

Министерство индустрии и новых технологий Республики Казахстан  
Национальный ядерный центр Республики Казахстан  
Институт радиационной безопасности и экологии Национального ядерного центра РК

Ministry of Industry and New Technologies of the Republic of Kazakhstan  
National Nuclear Center of Kazakhstan  
Institute of Radiation Safety and Ecology of the National Nuclear Center of RK



**Тезисы докладов**  
**V международной научно-практической конференций**  
«Семипалатинский испытательный полигон.  
радиационное наследие и перспективы развития»  
12-14 сентября 2012 г.

**Theses of Papers**  
**V international Scientific and Practical Conference**  
"Semipalatinsk test site.  
radiation legacy and development prospects"  
September 12-14, 2012

г. Курчатов, ВКО, Республика Казахстан  
Kurchatov, East-Kazakhstan Region, Republic of Kazakhstan

Агентство Республики Казахстан по атомной энергии  
Национальный ядерный центр Республики Казахстан  
Институт радиационной безопасности и экологии  
Национального ядерного центра РК

Atomic Energy Agency of Kazakhstan  
National Nuclear Center of Kazakhstan  
Institute of Radiation Safety and Ecology of the  
National Nuclear Center of RK

**ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ**

V МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ  
«СЕМИПАЛАТИНСКИЙ ИСПЫТАТЕЛЬНЫЙ ПОЛИГОН.  
РАДИАЦИОННОЕ НАСЛЕДИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ»

12-14 сентября 2012 г.

**BOOK OF ABSRACTS**

V INTERNATIONAL SCIENTIFIC AND PRACTICAL CONFERENCE  
"SEMPALATINSK TEST SITE.  
RADIATION LEGACY AND DEVELOPMENT PROSPECTS"

September 12-14, 2012

г. Курчатов, ВКО, Республика Казахстан  
Kurchatov, East-Kazakhstan Region, Republic of Kazakhstan

UDC 539,1.504  
ББК 22-383  
S-46

**Semipalatinsk test site. Radiation Legacy and Development Prospects:** proceedings of the V International Conference. Institute of Radiation Safety and Ecology NNC RK, September 12-14, 2012 - Kurchatov, 2012. - 154p.

ISBN 978-601-7112-63-9

The proceedings comprise 73 abstracts of plenary and poster sessions, reflecting the urgent problems of current radiation environment of Kazakhstan, upcoming trends in the radiation safety, radioecological and radiobiological research.

ББК 22-383

УДК 539,1.504  
ББК 22-383  
C-46

**Семипалатинский испытательный полигон. Радиационное наследие и перспективы развития:** материалы V Международной конференции. Институт радиационной безопасности и экологии НЯЦ РК, 12-14 сентября 2012 г. - Курчатов, 2012. - 154с.

ISBN 978-601-7112-63-9

В сборник включено 73 тезисов пленарных и стендовых докладов, отражающих актуальные проблемы современной радиационной обстановки Казахстана, перспективные направления в области обеспечения радиационной безопасности, радиоэкологических и радиобиологических исследований.

ББК 22-383

**Издается в авторской редакции  
Published in Author's Edition**

ISBN 978-601-7112-63-9

©ДГП «Институт радиационной  
безопасности и экологии» РГП НЯЦ РК, 2012  
©ASE «Institute of Radiation  
Safety and Ecology» RSE NNC RK, 2012

## CONFERENCE TOPICS

1. Radioecological state of various radiation-dangerous objects including venues of nuclear tests and accidents:

- Remediation of the radioactive contaminated territories and transfer of the lands to civilian use.
- Current radioecological situation in nuclear test venues, dynamics and development forecast.
- Peculiarities of radionuclides migration in various ecosystems.
- Radioanalytical methods in ecological researches.

2. Topical issues of radiation safety in industry and medicine:

- Issues of assessment, accountancy and control of dose loads to population and staff.
- Individual dosimetric monitoring. Problems of assessment, analysis and interpretation of data.
- Individual dosimetry of staff and population from external sources of radiation and internal intake of radionuclides.
- Equipment and methodical potential for control and retrospective assessment of doses.

## ТЕМАТИКА КОНФЕРЕНЦИИ

1. Радиоэкологическое состояние различных радиационно-опасных объектов, включая места проведения ядерных испытаний и аварий:

- Реабилитация радиоактивно-загрязненных территорий и передача земель в хозяйственный оборот.
- Современная радиоэкологическая обстановка в местах проведения ядерных испытаний, динамика и прогноз развития.
- Особенности миграции радионуклидов в различных экосистемах.
- Радиоаналитические методы в экологических исследованиях.

2. Актуальные проблемы обеспечения радиационной безопасности в промышленности и медицине:

- Проблемы оценки, учета и контроля дозовых нагрузок населения и персонала.

- Индивидуальный дозиметрический контроль. Проблемы оценки, анализа и интерпретации данных.
- Индивидуальная дозиметрия персонала и населения от внешних источников излучения и внутреннего поступления радионуклидов.
- Аппаратурно-методическое обеспечение для контроля и ретроспективной оценки доз.2. Актуальные проблемы обеспечения радиационной безопасности в промышленности и медицине:

## СОДЕРЖАНИЕ

|                                                                                                                                                                                                             |           |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>РАЗДЕЛ 1 «РАДИОЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ РАЗЛИЧНЫХ ТЕРРИТОРИЙ И РАДИАЦИОННО-ОПАСНЫХ ОБЪЕКТОВ, ВКЛЮЧАЯ МЕСТА ПРОВЕДЕНИЯ ЯДЕРНЫХ ИСПЫТАНИЙ И АВАРИЙ» УСТНЫЕ ДОКЛАДЫ .....</b>                                | <b>17</b> |
| РАДИЕВЫЙ ИНСТИТУТ И ЯДЕРНЫЕ ИСПЫТАНИЯ СССР, 1947-1990 ГГ.<br>К 90-ЛЕТИЮ РАДИЕВОГО ИНСТИТУТА ИМЕНИ В. Г. ХЛОПИНА<br>Дубасов Ю.В.....                                                                         | 18        |
| ОРГАНИЗАЦИЯ РАДИОЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИГА<br>МЕГАПОЛИСА НА ПРИМЕРЕ Г. МОСКВЫ<br>Невейкин П.П., Осминов В.А., Атрашков В.К., Гордеев С.К., Лакаев В.С.,<br>Константинов С.В .....                           | 19        |
| РАДИАЦИОННАЯ ОБСТАНОВКА ОМСКОЙ ОБЛАСТИ<br>Струнин В.И., Соловьев С.А .....                                                                                                                                  | 20        |
| РАДИОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОБСТАНОВКА В МАНГИСТАУСКОЙ<br>ОБЛАСТИ РК И ПУТИ ЕЁ УЛУЧШЕНИЯ<br>Пасысаев В.А., Шишков И.А .....                                                                                          | 22        |
| КОМПЛЕКСНЫЕ РАДИОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ<br>ТЕРРИТОРИИ СИП С ЦЕЛЬЮ ПЕРЕДАЧИ В ХОЗЯЙСТВЕННОЕ<br>ИСПОЛЬЗОВАНИЕ<br>Стрильчук Ю. Г., Лукашенко С.Н .....                                                     | 24        |
| РАДИОЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ИСПЫТАТЕЛЬНОЙ<br>ПЛОЩАДКИ «ОПЫТНОЕ ПОЛЕ» И ПРИЛЕГАЮЩИХ ТЕРРИТОРИЙ<br>Мошков А.С., Лукашенко С.Н., Яковенко Ю.Ю., Харкин П.В.,<br>Коровина О.Ю. ....                            | 26        |
| О НЕКОТОРЫХ ХАРАКТЕРНЫХ ПАРАМЕТРАХ РАДИОНУКЛИДНОГО<br>ЗАГРЯЗНЕНИЯ БЫВШЕГО СЕМИПАЛАТИНСКОГО<br>ИСПЫТАТЕЛЬНОГО ПОЛИГОНА<br>Каширский В.В., Лукашенко С.Н., Яковенко Ю.Ю., Шатров А.Н.,<br>Романенко Е.В. .... | 27        |

СОВРЕМЕННОЕ РАДИОЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ  
ЭКОСИСТЕМЫ Р. ШАГАН

Айдарханов А.О., Лукашенко С.Н., Ляхова О.Н., Ларионова Н.В. ....29

УРОВЕНЬ И ХАРАКТЕР РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ТРИТИЯ В ВОЗДУШНОМ  
БАССЕЙНЕ СИП

Ляхова О.Н., Лукашенко С.Н., Ларионова Н.В., Тур Е.С. ....30

РОЛЬ РАСТИТЕЛЬНОГО ПОКРОВА В РЕГУЛИРОВАНИИ ПОТОКОВ  
ТЕХНОГЕННЫХ РАДИОНУКЛИДОВ НА РАЗНЫХ ЭТАПАХ ПОСЛЕ  
РАДИОАКТИВНЫХ ВЫПАДЕНИЙ

Панин М.С. ....32

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПРОИЗВОДСТВА  
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ПРОДУКЦИИ В УСЛОВИЯХ  
РАДИОАКТИВНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ НА ПЛОЩАДКЕ «ДЕГЕЛЕН» СИП

Паницкий А.В., Лукашенко С.Н., Байгазинов Ж.А. ....33

НАКОПЛЕНИЕ ИСКУССТВЕННЫХ РАДИОНУКЛИДОВ  
РАСТЕНИЯМИ НА ТЕРРИТОРИИ БЫВШЕГО СЕМИПАЛАТИНСКОГО  
ИСПЫТАТЕЛЬНОГО ПОЛИГОНА

Ларионова Н.В., Лукашенко С.Н. ....35

ИССЛЕДОВАНИЕ ПЕРЕХОДА ИСКУССТВЕННЫХ РАДИОНУКЛИДОВ  
В ПРОДУКЦИЮ ЖИВОТНОВОДСТВА И ПТИЦЕВОДСТВА В  
УСЛОВИЯХ РАДИОАКТИВНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ СИП

Байгазинов Ж.А., Лукашенко С.Н. ....37

ИССЛЕДОВАНИЕ ПОСТУПЛЕНИЯ ИСКУССТВЕННЫХ  
РАДИОНУКЛИДОВ В РАСТЕНИЕВОДЧЕСКУЮ ПРОДУКЦИЮ ПРИ ЕЕ  
ПРОИЗВОДСТВЕ НА ПЛ. «ОПЫТНОЕ ПОЛЕ» ТЕРРИТОРИИ СИП

Кожуханов Т.Е., Лукашенко С.Н., Иванова А.Р. ....40

|                                                                                                                                                                            |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| СТРАТЕГИЯ ВЫБОРА ПРОТИВОРАДОНОВОЙ ЗАЩИТЫ ДЛЯ<br>РАДОНООПАСНЫХ ТЕРРИТОРИЙ                                                                                                   |    |
| Алимов Е.Б., Беркинбаев Г.Д. ....                                                                                                                                          | 41 |
| РАДИОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОБСТАНОВКА АБАЙСКОГО РАЙОНА<br>ВОСТОЧНО-КАЗАХСТАНСКОЙ ОБЛАСТИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН                                                                      |    |
| Апсаликов К.Н., Мулдагалиев Т.Ж., Липихина А.В., Жакупова Ш.Б.,<br>Зингатинова З.С. ....                                                                                   | 42 |
| ОЦЕНКА РАДИАЦИОННОЙ ОБСТАНОВКИ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ<br>НЕФТЕДОБЫВАЮЩЕЙ ОТРАСЛИ                                                                                                  |    |
| Бахтин М.М., Джакенова А.С., Кашкинбаев Е.Т., Казымбет П.К. ....                                                                                                           | 44 |
| ФОРМЫ НАХОЖДЕНИЯ ИСКУССТВЕННЫХ РАДИОНУКЛИДОВ В<br>ПОЧВАХ НА ТЕРРИТОРИИ СИП                                                                                                 |    |
| Кундузбаева А.Е., Лукашенко С.Н., Магашева Р.Ю. ....                                                                                                                       | 45 |
| РАДИАЦИОННАЯ ОБСТАНОВКА НА ТЕРРИТОРИИ ЛЕНТОЧНЫХ<br>БОРОВ ПРИИРТЫШЬЯ В РАЙОНЕ СЛЕДА РАДИОАКТИВНЫХ<br>ВЫПАДЕНИЙ ОТ ПЕРВОГО ЯДЕРНОГО ИСПЫТАНИЯ НА СИП<br>(29 АВГУСТА 1949 Г.) |    |
| Осинцев В.С., Топорова А.В., Стрильчук Ю.Г. ....                                                                                                                           | 48 |
| ВЫЯВЛЕНИЕ ПУТЕЙ МИГРАЦИИ ТЕХНОГЕННЫХ РАДИОНУКЛИДОВ<br>ЗА ПРЕДЕЛЫ ИСПЫТАТЕЛЬНЫХ ПЛОЩАДОК СИП                                                                                |    |
| Субботин С.Б., Лукашенко С.Н., Романенко В.В., Новикова Е.А.,<br>Бахтин Л.В. ....                                                                                          | 50 |
| ИЗУЧЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРИТИЯ В СНЕЖНОМ ПОКРОВЕ НА<br>ТЕРРИТОРИИ СИП                                                                                                          |    |
| Турченко Д.В., Лукашенко С.Н., Айдарханов А.О., Ляхова О.Н. ....                                                                                                           | 52 |
| ОТНОШЕНИЕ ТРАНСУРАНОВЫХ ЭЛЕМЕНТОВ НА ИСПЫТАТЕЛЬНОЙ<br>ПЛОЩАДКЕ «ОПЫТНОЕ ПОЛЕ»                                                                                              |    |
| Каширский В.В., Лукашенко С.Н., Шатров А.Н. ....                                                                                                                           | 54 |



|                                                                                                                                                                                                                                                                   |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| СОДЕРЖАНИЕ РАДИОНУКЛИДОВ В ЖИДКОЙ ФАЗЕ<br>СНЕГА ГОРОДА СЕМЕЙ<br>Дюсембаев С.Т., Ибрагимов Н.К., Иминова Д.Е., Сулейменов А.К.,<br>Есимбеков Ж.С. ....                                                                                                             | 56 |
| ОБНАРУЖЕНИЕ В ПРОБАХ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ И<br>ПОСЛЕДУЮЩИЙ АНАЛИЗ МИКРОЧАСТИЦ, СОДЕРЖАЩИХ<br>ПЛУТОНИЙ<br>Стебельков В.А. ....                                                                                                                                         | 58 |
| РАСЧЕТ УДЕЛЬНОЙ АКТИВНОСТИ $^{241}\text{Pu}$ В ТОПЛИВЕ РЕАКТОРА 4-ГО<br>БЛОКА ЧАЭС В МОМЕНТ АВАРИИ ПО ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫМ<br>ЗНАЧЕНИЯМ УДЕЛЬНОЙ АКТИВНОСТИ $^{241}\text{Am}$ И $^{154}\text{Eu}$<br>Садчиков В.И., Забродский В.Н., Бондарь Ю.И., Калинин В.Н. .... | 60 |
| ПОСТУПЛЕНИЕ ТРИТИЯ НА ЗЕМНУЮ ПОВЕРХНОСТЬ С<br>ДОЖДЕВЫМИ ОСАДКАМИ В РАЙОНЕ РАСПОЛОЖЕНИЯ<br>ПРЕДПРИЯТИЯ ЯТЦ<br>Чеботина М.Я., Николин О.А., Мурашова Е.Л. ....                                                                                                      | 62 |
| МОНИТОРИНГ РАДИОАКТИВНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ВОД Р.ШАГАН<br>Актаев М.Р., Айдарханов А.О., Лукашенко С.Н. ....                                                                                                                                                            | 63 |
| СОЧЕТАНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ, ПРИМЕНЯЕМЫХ ПРИ<br>ТОПОГРАФИЧЕСКИХ СЪЕМКАХ НА СЕМИПАЛАТИНСКОМ<br>ИСПЫТАТЕЛЬНОМ ПОЛИГОНЕ<br>Яковенко А.М., Богатырев А.О., Абишев А.Х. ....                                                                                                  | 65 |
| ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ КОСМИЧЕСКИХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ<br>РЕАБИЛИТАЦИЙ РАДИОАКТИВНО-ЗАГРЯЗНЕННЫХ ТЕРРИТОРИЙ И<br>ПЕРЕДАЧИ ИХ В НАРОДНОЕ ХОЗЯЙСТВО<br>Алипбеки О.А., Мурзакулов Г.Т., Нургужин М.Р. ....                                                                | 66 |
| ГИС-ПРОЕКТ «СИП»<br>Яковенко Ю.Ю., Монаенко В.Н., Еременко Е.А. ....                                                                                                                                                                                              | 69 |

|                                                                                                                                                                          |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| ИССЛЕДОВАНИЕ МЕХАНИЗМОВ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИХ<br>МИКРОЭЛЕМЕНТНЫЙ СОСТАВ ВОД ПОВЕРХНОСТНЫХ<br>ВОДОТОКОВ ГОРНОГО МАССИВА ДЕГЕЛЕН<br>Говенко П.В., Амиров А.А., Лукашенко С.Н. .... | 71 |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|

|                                                                                                                                      |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ГАЗОВЫДЕЛЕНИЙ В МЕСТАХ<br>ПРОВЕДЕНИЯ ПЯВ<br>Романенко В.В., Субботин С.Б., Лукашенко С.Н., Чернова Л.В. .... | 73 |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|

|                                                                                                                                                                                                                |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| ГЕОТЕКТОНИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ И ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИЕ<br>УСЛОВИЯ КАК ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА МИГРАЦИЮ<br>ТЕХНОГЕННЫХ РАДИОНУКЛИДОВ В ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ СРЕДЕ<br>Бахтин Л.В., Шайторов В.Н., Комлев А.В., Зеленский К.Л. .... | 75 |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|

