯТИЯ В Г. ПОДОЛЬСК)

Е.А. Щербина
Российский университет дружбы народов (РУДН), г. Москва

Потребность промышленности в металле постоянно увеличивается, и переработанный металлолом находит широкое применение на производствах. Однако нередки случаи обнаружения в партиях металлолома радиоактивно загрязнённого металла. Каждый год Роспотребнадзором фиксируется более 100 аварий, связанных с радиационным излучением и больше половины источников обнаруживается именно в металлоломе. Около 70% случаев источником излучения в металлоломе являются природные источники, такие как радий-226, который содержится в трубах. Это свидетельствует о нарушениях и неэффективном дозиметрическом контроле в пунктах приема металлолома. Особое внимание заслуживают трубы и оборудование нефтегазовой промышленности, так как основная доля отработанного металла сдается в утиль как обычный металлолом. Кроме того, фиксируются случаи, когда источники ионизирующего излучения находят в партиях, поступающих из стран СНГ. В 2013 г. в городе Электросталь, по данным Риамо (http://riamo.ru/east_news/20130418/599851949.html) обнаруживались источники ионизирующего излучения в партиях, предназначенных для переплавки. А в 2009 г., по данным АиФ (http://www.aif.ru/incidents/36772) и Российского атомного сообщества (http://www.atomic-energy.ru/articles/2012/04/18/32805) в Подольском районе прошла ликвидация последствий радиоактивного загрязнения на территории ПЗЦМ, где обнаружилось много радиоактивного металлолома. Опираясь на все случаи обнаружения радиоактивного металлолома, возникает необходимость в более тщательном контроле радиационной обстановки в местах сбора, сор-

тировки и переработки металлолома для предотвращения попадания источников в переплавляемые партии.

Целью моей работы является освоение методики радиационного контроля металлолома и оценка деятельности компании по заготовке металлолома в городе Подольск с точки зрения радиационной безопасности.

На предприятии будет производиться входной радиационный контроль металлолома с учётом рекомендаций МУК 2.6.1.1087-02 «Радиационный контроль металлолома». Для оценки деятельности компании в области радиационной безопасности нами разработаны следующие критерии: наличие измерительных приборов, включенных в Государственный реестр средств измерений, и свидетельств об их поверке; обустройство специальной площадки для радиационного контроля и помещения для временного хранения загрязненного металлолома; регистрация регулярных измерений фона и поступающих партий металла в соответствующем журнале; документация для предоставления в Госсанэпидстанцию и заключения лаборатории радиационной безопасности для дальнейшей реализации металлолома.

Соблюдение этих основных требований позволит предотвратить попадание металлических радиоактивных отходов в дальнейший цикл потребления и обезопасить производителя и конечного потребителя от воздействия ионизирующего излучения.

Литература

1. Федеральный закон от 9 января1996 г. N 3-ФЗ «О радиационной безопасности населения».

2. Новости от 18.04.2013 http://riamo.ru/east_news/20130418/599851949.html (доступ 28.02.2016)

3. Новости от 18.04.2012 http://www.atomic-energy.ru/articles/2012/04/18/32805 (доступ к ссылке 25.03.2016)

4. Новости от 10.10.2012 http://www.aif.ru/incidents/36772 (доступ к ссылке 25.03.2016)

ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ОБРАЩЕНИЯ С ОТХОДАМИ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ

А.В. Щур[1], П.С. Орловский[1], А.Ю. Скриган[1],
О.В. Валько[2], А.А. Щур[2], В.О. Бураков[2]
[1] – Белорусско-Российский университет, г. Могилев, Республика Беларусь
[2] – Лицей Белорусско-Российского университета, г. Могилев, Республика Беларусь

В настоящее время в нашей стране большое внимание уделяется обращению с отходами. Для упорядочивания вопросов обращения с отходами был принят Закон Республики Беларусь «Об обращении с отходами» [1]. Данный Закон устанавливает понятия обращения с отходами как деятельность, связанная с образованием отходов, их сбором, разделением по видам отходов, удалением, хранением, захоронением, перевозкой, обезвреживанием и (или) использованием отходов. Введен такой термин как отходы потребления – отходы, образующиеся в процессе жизнедеятельности человека, не связанной с осуществлением экономической деятельности, отходы, образующиеся в гаражных кооперативах, садоводческих товариществах и иных потребительских кооперативах, а также уличный и дворовый смет, образующийся на территориях общего пользования населенных пунктов. Не менее важно и введение понятия отходы производства – отходы, образующиеся в процессе осуществления юридическими лицами и индивидуальными предпринимателями экономической деятельности (производства продукции, энергии, выполнения работ, оказания услуг), побочные и сопутствующие продукты добычи и обогащения полезных ископаемых. Статья 4 вышеупомянутого закона устанавливает основные принципы в области обращения с отходами. К ним отнесены:

- обязательность изучения опасных свойств отходов и установления степени опасности отходов и класса опасности опасных отходов;
- нормирование образования отходов производства, а также установление лимитов хранения и лимитов захоронения отходов производства;

- использование новейших научно-технических достижений при обращении с отходами;
- приоритетность использования отходов по отношению к их обезвреживанию или захоронению при условии соблюдения требований законодательства об охране окружающей среды и с учетом экономической эффективности;
- приоритетность обезвреживания отходов по отношению к их захоронению;
- экономическое стимулирование в области обращения с отходами;
- платность размещения отходов производства;
- ответственность за нарушение природоохранных требований при обращении с отходами;
- возмещение вреда, причиненного при обращении с отходами окружающей среде, здоровью граждан, имуществу;
- обеспечение юридическим и физическим лицам, в том числе индивидуальным предпринимателям, доступа к информации в области обращения с отходами.

Существуют определенные проблемы по правоприменению данного Закона, в первую очередь в области выполнения обязанностей юридических и физических лиц, в том числе индивидуальных предпринимателей, осуществляющих обращение с отходами. Физические лица, осуществляющие обращение с отходами и не являющиеся индивидуальными предпринимателями, обязаны обеспечивать сбор отходов и разделение их по видам, если для этого юридическими лицами, обслуживающими жилые дома, созданы необходимые условия.

Литература

1. Закон Республики Беларусь от 20 июля 2007 года №271-З «Об обращении с отходами» Принят Палатой представителей 7 июня 2007 г. Одобрен Советом Республики 22 июня 2007 г.

СЕКЦИЯ 3. ТЕХНОГЕННЫЙ И ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ РИСКИ

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БАЗЫ ДАННЫХ «ЧЕРНОБЫЛЬ 2» ДЛЯ ОЦЕНКИ ПРИЕМЛЕМОГО ЭКОЛОГИЧЕСКОГО РИСКА

Н.В. Агеева, И.А. Куприянова
ФГБУ Научно-производственное объединение «Тайфун», г. Обнинск

В научных кругах сформированы различные подходы к оценке экологического риска. В данной работе был использован подход с точки зрения допустимости: приемлемый или неприемлемый риск, т.е. максимальный риск, выше которого необходимо принимать меры по его снижению. Оценить степень вероятности развития негативных последствий можно как количественно (по шкале для управления стохастическими рисками уровень чрезмерного риска составляет 10^{-1}–10^{-3}), так и качественно (приемлемый риск/неприемлемый риск). Для того чтобы провести любую оценку, необходим массив статистически достоверных данных.

На сегодняшний день критерии градации приемлемости риска существуют только для индивидуальных рисков, поэтому в ходе работы было принято решение определять приемлемый риск, обращаясь к понятию плотности загрязнения почвы.

Самой тяжелой радиационной аварией с точки зрения негативного влияния на окружающую среду в РФ стала авария на Чернобыльской АЭС (ЧАЭС). В течение 30 лет после аварии на ЧАЭС ФГБУ «НПО «Тайфун» проводил обследования загрязненных территорий. Всего обследовано 24 субъекта РФ, подвергшихся загрязнению, наиболее загрязненными из которых являются Брянская, Тульская и Калужская области. В рамках ФЦП «Преодоление последствий радиационных аварий на период до 2015 года» была реализована Межведомственная Информационная Система (МИС), которая дает возможность познакомиться с достоверным массивом данных мониторинга. Работая напрямую с базой данных «Чернобыль 2», лежащей в основе одного из выборов меню МИС «Справочные услуги», мы получили возможность проанализировать данные с точки зрения принадлежности населенных пунктов к зонам загрязнения определенной категории (табл. 1).

Таблица 1

Распределение населенных пунктов по зонам загрязнения

Уровень загрязнения почвы	Брянская обл			Калужская обл			Тульская обл		
	1986	2005	2015	1986	2005	2015	1986	2005	2015
I зона >15 Ки/км^2	81	53	22	0	0	0	1	0	0
II зона 5-15 Ки/км^2	40	200	186	15	23	10	11	58	22
III зона 1-5 Ки/км^2	15	429	347	12	254	204	44	1030	883
<1Ки/км^2	9	1322	1407	3	302	365	5	1285	1474

I зона – отселения, II зона – проживания с правом на отселение, III зона – проживания с льготным социально-экономическим статусом

На основе результатов анализа стало возможным оценить экологический риск по степени допустимости. Динамика изменения уровня загрязнения почвы по периодам (год аварии, промежуточный 2005 г., настоящее время) показывает, что населенных пунктов с неприемлемым уровнем загрязнения стало меньше. Таким образом, доказана возможность изменения статуса населенных пунктов, отнесенных ранее к зонам отселения и с правом на отселение (например, для Брянской области в 1986 г. таких населенных пунктов было 83,4%, а в 2015 г. – 10,6%).

ИНТЕГРАЛЬНАЯ ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ДООЧИЩЕННОЙ ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ ОТ РАЗНЫХ ФИРМ-ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ ПО УРОВНЮ НЕКАНЦЕРОГЕННЫХ РИСКОВ

Л.В. Григоренко
ГУ «Днепропетровская медицинская академия МЗУ»
г. Днепропетровск, Украина

Цель работы: провести интегральную оценку качества дочищенной питьевой воды от разных фирм-производителей, которая позволит определить уровень неканцерогенных рисков по показателям цветности, мутность, pH. Предложенный способ интегральной оценки позволит не только выявлять и характеризовать уровни неканцерогенных рисков (НР) при употреблении доочищенной воды, но также проводить сравнительную характеристику образцов питьевой воды, производимой разными фирмами-производителями, по уровням рассчитанных рисков.

Материалы и методы. Рассчитывали уровни НР по показателям цветности, мутности и pH по уравнениям (1) – (4):

$$Prob = -3{,}33 + 0{,}067 \times Ц \quad (1),$$

где Ц – цветность воды (в градусах);

$$Prob = -3 + 0{,}25 \times М \quad (2),$$

где М – мутность воды; pH < 7 по уравнению (3), а при pH > 7 по уравнению (4): Prob = 4 - pH (3); Prob = -11 + pH, де (4). Уровни НР определяли в образцах доочищенной воды двух разных фирм-производителей на протяжение 2012 – 2014 гг. в одном из сельских районов Криворожской зоны урбанизации в Днепропетровской области.

Как представлено в (табл. 1), при сравнительной оценке доочищенной питьевой воды был обнаружен высокий суммарный НР в образцах обеих фирм-производителей. Так, в доочищенной воде первого производителя показан высокий суммарный НР по показателям: цветности ($Risk_{sum}$ = 5,60), мутности ($Risk_{sum}$ = 8,50), pH ($Risk_{sum}$ = 11,27). В образцах доочищенной питьевой воды второго производителя также выявлен высокий суммарный НР по всем

трем показателям: цветности ($Risk_{sum}$ = 1,80), мутности ($Risk_{sum}$ = 2,55), pH ($Risk_{sum}$ = 1,91).

Таким образом, сравнительная оценка качества доочищенной питьевой воды позволяет рекомендовать жителям сельских населенных пунктов Криворожской зоны урбанизации использование доочищенной воды второго производителя, поскольку показатели суммарного НР были значительно ниже, чем в образцах первого производителя: по показателю цветности в 3,1 раза, по мутности – в 3,3 раза, по значению pH – в 5,9 раз.

Таблица 1

Интегральная оценка НР по показателям цветности, мутности, pH при употреблении доочищенной питьевой воды от разных фирм-производителей за 2012 – 2014 гг.

Годы	Неканцерогенный риск по показателям		
	Цветности	Мутности	pH
Производитель 1 (ООО "Мизрахин")			
2012	0,91	2,78	3,91
2013	2,30	2,86	3,88
2014	2,39	2,86	3,48
$Risk_{sum}$	**5,60***	**8,50***	**11,27***
Производитель 2 (ООО "Анисимов")			
2012	0,94	0,83	0,48
2013	0,37	0,86	0,95
2014	0,49	0,86	0,48
$Risk_{sum}$	**1,80***	**2,55***	**1,91***

Примечание. * – во всех образцах доочищенной питьевой воды обеих фирм-производителей выявленный высокий уровень суммарного НР.

Использование способа интегральной оценки по уровням НР позволит получить данные, отражающие реальную ситуацию о возможности рекомендовать доочищенную питьевую от разных фирм-производителей, в первую очередь в условиях сельских населенных пунктов, где сельские жители остро ощущают потребность в употреблении качественной питьевой воды, так как в Днепропетровской области, где проживает около 1,9 % сельского населения (63 тыс.чел.), большинство населенных пунктов не ох-

вачены централизованным водоснабжением и используют привозную питьевую воду.

ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ПОРТАТИВНЫХ ГАММА-СПЕКТРОМЕТРОВ IN SITU ДЛЯ ЗАДАЧ РАДИОЭКОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ ЛЕСНЫХ ТЕРРИТОРИЙ

Е.А. Гончаров, С.Г. Васин
ФГБОУ ВПО «Поволжский государственный технологический университет», г. Йошкар-Ола

Одной из самых сложных задач в радиоэкологических исследованиях лесных территорий является проблема корректной оценки плотности поверхностного загрязнения почвы техногенными радионуклидами. На этих данных основывается ведение лесного хозяйства и прогнозирование радиационной обстановки в лесных экосистемах [1].

Лабораторией радиационного контроля ПГТУ разрабатывается методика оценки плотности загрязнения лесных территорий ^{137}Cs на основе применения портативных гамма-спектрометров для решения локальных задач сертификации лесных ресурсов и мониторинговых радиоэкологических исследований. В качестве портативного спектрометра использована разработка ООО «НТЦ «Амплитуда» – МКС-01 А «Мультирад» с программным обеспечением «Прогресс-Навигатор».

Объектами исследований являются лесные территории Среднего Поволжья.

В ходе исследований установлено, что в лесных условиях участок площадной съемки для оценки пространственной неоднородности загрязнения почвы ^{137}Cs с привязкой на местности должен иметь размеры не менее 100×100 м и расстояние между ходами не менее 10 м, на открытом участке – 20×20 м, расстояние между ходами не менее 4 м.

Также при оценке пространственной неоднородности маршрутным методом необходимо учитывать пространственный «сдвиг» географической привязки результатов измерений, т.е. расстояние

пройденное оператором за период измерения, полностью исключить который можно при минимизации скорости движения вплоть до точечной съемки с заданным шагом по прямоугольным координатам (с географической привязкой начала координат).

Для учета характера распределения радионуклидов в почвенном профиле предложен поправочный коэффициент (К) к результатам полевых измерений содержания ^{137}Cs, который для условий лесных территорий Среднего Поволжья может быть рассчитан по формуле:

$$K = (0{,}02x + 0{,}05)\text{-}1,$$

где x – доля содержания ^{137}Cs в слое почвы 0–5 см от общего содержания в слое 0–20 см, %.

Данные о характере перераспределения радионуклидов по почвенному профилю можно получить в результате непосредственного обследования участка: для этого необходимо предварительно провести маршрутную съемку участка, построить карту пространственного распределения радиационного параметра (например, интенсивность импульсов гамма-излучения), выделить на карте однородные участки, в пределах однородных участков отобрать 2 объединенных образца на глубину 0–20 см и 0–5 см) [2] или по имеющимся литературным сведениям других исследователей.

Литература

1. Гончаров, Е.А. Применение портативных спектрометров для оценки плотности загрязнения ^{137}Cs лесных территорий / Е.А. Гончаров, С.Г. Васин, А.М. Татарников // АНРИ. – 2012. – №4 – С. 45–50.

2. Пат. 2528910 Российская Федерация, МПК G01N 33/24 (2006.01). Способ оценки удельной активности Cs-137 в растительных ресурсах леса / Гончаров Е.А., Татарников А.М.; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВПО "Поволжский государственный технологический университет". – 2012156051/15; заявл. 25.12.2012 Дата публикации заявки: 27.06.14 ; опубл. 20.09.14, Бюл. № 26. – 14 с.

БАЗА ДАННЫХ РАДИОНУКЛИДНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ УЧАСТКА РЕКИ ИПУТЬ В РАЙОНЕ СЛЕДА ЧАЭС

И.А. Козарь, М.М. Рассказова
Обнинский институт атомной энергетики – филиал Национального исследовательского национального университета «МИФИ», г. Обнинск

В настоящее время для оценки степени экологического риска актуальным является проведение длительного мониторинга в районах, испытывающих повышенную антропогенную нагрузку [1, 3]. Используя эти данные, можно сделать вывод о вероятности и значимости воздействия стрессирующего фактора, например, радиации, как на индивидуальном уровне, так и оценить последствия облучения для популяций и экосистемы в целом [2]. Результаты проведенной в течение трех лет (2012–2014 гг.) водной экспедиции на территории Брянской области в зоне следа аварии ЧАЭС позволили разработать модель базы данных по биоразнообразию водных и прибрежных растений и удельной активности ^{137}Cs.

Водная экспедиция проводилась на участке реки Ипуть. Маршрут проходил по загрязненной радионуклидами и незагрязненной части реки, что позволило выбрать контрольные точки для сравнения результатов.

База данных является реляционной и создана с помощью СУБД Access 2007. Созданная БД позволит эффективно проводить мониторинг на территориях, загрязненных радионуклидами. Структурированная информация хранится в таблицах, которые связаны между собой ключевыми полями. На основе таблиц создается пользовательское приложение, состоящее из форм, запросов и отчетов, позволяющее работать с БД пользователю любого уровня подготовки. БД состоит из нескольких блоков информации: отдельно по видам флоры, по данным о радионуклидном и техногенном загрязнении.

Блок «Первичные данные» содержит информацию о конкретных популяциях видов и делится на несколько разделов. Первый раздел включает характеристику точек сбора первичного материала, гидроботанических описаний. Второй раздел посвящен радионуклидному загрязнению: приведены данные по удельной актив-

ности ^{137}Cs в образцах высушенных растений и почвенного грунта и донных отложений. Таблица «Видовой состав флоры» содержит список русских и латинских названий изученных видов, информацию о принадлежности вида к роду и семейству, эколого-ценотической группе и подгруппе. Второй блок «Описание видов» содержит информацию о распространении, встречаемости, биоиндикационных свойствах референтных видов. В блок включен раздел по статистическим показателям конкретных признаков в конкретных пунктах сбора, а также показатели видового богатства и разнообразия. Мобильность БД заключается в том, что при выполнении дальнейших исследований можно пополнять данные базы и сравнивать их с уже имеющимися. БД позволяет хранить большие объемы информации в одном документе и не прибегать к поиску, к примеру, прошлогодних результатов, чтобы сравнить их с вновь полученными.

Таким образом, созданная база данных позволит оценить степень трансформации флоры в местах хронического радионуклидного загрязнения и определить критерии для выбора референтных видов.

Литература

1. Публикация 91 МКРЗ. Основные принципы оценки воздействия ионизирующих излучений на живые организмы, за исключением человека. – М: Комтехпринт, 2004. – 76 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. Сотникова Н.А., Назарова Е.С., Рассказова М.М. Оценка состояния водных макрофитов в условиях хронического радиационного загрязнения/ БИОЛОГИЯ – НАУКА XXI ВЕКА: 15-я Международная Пущинская школа-конференция молодых ученых. Сборник тезисов. – Пущино: 2011. – С. 228.

ВНЕДРЕНИЕ МЕТОДОЛОГИИ «ЧИСТОГО ПРОИЗВОДСТВА» КАК ОДИН ИЗ ФАКТОРОВ СНИЖЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ РИСКОВ

О.М. Конопелько, С.С. Позняк
Международный государственный экологический институт им. А. Д. Сахарова Белорусского государственного университета, г. Минск, Руспублика Беларусь

В странах Западной Европы, Российской Федерации и на Украине в последнее время получила распространение программа «Чистое производство и энергоэффективность», как наиболее простой и понятный способ снижения потребления энергии, ресурсов, сырья, воды, а, следовательно, уменьшение количества отходов производства, улучшение качества продукции и условий труда, снижение вероятности техногенных и экологических рисков.

В сентябре 2014 г. ОАО «Молодечненский молочный комбинат» пополнило список предприятий, внедривших программу «Чистое производство и энергоэффективность». В ходе этой программы разработан перечень мероприятий по ресурсосбережению и энергоэффективности и составлен прогноз эффективности их внедрения мероприятий (табл. 1).

Установлено, что затраты на внедрение данных мероприятий, позволят сэкономить значительную сумму денежных средств за счёт низкой стоимости самих мероприятий. К тому же данные мероприятия приведут к значительной экономии ресурсов и рациональному их использованию, при этом количество загрязняющих веществ (ЗВ), выбрасываемых в результате технологического процесса, снизится. Предлагаемые мероприятия должны снизить вероятность экологических и техногенных рисков и положительно повлиять на качество окружающей среды предприятия и, безусловно, на социальную сферу ОАО «Молодея».

Таблица 1

Прогноз эффективности от внедрения мероприятий
по ресурсосбережению и энергоэффективности

Варианты внедрения	Выгоды			
	Экономическая эффективность		Использование ресурсов	Уменьшение загрязнения
	Инвестиции, USD	Экономия, USD/год	Сокращение использования энергии, воды и материалов, в год	Сокращение выбросов ЗВ в атмосферу, сброса сточных вод, образования отходов
Оборудования участка приема молока и первичной мойки емкостей из-под молока конечными выключателями на шланги	~50	~500	вода 300 $м^3$	-
Установка (автоматических) выключателей участков конвейера по розливу молока	~ 50	~440	экономия энергии порядка 600 кВт	Снижение выбросов CO_2 на 0,12 т в год
Теплоизоляция трубопроводов горячей воды и пара	~ 650	~2500	снижение потребления электроэнергии на 1400 кВт	
Организация безопасного хранения и использования опасных химических реагентов на химическом складе и в производственных процессах	-	-	-	Уменьшение риска попадания опасных химических реагентов в сточные воды и в воздух

ОЦЕНКА РИСКОВ КАК ЭЛЕМЕНТ СИСТЕМЫ БЕЗОПАСНОСТИ ПИЩЕВОЙ ПРОДУКЦИИ

Е.В. Копыльцова, Э.Н. Цуранков
Республиканское научно-исследовательское унитарное предприятие «Институт радиологии», г. Гомель, Республика Беларусь

В связи с вступлением в силу технического регламента Таможенного союза и переходом на новые нормативы по содержанию в мясе КРС ^{137}Cs с 500 (РДУ-99) на 200 Бк/кг (ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции») на территориях радиоактивного загрязнения возможны случаи производства продукции (мяса) с превышением допустимых уровней по содержанию радионуклидов. Кроме того, в результате перехода на более жесткий норматив ожидаются сложности с отбраковкой скота по радиологическому фактору на мясокомбинатах на стадии его поступления. Основная причина – работа на пределе детектирования измерительных приборов и увеличение времени измерения одного животного. Без специальных расчетов сложно предсказать объемы производства мяса КРС, загрязненного сверх норматива, поэтому актуально заранее оценить риски производства сельскохозяйственными организациями продукции с превышением содержания ^{137}Cs и выделить сельскохозяйственные предприятия, где риски наиболее высоки.

Созданы модели прогнозирования поступления радионуклидов в товарную продукцию растениеводства и животноводства, позволяющие оценивать как ожидаемые средние значения содержания ^{137}Cs и ^{90}Sr в сельскохозяйственном сырье и кормах, так и рассчитывать нормативные риски производства продукции, не соответствующей санитарно-гигиеническим нормативам [1, 2]. Разработанные модели могут эффективно применяться при вводе новых или изменении существующих нормативных требований на пищевую продукцию, продовольственное сырье и корма, оперативно оценивать пригодность земельных ресурсов сельскохозяйственных организаций для производства нормативно чистой продукции путем определения территории с разными уровнями рисков производства

продукции с загрязнением выше нормативов («зон потенциального риска»).

Были выделены сельскохозяйственные предприятия, в которых возможно получение животноводческой продукции (мясо) с превышением допустимых уровней по содержанию ^{137}Cs при переходе на нормативы ТР ТС 021/2011. Выделены как группа сельскохозяйственных предприятий, в которых фактически содержание ^{137}Cs в мясе КРС по данным мясокомбинатов превышает 200 Бк/кг, так и группа предприятий по степени риска получения мяса с превышением норматива. Было принято решение выделить группу предприятий, в которых фактически не отмечены случаи превышения нормативов содержания ^{137}Cs в мясе КРС, однако риски превышения высоки и могут быть реализованы при изменении структуры рационов кормления либо при использовании других видов кормов. Полученные результаты дают основания для проведения дальнейших исследований с выработкой соответствующих практических рекомендаций по совершенствованию организационно-производственных мероприятий, направленных на оптимизацию кормовой базы «критических» сельскохозяйственных организаций.

Литература

1. Аверин В.С., Буздалкин К.Н., Копыльцова Е.В., Цуранков Э.Н. Применение статистических методов для прогноза загрязнения ^{137}Cs и ^{90}Sr сельскохозяйственных культур в отдаленный период после катастрофы на Чернобыльской АЭС // 25 лет после Чернобыльской катастрофы. Преодоление ее последствий в рамках Союзного государства. Сб. пленарных докладов Межд. науч.-практ. конф. Под общ. ред. доктора биол. наук В.С. Аверина. – Гомель. – "Сож". – 2011. – С. 136-144.

2. Аверин В.С., Копыльцова Е.В., Цуранков Э.Н. Оценка рисков производства овощной продукции и картофеля с превышением санитарно-гигиенических нормативов на примере южных районов Гомельской области // Чернобыль: Опыт Международного сотрудничества при ликвидации последствий аварии. Тезисы докладов Междун. конф., Россия, Москва-Обнинск, 23-25 ноября 2011 г. – Обнинск, 2011. – С. 221–223.

ИНЖЕНЕРНО-ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ИЗЫСКАНИЯ В РЕГИОНЕ СТРОИТЕЛЬСТВА АЭС «РУППУР» В НАРОДНОЙ РЕСПУБЛИКЕ БАНГЛАДЕШ

Д.Н. Курбаков[1], А.В. Панов[2]
[1] – Обнинский институт атомной энергетики – филиал Национального исследовательского национального университета «МИФИ», г. Обнинск
[2] – ФГБНУ Всероссийский научно-исследовательский институт радиологии и агроэкологии, г. Обнинск

Площадка АЭС «Руппур» расположена на восточном берегу реки Ганг (Падма) в поселении Руппур вблизи Пакси в округе Пабна. Площадка распложена на расстоянии 160 км на северо-запад от города Дакка, столицы Народной Республики Бангладеш. Территория площадки 105 га, имеет форму неправильного многоугольника протяженностью около 750 м вдоль реки и около 1200 м в направлении от берега.

Инженерно-экологические изыскания АЭС «Руппур» проводились в период 2014-2015 гг. (в разные климатические периоды муссонный и засушливый). Целью инженерно-экологических изысканий на площадке АЭС являлось получение необходимых и достаточных материалов для экологического обоснования проекта строительства АЭС с учетом нормального режима эксплуатации, а также для корректировки проектных решений в частности принятия дополнительных мероприятий, направленных на предотвращение и (или) минимизацию последствий воздействия АЭС на окружающую среду [1].

В соответствии с СП 47.13330.2012 и СП 151.13331.2012 в рамках инженерно-экологических изысканий разработана детализированная программа радиационно-экологического мониторинга региона АЭС «Руппур», определены объекты мониторинга, выбраны и обследованы пункты наблюдений; выделен перечень наблюдаемых параметров, определены регламент наблюдений, а также методы проведения наблюдений и нормативно-техническое обеспечение.

На основании комплексного обследования 30-км зоны АЭС «Руппур» создана сеть радиационно-экологического мониторинга,

которая включает следующие объекты: атмосферный воздух, атмосферные осадки, почва, растительность, вода (поверхностная, подземная), донные отложения, сточные воды, продукты питания и продовольственное сырье. Составлен перечень контролируемых радионуклидов (^{137}Cs, ^{40}K, ^{226}Ra, ^{232}Th, ^{90}Sr), тяжелые металлы (Li, V, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn, As, Se, Sr, Mo, Cd, Sb, Cs, Hg, Pb, Al, F, I).

Полученные результаты радиационно-экологического мониторинга в 30-км зоне АЭС «Руппур» в 2014-2015 гг. позволяют сделать вывод, что экологическая обстановка в регионе строительства АЭС «Руппур» в целом благополучная. Заложенная сеть мониторинга атмосферного воздуха, наземных и водных экосистем позволяет регистрировать изменения ситуации в 30-км зоны АЭС и выявлять влияние работы АЭС на экологическую обстановку в регионе.

Литература

1. СП 151.13330.2012 Инженерные изыскания для размещения, проектирования и строительства АЭС. Ч. II Инженерные изыскания для разработки проектной и рабочей документации и сопровождения строительства: свод правил. М., 2013. 155 с.

ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКИХ РИСКОВ НА ОСНОВЕ ТЕОРИИ РАДИОЕМКОСТИ И НАДЕЖНОСТИ ЭКОСИСТЕМ

Ю.А. Кутлахмедов[1], И.В. Матвеева[2]
[1] – Институт клеточной биологии и генетической инженерии НАНУ, г. Киев, Украина
[2] – Национальный Авиационный университет, г. Киев, Украина

Мерой экологического риска для биоты может служить оценка дозы облучения и конечно уровня накопления радионуклидов в конкретной биоте экосистемы. Так дозе в 4 Гр/годя 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, равно-

мерную 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.

Построены модели радиоемкости различных типов экосистем - наземных и водных. Эти модели позволяют определить критические элементы экосистем, где возможно концентрирование загрязнителей. Такие элементы определяют степень риска для экосистем при попадании радионуклидов. Таким образом, экологический риск определяется состоянием и уровнями загрязнения критических элементов экосистемы и ландшафта.

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.

Предложен метод оценки биологического действия разных типов загрязнителей на экосистемы в радиационных дозах (грей-эквивалентах). Такой метод позволяет единым образом оценивать эффекты на уровне экосистем от действия на биоту самых разных типов загрязнителей. Это позволяет проводить оценку действия множества различных загрязнителей на биоту экосистем и выражать эффект в эквивалентной дозе радиационного воздействия.

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 (^{137}Cs). 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.

Экспериментальными и теоретическим исследованиями нами установлено, что чем выше параметр радиоемкости биоты в экосистеме, тем выше уровень благополучия и надежность биоты в данной экосистеме. Установлено, что снижение показателя радиоемкости биоты в растительной экосистеме, при воздействии химических поллютантов и при гамма-облучении растений, четко отображает снижение благополучия и надежности биоты. Можно утверждать, что параметры радиоемкости способны выступать в качестве меры надежности каждого элемента экосистемы, и экосистемы в целом. Чем выше фактор радиоемкости, и/или вероятность удержания трассера в каждом из элементов экосистемы, тем выше надежность составных элементов экосистемы.

ОЦЕНКА РАДИАЦИОННОГО ЭКОЛОГИЧЕСКОГО РИСКА ПО КАСКАДУ ДИДОРОВСКИХ ПРУДОВ Г. КИЕВА

М.А. Кравец
Национальный Авиационный университет, г. Киев, Украина

Оценка экологического риска радиационного воздействия для природных экосистем относится к числу наиболее приоритетных задач в комплексе проблем, связанных с обеспечением устойчивого функционирования биосферы. Количественная оценка экологического риска радиоактивных воздействий необходима для контроля качества окружающей среды, сохранения биологических ресурсов и менеджмента радиоактивно загрязненных территорий.

Голосеевский лес испытал и испытывает влияние загрязнений после аварии на Чернобыльской АЭС. Лес является своеобразным барьером на пути распространения загрязнений и акамулятором различных веществ, в том числе и токсичних. Голосеевские пруды испытывают усиленное эвтрофирование, в связи со сбросами загрязняющих веществ.

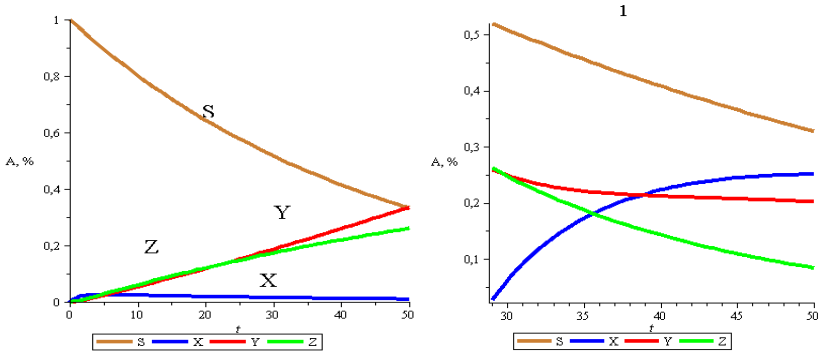
Отбирались пробы донных отложений, биоты и почвы Дидоровского каскада водоемов. С каждого пруда были отобраны по

2 пробы. Отобранные пробы высушивались и были измерены на содержание ^{137}Cs, с помощью гамма-спектрометра СЕГ-01.