## **РАЗДЕЛ 1**

|                                                                                                                                                                                   |           |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>«РАДИОЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ РАЗЛИЧНЫХ<br/>ТЕРРИТОРИЙ И РАДИАЦИОННО-ОПАСНЫХ ОБЪЕКТОВ,<br/>ВКЛЮЧАЯ МЕСТА ПРОВЕДЕНИЯ ЯДЕРНЫХ ИСПЫТАНИЙ И<br/>АВАРИЙ» СТЕНДОВЫЕ ДОКЛАДЫ.....</b> | <b>77</b> |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|

|                                                                                                                                                              |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ПРОДУКТОВ ДЕЛИГНИФИКАЦИИ<br>ДЛЯ ПРОТИВОДЕЙСТВИЯ ЭРОЗИИ РАДИОАКТИВНЫХ ПОЧВ<br>Торгашов В.И., Зубец О.В., Капуцкий Ф.Н., Герт Е.В. .... | 78 |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|

|                                                                                                                                      |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| ВЫЩЕЛАЧИВАНИЕ РАДИОНУКЛИДОВ ИЗ ПРОДУКТОВ ПОДЗЕМНЫХ<br>ЯДЕРНЫХ ВЗРЫВОВ В ГРАНИТЕ<br>Дубасов Ю.В., Смирнова Е.А., Малимонова С.И. .... | 79 |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|

|                                                                                                                                                                                                      |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| ДИНАМИКА ПОСТУПЛЕНИЯ РАДИОАКТИВНЫХ ПРОДУКТОВ В<br>АТМОСФЕРУ Г. МОСКВЫ ОТ АВАРИИ НА АЭС «ФУКУСИМА»<br>Невейкин П.П., Атрашков В.К., Гордеев С.К., Лакаев В.С.,<br>Константинов С.В., Ивлиев М.В. .... | 80 |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|

|                                                                                                                                                      |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| ИНВЕНТАРИЗАЦИЯ ЗЕМЕЛЬ, ВЫВЕДЕННЫХ ИЗ ОБОРОТА<br>В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ, ПОСЛЕ КАТАСТРОФЫ НА<br>ЧЕРНОБЫЛЬСКОЙ АЭС<br>Седукова Г.В., Исаченко С.А. .... | 81 |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|

|                                                                                                                                                                                                                                      |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| ОПТИМИЗАЦИЯ ЗЕМЛЕПОЛЬЗОВАНИЯ НА ЗАГРЯЗНЁННЫХ РАДИОНУКЛИДАМИ ТЕРРИТОРИЯХ<br>Седукова Г.В., Исаченко С.А.....                                                                                                                          | 83 |
| РЕАБИЛИТАЦИЯ ЗЕМЕЛЬ, ВЫВЕДЕННЫХ ИЗ ОБОРОТА ПОСЛЕ КАТАСТРОФЫ НА ЧЕРНОБЫЛЬСКОЙ АЭС, В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ<br>Седукова Г.В., Исаченко С.А.....                                                                                          | 84 |
| ПАРАМЕТРЫ ПЕРЕХОДА $^{137}\text{Cs}$ И $^{90}\text{Sr}$ В КЛУБНИ КАРТОФЕЛЯ РАЗЛИЧНЫХ ГРУПП СПЕЛОСТИ<br>Козлова Л.И. ....                                                                                                             | 86 |
| ОЦЕНКА ВКЛАДА ДВУХ АВАРИЙ В ЗАГРЯЗНЕНИЕ ПЛУТОНИЕМ ТЕРРИТОРИИ ВОСТОЧНО-УРАЛЬСКОГО СЛЕДА<br>Михайловская Л.Н., Молчанова И.В., Глухова Е.В., Рукавишникова О.В. ....                                                                   | 87 |
| ИЗОТОПЫ ЦЕЗИЯ АВАРИЙНЫХ ВЫПАДЕНИЙ АЭС «ФУКУСИМА-1» В КОМПОНЕНТАХ НАЗЕМНЫХ ЭКОСИСТЕМ НА УРАЛЕ<br>Молчанова И.В., Михайловская Л.Н., Позолотина В.Н., Антонова Е.В., Модоров М.В. ....                                                 | 89 |
| СОВРЕМЕННЫЙ УРОВЕНЬ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ОСНОВНЫХ КОМПОНЕНТОВ ОЗЕРНОЙ ЭКОСИСТЕМЫ ОЗЕРА ТРАВЯНОЕ (ДАЛЬНЯЯ ЗОНА ВУРСА) ДОЛГОЖИВУЩИМИ РАДИОНУКЛИДАМИ<br>Сутягин А.А., Левина С.Г., Дерягин В.В., Парфилова Н.С., Гуммель, К.В. Гуммель К.В. .... | 91 |
| ОЦЕНКА РЕКУЛЬТИВАЦИОННЫХ МЕРОПРИЯТИЙ НА ТЕРРИТОРИИ БЫВШЕГО ГИДРОМЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО ЗАВОДА «ЗВЕЗДА» с. ЕЛЕШНИЦА, БОЛГАРИЯ<br>Иванова К., Ягова Ат.....                                                                                 | 92 |
| ОЦЕНКА РАДИОЭКОЛОГИЧЕСКОЙ СИТУАЦИИ В ГОРНОМ МАССИВЕ ДЕГЕЛЕН НА ОСНОВЕ ЦИФРОВЫХ ПРОСТРАНСТВЕННЫХ МОДЕЛЕЙ<br>Алипбеки О.А., Алипбекова Ч.А., Алипбеки А.О. ....                                                                        | 93 |

СОДЕРЖАНИЕ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ЖИДКОЙ ФАЗЕ СНЕГА  
ГОРОДА СЕМЕЙ

Дюсембаев С.Т., Ибрагимов Н.К., Иминова Д.Е., Сулейменов А.К.,  
Есимбеков Ж.С. ....96

ИССЛЕДОВАНИЯ МЯСА И МОЛОЧНЫХ ПРОДУКТОВ В УСЛОВИЯХ  
БЫВШЕГО СИАП

Дюсембаев С.Т., Мухамеджанова Э.К., Иминова Д.Е., Ануарбекова А.С.,  
Маркабаева А., Кузеубаева А. ....98

ПОЛИГОН АЗГИР: ОБЗОР МОНИТОРИНГОВ И ОЧИСТНЫХ РАБОТ  
в 1995–2011 гг. ПЕРСПЕКТИВЫ ПРЕОДОЛЕНИЯ ПОСЛЕДСТВИЙ  
ЯДЕРНЫХ ВЗРЫВОВ

Ахметов Е. З., Адымов Ж. И., Кадыржанов\*К. К. ....99

ИССЛЕДОВАНИЕ РАДИОЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ  
ХРАНИЛИЩА ОТРАБОТАВШЕГО ТОПЛИВА РЕАКТОРА ИГР

Гайдайчук В.А., Дерявко И.И., Мешин М.М., Чернядьев В.В. ....101

К ОЦЕНКЕ ДИНАМИКИ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ТЕПЛА ОТ  
ПОДЗЕМНЫХ ЯДЕРНЫХ ВЗРЫВОВ

Мурзадилов Т.Д., Шайторов В.Н., Кушербаев Б.Ш. ....102

ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ОЧАГОВЫХ  
ЗОН НЕКОТОРЫХ ПОДЗЕМНЫХ ЯДЕРНЫХ ВЗРЫВОВ НА  
СЕМИПАЛАТИНСКОМ ИСПЫТАТЕЛЬНОМ ПОЛИГОНЕ

Шайторов В. Н., Беляшов А.В., Ефремов М.В., Жолдыбаев А. К.,  
Кушербаева Н.Н. ....105

РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ПОДГОТОВКИ ПРОБ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ  
НИЗКИХ КОНЦЕНТРАЦИЙ РАДИОНУКЛИДОВ  $^{241}\text{Am}$  И  $^{152}\text{Eu}$  В ВОДЕ

Айдарханова А.К., Лукашенко С.Н., Генова С.В. ....106

ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ РАДИОАКТИВНОГО  
ЗАГРЯЗНЕНИЯ ТЕРРИТОРИИ МЕСТОРОЖДЕНИЯ ПОВАРЕННОЙ  
СОЛИ ЖАКСЫТУЗ

Айдарханов А.О., Лукашенко С.Н., Ляхова О.Н. ....108

|                                                                                                                                                                                                                                                |     |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| ПАРАМЕТРЫ ПЕРЕХОДА $^{90}\text{Sr}$ С ВОДОЙ И СЕНОМ В МОЛОКО<br>КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА ПРИ ОДНОКРАТНОМ И ДЛИТЕЛЬНОМ<br>ПОСТУПЛЕНИИ РАДИОНУКЛИДА В УСЛОВИЯХ ОЭП «ДЕГЕЛЕН»<br>Байгазинов Ж.А., Паницкий А.В., Лукашенко С.Н., Каратаев С.С..... | 109 |
| СОЗДАНИЕ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ ОБРАБОТКИ<br>БОЛЬШИХ МАССИВОВ ИНФОРМАЦИИ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ГАММА-<br>СПЕКТРОМЕТРИЧЕСКОЙ СЪЕМКИ<br>Божко В.В., Дорожкин И.П., Осинцев А.Ю. ....                                                              | 111 |
| ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ ИЗОТОПНОЙ ГИДРОГЕОЛОГИИ<br>ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК<br>ПОДЗЕМНЫХ И ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД<br>Актаев М.Р., Айдарханов А.О., Лукашенко С.Н. ....                                                              | 112 |
| ИССЛЕДОВАНИЕ ОСОБЕННОСТЕЙ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ВОД РЕКИ ШАГАН<br>РАДИОАКТИВНЫМИ ПРОДУКТАМИ ПЯВ<br>Есимбеков А.Ж., Айдарханов А.О., Лукашенко С.Н. ....                                                                                                  | 113 |
| К ВОПРОСУ О СОДЕРЖАНИИ ИСКУССТВЕННЫХ РАДИОНУКЛИДОВ<br>В ОРГАНИЗМЕ НАСЕЛЕНИЯ, ПРОЖИВАЮЩЕГО В ЗОНЕ<br>ПОТЕНЦИАЛЬНОГО ВЛИЯНИЯ СИП<br>Жадыранова А.А., Лукашенко С.Н., Коровина О.Ю., Каширский В.В.,<br>Шатров А.Н. ....                          | 114 |
| ПРИМЕНЕНИЕ ДАННЫХ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ<br>ПРИ ПРОВЕДЕНИИ РАДИОЭКОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ<br>ПОДЗЕМНЫХ ВОД НА ПЛОЩАДКЕ «ДЕГЕЛЕН»<br>Новикова Е.А., Субботин С.Б. ....                                                                    | 116 |
| ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ЗАГРЯЗНЕННОСТИ ВОЗДУШНОГО БАССЕЙНА<br>НА ИСПЫТАТЕЛЬНОЙ ПЛОЩАДКЕ «ОПЫТНОЕ ПОЛЕ» ПРИ<br>ПРОВЕДЕНИИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ РАБОТ<br>Турченко Д.В., Лукашенко С.Н., Айдарханов А.О.,<br>Ляхова О.Н. ....                            | 118 |

**РАЗДЕЛ 2 «АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ  
РАДИАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ В ПРОМЫШЛЕННОСТИ И  
МЕДИЦИНЕ И ПРОБЛЕМЫ РАДИОБИОЛОГИИ»  
УСТНЫЕ ДОКЛАДЫ .....121**

NETWORKING GLOBAL HIBAKUSHA: CONNECTING RADIATION  
AFFECTEDCOMMUNITIES CROSS-GENERATIONALLY THROUGH NEW  
SOCIAL MEDIA

Dr. Mick Broderick, Dr. RobertJacobs.....122

BIOLOGICAL EVALUATION OF RADIOECOLOGICAL STATE OF  
DANGEROUS SUBJECTS OF OIL EXTRACTION ZONE IN KAZAKHSTAN  
BigalyevA.B., ZhanburshinE.T., BigalyevaR.K., SinturinaA. ....123

АСПЕКТЫ ПО УЧЕТУ ДОЗОВЫХ НАГРУЗОК И ЗАЩИТЕ НАСЕЛЕНИЯ  
ОТ ПЕРЕОБЛУЧЕНИЯ

Заболотный А.В. ....124

РИСКИ ХРОНИЧЕСКИХ ЗАБОЛЕВАНИЙ ПЕРСОНАЛА УРАНОВОЙ  
ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Казымбет П.К., Бекенова Ф.К. ....126

ПЕРСПЕКТИВЫ ВНЕДРЕНИЯ ЕДИНОЙ ГОСУДАРСТВЕННОЙ  
СИСТЕМЫ УЧЕТА ИНДИВИДУАЛЬНЫХ ДОЗ В КАЗАХСТАНЕ

Гарбуз Ю.В., Семенин М.С., Умаров М.А., Мустафина Е.В.,  
Осинцев А.Ю. ....127

О РАДИАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ  
РЕНТГЕНОДИАГНОСТИЧЕСКИХ ПРОЦЕДУР

Мустафина Е.В., Осинцев А.Ю. ....128

**РАЗДЕЛ 2 «АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ  
РАДИАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ В ПРОМЫШЛЕННОСТИ И  
МЕДИЦИНЕ И ПРОБЛЕМЫ РАДИОБИОЛОГИИ»  
СТЕНДОВЫЕ ДОКЛАДЫ .....131**

|                                                                                                                                                                                                                                    |     |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| О ГУМАНИТАРИЗАЦИИ НАКОПЛЕННОЙ ПО СИП НАУЧНОЙ<br>ИНФОРМАЦИИ<br>Бахтикиреева У.М., Дианова Л.П.....                                                                                                                                  | 132 |
| ХРОМОСОМНЫЕ АБЕРРАЦИИ У ЖИТЕЛЕЙ Н.П. ЧАГАН И БОДЕНЕ<br>Губицкая Е.Г., Байгушикова Г.М., Чередниченко О.Г., Жапбасов Р.Ж.....                                                                                                       | 134 |
| РАЗВИТИЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЙ О РАДИОБИОЛОГИЧЕСКОМ ПОДХОДЕ<br>К ПОНЯТИЮ «МАЛЫЕ ДОЗЫ РАДИАЦИИ»<br>Кадырова Н.Ж., Нурумбетова Р.М., Сейсебаев А.Т. ....                                                                                     | 135 |
| ЦИТОГЕНЕТИЧЕСКИЕ НАРУШЕНИЯ У ЛИКВИДАТОРОВ ЧАЭС<br>КАЗАХСТАНСКОЙ ПОПУЛЯЦИИ И ГЕНЕТИЧЕСКИЕ ЭФФЕКТЫ<br>внДНК, ЦИРКУЛИРУЮЩЕЙ В ПЛАЗМЕ ИХ КРОВИ<br>Чередниченко О.Г., Губицкая Е.Г., Байгушикова Г.М., Перфильева А. ...                | 137 |
| РАЗВИТИЕ МЕТОДИЧЕСКИХ АСПЕКТОВ ЭПР-ДОЗИМЕТРИИ ПО<br>ЗУБНОЙ ЭМАЛИ В ИЯФ НЯЦ РК И ОЦЕНКИ ДОЗОВЫХ НАГРУЗОК<br>НАСЕЛЕНИЯ СЕМИПАЛАТИНСКОГО РЕГИОНА<br>Пивоваров С.П., Середавина Т.А., Рухин А.Б., Сушкова Н.С.,<br>Нуркасымова А. .... | 139 |
| МОРФО-АНАТОМИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ РАСТЕНИЙ<br>НА ТЕРРИТОРИИ СИП<br>Янкаускас А.Б., Ларионова Н.В.....                                                                                                                               | 140 |
| ЦИТОГЕНЕТИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ РАСТЕНИЙ<br>ПРОИЗРАСТАЮЩИХ НА ТЕРРИТОРИИ СИП<br>Минкенова К.С., Каримбаева К.С., Мамырбаева А.Н., Янкаускас А.Б. ...                                                                                   | 142 |
| РАЗРАБОТКА УСТАНОВКИ ДЛЯ АПРОБАЦИИ<br>УЛЬТРАФИЛЬТРАЦИОННОЙ ТЕХНОЛОГИИ УТИЛИЗАЦИИ ЖИДКИХ<br>РАДИОАКТИВНЫХ ОТХОДОВ<br>С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТРЕКОВЫХ МЕМБРАН<br>Глущенко В.Н., Мить А.Г., Назаренко Л.М., Фалеев Е.Г. ....                | 144 |