Для описания миграции радионуклидов в экосистемах использован метод камерных моделей [1]. Взаимодействие между камерами задается с помощью коэффициентов переноса радионуклидов из одной камеры в другую за единицу времени (чаще за год). Коэффициенты выбираются по натурными исследованиями и по расчетам [2]. Модели были построены в программе Maple на основе дифференциальных уравнений. В построенные модели (рис. 1) включены камеры: «почва», «вода», «донные отложения», «биота». Сначала была построена базовая модель. После получения натурных данных, ее коэффициенты были экстраполированы на 29-й и 30-й годы после аварии.

Полученная модель позволяет, как реконструировать уровень изначального загрязнения после аварии, так и прогнозировать дальнейшие риски (их возрастание или убывание), для экосистемы данных водоёмов. Наиболее благоприятным вариантом является оседание радионуклидов в донные отложения и накопление водными растениями. Но в результате загрязнения водоёмов возможен выброс радионуклидов в воду и дальнейшее следование по водотоку, что и произошло на 30-й год.

На рис. 1 представлена модель данного водоема и результат загрязнения (по первому водоёму каскада).



А Б

Рис. 1. А – модель 1 пруда Дидоровского каскада, Б – Модель от 29 года в результате загрязнения

Полученные данные позволяют провести сравнение расчетных данных с данными реального мониторинга. Показано, что верифицированные параметры модели позволяют описывать данные 29-го и 30-го года после аварии и тем самым оценивать экологические риски для биоты данной экосистемы.

Литература

1. Кутлахмедов Ю.А. Радиоэкология. / Кутлахмедов Ю.А., Матвеева И.В., Петрусенко В.П., Родина В.В. – К.: ДЭА 2011. – 192 с.

2. Кутлахмедов Ю.А. Радиоэкология. Камерные модели: учеб. пособие / Кутлахмедов Ю.А., Матвеева И.В. Петрусенко В.П., Родина В.В. – К.: НАУ, 2013. – 84 с.

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ НЕЧЕТКОЙ ЛОГИКИ ДЛЯ КЛАССИФИКАЦИИ ВРЕДНЫХ И ОПАСНЫХ ВЕЩЕСТВ

А.В. Красницкий, Н.Н. Казачёнок
Белорусско-Российский университет, г. Могилев,
Республика Беларусь

Методы нечеткой логики представляют значительный интерес для оценки техногенных и экологических рисков и могут применяться в случае проблем статистической обработки данных [1]. Предлагается использовать методы нечеткой логики также для классификации вредных и опасных химических веществ по степени их воздействия на организм человека. Принцип классической логики недостаточно подходит для решения поставленной задачи, т.к. сложно классифицировать вещества по двум крайним значениям 1 и 0. В то время как методы нечеткой логики хорошо подойдут для этого, т.к. по степени воздействия на организм человека вредные вещества подразделяются на четыре класса опасности:

1 – вещества чрезвычайно опасные;
2 – вещества высокоопасные;
3 – вещества умеренно опасные;
4– вещества малоопасные.

Введем следующие лингвистические переменные для решения поставленной задачи:

1) ПДК – предельно допустимая концентрация вредных веществ в воздухе рабочей зоны со следующими термами:

а) малая (менее 0,1 мг/куб.м) – принимает значение 0 по шкале от 0 до 1;

б) умеренная (0,1-1,0 мг/куб.м) – 0,35 по шкале от 0 до 1;

в) высокая (1,1-10 мг/куб.м) – 0,7 по шкале от 0 до 1;

г) чрезвычайно высокая (более 10 мг/куб.м) – 1 по шкале от 0 до 1;

2) ССДЖ – Средняя смертельная доза при введении в желудок со следующими термами:

а) малая (менее 15 мг/кг) – принимает значение 0 по шкале от 0 до 1;

б) умеренная (15-150 мг/кг) – 0,35 по шкале от 0 до 1;

в) высокая (151-5000 мг/кг) – принимает значение 0,7 по шкале от 0 до 1;

г) чрезвычайно высокая (более 5000 мг/кг) – 1 по шкале от 0 до 1;

3) ССДК – средняя смертельная доза при нанесении на кожу со следующими термами:

а) малая (менее 100 мг/кг) – принимает значение 0 по шкале от 0 до 1;

б) умеренная (100-500 мг/кг) – 0,35 по шкале от 0 до 1;

в) высокая (501-2500 мг/кг) – 0,7 по шкале от 0 до 1;

г) чрезвычайно высокая (более 2500 мг/кг) – 1 по шкале от 0 до 1.

Так же для решения задачи необходимо определить продукционные правила, связывающие лингвистические переменные. Совокупность таких правил описывает решение поставленной задачи. Типичное продукционное правило состоит из антецедента (часть ЕСЛИ …) и консеквента (часть ТО …). Антецедент может содержать более одной посылки. В этом случае они объединяются посредством логических связок И или ИЛИ.

Пример нечеткого правила для поставленной задачи:

ЕСЛИ ПДК = Высокая ИЛИ ССДЖ = Высокая ИЛИ ССДК = Высокая, ТО Вещество = Высокоопасное

Таким же образом формируются все необходимые продукционные правила для классификации химических веществ. Исходя из совокупности подобных правил веществу присваивается класс опасности.

Литература

1. Попова И.Я., Казачёнок Н.Н. Проблемы статистической обработки данных обследования радиоактивного загрязнения почв и сельскохозяйственной продукции // АНРИ. – 2015. – № 3, – С. 15–19.

АНАЛИЗ МЕЖДУНАРОДНЫХ НОРМАТИВНЫХ ТРЕБОВАНИЙ ПО ОБОСНОВАНИЮ РАЗМЕЩЕНИЯ АС

Е.В. Лунева
Филиал по реализации капитальных проектов
ОАО «Концерн Росэнергоатом», г. Москва

Мировая практика насчитывает различные методы и подходы к регулированию работ по выбору площадок под размещение АС. Актуальность сопоставления нормативных требований целесообразна для российских АС, сооружаемых на приграничных территориях с другими странами и для АС, сооружаемых по российским проектам за рубежом. Исследование международного опыта позволит доказать, что проекты российских АС отвечают всем современным нормам и требованиям и способствует повышению привлекательности для зарубежных заказчиков в ходе проведения международных тендеров.

Стандарты МАГАТЭ носят, в основном, концептуальный и декларативный характер. Нормативные документы РФ и регулирующие документы США более конкретны. Например, в них:

– указаны конкретные факторы, исключающие возможность размещения АС;

– установлены более четкие критерии для классификации компонентов АС по сейсмической устойчивости, впрямую связанные с классификацией по безопасности, что значительно снижает субъективизм при разработке проектной документации;

– приводятся численные значения параметров, что в стандартах МАГАТЭ практически отсутствует.

Что касается процедур проведения ОВОС, то в этой сфере наблюдаются существенные отличия в требованиях РФ, ЕС и США.

Отсутствие в России этапа проведения объема ОВОС, как в ЕС – EIA (scoping) и, следовательно, проведение исследований по несогласованной с общественностью и затрагиваемыми сторонами программе. Также применительно к атомным станциям в Конвенции Эспо имеется ряд непроработанных моментов в определении сферы охвата ОВОС, что может привести к разногласиям при международном обсуждении окончательного ОВОС. В связи с этим, в рамках российского законодательства, особое значение будет иметь международное обсуждение и согласование предварительного ОВОС [1].

Тем не менее, российские нормативные документы, связанные с безопасным размещением АС отвечают всем современным нормам и требованиям, которые регулируются «Специальными руководствами по безопасности» МАГАТЭ и США.

С целью снижения возможных рисков, возникающих при выборе площадок под размещение АС с учетом выполненного сравнительного анализа российских и международных нормативных документов можно рекомендовать следующее:

1. С целью оптимизации процесса планирования подготовки исходно-разрешительной документации рекомендуется разработать единый регламентирующий документ.

2. Целесообразно перед заключением международных соглашений и контрактов на проектирование и сооружение АС, заключать отдельный контракт, связанный с определением оптимального места для размещения АС.

3. Учесть положительный опыт США по:

– критериальному подходу выбора площадки и весовой методике расчета на основе сервисных функций;

– привлечению экспертного пула для оценки площадки по направлениям;

4. Провести детальный анализ каждого критерия выбора по требованиям МАГАТЭ, РФ и США и выявить «слабые места».

5. Организовать сотрудничество между надзорными органами заинтересованных стран, которое позволит:

– получить квалифицированный перевод нормативных документов на язык страны партнера;

– адаптировать иностранные и российские НТД;

– привлечь технических экспертов, специалистов в области права, представителей российских и местных надзорных органов на всех этапах выбора площадки, подготовки и реализации контракта на строительство АС

Литература

1. В.Г. Румынин, Е.М. Каплан, А.А. Шварц, М.Е. Макушенко, Е.В. Лунева. Международные аспекты экологической оценки воздействия строящихся АС на водные ресурсы приграничных территорий / Международные аспекты водного законодательства. – М.: Изд. Государственной Думы, 2015. С 6-14.

ПРОЕКТ INPRO ENV-PE: ОЦЕНКА ДОЗОВЫХ НАГРУЗОК НА НАСЕЛЕНИЕ В СЛУЧАЕ ТЯЖЕЛОЙ ЗАПРОЕКТНОЙ АВАРИИ НА АЭС

Р.А. Микаилова, С.И. Спиридонов
ФГБНУ Всероссийский научно-исследовательский институт радиологии и агроэкологии, г. Обнинск

В 2012 г. в рамках международной программы INPRO под эгидой МАГАТЭ стартовал проект INPRO ENV-PE, основной целью которого является разработка унифицированного подхода к оценке воздействия радиационного фактора на население и биоту в случае аварийных ситуаций на атомных станциях.

Одна из задач проекта – прогнозирование дозовых нагрузок на население, формируемых в результате тяжелой запроектной аварии на атомной станции. В ходе выполнения проекта был разработан сценарий, согласно которому в районе расположения потенциального источника аварийного выброса располагаются 8 населенных пунктов (рис. 1).

Параметры источника и метеорологические данные были предоставлены участниками проекта. Суммарная активность выброса, согласно сценарию, составила $3{,}36 \cdot 10^{18}$ Бк. Дозы были рассчитаны для различных категорий стабильности атмосферы по Паскуиллу-Гиффорду (ПГ) и средних скоростей ветра, характерных для данных категорий.

Показано, что наибольшая дозовая нагрузка за 10 дней после выброса наблюдается в населённом пункте №3 на расстоянии 2,5 км при категории устойчивости F (скорость ветра – 1.2 м/с) (табл. 1). Наименьшая прогнозируемая доза за первые 10 сут наблюдается в населенном пункте №8, находящемся на удалении 50 км, и составляет 5,06 мЗв при категории устойчивости А и скорости ветра 1,6 м/с.

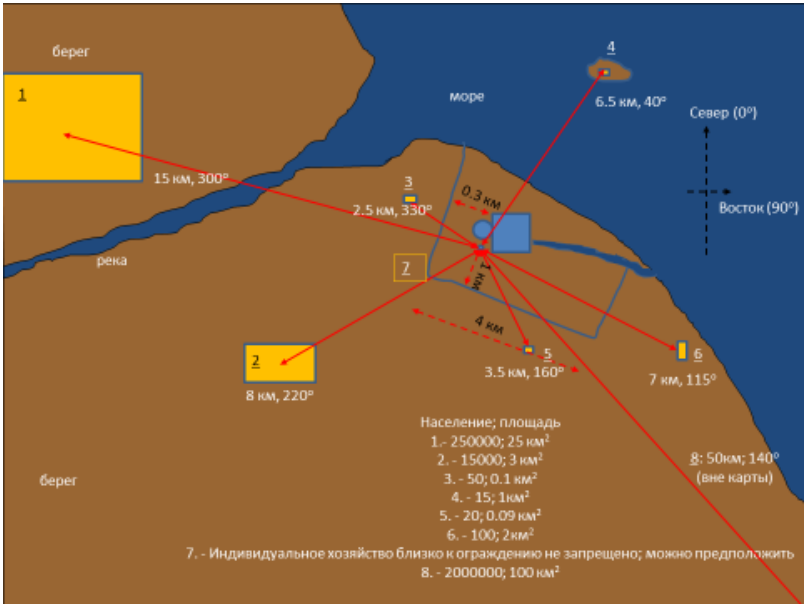


Рис. 1. Отображение расположения населенных пунктов

При категории устойчивости атмосферы F, для населённых пунктов, расположенных на расстоянии от 1-10 км от источника, необходима эвакуация населения [1], поскольку дозы за 10 дней превышают 500 мЗв.

Таблица 1

Прогнозируемая доза за первые 10 суток после аварии

Расстояние (км)	Категория устойчивости атмосферы по ПГ					
	A	B	C	D	E	F
1.0	1140,00	2120,00	2430,00	2090,00	5090,00	3720,00
2.5	215,00	436,00	548,00	550,00	1860,00	5540,00
3.5	121,00	248,00	318,00	330,00	1160,00	4190,00
6.5	44,40	92,00	121,00	132,00	477,00	1930,00
7.0	39,60	82,20	109,00	119,00	430,00	1730,00
8.0	32,40	67,10	89,30	98,70	356,00	1410,00
15.0	13,70	27,20	37,10	42,70	149,00	496,00
50.0	5,06	6,79	9,04	10,40	33,60	42,90

Литература

1. Нормы радиационной безопасности (НРБ-99/2009). Санитарные правила и нормы СанПиН 2.6.1.2523-09. – М.: Минздрав России. 2009. 68 с.

СНИЖЕНИЕ ТЕХНОГЕННЫХ РИСКОВ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ КОСТАНАЙСКОЙ ОБЛАСТИ ЗА СЧЕТ ЭКОМОНИТОРИНГА

Ю.В. Соколов, Е.И. Воронков
Российский университет дружбы народов (РУДН), г. Москва

Костанайская область располагается в северной части Республики Казахстан с административным центром г. Костанай.

В области имеются богатые месторождения бокситов, бурового угля, железных, золотосодержащих и цинковых руд, цементного и флюсового известняка.

Качественно состояние атмосферного воздуха относительно стабильно. Загрязнение воздушного бассейна обусловлено выбросами загрязняющих веществ от предприятий-загрязнителей.

Согласно, данным Костанайского областного управления охраны окружающей среды, количество выбросов в атмосферу загряз-

няющий веществ от стационарных источников за 2014 г. составляет 103,8 тыс. т, что меньше с 2013 г. на 11,6 тыс. т [1].

Основными источниками выбросов являются [2]:

- промышленность – 82,1 тыс. т;
- сельское, лесное и рыбное хозяйство – 9,9 тыс. т;
- транспорт – 3,9 тыс. т.

Более 49 % выбросов загрязняющих веществ от стационарных источников приходится на г. Рудный.

Промышленность г. Рудный представлено крупным предприятием по добыче железной руды Костанайской области – АО «Соколовско-Сарбаевкое горно-обогатительное производство».

За 2014 г., не наблюдается превышения разрешенных выбросов, так из разрешенных 187,3 тыс. т было выброшено 103,8 тыс. т (55,4 %).

Специфическими загрязняющими веществами являются:

- сернистый ангидрид (SO_2) – 31,3 тыс. т;
- окись углерода (CO) – 18,8 тыс. т;
- окислы азота (в пересчете на NO_2) – 3,3 тыс. т;

По сравнению с 2013 г., сократилось количество выбросов сернистого ангидрида на 5,3 тыс. т, окиси углерода на 1,5 тыс. т и окислов азота на 1,5 тыс. т [3].

Уменьшение объемов выбросов обусловлено выполнением природоохранных мероприятий и использованием крупными котельными в качестве топлива природного газа.

Снижение техногенных рисков на предприятиях связано главным образом:

- с предотвращением сверхнормативного загрязнения атмосферного воздуха;
- с применение наиболее современных технических решений по снижению выбросов в процессе внедрения (замене) пыле- и газоочистительных сооружений;
- с применением в области теплоэнергетики альтернативных и энергосберегающих технологий, что позволяет, уменьшить объемы потребления различных видов топлива;
- с выполнением на предприятиях воздухоохранных мероприятий, которое ведет к снижению негативного воздействия на атмосферу от действующих источников выбросов.

Таким образом, мониторинг позволяет планово снижать техногенные риски и выбросы в атмосферу загрязняющих веществ, за счет соблюдения более строгих природоохранных мероприятий и замены более загрязняющих видов топлива на чистые.

Аналогический мониторинг используется за жидкими отходами в почву и акватории.

Литература

1. Охрана окружающей среды и устойчивое развитие Казахстана 2010-2014 гг. // Статистический сборник Министерства национальной экономики Республики Казахстан. – Астана, 2015. – С. 64–80.

2. О состоянии охраны атмосферного воздуха // Статистический сборник Костанайского областного управления охраны окружающей среды. – Костанай, 2015. С. 5–17.

3. Промышленность Костанайской области // Статистический сборник Департамента статистики Костанайской области. – Костанай, 2015. – С. 6–40.

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

А.С. Сорокина
Обнинский институт атомной энергетики – филиал Национального исследовательского национального университета «МИФИ», г. Обнинск

Цель настоящей работы состояла в изучении изменения объемной активности радиоизотопов плутония в приземном слое атмосферы в районах расположения различных типов локальных источников радиационного загрязнения в период с 1992 по 2013 гг.

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 2013 гг. с месячным или квартальным усреднением.

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

Проанализировав все имеющиеся данные, мы пришли к некоторым предположениям и выводам. За период с 1992 по 2013 гг. объемная активность изотопов плутония во всех исследуемых пунктах не превышала допустимой объемной активности во вдыхаемом воздухе для населения по НРБ-99/2009, равной $2{,}5 \cdot 10^{-3}$ Бк/м^3.

В Брянске с 1992 по 1996 гг. объемная активность плутония-239,240 уменьшилась в 10 раз, что может быть связано с уменьшением концентрации плутония на поверхности почвы. Значения объемной активности плутония-239,240 здесь понизились до средних региональных уровней ($2{,}6 \cdot 10^{-9}$ Бк/м^3). По этой причине наблюдения за объемной активностью изотопов плутония в Брянске потеряли практическое значение и были приостановлены в 1997 г.

В районе расположения Курской АЭС в период с 1992 по 2008 гг. отмечаются самые низкие уровни объемной активности плутония в приземной атмосфере. Это говорит о малом влиянии АЭС на загрязнение приземного слоя атмосферы данными изотопами.

В Брянске и Курске отчетливо выражен сезонный ход объемной активности плутония-239,240 с повышенными значениями в весенне-летний период. Возможно, основное влияние на это повышение оказывает ветровой подъем с загрязненных в результате Чернобыльской аварии территорий, за счет механического воздействия на почву в период сельскохозяйственных работ.

Для района расположения радиохимического предприятия характерны самые высокие уровни объемной активности плутония. Годовой ход объемной активности не связан со сменой времен года, а, следовательно, увеличение объемной активности зависит только от режима работы предприятия.

Для Обнинска и поселка Новогорный характерны резкие кратковременные повышения объемной активности изотопов плутония в течение года, что не связано с сезонными климатическими условиями. Это свидетельствует о подавляющем влиянии местных источников выбросов.

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ НЕЧЕТКОЙ ЛОГИКИ ДЛЯ КЛАССИФИКАЦИИ ВЛИЯНИЯ ИОНИЗИРУЮЩЕГО ИЗЛУЧЕНИЯ НА ОРГАНИЗМ ЧЕЛОВЕКА

Д.С. Чудинов, Н.Н. Казачёнок
Белорусско-Российский университет, г. Могилев,
Республика Беларусь

Методы нечеткой логики представляют значительный интерес для оценки техногенных и экологических рисков и могут применяться в случае проблем статистической обработки данных [1]. Предлагается также использовать методы нечеткой логики для классификации степени опасного влияния ионизирующего излучения (ИИ) на организм человека в зависимости от дозы, типа и продолжительности излучения.

Для этого будем использовать 4-х интервальную классификацию значений истинности степеней влияния ИИ со следующими значениями:

Малая степень влияния ИИ;

Средняя степень влияния ИИ;

Высокая степень влияния ИИ;

Чрезвычайно высокая степень влияния ИИ;

Далее установим соответствия между численным значением входной переменной системы нечеткого вывода и значением функции принадлежности соответствующего ей терма лингвистической переменной. Будем использовать 3 типа лингвистических переменных:

СВИИ – степень влияния ионизирующего излучения со следующими термами:

а) малая (α-излучение) – принимает значение 0,05 по шкале от 0 до 1;

б) средняя (β-излучение) – 0,4 по шкале от 0 до 1;
в) высокая (Рентгеновское) – 0,8 по шкале от 0 до 1;
г) чрезвычайно высокая (γ-излучение) – 1 по шкале от 0 до 1;

2) СЭДИИ – Средняя эквивалентная доза ионизирующего излучения со следующими термами:
а) малая (менее 0,2 мкЗв/ч) – принимает значение 0,02 по шкале от 0 до 1;
б) средняя (0,2-1 мкЗв/ч) – 0,35 по шкале от 0 до 1;
в) высокая (1-10 мкЗв/ч) – 0,8 по шкале от 0 до 1;
г) чрезвычайно высокая (более 10 мкЗв/ч) – 1 по шкале от 0 до 1;

3) СПВИИ – средняя продолжительность влияния ионизирующего излучения со следующими термами:
а) малая (< 1 мин) – принимает значение 0,2 по шкале от 0 до 1;
б) средняя (1-10 мин) – 0,45 по шкале от 0 до 1;
в) высокая (10-30 мин) – 0,8 по шкале от 0 до 1;
г) чрезвычайно высокая (> 30 мин) – 1 по шкале от 0 до 1.

Для того чтобы получить приемлемый ответ для поставленной задачи необходимо определить продукционные правила, связывающие посылки (переменные). Совокупность таких правил описывает решение поставленной задачи. Наиболее часто применяемым и простым продукционным правилом является правило [ЕСЛИ…, ТО…], причем первая часть может содержать более одной посылки. В этом случае они объединяются посредством логического оператора И либо ИЛИ.

Примеры нечетких (fuzzy) правил для разрешения поставленной задачи:

Если *СВИИ* = Малая **И** *СЭДИИ* = Малая **ИЛИ** *ПВИИ* = Малая,
То степень влияния ИИ = Малая

Если *СВИИ* = Высокая **ИЛИ** *СЭДИИ* = Средняя **И** *ПВИИ* = Средняя,
То степень влияния ИИ = Высокая

Литература

1. Попова И.Я., Казачёнок Н.Н. Проблемы статистической обработки данных обследования радиоактивного загрязнения почв и сельскохозяйственной продукции // АНРИ. – 2015. – № 3. – С. 15–19.

СЕКЦИЯ 4. БИОТЕСТИРОВАНИЕ И БИОИНДИКАЦИЯ ОБЪЕКТОВ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

ОЦЕНКА ЦИТО- И ГЕНОТОКСИЧНОСТИ ПРОБ ВОДЫ В РАЙОНЕ РАСПОЛОЖЕНИЯ ХРАНИЛИЩА РАО С ПОМОЩЬЮ ALLIUM-ТЕСТА

И.Г. Андреенкова, С.В. Пятков, Б.И. Сынзыныс
Обнинский институт атомной энергетики − филиал Национального исследовательского ядерного университета «МИФИ», г. Обнинск

В настоящее время в РФ функционирует более 1300 хранилищ радиоактивных отходов (РАО). Значительная часть из них приповерхностного типа. Одно из первых хранилищ такого типа располагалось в г. Обнинске.

Основным радионуклидом, обнаруживаемым на территории хранилища и в прилегающей экосистеме, является Sr-90. Попадая в поверхностные воды, он распространяется по территории и может включаться в структуру почвы, организмов, растений и оказывать биологическое действие.

В настоящее время хранилище РАО в г. Обнинске выводится из эксплуатации. Для специалистов оно представляет интерес с точки зрения влияния остаточного количества стронция на прилегающие экосистемы.

Целью работы было определение токсичности проб воды с территории хранилища РАО с помощью *Allium*-теста.

Вода была отобрана из ручья и болотца, которые представляли собой естественный барьер для распространения Sr-90 в экосистеме. В качестве контроля была использована водопроводная вода, отстоянная в течение суток.

В качестве тест-объекта использовали лук-севок (*Allium cepa*). Токсичность определялась по морфологическому (длина и количество корешков) и цитогенетическому (митотический индекс и частота аберрантных клеток) критериям.

Результаты исследования позволили сделать следующие выводы:

1. В пробах воды (Е-6 и Е-7) не обнаружено значимого снижения средней длины и количества корней. Следовательно, фитотоксический эффект отсутствует. В пробе (И-1) отличия от контроля по данным показателям значимые, что указывает на токсичность воды в месте отбора пробы. В пробе (Е-2) обнаружен эффект стимуляции роста корня.

2. Во всех пробах воды обнаружено значимое снижение величины митотического индекса и увеличение частоты хромосомных аберраций, т.е. выявлен цитогенетический эффект.

3. В спектре цитогенетических нарушений преобладают аберрации хроматидного типа.

ЗАКОНОМЕРНОСТИ ДЕЙСТВИЯ ОСТРОГО ГАММА-ИЗЛУЧЕНИЯ НА МОРФОМЕТРИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ И ИНТЕНСИВНОСТЬ ФОТОСИНТЕЗА ЯЧМЕНЯ ПОСЕВНОГО (*HORDEUM VULGARE* L.)

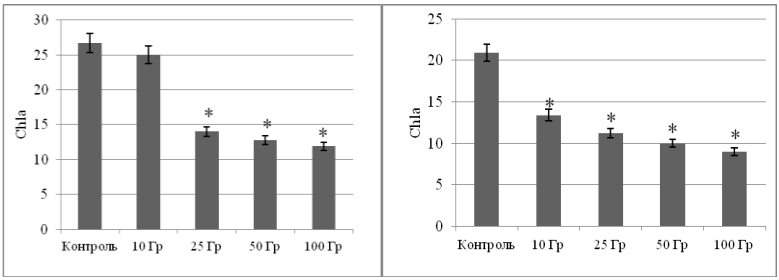
С.О. Астахина, М.М. Рассказова, Т.В. Шестопалова
Обнинский институт атомной энергетики – филиал Национального исследовательского национального университета «МИФИ», г. Обнинск

Семена и особенно проростки чувствительны к повреждающим факторам, в том числе ионизирующему излучению [1, 2]. Важным аспектом является определение диапазонов доз, в которых будет наблюдаться стимуляция роста и активизация физиологических процессов или угнетение растений. Целью работы являлось исследование закономерностей действия острого гамма-излучения по изменению морфометрических показателей и интенсивности фотосинтеза у ячменя посевного (*Hordeum vulgare* L.).

Облучение семян и проростков сортов Апрель и Витязь проводилось на базе МРНЦ РАН им. А.Ф. Цыба источником излучения 60Co на установках «Луч-1» в дозах 0,1, 1 и 2 Гр (мощность дозы 13,1 сГр/мин) и «Исследователь» в дозах 10, 25, 50 и 100 Гр (мощность дозы 18,19 Гр/мин). Анализировали изменение длины корней и ростков и интенсивность фотосинтеза по концентрации хлорофилла А.

В научных публикациях [3] приведены результаты облучения семян ячменя посевного, свидетельствующие о стимулирующих эффектах в дозах 10−25 Гр. Проведенное нами исследование выявило значимое снижение показателя роста корней и ростков у растений сорта Апрель при облучении в дозах 50 и 100 Гр, а у растений сорта Витязь при облучении в дозах 10, 25, 50 и 100 Гр.

Снижение интенсивности фотосинтеза обнаружено при меньших дозах, чем изменения морфометрических показателях: концентрация хлорофилла а значимо снижалась при облучении семян в дозе 25 Гр, у облученных проростков – при дозе облучения 10 Гр (рис. 1).



* – значимое отличие от контроля при $p < 0.05$

Рис. 1. Зависимость концентрации хлорофилла А от дозы пророщенных семян и проростков соответственно на 10 сут

Таким образом, по изменению биохимических показателей у растений ячменя можно выявить радиационный эффект при более низких дозах воздействия, чем по изменению морфометрических показателей.

Литература

1. Позолотина, В.Н. Современное состояние наземных экосистем Восточно-Уральского радиоактивного следа: уровни загрязнения, биологические эффекты / В.Н. Позолотина, [и др.] − Екатеринбург: Издательство «Гощицкий», 2008. – С. 7.

2. Сыпин, В.Д. Радиоэкологический биомониторинг территорий длительного хранения радиоактивных отходов // Радиационная биология. Радиоэкология. – 2009. – Т. 49, №3. – С. 203.

3. Чурюкин, Р.С. Влияние облучения (60Co) семян ячменя на развитие растений на развитие растений на ранних этапах онтогенеза // Радиация и риск. – 2013. – Т. 22, №3. – С. 80-92.

ВЛИЯНИЕ ПРЕПАРАТОВ ЭКЗОГЕННОЙ ДНК НА ДВИГАТЕЛЬНУЮ АКТИВНОСТЬ *DROSOPHILA MELANOGASTER*

М.А. Бакшаева, А.С. Пилотович
Институт радиобиологии НАН Беларуси, г. Гомель, Республика Буларусь

Как известно, в качестве иммунотропных препаратов успешно используется фрагментированная ДНК, есть данные по увеличению выживаемости облученных крыс при введении им изологичной ДНК. Целью нашей работы было выяснить влияние препаратов экзогенной ДНК разной степени фрагментации на двигательную активность (Climbing Test) дрозофил дикого типа CantonS, как одного из наиболее удобных биологических тест-объектов для исследования влияния на общие физиологические показатели диетарного поступления биологически активных веществ, ксенобиотиков и т. д.

Мух содержали на бездрожжевой среде следующего состава: агар 0,7 %, сахароза 3 %, CaCl2 0,04 %, MgCl2 0,05 %, среда DMEM 50 %, nipagin (10 % р-р в этаноле) 1 %, пропионовая кислота 0,5 %, 1M HCl 2 %. В описанную питательную среду для экспериментальных мух добавлялись препараты фрагментированной (1500-250 bp) и нефрагментированной ДНК, выделенные из селезенок крыс. Фрагментацию ДНК производили с помощью ультразвука. Концентрация ДНК в среде составляла 0,025 мг/мл.

Контрольных и опытных мух содержали при температуре 25°С и искусственном режиме освещения 12 ч:12 ч день:ночь. После 7 сут содержания на экспериментальных средах дрозофил подвергали тесту на способность подниматься по вертикальной поверхности стеклянных цилиндров в течение 10 с после стряхивания (тест на двигательную активность). Подсчет особей, пересекших

10 см границу, производили по фотографиям, статистическую обработку проводили в программе Graph Pad Prism.

Установлено, что при поступлении в организм имаго D. melanogaster экзогенной фрагментированной ДНК статистически значимо снижается двигательная активность у самок на 37 %, у самцов − на 43 %. Для нефрагментированной ДНК достоверных отличий в двигательной активности мух не установлено (рис. 1).

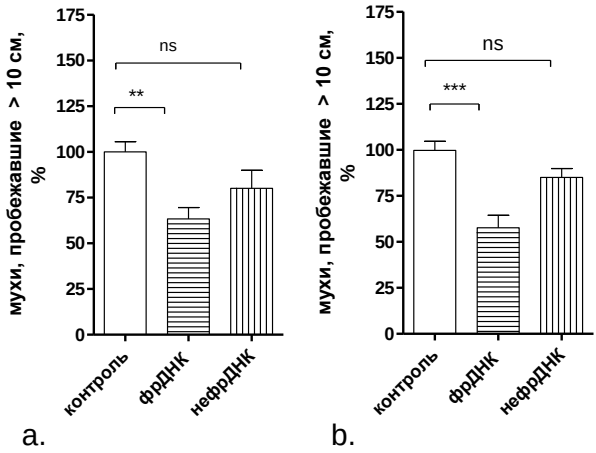


Рис.1. Влияние экзогенной фрагментированной и нефрагментированной ДНК, содержащейся в питательной среде, на двигательную активность мух, a – самки, b – самцы

ОСОБЕННОСТИ РОСТА И ВЕГЕТАТИВНОГО РАЗМНОЖЕНИЯ РЯСКИ МАЛОЙ *LEMNA MINOR* ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ ОСТРОГО ГАММА-ОБЛУЧЕНИЯ

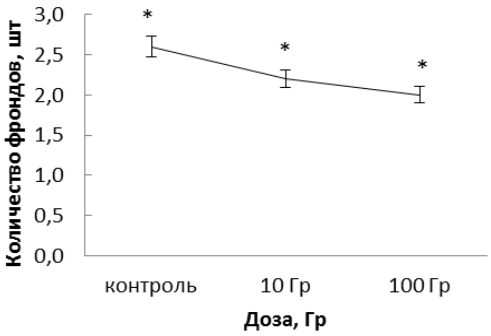
Е.Д. Владанец
Обнинский институт атомной энергетики – филиал Национального исследовательского национального университета «МИФИ», г. Обнинск

В научных публикациях показана чувствительность ряски малой (*Lemna minor*) к ионизирующему излучению, однако остается

не до конца ясным вопрос о диапазоне доз, в котором излучение оказывает негативное воздействие [1; 2].

В качестве объекта исследования использовали лабораторную культуру ряски малой, поддерживаемую на модифицированной питательной среде Штейнберга и питательной среде SIS в оптимальных условиях [3]. Для проведения экспериментов по одному растению ряски помещали в пластиковые чашки Петри с питательной среды, выбирая хорошо развитые однофрондовые растения без видимых повреждений или обесцвечивания (хлороза) и с одинаковым количеством корней. Облучение гамма-квантами проводили на установке Исследователь (Россия, ^{60}Co, мощностью дозы 15 Гр/мин) в дозах 10 и 100 Гр. Сразу после облучения, а также на 5, 9, 12 и 15 сут оценивали динамику роста растений, корней и фрондов; процент повреждения фрондов и характер изменений при их расхождении. Все изменения анализировали относительно необлученного контроля.

На рис. 1 видно, что с увеличением дозы облучение происходит торможение развития фрондов от 20% при 10 Гр до 60% при 100 Гр. Однако, облучение в исследуемых дозах стимулирует процесс размножения, а, следовательно, метаболическую активность.



* $p < 0.05$

Рис. 1. Количество фрондов *Lemna minor* на 12 сут после гамма-облучения в дозах 10 и 100 Гр

Литература

1. Сторчак Т.В., Гришечкина А.А. Особенности пигментной системы Lemna minor при воздействии ионов меди. // Вестник Нижневартовского государственного гуманитарного университета. – 2013. - №3. – С.85-88.
2. Рассказова М.М., Берестина А.В. , Родина А.Н. Влияние гамма-излучения в малых дозах на время удвоения популяции и морфологические характеристики Lemna minor **L.//** Техногенные системы и экологический риск: Материалы докладов VII Региональной научной конференции / Под общ. ред. Академика РЭА Г.К. Игнатенко. – Обнинск: ИАТЭ НИЯУ МИФИ. – 2012. – Ч.I. – С. 81-85.
3. ГОСТ 32426-2013. Методы испытаний химической продукции, представляющей опасность для окружающей среды. Испытание ряски на угнетение роста. – 6 с.

ВЛИЯНИЕ ВНЕШНЕГО ХРОНИЧЕСКОГО И ОСТРОГО ОБЛУЧЕНИЯ НА РЕПРОДУКТИВНЫЕ КАЧЕСТВА КЛЕВЕРА

О.А. Гусева[1], А.А. Удалова[1,2]
[1] – Обнинский институт атомной энергетики – филиал Национального исследовательского национального университета «МИФИ», г. Обнинск
[2] –ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт радиологии и агроэкологии», г. Обнинск

Одним из важных показателей при оценке последствий радиационного воздействия на фитоценозы является состояние репродуктивной функции растений, от которой напрямую зависит уровень воспроизводства потомства, его жизнеспособность и дальнейшее существование популяции.

Целью настоящей работы является изучение репродуктивных качеств клевера при действии внешнего хронического и острого облучения в природных и лабораторных условиях.

Семена клевера гибридного из природных популяций отбирали в зоне влияния Дальневосточного центра по обращению с радиоактивными отходами (ДВЦ «ДальРАО»). Хроническое воздействие ионизирующих излучений на растения на этой территории происходит как в результате попадания радионуклидов в почвы на технической площадке предприятия, так и вследствие внешнего облучения вблизи хранилища радиоизотопных термоэлектрических генераторов (РИТЭГов). В качестве контрольных использовали семена, собранные в г. Обнинск.

Острое облучение семян клевера ползучего в лабораторных условиях проводили на гамма-установке ГУР-120 (ВНИИРАЭ, Обнинск) в дозах 100, 200, 300, 500, 750 и 1000 Гр.

Для характеристики репродуктивных качеств определяли энергию прорастания и всхожесть семян клевера по стандартной методике [1].

Мощность экспозиционной дозы (МЭД) на экспериментальных площадках в зоне влияния ДВЦ «ДальРАО» варьировала в диапазоне от 0,025 Р/ч до 0,354 Р/ч, т.е. изменялась более чем в 10 раз. Достоверное снижение репродуктивных показателей по сравнению с контролем выявлено у семян с трех участков вблизи хранилища РИТЭГов, где МЭД составляла 0,029, 0,067 и 0,354 Р/ч. Однако прямой зависимости энергии прорастания и всхожести семян клевера гибридного от уровня радиационного воздействия не обнаружено.

Результаты изучения репродуктивных качеств клевера при остром γ-облучении представлены на рис. 1. При всех дозах облучения, кроме 200 и 300 Гр, выявлено достоверное снижение показателей энергии прорастания и всхожести ($p<0,05$).

Полученные данные о радиоустойчивости клевера ползучего будут использованы для острого провокационного облучения семян клевера с территории ДВЦ «ДальРАО», произрастающего в условиях внешнего хронического облучения, для выявления его адаптационного потенциала.

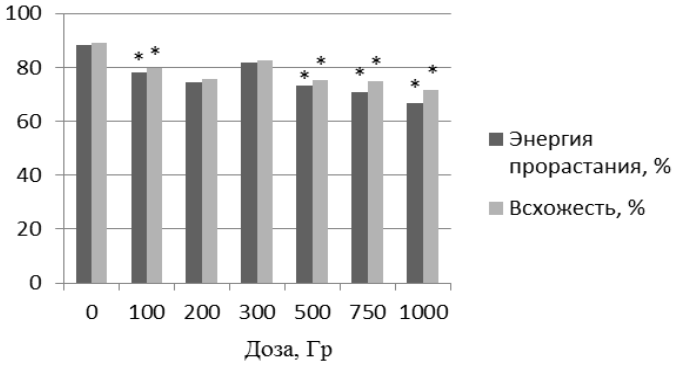


Рис. 1. Энергия прорастания и всхожесть семян клевера ползучего

Литература

1. ГОСТ 12038-84. Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения всхожести.

ОЦЕНКА ВОЗДЕЙСТВИЯ НИТРАТА КАДМИЯ НА МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ И ЦИТОГЕНЕТИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ПРОРОСТКОВ ЯРОВОГО ДВУРЯДНОГО ЯЧМЕНЯ

А.В. Дикарев, Н.С. Дикарева, В.Г. Дикарев
ФГБНУ Всероссийский научно-исследовательский институт радиологии и агроэкологии, г. Обнинск

Изучено влияние различных концентраций тяжелого металла (ТМ) – $Cd(NO_3)_2$ – на проростки 4 сортов ярового ячменя (фиксировали длину ростка и корешка, количество всхожих семян и сильных проростков). Описано подавление ростовых процессов по мере увеличения дозы ТМ, отмечено возникновение морфологических аномалий проростков. Проведен цитогенетический анализ для уточнения причин формирования указанных реакций. Выявлен рост выхода цитогенетических нарушений по мере увеличения

концентрации кадмия, отмечены признаки блокировки пролиферации на поздних стадиях митоза. Отмечены высокие частоты мультиполярных митозов, нерасхождений, агглютинаций, патологических анафаз. Обнаружены дозы ТМ, которые можно рассматривать как относительно безопасные для растения, вызывающие существенное угнетение ростовых процессов и условно-летальные. Показано, что сорта ячменя различаются по устойчивости к действию кадмия, на основе литературных данных рассмотрены вероятные причины формирования наблюдаемых эффектов.

В табл. 1 представлен спектр цитогенетических нарушений в апикальной меристеме корешков проростков сорта Зазерский 85 (наиболее чувствительного из 4 исследованных), а на рис. 1 – результаты исследования влияния $Cd(NO_3)_2$ на корешки проростков 4 сортов ячменя.

Таблица 1

Спектр цитогенетических нарушений в клетках апикальной меристемы корешков проростков сорта Зазерский 85

Cd^{2+}, мг/мл	Суммы		Число клеток с нарушениями									Всего
	ВК	АК	f´	f´´	m´	m´´	g	mp	agg	pata	and	
0	7302	62	3	11	19	4	28	1	0	0	0	66
0,25	2616	63	2	1	8	1	17	1	13	16	7	66
0,5	1827	60	0	1	2	0	13	4	18	13	11	62
0,7	1191	69	0	0	2	2	8	3	4	10	1	30
1	712	63	0	0	0	2	9	2	0	0	0	13
1,5	414	78	0	0	2	0	9	3	0	0	0	14

Примечание: f´ – фрагмент одинарный, f´´ – фрагмент двойной, m´ – мост одинарный, m´´ – мост двойной, g – отставание, mp – многополюсный митоз, agg – слипание хромосом, pata – патологическая анафаза, and – неправильное расхождение хромосом

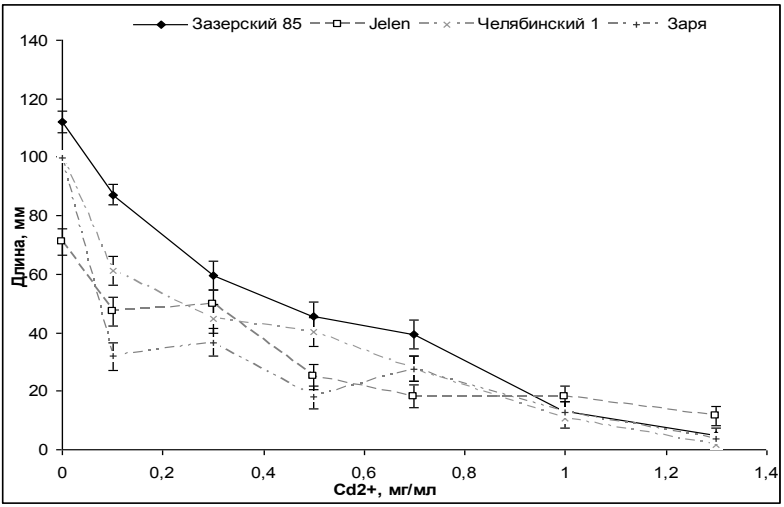


Рис. 1. Сравнительный анализ средних длин корешков для четырех сортов ярового ячменя при различных концентрациях $Cd(NO_3)_2$

БИОМОНИТОРИНГ СРЕДЫ ПО СТЕПЕНИ ФЛУКТУИРУЮЩЕЙ АСИММЕТРИИ ЛИСТОВЫХ ПЛАСТИНОК *TILIA CORDATA MILL.*

А.Р. Ильясова, Л. Шакурова
Казанский (Приволжский) федеральный университет, г. Казань

Перспективным подходом является оценка качества среды с использованием показателей стабильности-нестабильности индивидуального развития видов-индикаторов. В качестве меры стабильности развития используется флуктуирующая асимметрия (ФА)[2].

Цель исследования – дать оценку качества состояния парковых территорий г. Казани по результатам анализа флуктуирующей асимметрии листовых пластинок липы мелколистной (*Tilia cordata* Mill, 1768). Данный вид широко распространен на территории города и используется в озеленении садов и парков. Сбор материала произведен на пробных площадках (ПП) в парках 6 администра-

тивных районах г. Казани в 2015 г. При выборе участков учитывались: посещаемость их горожанами, удаленность от центра города, расположение к основным автомагистралям (менее или более 30 м), наличие крупных промышленных предприятий на территории данного района. Анализ проводился стандартно по унифицированной интегральной системе морфогенетических показателей. При выполнении работ использованы «Методические рекомендации по выполнению оценки качества среды по состоянию живых существ» [2, 3].

Большинство исследованных пробных площадок характеризовались уровнем ФА листьев *Tilia cordata Mill,* превышающим величину условной нормы ($p<0,04$). Минимальное значение коэффициента зафиксировано на территории ПП №1 − «Парка им. Горького (0,038±0,001), величина коэффициента соответствовала I баллу, а качество среды оценивалась как «условно нормальное». Максимальный показатель зафиксирован в парке «Крылья Советов» (0,056±0,002), превышающий величину условной нормы и соответствует V баллу, что свидетельствует о критическом состоянии среды. Считаем, что значимым фактором, воздействующим на территорию, является интенсивность автотранспорта.

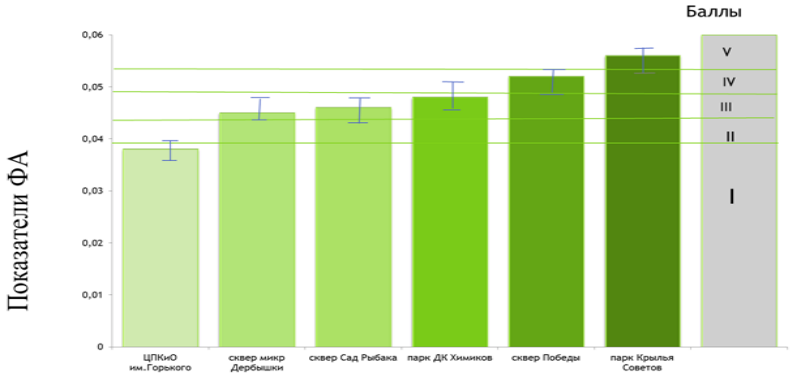


Рис. 1. Величина интегрального показателя стабильности развития Tilia cordata Mil*l*. на пробных площадках

Отмечено, что в парке «ДК Химиков» (Московский район), «Сад Рыбака» (Кировский район) и в парке в Дербышках (Советский район) − показатели ФА находятся в интервале от 0,045-0,048, и качество среды соответственно находится в пределах III-IV баллов. Полученные результаты свидетельствуют о незначительном изменении состояния растений в данных районах. Все обследованные пробные площади характеризовались значениями показателя ФА листьев, превышающими величину условной нормы.

Литература

1. Экология города Казани. − Казань: Издательство «Фэн», Академия наук РТ, 2005.

2.ЗахаровВ.М. Здоровье среды: методика оценки. М.: Центр экологической политики России, 2000. − 68 с.

3.Методические рекомендации по выполнению оценки качества среды по состоянию живых существ. Распоряжение Росэкологии от 16.10.2003 № 460-р.

БИОИНДИКАЦИОННАЯ ОЦЕНКА СРЕДЫ ПО ПОКРОВАМ МЕЛАНИЗИРОВАННОГО РИСУНКА КЛОПА-СОЛДАТИКА (*PYRRHOCORIS APTERUS* L.)

А.Р. Ильясова [1], Р.И. Нугуманова [1], А.З. Алибаева [2]
[1] – Казанский (Приволжский) федеральный университет, г. Казань.
[2] – Отдел водных ресурсов по РТ Нижне-Волжского бассейнового водного управления, г. Казань.

Биологическим индикатором воздействия антропогенных факторов выступает частота встречаемости фенов – четко различимых вариантов какого-либо признака или свойства биологического вида, в частности насекомых [1, 3]. Сбор материала проведен на 6 пробных площадках (ПП) в Хайбуллинском района Республики Башкортостан. Анализ спектра изменчивости рисунка переднеспинки (П):морфы отмеченые во всех точках отбора: П-11, П-5, П-6. Морфа П-11 явилась многочисленной (60%) на площадке №1.

На трех площадках − №3, №4 и №5 нами выявлена новая морфа (П-0), которая ранее не описана. Частота встречаемости данной морфы на трех площадках составила по 8% в каждой. Частота встречаемости отдельных элементов рисунка покрова изменяются в зависимости от экологического состояния места обитания насекомых, поэтому имеют биоиндикационную значимость [1]. Пятно В надкрылий является наиболее заметным, а по числу вариантов – наиболее разнообразным по степени выраженности элементов рисунка надкрылий. Была вычислена средняя частота асимметричного признака (ЧАП) меланизированного рисунка надкрылий у самок и самцов. Высокий показатель ЧАП (0,72) отмечен у самок на ПП №5. Низкий показатель ЧАП (0,24) представлен у самцов на ПП №5. Уровень флуктуирующей асимметрии возрастает при увеличении антропогенного прессинга [2]. Качество среды на исследуемых территориях по данным ЧАП неоднородно. В популяциях № 1, 3 и 5 наблюдается увеличение значения ЧАП, что характеризует усиление уровня антропогенного воздействия на условия обитания анализируемых популяций.

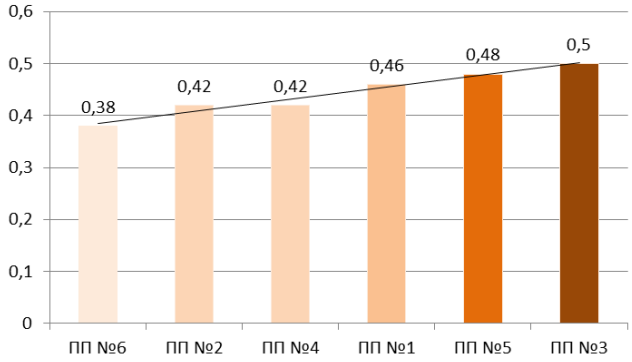


Рис. 1. Среднее значение ЧАП на исследуемых площадках

По данным анализа асимметрии элемента меланизированного рисунка надкрылий *Pyrrhocoris apterus* была дана оценка степени антропогенного воздействия исследуемых территорий (рис. 1). Оценка качества среды исследуемых территорий находится в пределах III и IV баллов, что соответствует «среднему» и «существенному отклонению». В дальнейших исследованиях необходимо

накопление нового материала, что позволит более подробно интерпретировать полученные результаты для дальнейшего системного мониторинга среды.

Литература

1.Батлуцкая, И. В. Изменчивость меланизированного рисунка насекомых в условиях антропогенного воздействия: Монография. − Белгород, 2003. – 168 с.

2.Захаров, В.М. Биотест: интегральная оценка здоровья экосистем и отдельных видов / В.М. Захаров, Д.М. Кларк. − М.: Московское отделение международного фонда «Биотест», 1993. − 68 с.

3. Методические рекомендации по выполнению оценки качества среды по состоянию живых существ (оценка стабильности развития живых организмов по уровню асимметрии морфологических структур)» (распоряжение Росэкологии от 16.10.2003 № 460-р).

ПРОТЕКТОРНЫЕ СВОЙСТВА ПРОДУКТОВ ГИСТОЛИЗА ПРИ СТРЕССЕ ТЕСТ-ОБЪЕКТОВ

Е.А. Карпова[1], И.И. Концевая[2]
[1] – ГНУ «Институт радиобиологии НАН Беларуси»,
[2] – «Гомельский государственный университет им.Ф.Скорины»,
г. Гомель, Республика Буларусь

Одним из самых сильных стрессоров физической природы является ионизирующее излучение. В настоящее время известно, что экстракт жидкого содержимого куколок дубового шелкопряда (ВЭКШ, экстракт) оказывает целый комплекс биостимулирующих, антиоксидантных и иммуномодулирующих эффектов.

Предполагается, что ВЭКШ благодаря своей мощной антиоксидантной активности будет обладать протекторными свойствами при действии радиации на растения [1, с. 264].

Цель работы: изучить влияние хронического облучения и различных концентраций ВЭКШ на патологию митоза в клетках корневых меристем ячменя обыкновенного *Hordeum vulgare* L.

Методы исследований. Биотестирование различных концентраций ВЭКШ выполняли с применением *Allium*-теста [2, с. 99–

102]. Тестируемые концентрации ВЭКШ – о1 (10 мл в 100 мл H_2O), о3 (0,1 мл в 100 мл H_2O), о6 (0,0001 мл в 100 мл H_2O). Хроническое облучение (6 Гр) зерновок ячменя сорта «Бровар» проводили на установке УОГ-1 с источником излучения цезий-137 (мощность дозы 0,339 мкГр/с).

Для сравнения выборок по патологиям митоза использовали t-критерий Стьюдента и пакет программ Statistica 6.0.

Результаты исследований. В ходе исследований установлено, что наибольшая патология митоза в клетках корней ячменя наблюдается в варианте опыта І-к (контроль с облучением) по сравнению с контролем к-к, где проращивание проводили на дистиллированной воде. Процент клеток с регистрируемой патологией митоза почти не изменяется в вариантах опыта к-о1, к-о6 и снижается в варианте к-о3, что фактически находится в пределах нормального значения уровня спонтанного мутирования.

По сравнению с вариантом І-к патология митоза значительно уменьшается в варианте І-о6 при концентрации ВЭКШ, равной 0,0001 мл и при действии хронического облучения. ВЭКШ в исследуемых концентрациях не оказывает существенного негативного влияния на значения патологий митоза (рис. 1).

Использование ВЭКШ в вариантах с тестированием облученных зерновок снижало показатель «патология митоза без учета профаз» в 1,5-5,0 раз по сравнению с применением дистиллированной воды. Протекторные свойства экстракта при патологиях митоза в меристематических клетках после облучения материала максимально выражены были при наименьшей тестируемой концентрации.

Литература

1 Чиркин, А.А. Антиоксидантная активность куколок китайского дубового шелкопряда /А.А.Чиркин [и др.] // 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 / G. Fiskesjo // Hereditas. – 1985. – V. 102. – P. 99–102.

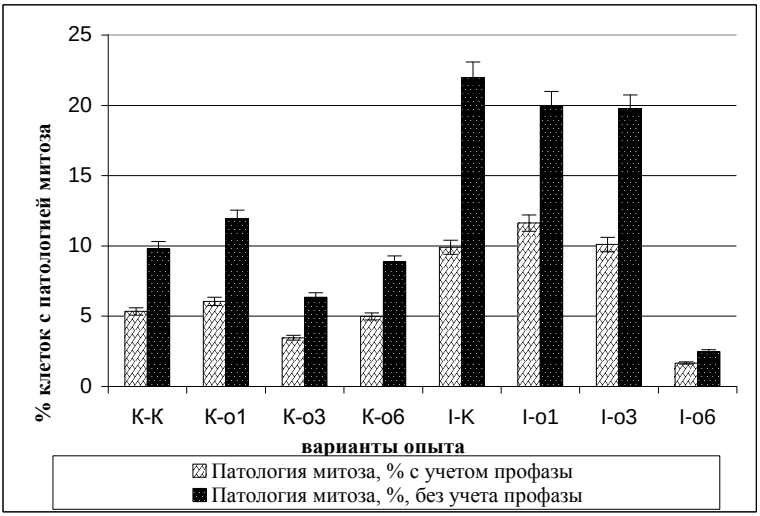


Рис.1. Патология митоза в корневых меристемах *Hordeum vulgare* L. под действием различных концентраций ВЭКШ и хронического радиоактивного облучения

ИЗМЕНЕНИЕ РЕПРОДУКТИВНОГО ПОТЕНЦИАЛА В ДВУХ ПОКОЛЕНИЯХ *DAPHNIA MAGNA* В СРЕДЕ С ПИПЕРОНИЛБУТОКСИДОМ

Н.И. Колесникова, А.О. Морозова, Е.И. Сарапульцева
Обнинский институт атомной энергетики – филиал Национального исследовательского национального университета «МИФИ», г. Обнинск

Пиперонилбутоксид (ПБО) применяют в быту для уничтожения плодовой мухи и вредителей, а также при хранении зерна. Для безопасного применения любого вещества в окружающей среде используют расчеты его предельно-допустимой концентрации по выживаемости и плодовитости принятых в экотоксикологии тест-организмов. Одним из широко используемых тест-объектов является ветвистоусый рачок *Daphnia magna*. Дафниевый тест входит в международный экотоксикологический стандарт [1].

В данной работе проведен анализ нарушения плодовитости в двух поколениях ракообразных *Daphnia magna* в модельном эксперименте с разными концентрациями ПБО.

В эксперимент было отобрано по 10 новорожденных дафний третьего помета от трех половозрелых самок. Односуточных рачков рассаживали в индивидуальные лабораторные стаканы с 50 мл отстоянной и дважды фильтрованной водопроводной воды, в которой создавали градиент концентрации растворенного в 96%-ом этиловом спирте ПБО – 0 (контроль), 50, 100, 200, 400 и 800 мг/л ПБО. В контрольные образцы добавляли спирт в концентрации, используемой для растворения вещества. Дафний культивировали в режиме освещения 12 ч/ 12 ч свет/тьма при 21°С (Климатостат, модель Р2, ООО ОМИКРОН, Красноярск). Воду с веществом меняли через сут. Daphnia кормили суспензией зеленых водорослей (Chlorella vulgaris) в концентрации 1,87 мгС/л/сут ($5 \cdot 10^5$ кл/мл). Плодовитость оценивали через сут в 21-суточном эксперименте. Новорожденную молодь учитывали и удаляли. Из третьего помета формировали поколение F2, плодовитость оценивали таким же способом.

В результате проведенного эксперимента обнаружено, что дафнии, культивируемые в среде с ПБО в концентрации 800 мг/л, не произвели жизнеспособное потомство. Плодовитость дафний в поколении F1 снижалась при концентрации ПБО 400 мг/л (табл. 1).

Более детальный анализ выявил, что количество пометов не изменяется ни в одной экспериментальной группе, но снижается количество новорождённых на помет. В поколении F_2 эффект обнаруживается при концентрации вещества 200 мг/л. При этом наблюдается значимое снижение числа пометов и новорожденных на помет. 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.

Таблица 1

Изменение плодовитости *Daphnia magna* в F_1 и F_2, культивируемых с разной концентрацией пиперонилбутоксида

Концентрация пиперонилбутоксида, мг/л	Новорожденных на дафнию, особей	Пометов на дафнию, штук	Новорожденных на помет, особей
	$M \pm SEM$ ($P^{\dagger}$)		
Поколение F_1, N = 10			
0	70,10±1,30 (-)	3,80±0,85	18,60±0,97
50	71,70±2,70 (0,2137)	3,90±0,31	18,38±1,42
100	69,88±1,55 (0,1907)	3,75±0,57	18,84±1,89
200	63,44±1,33 (0,0702)	3,44±0,21	17,84±1,72
400	49,43±1,98 (0,0270)	3,57±0,11	13,70±1,17
Поколение F_2: N=10			
0	70,44±1,33 (-)	3,78±0,31	18,48±0,32
50	70,11±1,70 (0,5202)	3,89±0,11	18,30±1,67
100	41,62±2,12 (0,0541)	3,00±0,16	14,03±1,11
200	37,88±1,35 (0,0012)	2,88±0,52	13,15±2,07
400	13,16±1,16 (0,0002)	1,50±0,11	5,67±0,42

† вероятность отличия от контроля

Литература:

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

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВОДНОЙ КУЛЬТУРЫ РАСТЕНИЙ КУКУРУЗЫ, ВЫРАЩЕНЫХ ИЗ ОБЛУЧЕННЫХ СЕМЯН ДЛЯ БИОТЕСТИРОВАНИЯ СРЕДЫ ОБИТАНИЯ

Ю.А. Кутлахмедов, С.А. Пчеловская, Л.В. Тонкаль, А.Г. Саливон

Институт клеточной биологии и генетической инженерии НАН Украины, г. Киев, Украина

Растительные объекты могут быть использованы в качестве чувствительной тест-системы на различные стрессовые воздейст-

вия окружающей среды. Используя ростовые показатели и показатели поглощения – фактор радиоемкости по специально внесенному в среду радионуклиду-трассеру, было показано, что проростки кукурузы в условиях водной культуры способны отражать характер действия стрессового фактора при его независимом действии или в комбинации со стрессором другой природы [1-3]. Используя фактор радиоемкости, рассчитывали коэффициент синергизма, который отражает характер взаимодействия двух разных по своей природе стрессовых факторов. В частности, наши исследования посвящены изучению совместного действия радиационного и токсического факторов. Было сделано предположение о том, что облучение семян может увеличить чувствительность проростков кукурузы, полученных из таких семян. Для тестирования использовали такой стрессовый фактор, как внесение соли тяжелого металла кадмия – $CdCl_2$ в воду, которая служила проросткам в качестве питательной среды. Таким образом, эксперимент проводили на 3-х дневных проростках кукурузы, полученных из необлученных семян, которые использовались в качестве контроля, и из облученных в дозах 35, 70 и 105 Гр семян кукурузы. Проростки помещались на 0,5-литровые емкости с водой, где росли в течение 7-10 сут. В воду вносили раствор $CdCl_2$ в концентрации 10, 20 и 40 мкМ на 0,5 л. На протяжении опыта проводились измерения длины главного корня проростков с дальнейшим определением относительной скорости роста. Также измеряли активность среды по ^{137}Cs и рассчитывали фактор радиоемкости, котрый определяли как отношение активности по трассеру в *i*-й день измерения к изначально внесенной. И ростовые и поглотительные показатели нормировали на соответствующие показатели для контроля.

В результате проведенных экспериментов, было получено, что предварительное острое гамма-облучение семян кукурузы в дозах 35, 70 и 105 Гр выявляет положительное влияние на ростовые и поглотительные характеристики проростков, по сравнению с контролем. При наложении же влияния токсического стрессора – внесении хлорида кадмия в питательную (воду) среду проростков, наблюдали очувствление системы при концентрациях 20 и 40 мкМ и повышение устойчивости в случае применения концентрации 10 мкМ соли $CdCl_2$. Это также отразилось в динамике коэффициента синергизма – характер взаимодействия радиационного и ток-

сического факторов неаддитивен и меняется на протяжении эксперимента от синергизма до антагонизма. Таким образом, очувствление предложенной тест-системы, а именно – водной культуры растений кукурузы, путем предварительного облучения семян при увеличении концентрации токсического загрязнителя в среде позволяет нам предлагать данную систему в качестве чувствительного биоиндикатора загрязнения окружающей среды.

Литература

1. Радиобиологические эффекты хронического облучения растений в зоне влияния Чернобыльской катастрофы // Гродзинский Д.М., Гуща Н.И., Дмитриев А.П. и др.; под ред. Д.М. Гродзинского. – К.: Наукова думка, 2008. – 374 с.

2. Пчеловская С.А., Кутлахмедов Ю.А. Исследование комбинированного влияния гамма-облучения и фракционированного внесения соли токсического металла $CdCl_2$ на состояние модельной растительной экосистемы // Сборник науч. трудов Института ядерных исследований. – 2004. - № 1 (12). – С. 88–95.

3. Пчеловская С.А., Михеев А.Н., Кутлахмедов Ю.А. и др. Использование метода оценки фактора радиоемкости в исследованиях перекрестной адаптации растений // Радиационная биология. Радиоэкология. – 2011. – Т. 51. – № 2. – С. 1–7.

СПЕКТРОМЕТРИЧЕСКИЙ МЕТОД В АГРОХИМИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ

З.В. Лозовая
РНИУП «Институт радиологии», г. Гомель, Республика Беларусь

Исследования, проводимые нами, основаны на следующих гипотезах:

- Удельная активность изотопа калия находится в прямой зависимости от содержания физической глины в почве. Эта зависимость является статистически достоверной и может быть выражена математической функцией для определения содержания физической глины в почве по данным о содержании ^{40}К (для дерново-подзолистых почв разного гранулометрического состава) [1].

o Достоверное определение содержания физической глины в почве можно производить в полевых условиях с помощью дистанционного (без отбора проб) спектрометрического оборудования, позволяющего регистрировать излучения от ^{40}К.

Из полученных данных видно, что для исследованных разновидностей дерново-подзолистых почв характерно что, чем легче почвы по гранулометрическому составу, тем меньше уровень суммарной радиоактивности и радиоактивности, обусловленной ^{40}К. Это связано с достоверным уменьшением содержания илистой и пылеватых фракций и увеличением количества песчаных. Таким образом, чем меньше содержание фракции физической глины в почвенной субстрате, тем ниже суммарная радиоактивность, обусловленная ^{40}К.

Такое поведение ^{40}К связывают с величиной удельной поверхности почвенных частиц. Для суглинистых и глинистых почв такой подход является правомерным, так как фракция физической глины (частицы диаметром < 0,01 мм) в этих почвах составляет более 20%. Однако в песчаных и супесчаных почвах крупнозернистые фракции доминируют. Поэтому, несмотря на слабую сорбцию ^{40}К неглинистыми минеральными компонентами, крупнозернистые фракции могут содержать значительную часть запаса ^{40}К.

Для количественной характеристики неравномерности распределения ^{40}К по почвенным частицам разного размера, нами рассчитана величина процентного запаса ^{40}К в гранулометрических фракциях (X). Значение (X) указывает на обогащение изотопом калия (^{40}К) данной фракции по сравнению с его средней концентрацией в почве. В изученных образцах преобладает фракция физического песка, которая изменяется от 69 до 93%. Не смотря на это, наблюдается значительное увеличение концентрации ^{40}К с уменьшением диаметра почвенных частиц и, соответственно, постепенное обогащение мелкозернистых фракций. Для дерново-подзолистых почв значение (X) для фракции <0,005 мм достигает 53%. Такое поведение ^{40}К можно объяснить тем, что фракции мелкопылеватой и физической глины в дерново-подзолистых почвах представлены в основном глинистыми минералами. Глинистые минералы слабо ассоциированы с гумусом [2], который может экранировать их поверхность для ^{40}К в других почвах [3]. Судя по данным, можно сделать вывод о том, что кварцевая составляющая

песчаных фракций действительно практически не поглощает ^{40}К. Поглощение ^{40}К этими фракциями во многом обусловлено наличием органоминеральных частиц (первичные и вторичные минералы, склеенные гумусовыми цементами).