ВЫБОР ОПТИМАЛЬНЫХ УСЛОВИЙ ДООЧИСТКИ ЖРО РУ БН-350 ОТ  
ТРАНСУРАНОВЫХ РАДИОНУКЛИДОВ И СТРОНЦИЯ

Зверева И.О., Коровина О.Ю., Лукашенко С.Н., Торопов А.С. ....145

ПЕРЕРАБОТКА ЖИДКИХ РАДИОАКТИВНЫХ ОТХОДОВ МЕТОДОМ  
СЕЛЕКТИВНОЙ СОРБЦИИ С ПРИМЕНЕНИЕМ КОМПОЗИТНЫХ  
МАТЕРИАЛОВ

Торопов А.С., Коровина О.Ю., Зверева И.О. ....147





**РАЗДЕЛ 1 «РАДИОЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ  
РАЗЛИЧНЫХ ТЕРРИТОРИЙ И РАДИАЦИОННО-  
ОПАСНЫХ ОБЪЕКТОВ, ВКЛЮЧАЯ  
МЕСТА ПРОВЕДЕНИЯ  
ЯДЕРНЫХ ИСПЫТАНИЙ И АВАРИЙ»**

**УСТНЫЕ ДОКЛАДЫ**

**РАДИЕВЫЙ ИНСТИТУТ И ЯДЕРНЫЕ ИСПЫТАНИЯ  
СССР, 1947- 1990 ГГ.  
К 90-ЛЕТИЮ РАДИЕВОГО ИНСТИТУТА ИМЕНИ В. Г. ХЛОПИНА**

**Дубасов Ю.В.**

***НПО «Радиевый институт им В.Г. Хлопина», Санкт-Петербург, Россия***

В январе 2012 г. исполнилось 90 лет с момента образования Радиевого института им. В. Г. Хлопина. Радиевый институт АН СССР (РИ АН) был привлечен к атомной проблеме СССР в 1943 г. поручением Правительства разработать технологию выделения нептуния и плутония из облученного урана. В начале 1947 г. в институт пришло Постановление Правительства СССР за подписью И.В. Сталина с Заданием на разработку радиохимического метода определения КПД при атомных взрывах.

В докладе излагается история участия РИ с 1947 по 1990 гг. в испытаниях ядерного оружия, начиная с первого испытания в августе 1949 г, а также в программах использования подземных ядерных взрывов в народно-хозяйственных целях. Излагается проблема разработки радиохимического метода определения параметров испытываемых атомных и термоядерных зарядов, являющегося прямым методом определения мощности и других параметров взрыва. Также излагается описание участия сотрудников РИАНа в испытании первой советской атомной бомбы и других последующих испытаниях. Дается обзор участия РИ в проведении и исследованиях радиационно-физических эффектов мирных подземных ядерных взрывах различного назначения, разработке технологии извлечения специально разработанных трансурановых элементов из продуктов подземных ядерных взрывов в каменной соли.

## ОРГАНИЗАЦИЯ РАДИОЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИГА МЕГАПОЛИСА НА ПРИМЕРЕ Г. МОСКВЫ

Невейкин П.П., Осминов В.А., Атрашков В.К., Гордеев С.К.,  
Лакаев В.С., Константинов С.В.

*ГУП МосНПО «Радон», Москва, Россия*

Радиационная обстановка в Москве систематически контролируется ГУП МосНПО «Радон», начиная с 1987 года. Радиационно-экологический мониторинг (РЭМ) включает в себя наблюдение объектов окружающей среды, систематизацию и обобщение массива данных, создание информационного банка данных, оценку общей и локальной радиационной обстановки и прогнозирование возможных ситуаций.

Система РЭМ состоит из мобильных и стационарных средств контроля. *Мобильные средства* включают в себя автомобильный и водный комплексы. *Стационарные средства* – режимную сеть наблюдения (134 пункта), сеть стационарных постов контроля воздушного (6 постов) и водного бассейна (63 поста), сеть автоматических измерителей радиационного фона (ИРФ) 60 точек. ИРФ размещены на автомагистралях, крупных предприятиях и в местах массовых миграций населения с учетом планомерного охвата всех административных округов. ИРФ является полностью автоматизированным элементом мониторинга региона. Он выполняет функции непрерывного измерения радиационного фона с выходом на связь с информационным центром при превышении заданных порогов. Опрос показаний измерителей производится круглосуточно, и информация предоставляется населению на индикаторных табло.

В процессе мониторинга ежегодно отбирается и анализируется более 3000 проб объектов окружающей среды, выполняется около 5500 пог. км автомобильной гамма съемки, по 300 термолуминесцентным детекторам контролируется поглощенная доза.

Концентрации техногенных радионуклидов, характеризующих радиоактивное загрязнение атмосферы за последний год, составили:  $5,0 \times 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup> для <sup>137</sup>Cs,  $1,5 \times 10^{-7}$  Бк/м<sup>3</sup> для <sup>90</sup>Sr. Основные радионуклиды, определяемые в пробах окружающей среды – продукты распада элементов рядов урана и то-

рия на уровнях средних фоновых значений, характерных для центра Европейской части Российской Федерации.

В Радиационно-гигиеническом паспорте территории г. Москвы за 2011 год приведена структура эффективных доз облучения населения, на основании комплексного анализа имеющихся данных. Вклад отдельных факторов облучения в эффективную годовую дозу для населения составляет: от естественных источников – 63,1 % (в том числе от внешнего облучения – 33,8 %, от внутреннего за счет радона – 29,3 %), от медицинских исследований – 36,4 %, от пищевых продуктов – 0,4 %, от использования источников излучения на предприятиях – 0,07 %, а от глобальных выпадений и аварий – 0,03 %.

В целом радиационная обстановка в Москве, как показано в Радиационно-гигиеническом паспорте, признана удовлетворительной. Однако, высокая насыщенность мегаполиса радиационно-опасными объектами повышает вероятность радиационных инцидентов. Действующая в МосНПО «Радон» комплексная система наблюдения за радиоактивностью окружающей среды, выявления участков повышенного радиоактивного загрязнения, дезактивации и захоронения радиоактивных отходов является одним из гарантов нормализации радиационной обстановки в городе.

УДК 577.4:615.849:504.75.05

## **РАДИАЦИОННАЯ ОБСТАНОВКА ОМСКОЙ ОБЛАСТИ**

**Струнин В.И., Соловьев С.А.**

***ФГБОУ ВПО «ОмГУ им. Ф.М. Достоевского», Омск, Россия***

По данным Управления Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Омской области установлено, что наибольший вклад в дозу облучения населения Омской области вносят природные источники ионизирующего излучения (87,38 %) и медицинское облучение (12,46 %). На долю всех остальных источников приходится 0,16 % [1].

В 2010 г. показатели гамма-фона на территории Омской области оставались стабильными в течение последнего ряда лет. Средний уровень гамма-фона в городе Омске и районах Омской области на местности составляет 0,11 мкЗв/ч.

Следует отметить, что на территории Омской области не проводятся исследования питьевой воды на радионуклидный состав, поэтому расчет доз от потребления населением питьевой воды проводится по среднемировым значениям.

В 2010 г. в рамках сертификационных испытаний исследовано 3082 пробы пищевых продуктов на содержание радиоактивных веществ. В связи с реализацией соглашений в рамках Таможенного союза объем исследований уменьшился на 65 % по сравнению с 2009 г.

На территории Омской области не проводятся исследования пищевых продуктов на радионуклидный состав, поэтому расчет доз за счет потребления нас продуктов проводится по среднемировым значениям.

При анализе вклада в облучение населения за счет природных источников ионизирующего излучения использованы данные дозиметрического и радиометрического контроля, осуществляемого аккредитованными организациями при вводе в эксплуатацию жилых и общественных зданий, и мониторинговых исследований в рамках социально-гигиенического мониторинга. Наибольший вклад в дозу облучения населения из природных источников ионизирующего излучения вносят изотопы радона и их дочерние продукты (до 47,65 %), содержащиеся в воздухе жилых и общественных помещений. Количество исследований эквивалентной равновесной объемной активности радона в 2010 г. увеличилось на 45 % по сравнению с предыдущим годом (с 468 до 853). Тем не менее, следует отметить недостаточный объем исследований на радон, осуществляемый в рамках социально-гигиенического мониторинга. Имеющееся ФГУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Омской области» оборудование не может обеспечить одновременное проведение радиационных исследований в массовом порядке [1].

На территории Омской области располагаются 270 предприятий (организаций), использующих техногенные источники ионизирующего излучения или работающих с ними: медицинские учреждения – 219, учебные и научно-исследовательские – 2, промышленные – 37, таможенные – 5, прочие – 7. Количество персонала на них – 1 656 чел. Годовые дозы облучения персонала соответствуют уставленному гигиеническому нормативу, т. е. составляют не менее 20 мЗв/год.

В соответствии с Федеральным законом «О радиационной безопасности населения» от 9 января 1996 г. № 3-ФЗ, постановлением Правительства Российской Федерации от 28 января 1997 г. № 93 «О порядке разработки радиационно-гигиенических паспортов организаций и территорий», в целях оценки воздействия радиационного фактора на население Омской области, начиная с 1998 г.

проводится работа по радиационно-гигиенической паспортизации организаций и территории Омской области [1].

Таким образом, по состоянию на 1 января 2010 г. проведена очередная радиационно-гигиеническая паспортизация организаций и территории Омской области. По итогам оформлен радиационно-гигиенический паспорт территории Омской области. Итогами радиационно-гигиенической паспортизации территории Омской области за 2010 г. явились:

1. Охват радиационно-гигиенической паспортизации 96 % организаций омской области, осуществляющих деятельность в сфере использования источников ионизирующего излучения.

2. Получение информации о радиационной обстановке на территории области на основании имеющихся данных радиационного контроля и мониторинговых исследований в рамках социально-гигиенического мониторинга.

3. Выявление основных дозообразующих факторов в структуре облучения населения территории Омской области.

#### *Литература:*

1. О состоянии и об охране окружающей среды Омской области в 2010 году / Министерство природных ресурсов и экологии Омской области. - Омск: Изд-во Манифест, 2011.-200 с.

УДК 577.4: 504.064:539.16

## **РАДИОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОБСТАНОВКА В МАНГИСТАУСКОЙ ОБЛАСТИ РК И ПУТИ ЕЁ УЛУЧШЕНИЯ**

**Пасысаев В.А., Шишков И.А.**

*АО «Волковгеология», Алматы, Казахстан*

В докладе приведены результаты анализа радиоэкологических исследований, проведённых АО «Волковгеология» на территории Мангистауской области по мероприятию: **«Изучение радиационной обстановки на территории Республики Казахстан» в рамках бюджетной программы 011 «Обеспечение радиационной безопасности» в период 2004-2008 гг.**

**В Мангистауской области**, где по результатам данной программы радиационно-опасные зоны занимают по площади более 1/3 от всей пло-

щади области, напряженную радиоэкологическую обстановку определяют естественные (природные) и техногенные факторы, из которых следует выделить: **а) естественные** – Прикаспийский урановорудный район, сложенный формациями осадочных пород, несущих урановую специализацию в отложениях мезозойско-кайнозойского платформенного чехла; *радийсодержащие воды нефтегазовых месторождений* Мангистауского региона и **б) техногенные** – функционирование в течение продолжительного времени промышленного реактора на быстрых нейтронах БН-350, который в настоящее время, по решению Правительства РК в 1999 году, остановлен; радиационно-опасный объект *хвостохранилище «Кошкарата»*; неконтролируемая часть промзоны бывшего Прикаспийского горно-металлургического комбината (ПГМК) и участки радиоактивного загрязнения (УРЗ) на нефтепромыслах, связанные с разработкой нефтегазовых месторождений.

По результатам проведенных исследований по Программе 011 на территории области выделены 3 потенциальные радиоэкологически-опасные зоны: Мангышлакская (зона 1), Мангистауская (зона 2) и Каламкас-Баранкульская (зона 3).

Приводится описание радиоэкологической обстановки выделенных зон и объектов с приложением *Карты ожидаемых значений коллективных доз на население*.

Фактически в региональном плане во всех блоках дозовые нагрузки на население не превышают среднюю по Казахстану годовую эффективную дозу 3,11 мЗв/год. Но наличие техногенных объектов может привести к сверхнормативному облучению на этих площадях. В связи с этим предлагаются **пути улучшения** создавшейся радиоэкологической обстановки, а именно, **необходимо на территории области проведение радиационного мониторинга и дополнительных исследований на следующих объектах:**

**1. Хвостохранилище Кошкарата**, на котором проводится мониторинг за пылением радиоактивных отходов с 2007 г. силами АО «Волковгеология» с финансированием за счёт областного бюджета.

**2. Участок Мангистауский** выделен по результатам радиогидролитохимической съемки (РГЛХС) по повышенному содержанию радия-226. В пределах участка размещаются 12 населенных пунктов, в которых требуется провести радиологические исследования на Rn.

**3.** Для улучшения сложившейся радиационно-опасной ситуации города Актау следует **постепенно** осуществить большой комплекс исследовательских, проектных и реабилитационных инженерно-строительных работ, включая радиационный мониторинг в районе **промзоны бывшего Прикаспийского**



**горнометаллургического комбината**, основные положения которого будут кратко изложены в докладе.

**4. УРЗ, связанные с разработкой нефтегазовых месторождений**, дополнительное обследование которых по Программе 011 не проводилось вследствие ограничения доступа на эту территорию руководством «Казмунайгаз». Полагаем, что природоохранные мероприятия на нефтепромыслах проводятся недропользователями, результаты которых, однако, не доводятся до специалистов-экологов и общественности области.

УДК 577.4:504.064:539.16

## **КОМПЛЕКСНЫЕ РАДИОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ТЕРРИТОРИИ СИП С ЦЕЛЬЮ ПЕРЕДАЧИ В ХОЗЯЙСТВЕННОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ**

**Стрильчук Ю. Г., Лукашенко С.Н.**

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

Информация о радиационной обстановке на территории бывшего Семипалатинского испытательного полигона (СИП), полученная в результате многолетних радиологических исследований, проводимых Институтом радиационной безопасности, а также востребованность местным населением территорий полигона для ведения хозяйственной деятельности, позволили в 2008 году начать работы по комплексному радиоэкологическому обследованию территории СИП с целью передачи части ее в хозяйственное использование.

Национальным ядерным центром РК в течение 2008-2012 годов были проведены работы по комплексному радиоэкологическому обследованию территории бывшего Семипалатинского испытательного полигона, а именно северной, западной, юго-восточной его частей и территории месторождения «Байтемир». Объектами исследований являлась природная среда: почвенно-растительный покров, водная и воздушная среды, животный мир. По результатам исследований было определено содержание естественных и искусственных радионуклидов ( $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{90}\text{Sr}$ ,  $^{239+240}\text{Pu}$ ) в объектах природной среды, а также проведены оценки содержания радионуклидов в продуктах питания,

которые население может производить на обследованных территориях. Проведенные комплексные исследования позволили провести оценку дозовых нагрузок на население, в случае его проживания и производства продуктов на обследованной территории, а также их потребления. При этом рассматривался наиболее консервативный поведенческий сценарий, условно названный «фермер, ведущий натуральное хозяйство». При обследовании месторождения «Байтемир» оценка дозовых нагрузок производилась как для вышеназванного сценария, так и для производственного, связанного с добычей и первичной переработкой руды. Подготовленные материалы исследований этих территорий были направлены для рассмотрения в различные государственные учреждения, в том числе в МООС РК – для проведения Государственной экологической экспертизы с целью предоставления территории в собственность или землепользование для нужд сельского хозяйства, промышленности и иных целей

Из 18 400 км<sup>2</sup> территории СИП в настоящее время комплексные экологические исследования проведены на территории площадью 4444 км<sup>2</sup>. По результатам оценки распределения интегральных радиационных параметров, с учетом существующих требований нормативной базы РК, обследованная территория площадью 4407 км<sup>2</sup> может быть передана в хозяйственное использование без ограничений, участок территории площадью 3 км<sup>2</sup>, расположенный в пределах северной части СИП и относящийся к территории площадки испытания боевых радиоактивных веществ, должен остаться землями запаса, а территорию месторождения «Байтемир» рекомендовано перевести в категорию «земли промышленности, транспорта, связи, обороны и иного несельскохозяйственного назначения».