Литература

1. Андреева, Е.А. Радиоактивность почв и определение калия радиометрическим методом / Е.А. Андреева // Почвоведение. – 1960. – № 5. – С. 21–29.

2. Воронин, А.Д. Основы физики почв: учебник / А.Д. Воронин. – М.: Изд-во МГУ, 1986. – 244 с.

3. О формировании радионуклидного состава почв в зоне аварии Чернобыльской АЭС / С.В. Круглов [и др.] // Почвоведение. – 1990. – № 10. – С. 26–34.

НАРУШЕНИЕ ВЫЖИВАЕМОСТИ И МЕТАБОЛИЗМА В ДВУХ ПОКОЛЕНИЯХ *DAPHNIA MAGNA* В СРЕДЕ С ПИПЕРОНИЛБУТОКСИДОМ

А.О. Морозова, Н.И. Колесникова, Д.В. Ускалова
Обнинский институт атомной энергетики – филиал Национального исследовательского национального университета «МИФИ», г. Обнинск

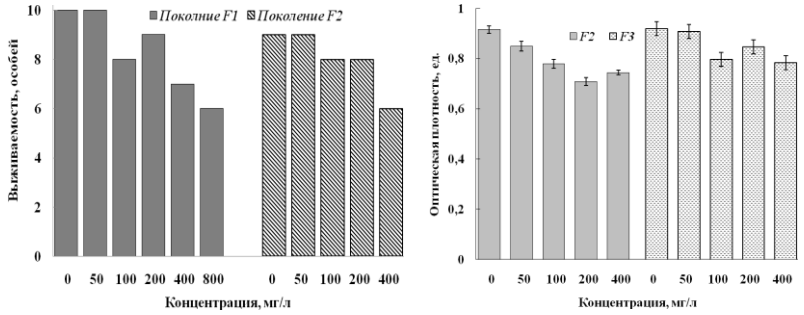
Пиперонилбутоксид (ПБО) применяют для уничтожения плодовой мухи и вредителей в быту, а также при хранении зерна. При однократном введении в желудок белых мышей $ЛК_{50}$ составляет 4 г/кг, для кроликов 2,65 г/кг, для крыс, кошек и собак около 7,95 г/кг. Однократно принятая доза 50 мг (0,71 мг/кг) является безопасной для человека.

Целью данной работы был поиск пороговой концентрации ПБО, вызывающей снижение выживаемости и метаболической активности в двух поколениях ракообразных *Daphnia magna* в модельном эксперименте.

Синхронизировали лабораторную культуру *D. magna* стандартным методом. По 10 новорожденных дафний третьего помета рассаживали в индивидуальные лабораторные стаканы с 50 мл отсто-

янной и дважды фильтрованной водопроводной воды, в которой создавали градиент концентрации растворенного в этиловом 96%-ом спирте ПБО – 0 (контроль), 50, 100, 200, 400 и 800 мг/л ПБО. В воду контрольных образцов добавляли спирт, в концентрации, используемой для растворения вещества. Дафний культивировали в режиме освещения 12 ч/ 12 ч свет/тьма при 21° С (Климатостат, модель Р2). Воду с веществом меняли через сут. *Daphnia* кормили суспензией зеленых водорослей (*Chlorella vulgaris*) в концентрации ~ 1,87 мгС/л ($5 \cdot 10^5$ кл/мл). Выживаемость дафний оценивали через сут в 21-суточном эксперименте. Из третьего помета первого поколения (F_1) формировали второе поколение (F_2), физиолого-биохимические параметры в котором оценивали таким же способом. Стаканы с погибшими дафниями выводили из эксперимента, новорожденную молодь использовали для измерения метаболической активности МТТ-методом [1]. МТТ-анализ является колориметрическим методом, который измеряет активность митохондриальных дегидрогеназ, восстанавливающих желтый тетразолий бромид (МТТ) до фиолетового формазана в живых клетках. Метод традиционно применяется *in vitro* для тестирования лекарственных препаратов на цитотоксичность.

Из рис. 1А видно, что выживаемость дафний, культивируемых в градиенте концентраций ПБО, снижается, начиная с 100 мг/л вещества.



А Б

Рис. 1 – Изменение выживаемости (А) и метаболической активности (Б) в двух поколениях дафний, культивируемых в градиенте концентраций пиперонилбутоксида

С применением критерия χ^2 рассчитали, что значимые изменения выживаемости тест-объекта в поколении F_1 происходят при концентрации ПБО 800 мг/л. В поколении F_2 − при концентрации 400 мг/л. Снижение метаболизма обнаружено при концентрации от 100 мг/л (рис. 1Б). Нарушение метаболической активности коррлирует с изменением выживаемости дафний. Для получения значений пороговых концентраций вещества по выживаемости *D. magna* необходим анализ в репрезентативных выборках.

Литература:

1. Сарапульцева Е.И., Рябченко Н.И., Иголкина Ю.В., Иванник Б.П. Использование клеточного биохимического метода для биотестирования *in vivo* радиационного загрязнения окружающей среды // Радиационная биология. Радиоэкология, 2013. 53. № 6. С. 634−638.

ОЦЕНКА ФИТОТОКСИЧНОСТИ ПОЧВ В РАЙОНЕ ВЛИЯНИЯ НчГРЭС

Т.В. Минникова, В.И. Галыга, Т.В. Денисова
ФГАО ВО «Южный федеральный университет»,
Академия биологии и биотехнологии им. Д.И. Ивановского,
г. Ростов-на-Дону

Среди предприятий Ростовской области особая роль в воздействии на окружающую среду принадлежит филиалу ОГК-2 ОАО «Новочеркасская ГРЭС» (НчГРЭС). Загрязнение почвы обусловлено обогащенностью углей, поставляемых на ГРЭС, широким спектром тяжелых металлов и радионуклидов. По данным последних исследований именно длину корней следует использовать в качестве наиболее информативного индикатора загрязненности почвы (Колесников и др., 2006; Kolesnikov et al., 2014).

Цель работы – оценить фитотоксичность почв района влияния Новочеркасской ГРЭС.

Объектами исследования были выбраны почвы площадок, расположенных в импактной зоне влияния НчГРЭС: чернозем обык-

новенный, лугово-черноземная и аллювиальная почвы. Площадки для отбора проб были заложены в 2000 г. в местах отбора проб атмосферного воздуха. Площадки расположены в пределах санитарно-защитной зоны (до 10 км). Фитотоксичность (длина корней и побегов редиса) и агрохимические свойства почв (соленость, pH, водорастворимые углеводы, содержание нитратов) определяли в лабораторных условиях по стандартным методикам (Бабьева, Зенова,1989; Казеев, Колесников, 2012).

Длина корней и побегов редиса слабо изменялась в зависимости от расстояния от источника возможного загрязнения. При увеличении расстояния показатели длины корней и побегов имели тенденцию как к увеличению, так и к снижению. При увеличении расстояния от НчГРЭС в образцах гидроморфных лугово-черноземных почв обнаружено снижение длины корней на 40% (2,7 км) и на 14% (7,3 км). Однако длина побегов с увеличением расстояния от источника загрязнения увеличивалась на 33% (2,7 км) и на 47% (7,3 км). На расстоянии 3 км обнаружили снижение длины корней и побегов у редиса в образцах аллювиальных почв на 57 и 72%, соответственно. Обнаруженные эффекты указывают на фитотоксическое действии выбросов предприятия.

Обнаружено, что изменение агрохимических свойств почв влияет на биологические процессы в анализируемых образцах. Обратная корреляция отмечена между соленостью, содержанием нитратов и длиной корней и побегов редиса на черноземах. Для гидроморфных почв (лугово-черноземные и аллювиальные почвы) показана в основном прямая корреляция, за исключением образов аллювиальных почв с водорастворимыми углеводами.

Исследование выполнено в рамках проектной части государственного задания в сфере научной деятельности Министерства образования и науки РФ №6.345.2014/К и при государственной поддержке Ведущих научных школ РФ (НШ-2449.2014.4).

Литература

1. Бабьева М.А., Зенова Н.К. Биология почв. М. Изд-во МГУ, 1989. 336 с.

2. Казеев К.Ш., Вальков В.Ф., Колесников С.И. Атлас почв Юга России. – Ростов-на-Дону: Эверест, 2010. – 128 с.

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

4. Kolesnikov S.I., Zharkova M.G., Kazeev K.Sh., Kutuzova I.V., Samokhvalova L.S., Naleta E.V., Zubkov D.A. Ecotoxicity assessment of heavy metals and crude oil based on biological characteristics of chernozem // Russian Journal of Ecology. – 2014. – Т. 45. – № 3. – С. 157–166.

РОСТ МУЖСКОГО ГАМЕТОФИТА ПЕТУНИИ В КУЛЬТУРЕ *IN VITRO*

Ю.В. Минкина
Обнинский институт атомной энергетики – филиал Национального исследовательского национального университета «МИФИ», г. Обнинск

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, поэтому мы использовали модельную систему – прорастание и рост пыльцевых трубок в культуре *in vitro* при соблюдении определенных условий инкубации и состава среды. Успешное прорастание пыльцевой трубки в культуре *in vitro* зависит от таких факторов как влажность, температура, pH среды, осмотическое давление, присутствие кислорода, анионов, катионов и 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 Т = 26ºС в течение 6 ч. Фитогормоны (ИУК, АБК, гиббереллин A_3, цитокинин 6-БАП) в концентрациях от 10^{-12}М до 10^{-3}М вносили в среду культивирования перед началом опыта.

Бор. Установлено, что бор взаимодействует с пектином стенки, стабилизируя ее механические свойства. Однако процент прорастания пыльцы на среде культивирования, содержащей одну бор-

ную кислоту – очень низкий, меньше 20% и не менялся в течение 6 ч. Длина пыльцевых трубок не превышала 150 μк.

Сахароза. При культивировании пыльцы на среде, содержащей сахарозу (без борной кислоты), процент прорастания составил 40% через 4 ч, однако длина пыльцевых трубок была ниже 100 μк.

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

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

Гиббереллины. Гиббереллин A_3 в концентрациях от 10^{-12} до 10^{-4} М стимулировал прорастание пыльцевых трубок в первые полчаса на 60%, а через 6 ч – на 30 %. Длина пыльцевых трубок возрастала в 2 раза при использовании концентрации 10^{-12}М, в то время как концентрации от 10^{-10}М до 10^{-8}М стимулировали рост пыльцевых трубок только на 50%, а концентрации 10^{-6}М – 10^{-4}М – на 10-20%.

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

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

Таким образом, внесение фитогормонов в среду культивирования вызывало разный 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 фитогормоны являются факторами регуляции прорастания и роста

мужского гаметофита. Полагаем, что АБК участвует в начальных стадиях прорастания пыльцы, гиббереллины – в растяжении пыльцевой трубки, а ИУК и цитокинины регулируют рост пыльцевой трубки.

КОЭФФИЦИЕНТЫ ПЕРЕХОДА СВИНЦА ИЗ РАЦИОНА В ПЕРИФЕРИЧЕСКУЮ КРОВЬ ОВЕЦ

Э.Б. Мирзоев, В.О. Кобялко, О.А. Губина, Н.А. Фролова, И.В. Полякова
ФГБНУ Всероссийский научно-исследовательский институт радиологии и агроэкологии, г. Обнинск

Периферическая кровь играет важную роль в транспорте и перераспределении свинца в органы и ткани животных. Циркулируя в замкнутой системе кровообращения, она объединяет работу всех систем организма и характеризует состояние гомеостаза. В реальных условиях при прогнозировании безопасности продукции животноводства используют значения суточной концентрации свинца в разных компонентах рациона и коэффициенты перехода (КП). Однако, КП свинца из рациона в периферическую кровь животных не установлены. В связи с этим целью настоящего исследования стало определение КП свинца из рациона в периферическую кровь овец.

Модельные исследования были проведены на 27 овцах романовской породы. Возраст животных 1 – 1,5 года, живая масса 33,5 ± 0,7 кг. Овец содержали в боксах по 4 – 5 голов в условиях вивария, кормили 2 раза в сутки при свободном доступе к воде. Животные были разделены на четыре группы: 1 группа (контроль) – 4 головы, 2 группа – 5 голов, 3 и 4 группы по 9 голов. Концентрация нитрата свинца в рационе составляла для животных второй группы – 5 мг/кг, третьей группы – 25 мг/кг, четвертой группы – 150 мг/кг. Нитрат свинца задавали с комбикормом один раз в сутки с учетом количества корма (в среднем 2 кг), поступающего в желудочно-кишечный тракт (ЖКТ). Для этого 100 г комбикорма смешивали с 50 мл раствора нитрата свинца определенной концентрации. При этом суточное поступление металла на голову для овец второй группы составило 10 мг, третьей группы – 50 мг, чет-

вертой группы – 300 мг. Образцы крови брали из яремной вены овец до кормления перед началом эксперимента (исход) и на 7-е, 14-е, 28-е, 42-е, 70-е и 90-е сутки интоксикации. Содержание свинца в периферической крови овец определяли атомно-эмиссионным методом.

КП рассчитывали по формуле:

$$КП = \frac{C_{крови} \times V_{крови}}{СП},$$

где $C_{крови}$ – концентрация свинца в периферической крови, мг/л;
$V_{крови}$ – общее количество крови у овец, л;
СП – суточное поступление свинца, мг;
КП – коэффициент перехода из рациона в кровь.

Общее количество крови у овец определяли из расчета 5 % от живой массы тела, фактически $V_{крови} = 0{,}05 \times M_{животного}$. Поэтому формулу расчета *КП* можно представить в виде:

$$КП = \frac{C_{крови} \times 0{,}05 \times M_{животного}}{СП}.$$

На основе экспериментальных данных (индивидуальные показатели овец по содержанию свинца в периферической крови и живой массы, а также суточного поступления металла с кормом) были определены *КП* свинца из рациона в периферическую кровь. Расчеты показали, что у животных 2 группы, *КП* составляет 0,03 – 0,015; 3 группы – 0,008 – 0,006; 4 группы – 0,003 – 0,002. Значения КП свинца из рациона в периферическую кровь имеют обратно пропорциональную зависимость от концентрации металла в рационе. Предполагается, что обнаруженная закономерность обусловлена интенсивностью всасывания металла в ЖКТ.

На всасывание свинца в ЖКТ продуктивных животных могут оказывать влияние физиологические особенности организма, состав (структура) рациона и содержание в нем кальция, цинка, железа, марганца и витамина Д. Вышеперечисленные факторы можно отнести к параметрам неопределенностей, которые фактически исключаются при определении концентрации свинца в периферической крови животных. В целом, выявленные закономерности перехода свинца из рациона в периферическую кровь позволяют ис-

пользовать концентрацию металла в периферической крови, как для оценки степени токсического действия, так и уровней накопления его в органах и продуктах питания (мясо, молоко).

ОЦЕНКА ТОКСИЧНОСТИ ПРИРОДНЫХ ВОД С ТЕРРИТОРИИ ПРЕДПРИЯТИЯ СЕВРАО МЕТОДОМ БИОТЕСТИРОВАНИЯ

К.И. Низовская, С.В. Пяткова
Обнинский институт атомной энергетики – филиал Национального исследовательского национального университета «МИФИ», г. Обнинск

Экологический мониторинг вблизи размещения предприятий и объектов ядерно-промышленного комплекса России является неотъемлемой частью сохранения благополучных условий окружающей среды. Состояние природных комплексов вблизи таких предприятий оценивается различными методами контроля: физико-химическими, радиологическими и биологическими.

Целью нашей работы стала оценка токсичности природных вод с территории предприятия СевРАО методом *ALLIUM*-теста.

Предприятие СевРАО проводит на территории Мурманской области работы, связанные с отработавшим ядерным топливом и радиоактивными отходами, накопленными в процессе деятельности Военно-Морского Флота и образующимися при утилизации атомных подводных лодок и надводных кораблей с ядерными энергетическими установками, а также работ по экологической реабилитации радиационно-опасных объектов. На данной территории ведется постоянный экологический мониторинг.

Для проведения биотестирования были отобраны образцы воды из контрольных скважин, расположенных на территории данного предприятия.

У тест-объекта *Allium cepa* оценивали морфологические (рост корней) и цитогенетические (митотический индекс и хромосомные аберрации) изменения.

Результаты биотестирования свидетельствуют о наличии токсического эффекта в исследуемых пробах воды. Наблюдается

снижение количества проросших корешков, угнетение их роста и видоизменение формы. Проращивание лука в воде из контрольных скважин приводит к достоверному изменению как уровня митотической активности корневых меристем во всех вариантах, так и частоты аберрантных клеток. В спектре цитогенетических нарушений преобладают хроматидные аберрации. Такой тип нарушений характеризует средний уровень цитотксичности. Однако присутствие заметной доли геномных нарушений в общем спектре аберраций свидетельствует о потенциальной биологической опасности среды, которая может выразиться, в том числе, в повышении риска проявления мутагенных эффектов у организмов.

Анализ воды показал широкий диапазон варьирования физико-химических и радиологических показателей, способных вызвать токсические эффекты у тест-объекта. Сравнение результатов биотестирования и физико-химического анализа воды показало, что с помощью биотеста можно выявить участки с потенциально высокими фито- и цитотоксическим эффектами. Результаты биотестирования указывают на необходимость проведения более детального физико-химического и радиологического контроля на исследуемой территории.

СОДЕРЖАНИЕ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ЛИСТЬЯХ ДРЕВЕСНЫХ НАСАЖДЕНИЙ ГОРОДА САРАТОВА

Д.А. Пидкович, Е.С. Ефимова, Н.А. Шилова
ФГБОУ ВО «Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.», г. Саратов

Древесно-культурные насаждения являются природными биоаккумуляторами тяжелых металлов (ТМ) и играют важную роль в поддержке экологического баланса городских территорий. Некоторые металлы жизненно необходимые для минерального питания растений (Zn, Fe, Mn), однако при повышенных содержаниях становятся опасными [1-3]. Поэтому исследование содержания ТМ в древесных насаждениях урбанизированных территорий является актуальной задачей.

Объектами исследования являлись листья древесных насаждений города Саратова. Отбор проб проводился в точках города с наибольшей антропогенной нагрузкой, а именно центр г. Саратова, в сентябре 2015 г. За контроль условно была взята проба с территории природного парка «Кумысная поляна».

Отобранные пробы растительного материала (листья) предварительно промывали дистиллированной водой, высушивали до постоянной массы в сушильном шкафу и измельчали до размера частиц не более 71 мкм. Анализ порошковых проб проводили с помощью волнодисперсионного рентгенофлуоресцентного спектрометра СПЕКТРОСКАН МАКС G. Результаты исследования получены в рамках государственной работы «Обеспечение проведения научных исследований».

Исследование содержания ТМ в листьях древесных растений показал, что на учетных площадях с высокой автотранспортной нагрузкой на окружающую среду выявлены более высокие показатели средних арифметических значений концентраций токсикантов по сравнению с участками с меньшей транспортной нагрузкой. Растения, произрастающие в непосредственной близости от автомобильных дорог, находятся в угнетенном состоянии. Изменение химического состава древесной растительности проявляется в накоплении элементов, преимущественно связанных с техногенезом, и обеднении биофильными элементами в первую очередь марганцем.

С каждым годом возрастает поток автотранспорта, поэтому такие исследования необходимы для предупреждения нежелательных экологических последствий.

Литература

1. Шарифзянов Р.Б. Факториальная зависимость содержания тяжелых металлов в древесных насаждениях на урбанизированной территории // Вестник Нижегородского университета им. Н.И. Лобачевского. – 2011. – №2(2). – С. 161–164.

2. Ларионов М.В. Накопление древесными растениями тяжелых металлов в зависимости от автотранспортной нагрузки// Вестник Нижегородского университета им. Н.И. Лобачевского. – 2014. – №4(1). – С. 228–232.

3. Кабата-Пендиас, А. Микроэлементы в почвах и растениях / А. Кабата-Пендиас, Х. Пендиас. –М.: Мир, 1989. – 439 с.

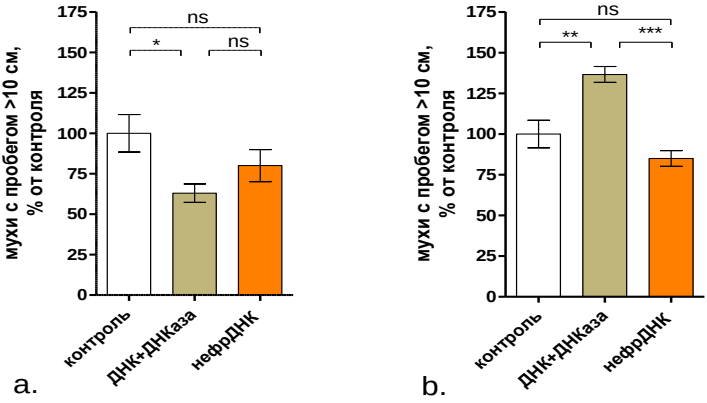
ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТОВ ДИЕТАРНОГО ПОСТУПЛЕНИЯ НУКЛЕИНОВЫХ КИСЛОТ НА МОДЕЛЬНОМ ОБЬЕКТЕ *DROSOPHILA MELANOGASTER*

А.С. Пилотович
ГНУ «Институт радиобиологии НАН Беларуси», г.Гомель, Республика Беларусь

Получены экспериментальные данные о влиянии экзогенных нуклеиновых кислот, поступающих с пищей на физиологические процессы и гомеостаз организма. Механизмы их поступления в неизменном виде с пищей остаются малоизученными, как и их роль в управлении физиологическими процессами организма.

Для тестирования эффектов диетарного поступления экзогенных нуклеиновых кислот с пищей использовали мух дикого типа (Canton S), содержали 2 суток на среде SY 10% , затем 7 суток на бездрожжевой среде (не содержит ДНК). После этого мух разделяли по полу и помещали на сутки на среду S 10% (SY 10% без дрожжей) по 40 особей на пробирку. Животные были разделены на 3 группы – контроль, нефрагментированная ДНК, ДНК+ДНаза. Для эксперимента использовали препарат ДНК, выделенной из селезенок крыс бесфенольным методом с использованием ЦТАБ-буфера, концентрация ДНК в среде 0,025 мг/мл, ДНКазы – 1 мг/мл. Замену среды производили каждый 2-е суток.

Оценку вертикальной двигательной активности (Climbing Test) проводили в 5-7 повторах в стеклянных пробирках с нанесенными на них отметками 5, 10 и 15 см. В пробирку помещали мух одного пола, несколько раз встряхивали, добиваясь равномерного выбегания мух. Рассчитывали долю животных в каждой группе, суммировали долю животных в группах «10-15см» и «выше 15 см» для всех повторов по каждому полу. Полученные данные обрабатывали в программе GraphPad Prism.



Наблюдаемое снижение вертикальной двигательной активности мух-самок в группе «ДНК+ДНКаза» по сравнению с «Контроль» составляет 37%; увеличение подвижности самцов в экспериментальных группе «ДНК+ДНКаза» по сравнению с «Контроль» составляет 40%, и снижение активности самцов в группе «ДНК» по сравнению с группой «ДНК+ДНКаза» – на 60%. Двигательная активность у самцов и самок, которые содержались на бездрожжевой питательной среде с нефрагментированной ДНК, имела склонность к снижению по сравнению с контролем. Полученные данные позволяют сделать заключение о возможности использования *D. melanogaster* в качестве модельного объекта для изучения диетарного поступления экзогенных нуклеиновых кислот с пищей.

ИЗМЕНЕНИЯ МИТОХОНДРИАЛЬНОЙ АКТИВНОСТИ В ПОКОЛЕНИЯХ *DAPHNIA MAGNA* ПОСЛЕ γ-ОБЛУЧЕНИЯ

Н.Б. Савина, Д.В. Ускалова, Е.И. Сарапульцева
Обнинский институт атомной энергетики – филиал Национального исследовательского национального университета «МИФИ», г. Обнинск

В последнее десятилетие все чаще стали появляться работы по действию на водных беспозвоночных важных групп радионуклидов, попадающих в окружающую среду. *Daphnia magna* является

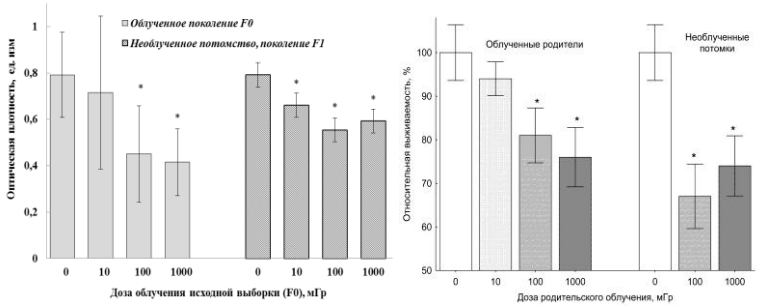
одним из повсеместно распространенных видов низших ветвистоусых ракообразных, а также широко применяемым в водной экотоксикологии тест-объектом.

Помимо основных, используемых в опытах на дафниях критериев выживаемости и плодовитости, немаловажным для понимания механизмов биологического действия облучения является метаболический критерий, который дает возможность оценить радиационно-индуцированный окислительный стресс, возникающий в организме после облучения.

В данной работе исследование механизмов формирования отдаленных эффектов низкодозового радиационного воздействия *in vivo* проведено на *D. magna* с использованием МТТ-теста, традиционно применяемого *in vitro* для тестирования лекарственных препаратов на цитотоксичность. МТТ-анализ является колориметрическим методом, который измеряет активность ферментов, восстанавливающих желтый тетразолий бромид (МТТ) до фиолетового формазана в живых клетках. 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 (АФК), вызывающих окислительный стресс.

В проведенном исследовании 1-суточных дафний поколения F_0 облучали γ-квантами ^{60}Co в дозах 10, 100 и 1000 мГр (мощность дозы 2,8 – 96 сГр/мин). Новорожденных дафний следующего поколения F_1 не облучали. МТТ-анализ проведен в 6 – 58 образцах из 50 особей 4-суточного возраста третьего и последующих пометов поколений F_0 и F_1 в нескольких независимых сериях опыта. Статистический анализ выполнен в программе Statstica 12 по критерию Манна-Уитни.

Обнаружен значимый цитотоксический эффект действие γ-излучения на дафний в дозах 100 и 1000 мГр ($p < 10^{-6}$). $LD_{50/30}$ для дафний составляет около 50 Гр. При облучении в дозе 10 мГр токсический эффект не обнаружен ($p = 0{,}397$). На рис. 1А видно, что эффект сохраняется в первом необлученном поколении и коррелирует со снижением выживаемости *Daphnia* в двух поколениях (рис. 1Б; [1]).



А) Б)

Рис.1. Динамика радиационно-индуцированного нарушения митохондриальной активности (А) и выживаемости (Б) в двух поколениях ракообразных *D. magna* с увеличением дозы облучения исходной выборки от 10 до 1000 мГр

Сделано заключение, что в γ-облученном в дозах 100 и 1000 мГр поколениях (F_0) и необлученном поколении (F_1) происходит нарушение митохондриальной активности, инициированное процессами перекисного окисления липидов и нарушением внутримембранных потоков энергии. Эти процессы вызывают наследуемое снижение жизнеспособности *D. magna*.

Литература

1. Сарапульцева Е.И., Горский А.И., Малина Ю.Ю. Радиационные риски смертности и сокращение продолжительности жизни γ-облученных в малых дозах дафний // Радиация и риск. – 2011. – Т.20. – № 1. – С. 34−40.

ЗАКОНОМЕРНОСТИ ДЕЙСТВИЯ ГАММА-ИЗЛУЧЕНИЯ НА ДИНАМИКУ РОСТА И МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ РЯСКИ МАЛОЙ *LEMNA MINOR*

Е.В. Шумаева
Обнинский институт атомной энергетики – филиал Национального исследовательского национального университета «МИФИ», г. Обнинск

В научной литературе показано наличие дозонезависимого эффекта острого гамма облучения в диапазоне 0,1–30 Гр [1]. Однако открытым остается вопрос о пороговом значении дозы, вызывающей негативный эффект. Целью данной работы было выявление закономерностей действия острого гамма-излучения в диапазоне 10–100 Гр на динамику роста и морфологические показатели ряски малой (*Lemna minor)*. В задачу исследования входило получение и анализ кривой «доза-эффект».

В работе использовали 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. Оценивали прирост количества растений, фрондов, корней и морфологические показатели: хлорозы и некрозы на 1, 5, 9, 12 и 15 сут.

К 15 сут наблюдений отмечено снижение прироста количества растений в 1,7–2 раза по сравнению с контролем (рис. 1). Значимые различия наблюдаются уже при дозе 10 Гр. Вероятно, облучение в диапазоне доз 10–100 Гр оказывает негативное воздействие не только на меристематическую активность, но и на процесс расхождения фрондов при вегетативном размножении.

Проведенное исследование показало, что на анализируемые параметры влияет не только поглощенная доза, но и мощность дозы. При дозе 10 Гр большая мощность (МД – 14,91 Гр/мин) значимо снижает прирост фрондов в 2,5–7 раз. Анализ повреждений фрондов (хлорозов и некрозов) на 15 сут показал, что с увеличением дозы количество повреждений увеличивается в 1,3–2,3 раза.

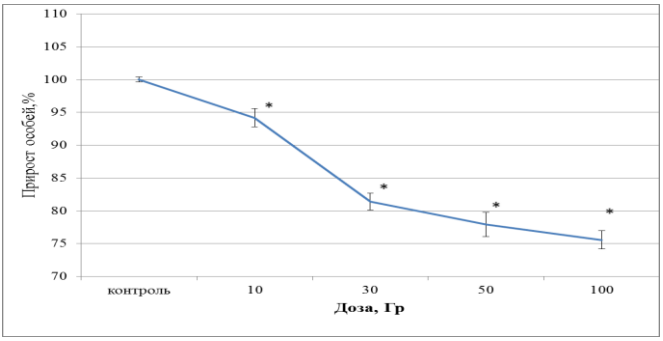


Рис. 1. Динамика прироста особей *Lemna minor* при облучении в дозах 10, 30 50 и 100 Гр(15 сут после облучения)

Литература

1. Рассказова М.М., Берестина А.В., Родина А.Н. Влияние гамма-излучения в малых дозах на время удвоения популяции и морфологические характеристики *Lemna minor* L.// Техногенные системы и экологический риск: Материалы докладов VII Региональной научной конференции / Под общ. ред. Академика РЭА Г.К. Игнатенко. – Обнинск: ИАТЭ НИЯУ МИФИ, 2012, Ч.I, – С.81-85

2. Цаценко Л. В., Малюга Н.Г. Методика биотестирования почвы на основе рясковго теста в агроэкологическом мониторинге. – Краснодар: КГА.

СЕКЦИЯ 5. ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ И ФАРМАЦЕВТИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

ИССЛЕДОВАНИЕ СТРУКТУРЫ КУРКУМИНА СПЕКТРАЛЬНЫМИ МЕТОДАМИ

А.А. Денисова, Ю.Д. Соколова, П.Н. Челнакова
Обнинский институт атомной энергетики – филиал Национального исследовательского ядерного университета «МИФИ», г. Обнинск

Куркумин – природный краситель желто-оранжевого цвета, входящий в состав листьев и корней куркумы – растения семейства имбирных. Из него получают пищевую добавку Е100, используемую в пищевой, фармацевтической и парфюмерной промышленностях [5].

При изучении структурной формулы красителя было сделано предположение, что куркумин может существовать в форме двух изомеров – кетонной и енольной (рис. 1). Енольная форма находится в равновесии с кетонной и отвечает за наличие желтой окраски красителя.

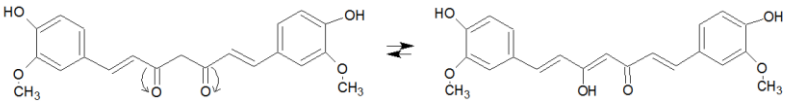


Рис. 1. Кето-енольная таутомерия куркумина

В работе были изучены ИК- и УФ-спектры порошка и растворов куркумина в различных растворителях. Исследования ИК-спектра твердого куркумина показали, что краситель преобладает в енольной форме за счет образования хелатного комплекса с очень сильными внутримолекулярными связями [1, 3, 4]. Исследования в УФ-области подтвердили выдвинутое предположение. Изменения характера спектра поглощения в неполярном растворителе соответствует $\pi \rightarrow \pi^*$ переходу и увеличению длины сопряжения, которое характерно для енольной формы. Влияние сольвата-

ции в полярном растворителе проявляется батохромным сдвигом и также меняет положение спектра поглощения.