Исходя из имеющихся данных о сложившейся на территории полигона радиационной обстановке, ИРБЭ был разработан план поэтапного обследования СИП до 2021 года, целью которого является кардинальное решение проблем бывшего Семипалатинского испытательного полигона к 30-летию Независимости Республики Казахстан.

## **РАДИОЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ИСПЫТАТЕЛЬНОЙ ПЛОЩАДКИ «ОПЫТНОЕ ПОЛЕ» И ПРИЛЕГАЮЩИХ ТЕРРИТОРИЙ**

**Мошков А.С., Лукашенко С.Н., Яковенко Ю.Ю.,  
Харкин П.В., Коровина О.Ю.**

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

Объект «Опытное поле» является первой испытательной площадкой ядерного оружия Советского Союза. В период с 1949 по 1963 гг. на площадках П-1, П-2, П-3, П-5 и П-7 было проведено 30 наземных и 86 воздушных ядерных испытаний, а также 40 гидроядерных и 5 гидродинамических экспериментов. В результате произошло масштабное загрязнение техногенными радионуклидами не только «Опытного поля», но и территории за его пределами.

В последние годы проводится крупномасштабное обследование территории «Опытного поля» и его прилегающих территорий, которое включает в себя:

- изучение космических снимков, выявление техногенных объектов и их полевое дешифрирование;
- точечный отбор проб почвы, равномерно распределенных по территории «Опытного поля» и 6-километровой зоне вокруг него по сети 500×500 метров, выявление загрязненных участков и эпицентральных зон;
- проведение пешеходных гамма-съемок на выявленных эпицентрах и участках повышенного радионуклидного загрязнения по сетям 200×200, 100×100 и 40×40 метров, исследование горизонтального и вертикального распределения радионуклидов в эпицентральных зонах;
- проведение пешеходной гамма-спектрометрической съемки по сети 20×20 метров на наиболее загрязненных территориях технических площадок П-2, П-7.

Выявлено 24 эпицентра ядерных испытаний (в том числе испытаний без реализации режима ядерного взрыва) с различными концентрациями радионуклидов и их соотношениями. Следы радиоактивных выпадений распространяются в трех основных направлениях: северо-восточном, юго-

восточном и юго-западном. По данным обследования можно сказать, что следы радиоактивных выпадений выходят не только за пределы административных границ «Опытного поля», но и за пределы 6-километровой зоны, в южной части которой наблюдаются концентрации  $^{241}\text{Am}$   $n \times 10^3$  Бк/кг и выше.

В ходе полевого дешифрирования техногенных объектов на юге 6-километровой зоны «Опытного поля» обнаружены участки с аномально высокими концентрациями трансурановых элементов, а на северо-восточной границе обнаружен «могильник», где имеются захоронения с крайне высокими уровнями радионуклидного загрязнения.

Анализируя полученные результаты, можно сделать вывод о том, что на прилегающих к «Опытному полю» территориях необходимо провести масштабное обследование, которое бы включало в себя выявление участков загрязнений, а также их детализацию. Границы «Опытного поля» должны быть пересмотрены согласно реальной радиационной обстановке, а доступ населения ограничен.

УДК 577.4:504.064:541.28:539.16

## **О НЕКОТОРЫХ ХАРАКТЕРНЫХ ПАРАМЕТРАХ РАДИОНУКЛИДНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ БЫВШЕГО СЕМИПАЛАТИНСКОГО ИСПЫТАТЕЛЬНОГО ПОЛИГОНА**

**Каширский В.В., Лукашенко С.Н., Яковенко Ю.Ю.,  
Шатров А.Н., Романенко Е.В.**

***Институт радиационной безопасности и экологии,  
Курчатов, Казахстан***

Данная работа представляет собой обобщение накопленного материала по радионуклидному загрязнению наиболее исследованных участков бывшего Семипалатинского полигона.

Для получения картины распределения радионуклидного загрязнения были собраны материалы по детально обследованным около 7000 кв. км территории полигона. Проведен анализ содержания основных искусственных радионуклидов ( $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{90}\text{Sr}$ ,  $^{239+240}\text{Pu}$ ,  $^{241}\text{Am}$ ) в более чем 8000 пробах почвы. Проведен сравнительный анализ радионуклидного загрязнения наиболее исследованных территорий СИП, таких как северная, западная, юго-восточная

и других объектов полигона. Построены карты загрязнения техногенными радионуклидами  $^{90}\text{Sr}$ ,  $^{241}\text{Am}$ ,  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{239+240}\text{Pu}$  и проведен расчет значений изотопных отношений  $^{137}\text{Cs} / ^{90}\text{Sr}$ ,  $^{239+240}\text{Pu} / ^{241}\text{Am}$ ,  $^{238}\text{Pu} / ^{239+240}\text{Pu}$ .

Целью представленной работы было обобщить весь накопленный материал, на его основе оптимизировать проведение комплексных экологических исследований и по возможности отказаться от проведения чрезвычайно дорогостоящих радиохимических анализов стронция и изотопов плутония.

Были выбраны участки, на которые воздействие от деятельности СИП минимально. Для них определен ряд базовых параметров: среднее содержание  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{241}\text{Am}$ .

По результатам выявлено, что на разных участках, находящихся в географически разных частях полигона и на различном удалении от основного источника поверхностного загрязнения полигона – площадки «Опытное поле», определенные базовые параметры имеют одинаковые значения: средняя концентрация  $^{137}\text{Cs}$  – 17,6 Бк/кг,  $^{241}\text{Am}$  – 0,8 Бк/кг.

Опираясь на полученные результаты, рассмотрены другие участки СИП: юго-восточная часть полигона, находящаяся между испытательной площадкой «Дегелен» и селом Саржал, месторождения Байтемир и Коскудук. Определен подход к категоризации обследованных участков на «фоновые» и подвергнутые влиянию СИП.

Таким образом, при обследовании территории полигона в случае обнаружения  $^{241}\text{Am}$  и  $^{137}\text{Cs}$  на фоновых (базовых) уровнях нет необходимости детального исследования изотопов плутония, так как они находятся в однозначной зависимости с америцием.

## **СОВРЕМЕННОЕ РАДИОЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ЭКОСИСТЕМЫ Р. ШАГАН**

**Айдарханов А.О., Лукашенко С.Н., Ляхова О.Н., Ларионова Н.В.**

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

В результате анализа материалов проведенных исследований была получена информация о современном состоянии компонентов экосистемы р. Шаган. Определены основные механизмы формирования радиоэкологической обстановки в районе р. Шаган.

Установлено, что радиоактивное загрязнение техногенными радионуклидами почвогрунтов, донных отложений территории, приуроченной к руслу р. Шаган, в первую очередь, обусловлено первым подземным ядерным испытанием с выбросом грунта, проведенным на площадке «Балапан» в скважине 1004. Незначительный вклад в загрязнение дневной поверхности продуктами деления внесли наземные ядерные испытания, проведенные на площадке «Опытное поле», и глобальные выпадения. Наиболее загрязненным продуктами нейтронной активации является участок в непосредственной близости от воронки «Атомного озера». Загрязнение на данном участке носит площадной характер. Общая площадь загрязнения ограничена 10-12 км от гребня воронки. Выявлено, что хорошим идентификационным параметром для определения источника загрязнения почвогрунтов является соотношение изотопов плутония. Лабораторный анализ донных отложений позволил выявить и скорректировать положение следов от испытаний ядерного оружия на площадке «Опытное поле». В процессе работ установлено практическое отсутствие миграции техногенных радионуклидов с поверхностными водами, и опасения о возможном трансграничном переносе радионуклидов с водами рек Шаган и Иртыш не подтверждаются.

Определено, что основным загрязнителем вод реки является техногенный радионуклид  $^3\text{H}$ , максимальное значение которого в 2011 г. зафиксировано в паводковый период на расстоянии 5 км от «Атомного озера» и составило 200000 Бк/кг. Отличительной особенностью тритиевого загрязнения русла р. Шаган является изменчивость места максимальной концентрации  $^3\text{H}$ . В связи с этим необходимо провести работы по локализации участка посту-

пления и оттока загрязненных подземных вод в русло р. Шаган. Рекомендуется расширить существующие посты мониторинга на ключевых участках и увеличить объем работ для проведения контроля за состоянием русловых вод (помимо радионуклидного провести микроэлементный, общий химический анализ и определение дебита водотока). Необходимо также вести мониторинговые наблюдения не в отдельно взятых точках, а на отрезках максимумов. Это позволит получить более полную картину сезонных вариаций распределения трития.

Подтверждено, что присутствие  $^3\text{H}$  в водах прослеживается на всем протяжении русла вплоть до впадения в р. Иртыш и составляет 50 Бк/кг. При этом, поступление  $^3\text{H}$  в р. Иртыш фиксируется практически в течение всего весенне-летнего периода.

Наличие трития обнаружено во всех пробах растений, отобранных на берегах р. Шаган. Максимальная концентрация  $^3\text{H}$  в растениях  $65 \cdot 10^3$  Бк/кг установлена в тростнике, что более чем в 8 раз превышает УВ для населения при поступлении данного радионуклида с водой и пищей (НРБ-99). Содержание  $^3\text{H}$  в пробах молока, отобранных с зимовок, расположенных на берегах р. Шаган, не превышает УВ (НРБ-99). Значения радиационных параметров на территории за пределами воронки «Атомного озера» находятся в пределах фоновых значений для данной местности.

УДК 504.4.054:546.11.02.3:551.49

## **УРОВЕНЬ И ХАРАКТЕР РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ТРИТИЯ В ВОЗДУШНОМ БАССЕЙНЕ СИП**

<sup>1</sup>Ляхова О.Н., <sup>1</sup>Лукашенко С.Н., <sup>1</sup>Ларионова Н.В., <sup>2</sup>Тур Е.С.

*<sup>1</sup>Институт радиационной безопасности и экологии НЯЦ РК,  
Курчатов, Казахстан*

*<sup>2</sup>Национальный Ядерный Центр РК, Курчатов, Казахстан*

Тритий обладает высокой миграционной способностью в природных средах, благодаря чему включается в состав поверхностных и подземных вод, грунта и растительности, что подтверждается многолетними исследованиями в этой области. Как следствие, происходит тритиевое загрязнение воздушной среды.

В данной работе была произведена оценка тритиевого загрязнения воздушного бассейна территории СИП. В ходе проведения исследования определены уровни и характер распределения трития в воздушной среде на всех основных испытательных площадках СИП - «Дегелен», «Балапан», «Опытное поле», «Телькем», «Сары-Узень», а также на двух радиационно-опасных объектах полигона - «Атомное озеро» и река Шаган.

На основе реальных данных об уровнях содержания трития на участках СИП, максимально-загрязненных тритием, – площадка «Дегелен», площадка «Балапан» и зона влияния реки Шаган – произведены расчеты общего количества трития, поступающего в атмосферный воздух с территории данных объектов. При проведении расчетов учитывались все основные источники поступления  $^3\text{H}$  в атмосферу, исходя из особенностей проведения испытаний. По полученным данным произведен расчет суммарного количества  $^3\text{H}$ , поступающего с территории СИП в целом.

Проведенные исследования позволили не только провести комплексную оценку тритиевого загрязнения воздушной среды, но и определить основные параметры, необходимые для расчетов поступления  $^3\text{H}$  в атмосферу от разных источников поступления применительно к данной территории.

Результаты работы позволят в дальнейшем проводить оценку тритиевого загрязнения воздушной среды без проведения многочисленных полевых работ, основываясь на теоретических расчетах, а также будут применены при проведении расчетов дозовых нагрузок на население.



## **РОЛЬ РАСТИТЕЛЬНОГО ПОКРОВА В РЕГУЛИРОВАНИИ ПОТОКОВ ТЕХНОГЕННЫХ РАДИОНУКЛИДОВ НА РАЗНЫХ ЭТАПАХ ПОСЛЕ РАДИОАКТИВНЫХ ВЫПАДЕНИЙ**

**Панин М.С.**

*Семипалатинский государственный педагогический институт,  
Семей, Казахстан*

Оценке роли растительного покрова в аккумуляции радионуклидов на начальных этапах после радиоактивных выпадений и динамики удерживающей способности различных видов напочвенного покрова в последующем посвящен целый ряд классических трудов.

Вместе с тем роль растительного покрова в регулировании потоков радионуклидов в динамике меняется. Это отчетливо прослеживается на основании анализа изменения показателей биологического круговорота и биогеохимических циклов техногенных радионуклидов. На первых этапах после выпадений в биогеохимических циклах этих элементов доминируют нисходящие потоки элементов за счет интенсивно идущих процессов самоочищения растительного яруса от внешнего загрязнения. В последующем, через 10-15 лет после выпадений соотношение нисходящих и восходящих потоков в биогеохимических циклах техногенных радионуклидов меняется.

Биологический круговорот (БК) техногенных радионуклидов имеет свои характерные особенности, отличные от БК их стабильных изотопов и химических аналогов.

До настоящего времени нерешенным остается вопрос, касающийся изменений показателей БК и роли растительного покрова в регулировании потоков этих элементов в долгосрочной динамике. По мнению ряда специалистов, в отдаленные периоды после выпадений, когда состояние радионуклидов достигает так называемого динамического квазиравновесия в почвенном блоке и системе «почва-растение», различия в показателях БК техногенных радионуклидов и их химических аналогов сглаживаются. В рамках этой проблемы не до конца решенными остаются также и вопросы изменения соотношения нисходящих и восходящих потоков техногенных радионуклидов в зависимости от физико-химической формы выпадений, состава и почвенно-экологических условий территорий загрязнения и практически не зависит от

физико-химической формы первичных радиоактивных выпадений. В связи с этим возникает необходимость сравнительной оценки показателей биологического круговорота техногенных радионуклидов на отдельных этапах после радиоактивных выпадений в природных экосистемах, сформированных на различных типах почв.

Каждому виду растений присущи определенные границы адаптивной нормы к ионизирующим излучениям. Оптимальный уровень определяется естественным радиационным фоном. В процессе становления адаптационных процессов максимально используются онтогенетические возможности организма, которые также ограничивают спектр возникающих генетических изменений. К важнейшим ответным реакциям растений на воздействие радиации относятся изменения процессов роста, развития, воспроизводства и выживаемости растений, физиолого-биохимическая перестройка метаболических процессов, определяющие существование популяции в пространстве.

Все это должно тоже учитываться при исследовании роли растительного покрова в регулировании потоков техногенных радионуклидов на разных этапах после радиоактивных выпадений.

УДК 577.391:577.4:504.74:636.32/.38:539.16

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПРОИЗВОДСТВА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ПРОДУКЦИИ В УСЛОВИЯХ РАДИОАКТИВНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ НА ПЛОЩАДКЕ «ДЕГЕЛЕН» СИП**

**Паницкий А.В., Лукашенко С.Н., Байгазинов Ж.А.**

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

Проведение подземных ядерных взрывов в течение 1961-1989 гг. в штольнях испытательной площадки «Дегелен» обусловило радиоактивное загрязнение не только полостей штолен, но и дневной поверхности. В результате, в природную среду продолжает поступать большое количество радиоактивных веществ, которые включаются в геохимические процессы.

На территории СИП, включая территорию, прилегающую к площадке «Дегелен», проводится сельскохозяйственная деятельность. Неоднократно

фиксируются случаи выпаса сельскохозяйственных животных и заготовки сена на территории площадки «Дегелен». Поэтому возникла необходимость в исследованиях, позволяющих оценить возможность производства сельскохозяйственной продукции на этих территориях. Для этого на территории площадки «Дегелен» в последние годы проводились исследования по трем направлениям:

1. Изучение радиационной обстановки и содержания радионуклидов в компонентах природной среды (почвенно-растительном покрове, грунтовых и поверхностных водах, атмосферном воздухе);

2. Исследование особенностей перераспределения радионуклидов в природной среде;

3. Экспериментальные исследования особенностей перехода искусственных радионуклидов в органы и ткани овец в условиях радиоактивного загрязнения площадки «Дегелен», проводимые посредством натуральных экспериментов с овцами.