Наличие енольной структуры подтверждается образованием енолятов с ионами натрия, что иллюстрируется большим батохромным сдвигом на спектре поглощения раствора куркумина в спиртовой щелочи.

Литература

1. Казыцина Л.А., Куплетская Н.Т. Применение УФ-, ИК- и ЯМР-спектроскопии в органической химии. – М.: Изд-во «Высшая школа», 1971. – С. 33-42.

2. Установление структуры органических соединений физическими и химическими методами / Под ред. Вайсбергера А. – М.: Химия, 1967. – С. 174-179.

3. Наканиси К. Инфракрасная спектроскопия и строение органических соединений. – М.: Мир, 1965. – С. 36-44.

4. Тарасевич Б.Н. ИК-спектры основных классов органических соединений. Справочные материалы. – М.: МГУ, 2012. – С. 12-14.

5. Харламова О.А., Кафка Б.В. Пищевые красители. – М.: Пищевая промышленность, 1979. – С. 129-135.

ВЛИЯНИЕ ВЫСУШИВАНИЯ ПРОБ ПОЧВЫ НА РЕЗУЛЬТАТЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ СОДЕРЖАНИЯ НЕФТЕПРОДУКТОВ

Д.В. Захарова
Обнинский институт атомной энергетики – филиал Национального исследовательского национального университета «МИФИ», г. Обнинск

Нефть и полученные из нее нефтепродукты занимают важную сырьевую нишу, без которых невозможно представить современное общество. Но, несмотря на пользу выпускаемой продукции, нефть является одним из распространенных источников загрязнения окружающей среды, в том числе почвы. Существует множество методик определения суммарного содержания нефтепродуктов в почве, различающихся способами пробоподготовки и проведе-

ния измерений. При этом получаемые результаты не всегда сопоставимы и достоверны.

В работе было исследовано влияние высушивания проб почвы, загрязненных различными нефтепродуктами (дизельное топливо, машинное масло и турбинное масло), на результаты анализа. Для измерения суммарного содержания нефтепродуктов в искусственно загрязненных почвах использовался метод, основанный на экстрагировании нефтепродуктов из почвы четыреххлористым углеродом, очистке экстракта от полярных соединений методом колоночной хроматографии с последующим измерением концентрации нефтепродуктов в элюате методом ИК-фотометрии на приборе КН-3.

Получились следующие результаты (табл. 1).

Таблица 1

Наименование введенный нефтепродуктов	Точно известная концентрация нефтепродуктов в почве, мкг/кг	Извлеченное количество нефтепродуктов, мкг/кг	Процент извлечения, %
Дизельное топливо	100	51	51
Дизельное топливо	1000	495	50
Машинное масло	100	65	65
Машинное масло	1000	704	70
Турбинное масло	100	84	84
Турбинное масло	1000	830	83

Из полученных данных (табл.1) видно, что извлечение нефтепродуктов из высушенных почв составляло от 50 до 84% и зависело от фракционного состава нефтепродукта.

ХРОМАТО-МАСС-СПЕКТРОМЕТРИЧЕСКОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОЛИХЛОРИРОВАННЫХ НАФТАЛИНОВ В ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОДАХ

В.В. Купцова[1], А.И. Кочетков[2], В.В. Прилагова[2], О.Н. Шадаева[2]

[1] – Обнинский институт атомной энергетики – филиал Национального исследовательского ядерного университета «МИФИ», г. Обнинск

[2] – ФГБУ Научно-производственное объединение «Тайфун», г. Обнинск

Полихлорированные нафталины (ПХН) относятся к классу ароматических соединений, состоящих из двух бензольных колец, соединенных через межъядерную связь С-С и замещенных от одного до восьми атомами хлора в *орто-*, *мета-* или *пара-* положениях. По своим физико-химическим свойствам конгенеры ПХН близки к полихлорированным бифенилам (ПХБ) [1].

ПХН обладают рядом уникальных физических и химических свойств: исключительными теплофизическими и электроизоляционными характеристиками, термостойкостью, инертностью по отношению к кислотам и щелочам, огнестойкостью, хорошей растворимостью в жирах, маслах и органических растворителях [2].

В прошлом ПХН использовались для различных видов применения, в том числе, в качестве консерванта для древесины, добавки к краскам и моторным маслам, а также для изоляции кабелей и в конденсаторах. Предполагается, что на настоящий момент преднамеренное производство ПХН прекращено, однако, важно ограничить возможные сохраняющиеся виды применения и не допустить возобновления использования ПХН. Их высокая токсичность, устойчивость к разложению в окружающей среде, способность к переносу на дальние расстояния по воздуху, водным путям и биоаккомуляции вызывает необходимость в разработке надежных методов идентификации и анализа исследуемых соединений в объектах окружающей среды [3].

Целью настоящей работы является разработка и получение массива экспериментальных данных для аттестации методики

хромато-масс-спектрометрического определения ПХН в поверхностных водах.

Особое внимание было уделено процессу проведения очистки получаемых экстрактов водных образцов с использованием различных комбинаций хроматографических колонок с окисью алюминия (AL_2O_3) и модефицированным силикагелем (SiO_2) для увеличения чувствительности и селективности предлагаемого метода анализа ПХН.

Показано, что:

– наиболее эффективной для очистки экстрактов является колонка с активированным SiO_2 (8 гр.). Полнота извлечения с колонки исследуемых ПСН составила 92–108%.

– для очистки экстрактов можно использовать и колонку с активированным AL_2O_3 (10 гр.). Полнота извлечения с колонки исследуемых ПСН составила 76–116%. Данная колонка позволяет проводить очистку экстрактов проб воды с высоким содержанием нефтяных углеводородов.

– для контроля полноты извлечения ПХН и стабильности работы хромато-масс-спектрометра использовали ПХБ-166 и ПХБ-155.

– оптимальная смесь для элюирования ПСН с колонки с AL_2O_3 – гексан: хлористый метилен (90%-10%), объем – 100мл. Для колонки с активированным SiO_2 – гексан (60мл).

Результаты работы.

1. Подобраны оптимальные условия для проведения экстракции ПХН из проб воды и очистки получаемых экстрактов.
2. Подобраны условия хромато-масс-спектрометрического анализа.
3. Для количественного расчета содержания ПХН в пробах воды использовали метод внутреннего стандарта.

Литература

1. Доналдсон Н. Химия и технология соединений нафталинового ряда. – М.: Химическая литература, 1963. – 656 с.
2. Промышленные хлорорганические продукты. Справочник / Под ред. Л.А. Ошина. – М.: Химия,1978. – 656 с., ил.
3. Стокгольмская конвенция о стойких органических загрязнителях (Девятое совещание, Рим, 14–18 октября 2013 года), 23 с.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ, НА ПРИМЕРЕ ЛЕСНЫХ ПОЧВ, ОТОБРАННЫХ В ГОСУДАРСТВЕННОМ УЧРЕЖДЕНИИ «КЛИНЦОВСКОЕ ЛЕСНИЧЕСТВО» БРЯНСКОЙ ОБЛАСТИ

Т.Е. Куницына, Т.В. Мельникова, А.С. Филимонова
Обнинский институт атомной энергетики – филиал Национального исследовательского национального университета «МИФИ», г. Обнинск

Авария на Чернобыльской АЭС привела к загрязнению радионуклидами огромных территорий, включая лесные экосистемы, расположенные в Брянской области. Воздействие радиации изменило природные свойства лесных экосистем и социально-экономическое значение леса, нарушило устойчивость лесного хозяйства, создало ряд ограничений в процессе лесохозяйственной деятельности и многоцелевого лесопользования. В связи с чем, в настоящее время актуальны вопросы, связанные с влиянием почвенных свойств на миграционную способность радионуклидов в сопредельные среды, например, лесную растительность.

Целью настоящей работы являлось определение физико-химических показателей лесных почв, отобранных в Государственоном учреждении «Клинцовское лесничество» Брянской области, влияющих на подвижность радиоцезия.

В ходе проведения лабораторных измерений были исследованы 27 образцов почв, привезенных из Клинцовского лесничества Брянской области. В каждом образце были определенны следующие физико-химические показатели:

– механический состав, плотность почвы и агрегатный состав почв методом Савинова. Было установлено, что все 27 образцов почвы по механическому составу можно определить к трем лесным породам: песок, супесь, легкий суглинок. Плотность рыхлого образца почв всех трех пород находится в пределах от 0,62 до 1,24 г/см^3. Плотность твердой фазы почв находится в пределах от 0,41 до 4,09 г/см^3. Исследуемые почвы Клинцовского лесничества не относятся к тяжелому типу, следовательно, в них цезий не будет очень прочно закрепляться компонентами почвенно-

поглощающего комплекса, что приведет к вовлечению его в миграционные процессы и поступление в растения;

– гигроскопическая влажность и полная влагоемкость. Было определено, что гигроскопическая влажность находится в пределах от 0,14 до 1,51 %, а полная влагоемкость – от 22,44 до 80,35 %. Показатель гигроскопической влажности почвы в дальнейшем будет использоваться при определении коэффициента пересчета воздушно-сухой почвы на ее сухую навеску;

– обменная кислотность почв. Было установлено, что обменная кислотность (pH солевой вытяжки) находится в пределах от 2,76 до 4,19. В соответствии с градацией почв лесных питомников по значениям pH солевой вытяжки принятой для лесных хозяйств, было установлено, что почвы Клинцовского лесничества в основном являются очень сильнокислыми, что будет приводить к увеличению подвижности радиоцезия и к накоплению его в растительности;

– содержание гумуса. В основном почвы в лесничестве представлены крайне и бедными гумусом почвами, что также будет приводить к увеличению миграционной способности радиоцезия;

– суммы обменных оснований. Значение суммы обменных оснований колеблется от 24,53 до 26,60 мг-экв/100 г. Исходя из значений ЕКО (более 10 мг-экв/100 г), определенных в исследуемых почвах, они относятся к почвам устойчивым к антропогенному воздействию, т.е. будут связывать, и удерживать ионы загрязняющих веществ, тем самым уменьшать их подвижность в почве.

Полученных результатов недостаточно для полной оценки миграционной способности цезия-137 в лесную растительность, поэтому в дальнейшем необходимо определить содержание обменного калия и илистой фракции в исследуемых образцах.

ПОЛУЧЕНИЕ ДЕМИНЕРАЛИЗОВАННОЙ ВОДЫ МЕТОДОМ МЕМБРАННОЙ ДИСТИЛЛЯЦИИ НА ОСНОВЕ ТРЕКОВЫХ МЕМБРАН

С.В. Милов[1], О.А. Ананьева[1], Г.С. Жданов[2], Т.Е. Ларичева[1], С.М. Мерков[2], П.А. Соснин[2]

[1] – Обнинский институт атомной энергетики – филиал Национального Исследовательского ядерного университета «МИФИ», г. Обнинск

[2] – ООО «Реатрек-Фильтр», г. Обнинск

Ключевые слова: мембранная дистилляция, гидрофобные трековые мембраны, обессоливание морской воды.

Перманентная нехватка пригодной к употреблению воды (в первую очередь, для питья, приготовления пищевых продуктов, выращивания пищевых растений) и постоянная опасность и водоёмких видов (отраслей) народного хозяйства вызывает повышенную обеспокоенность мировой общественности и превратилась в важнейшую национальную социальную проблему.

Дефицит пресной и чистой воды ощущается на территории более 40 стран, составляющих около 60% всей поверхности земной суши. Этот дефицит может быть покрыт опреснением соленых океанических, морских и подземных вод.

В качестве альтернативного метода опреснения высокоминерализованных и морских вод используется метод мембранной дистилляции (МД) на основе гидрофобных трековых мембран (ТМ) [1-4]. Это перспективный метод разделения водных растворов нелетучих веществ, который характеризует высокая селективность разделения (99,8% и выше); возможность использования низкопотенциального тепла и нетрадиционных источников энергии (тепловые отходы различных производств, конденсат, солнечная энергия) для подогрева разделяемого раствора, температура которого составляет ~ 40–50°C; экологическая безопасность и простое аппаратурное оформление. В отличие от баромембранных процессов, требующих создания давления до нескольких десятков атмосфер, МД проводится при атмосферном давлении. Кроме того, использование низкопотенциального тепла (отработанного пара) для по-

лучения водного теплоносителя высокого качества может положительно повлиять на КПД тепловых электоростанций, в том числе и АЭС. Однако, возможности и технологические особенности применения МД на основе трековых мембран изучены недостаточно.

Цель настоящей работы – исследование возможности использования ТМ в мембранной дистилляции. А именно, изучение особенностей мембранной дистилляции на основе ТМ; поиск наиболее оптимальных режимов проведения МД. Влияние на производительность МД различных факторов, таких как степень гидрофобности мембраны, размер пор мембраны, температурных режимов проведения МД, влияния температурной и концентрационной поляризации на эффективность МД.

Литература

1. Basini L., D'Angelo G., Gobli M., Sarti G.C., Gostoli C. // Desalination. – 1987. – V.64. – P. 245.

2. Abdullah Alkhudhiri, NaifDarwish, NidalHilal, Membrane distillation: A comprehensive review // Desalination. – 2012. – V.287. – P. 2–18.

3. MarekGryta, Effectiveness of Water Desalination by Membrane Distillation Process // Membranes. – 2012. – V. 2. – P. 415–429.

4. Lucy Mar Camacho, LudovicDumée, Jianhua Zhang, Jun-de Li, MikelDuke,Juan Gomez and Stephen Gray, Advances in Membrane Distillation for Water Desalination and Purification Applications // Water. – 2013. – V.5. – P. 94–196.

ИССЛЕДОВАНИЕ СТАБИЛЬНОСТИ БЕТАЛАИНОВОГО КРАСИТЕЛЯ

А.А. Новикова, Ю.Д. Соколова, П.Н. Челнакова
Обнинский институт атомной энергетики – филиал Национального исследовательского ядерного университета «МИФИ», г. Обнинск

При производстве многих пищевых продуктов возникает необходимость коррекции или восстановления их цвета при помощи красящих компонентов. В настоящее время производители все

больше внимания уделяют натуральным красителям. Однако одним из недостатков этих красителей является их неустойчивость к свету и температуре. Изучение свойств натуральных красителей и влияние различных факторов на их стабильность является актуальной задачей.

Бетанин – основной компонент свекольно-красного красителя, выделяемый из корнеплодов столовой свеклы (рис. 1).

Вероятно, за цвет пигмента отвечает протяженная сопряженная полиеновая структура, которая поглощает видимую область спектра. Сопряженная система бетанина является ππ-сопряжением.

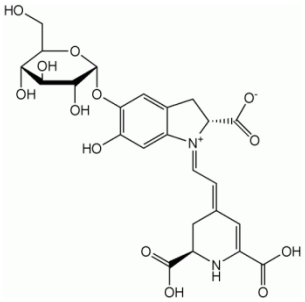


Рис. 1. Строение бетацианина (бетанина) [1]

В исследовании было обнаружено, что при экспонировании раствора красителя на свету в аэробных условиях меняется его спектр поглощения, поскольку обесцвеченный раствор не поглощает в видимой области. Сделано предположение, что в результате действия кислорода в биологической среде происходит свободно-радикальные окислительно-восстановительные процессы [2], в результате которых молекула бетанина окисляется и затем подвергается гидролизу, распадаясь на два фрагмента: индольный и s-беталамовую кислоту. Нами разработана схема предполагаемого механизма аэробного окисления и гидролиза бетанина.

Далее было обнаружено, что при добавлении разных органических кислот стабильность красителя на свету изменяется. Нами разработана схема механизма антиоксидантного влияния аскорбиновой кислоты на растворы красителя и возможность использования разных природных антиоксидантов для увеличения стабильности красителя.

Литература

1. Бриттон Г. Биохимия природных пигментов / Перевод с англ. под ред. М.Н. Запрометова. – М.: Мир, 1986. – С. 250-255.
2. Гривенникова В.Г., Виноградов А.Д. Генерация активных форм кислорода митохондриями // Успехи биологической химии/ – 2013. – Т. 53. – С. 245-296.

УСТРОЙСТВО ДЛЯ КОНТРОЛЯ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ВОЗДУШНОЙ СРЕДЫ ЛЕТУЧИМИ ОРГАНИЧЕСКИМИ СОЕДИНЕНИЯМИ

М.А. Носова, Ю.М. Глушков, Г.К. Игнатенко
Обнинский институт атомной энергетики – филиал Национального исследовательского ядерного университета «МИФИ», г. Обнинск

В связи с постоянным ростом количества синтезированных органических соединений и внедрения их в различные сферы производства, вопрос контроля воздействия их на окружающую среду является актуальным. В работе представлена экспериментальная установка для контроля наличия паров органического вещества в воздухе с помощью газоанализатора водорода ВГ-2. Прибор ВГ-2 позволяет быстро определять концентрации водорода в газовых средах с пределами от 0,1 до 200 ppm [1].

Цель работы. Создание устройства для определения концентрации паров органических веществ в воздухе, используя водородный газоанализатор ВГ и реактор для дегидрирования.

Задачи:

1. выбрать оптимальную схему устройства, включающего водородный газоанализатор ВГ-2 и реактор, для определения наличия летучих органических веществ в воздухе помещений;
2. провести исследования возможности использования водородного газоанализатора для контроля содержания паров алканов и спиртов в воздухе помещений.

В процессе исследований был выбран вариант, включающий реактор, состоящий из компрессора, редуктора, криокамеры с исследуемым органическим веществом, трубчатый канал из кварца с

регулируемым нагревателем, где пары органического вещества подвергались дегидрированию в присутствии (или без) катализатора [2].

Схема экспериментальной установки с водородным газоанализатором приведена на рис. 1.

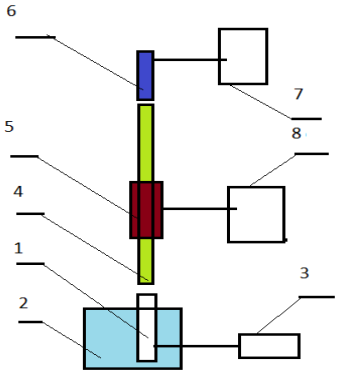


Рис. 1. Схема экспериментального устройства. 1 – исследуемая жидкость в сатураторе, 2 – криокамера, 3 – компрессор, 4 – трубчатый канал из кварца, 5 – нагреватель, 6 – датчик газоанализатора, 7 – газоанализатор ВГ-2, 8 – регулятор мощности нагревателя

Жидкость с исследуемым летучим органическим веществом находится в криокамере. При включении компрессора воздух с парами из криокамеры поступает в канал с катализатором. Далее парогазовая смесь с продуктом дегидрирования водородом поступает в газоанализатор. Исследования проводились с двумя веществами: гексаном и этиловым спиртом.

В результате проведенных исследований было установлено следующее.

Пары гексана подвергаются дегидрированию при температурах $\approx 330^{\circ}$C и выше, причем процесс дегидрирования гексана протекает без катализатора.

Пары этилового спирта подвергаются дегидрированию при температурах от $\approx 330^{\circ}$C и выше при наличии цинкового катализатора.

Проведенные исследования показали высокую чувствительность собранной установки, однако для количественной оценки

концентрации паров органического вещества в воздухе помещений требуется ее калибровка.

Литература

1. Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ» Кафедра физики твердого тела и наносистем Лаборатория «Разработка и исследование сенсоров на основе МДП-структур» [Электронный ресурс] //http://www.sensor.mephi.ru/vg-2.htm.

2. Органическая химия: учеб. для вузов: Кн. 1 / В. Л. Белобородов [и др.] / [под ред. Н. А. Тюкавкиной]. - 2-е изд., стереотип. – М.: Дрофа, 2008. – 640 с.

СРАВНЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ РАДИАЦИОННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ГХЦГ, КАК КОМПОНЕНТ ГОМОГЕННОЙ И ГЕТЕРОГЕННОЙ СИСТЕМ

Л.П.Полякова[1], Т.В. Мельникова[1], Н.Н. Лукьянова[2], А.А. Капустян[3]

[1] – Обнинский институт атомной энергетики – филиал Национального исследовательского национального университета «МИФИ», г. Обнинск

[2] – ФГБУ Научно-производственное объединение «Тайфун», г. Обнинск

[3] – Филиал «НИФХИ им. Л.Я. Карпова», г. Обнинск

В настоящее время создание экологически безопасных технологий утилизации и обезвреживания всех препаратов, содержащих токсичные изомеры ГХЦГ, отнесенного к запрещенным СОЗ, является актуальным. Для решения этой задачи в качестве перспективного направления рассматриваются ресурсы радиационного фактора.

Цель исследования заключалась в выявлении уровней возможного влияния наполнителя на эффективность радиационных преобразований ГХЦГ, в составе основного действующего вещества пестицидного препарата.

В качестве объектов сравнения использовались пробы препарата «Гексахлоран дуст» и Государственного стандартного образца (ГСО) «Линдан». Исследования проводились по методике, ранее описанной в работе [1].

Оценивалась деструктивная активность γ-ГХЦГ и сопутствующих ему изомеров при воздействии на объекты исследования гамма-излучения в высоких дозах: 109 и 117 кГр с мощностью дозы 0,31 и 0,28 Гр/с, соответственно.

Исследования показали, что γ-ГХЦГ, как чистое вещество и как компонент пестицидного препарата, мало отличаются по радиационной стабильности. Не смотря на жесткие условия облучения показатель степени разложения γ-ГХЦГ не высокий. Он не превышает величин 7–15% в твердофазном состоянии и 40–50% в составе водно-щелочной суспензии.

Меньшие значения отмечались для образцов пестицидного препарата. Можно предположить, что активность вовлечения в радиохимические процессы основного действующего вещества препарата снижается за счет первоначальной адсорбции его на поверхности наполнителя (талькомагнезита).

Однако, практического значения установленная разница не имеет. Поэтому разработка оптимальных условий разрушения пестицидов с привлечением радиационных технологий вполне возможна на примере сложных гетерогенных систем, какими является их товарная препаративная форма, накопленная в больших количествах и предназначенная для утилизации.

Важным вопросом в процессе исследования радиационных превращений пестицидов является пока не достаточно определенный состав облученной среды. По-видимому, для решения этого вопроса изучение в сравнительном аспекте индивидуального вещества и его же в составе препарата следует продолжить.

Литература

1. Полякова Л.П., Мельникова Т.В., Козьмин Г.В., Лукьянова Н.Н., Глушков Ю.М. Методические аспекты радиационной обработки пестицидных препаратов в целях утилизации их отходов // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2014. – № 11 – С. 210-215 .

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРОЦЕНТНОГО СОДЕРЖАНИЯ ИЛИСТОЙ ФРАКЦИИ В ЛЕСНОЙ ПОЧВЕ ЮХНОВСКОГО РАЙОНА КАЛУЖСКОЙ ОБЛАСТИ

А.Н. Рязанов, Т.В. Мельникова
Обнинский институт атомной энергетики – филиал Национального исследовательского национального университета «МИФИ», г. Обнинск

Установлено, что более 90% радионуклидов поглощается илистой фракцией почв, т.е. глинами, гидрослюдами и слюдами. Почвы тяжелого гранулометрического состава обладают более высоким содержанием мелкодисперсных фракций по сравнению с почвами легкого гранулометрического состава. Поэтому поглощенные радионуклиды в 2–5 раз сильнее закрепляются на тяжелых почвах, так, например, Cs-137 сорбируется в 10–20 сильнее, чем Sr-90.

Целью нашей работы являлось определение процентного содержания илистой фракции в лесной почве, отобранной в Юхновском районе (Национальный парк Угра).

Объектом исследования были пробы почвы, отобранные в лесу около д. Суковка (широта 54°45′9″N, долгота 35°7′36″E) Калужской области Юхновского района (территория Национального парка «Угра»). Предполагается дальнейшее использование этой почвы в качестве фоновой для проведения корреляционного анализа отдельных показателей физико-химической характеристики и загрязнения цезием-137 лесных почв Калужской и Брянской областей.

Перед определением илистой фракции в почвах нами предварительно были определены (в трехкратной повторности) следующие физико-химические показатели:

– гранулометрический состав. По результатам примененного «мокрого» метода определения состава, исследуемая почва представляет собой супесь;

– гигроскопическую влажность. Этот показатель, составивший в исследуемых образцах почвы 0,53±0,18%, необходим для расчетов массы сухой почвы в случае определения ее растворимых по-

терь при разрушении агрегатов и коэффициента перерасчета при определении илистой фракции. Полученные данные совпадают с результатами определения гигроскопической влажности в лесных почвах (типа супесь) как в Калужской области Кцынского лесничества 0,33÷1,12 %, так и в Брянской области Клинцовского лесничества 0,27÷0,84 % [1-2];

– наличие карбонатов. Установлено, что анализируемая почва является бескарбонатной. При определенных условиях это может привести к развитию кислотности почвы, что в свою очередь, скажется на подвижности радионуклидов и, в частности, радиоцезия;

– потери при растворении агрегатов. Потери при растворении агрегатов составили 1,32±0,33%. Т.к. исследуемые почвы являются бескарбонатными (не вскипающими) вся потеря при растворении агрегатов прибавляется к содержанию илистой фракции.

После проведения предварительного анализа почвы, нами было выполнено определение процентного содержания илистой фракции в лесной почве из Юхновского района, Национального парка Угра, которое составило 3,63±0,21%. С учетом потерь, определенных при растворении почвенных агрегатов эта величина возрастает до значений – 4,95±0,35 %.

Таким образом, определив илистую фракцию в фоновой лесной почве, мы получаем информацию, необходимую для оценки влияния физико-химических показателей лесных почв Брянской и Калужской областей, на подвижность в них цезия-137.

Литература

1. Максимова И.Г., Мельникова Т.В., Филимонова А.С., Игнатенко Г.К. Миграция цезия-137 в системе «почва-растительность» на территории Кцынского участкового лесничества. Материалы докладов XI Региональной научной конференции «Техногенные системы и экологический риск». – Обнинск: ИАТЭ, 2014. – С. 165-167.

ЗАГРЯЗНЕНИЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ ТЯЖЕЛЫМИ МЕТАЛЛАМИ

А.В. Щур[1], П.С. Орловский[1], О.П. Белоногова[1], И.С. Селезнева[1], С.Ф. Шашенко[1], О.В. Валько[2], А.А. Щур[2], В.О. Бураков[2]
[1] – Белорусско-Российский университет, г. Могилев, Республика Беларусь
[2] – Лицей Белорусско-Российского университета, г. Могилев, Республика Беларусь

Длительное время, развивая всю свою деятельность на основе представления о неограниченности природных ресурсов и безграничности самоочищающей способности природных экосистем, человечество пришло к деградации качества природной среды в региональных и глобальных масштабах, обусловив тем самым, по данным ВОЗ, до 80% своих болезней.

Среди множества загрязнителей окружающей среды, особо выделяется группа тяжелых металлов (ТМ), которые являются загрязнителями почвы, воды и воздуха.

В Республике Беларусь происходит активное загрязнение агроландшафтов тяжелыми металлами (в частности ртутью, свинцом, кадмием) от объектов энергетики, транспорта, промышленности. Площадь загрязненных свинцом и кадмием территорий на данный момент превышает полтора миллиона гектар, причем эти земли расположены вокруг крупных населенных пунктов и находятся в сельскохозяйственном пользовании, что приводит к загрязнению продукции пригородных хозяйств этими металлами. В связи с широким спектром воздействий зачастую сложно выявить степень влияния ТМ на живые организмы. Причем многие негативные воздействия носят синергичный характер, что увеличивает их опасность.

Попадание тяжелых металлов в агрофитоценозы порождает две основные проблемы:

1) снижение продуктивности и устойчивости сельскохозяйственных растений;

2) загрязнение продуктивных органов тяжелыми металлами и попадание их с пищей в организм человека.

Многие из ТМ обладают универсальной токсичностью, ингибируя развитие как одноклеточных, так и многоклеточных организмов. Механизмы токсического воздействия разнообразны и зависят от вида соединений данных веществ.

В целом же можно различить следующие воздействия на живые организмы:

1. ингибирование ферментов;
2. некротизация тканей;
3. эмбриотоксичность;
4. тератогенное воздействие;
5. онкогенность;
6. ослабление иммунности организмов;
7. мутагенез;
8. индуцирование хронических заболеваний;
9. токсичность.

Многие ТМ содержатся в почве как фоновые элементы и микроэлементы, поступая в почву в процессе выветривания горных пород. В этом случае их содержание в почве обычно находится в пределах ПДК, так как они относятся к рассеянным химическим элементам, содержащимся в горных породах в небольших количествах [1-3].

Литература

1. Большаков В.А., Краснова Н.М., Борисочкина Т.И. и др. Агротехногенное загрязнение почвенного покрова тяжелыми металлами: источники, масштабы, рекультивация. – М.: Почв. Ин-т им. В.В. Докучаева, 1993. – 91с.
2. Головатый С.Е., Жигарев П.Ф. Содержание тяжелых металлов в почве и растениях в зоне влияния крупных индустриальных центров Беларуси // Науч. обеспечение респ. комплексной программы охраны окружающей среды на 1991-1995 гг. – Минск. - 1995. – С.160-162.
3. Ковда В. А. Биогеохимия почвенного покрова. – М.: Наука, 1985. – 263с.

ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ Г. ЛИСКИ ВОРОНЕЖСКОЙ ОБЛАСТИ

Н.И. Якунина
Воронежский государственный университет, г. Воронеж

Лискинский район расположен в центральной части Воронежской области в 90 км от г. Воронежа. Административный центр – г. Лиски. Население района составляет 104,3 тыс. человек, в том числе в г. Лиски проживают около 60,8 тыс.

Централизованным водоснабжением в г. Лиски охвачено 93,4 % населения. Удельное водопотребление на 1 чел в сут составляет – 230 л.

В докладе о состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Воронежской области в 2014 г. отмечается, что используемые для централизованного водоснабжения Лискинского района подземные воды имеют повышенное содержание железа, марганца, солей жёсткости, нитратов, что ухудшает органолептические свойства питьевой воды и может оказывать неблагоприятное влияние на здоровье населения. Приоритетными загрязнителями питьевой воды в Лискинском районе являются железо (до 3 ПДК), жесткость (до 3 ПДК), нитраты (до 5 ПДК), марганец (до 2 ПДК).

Цель данной работы заключалась в оценке качества питьевой воды г. Лиски Воронежской области по результатам приоритетных показателей химического состава отобранных проб водопроводной воды.

12 февраля 2015 г. автором работы было отобрано 8 проб водопроводной воды в жилых домах 4 административных районов г. Лиски Воронежской области, по две пробы в каждом районе.

Химический анализ некоторых загрязняющих веществ в исследуемых пробах воды проводился в учебной эколого-аналитической лаборатории факультета географии, геоэкологии и туризма Воронежского госуниверситета с применением следующих методов анализа: титриметрический (общая жесткость, Ca^{2+}, Cl^{-}, SO_4^{2-}, HCO_3^{-}); потенциометрический (pH); колориметрический ($Fe_{общ.}$, NH_4^{+} NO_2^{-} , NO_3^{-}); расчетный (общая минерализация и Mg^{2+}) [1].

Результаты анализа показали, что во всех районах города питьевая вода имеет повышенную минерализацию. В соответствии с установленным нормами общая жесткость для централизованного водоснабжения должна быть ≤ 7 ммоль/л. Однако, из 8 отобранных проб воды, в 6 пробах (№4-8) обнаружена повышенная жесткость, превышающая норматив до 1,43 ПДК. В Центральном районе и районах Сахарного завода и Песковатки водопроводная вода характеризуется как «*очень жесткая*» и ее опасно употреблять в питьевых целях без соответствующей очистки.

Во всех административных районах города в водопроводной воде фактическая концентрация железа практически достигает установленных нормативов (ПДК<0,3 мг/л) и варьируется в диапазоне от 0,27 до 0,30 мг/л.

Несмотря на то, что содержание нитрат-ионов во всех пробах воды соответствуют требованиям гигиенических нормативов (СанПиН 2.1.4.1074-01 «Питьевая вода»), все же следует отметить, что в трех пробах наблюдается значительное содержание нитратного азота, имеющего вероятно, антропогенный характер. Так, например, при норме до 45 мг/л, в пробах №1,2,3 содержание нитратов составляет 20,5; 18,0 и 37,06 мг/л соответственно.

Основными причинами низкого качества питьевой воды на территории г. Лиски являются: факторы природного характера; отсутствие очистных сооружений на большинстве водозаборных узлов; несовершенство применяемых технологий очистки воды; высокая изношенность водопроводов и разводящих сетей (до 76%), приводящая к вторичному загрязнению воды и др.

На сегодняшний день необходимо усилить мониторинг и контроль за качеством питьевого водоснабжения, а населению города нужно пользоваться фильтрами для доочистки воды.

Литература

1. Прожорина Т.И. Эколого-аналитические методы исследования окружающей среды: учебное пособие / Т.И. Прожорина, Н.В. Каверина, А.Н.Никольская, Е.Ю.Иванова, А.И. Федорова и др. – Воронеж: Истоки, 2010. – 304 с.