В ходе исследований получены данные, характеризующие современное радиоэкологическое состояние экосистем испытательной площадки «Дегелен». Определены особенности перераспределения радионуклидов в луговых экосистемах ручьев горного массива Дегелен. Впервые в условиях радиоактивного загрязнения территории СИП проведены натурные эксперименты с сельскохозяйственными животными. Получены коэффициенты перехода (Кп) техногенных радионуклидов  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{90}\text{Sr}$ ,  $^3\text{H}$  и радионуклидов трансуранового ряда  $^{239+240}\text{Pu}$  и  $^{241}\text{Am}$  в ткани и органы овец при различных формах поступления в организм, при этом Кп  $^{239+240}\text{Pu}$  и  $^{241}\text{Am}$  с растительным кормом и почвой для внутренних органов овец получены впервые. Установлено, что шерстная ткань является основной тканью, депонирующей  $^{239+240}\text{Pu}$ . Среди внутренних органов наибольшие концентрации отмечены для печени. Удельная активность  $^{239+240}\text{Pu}$  в других органах относительно печени в 2-3 раза меньше. Показано, что в условиях длительного ежедневного поступления  $^{239+240}\text{Pu}$  в организм овец с различными компонентами окружающей среды, его концентрация в кожной, шерстной и мышечной тканях, шерсти, сердце, почках, легких, селезенке не увеличивается и накопление не зависит от сроков поступления. Процесс накопления  $^{239+240}\text{Pu}$  наблюдается только для печени.

На основании полученных радиационных характеристик компонентов природной среды и параметров перехода радионуклидов в продукцию овцеводства выполнена оценка возможности производства сельскохозяйственной

продукции в условиях радиоактивного загрязнения в результате проведения подземных ядерных испытаний на площадке «Дегелен».

С помощью экспериментальных данных, полученных в ходе исследований, можно прогнозировать возможные удельные активности радионуклидов в продукции овцеводства при их производстве на территориях, имеющих радиоактивное загрязнение. Данные позволяют регламентировать допустимые уровни радионуклидного загрязнения почвы, растений на потенциальных пастбищах СИП. В частности установлено, что основную опасность с точки зрения ведения животноводства будет представлять  $^{137}\text{Cs}$  и  $^3\text{H}$ , накапливающиеся в мягких органах и тканях сельскохозяйственных животных и  $^{90}\text{Sr}$ , имеющий высокий процент перехода в костную ткань сельскохозяйственных животных. Несмотря на свою большую токсичность по сравнению с  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{90}\text{Sr}$  и  $^3\text{H}$  трансурановые элементы  $^{239+240}\text{Pu}$  и  $^{241}\text{Am}$  будут представлять наименьшую опасность для ведения животноводства из-за низких миграционных свойств по трофической цепи почва – корм – животное.

По итогам исследований даны рекомендации по ведению сельскохозяйственной деятельности, что особенно актуально, так как в настоящее время проводятся комплексные исследования территории полигона для оценки возможности дальнейшей её передачи в хозяйственный оборот.

УДК 577.4:577.391: 504.73:539.16

## **НАКОПЛЕНИЕ ИСКУССТВЕННЫХ РАДИОНУКЛИДОВ РАСТЕНИЯМИ НА ТЕРРИТОРИИ БЫВШЕГО СЕМИПАЛАТИНСКОГО ИСПЫТАТЕЛЬНОГО ПОЛИГОНА**

**Ларionova Н.В., Лукашенко С.Н.**

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

Семипалатинский испытательный полигон (СИП) – один из крупнейших полигонов для испытаний ядерного оружия. На его территории проводились разнохарактерные ядерные взрывы: 340 подземных (площадки «Дегелен», «Балапан» и «Сары-Узень»), 30 наземных и 86 воздушных ядерных взрывов (площадки испытания боевых радиоактивных веществ (БРВ) и «Опытное поле»).

С момента закрытия СИП казахстанскими учеными совместно с международным научным сообществом получен большой объем информации относительно текущей радиационной обстановки на его территории. Выявлены все значимые участки радиоактивного загрязнения, основные пути и механизмы текущего и потенциального распространения радиоактивных веществ.

В последние годы одной из главных целей работ по СИП является постепенная передача его земель в народнохозяйственный оборот. В этих условиях неотъемлемым звеном для прогноза уровней радиоактивного загрязнения продуктов питания являются параметры перераспределения радионуклидов в системе почва-растение, используемые при расчете доз для населения, проживающего на территории СИП.

До недавнего времени вопрос о процессах миграции радионуклидов из почвы в растения оставался относительно слабо изученным. Отдельные работы, в той или иной степени посвященные данному вопросу, встречались и ранее, однако в них практически отсутствовала информация о накоплении растениями трансурановых радионуклидов. Более регулярные исследования в этом направлении были начаты относительно недавно. В период с 2007 по 2011 гг. изучены особенности накопления искусственных радионуклидов отдельными видами растений (пижма (*Tanacetum vulgare*), шиповник (*Rosaspinosissima*), волоснец (*Leymus angustus*), иван-чай (*Chamaenerium angustifolium*), бодяк (*Cirsium arvense*) и др.) в условиях радиоактивных штольневых водотоков на площадке «Дегелен». Получены статистически-достоверные данные, характеризующие накопление радионуклидов, в том числе  $^{239+240}\text{Pu}$  и  $^{241}\text{Am}$ , основными ценозообразователями сухой степи (ковыль (*Stipa capillata*), типчак (*Festuca aleutica*) и полынь (*Artemisia sublessingiana*)) на «Опытном поле». Выполнена предварительная оценка накопления  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{90}\text{Sr}$  некоторыми видами растений (ковыль (*Stipa capillata*), полынь (*Artemisia sublessingiana*)) на одном из самых радиоактивно-загрязненных участков площадки «4а» в местах испытания боевых радиоактивных веществ. В рамках проведения комплексного экологического обследования с целью передачи земель в народнохозяйственный оборот исследованы параметры накопления радионуклидов для степного разнотравья на условно «фоновых» территориях СИП и отдельных участках радиоактивного следа, сформированного вследствие взрыва 1953 года. Основные результаты этих исследований излагались ранее на предыдущих конференциях.

В данной работе выполнено обобщение всех полученных результатов. Представлена целостная картина особенностей накопления искусственных радионуклидов  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{90}\text{Sr}$ ,  $^{239+240}\text{Pu}$  и  $^{241}\text{Am}$  растениями на территории СИП. Показано, что параметры накопления радионуклидов растениями, прежде всего, зависят от характера радиоактивного загрязнения территории СИП, в частности от форм содержания в почвах радионуклидов. Определенные различия отмечены для отдельных видов растений и для почв, характеризующихся разными физико-химическими свойствами. Составлены ряды радионуклидов по их способности накопления из почвы в надземной части растений, дана количественная характеристика разницы в накоплении. Приведен сравнительный анализ коэффициентов накопления для различных территорий СИП и обобщенных международных данных.

УДК 577.391:637:504.064:539.16

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ПЕРЕХОДА ИСКУССТВЕННЫХ РАДИОНУКЛИДОВ В ПРОДУКЦИЮ ЖИВОТНОВОДСТВА И ПТИЦЕВОДСТВА В УСЛОВИЯХ РАДИОАКТИВНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ СИП**

**Байгазинов Ж.А., Лукашенко С.Н.**

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

В настоящее время ведутся комплексные работы по передаче земель бывшего Семипалатинского испытательного полигона в сельскохозяйственный оборот. Для чего в первую очередь необходимо оценить дозу, которую может получить население при использовании данных территории. Опубликованный в 2012 году документ МАГАТЭ «Hand book of Parameter Values for the Prediction of Radionuclide Transfer in Terrestrial and Freshwater Environments» является одним из основных источников знаний о параметрах миграции радионуклидов в агроэкосистемах, которые необходимы для оценки дозовых нагрузок на население. Откуда известно, что переход  $\text{Sr}$  и  $\text{Cs}$  изучен достаточно хорошо, однако варьирование коэффициентов перехода происходит в широком диапазоне. Проведены единичные исследования по изучению пе-

рехода Pu и Am, отсутствуют данные по тритию. Необходимо отметить, что исследований, проведенных в реальных условиях радиоактивного загрязнения, т.е. в натуральных условиях также очень мало.

В связи с этим, начиная с 2007 года на территории СИП проводятся комплексные радиоэкологические исследования, где основными исследуемыми радионуклидами являются  $^3\text{H}$ ,  $^{90}\text{Sr}$ ,  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{239+240}\text{Pu}$ ,  $^{241}\text{Am}$ . Объектами в данных исследованиях являются типичные для данного региона животные и птицы, а также получаемая от них продукция (баранина, говядина, конина, курятина, субпродукты, коровье и кобылье молоко, яйца кур, пух куриный, шерсть, кожа). Необходимо отметить, что данные продукты являются основной продукцией сельского хозяйства, которые можно получить на данных территориях.

Исследования проводились при выпасе животных на наиболее загрязненных участках полигона. Отдельным группам животных и птиц скармливался загрязненный корм, почва, спаивалась загрязненная вода. Было изучено поступление радионуклидов в организм животных с воздухом. Сроки содержания животных и птиц варьировали от 1 до 150 суток. Исследование параметров перехода в коровье и кобылье молоко проводилось при разовом и длительном поступлении радионуклидов, кроме того, была изучена динамика их выведения.

В целом исследования включали в себя следующие задачи:

- изучение и оценка возможных путей поступления радионуклидов в организм животных и птиц, содержащихся на различных участках СИП;
- изучение параметров перехода искусственных радионуклидов в органы и ткани животных и птиц при различных сроках и условиях поступления;
- разработка рекомендации по безопасному ведению животноводства на территории, загрязненной радиоактивными веществами.

Изложенные в настоящей работе результаты исследований подтверждают уже имеющиеся данные о характере метаболизма радионуклидов  $^{90}\text{Sr}$  и  $^{137}\text{Cs}$  в организме животных. Однако полученные коэффициенты перехода ( $K_{\text{п}}$ ) оказались на порядок меньше, чем средние значения  $K_{\text{п}}$ , представленные в базе данных МАГАТЭ.

Трансурановые радионуклиды, поступающие с почвой, усваиваются меньше, чем при поступлении с кормом. В условиях длительного ежедневного поступления  $^{239+240}\text{Pu}$  в организм животных с различными компонентами окружающей среды процесс накопления наблюдается только для печени, в других органах и тканях накопления отсутствуют.

Выявлены особенности перехода радионуклидов в органы и ткани животных и птиц, поступивших с сеном, водой и почвой. Результаты показали, что  $K_p$  могут различаться до одного порядка. Установлена зависимость распределения радионуклидов между органами и тканями, что дает возможность по одному органу определить содержание радионуклидов в целом организме или даже, не забывая животного, при использовании шерсти, дать предварительную оценку концентрации радионуклидов в организме животного.

Проведенными исследованиями установлено, что, независимо от времени и вида поступления, распределение  $^3H$  в органах и мышечной ткани овец имеет место равномерного распределения. При ингаляционном и пероральном поступлении с кормом  $^3H$  переходит значительно больше в яйца кур, чем в мышечную ткань этих же птиц. Установлено, что для продуктов птицеводства биологическая доступность  $^3H$ , поступившего с кормом, больше, чем  $^3H$ , поступившего с воздухом и водой.

Переход  $^3H$  в коровье и кобылье молоко происходит лучше при ингаляционном поступлении, чем при пероральном поступлении с кормом и водой. Снижение активности  $^3H$  в молочной сыворотке после длительного поступления  $^3H$  с кормом происходит в 2 раза медленнее, чем после поступления с водой.

Полученные результаты используются для разработки рекомендации по ведению животноводства в условиях радиоактивного загрязнения, а также для оценки дозовых нагрузок на население при передаче земель СИП в сельскохозяйственный оборот.



**ИССЛЕДОВАНИЕ ПОСТУПЛЕНИЯ ИСКУССТВЕННЫХ  
РАДИОНУКЛИДОВ В РАСТЕНИЕВОДЧЕСКУЮ ПРОДУКЦИЮ ПРИ  
ЕЕ ПРОИЗВОДСТВЕ НА ПЛ. «ОПЫТНОЕ ПОЛЕ»  
ТЕРРИТОРИИ СИП**

**Кожуханов Т.Е., Лукашенко С.Н., Иванова А.Р.**

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

В 2010 году на территории СИП было положено начало целого ряда экспериментов с сельскохозяйственными культурами по исследованию поступления и накопления искусственных радионуклидов в растениеводческую продукцию в естественных природно-климатических условиях.

Для проведения натурного эксперимента по изучению накопления радионуклидов сельскохозяйственными культурами была выбрана территория в районе технической площадки «П-2» территории СИП, характеризующаяся высоким содержанием радионуклидов, относящихся, прежде всего, к трансурановым:  $^{239+240}\text{Pu}$  ( $n \cdot 10^5$  Бк/кг) и  $^{241}\text{Am}$  ( $n \cdot 10^4$  Бк/кг).

В качестве экспериментальных видов сельскохозяйственных растений были выбраны однолетние культуры, выращиванием которых занимаются не только хозяйствующие субъекты, но и местное население: пшеница, ячмень, тыква, арбуз, картофель, фасоль, подсолнечник, лук, кукуруза, свекла, морковь, баклажаны, перец, томат, огурцы и капуста. Исследовательские работы с многолетними растениями также имеют важное значение для представления полной картины процессов накопления радионуклидов в растениях на территории СИП, поэтому в 2011 г. были начаты исследования в этом направлении, но в качестве объектов исследования были выбраны плодовые кустарники и деревья (яблони, сливы, вишня, смородина, малина).

Основными задачами исследования ставились изучение влияния агротехнических и агрохимических приемов земледелия, режима увлажнения, сортовых отличий и фаз развития экспериментальных сельскохозяйственных растений.

В результате работ были получены экспериментальные данные Кн  $^{241}\text{Am}$ ,  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{90}\text{Sr}$  и  $^{239+240}\text{Pu}$  для основной растительной продукции, которые не превышают обобщенных данных мировых исследований по накоплению ради-

онуклидов в продукции сельскохозяйственных растений. Отмечена зависимость в накоплении  $^{241}\text{Am}$ ,  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{90}\text{Sr}$  для растений семейства лилейных от типа посадочного материала. Установлено, что при возможном выращивании с/х культур на территории СИП в первую очередь на качество растительной продукции будет влиять именно  $^{90}\text{Sr}$ , который является более «подвижным» радионуклидом. Установлено, что наиболее интенсивно идет накопление радионуклидов в корнях и надземной части растений (листья и стебли), а в генеративных органах (плодах и зерне) накопление радионуклидов происходит меньше всего. Для количественной оценки разницы в накоплении радионуклидов исследуемыми растениями рассчитаны отношения  $\text{Кн}^{90}\text{Sr} / \text{Кн}^{137}\text{Cs}$  (23,6),  $\text{Кн}^{137}\text{Cs} / \text{Кн}^{239+240}\text{Pu}$  (2,1),  $\text{Кн}^{239+240}\text{Pu} / \text{Кн}^{241}\text{Am}$  (5,4) и установлен следующую убывающий ряд:  **$\text{Кн}^{90}\text{Sr} > \text{Кн}^{137}\text{Cs} > \text{Кн}^{239+240}\text{Pu} > \text{Кн}^{241}\text{Am}$** .

Полученные значения Кн показывают возможность выращивания «чистой» продукции растениеводства, соответствующей санитарным нормам, при довольно высоком радиоактивном загрязнении почв искусственными радионуклидами.

УДК 546.296

## СТРАТЕГИЯ ВЫБОРА ПРОТИВОРАДОНОВОЙ ЗАЩИТЫ ДЛЯ РАДОНООПАСНЫХ ТЕРРИТОРИЙ

Алимов Е.Б., Беркинбаев Г.Д.

*ТОО ЭКОСЕРВИС-С, Алматы, Казахстан*

Проблема выбора радоновой защиты возникает каждый раз, когда выявляются высокие значения ЭРОА или ОА радона в помещениях жилых или общественных зданий. И особенно неприятно, когда это выявляется *postfactum*, т.е. в уже построенных зданиях. Учитывая, что в Казахстане повышенный уровень радоновой опасности во многих районах и областях, то данная проблема актуальна и требует эффективного решения.

В статье рассматриваются результаты проведенных специалистами ТОО «ЭКОСЕРВИС-С» исследований степени противорадоновой защиты для некоторых типов материалов, из которых были сделаны перекрытия подпольных помещений. В основу этой защиты включены результаты сопостав-

ления концентраций радона между подпольными помещениями и помещениями над подпольем, выведены коэффициенты их корреляции.