СЕКЦИЯ 6. ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ДЕЙСТВИЯ НЕИОНИЗИРУЮЩЕГО И ИОНИЗИРУЮЩЕГО ИЗЛУЧЕНИЯ

6.1. ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ДЕЙСТВИЯ НЕИОНИЗИРУЮЩЕГО ИЗЛУЧЕНИЯ

ЭФФЕКТЫ ДЕЙСТВИЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ПОЛЕЙ МЕТРОВОГО ДИАПАЗОНА НА Na^+/Ca^{2+} ИОННООБМЕННУЮ СИСТЕМУ МЫШЕЧНЫХ КЛЕТОК ИЗОЛИРОВАННОГО СЕРДЦА КРЫСЫ

В.В. Алабовский [1], Е.В. Богачева [1,2], С.Ю. Перов [2], А.А. Винокуров [1], О.В. Маслов[1]

[1] – ГБОУ ВПО «Воронежский государственный медицинский университет имени Н.Н. Бурденко» Министерства здравоохранения Российской Федерации, г. Воронеж

[2] – ФГБНУ «Научно-исследовательский институт медицины труда», г. Москва

Сократительная активность сердца тесно связана с содержанием в миокарде ионов Ca^{2+}, а одним из важнейших регуляторов его транспорта является система Na^+/Ca^{2+} обмена [1]. Ионообменные Na^+/K^+ и Na^+/Ca^{2+} системы клетки в последнее время стали рассматриваться как универсальные и чувствительные мембранные индикаторы внешних электромагнитных воздействий [2].

Исходя из важной роли Na^+/Ca^{2+} обмена в поддержании внутриклеточного гомеостаза Ca^{2+} и обеспечении процесса электромеханического сопряжения в сердце целью настоящих исследований явилось изучение влияния электромагнитного поля (ЭМП) метрового диапазона на Na^+/Ca^{2+} обмен в изолированном сердце крысы.

Эксперименты проводились на изолированном по методу Лангендорфа сердце белых лабораторных крыс массой 200-230 г. В работе была использована перфузионная установка, непрерывно регистрирующая изменения концентрации Ca^{2+} в оттекающем от сердца перфузионном растворе [3]. Исследования проводились на 24 крысах, которые случайным образом были разделены на 2 группы – контрольную и опытную. На одном и том же сердце выполнялись три цикла регистрации показателей. Один цикл длился

6 минут и включал в себя 3 минуты поглощения сердцем Ca^{2+}, а затем 3 минуты выхода Ca^{2+} из сердца. Облучение изолированного сердца крысы ЭМП частотой 171 МГц с напряженностью 180 В/м осуществлялась посредством радиостанции «Радий-301» («Ижевский радиозавод», Россия). Экспозиция опытной группы сердец осуществлялась в период второго цикла регистрации показателей на протяжении 3-х минут поглощения, а затем еще в течении 3-х минут при выходе Ca^{2+}.

Экспозиция сердечной мышцы ЭМП приводила к достоверно значимому ($p<0,01$) снижению скорости поглощения Ca^{2+} у опытной группы по сравнению с группой контроля. При этом концентрация накапливаемого Ca^{2+} во время облучения снижалась незначительно. Однако перевод процесса Na^{+}/Ca^{2+} обмена в сторону выведения Ca^{2+} из сердца сопровождался достоверным ($p<0,01$) увеличением на 27 % количества выводимого Ca^{2+} из сердца у группы действительного облучения по сравнению с группой мнимого облучения. После экспозиции сердечной мышцы в опытной группе наблюдалось достоверное ($p<0,01$) угнетение скорости аккумуляции Ca^{2+} по сравнению с группой контроля. Концентрация поглощенного Ca^{2+} после экспозиции ЭМП уменьшалась незначительно. Однако наблюдалось достоверное ($p<0,01$) увеличение количества выводимого Ca^{2+} во время обмена внеклеточного Na^{+} на внутриклеточный Ca^{2+} после экспозиции ЭМП сердечной мышцы у опытной группы на более чем 60% по сравнению с группой контроля.

Исходя из полученных данных можно предположить, что обнаруженные изменения процесса Na^{+}/Ca^{2+} обмена под влиянием ЭМП отражают, скорее всего, нарушения регуляции содержания внутриклеточного Ca^{2+}.

Литература

1. Ottolia M., Torres N., Bridge J.H. et al. Na/Ca exchange and contraction of the heart // J. Mol. Cell. Cardiol. – 2013. – V.61. – P. 28–33.

2. Ayrapetyan S.N. Na^{+}/K^{+} pump α_3 isoform is a universal membrane sensor for weak environmental signals // J. Bioequiv. Availab. – 2013. – V.5. – № 1. – P. 031–040.

3. Алабовский В.В. Винокуров А.А., Башарина О.В., и др. Зависимость скорости Na^{+}-Ca^{2+} обмена от внеклеточной концентрации

ионов натрия и калия в изолированном сердце крысы // Вестн. новых мед. технологий. – 2011. – Т.18. – № 2. – С. 14–17.

ВЛИЯНИЕ ДЛИТЕЛЬНОГО ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ОБЛУЧЕНИЯ В ДИАПАЗОНЕ МОБИЛЬНОЙ СВЯЗИ (1800 МГЦ) НА КРОВЬ, РЕПРОДУКТИВНУЮ И ЭНДОКРИННУЮ СИСТЕМЫ КРЫС-САМЦОВ

Г.Г Верещако, Н.В. Чуешова, Г.А. Горох, Д.В. Сухарева, И.Г. Козлов
Институт радиобиологии НАН Беларуси, г.Гомель, Республика Беларусь

Мобильная связь, получившая за последние годы всеобщее распространение, является источником систематического электромагнитного облучения человека. В связи с этим возникает определенное беспокойство по поводу степени опасности этого воздействия на организм.

Цель работы – оценка состояния крови, репродуктивной и эндокринной систем крыс-самцов, подвергнутых длительному электромагнитному облучению от сотового телефона (1800 МГц), начиная с неполовозрелого возраста.

Животных (исходный возраст 50–52 дня) подвергали 30- и 60-дневной электромагнитной экспозиции на экспериментальной установке, имитирующей сигнал от мобильного телефона в режиме разговора (1800 МГц, 8 час/день фракциями по 30 мин с интервалом в 5 мин). Опыты проводили на 1-е сут после прекращения воздействия. Контролем служили животные аналогичного возраста и пола.

У крыс-самцов определяли гематологические показатели (количество лейкоцитов и лейкоцитарных элементов), массу семенников, эпидидимисов и семенных пузырьков, количественный состав популяций сперматогенных клеток, число сперматозоидов, выделенных из эпидидимиса, и их жизнеспособность, в сыворотке крови – содержание гормонов (тестостерон, кортикостерон, тиреоидные гормоны), а также МДА – конечного продукта ПОЛ.

Облучение на протяжении месяца не вызывает изменений гематологических показателей, за исключением выраженного моноцитоза (+75%). Состояние репродуктивной системы у экспонированных самцов характеризуется достоверным повышением абсолютной массы семенников, выраженными диспропорциями количественного состава популяций сперматогенных клеток, прежде всего, снижением числа клеток начальных этапов дифференцировки, более значительное для сперматогоний (-22,4%) и, напротив, повышением количества удлиненных и продолговатых сперматид соответственно до 123,4% ($p < 0,05$) и 110,4%. Число эпидидимальных сперматозоидов увеличивается до 130,5% по отношению к контролю, а их жизнеспособность падает. Гормональный баланс у экспериментальных животных нарушается, выявляется снижение уровня тестостерона на 43,6%, кортикостерона – на 26,5% и тироксина – на 33,3%, в крови происходит также накопление МДА (+42,2%).

При продолжении электромагнитного облучения до 60 дней большинство выявленных отклонений в тканевых системах организма сохраняется или усугубляется. В частности наблюдается тенденция к повышению числа лейкоцитов, за счет увеличения количества гранулоцитов (лимфоцитов и моноцитов), повышение абсолютной массы семенников и эпидидимисов. В ткани семенника происходит выраженное изменение кинетики процесса сперматогенеза, которое выражается в повышении числа прелептотенных сперматоцитов, сперматоцитов 1-го порядка и продолговатых сперматид при падении числа удлиненных сперматид до 66,2% от контрольного уровня и отмечается низкая жизнеспособность эпидидимальных сперматозоидов ($p < 0,05$). В то же время некоторые изучаемые показатели у облученных крыс-самцов, подвергнутых более длительному воздействию, имеют тенденцию к нормализации (гормональный статус, уровень МДА), что, вероятно, отражает процессы адаптации организма к действующему антропогенному фактору.

Таким образом, очевидно, что биологическая активность длительного электромагнитного излучения в диапазоне мобильной связи (1800 МГц) достаточно высокая и в связи с этим проблему экологической безопасности электромагнитных полей мобильной связи, особенно для развивающегося организма не следует недооценивать.

ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ПОЛЕЙ КОМПАКТНЫХ ЛЮМИНЕСЦЕНТНЫХ ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИХ ЛАМП

М.П. Евдокимова[1], Е.С. Озерова[2], Е.А. Фарафонова[2]
[1] – ФГБНУ «Научно-исследовательский институт медицины труда», г. Москва
[2] – ФГБОУ ВПО Московский государственный университет путей сообщения, г. Москва

При внедрении светотехнического оборудования с низким уровнем потребления электроэнергии возникает вопрос о потенциальной опасности, которую могут представлять энергосберегающие лампы для окружающей среды и человека [0]. Технология работы компактных люминесцентных ламп обеспечивает производительность выше, чем у ламп накаливания, однако имеет некоторые недостатки: иной спектральный состав излучаемого света, содержание в трубке ртути и эмиссия электрического и магнитного полей, связанных главным образом, с электронным балластным устройством.

Целью настоящего исследования явилось определение спектрального состава электрического поля (ЭП) в полосе частот 15 Гц – 32 кГц, а также измерение интенсивности ЭП в зависимости от расстояния до компактных люминесцентных ламп.

Объектом исследований являлись 4 компактные люминесцентные лампы фирмы «Osram» (Франция), отличающиеся по виду и световому потоку. Определение интенсивности электромагнитного поля, а также проведение спектрального анализа ЭП осуществлялось посредством измерителя напряженности электромагнитного поля NARDA EFA-300 (NARDA Inc., США). При измерениях антенну EFA 2245/90.31 размещали по вертикальной оси компактной люминесцентной лампы в 5 точках на расстояниях 1; 5; 10; 15 и 30 см от ее вершины.

Анализ результатов измерений показал, что характеристики эмиссии ЭП отличаются только по амплитуде спектральных составляющих, тогда как их соотношение не меняется в зависимости

от вида лампы и ее мощности. Амплитудно-частотная характеристика спектра лампы показывает ЭП на 50 Гц, как основную составляющую. Исходя из этого, основные измерения эмиссии от всех ламп проводились на частоте 50 Гц (рис. 1).

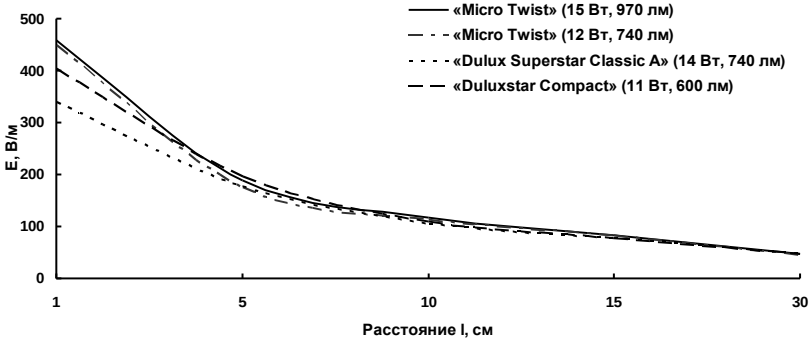


Рис. 1. Величины напряженности ЭП 50 Гц на различных расстояниях от вершины компактных люминесцентных энергосберегающих ламп

Полученные результаты свидетельствуют, что эксплуатация энергосберегающих ламп позволяет обеспечить соблюдение требований их электромагнитной безопасности для человека[0, 0].

Литература

1. Гуревич В. Энергосберегающие лампы: обратная сторона медали // Электротехнический рынок. – 2010. – № 1-2. – С.31-32.

2. Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы СанПиН 2.2.4/1191-03. «Электромагнитные поля в производственных условиях». – М., 2003.

3. Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы СанПиН 2.1.2.2645-10. «Санитарно-эпидемиологические требования к условиям проживания в жилых зданиях и помещениях». – М., 2010.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ПОЛЯ ЛИНИИ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧ ДМИТРОВСКОГО РАЙОНА Г. МОСКВЫ

А.В.Климакина [1], О.А.Максимова [1,2]
[1] –Российский университет дружбы народов (РУДН), г. Москва
[2] –ООО «Экология жизненного пространства», г. Москва

Целью настоящей работы являлась инструментальная оценка уровней ЭМИ вблизи ЛЭП и сравнение измеренных величин с их допустимыми значениями, приведенными в нормативном документе СанПиН 2971-84 [2].

Измерение электромагнитного излучения на частотах от 5 Гц до 400 кГц проводилось 25 июля 2015 г. в разное время суток: с 10:00 до 10:30, с 13:30 до 14:00, с 19:00 до 19:30 и с 01:20 до 2:00; по адресу: г. Москва, Дмитровский район, Ижорский проезд, опоры линий электропередач (ЛЭП).

Таблица 1

Результаты измерения напряженности электрического поля (В/м)

№ точки изм.	Диапазон частот	Время измерений				ДУ[2]
		10:00 – 10:30	*13:30 – 14:00*	*19:00 – 19:30*	*01:20 – 01:50*	
1	5Гц – 2000Гц	536	508	473	498	1000
	2кГц – 400кГц	0,01	0,01	0,01	0,01	
2	5Гц – 2000Гц	439	283	408	550	
	2кГц – 400кГц	1,5	0,01	0,2	2,09	
3	5Гц – 2000Гц	613	690	612	518	
	2кГц – 400кГц	3,19	2,32	2,09	2,76	

Согласно табл. 1 превышений по электрической составляющей не наблюдается в любое время суток. Однако напряженность электрического поля колеблется, особенно это заметно в точке №2, так в диапазоне и высоких и низких частот в дневное время напряжен-

ность снижается в 1,5 раза и увеличивается ближе к ночному времени.

Таблица 2

Результаты измерения напряженности магнитного поля (мкТл)

№ точки изм.	Диапазон частот	Время измерений				ПДУ ИМП ПЧ [3]
		10:00 – 10:30	*13:30 – 14:00*	*19:00 – 19:30*	*01:20 – 01:50*	
1	5Гц – 2000Гц	0,48	0,41	0,52	0,82	50
	2кГц – 400кГц	0	0	0	0	
2	5Гц – 2000Гц	0,92	1,05	1,31	1,38	
	2кГц – 400кГц	0,001	0	0,001	0,001	
3	5Гц – 2000Гц	0,78	1,51	0,61	1,38	
	2кГц – 400кГц	0,001	0,001	0,001	0,001	

Из табл. 2, напряженность магнитного поля не превышает временный норматив для ПЧ 50 Гц.

Работа выполнена в Испытательной лаборатории ООО «Экология жизненного пространства».

Литература

1. Измеров Н.Ф., Суворов Г.А., Куралесин Н.А., др. Физические факторы. Эколого-гигиеническая оценка и контроль / Практическое руководство в 2-х томах, том 1. – М.: «Медицина», 1999. – 326 с.

2. СанПиН 2971-84 «Санитарные нормы и правила защиты населения от воздействия электрического поля, создаваемого воздушными линиями электропередачи (ВЛ) переменного тока промышленной частоты». Утв. 23 февраля 1984 г.

3. СанПиН 2.1.2.1002-00 «Санитарно-эпидемиологические требования к жилым зданиям и помещениям». Минздрав России, Москва, 2001.

ЭФФЕКТЫ ДЕЙСТВИЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ПОЛЕЙ СТАНДАРТА СВЯЗИ LTE НА ОКИСЛИТЕЛЬНЫЕ ПРОЦЕССЫ В ОРГАНИЗМЕ

С.Ю. Перов, Е.В. Богачева, И.Э. Сусану, Р.А. Ненашева
ФГБНУ «Научно-исследовательский институт медицины труда», г. Москва

Одним из новейших стандартов высокоскоростной мобильной связи является стандарт четвертого поколения LTE-Advanced [1]. Эксплуатация устройств, работающих на базе стандарта LTE, обусловливает максимальное приближение радиопередающего средства к пользователю, в результате чего уровни электромагнитных полей (ЭМП) могут быть потенциально опасными для человека.

ЭМП могут оказывать неблагоприятное влияние на основные системы жизнеобеспечения организма. При этом известно, что биохимические процессы, в т.ч. образование продуктов перекисного окисления липидов (ПОЛ), обладают высокой чувствительностью к такому роду воздействия.

Целью данной работы являлось определение концентрации продуктов ПОЛ у лабораторных животных, подверженных острым воздействиям ЭМП на несущей частоте стандарта LTE.

Объектом исследований служили самцы белых нелинейных лабораторных крыс, массой 330-350 г., которые подвергались 4-х-часовой экспозиции ЭМП в области головы. Источником излучения служила рупорная антенна П6-23А (производство Беларусь), работающая на несущей частоте 2860 МГц стандарта LTE. Антенна была подключена к аналоговому генератору сигналов N5181A MXG (Agilent Technologies, США) и усилителю ZHL-42W (Mini-Circuits, США). Животные подвергались облучению в течение 1, 3 или 5 дней с плотностью потока энергии 0,1 мВт/см^2 или 1 мВт/см^2. В экспериментах было использовано 56 крыс, которые были распределены на 7 групп по 8 в каждой (6 групп подвергали истинному воздействию, и 1 контрольная группа была подвержена мнимому облучению).

По окончании исследований осуществляли декапитацию и забор крови у животных. Кровь центрифугировали, после чего проводили оценку концентрации продуктов ПОЛ – диеновых конъю-

гатов и кетодиенов. Определение продуктов ПОЛ осуществлялось спектрофотометрическим методом на спектрофотометре «Cary-50» (Agilent Technologies Inc., США). [2].

Анализ полученных результатов свидетельствует о наличии влияния экспозиции ЭМП на процессы ПОЛ. Облучение ЭМП с интенсивностью 0,1 мВт/см^2 в течение 1 и 3 дней привел к достоверному снижению ($p<0,05$) по сравнению с контролем концентрации диеновых конъюгатов на 51 % и 76 % соответственно. При интенсивности ЭМП 1 мВт/см^2 (т.е. в 10 раз большей) также установлено достоверное снижение ($p<0,05$) по сравнению с контролем концентрации диеновых конъюгатов на 57 %, однако только после однократной экспозиции.

Полученные данные позволяют предполагать, что воздействие ЭМП стандарта LTE может индуцировать развитие процессов окислительного стресса в организме только на начальном этапе облучения.

Литература

1. Приказ Министерства связи и массовых коммуникаций от 06.10.2014 г. №333 " О внесении изменений в Правила применения абонентских терминалов сетей подвижной радиотелефонной связи стандарта LTE "
2. Placer Z. Lipoperoxidative catabolism of polyenic fatty acids //Casopis lekaru ceskych. – 1968. – Т. 107. – №. 14. – P. 442-445.

ИЗМЕНЕНИЕ ДЕМОГРАФИЧЕСКИХ И БИОХИМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ У *DAPHNIA MAGNA* ПРИ ХРОНИЧЕСКОМ ДЕЙСТВИИ ЭМП БАЗОВЫХ СТАНЦИЙ СОТОВОЙ СВЯЗИ

К.В. Устенко, Д.В. Ускалова, Е.И. Сарапульцева
Обнинский институт атомной энергетики – филиал Национального исследовательского национального университета «МИФИ», г. Обнинск

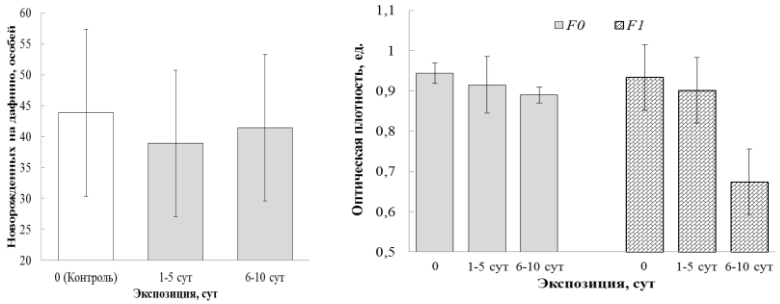
Электромагнитное поле (ЭМП), создаваемое базовыми станциями (БС) сотовой связи, является постоянно действующим на

природные экосистемы антропогенным фактором. В исследованиях радиочастотного излучения с параметрами сотовой связи на растительных объектах выявлен мутагенный эффект, на инфузориях показан эффект нарушения поведенческой активности.

Целью данной работы был анализ эффектов и механизмов хронического действия радиочастотного излучения с параметрами сотовой связи (900 МГц, 100 мкВт/см^2) по изменению выживаемости, плодовитости и метаболической активности ракообразных *Daphnia magna* в критические периоды их созревания и половозрелости в модельных опытах.

Синхронизировали лабораторную культуру *D. magna* стандартным методом. По 20 новорожденных третьего помета рассаживали в индивидуальные лабораторные стаканы с 50 мл культуральной воды. Облучение проводили на лабораторной установке, состоящей из генератора Р2-52, непрерывно генерирующего ЭМИ, и рупорной антенны с фокусирующей линзой. В тех же условиях, но без облучения всегда находился физиологический контроль ($К_{акт}$). Одну группу дафний облучали с первых по пятые сут в постэмбриональный период, в который происходит формирование яиц следующего поколения рачков. Вторая группа находилась в ЭМП в период с 6 по 10 сут, когда происходит формирование эмбрионов и первый вымет молоди. Второй контроль и дафнии, которые в данный период не облучали, культивировались в климатостате (модель Р2, Красноярск) в режиме освещения 12ч/12 ч свет/тьма при 21° С. Воду в опыте меняли дважды в неделю. *Daphnia* кормили суспензией *Chlorella vulgaris* в концентрации 1,8 мгС/мл ($5 \cdot 10^5$ кл/мл). Выживаемость рачков оценивали в 21-суточном эксперименте. Стаканы с погибшими дафниями выводили из эксперимента, новорожденную молодь, начиная с третьего помета, использовали для измерения метаболической активности колориметрическим МТТ-методом, который измеряет активность митохондриальных дегидрогеназ, восстанавливающих желтый тетразолий бромид (МТТ) до фиолетового формазана в живых клетках, что позволяет оценить цитотоксичность действующего фактора.

Согласно полученным данным, выживаемость и плодовитость дафний при тестируемом режиме облучения не нарушаются (рис. 1а).



а б

Рис. 1 – Изменение плодовитости (а) у непосредственно облученных (F_0) в ЭМП с параметрами базовых станций сотовой связи *D. magna* и их метаболической активности (б) в последующих поколениях

Однако из рис. 1б видно, что метаболическая активность новорожденных дафний в поколении *F1*, полученных от особей, облученных в период формирования эмбрионов (6-10 сут), значимо снижена ($p<0,0197$), что может привести к нарушению демографических показателях в последующих поколениях.

Следовательно, отдаленные биологические эффекты облучения в радиочастотном поле, формирующемся базовыми станциями сотовой связи, следует изучать как важный фактор, требующий постоянного экологического контроля. *D. magna* является чувствительной моделью для исследования эффектов низкоинтенсивного радиочастотного излучения.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ КЛАСТЕРНЫХ ПОВРЕЖДЕНИЙ ПОСЛЕ 5-МИНУТНОЙ ЭКСПОЗИЦИИ УФ В ДНК КЛЕТОЧНОЙ ЛИНИИ А549

А.С. Шафорост
ГНУ «Институт радиобиологии НАН Беларуси», г. Гомель, Республика Беларусь

Существует большое количество методов определения повреждений ДНК (метод хромосомных аберраций, метод ДНК-комет, иммуноферментный анализ и др.), образующихся при действии

факторов окружающей среды (Kumari, S., 2008; Ковалева, О.А., 2008). При кратковременном или низкоинтенсивном их воздействии, а также протекании метаболических процессов образуются скрытые повреждения, которые почти не выявляются с помощью этих методов. Такие повреждения ДНК позволяет выявить метод определения кластерных повреждений. Метод основан на анализе электрофоретического разделения ДНК до и после обработки ферментами-эндонуклеазами, специфически разрезающими ДНК в месте повреждения.

Известно, что при воздействии УФ образуются специфические повреждения ДНК: циклобутан-пиримидиновые димеры, 6-4-фотопродукты, цитозиновые фотопродукты, а также повреждения азотистых оснований, вызванные действием образующихся свободных радикалов. Эндонуклеаза APE1 позволяет выявить повреждения связанные с потерей или модификацией оснований, а EndoIII – скрытые повреждения пиримидиновых оснований. Целью настоящего исследования является оценка количества EndoIII- и APE1-кластеров в ДНК клеток линии A549 (клетки аденокарциномы легких человека) в модельном эксперименте до и после 5-минутной экспозиции образцов ДНК под ультрафиолетом.

Выделение ДНК производили с помощью набора High Pure PCR Template Preparation Kit (Roche, США), для предотвращения окислительных повреждений в лизирующий буфер добавляли антиоксидант TEMPOL. Облучение УФ проводили в течении 5 мин в системе гель-документации Chemi Doc (Bio-Rad, США) (контрольные образцы были защищены путем обертывания фольгой). Для работы использовали образцы ДНК «A549» (Сднк=7,64 нг/мкл) и «A549 УФ 5 мин» ((Сднк=3,15 нг/мкл)). Определение кластерных повреждений, а также анализ полученных изображений проводили согласно (S. Nowsheen [et al.], 2009; A.G. Georgakilas, [et al.], 2014, Betsy M. Sutherland [et al.], 2003). Результаты представлены в табл. 1.

В контрольном образце ДНК («А 549») количество EndoIII-кластеров на миллион пар оснований (1Mbp) несколько выше, чем APE1-кластеров. Отрицательное значение числа EndoIII-кластеров в облученном ультрафиолетом образце свидетельствует о снижении средней длинны фрагментов ДНК в пробе обработанной эндонуклеазой EndoIII по сравнению с пробой, в которую не добавляли

фермент. Возможной причиной этому является снижение количества окисленных пиримидиновых оснований, которые являются субстратом для указанного фермента. При 5-минутной УФ-экспозиции происходит увеличение количества повреждений, которые выявляются при обработке эндонуклеазой APE1, на 63%, что согласуется с литературными данными (C. Kielbassa [et al.], 1997). Число двунитевых разрывов, которые образуются при облучении УФ в течении 5 мин, рассчитанных по образцам не обработанным эндонуклеазами EndoIII и APE1 составляет 8,30 и -1,31 dsb/Mbp соответственно.

Таблица 1

Количество кластерных повреждений и двунитевых разрывов (DSB) ДНК, возникающих при 5-минутной UV-экспозиции на 10^6 п.о.

Образец	Nкластеров/Mbp		NDSB/Mbp	
	EndoIII	APE1	EndoIII	APE1
A 549	3,77	2,46		
A 549+UV 5 мин	1,47	4,01	8,30	-1,31

В модельном эксперименте определено количество EndoIII- и APE1-кластеров в ДНК клеток линии A549 до и после 5-минутной экспозиции образцов ДНК под ультрафиолетом. Подтвержден факт увеличения количества повреждений, которые выявляются при обработке эндонуклеазой APE1.

6.2. ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ДЕЙСТВИЯ ИОНИЗИРУЮЩЕГО ИЗЛУЧЕНИЯ.

ДИНАМИКА ИЗМЕНЕНИЙ ЧАСТОТЫ ЦИТОГЕНЕТИЧЕСКИХ НАРУШЕНИЙ В КЛЕТКАХ КОРНЕВОЙ МЕРИСТЕМЫ ПРОРОСТКОВ СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ БРЯНСКОЙ ОБЛАСТИ

А.Г. Афонин[1], А.А. Удалова [1,2]
[1] – Обнинский институт атомной энергетики – филиал Национального исследовательского национального университета «МИФИ», г. Обнинск
[2] – ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт радиологии и агроэкологии», г. Обнинск

В работе представлены данные о цитогенетических нарушениях в корневой меристеме проростков сосны обыкновенной с экспериментальных участков ВИУА, СБ, ЗП, ЗК на территории трех (Новозыбковский, Клинцовский, Красногорский) районов Брянской обл., подвергшейся радиоактивному загрязнению в результате аварии на Чернобыльской АЭС. Контрольный участок К был выбран в Выгоничском районе Брянской обл.; с 2006 г. в качестве второго контроля К1 использовали также участок в Унечском районе Брянской области.

Результаты расчетов частоты цитогенетических нарушений для образцов 2003-2012 гг. из Брянской области после статистической обработки для проверки на выброс, определения стандартных ошибок и уровня достоверности представлены на рис. 1.

Проведена аппроксимация зависимости частоты цитогенетических нарушений в корневой меристеме проростков сосны от времени девятью математическими моделями. Явно выраженной и однотипной для всех исследуемых участков закономерности изменений частоты цитогенетических нарушений с высоким уровнем статистической значимости не выявлено. Расчеты параметров регрессии по модели типа $a+b\cdot\sin(t+c)$ показали возможность ее применения для всех участков, включая контрольные.

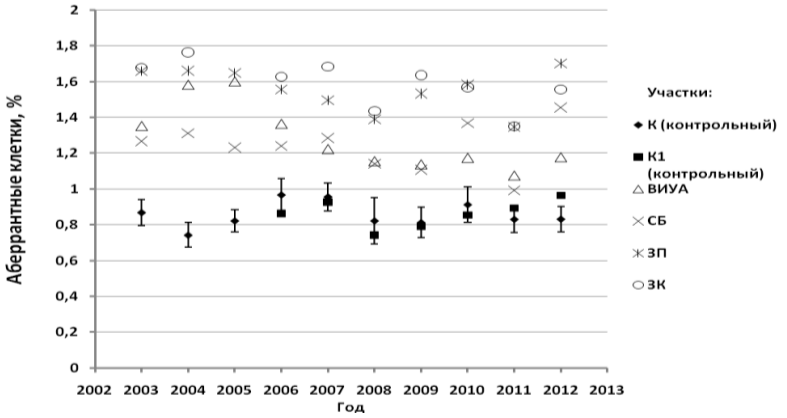


Рис. 1. Частоты цитогенетических нарушений

Литература

1. Удалова А.А., Васильев Д.В., Гераськин С.А., Дикарев В.Г. Временная динамика и структура изменчивости цитогенетических показателей в популяциях сосны обыкновенной в условиях техногенного воздействия / В кн.: Сборник научных трудов ИЛ НАН Беларуси «Проблемы радиоэкологии леса. Лес. Человек. Чернобыль». Вып. 61. Гомель: ИЛ НАН Беларуси, 2004. –С. 262-266.

2. Удалова А.А., Гераськин С.А. Временная динамика и эколого-генетическая изменчивость цитогенетических эффектов в испытывающих техногенное воздействие популяциях сосны обыкновенной // Журн. общ. биол. – 2011. – № 6. – С. 467-483.

3. Удалова А.А., Гераськин С.А. Изучение временной динамики и компонент изменчивости цитогенетических показателей в испытывающих техногенное воздействие популяциях сосны обыкновенной / В кн.: Сборник научных работ лауреатов конкурса им. Е.Р. Дашковой. Вып. 2. – Калуга: КГПУ им. К.Э. Циолковского, 2008. – С. 83–91.

МОЩНОСТЬ ЭКВИВАЛЕНТНОЙ ДОЗЫ ГАММА-ИЗЛУЧЕНИЯ НА КУРУМАХ ЮЖНЫХ СКЛОНОВ СИХОТЭ-АЛИНЬ НА ТЕРРИТОРИИ НАЦИОНАЛЬНОГО ПАРКА «ЗОВ ТИГРА» В ПРИМОРСКОМ КРАЕ

А.С. Бурый[1], К.Ю. Михайличенко[2]
[1]– ООО «Экология жизненного пространства», г. Москва
[2]– Российский университет дружбы народов (РУДН), г. Москва

Изучение хронических воздействий малых и ультрамалых доз ионизирующего излучения, вызванного естественными и искусственными радионуклидами, на человека и среду его обитания является одной из основных проблем современной радиоэкологии [1].

В июле 2015 г. в ходе научно-исследовательской экспедиции на территории национального парка «Зов Тигра» в Приморском крае были проведены измерения мощности эквивалентной дозы гамма-излучения. Измерения проводились дозиметром-радиометром ДРГБ-04.

Измерения проводились на 10 площадках площадью 10×10 м в 10 точках внутри площадки. В каждой точке закладывалось по две площадки в 10-200 м друг от друга [3]. На горе Сестра, в точке 1, и на горе Змеиный хребет, в точке 3, были выбраны по одной площадке над курумами и по одной площадке над почвой.

Как отмечает Ю.И. Берсенев уровень эквивалентной мощности гамма-излучения соответствует фоновому и несколько выше в местах выхода на поверхность больших интрузивных тел с образованием скал [2] и равен 0,13-0,20 мкЗв/ч. Над курумом, состоящем из крупных камней, с координатами 43° 31' 58.8" N 134° 3' 14.4" E значения эквивалентного уровня мощности гамма-излучения на высоте 1,5 м равен около 0,3 мкЗв/ч; на высоте 10 см – 0,5 мкЗв/ч (табл. 1).

Курумы населяет млекопитающее – северная пищуха. Ареал ее распространения простирается от заполярных областей Восточной Сибири, Чукотки и Камчатки до Тувы, Забайкалья, Приморья, а также изолированно встречается на Северном Урале.

Так как уровень гамма-излучения над курумами зависит от горной породы, из которой сложена каменная россыпь, радиационный фон на горных вершинах в разных частях планеты может отли-

чаться. Тогда разные популяции одного и того же вида живут при разных уровнях гамма-фона, и этот вид млекопитающего можно рассматривать как хороший пример для изучения хронических воздействий ультрамалых доз ионизирующей радиации.

Таблица 1

Средние значения мощности эквивалентной дозы гамма-излучения в 3-х точках

№ точки	Координаты центра площадки	Усредненное значение мощности эквивалентной дозы гамма-излучения, мкЗв/ч	
		на высоте 1,5 м	на высоте 10 см
1	43° 37' 48" N 134° 22' 51.6" E	0,14	0,13
	43° 37' 46" N 134° 22' 50.1" E	0,12	0,15
2	43° 37' 55.4" N 134° 20' 52" E	0,17	0,16
	43° 37' 49" N 134° 20' 50" E	0,16	0,15
3	43° 31' 58.8" N 134° 3' 14.4" E	0,29	0,51
	43° 31' 53.8" N 134° 3' 12.4" E	0,16	0,18

Литература

1. Асварова Т.А. Действия малых доз гамма-излучения на ферментативную активность почв Дагестана // Вестник ТГУ. – Т.18. – вып. 3. – Томск, 2013. – С. 941–945.

2. Беляев Е.А., Берсенев Ю.И., Качур А.Н. и др. Национальный парк «Зов Тигра» // Владивосток: Дальнаука, 2014. – 110 с.

3. Методические указания МУ 2.6.1.2398-08 «Ионизирующее излучение, радиационная безопасность».

МНОГОПОЛЬЗОВАТЕЛЬСКАЯ БАЗА ДАННЫХ - АРХИВ ДАННЫХ ЭКСПЕРИМЕНТОВ (АРДЭКС)

В.В. Володин, Р.И. Мироненко, В.Г. Епимахов, Г.В. Козьмин
ФГБНУ Всероссийский научно-исследовательский институт радиологии и агроэкологии, г. Обнинск

Для выполнения работ на современном уровне в разных областях радиобиологии и агроэкологии все большее применение находят информационные технологии и компьютерные средства обработки данных, такие как системы управления базами данных, базы знаний, геоинформационные, информационно-справочные и информационно-поисковые базы данных. На протяжении многих лет во ВНИИРАЭ проводится работа по сбору информации о действии ионизирующих излучений, радионуклидов и тяжелых металлов на растения, животных и микробоценозы. Результаты этой деятельности представлены в 11 базах данных, на которые получены свидетельства о государственной регистрации:

- Миграция тяжелых металлов в системе почва – сельскохозяйственные растения;
- Миграция радионуклидов в системе почва – сельскохозяйственные растения;
- Миграция радионуклидов в системе рацион – сельскохозяйственные животные;
- Миграция тяжелых металлов в системе рацион – сельскохозяйственные животные;
- Воздействие тяжелых металлов на сельскохозяйственные растения;
- Воздействие тяжёлых металлов на сельскохозяйственных животных;
- Действие электромагнитных излучений разных диапазонов на сельскохозяйственные растения;
- Воздействие ионизирующих излучений на сельскохозяйственных животных;
- Воздействие ионизирующих излучений на сельскохозяйственные растения;

- Воздействие тяжелых металлов на почвенный микробоценоз;
- Воздействие ионизирующих излучений на почвенный микробоценоз.

Для обеспечения доступа пользователей к информации, представленной в перечисленных базах данных, разработана многопользовательская база данных АрДЭкс (Архив Данных Экспериментов), главной особенностью, которой является работа в сети.

Объективная количественная оценка предназначения АрДЭкс заключается в обеспечении функционирования включенных в неё баз данных, необходимости их существования, развития и пополнения научно-технической информацией. Для достижения этой цели реализованы следующие сетевые возможности:

- Регистрация и авторизация;
- Разные уровни доступа для пользователей, операторов и администраторов;
- Отслеживание входа пользователей;
- Журнал учета посетителей

Организация и структура базы предоставляют возможность оперативного её пополнения и предоставления новой информации для научных сотрудников. Предусмотрены современные и удобные возможности для быстрого поиска необходимых документов и их анализа. Накопление данных результатов научных исследований в АрДЭкс позволяет делать их оценку, анализ и обобщение, изучать представленный материал, получать дополнительные знания и сведения.

ОЦЕНКА КОНЦЕНТРАЦИЙ МАЛОНОВОГО ДИАЛЬДЕГИДА В ХРОНИЧЕСКИ ОБЛУЧАЕМЫХ ПОПУЛЯЦИЯХ СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ

О.В. Дробышева[1], П.Ю. Волкова[2], Е.А. Казакова[2]
[1] – Обнинский институт атомной энергетики – филиал Национального исследовательского национального университета «МИФИ», г. Обнинск
[2] – ФГБНУ Всероссийский научно-исследовательский институт радиологии и агроэкологии, г. Обнинск

В результате крупной радиационной аварии в Чернобыле радиоактивному загрязнению подверглись значительные территории лесных массивов. Даже спустя более 30 лет после аварии сохранились участки, радиоактивное загрязнение которых значительно превышает фоновый уровень [1,2]. Природные популяции растений, обитающие на таких территориях находятся в условиях постоянного влияния хронического низкодозового облучения, что потенциально провоцирует оксидативный стресс. Концентрация малонового диальдегида в клетке является ключевым показателем степени оксидативного стресса. Малоновый диальдегид образуется в клетках при деградации полиненасыщенных жирных кислот под действием активных форм кислорода и служит тестом пероксидирования жирных кислот. Развитие перекисного окисления вызывает существенные изменения в структуре и функциях мембран. Однако существует сбалансированность между перекисным окислением и антиоксидантной системой защиты, что является необходимым условием для поддержания нормальной жизнедеятельности клетки.[3,4]

Исследуемый материал был отобран на наиболее загрязненных радионуклидами территориях Брянской области и Республики Беларусь. Диапазон доз на данных участках колеблется от 0,03 до 66,6 мГр/год. Для определения концентраций малонового диальдегида был применен метод высокоэффективной жидкостной хроматографии, являющийся высокочувствительным даже к относительно небольшим концентрациям малонового диальдегида. Анализ проводился с использованием градиентного элюирования (0-10% метанола в 50 мМ фосфатном буфере) и ультра-

высокоэффективной жидкостной хроматографической системе Shimadzu LC-30.

В результате исследования выявлено, что концентрации малонового диальдегида в наиболее загрязнённых популяциях существенно повышены (50-60.6 мГр/год), что свидетельствует о том, что они находятся в условиях оксидативного стресса. Найдена слабая, но значимая корреляция ($r2=0.45$, $p<5\%$) между дозовой нагрузкой и концентрацией малонового диальдегида в тканях сосны обыкновенной.

Литература

1. Ramzaev V., Botter Jensen L., Thompsen K.J. et al. An assessment of cumulative external doses from Cherno" byl fallout for a forested area in Russia using the opti" cally stimulated luminescence form quartz inclusions in bricks // J. Environ. Radioactiv. – 2008. – V. 99. – P. 1154–1164.

2. Geras'kin S.A., Volkova P.Yu. Genetic diversity in Scots pine populations along a radiation exposure gradient. Science of the Total Environment. – 2014. – V. 496. – P. 317-327.

3. Полесская О.Г. Растительная клетка и активные формы кислорода. М.: КДУ, 2007. – 140 с.

4. Oxidative damage to plants. Edited by Parvaiz Ahmad. Academic Press, USA, 2014. – 635 p.

ОТНОСИТЕЛЬНАЯ БИОЛОГИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ α-ЧАСТИЦ В ПРОЯВЛЕНИИ ОТДАЛЕННЫХ НАСЛЕДУЕМЫХ ПОВРЕЖДЕНИЙ

Е.С. Евстратова[1], О.В. Переклад[1], М.Ю. Подобед[2], А.Ю. Захаркив[2]
[1]– МРНЦ им. А.Ф. Цыба – филиал ФГБУ «НМИРЦ» Минздрава России, Обнинск
[2] – Обнинский институт атомной энергетики – филиал Национального исследовательского национального университета «МИФИ», г. Обнинск

Целью данной работы было показать зависимость эффекта позднего формирования колоний диплоидными дрожжевыми клетками от дозы ионизирующего излучения и его более выраженное проявление после действия α-частиц, чем после облучениями γ-квантами.

В качестве объекта исследования были выбраны диплоидные дрожжи *Saccharomyces cerevisiae*. Большинство радиобиологических реакций дрожжевых клеток (форма кривой выживаемости, зависимость ОБЭ от ЛПЭ, кислородный эффект, действие радиопротекторов и радиосенсибилизаторов) качественно являются похожими на реакции культивируемых клеток млекопитающих [1]. В опытах использованы гомозиготные гаплоидные (S288C) и диплоидные (XS800) штаммы. В качестве редкоионизирующего излучения использовали γ-кванты ^{60}Co (0,2 кэВ/мкм, 20 Гр/мин), в качестве плотноионизирующего – α-частицы ^{239}Pu (120 кэВ/мкм, 23 Гр/мин).

Для успешного завершения деления клеточные события должны следовать друг за другом в строго определенном порядке. Такая зависимость последующих событий по завершении предыдущих находится под регуляторным контролем, названным checkpoint. Если происходит нарушение, то деление клетки задерживается. Такая стратегия обеспечивает высокую надежность передач генетического материала потомству клеток. У дрожжей охарактеризованы 6 точек остановки в ответ на повреждение ДНК [2].

Представляет интерес связь наблюдаемых в эксперименте отдаленных наследуемых повреждений с молекулярными механизма-

ми. При активации checkpoint двунитевым разрывом клетки задерживают деление. В случае репарации повреждения происходит возобновление деления (восстановление). В случае нерепарируемого двунитевого разрыва клетки остаются в бездействии длительное время (8–12 часов), но способны отключить checkpoint и возобновить деление в результате адаптации, что может привести к генетической нестабильности [3].

Полученная в эксперименте зависимость эффекта позднего формирования колоний диплоидными дрожжевыми клетками от дозы ионизирующего излучения показывает его более выраженное проявление после действия α-частиц (ОБЭ = 4.2 ± 0.3), чем после облучениями γ-квантами. Это может быть связанно с большей эффективностью плотно ионизирующего излучения формировать летальные радиационные повреждения и соответствующие им субповреждения, ответственные за позднее формирование колоний. Другими словами, эффект позднего появления колоний связан с накоплением неэффективных для инактивации клеток субповреждений. Эти субповреждения сохраняются в отдаленных потомках выживших после облучения клеток и тем самым вызывают дестабилизацию генома, что проявляется в задержке формирования колоний и их фенотипических различиях.

Литература

1. Петин В.Г., Жураковская Г.П., Комарова Л.Н. Радиобиологические основы синергических взаимодействий в биосфере. – М.: ГЕОС, 2012. – 219 с.

2. Колтовая Н.А. Механизм checkpoint-контроля у дрожжей *Saccharomyces cerevisiae*. Сообщение ОИЯИ. Р19-2001-29, 2001.

3. Galgoczy, D. J., and D. P. Toczyski, Checkpoint adaptation precedes spontaneous and damage-induced genomic instability in yeast // Mol. Cell. Biol. – № 21. – 2001. – P. 1710–1718.

СРАВНИТЕЛЬНОЕ ИЗУЧЕНИЕ СИНЕРГИЧЕСКОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ЦИСПЛАТИНА И ГИПЕРТЕРМИИ ДЛЯ КЛЕТОК РАЗЛИЧНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ

Е.С. Евстратова[1], А.Н. Русанова[2]
[1] – МРНЦ им. А.Ф. Цыба – филиал ФГБУ «НМИРЦ» Минздрава России, Обнинск
[2] – Обнинский институт атомной энергетики – филиал Национального исследовательского национального университета «МИФИ», г. Обнинск

Гипертермия в настоящее время используется в лучевой терапии для повышения радио- и термочувствительности клеток. Поэтому представляет практический интерес для онкотерапии действие химических агентов на увеличение чувствительности клеток к повышенным температурам, характеризующееся синергизмом. Была предложена математическая модель синергического взаимодействия различных факторов окружающей среды, которая прогнозирует наличие оптимальной температуры, приводящей к максимальному синергизму при взаимодействии химических агентов и гипертермии. Кроме того, модель прогнозирует смещение максимального синергизма в область меньших температур при понижении концентрации использованных препаратов. В данной работе проводится сравнительное изучение проявления этих закономерностей при комбинированном действии цисплатина и гипертермии на диплоидные дрожжевые клетки *Saccharomyces cerevisiae*, штамм XS800 и культивируемые клетки китайского хомячка CHO.

В наших собственных экспериментах с дрожжевыми клетками было показано, что синергическое взаимодействие цисплатина и повышенной температуры регистрируется в диапазоне температур 47–55 °C. При этом максимальное значение коэффициента синергизма равнялось 2 при температуре 53 °C. Для температур ниже этого значения синергизм уменьшался из-за снижения числа термических повреждений и соответствующих им субповреждений. Для температур выше оптимального значения коэффициент синергического усиления снижался из-за уменьшения числа повреждений, индуцированных цисплатином. Максимальное синергическое

взаимодействие регистрировалось при примерно равном числе повреждений и соответствующих им субповреждений, индуцированных гипертермией и цисплатином. Уменьшение концентрации цисплатина приводит к необходимости более длительного воздействия и соответствующего снижения действующей температуры для соблюдения условия достижения максимального синергизма.

В работе [2] представлен набор обширных экспериментальных данных, отражающий инактивацию клеток китайского хомячка CHO при действии цисплатина разных концентраций, гипертермии и одновременном применении этих агентов. Используя эти данные, мы провели количественный анализ действия цисплатина и повышенной температуры с точки зрения их синергического взаимодействия. Следует отметить, что сами авторы такую оценку не проводили. В результате наших расчетов показано, что синергическое взаимодействие указанных факторов наблюдается в диапазоне температур 37–44 °C. Пониженное значение действующих температур, синергически усиливающих действие цисплатина для клеток млекопитающих по сравнению с дрожжевыми клетками, связано с более высокой термочувствительностью клеток китайского хомячка. По-видимому, этим обусловлено и значительно большее значение коэффициента синергического усиления для этих клеток – 3,5. Остальные закономерности проявления синергизма не отличались от упомянутых для диплоидных дрожжевых клеток.

Литература

1. Петин В.Г., Жураковская Г.П., Комарова Л.Н. Радиобиологические основы синергических взаимодействий в биосфере. – М.: ГЕОС, 2012. – 219 с.

2. Urano M., Kahn J., Majima H., Gerweck L.E. The cytotoxic effect of cis-diamminedichloroplatinum (II) on cultured Chinese hamster ovary cells at elevated temperatures: Arrhenius plot analysis // Int. J. Hiperthermia. – 1990. – V. 6. – P. 581–590.

СОВРЕМЕННЫЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ ОЧИСТКИ ВОДНЫХ ЭКОСИСТЕМ ОТ ДОЛГОЖИВУЩИХ РАДИОНУКЛИДОВ

А.В. Зубарева[1], А.Г. Кравцов[2], С.В. Зотов[3]
[1] – ГНУ «Институт радиобиологии НАН Беларуси», г. Гомель
[2] – ГИИ МЧС, г. Гомель, Республика Беларусь
[3] – ГНУ «Институт механики металлополимерных систем им. В.А. Белого НАН Беларуси», г. Гомель, Республика Беларусь

Для Беларуси остаются актуальными вопросы, связанные с реабилитацией территорий, пострадавших в результате Чернобыльской аварии. Особое внимание уделяется проблеме замкнутых водных экосистем, где процессы самоочищения протекают крайне медленно. Перспективным представляется поиск решения этих проблем на стыке радиобиологии, экологии и технических наук с учетом опыта, накопленного при разработке полимерных волокнисто-пористых фильтрующих материалов.

Озеро Персток, расположенное в 30 км зоне отчуждения, является одним из наиболее загрязненных долгоживущими радионуклидами водоемов Полесья. Удельная активность радионуклидов в воде в 2012 году составила: по ^{137}Cs – 3,11 Бк/л; ^{90}Sr – 5,16 Бк/л, $^{239+240}$Pu – 1,51 Бк/л; ^{241}Am – 2,24 Бк/л. При изучении накопления^{239,240} Pu, ^{241}Am,^{137}Cs и ^{90}Sr макрофитами и ихтиофауной оз. Персток проявились значительные видовые различия. Высокие коэффициенты накопления были отмечены у гидробионтов и составили до 2076 по ^{137}Cs. Высокая удельная активность долгоживущих радионуклидов характерна для донных отложений оз. Персток в 15–20 см слое (по^{137}Cs– 1870, ^{90}Sr – 37900,$^{239+240}$Pu – 130 Бк/кг). Полученные данные свидетельствуют о сохранении в период отдаленных последствий катастрофы на Чернобыльской АЭС значительного уровня загрязнения ряда основных компонентов замкнутых водных экосистем на территории ПГРЭЗ.

Разработано оригинальное техническое решение – комбинированный сорбент для очистки воды от долгоживущих радионуклидов. Он содержит полимерный волокнисто-пористый melt-blown носитель. Этот носитель импрегнирован дисперсной взвесью гуминовых веществ или зеленой водоросли хлорелла (*Chlorella*

vulgaris). Носитель, состоящий из переплетенных волокон микронных размеров, сам по себе является неселективным сорбентом дисперсных частиц загрязнений. В объеме носителя содержатся осажденные на волокнах и размещенные в межволоконном пространстве частицы гуминовых веществ. Носитель полностью проницаем для воды, вследствие чего обеспечивается контакт всего объема комбинированного сорбента с поверхностью очищаемого водоема и, тем самым, – гуминовых веществ с радионуклидами. Носитель способен задерживать зеленые водоросли.

Комбинированные сорбенты разных типов погружали в воду объемом 1 л, взятую из оз. Персток, после чего анализировали эту воду (фильтрат). Удельная активность долгоживущих радионуклидов в воде до использования сорбента составляла: по ^{137}Cs – 5,64 Бк/л; $^{239+240}Pu$ – 2,02 Бк/л; ^{241}Am – 2,42 Бк/л. При введении гуминовых веществ и водорослей в поры полимерного носителя удельная активность отфильтрованной воды оказалась ниже показателя минимально детектируемой активности (МДА) на следующих приборах: гамма-спектрометрический комплекс Canberra, автоматизированный альфа-спектрометр Canberra Alpha Analyst. Полученные результаты позволяют рекомендовать применение сорбента для очистки и реабилитации водоемов, которые в результате аварии на ЧАЭС оказались загрязненными долгоживущими радионуклидами.

ЭКСТРАКТЫ СПЕЦИЙ КАК ФАКТОРЫ, МОДИФИЦИРУЮЩИЕ ЭФФЕКТЫ РАДИАЦИОННОЙ ИНАКТИВАЦИИ МИКРООРГАНИЗМОВ ГАММА-ИЗЛУЧЕНИЕМ

Г.В. Козьмин, А.Н. Павлов, В.Г. Епимахов
ФГБНУ Всероссийский научно-исследовательский институт радиологии и агроэкологии, г. Обнинск

Растительные экстракты специй обладают биологической, антимикробной и антиоксидантной активностью, что может являться причиной модификации зависимостей «доза–эффект», определенных in vitro.

При проведении исследований эффективности радиационной инактивации контролируемых групп микроорганизмов в специях были получены дозозависимые характеристики инактивации, специфичные для каждого вида специй (Пименов, Павлов, 2014). Для объяснения полученных результатов с использованием пробит анализа определены поглощенные дозы D_{10}, вызывающие инактивацию 90% бактерий *E. Coli*, обнаруженных в количестве до 10^4 на грамм в образцах молотого кориандра и лукового порошка. Поглощенные дозы D_{10} (рис. 1) составили 100 Гр для кориандра и 140 Гр для лукового порошка.

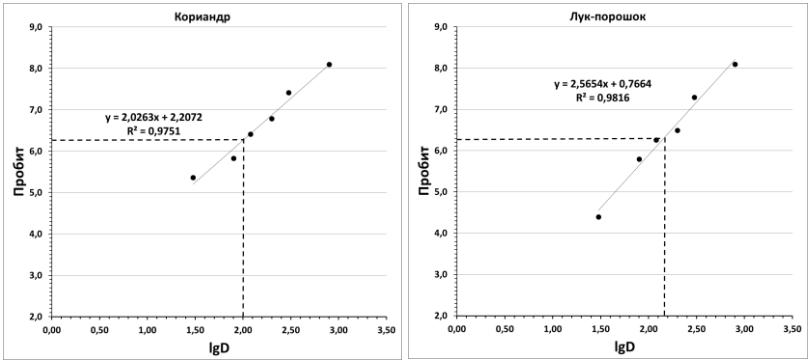


Рис. 1. Поглощенные дозы, вызывающие инактивацию 90% бактерий *E. Coli* (D_{10})

Аналогичные показатели инактивации E. Coli in vitro при облучении бактерий в суспензии (D_{10}) составили от 50 до 80 Гр в зависимости от мощности дозы.

Полученные результаты можно объяснить тем, что антиоксидантные свойства специй оказывают радиопротекторное действие при инактивации бактерий *E. coli* гамма-излучением (Sharma, 2000). Антиоксиданты, по-видимому, принимают удар окислительного стресса, вызванного ионизирующим излучением, на себя, таким образом, окисляясь, предотвращают окисление ДНК и других жизненно важных компонентов клетки.

Представляется вероятным, что бактерицидная и антиоксидантная активность специй могут существенным образом модифицировать зависимости «доза – эффект», характеризующие эффективность радиационной обработки специй в целях микробиологи-

ческой безопасности. Для изучения влияния свойств специй на характер зависимостей «доза–эффект» необходимо проведение специально спланированных экспериментальных исследований.

Литература

1. Санжарова Н.И., Павлов А.Н., Пименов Е.П., Козьмин Г.В., Кобялко В.О., Саруханов В.Я. Радиационная обработка продуктов животного и растительного происхождения в целях микробиологической безопасности /.// Вопросы атомной науки и техники. 2015. Сер. Техническая физика и автоматизация. Вып. 71. С. 65-72.
2. Sharma A., Gautam S., Jadhav S.S. Spice extracts as dose-modifying factors in radiation inactivation of bacteria // J. Agric. Food Chem. – 2000. – 48(4). – P. 1340–1344.

ИЗУЧЕНИЕ РАДИОБИОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ПУЧКА ИОНОВ УГЛЕРОДА СИНХРОТРОНА У-70

Н.В. Наседкина [1], Е.Е. Бекетов [2]
[1] –Обнинский институт атомной энергетики – филиал Национального исследовательского национального университета «МИФИ», г.Обнинск
[2] – МРНЦ им. А.Ф. Цыба – филиал ФГБУ «НМИРЦ» МЗ РФ, г. Обнинск

В настоящее время онкология остается актуальной проблемой в медицине и биологии. В большинстве развитых стран, в том числе и в России, онкологические заболевания по числу смертности стоят на втором месте после сердечнососудистых и имеют устойчивую тенденцию к росту. Поэтому требуется совершенствование методов лечения онкологических заболеваний. Главной задачей этого процесса служит поиск новых технологий облучения, вредное воздействие которых на организм становилось бы минимальным.

Данная работа посвящена изучению радиобиологических эффектов ионов углерода. Знания в этой области неполны и отрывочны, что делает актуальным данное исследование.

Благодаря ионам становится возможным лечение труднодоступных опухолей, которые устойчивы к γ-квантам и электронам. Из-за пика Брэгга пучки ионов служат средством снижения дозовой нагрузки на здоровые ткани, они фокусируются точно на опухоли.

Исследования выполнены на клетках мышиной меланомы В-16. Облучение проведено на углеродном пучке синхротрона У-70 (энергия ~ 450 МэВ/нуклон) в Институте физики высоких энергий (г. Протвино) и гамма-установке «Луч». Данные по выживаемости облученных клеток представлены на рис. 1. Дозовые зависимости строили по линейно-квадратичной модели (1).

$$S = 100 \cdot e^{-\alpha \cdot x - \beta \cdot x^2} \qquad (1)$$

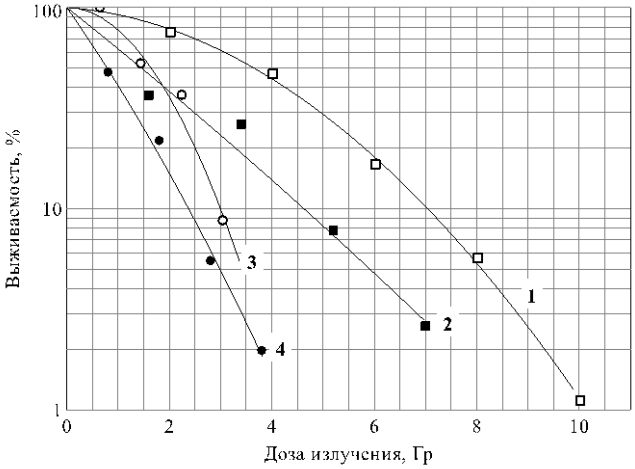


Рис. 1. Зависимость выживаемости клеток меланомы В-16 от дозы ионов углерода. 1 – гамма-излучение, 2 – область до пика Брэгга, 3 – область после пика, 4 – пик Брэгга

Дозовая зависимость клоногенной активности клеток меланомы В–16 после облучения углеродным пучком имеет линейный характер (кривые 2, 4) в отличие от линейно-квадратичной зависимости для γ-излучения (кривая 1), что закономерно. Нелинейность кривой 3 области после пика Брэгга требует дополнительных исследований. Рассчитанные на основе полученных кривых коэффициен-

ты ОБЭ на уровне 10 % выживаемости клеток составили 2,9 в пике Брэгга, 1,5 на прострелe и 2,4 в области после пика.

Полученные экспериментальные результаты не противоречат данным литературы и подтверждают привлекательность углеродных пучков для целей лучевой терапии.

ОЦЕНКА ДОЗ ОБЛУЧЕНИЯ БИОТЫ ОТ γ-ИЗЛУЧЕНИЯ ПОЧВЫ В РАЙОНЕ РАЗМЕЩЕНИЯ БЕЛОРУССКОЙ АТОМНОЙ ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ

Е.К. Нилова
РНИУП «Институт радиологии» МЧС Республики Беларусь, г. Гомель, Республика Беларусь

В Республике Беларусь на активной стадии строительства находится первая Белорусская АЭС с двумя блоками водо-водяных реакторов типа ВВЭР-1200 поколения 3+ суммарной мощностью 2 340 МВт.

Для построения доз облучения биоты в результате воздействия БелАЭС разработано программное обеспечение. Консервативно моделировались наиболее неблагоприятные сценарии осаждения радиоактивной примеси с точки зрения обеспечения радиационной безопасности. Влияние защитных мероприятий не учитывалось.

Установлено, что мощность суммарной поглощённой дозы биоты над поверхностью почвы через сутки после начала эксплуатации БелАЭС составит 10^{-7} мкГр/ч, через 60 лет после запуска станции (срок службы энергоблока) – 5×10^{-6} мкГр/ч. На рис. 1 – вклад наиболее значимых радионуклидов в суммарную поглощённую дозу от γ-излучения почвы.

В течение срока эксплуатации АЭС увеличивается вклад ^{137}Cs в формирование поглощённой дозы от γ-излучения почвы. При равных условиях радиоактивного загрязнения бóльшую поглощенную дозу от γ-излучения радионуклидов в почве получит животное с меньшей массой организма, что объясняется менее эффективным самоэкранированием γ-квантов по сравнению с животным, имеющим бóльшую массу организма.

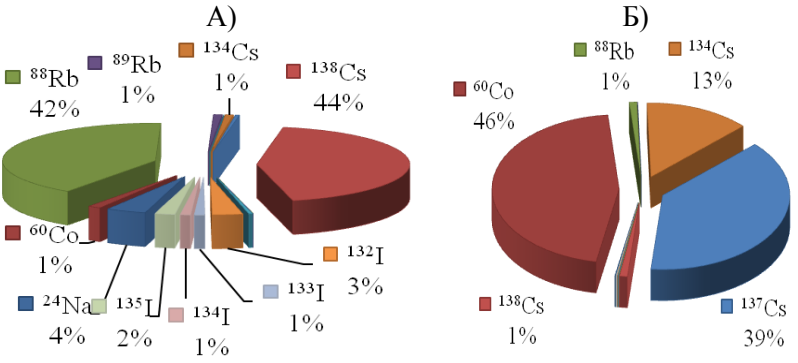


Рис.1. Вклад наиболее значимых радионуклидов в суммарную поглощенную дозу от γ-излучения почвы А) при вводе в эксплуатацию и Б) через 60 лет нормальной эксплуатации АЭС

Интегральная поглощенная доза биоты, формируемая над поверхностью загрязненной почвы, полученная за первый час после максимальной проектной аварии (МПА) составит 0,09 мкГр, за первые 150 сут после МПА − 0,007 мГр. Изотопы $^{131\text{-}133,135}$I формируют наибольший вклад (96 %) в поглощённую дозу за первые сутки после МПА от γ-излучения почвы. ^{137}Cs за первые 150 сут после МПА формирует дозу 0,45 мкГр. Указанная величина соизмерима с дозой облучения биоты от γ-излучения ^{137}Cs в почве территории Полесского государственного радиационно-экологического заповедника возле бывшего населенного пункта Рафалов Брагинского района Гомельской области, (42 км от ЧАЭС), составляющей в настоящее время 0,8-0,95 мкГр за 1 час.

Таким образом, при нормальной эксплуатации АЭС с двумя реакторами типа ВВЭР максимальные мощности дозы облучения биоты от γ-излучения почвы будут исключительно малы по сравнению с 0,1 мГр·ч$^{-1}$ – рекомендованным дозовым пределом [1]. При нормальной эксплуатации и в случае максимальной проектной аварии дозы на биоту не превысят предельных значений в 1 Гр [1].

Проведенные исследования позволяют констатировать отсутствие значимых радиоэкологических и радиационно-индуцируемых эффектов при штатных выбросах и максимальных проектных авариях на БелАЭС.

Литература

1. Effects of ionizing radiation on non-human biota. Effects of ionizing radiation on non-human biota. Report of 56 Session United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation to the General Assembly / D. Chambers [et al]. – New York: UNSCEAR, 2008. – 134 p.

ВЛИЯНИЕ ЭЛЕКТРОННОГО ИЗЛУЧЕНИЯ НА МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ РЫБНЫХ ПРЕСЕРВОВ

И.В. Полякова[1], В.О. Кобялко[1], Г.В. Козьмин[1], А.Н. Павлов[1], А.А. Брязгин[2], И.Н.Лыков[3]

[1] – ФГБНУ Всероссийский научно-исследовательский институт радиологии и агроэкологии, г. Обнинск

[2] –ФГБУНИЯФ им. Г.И. Будкера, г. Новосибирск

[3] –ФГБОУ ВПО КГУ им. К.Э. Циолковского, г. Калуга

Обработка сельскохозяйственного сырья и пищевой продукции ионизирующим излучением проводится с целью дезинсекции, обеспечения микробиологической безопасности и увеличения сроков хранения. Для многокомпонентных готовых к употреблению продуктов, таких как рыбные пресервы, которые не подвергаются термической обработке и характеризуются высоким риском развития микробного загрязнения, регламенты радиационной обработки до конца не разработаны.

В настоящей работе исследовали влияние разных доз ионизирующего излучения различных мощностей на уровень микробиологической обсемененности рыбных пресервов.

Целью работы являлось определение оптимальных условий облучения, обеспечивающих эффективное подавление жизнедеятельности микроорганизмов и не приводящее к потере качества облученной продукции.

В экспериментах использовались рыбные пресервы, изготовленные по стандартной технологии. Радиационная обработка выполнялась на импульсном электронном ускорителе ИЯФ СО РАН

с мощностью поглощенной дозы (МПД) 83,3 Гр/с и 250 Гр/с. Поглощенные дозы (ПД): 1,55; 2,63 и 6 кГр. Дозиметрию производили с помощью полимерных пленочных детекторов. Часть продукции не облучалась и служила контролем.

В контрольных и облученных образцах оценивали изменения органолептических и микробиологических показателей сразу после облучения (3 сут) и спустя 90 сут (срок хранения рыбных пресервов согласно ТУ). Анализ показателей проводили в аккредитованной лаборатории ООО «ИЛКППЭ», г. Калуга.