Далее рассмотрены известные пути активной и пассивной противорадоновой защиты. Предложен путь по оптимизации выбора противорадоновой защиты и разработана стратегия выбора противорадоновых мер для радоноопасных территорий.

УДК 577.4: 504.75.05:539.16

## **РАДИОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОБСТАНОВКА АБАЙСКОГО РАЙОНА ВОСТОЧНО-КАЗАХСТАНСКОЙ ОБЛАСТИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН**

**Апсаликов К.Н.,** Мулдагалиев Т.Ж., Липихина А.В.,  
Жакупова Ш.Б., Зингатинова З.С.

***НИИ Радиационной медицины и экологии, Семей, Казахстан***

Цель работы - обобщение архивно-аналитической информации радиоэкологических исследований прошлых лет и современных исследований на территориях населенных пунктов Абайского района.

В архивных данных НИИ Радиационной медицины и экологии содержатся результаты исследований радиационной обстановки в населенных пунктах Семипалатинской области, прилегающих к полигону, за период 1953-1996 гг.

Основное загрязнение территории Абайского района обусловлено: самым мощным наземным взрывом термоядерной бомбы (12.08.1953); локальными выпадениями от наземных ядерных взрывов (24.09.1951, 05.10.1954, 16.03.1956), от серии взрывов Телькем.

Исследования радиоэкологической обстановки на территориях, прилегающих к СИЯП, проводились с момента первого взрыва. В первые десять лет испытаний (1949 - 1959 гг.) измерялась только мощность дозы гамма-излучения по пути прохождения радиоактивного облака в 75 населенных пунктах 15 районов. С 1959 г. начали определять удельную суммарную бета-активность объектов внешней среды. К 1962 г., согласно архивным данным, начались планомерные изучения радиоэкологической обстановки. С этого времени изучались как объекты окружающей среды, так и продукты пита-

ния на достаточно широких территориях. Начиная с 1963 года, в архивных материалах появляются данные по изотопному составу.

Архивные данные показывают, что после запрета на проведение воздушных и наземных испытаний в 1962 г., уменьшения глобальных выпадений, процессов естественной дезактивации почв и радиоактивного спада суммарный запас радиоактивных продуктов деления в объектах окружающей среды Абайского района систематический уменьшался. Так, к 1990 году удельная суммарная активность почвы уменьшилась в 4-6 раз, концентрация  $^{90}\text{Sr}$  в поверхностном слое почвы до 2,6 раз,  $^{137}\text{Cs}$  – до 4,7 раз. Удельная суммарная активность растительности уменьшилась в 6 раз, концентрация  $^{90}\text{Sr}$  – в 62,5 раз. Выявлено увеличение концентрации  $^{137}\text{Cs}$  в 1986 году, что можно объяснить увеличением глобального выпадения  $^{137}\text{Cs}$  от аварии на Чернобыльской АЭС.

Удельная суммарная активность молока и мяса снизилась до 10,8 раза, воды – до 278,7 раза. Удельная активность  $^{90}\text{Sr}$  в молоке снизилась до 59,4 раз, в мясе – до 132 раз, в воде до 4,5 раз; удельная активность  $^{137}\text{Cs}$  в молоке снизилась до 72,9 раза, в мясе – до 55,9 раза, в воде – до 9 раз.

Однако в результате анализа содержания радионуклидов в почве в 1994 г. установлено, что для слоя 0-5 см соотношение  $^{137}\text{Cs}$  к  $^{90}\text{Sr}$  составляет 0,937 для с. Саржал и 3,5 для с. Кайнар при значениях глобальных выпадениях 1,6 - 1,7.

В современный период уровни содержания  $^{137}\text{Cs}$  в образцах почвы Абайского района составляют от  $1,8 \cdot 10^2$  до  $9 \cdot 10^3$  Бк/м<sup>2</sup>, что сопоставимо, либо немного ниже, чем предполагаемый местный глобальный уровень ( $3 \cdot 10^3$ - $7 \cdot 10^3$  Бк/м<sup>2</sup>). Содержание  $^{239}\text{Pu}$ ,  $^{240}\text{Pu}$  находится в пределах до  $2 \cdot 10^3$  Бк/м<sup>2</sup>, что в единицы-десятки раз выше предполагаемого глобально-го уровня (50 Бк/м<sup>2</sup>). Атомные отношения  $^{240}\text{Pu}/^{239}\text{Pu}$  составляют 0,025-0,1.

## **ОЦЕНКА РАДИАЦИОННОЙ ОБСТАНОВКИ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ НЕФТЕДОБЫВАЮЩЕЙ ОТРАСЛИ**

**Бахтин М.М., Джакенова А.С., Кашкинбаев Е.Т., Казымбет П.К.**

***АО «Медицинский университет Астана»  
Институт радиобиологических исследований, Астана, Казахстан***

Целью работы явилась оценка радиационной обстановки нефтедобывающего месторождения Узень Мангистауской области.

Проведена автомобильная гамма-съемка территории месторождения и выборочные радиологические замеры на поверхностях технологического оборудования: трубопроводов, резервуаров, насосов перекачки пластовой воды, оборудования сепарационных установок, технологического оборудования групповых установок центрального пункта подготовки нефти (ЦППН) и управлений НГДУ-1, НГДУ-2, НГДУ-3 и НГДУ-4.

В результате проведенных работ на территории месторождения выявлены аномальные участки с МЭД гамма-излучения до 1,1 мкЗв/ч. В оборудовании отдельных групповых установок НГДУ зафиксировано многократное превышение допустимых уровней МЭД гамма-излучения. Выявленные радиоактивные аномалии и участки радиоактивного загрязнения по характеру формирования подразделяются на четыре типа:

- Сбросы пластовых вод на рельеф, участки замазученного грунта. Данный тип представлен участками замазученного грунта в местах пролива эмульсии, нефтешламом и радиоактивными растворами пластовых вод, образованных в результате их сброса при бурении скважин, планово-предупредительных ремонтах оборудования, аварийных прорывах участков систем технологических трубопроводов;

- Скопления нефтешлама, ржавчины, окалины, солей. Данный тип представлен производственными отходами в виде шламов, отложений на контактных поверхностях технологических трубопроводов, резервуаров, мелкофракционными кристаллами солей.

- Металлоотходы. К этой группе относятся производственные металлоотходы - обрезки труб, листового стали, детали печей подогрева, буровые и насосно-компрессорные трубы, емкости, установки дозирующих отстойников и другое оборудование, имевшее контакт с нефтью и пластовыми

водами. Внутренние стенки оборудования и днища резервуаров сохраняют осадок нефтешлама и солей с высоким содержанием радионуклидов.

- Действующее технологическое оборудование. К этой группе относится технологическое оборудование, используемое при добыче и переработке нефти (насосно-компрессорные трубы, днища и стенки сборных емкостей, резервуаров, печей подогрева нефти и др.).

Учитывая радиоактивное загрязнение территории и технологического оборудования на месторождении Узень был проведен расчет годовой индивидуальной эффективной дозы облучения работников. При работе вблизи радиоактивно-загрязненного оборудования групповых установок работники получают годовую эффективную дозу от внешнего облучения до 2,0 мЗв/год. Согласно Гигиеническим нормативам (пункт 246), следует проводить радиационный контроль на указанных рабочих местах. В целях контроля за радиационной обстановкой на контролируемых зонах по согласованию с местными органами госсанэпиднадзора следует установить контрольные уровни (статья 8, пункт 2 Закона «О радиационной безопасности населения»).

УДК 577.391:631.4:504.53:539.16

## **ФОРМЫ НАХОЖДЕНИЯ ИСКУССТВЕННЫХ РАДИОНУКЛИДОВ В ПОЧВАХ НА ТЕРРИТОРИИ СИП**

**Кундузбаева А.Е., Лукашенко С.Н., Магашева Р.Ю.**

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

Изучение форм нахождения радионуклидов в почвах является важным этапом в исследовании миграции радионуклидов в окружающей среде. Данные о формах нахождения радионуклидов в почвах – главном звене цепи миграции – позволяют оценивать и прогнозировать дальнейшую миграцию радионуклидов в другие объекты окружающей среды – растения, животные, грунтовые и поверхностные воды.

Целью данной работы является исследование форм нахождения искусственных радионуклидов  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{90}\text{Sr}$ , а также трансурановых радионуклидов  $^{241}\text{Am}$  и  $^{239+240}\text{Pu}$  в почвах основных испытательных площадок территории СИП, характеризующихся различными уровнями и характером радиоактив-

ного загрязнения, а также почвенными характеристиками и рельефом. Объектами исследования являются почвы луговых экосистем водотоков штолен № 176 и № 177 площадки «Дегелен», почвы степных экосистем площадки «Опытное поле», почвы площадки испытания боевых радиоактивных веществ, а также почвы условно «чистых» территорий СИП – «северной», «западной» и «юго-восточной» частей территории СИП.

Определение форм нахождения радионуклидов в почве проводили методом последовательного экстрагирования. Наиболее полная схема включала определение следующих форм нахождения радионуклидов: водорастворимые формы (экстрагент – дистиллированная вода), обменные формы ( $1\text{M CH}_3\text{COONH}_4$ ,  $\text{pH}=6,8$ ), органические формы ( $0,1\text{n NaOH}$ ), необменные (кислоторастворимые) – подвижные и фиксированные формы ( $1\text{n HCl}$  и  $6\text{n HCl}$ , соответственно). Прочносвязанные формы определяли непосредственно в остатках почвы после экстрагирования.

Определены типы и физико-химические показатели изучаемых почв, в т.ч. содержание общего гумуса, гранулометрический состав,  $\text{pH}$  водной вытяжки (актуальная кислотность), сумма обменных оснований, содержание легкорастворимых солей.

Сравнительный анализ полученных данных позволил выявить особенности поведения радионуклидов в почвах различных участков территории СИП, обусловленные, в первую очередь, типом, характером проведенных испытаний и механизмом поступления радионуклидов в почвы исследуемых территорий.

Для площадки «Опытное поле» получены данные, позволяющие сделать вывод о том, что изучаемые радионуклиды  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{241}\text{Am}$  и  $^{239+240}\text{Pu}$  в почвах данной территории находятся в прочносвязанной форме нахождения, обуславливающей их низкую миграционную способность.

Для площадки «Дегелен» характерна несколько иная картина. В луговых почвах с более высоким уровнем увлажнения радионуклиды характеризуются большей миграционной способностью. Наиболее выраженными миграционными свойствами обладает радионуклид  $^{90}\text{Sr}$ , в среднем, более половины содержания данного радионуклида находится в обменной форме. Менее подвижны в луговых почвах радионуклиды  $^{241}\text{Am}$  и  $^{137}\text{Cs}$ .

Поведение радионуклидов в почвах «фоновых» участков территории СИП занимает промежуточное положение между поведением их в почвах площадок «Опытное поле» и «Дегелен». Исключением является радионуклид  $^{90}\text{Sr}$ , характеризующийся в почвах «северных» территорий наибольшей

подвижностью, в среднем, 77 % от суммарного содержания всех форм приходится на долю легкодоступных форм.

Результаты исследований выявили неоднородный характер поведения радионуклидов в почвах исследуемых участков площадки «4а». Сравнительный анализ поведения радионуклидов в почвах площадки «4а» выявил наиболее высокие миграционные свойства радионуклида  $^{90}\text{Sr}$ . Содержание водорастворимой и обменной форм радионуклида в почвах площадки «4а» составляет, в среднем, 1% и 58%, соответственно. С учетом высокого уровня загрязнения почв площадки «4а» радионуклидом  $^{90}\text{Sr}$ , удельное содержание водорастворимых и обменных форм радионуклида в почве достигает огромных значений, что обуславливает высокое поступление радионуклида  $^{90}\text{Sr}$  из почвы в растения.

Поведение изучаемых радионуклидов в почвах исследуемых участков имеет индивидуальный характер. Наиболее стабильными в миграционном отношении стоит отметить радионуклиды  $^{239+240}\text{Pu}$  и  $^{137}\text{Cs}$ . Содержание недоступных растениям форм данных радионуклидов, как в луговых почвах с высоким режимом увлажнения, так и в почвах степных экосистем «фоновых» территорий и площадок испытаний боевых радиоактивных веществ и «Опытного поля», составляет не менее 93 %. При этом механизм взаимосвязей данных радионуклидов с почвенными компонентами может иметь различный характер. Напротив, наиболее высокими миграционными свойствами в почвах исследуемых площадок характеризуется радионуклид  $^{90}\text{Sr}$ , который в преобладающем содержании находится в почвах в обменной форме, за исключением почв площадки «Опытное поле», что связано с характером проведенных испытаний, обусловивших уникальное поведение радионуклидов в почвах данной площадки. Для радионуклида  $^{241}\text{Am}$  важной особенностью является повышенное содержание в почвах кислоторастворимых (подвижных) форм радионуклида в почвах всех исследованных площадок, в т.ч. и площадки «Опытное поле», в почвах которой даже наиболее миграционноспособный радионуклид  $^{90}\text{Sr}$ , в основном, находится в прочно связанной форме.

Поведение изучаемых радионуклидов в почвах площадок СИП обусловлено физико-химическим состоянием, формой поступления радионуклидов в почву в результате испытаний и механизмом поступления в почву, а также физико-химическими свойствами радионуклидов.

Таким образом, в ходе многолетних работ получены данные о формах нахождения искусственных радионуклидов в почвах основных площадок проведения наземных и воздушных ядерных испытаний, подземных ядерных



испытаний в штольнях, испытаний боевых радиоактивных веществ, а также территории СИП, подвергшейся влиянию ядерных испытаний. В совокупности с результатами незавершенных исследований площадок проведения экскавационных взрывов, подземных взрывов в скважинах и др. площадок СИП, будет получен комплекс данных для территории СИП, характеризующих результирующее поведение искусственных радионуклидов в почвах по прошествии многих лет после проведения испытаний различного характера. Остается открытым вопрос о прогнозировании поведения искусственных радионуклидов в почвах территории СИП в ближайшем и далеком будущем. Кроме того, неизученными остаются механизмы поведения радионуклидов в почвах с момента поступления в почву и динамика поведения радионуклидов в почвах во времени с момента поступления. Данные вопросы являются первоочередными задачами для дальнейших исследований в этой области.

УДК 577.4:581.526.42: 504.064:539.16

## **РАДИАЦИОННАЯ ОБСТАНОВКА НА ТЕРРИТОРИИ ЛЕНТОЧНЫХ БОРОВ ПРИИРТЫШЬЯ В РАЙОНЕ СЛЕДА РАДИОАКТИВНЫХ ВЫПАДЕНИЙ ОТ ПЕРВОГО ЯДЕРНОГО ИСПЫТАНИЯ НА СИП (29 АВГУСТА 1949 Г.)**

**Осинцев В.С., Топорова А.В., Стрильчук Ю.Г.**

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

Первое наземное ядерное испытание было осуществлено 29 августа 1949 года при неблагоприятных метеорологических условиях. Сильный ветер обусловил быстрое перемещение радиоактивного облака в восточном направлении. Это обстоятельство привело к формированию радиоактивного следа на земной поверхности на расстоянии более 300 км от эпицентра взрыва шириной 30-40 км. Радиоактивное облако прошло в непосредственной близости от населённых пунктов Черемушки, Мостик, Долонь, Канонерка. Доза облучения для жителей достигала 150 бэр.

Радиоактивные выпадения из облака ядерного взрыва обусловили загрязнение территории ленточных боров. Ленточные боры Прииртышья расположены на правом берегу р. Иртыш. Лесобразующая порода – сосна обыкновенная.

венная (*Pinussilvestris*). Ленточный бор является реликтовым и имеет большое экологическое и социально-экономическое значение для Республики Казахстан.

Объектами радиоэкологических исследований являлись почвенно-растительный покров и древесный материал на территории произрастания соснового бора, по следу от первого ядерного испытания. По данным обследования обнаружено повышенное содержание техногенных радионуклидов  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{90}\text{Sr}$ ,  $^{239+240}\text{Pu}$  в объектах природной среды на территории, ограниченной направлениями: с севера Курчатов–Малая Владимировка, с юга – Чаган–Джеланды.

В результате обследования было уточнено расположение следа радиоактивных выпадений от первого ядерного испытания. Выявлено, что ширина следа радионуклидного загрязнения местности составляет 6-8 км, что значительно меньше ширины следа, определяемого по расположению изолиний доз в момент прохождения радиоактивного облака над местностью.

Для оценки распределения радионуклидов в почвенно-растительном покрове и определения их миграционных параметров определены накопления радионуклидов из почвы в растения, также получена информация о распределении радионуклидов в почвенно-растительном покрове.

Удельная активность радионуклидов в почвах достигает несколько сотен Бк/кг, что в десятки и сотни раз превышает фоновые значения для данной территории. Большая часть радионуклидов (80-90 %), содержащаяся в почвах, находится в верхнем 10-см слое. Вместе с тем, основное накопление радионуклидов произошло в лесной подстилке.

В результате исследований получена оценка дозовых нагрузок на население при проживании и ведении хозяйственной деятельности на исследуемой территории. Учитывалось внешнее облучение от радионуклидов, содержащихся в объектах природной среды, внутреннее облучение в результате поступления радионуклидов внутрь организма человека с вдыхаемым воздухом, пищей и водой. Ожидаемая годовая эффективная доза облучения для населения, проживающего в настоящее время в пределах обследованной территории, не превысит 1 мЗв/год, что соответствует установленным нормам, согласно НРБ-99.

## **ВЫЯВЛЕНИЕ ПУТЕЙ МИГРАЦИИ ТЕХНОГЕННЫХ РАДИОНУКЛИДОВ ЗА ПРЕДЕЛЫ ИСПЫТАТЕЛЬНЫХ ПЛОЩАДОК СИП**

<sup>1</sup>Субботин С.Б., <sup>1</sup>Лукашенко С.Н., <sup>1</sup>Романенко В.В.,  
<sup>1</sup>Новикова Е.А., <sup>2</sup>Бахтин Л.В.

*<sup>1</sup>Институт радиационной безопасности и экологии НЯЦ РК,  
Курчатов, Казахстан*  
*<sup>2</sup>Институт геофизических исследований НЯЦ РК,  
Курчатов, Казахстан*

Наличие миграции радиоактивных продуктов подземных ядерных взрывов (ПЯВ) с потоками подземных вод за пределы испытательных площадок является одним из основных проблемных вопросов радиационной безопасности для территории бывшего Семипалатинского испытательного полигона (СИП). В первую очередь это связано с особенностями геологического строения и гидрогеологическими условиями, которые определили механизмы и характер радиоактивного загрязнения подземных вод и условия дальнейшей миграции техногенных радионуклидов с водными потоками.

После прекращения ядерных испытаний на СИП подразделениями НЯЦ РК в разные годы проводились полевые и лабораторные исследования по изучению гидрогеологических условий и характера радиоактивного загрязнения подземных вод на основных площадках СИП «Балапан», «Дегелен», «Сары-Узень» и «Телкем». При этом основное внимание уделялось выявлению локальных участков разгрузки подземных вод, а также миграции техногенных радионуклидов с подземными водами по зонам региональных тектонических разломов. Для оценки характера загрязнения техногенными радионуклидами подземных вод на площадках проводилось опробование ранее пробуренных гидрогеологических скважин. Кроме этого, на ряде участков проведены дополнительные исследования, включающие буровые, геофизические и опытно-фильтрационные работы с отбором проб подземных вод для проведения химического и радионуклидного анализа.

*Площадка «Балапан».* Основными транспортерами радиоактивных продуктов ПЯВ на испытательных площадках СИП являются трещинные и трещинно-жильные подземные воды. Высокие концентрации  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{90}\text{Sr}$  в

подземных водах отмечены только в непосредственной близости от «боевых» скважин. По результатам большинства изученных проб, при удалении от устья «боевых» скважин до 300 м, концентрация радионуклидов снижается до минимально детектируемой активности применяемого оборудования (МДА). В то же время концентрация  $^3\text{H}$  в пробах подземных вод изменяется от МДА до значений, более чем в 500 раз превышающих допустимый уровень для питьевой воды данного радионуклида.

Исследования показали, что в пределах северо-западной границы площадки «Балапан» в подземных водах, распространенных в зоне влияния Чинрауского разлома, концентрация трития находится на уровне 0,75 Бк/кг (концентрация  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{90}\text{Sr}$  не превышает МДА). В пределах юго-западной границы площадки «Балапан» в подземных водах, приуроченных к зоне влияния Калба-Чингизского регионального разлома, концентрация трития находится на уровне 0,05 Бк/кг (концентрация  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{90}\text{Sr}$  не превышает МДА). Таким образом, полученные данные позволяют утверждать о происходящей миграции радиоактивных продуктов ПЯВ с площадки «Балапан» с подземными водами по зонам региональных разломов.

*Площадка «Дегелен».* В штольневых водах площадки «Дегелен» отмечены высокие значения содержания техногенных радионуклидов, существенно превышающие допустимые значения для питьевой воды ( $^{137}\text{Cs}$  до 700 Бк/л,  $^{90}\text{Sr}$  до 2000 Бк/л,  $^3\text{H}$  до 1300 кБк/л и  $^{239+240}\text{Pu}$  до 110 Бк/л). На участках выхода потоков подземных вод за пределы горного массива Дегелен значения концентраций  $^{90}\text{Sr}$  и  $^{137}\text{Cs}$  в водах находятся на предельно низких уровнях. Факт отсутствия высоких концентраций  $^{90}\text{Sr}$  и  $^{137}\text{Cs}$  свидетельствует о высокой сорбционной емкости рыхлых отложений, заполняющих речные долины массива Дегелен. В то же время значения концентраций  $^3\text{H}$  на разных направлениях различны. Максимальные значения трития до 260 кБк/л установлены в подземных водах, распространенных в долине ручья Байтлес. Загрязненные потоки подземных вод, выходящие за пределы горного массива Дегелен, приурочены в основном к руслам временных и постоянных водотоков. Процесс радиоактивного загрязнения подземных вод за пределами испытательной площадки «Дегелен» продолжается и, по данным радионуклидного мониторинга, имеет относительно стабильный характер.

*Площадка «Сары-Узень».* По данным 2005 года концентрация радионуклидов в подземных водах, распространенных в пределах территории площадки «Сары-Узень», достигает следующих величин:  $^{137}\text{Cs}$  – 0,003 Бк/л;  $^{90}\text{Sr}$  – 0,01 Бк/л;  $^3\text{H}$  – 480 кБк/л. Можно отметить, что основным радиоактивным загрязнителем подземных вод является тритий. При удалении от «боевых» скважин на первые

километры концентрация трития в подземных водах резко снижается. По данным опробования гидрогеологических скважин движения загрязненных техногенными радионуклидами потоков подземных вод за пределы площадки в настоящее время не наблюдается. Таким образом, можно считать, что фронт загрязнения подземных вод еще не вышел за пределы площадки «Сары-Узень».

*Площадка «Телкем».* По результатам ранее проведенного опробования гидрогеологических скважин на площадках Телкем-1 и Телкем-2 концентрация радионуклидов в подземных водах, распространенных в пределах данной территории, не превышает допустимых значений для питьевой воды и достигает следующих значений:  $^{137}\text{Cs}$  – до 2,0 Бк/кг,  $^3\text{H}$  – до 50 Бк/кг,  $^{90}\text{Sr}$  – до 3,0 Бк/кг. Таким образом, подземные воды с площадки «Телкем» опасности радиоактивного загрязнения не представляют.

Изучение основных направлений распространения ореола радиоактивно загрязненных подземных вод за пределы испытательных площадок СИП необходимо продолжить в связи с проведением в настоящее время комплексных исследований с целью передачи части территорий полигона в хозяйственный оборот.

УДК 504.4.054:546.11.02.3:539.16

## **ИЗУЧЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРИТИЯ В СНЕЖНОМ ПОКРОВЕ НА ТЕРРИТОРИИ СИП**

**Турченко Д.В., Лукашенко С.Н., Айдарханов А.О., Ляхова О.Н.**

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

В настоящее время на площадках «Дегелен» и «Балапан» проведено множество работ, посвященных изучению миграции техногенных радионуклидов в окружающую среду. Содержание трития в поверхностных водах ручьев площадки «Дегелен» и реки Шаган площадки «Балапан» достигает от десятков до сотен кБк/кг, загрязнение тритием выходит за пределы испытательных площадок СИП. Проведенный сравнительный анализ компонентов экосистемы на содержание трития показал, что основное загрязнение экосистемы происходит из водоносных ручьев, расположенных на территории испытательных площадок СИП.

В работе изучено пространственное распределение трития относительно русла водотоков, определены границы загрязнения снежного покрова. Изучена динамика содержания трития в снежном покрове в декабре, январе, феврале и марте 2011–2012 гг. Определены значения фоновых концентраций трития в южном и юго-восточном направлениях от границы испытательной площадки «Дегелен». Получены оценочные данные накопления трития в снежном покрове над эпицентрами подземных ядерных взрывов (ПЯВ). Рассмотрены и определены основные механизмы поступления трития в снежный покров. Получены количественные данные концентрации трития на территории крупных населенных пунктов СИП.

По результатам проведенных работ выяснилось, что на водотоках СИП наиболее значимые концентрации трития в снежном покрове находятся на расстоянии 0–50 м от центра русла и ограничиваются руслом водотока ручья, достигая значений, сравнимых с концентрациями трития в русловой воде 40 кБк/кг. Отдаляясь от центра русла на расстояние 100–200 м, содержание трития в снежном покрове уменьшается до значений фонового уровня <12–20 Бк/кг.

В южном и юго-восточном направлении от границы площадки «Дегелен» средняя концентрация трития в слоях снежного покрова составляет <11–13 Бк/кг. В единственном случае, на удалении 2 км от площадки «Дегелен» в юго-восточном направлении, содержание трития достигает 15 Бк/кг.

На приустьевом участке боевой скважины 1355 над эпицентром ПЯВ содержание трития в снежном покрове меняется с течением времени, при этом максимальное накопление трития происходит в весенний период и достигает в приземном слое снега значений 75–100 Бк/кг. Вблизи приустьевого участка боевой скважины отсутствуют поверхностные водотоки, поэтому наличие трития в приземном слое снега подтверждает предположение о его поступлении из полости ПЯВ или из близко расположенного водоносного горизонта грунтовых вод.

Полученные комплексные данные показали, что на площадках «Дегелен» и «Балапан» существует 2 основных механизма поступления трития в снежный покров:

- конденсация тритий-содержащих паров на частицах снега в момент выпадения осадков снега, при этом содержание трития в слоях снежного покрова может достигать 150 Бк/кг;
- эманация тритий-содержащих паров с подстилающей поверхности с последующей конденсацией в снежном покрове.

На территории населенных пунктов Курчатова, Саржала и Кайнара, прилегающей к территории СИП, тритий в снежном покрове не обнаружен, предел обнаружения составил <11–13 Бк/кг. Таким образом, на испытательных площадках «Дегелен» и «Балапан» содержащийся в воздушной среде тритий не достигает территории населенных пунктов, прилегающих к территории СИП, что может быть связано с разбавлением трития в воздушной среде.

Используя полученные результаты исследования, очевидно, что снежный покров является интегральным показателем загрязненности тритием различных сред (водных объектов, почвы и воздуха). Для получения общего пространственного распределения трития по территории СИП необходимо провести исследования снежного покрова на других испытательных площадках СИП, таких как «Сары-Узень» и «Опытное поле».

УДК 577.4:504.064:541.28: 546.799

## **ОТНОШЕНИЕ ТРАНСУРАНОВЫХ ЭЛЕМЕНТОВ НА ИСПЫТАТЕЛЬНОЙ ПЛОЩАДКЕ «ОПЫТНОЕ ПОЛЕ»**

Каширский В.В., Лукашенко С.Н., Шатров А.Н.

*Институт радиационной безопасности и экологии НЯЦ РК,  
Курчатова, Казахстан*

В перспективе инвентаризации радиационно-опасных объектов Опытного поля и оценки объемов радиоактивных отходов одной из задач стоит определение активностей изотопов плутония. Существующие на данный момент времени методы определения активности изотопов плутония являются трудоемкими и дорогостоящими. Данные методы включают радиохимическую подготовку образца с последующим спектрометрическим анализом. Альтернативой могут служить изотопные отношения, позволяющие оценить активность одного изотопа по известной активности второго. В нашем случае таковыми являются изотопные отношения  $^{239+240}\text{Pu} / ^{241}\text{Am}$  и  $^{241}\text{Pu} / ^{241}\text{Am}$ . Зная значения данных изотопных отношений и используя гамма-спектрометрию для определения активности  $^{241}\text{Am}$ , которая значительно проще радиохимической подготовки, появляется возможность оценить активность изотопов плутония, минуя методы радиохимии.

Данная работа посвящена исследованию отношений активностей трансурановых элементов на площадке Опытное поле. Цель исследования – определение основных значений изотопных отношений и их распределения по территории испытательной площадки.

Отбор проб грунта осуществлялся с участков локального загрязнения по  $^{241}\text{Am}$ , которыми являются эпицентры ядерных испытаний и территории, подверженные радиоактивным выпадениям.

Отобранные пробы грунта прошли гамма-спектрометрический анализ для определения активности  $^{241}\text{Am}$  и радиохимическую подготовку с последующей альфа-спектрометрией для определения активности изотопов  $^{238}\text{Pu}$ ,  $^{239+240}\text{Pu}$ . Активность  $^{241}\text{Pu}$  определялась методом жидкосцинтилляционной бета-спектрометрии. На основе полученных значений активностей был произведен расчет значений изотопных отношений:  $^{239+240}\text{Pu}/^{241}\text{Am}$ ,  $^{239+240}\text{Pu}/^{238}\text{Pu}$  и  $^{241}\text{Pu}/^{241}\text{Am}$ . Отношения активностей в эпицентрах испытаний непосредственно характеризуют участки локального загрязнения с точки зрения изотопных отношений. Отношения активностей на следах радиоактивных выпадений дают представления об эффекте суперпозиции изотопных отношений.

На основе значений изотопных отношений были построены их распределения по частоте встречаемости. Все распределения подчиняются нормальному логарифмическому закону, что и обуславливает значительный разброс значений изотопных отношений. Для изотопных отношений  $^{239+240}\text{Pu} / ^{241}\text{Am}$  и  $^{239+240}\text{Pu} / ^{238}\text{Pu}$  девяносто пять процентов всей выборки сосредоточено в диапазонах значений 1-20 и 10-80 соответственно. Вследствие этого расчет среднего значения и среднеквадратичного отклонения для всего Опытного поля или отдельной технической площадки не возможен.

Была проведена теоретическая оценка возможных значений изотопных отношений на период начала и окончания испытаний на Опытном поле. В результате подавляющая часть изотопных отношений  $^{241}\text{Pu}/^{241}\text{Am}$  выпадает из интервала теоретической оценки. На данный момент времени этот вопрос остается открытым.

На большинстве исследуемых участках локального загрязнения наблюдается сходимость значений изотопных отношений, что позволяет ряд отдельных участков охарактеризовать средним значением изотопного отношения. В случае отношений  $^{239+240}\text{Pu}/^{241}\text{Am}$  отмечаются как аномально высокие значения – 85, 70, 45, – так и нетипично низкие для данного изотопного отношения значения – 2. Данные значения являются исключением из общей картины, однако сам факт их существования необходимо учитывать.



Главным результатом данной работы становится вывод о том, что каждый участок локального загрязнения должен быть охарактеризован своим средним значением изотопного отношения. На данный момент времени на каждой из технических площадок существуют участки локального загрязнения, нуждающиеся в дополнительном обследовании.

УДК577.4:504.75.05:539.16

## **СОДЕРЖАНИЕ РАДИОНУКЛИДОВ В ЖИДКОЙ ФАЗЕ СНЕГА ГОРОДА СЕМЕЙ**

**Дюсембаев С.Т., Ибрагимов Н.К., Иминова Д.Е.,  
Сулейменов А.К., Есимбеков Ж.С.**

***Испытательная региональная лаборатория инженерного профиля  
«Научный центр радиозкологических исследований», Семипалатинский  
государственный университет имени Шакарима, Семей, Казахстан***

Каменный уголь содержит смесь рассеянных радиоактивных изотопов урана, тория и калия. В процессе сжигания угля происходит обогащение радионуклидами золы и шлака. За счет угленоса, дымовых выбросов, миграций с золоотвалов радионуклиды поступают в окружающую среду и создают дополнительную радиационную нагрузку. В настоящее время не существует единой методики количественной оценки поступления радионуклидов в окружающую среду при сжигании угля, что затрудняет проведение радиозкологических изысканий для территорий расположения станций.

Снежный покров обладает высокой сорбционной способностью, если он не подвергался интенсивному таянию, фактически аккумулирует и сохраняет в себе все загрязняющие атмосферу компоненты в отличие от дождей, которые частично инфильтруют в почву и грунты, частично поступают в водоемы с поверхностным стоком, частично очищаются растительностью (в период ее активной жизни). В связи с этим он обладает рядом свойств, делающих его удобным индикатором загрязнения не только самих атмосферных осадков, но и атмосферного воздуха, а также последующего загрязнения почвы и воды. При образовании снежного покрова из-за процессов сухого и влажного выпадения примесей концентрация загрязняющих веществ в снегу оказывается на 2-3 порядка выше, чем в атмосферном воздухе.