В исследуемых образцах изначально отсутствовали патогенные микроорганизмы (сальмонеллы, листерии, стафилококки, клостридии, бактерии группы кишечной палочки) и плесени, но количество мезофильных аэробных и факультативно анаэробных микроорганизмов (КМАФАнМ), а также дрожжей превышало допустимые уровни (табл. 1). Через трое суток после радиационной обработки все контролируемые показатели в образцах облученной продукции соответствовали нормативным значениям, кроме варианта дозы 1,55 кГр (МПД – 250 Гр/с). Отклонений органолептических свойств в контрольной и облученной продукции не обнаружено.

Таблица 1

Изменение микробиологических показателей в рыбных пресервах в зависимости от параметров облучения

Параметры облучения		КМАФАнМ, КОЕ/г		Количество дрожжей, КОЕ/г	
ПД, кГр	МПД, Гр/с	3 сут	90 сут	3 сут	90 сут
0	0	$1{,}6\cdot10^{7}$	$4{,}0\cdot10^{4}$	$1{,}5\cdot10^{2}$	$2{,}5\cdot10^{4}$
1,55	83,3	$5{,}0\cdot10^{4}$	$1{,}5\cdot10^{3}$	<10	$4{,}0\cdot10^{3}$
1,55	250	$1{,}6\cdot10^{6}$	$2{,}0\cdot10^{4}$	<10	$3{,}5\cdot10^{3}$
2,63	83,3	$5{,}0\cdot10^{3}$	$2{,}0\cdot10^{4}$	<10	$3{,}5\cdot10^{4}$
2,63	250	$1{,}0\cdot10^{4}$	$1{,}5\cdot10^{4}$	<10	$1{,}0\cdot10^{4}$
6,00	83,3	<10	<10	<10	<10
6,00	250	<10	$1{,}5\cdot10^{2}$	<10	$4{,}0\cdot10^{3}$

На 90-е сут хранения в контрольных образцах и образах облученных в дозе 1,55 кГр (МПД 250 Гр/с) отмечали нарушение органолептических характеристик. В процессе хранения КМАФАнМ разнонаправлено изменялось, но в пределах нормы, а содержание

дрожжей норматив превысило. Только при облучении в дозе 6 кГр (МПД 83,3 Гр/с) количество дрожжевых клеток в образце соответствовало нормативу ($<10^2$).

Можно сделать вывод, что среди исследованных вариантов режимов радиационной деконтаминации микроорганизмов в многокомпонентных продуктах наиболее эффективным являются: поглощенная доза 6 кГр при мощности поглощенной дозы 83,3 Гр/с.

Работа поддержана грантом регионального конкурса РФФИ № 14-44-03095.

ОЦЕНКА СПОСОБНОСТИ КЛЕТОК МЛЕКОПИТАЮЩИХ К ВОССТАНОВЛЕНИЮ ОТ РАДИАЦИОННЫХ ПОВРЕЖДЕНИЙ ПОСЛЕ ОБЛУЧЕНИЯ НЕЙТРОНАМИ

С.С. Скорбогачева[1], Е.В. Корякина[2], М.В. Трошина[2]
[1] – Обнинский институт атомной энергетики – филиал Национального исследовательского ядерного университета «МИФИ», г. Обнинск
[2] – Медицинский радиологический научный центр им. А.Ф. Цыба – филиал ФГБУ «НМИРЦ» Минздрава России, г. Обнинск

Восстановление радиационно-индуцированных повреждений в клетке, определяющее ее дальнейшую судьбу (гибель или выживание), зависит от их количества и тяжести.

В настоящей работе исследовали восстановление клеток китайского хомячка после воздействия вторичных тяжелых заряженных частиц (ТЗЧ) двух спектров ЛПЭ (100 и 380 кэВ/мкм), образованными нейтронами с энергией 14,5 МэВ. Для первого спектра 73 % дозы нейтронов обусловлено протонами, 12 % – ядрами отдачи C, N, O и 11 % – α-частицами. Для второго спектра относительные дозы составили соответственно 18, 45 и 36 %.

Клетки линии V-79 в стационарной фазе роста облучали на нейтронном генераторе НГ-24 во флаконах Карреля через стеклянную подложку (ЛПЭ ≈ 380 кэВ/мкм) или через слой раствора Хэнкса (ЛПЭ ≈ 100 кэВ/мкм). Керму нейтронов рассчитывали по показаниям трековых и активационных дозиметров-свидетелей, она составила в разных вариантах опытов 2 Гр и 6 Гр. После облуче-

ния клетки высевали в чашки Петри на свежую питательную среду немедленно или после инкубации при 37°С в присутствии 5 % CO_2 в течение 0,5; 1; 1,5; 2; 4,5 и 6 ч. Далее клетки инкубировали 9–10 дней до формирования колоний. Подсчет колоний проводили на ручном счетчике Scan 100 (Interscience, Франция). Учитывали колонии, видимые невооруженным глазом (содержащие более 50 клеток). Долю выживших клеток выражали в процентах по отношению к высеянным с учетом выживаемости клеток в контроле (эффективности посева). Определение среднего числа выживших клеток и его дисперсию проводили, исходя из пуассоновского распределения колоний.

Показано, что при керме нейтронов 2 Гр не наблюдается восстановления повреждений для обоих спектров вторичных ТЗЧ (ЛПЭ 100 или 380 кэВ/мкм). При керме нейтронов 6 Гр восстановление повреждений наблюдается только в случае спектра вторичного излучения с ЛПЭ ≈ 100 кэВ/мкм, где высок вклад протонов с низкими ЛПЭ в дозу, и полностью отсутствует для спектра ТЗЧ с ЛПЭ ≈ 380 кэВ/мкм, где основной вклад в дозу дают ядра отдачи C, N, O.

Полученные результаты согласуются с данными работы [1], в которой на клетках 10T1/2 и TCL15 показано, что заметное восстановление повреждений, индуцированных нейтронами с энергией 28 МэВ, начинается с 5 Гр. В этом случае основной вклад в дозу нейтронов также дают протоны (≈ 70 %).

Таким образом, проведенные исследования позволяют предположить, что наблюдаемое отсутствие восстановления клеток при облучении нейтронами с энергией 14,5 МэВ обусловлено действием вторичных ТЗЧ с высокой ЛПЭ (ядра отдачи C, N, O и α-частицы), которые индуцируют нерепарируемые повреждения в клетках (такие как, например, кластеры двойных разрывов ДНК).

Литература

1. S. Suzuki, F. Q. H. Ngo, I. Koumoundourous, K. R. Tourdot, C. B. Schroy & W. K. Roberts. Survival Responses and Potentially Lethal Damage Repair of Normal 10T1/2 and Its Transformed TCL 15 Cells After Irradiation with 43 Mev Proton Produced Neutrons // Acta Oncologica. – 1988. – 27. – Fasc. 3. – 281–287.

ОЦЕНКА УРОВНЯ РАДИАЦИОННО-ИНДУЦИРУЕМЫХ ЦИТОГЕНЕТИЧЕСКИХ НАРУШЕНИЙ И ОПУХОЛЕОБРАЗОВАНИЯ У ЛАБОРАТОРНЫХ ЖИВОТНЫХ ПРИ ПРОФИЛАКТИЧЕСКОМ ПРИЕМЕ ВОДНЫХ ЭКСТРАКТОВ ГРИБОВ

С.Н. Сушко, К.Н. Шафорост, Н.Н. Веялкина
ГНУ «Институт радиобиологии НАН Беларуси», г. Гомель, Республика Беларусь

Введение. В связи с развитием атомной энергетики, актуальным является вопрос разработки эффективных средств профилактики и коррекции пострадиационных нарушений организма. В последние десятилетия доказана высокая биологическая ценность грибов как пищевого продукта, содержащего уникальный комплекс питательных и лекарственных веществ. [1]. Исследование физиологической активности различных видов съедобных грибов заслуживает особого внимания.

Цель. Оценить радиозащитное действие водных экстрактов (ВЭ) грибов щелелистника (*Schizophyllum commune*), вешенки (*Pleurotus pulmonarius*) и гериция (*Hericium erinaceus*) при профилактическом применении микроядерным методом и в тесте по индуцированному опухолеобразованию в сравнительном аспекте.

Материалы и методы. В эксперименте изучали действие растворов, полученных путем водной экстракции плодовых тел культивируемых грибов. Работы выполняли на лабораторных мышах линии Af, которые в течение 1 месяца с питьем получали водный 0,1 % раствор грибов. Облучение проводили в дозах 1 и 7 Гр на гамма-установке «ИГУР» (источник ^{137}Cs). Учитывали содержание полихроматофильных эритроцитов (ПХЭ) с микроядрами (МЯ) в костном мозге [2]. Опухолевой процесс оценивали частотой опухолей и количеством аденом/мышь через 20 нед после облучения.

Результаты. Было отмечено повышение 30-суточной выживаемости на 19-23% в группах животных, которые профилактически получали водные экстракты грибов.

Пероральное поступление ВЭ исследуемых грибов с питьем в течение 1 мес. вызывает снижение радиационно-индуцированного уровня повреждения (МЯ) в ПХЭ костного мозга мышей (рис.1)

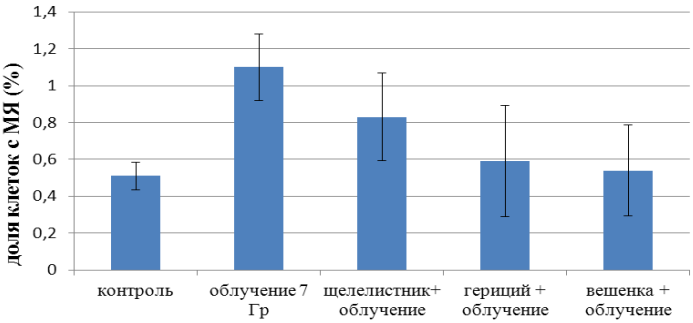


Рис.1. Доля ПХЭ с МЯ в костном мозге облученных животных при приеме ВЭ грибов

В максимальной степени данный эффект наблюдали в группах с ВЭ гериция и вешенки легочной (на 46-50% по сравнению с группой облучения).

Оценка уровня радиационно-индуцированного (7 Гр) опухолеобразования в легких мышей, при предварительном приеме ВЭ грибов, не показала отличий в контрольной и опытных группах. При дозе облучения 1 Гр отмечено достоверное снижение процента животных с новообразованиями в легких при приеме ВЭ *H. erinaceus*, на 21%.

Выводы. Наиболее эффективным оказался продолжительный приём экстракта *P. pulmonarius* и *H. erinaceus*, что подтверждается наличием достоверного снижения уровня МЯ в данной группе по отношению к облучённым животным ($p<0,05$). Установлено онкопротекторное действие ВЭ *H. erinaceus* при пероральном профилактическом применении в течение месяца перед облучением.

Литература

1.Фундаментальные основы микологии и создание лекарственных препаратов из мицелиальных грибов. Феофилова Е.П., и др.: На-циональная академия микологии, 2013, 152 с.

2. Kasamoto S1., et all. In vivo micronucleus assay in mouse bone marrow and peripheral blood. // Methods Mol Biol. – 2013. – N1044. – P. 179-89.

РАДИАЦИОННАЯ ОБРАБОТКА СВЕЖИХ ОВОЩЕЙ И ФРУКТОВ КАК ПЕРСПЕКТИВНЫЙ МЕТОД СТЕРИЛИЗАЦИИ ПРОДУКЦИИ РАСТЕНИЕВОДСТВА

Т.В. Чиж
ФГБНУ Всероссийский научно-исследовательский институт радиологии и агроэкологии, г. Обнинск

Количество потребителей свежей продукции растениеводства ежегодно растет, и связано это не только с изменяющейся демографической обстановкой в мире, но также с постепенным изменением образа жизни людей. Продажи свежих овощей и фруктов продолжают расти. Вместе с тем свежая продукция растениеводства является потенциальным источником пищевых отравлений, приводящих к госпитализации, а иногда даже летальному исходу, что не может не сказываться на имидже производителей такой продукции. Актуальной также остается проблема хранения свежих овощей и фруктов в течение времени, которое требуется в современных экономических условиях.

Применение традиционных методов, таких как, например, термическая обработка или обработка химическими реагентами, к сожалению, не может обеспечить необходимый уровень безопасности и сохранности продукции растениеводства, поэтому в последние десятилетия в мире все большее внимание исследователей уделяется т.н. «бесконтактным» методам, а именно, обработке ионизирующим излучением. Перспективность и безопасность такого подхода постепенно находит все большее подтверждение на основании многочисленных исследований.

Свежую продукцию растениеводства можно облучать в целях стерилизации, ингибирования прорастания, уничтожения насекомых-вредителей, задержки созревания.

В настоящее время исследования в области безопасности облучения свежих овощей и фруктов продолжаются по всему миру. Безопасность облучения ежегодно подтверждается новыми данными. Так, например, показано, что облучение в дозе до 5 кГр не вызывает образования детектируемых концентраций фурана в свежих овощах и фруктах [1]. Более того, было показано, что концентрация фурана, образующегося после облучения гораздо ниже,

чем в пищевых продуктах обработанных термическим способом. Таким образом, облучение в умеренных дозах представляется такой же безопасной технологией как термическая обработка и имеет потенциал в качестве одного из «барьерных» средств обработки фруктов и овощей.

На сегодняшний день облучение продуктов питания разрешено в 41 стране. Лидерами в данной области являются КНР и Соединенные Штаты Америки.

Нормативные документы, действующие в различных странах мира, регламентируют различные дозы облучения для одних и тех же продуктов. Однако при этом должны соблюдаться рекомендации ВОЗ и ФАО ООН. Так, в США, Управлением по санитарному надзору за качеством пищевых продуктов и медикаментов, допускается облучение свежих фруктов и овощей дозой не более 1 кГр [2].

Проведение исследований в данной области вызвано необходимостью не только разработки более совершенной технологии облучения свежих фруктов и овощей, учитывающей специфику каждого отдельного вида продукции, но также с целью контроля таких изменяющихся параметров, как, например, изменчивость микроорганизмов.

Литература

1. Fan X., Sokorai K.J.B. Effect of ionizing radiation on furan formation in fresh fruits and vegetables // J. Food Sci. – 2008. – V. 73(2). – P. 79–83.

2. Food Irradiation: A Safe Measure / U.S. Food and Drug Administration. FDA, 2000, № 00-2329. – 6 p.

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПОВЕДЕНИЯ Sr-90 НА БИОТОПЕ РЕГИОНАЛЬНОГО ХРАНИЛИЩА РАО

Р.Р. Шошина[1], Г.В. Лаврентьева[1,2], Б.И. Сынзыныс[1]
[1] –Обнинский институт атомной энергетики – филиал Национального исследовательского национального университета «МИФИ», г. Обнинск
[2] – Калужский филиал Московского Государственного Технического Университета имени Н.Э. Баумана, г. Калуга

МКРЗ сформулировала важный принцип ступенчатого, поэтапного подхода к анализу радиоэкологических ситуации: на первом этапе – проведение предварительного, скринингового, анализа на основе стандартной простой процедуры, не требующей проведения детального обследования; выявление тривиальных ситуаций и дальнейшего рассмотрения; второй этап – проводится только в случаях превышения контрольных уровней облучения; предусмотрен более детальный анализ с учётом местных особенностей радиоактивного загрязнения экосистем.

При этом, выявление и изучение экологических аспектов воздействия биологически активного радионуклида Sr-90 на биотопе хранилища РАО на севере Калужской области, а именно в цепочке «почва-растения-моллюски» приобретает особую актуальность.

В ходе полевых экспериментов и лабораторных анализов (2011-2015 гг.) установлено, что радиоактивное загрязнение на территории расположения хранилища обусловлено Sr-90. Полученные в ходе многолетнего исследования, результаты удельных активностей ($А_{уд}$) верхнего (5 см) слоя почвы для Sr-90 показали снижение удельной активности с 2011 по 2015 гг. Так в 2011 г. удельные активности отмечены в пределах от 26,0±7,8 до 5203,0±1561,3 Бк/кг; в 2015 г. значения удельных активностей почв находились в пределах от 1,5±0,3 до 1925±219 Бк/кг, при этом ареал исследования территории был расширен.

Однако, отметим, что в 2015 г., в сравнении с 2011 г. выявлено повышение удельной активности радионуклида в компонентах биоты. Так, за 2011 г. при удельной активности в почве порядка 10^1, 10^2, 10^3 зафиксированы значения в раковинах до 359, до 477, до 1471 Бк/кг соответственно и в растительности до 326, до 1048,

до 1265 Бк/кг соответственно. Тогда как за 2015 г. при $A_{уд}$ в почве порядка 10^1, 10^2 значения в раковинах достигают до 5974 и 7750 Бк/кг соответственно, а в растительности до 1545 и 1765 Бк/кг. При этом отмечается увеличение $A_{уд}$ Sr-90 в раковинах моллюсков в отличие от растительности.

Коэффициенты накопления и перехода Sr-90 в изучаемой системе варьируют в широком диапазоне (0.01 – 7.3 и 0.01-2.8, соответственно) в зависимости от геоморфологических и литологических особенностей территории.

Расчет и анализ мощностей доз с помощью программы ERICA TOOL (приложения программы Tier 2) показал отличие мощностей доз в 2011, 2013, 2015 годах. Так, если в 2011 г. диапазон мощностей доз для наземного моллюска составляет 0,03-2,4 мкГр/час, то к 2013 и 2015 гг. значения варьируют в диапазоне 0,6-9,0 и 0,3-9,0 мкГр/час соответственно. Скрининговое сравнение мощностей доз со значениями безопасного уровня воздействия предложенным в ERICA (10 мкГр/ч) [1], показал, что имеются значения, расположенные в пределах от 5 до 9 мкГр/ч, согласно которым программа предлагает проведение детального рассмотрения расчетов и уточняющих исследований. Однако в целом, согласно ERICA, сложившаяся ситуация на территории расположения хранилища РАО считается безопасной для рассматриваемой биоты.

Так же, проведен скрининговый анализ по некоторым альтернативным значениям мощности дозы облучения (1,7 мкГр/час [2]; 0,1 мГр/сут [3]) для флоры и фауны. В результате, в период с 2011 по 2015 гг. отмечаются мощности доз, требующие дополнительных, уточняющих исследований флоры и фауны.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (Договор №НК-15-38-20142\15).

Литература

1. DOE Standard. A graded approach for evaluation radiation doses to aquatic and terrestrial biota. DOESTD-1153-2002. — Washington: US Department of Energy, 2002.

2. Майстренко Т.А., и др. Оценка экологического риска радиационного воздействия для природных экосистем, загрязненных в результате аварии на Чернобыльской АЭС// Известия Коми науч-

ного центра УрО РАН. – Выпуск 3(15). – Сыктывкар, 2013. – С.41-47.

3. Крышев И.И., Сазыкина Т.Г. Радиационная безопасность окружающей среды: Необходимость гармонизации // Радиация и риск. – 2013. – Том 22. – № 1. – С. 47-61.

СОДЕРЖАНИЕ

Положение о XIII Региональной научной конференции «Техногенные системы и экологический риск» 3

Пленарное заседание 8

Снакин В.В. Картографический анализ последствий деятельности ПО «МАЯК» на Южном Урале 8

Секция 1. Ядерная и тепловая энергетика, современные экологические технологии 11

Асхадуллин С.Р., Шилина А.С., Николаев А.Н., Скоморохова С.Н., Трифанова Е.М. Очистки модельных жидких радиоактивных растворов от радионуклида цезия Цеолитоподобным термостойким и радиациационностойким алюмосиликатным адсорбентом, синтезированным на кафедре ОиСХ 11

Андронов Ю.В., Лещуков О.И., Игнатенко Г.К. Полевые измерения концентрации водорода в подпочвенном воздухе над тектоническим разломом в зоне размещения Калининской АЭС 13

Лукьян Е.И., Матвеева Т.В., Никонорова Ю.А., Терехова А.М., Ергулович М.Л. Использование гадолиния в качестве выгорающего поглотителя в топливе реактора ВВЭР-1200 15

Николаева Ю.А., Максимова О.А. Сравнение результатов детекции полярных и неполярных органических загрязнителей в водной среде методом оптического биосенсора на основе ДНК 17

Холькин И.А.,.Милинчук В.К, Белозёров В.И., Клиншпонт Э.Р. Воздействие водных растворов на оксидные плёнки алюминиевых и циркониевого сплавов 18

Хорасанов Г.Л., Зевякин А.С. Атомные электростанции сверхмалой мощности для прикладных и учебных целей 20

Шилина А.С., Бурухин С.Б., Шарафиева Г.Р., Бахтин В.Д. Сорбция катионов тяжелых металлов из водных сред новым синтетическим сорбентом 22

Секция 2. Проблемы утилизации отходов, хранилища радиоактивных отходов 25

Комар Д.И. Паспортизатор контейнеров с радиоактивными отходами 25

Расторгуев А.В., Трофимова Ю.В. Влияние полигона твердых промышленных и бытовых отходов на подземные воды 27

Талицкая А.В., Никитин Э.М., Гаратуев Ш.М. Оценка безопасности при обращении с радиоактивными отходами на объектах использования атомной энергии 29

Талицкая А.В., Никитин Э.М., Старцева Л.А., Резчиков М.Н. Оценка безопасности проектируемого приповерхностного пункта захоронения радиоактивных отходов 31

Щербина Е.А. Входной радиационный контроль партии металлолома (на примере предприятия в г. Подольск) 33

Щур А.В., Орловский П.С., Скриган А.Ю., Валько О.В., Щур А.А., Бураков В.О. Основные направления обращение с отходами в республике Беларусь 35

Секция 3. Техногенный и экологический риски 37

Агеева Н.В., Куприянова И.А. Использование базы данных “Чернобыль 2” для оценки приемлемого экологического риска 37

Григоренко Л.В. Интегральная оценка качества доочищенной питьевой воды от разных фирм – производителей по уровню неканцерогенных рисков 39

Гончаров Е.А., Васин С.Г. Особенности применения портативных гамма-спектрометров *in situ* для задач радиоэкологических исследований лесных территорий 41

Козарь И.А., Рассказова М.М. База данных радионуклидного загрязнения участка реки Ипуть в районе следа ЧАЭС 43

Конопелько О.М., Позняк С.С. Внедрение методологии «Чистого производства» как один из факторов снижения экологических рисков 45

Копыльцова Е.В., Цуранков Э.Н. Оценка рисков как элемент системы безопасности пищевой продукции 47

Курбаков Д.Н., Панов А.В. Инженерно-экологические изыскания в регионе строительства АЭС «Руппур» в Народной Республике Бангладеш 49

Кутлахмедов Ю.А., Матвеева И.В. Оценка экологических рисков на основе теории радиоемкости и надежности экосистем 50

Кравец М. А. Оценка радиационного экологического риска по каскаду Дидоровских прудов г. Киева 52

Красницкий А.В., Казачёнок Н.Н. Применение методов нечеткой логики для классификации вредных и опасных веществ 54

Лунева Е.В. Анализ международных нормативных требований по обоснованию размещения АС 56

Микаилова Р.А., Спиридонов С.И. Проект INPRO ENV-PE: оценка дозовых нагрузок на население в случае тяжёлой запроектной аварии на АЭС 58

Соколов Ю.В., Воронков Е.И. Снижение техногенных рисков на предприятиях Костанайской области за счет экомониторинга 60

Сорокина А.С. Плутоний в приземном слое атмосферы в районах расположения локальных источников радиационного загрязнения в России 62

Чудинов Д.С., Казачёнок Н.Н. Применение методов нечеткой логики для классификации влияния ионизирующего излучения на организм человека 64

Секция 4. Биотестирование и биоиндикация объектов окружающей среды 67

Андреенкова И.Г., Пяткова С.В., Сынзыныс Б.И. Оценка цито- и генотоксичности проб воды в районе расположения хранилища РАОс помощью *Allium*-теста 67

Астахина С.О., Рассказова М.М., Шестопалова Т.В. Закономерности действия острого гамма-излучения на морфометрические показатели и интенсивность фотосинтеза ячменя посевного (*Hordeum vulgare L.*) 68

Бакшаева М.А., Пилотович А.С. Влияние препаратов экзогенной ДНК на двигательную активность *Drosophila melanogaster* 70

Владанец Е. В. Особенности роста и вегетативного размножения ряски малой *Lemna minor* при воздействии острого гамма-облучения 71

Гусева О.А., Удалова А.А. Влияние внешнего хронического и острого облучения на репродуктивные качества клевера 73

Дикарев А.В., Дикарева Н.С., Дикарев В.Г. Оценка воздействия нитрата кадмия на морфологические и цитогенетические показатели проростков ярового двурядного ячменя 75

Ильясова А.Р., Шакурова Л.. Биомониторинг среды по степени флуктуирующей асимметрии листовых пластинок *Tilia cordata Mill.* 77

Ильясова А.Р., Нугуманова Р.И., Алибаева А.З. Биоиндикационная оценка среды по покровам меланизированного рисунка клопа-солдатика (Pyrrhocoris apterus L.) 79

Карпова Е.А., Концевая И.И. Протекторные свойства продуктов гистолиза при стрессе тест-объектов 81

Колесникова Н.И., Морозова А.О., Сарапульцева Е.И. Изменение репродуктивного потенциала в двух поколениях *Daphnia magna* в среде с пиперонилбутоксидом 83

Кутлахмедов Ю.А., Пчеловская С.А., Тонкаль Л.В., Саливон А.Г. Использование водной культуры растений кукурузы, выращеных из облученных семян для биотестирования среды обитания 85

Лозовая З.В. Спектрометрический метод в агрохимических исследованиях 87

Морозова А.О., Колесникова Н.И., Ускалова Д.В. Нарушение выживаемости и метаболизма в двух поколениях Daphnia magna в среде с пиперонилбутоксидом 89

Минникова Т.В., Галыга В.И., Денисова Т.В. Оценка фитотоксичности почв в районе влияния НчГРЭС 91

Минкина Ю.В. Рост мужского гаметофита петунии в культуре in vitro 93

Мирзоев Э.Б., Кобялко В.О., Губина О.А., Фролова Н.А., Полякова И.В. Коэффициенты перехода свинца из рациона в периферическую кровь овец 95

Низовская К.И., Пяткова С.В. Оценка токсичности природных вод с территории предприятия СевРАО методом биотестирования 97

Пидкович Д.А., Ефимова Е.С., Шилова Н.А. Содержание тяжелых металлов в листьях древесных насаждений города Саратова 98

Пилотович А.С. Исследование эффектов диетарного поступления нуклеиновых кислот на модельном обьекте *Drosophila melanogaster* 100

Савина Н.Б., Ускалова Д.В., Сарапульцева Е.И. Изменения митохондриальной активности в поколениях Daphnia magna после γ-облучения 101

Шумаева Е.В. Закономерности действия гамма-излучения на динамику роста и морфологические показатели ряски малой *Lemna minor* 104

Секция 5. Экологическая и фармацевтическая химия 106

Денисова А.А., Соколова Ю.Д., Челнакова П.Н. Исследование структуры куркумина спектральными методами 106

Захарова Д.В. Влияние высушивания проб почвы на результаты определения содержания нефтепродуктов 107

Купцова В.В., Кочетков А.И., Прилагова В.В., Шадаева О.Н. Хромато-масс-спектрометрическое определение полихлорированных нафталинов в поверхностных водах 109

Куницына Т.Е., Мельникова Т.В., Филимонова А.С. Определение физико-химических показателей, на примере лесных почв, отобранных в государственном учреждении «Клинцовское лесничество» Брянской области 111

Милов С.В., Ананьева О.А., Жданов Г.С., Ларичева Т.Е., Мерков С.М., Соснин П.А. Получение деминерализованной воды методом мембранной дистилляции на основе трековых мембран 113

Новикова А.А., Соколова Ю.Д., Челнакова П.Н. Исследование стабильности беталаинового красителя 114

Носова М.А., Глушков Ю.М., Игнатенко Г.К. Устройство для контроля загрязнения воздушной среды летучими органическими соединениями 116

Полякова Л.П., Мельникова Т.В., Лукьянова Н.Н., Капустян А.А. Сравнение результатов радиационного воздействия на ГХЦГ, как компонент гомогенной и гетерогенной систем 118

Рязанов А. Н., Мельникова Т.В. Определение процентного содержания илистой фракции в лесной почве Юхновского района Ккалужской области 120

Щур А.В., Орловский П.С., Белоногова О.П., Селезнева И.С., Шашенко С.Ф., Валько О.В., Щур А.А., Бураков В.О. Загрязнение окружающей среды тяжелыми металлами 122

Якунина Н.И. Оценка качества питьевой воды г. Лиски Воронежской области 124

Секция 6. Экологические аспекты действия неионизирующего и ионизирующего излучения 126

6.1. Экологические аспекты действия неионизирующего излучения 126

Алабовский В.В., Богачева Е.В., Перов С.Ю., Винокуров А.А., Маслов О.В. Эффекты действия электромагнитных полей метрового диапазона на Na^{+}/Ca^{2+} ионнообменную систему мышечных клеток изолированного сердца крысы 126

Верещако Г.Г, Чуешова Н.В., Горох Г.А., Сухарева Д.В., Козлов И.Г. Влияние длительного электромагнитного облучения в диапазоне мобильной связи (1800 мгц) на кровь, репродуктивную и эндокринную системы крыс-самцов 128

Евдокимова М.П., Озерова Е.С., Фарафонова Е.А. Гигиеническая оценка электромагнитных полей компактных люминесцентных энергосберегающих ламп 130

Климакина А.В., Максимова О.А. Исследование параметров электромагнитного поля линии электропередач Дмитровского района г. Москвы 132

Перов С.Ю., Богачева Е.В., Сусану И.Э., Ненашева Р.А. Эффекты действия электромагнитных полей стандарта связи LTE на окислительные процессы в организме 134

Устенко К.В., Ускалова Д.В., Сарапульцева Е.И. Изменение демографических и биохимических показателей у *Daphnia magna* при хроническом действии ЭМП базовых станций сотовой связи 135

Шафорост А.С. Определение кластерных повреждений после 5-минутной экспозиции уф в ДНК клеточной линии А549 137

6.2. Экологические аспекты действия ионизирующего излучения 140

Афонин А.Г., Удалова А.А. Динамика изменений частоты цитогенетических нарушений в клетках корневой меристемы проростков сосны обыкновенной Брянской области 140

Бурый А.С., Михайличенко К.Ю. Мощность эквивалентной дозы гамма-излучения на курумах южных склонов Сихотэ-Алинь на территории национального парка «Зов Тигра» в Приморском крае 142

Володин В.В., Мироненко Р.И., Епимахов В.Г., Козьмин Г.В. Многопользовательская база данных - архив данных экспериментов (АрДЭкс) 144

Дробышева О.В., Волкова П.Ю., Казакова Е.А. Оценка концентраций малонового диальдегида в хронически облучаемых популяциях сосны обыкновенной 146

Евстратова Е.С., Переклад О.В., Подобед М.Ю., Захаркив А. Ю. Относительная биологическая эффективность α-частиц в проявлении отдаленных наследуемых повреждений 148

Евстратова Е.С., Русанова А.Н. Сравнительное изучение синергического взаимодействия цисплатина и гипертермии для клеток различного происхождения 150

Зубарева А.В., Кравцов А.Г., Зотов С.В. Современные экологические технологии очистки водных экосистем от долгоживущих радионуклидов 152

Козьмин Г.В., Павлов А.Н., Епимахов В.Г. Экстракты специй как факторы, модифицирующие эффекты радиационной инактивации микроорганизмов гамма-излучением 153

Наседкина Н.В., Бекетов Е.Е. Изучение радиобиологических характеристик пучка ионов углерода синхротрона У-70 155

Нилова Е.К. Оценка доз облучения биоты от γ-излучения почвы в районе размещения Белорусской Атомной Электростанции 157

Полякова И.В., Кобялко В.О., Козьмин Г.В., Павлов А.Н., Брязгин А.А., Лыков И.Н. Влияние электронного излучения на микробиологические показатели рыбных пресервов 159

Скорбогачева С.С., Корякина Е.В., Трошина М.В. Оценка способности клеток млекопитающих к восстановлению от радиационных повреждений после облучения нейтронами 161

Сушко С.Н., Шафорост К.Н., Веялкина Н.Н. Оценка уровня радиационно-индуцируемых цитогенетических нарушений и опухолеобразования у лабораторных животных при профилактическом приеме водных экстрактов грибов 163

Чиж Т.В. Радиационная обработка свежих овощей и фруктов как перспективный метод стерилизации продукции растениеводства 165

Шошина Р.Р., Лаврентьева Г.В., Сынзыныс Б.И. Экологические аспекты поведения Sr-90 на биотопе регионального хранилища РАО 167

Подготовка оригинала-макета А.А. Кривова, О.А. Момот

ЛР № 020713 от 27.04.1998		
Подписано к печати		Формат бум. 60x84/16
Печать ризограф.	Бумага МВ	Печ.л. 11
Заказ №	Тираж 80 экз.	Цена договорная

Отдел множительной техники ИАТЭ
249040, г. Обнинск, Студгородок, 1