Работа выполнена на базе испытательной региональной лаборатории инженерного профиля «Научный центр радиозологических исследований» СГУ имени Шакарима.

Содержание радионуклидов в жидкой фазе снега определяли методом масс-спектрометрии. В основе метода масс-спектрометра ИСП-МС лежит использование аргоновой индуктивно-связанной плазмы в качестве источников ионов и масс-спектрометра для разделения и последующего детектирования этих ионов. Данные обрабатывались с использованием стандартных статистических методов.

Пробы снега отбирались по ГОСТу 17.1.5.05-85 в марте месяце 2012 года в 12 точках города. Площадь отбора каждой пробы составлял 1х1 м. При отборе не затрагивали почвенный покров и снег, слишком близко прилегающий к нему. Вес пробы снега составлял 5-6 кг, а объем 1-2 литра. Пробы снега оттаивали в лаборатории, затем переносили жидкую фазу снега в бутылки.

Радионуклидный состав жидкой фазы снега показал, что содержание радиоактивного  $^{232}\text{Th}$  и  $^{238}\text{U}$  обнаружено в районе Силикатного, Цементного завода и Областной больницы. Содержание  $^{232}\text{Th}$  превышает ПДК в 1,2 раза в районе Силикатного завода. Содержание  $^{238}\text{U}$  превышает ПДК в 1,2 раза в районе Цементного завода.

Система обеспечения радиационной безопасности населения г. Семей должна включать радиозологический мониторинг среды обитания человека, оценку источников, последствий облучения и систему принятия решений, направленных на предотвращение и снижение возможного негативного воздействия на человека радиационных факторов.

## **ОБНАРУЖЕНИЕ В ПРОБАХ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ И ПОСЛЕДУЮЩИЙ АНАЛИЗ МИКРОЧАСТИЦ, СОДЕРЖАЩИХ ПЛУТОНИЙ**

**Стебельков В.А.**

*НП «Лаборатория анализа микрочастиц», Москва, Россия*

Обнаружение микрочастиц плутония в пробах окружающей среды и последующее определение физико-химических характеристик этих микрочастиц актуально при оценке экологической обстановки в районах проведения работ с облученным ядерным топливом, в районах проведения ядерных испытаний и других инцидентов с ядерными материалами, включая аварии на АЭС, а также в целях гарантий МАГАТЭ.

При исследовании индивидуальных микрочастиц для решения экологических задач, в первую очередь, важно определение размеров микрочастиц, содержащих плутоний, их формы, элементного состава и распределения плутония по поверхности и объему частицы. Очевидно, необходимо определение и общего количества таких частиц, взвешенных в приземном воздухе и/или выпавших на подстилающую поверхность, т.е. общее содержание плутония в отобранных пробах. Для целей гарантий МАГАТЭ важнейшей характеристикой плутониевых микрочастиц является изотопный состав плутония.

В НП «Лаборатория анализа микрочастиц» для определения морфологических характеристик индивидуальных микрочастиц, содержащих плутоний, их элементного состава, а также распределения плутония по поверхности частиц применяются методы растровой электронной микроскопии (РЭМ) и рентгеновского микроанализа (РМА). Определение изотопного состава плутония в составе микрочастиц теперь выполняется с помощью закупленного ГК «Росатом», одного из немногих в мире, масс-спектрометра вторичных ионов CamecaIMS-1280. Общее количество плутония в отобранных пробах измеряется методом масс-спектрометрии с ионизацией в индуктивно связанной плазме (ИСП-МС).

Однако, для идентификации и локализации редких микрочастиц плутония в пробах используется совсем простой метод альфа-авторадиографии. Применение трековых детекторов по разработанной методике позволяет идентифицировать и локализовать плутониевые частицы на поверхности ма-

териала, на который отобрана проба, с ошибкой не более 1 мм. На поверхности препарата, приготовленного для исследования микронзондовыми методами, ошибка определения координат плутониевой частицы с помощью трекового метода, как правило, не превышает 10 мкм. В настоящее время методика позволяет идентифицировать и локализовать микрочастицы плутония с размерами вплоть до 0,2 мкм за время около суток.

Минимальный размер исследуемых методами РЭМ-РМА индивидуальных микрочастиц плутония или его включений на поверхности других микрообъектов также составляет около 0,2 мкм. Но количественные характеристики элементного состава удастся получать для частиц с размерами около 1 мкм и большими.

Новый масс-спектрометр CamecaIMS-1280 позволяет по результатам анализа плутониевой микрочастицы с размерами около 0,2 мкм определить назначение плутония. А концентрация отдельных изотопов, равная примерно 1 %, с относительной погрешностью измерения, меньшей 1 %, определяется в частицах с размерами около 0,5 мкм.

Комбинация методов исследования позволила выполнить исследование сотен плутониевых частиц с размерами от 0,3 до 10 мкм, в т.ч., идентифицировать включения плутония (около 0,2 мкм) в грунтовых частицах, имеющих размеры около 100 мкм.

Анализ проб методом ИСП-МС позволяет измерять фемтограммовые количества изотопов плутония в пробах.

**РАСЧЕТ УДЕЛЬНОЙ АКТИВНОСТИ  $^{241}\text{Pu}$  В ТОПЛИВЕ  
РЕАКТОРА 4-ГО БЛОКА ЧАЭС В МОМЕНТ АВАРИИ ПО  
ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫМ ЗНАЧЕНИЯМ УДЕЛЬНОЙ  
АКТИВНОСТИ  $^{241}\text{Am}$  И  $^{154}\text{Eu}$**

**Садчиков В.И., Забродский В.Н., Бондарь Ю.И., Калинин В.Н.**

***Учреждение «Полесский государственный радиационно-экологический  
заповедник» (ПГРЭЗ), Хойники, Беларусь***

В течение трех лет (2009–2011 гг.) в лаборатории спектроскопии и радиохимии Учреждения «ПГРЭЗ» проводились работы по отбору проб почвы на территории 30-км зоны отчуждения и отселения Чернобыльской АЭС и анализу этих образцов на содержание  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{90}\text{Sr}$ ,  $^{238-241}\text{Pu}$ ,  $^{241}\text{Am}$  и  $^{154}\text{Eu}$ . Эта работа выполнялась в рамках международного проекта по линии Научного комитета НАТО по программе «Наука для мира и безопасности» [1]. Было обработано порядка 700 проб, взятых на территории ПГРЭЗ, и составлена база данных.

В работе получена аналитическая зависимость удельной активности ( $A_v$ )  $^{241}\text{Pu}$  в почве после аварии от экспериментально измеренной  $A_v^{241}\text{Am}$  в пробах почвы, отобранной на территории зоны отчуждения ЧАЭС на момент измерения. Значения  $A_v^{241}\text{Pu}$  зависят только от времени, прошедшего с момента аварии, и величины отношения  $k = ^{241}\text{Am}/^{241}\text{Pu}$  на момент аварии. По полученной формуле рассчитаны  $A_v^{241}\text{Pu}$  в пробах почвы сразу после аварии.  $A_v^{154}\text{Eu}$  в почве сразу после аварии получена по простой обратной формуле радиоактивного распада из измеренной  $A_v^{154}\text{Eu}$  в той же пробе почвы. Выброшенные в окружающую атмосферу радионуклиды в момент катастрофы находились, преимущественно, в матрице топливных частиц (ТЧ), радионуклидный состав которых близок к составу облученного ядерного топлива 4-го блока ЧАЭС, за исключением летучих продуктов деления. Дано обоснование, что отношение удельных активностей  $^{241}\text{Pu}/^{154}\text{Eu}$  в выпадениях на почву сразу после аварии равно отношению удельных активностей  $^{241}\text{Pu}/^{154}\text{Eu}$  в топливе реактора 4-го блока ЧАЭС. Из этого следует, что, зная это отношение и расчетную  $A_v^{154}\text{Eu}$  в топливе 4-го блока ЧАЭС, можно рассчитать  $A_v^{241}\text{Pu}$  соответствующую той части топлива активной зоны реактора, откуда была выброшена ТЧ и сравнить эти результаты с теоретическими расчетны-

ми данными по накоплению  $^{241}\text{Pu}$  в топливе [2]. Экспериментальные значения  $A_y^{241}\text{Am}$  и  $A_y^{154}\text{Eu}$  были взяты из базы данных выше указанного проекта.

Сделан вывод, что полученные расчетные значения  $A_y^{241}\text{Pu}$  (в Бк/г U или кг/т U) в топливе 4-го блока ЧАЭС практически совпадают со значениями  $^{241}\text{Pu}$ , полученными авторами в работе [2]. То есть в данной работе подтверждается предположение о влиянии мгновенного возрастания нейтронного потока в момент аварийного разгона реактора четвертого энергоблока ЧАЭС на наработку  $^{241}\text{Pu}$ .

Отслежена взаимосвязь расчетных значений  $A_y^{241}\text{Pu}$  с географическим положением исследованных участков территории ПГРЭС, что связано с изменениями направления ветра в период 26-27 апреля 1986 года и подтверждает предположение о локальном характере взрыва, разрушившего активную зону реактора [3].

### *Литература:*

1. SFP.EAP.SFPP 983057 «Radioactive contamination of the territory of Belarus in the Polesie state radiation-ecological reserve». Polesie state radiation, FINAL Report, November 2011.
2. Садчиков В.И., Бондарь Ю.И., Забродский В.Н., Калинин В.Н. Влияние мгновенного возрастания нейтронного потока в момент аварии на реакторе четвертого энергоблока Чернобыльской АЭС на наработку  $^{241}\text{Pu}$  // Вестник национального ядерного центра Республики Казахстан. Выпуск 1(45), Март 2011, С. 62-67.
3. Пахомов С.А., Дубасов Ю.В. Оценка величины мгновенного энерговыделения при аварии реактора на ЧАЭС / Труды Радиового института им. В.Г. Хлопина, т. XIV, 2009.

## **ПОСТУПЛЕНИЕ ТРИТИЯ НА ЗЕМНУЮ ПОВЕРХНОСТЬ С ДОЖДЕВЫМИ ОСАДКАМИ В РАЙОНЕ РАСПОЛОЖЕНИЯ ПРЕДПРИЯТИЯ ЯТЦ**

**<sup>1</sup>Чеботина М.Я., <sup>1</sup>Николин О.А., <sup>2</sup>Мурашова Е.Л.**

**<sup>1</sup>ФГБУН Институт экологии растений и животных Уральского  
Отделения РАН, Екатеринбург, Россия**

**<sup>2</sup>ФГУП «ПО «Маяк», Озерск, Россия**

В работе приводятся данные о динамике концентраций трития в дождевых осадках зоны ПО «Маяк» и условно контрольных территорий. Объектом исследования служили две площадки, расположенные в районе атомного предприятия. Одна из них (площадка 1) находится в 2,5 км на северо-восток от предприятия, а вторая (площадка 2) – вблизи реакторного производства. Для сравнения были выбраны районы г. Озерска и г. Чебаркуля.

При интерпретации данных в качестве реперной величины при характеристике уровня техногенного фона была принята величина 5 Бк/л, полученная для дождевых осадков севера Свердловской области (п. Кытлым).

Установлено, что в районе размещения ПО «Маяк» концентрация трития в дождевой воде варьировала в широких пределах в зависимости от времени измерений. В частности, в районе расположения 1-й площадки она изменялась от 7 до 1160 Бк/л, а 2-й – от 20 до 2086 Бк/л. В обоих случаях основная часть проб осадков (95 %) по содержанию трития не превышала 800 Бк/л. Средние значения концентраций радионуклида в дождевой воде на указанных площадках составляли соответственно  $377 \pm 37$  и  $337 \pm 72$  Бк/л. Эти показатели в среднем в 70–80 раз превышали уровень техногенного фона.

Содержание трития в дождевой воде г. Озерска, расположенного в 10 км на северо-запад от предприятия, заметно ниже, чем в предыдущих случаях. В разное время наблюдений оно варьировало от 11 до 430 Бк/л при среднем значении  $70 \pm 16$  Бк/л. Этот показатель в среднем в 14 раз превышает уровень техногенного фона для Уральского региона.

Концентрация радионуклида на условно контрольной территории (г. Чебаркуль), расположенной на расстоянии 100 км в юго-восточном направлении от предприятия, имела наиболее низкие показатели, которые за исследу-

емый период времени изменялись в пределах 5–30 Бк/л при среднем значении  $15 \pm 2$  Бк/л, что в 3 раза превышало уровень техногенного фона.

Статистическая обработка данных, выполненная с помощью компьютерной программы Statistica 5.5, показала отсутствие значимых различий по содержанию трития в дождевой воде на площадках ПО «Маяк» ( $p > 0,1$ ), несмотря на то, что они расположены на разном расстоянии и в разных направлениях от предприятия. Отмечены высоко достоверные различия по исследуемому параметру между площадками ПО «Маяк», с одной стороны, и территориями г. Озерска и г. Чебаркуля, с другой ( $p < 0,001$ ). В то же время достоверных различий по концентрациям трития в дождевых осадках г. Озерска и Чебаркуля не выявлено ( $p = 0,29$ ).

Исходя из полученных значений концентраций трития в дождевой воде и данных Гидрометслужбы о среднемесечном количестве осадков в наблюдаемых регионах, было рассчитано количество трития, поступившего на земную поверхность с дождем в течение всего периода исследований. Для 1-й и 2-й площадок ПО «Маяк», г. Озерска и г. Чебаркуля оно составило соответственно 97, 81, 11 и 7 ГБк/км<sup>2</sup>.

***Работа выполнена при поддержке проекта Уральского отделения РАН (12-П-4-1064)***

УДК 504.4.054:539.16

## **МОНИТОРИНГ РАДИОАКТИВНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ВОД Р. ШАГАН**

**Актаев М.Р., Айдарханов А.О., Лукашенко С.Н.**

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

В результате исследований р. Шаган, начатых с 2006 г, обнаружены и в настоящее время многократно подтверждены факты радиоактивного загрязнения <sup>3</sup>H вод реки Шаган. Максимальное содержание <sup>3</sup>H в воде на отдельных участках реки достигало 500 кБк/кг, между тем, имеются отрезки участков, в которых исследования не проводились, что было связано с отсутствием поверхностных вод.



В 2011-2012 гг. выполнены исследования на всем протяжении русла р. Шаган, начиная с выхода реки из «Атомного озера» и до впадения в р. Иртыш. Организовано 5 постов мониторинга, на которых проводилось исследование радионуклидного состава русловых вод в течение весенне-летнего периода. Начаты исследования поверхностных вод «Атомного озера» и внешнего водохранилища, для оценки влияния на загрязнение вод р. Шаган. Исследования заключались в отборе проб воды и их радионуклидном анализе.

По результатам работ удалось произвести отбор пробы воды на участке с 53 по 84 км, который ранее оставался не изученным из-за отсутствия воды. Подтверждено поступление  $^3\text{H}$  с водами р. Шаган в р. Иртыш активностью до 100 Бк/кг, поступление фиксируется практически в течение всего весенне-летнего периода. Локализованы два основных участка разгрузки загрязненных подземных вод: первый участок расположен в 2,0 км и второй участок в промежутке между 5,0 и 6,0 км от «Атомного озера». Максимальное значение удельной активности  $^3\text{H}$  в 2011 г. зафиксировано в паводковый период на расстоянии 5 км от «Атомного озера» и составило 200 кБк/кг.

Результаты мониторинговых наблюдений 5 постов показали динамику  $^3\text{H}$  загрязнения вод р. Шаган. Точка 1 – М-24 (4 км) характеризует начало резкого повышения удельной активности  $^3\text{H}$ ; точки 2 и 3 – М-26 (5 км) и М-31/1 (6 км) – точки максимальных значений удельной активности  $^3\text{H}$ ; точка 4 – 38 км – характеризует спад активности  $^3\text{H}$ ; точка 5 – 110 км – место впадения р. Шаган в р. Иртыш.

Результаты исследований поверхностных вод «Атомного озера» и внешнего водохранилища показали, что они не вносят какой-либо вклад на радиоактивное загрязнение вод р. Шаган.

## **СОЧЕТАНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ, ПРИМЕНЯЕМЫХ ПРИ ТОПОГРАФИЧЕСКИХ СЪЕМКАХ НА СЕМИПАЛАТИНСКОМ ИСПЫТАТЕЛЬНОМ ПОЛИГОНЕ**

**Яковенко А.М., Богатырев А.О., Абишев А.Х.**

***Институт геофизических исследований НЯЦ РК, Курчатов, Казахстан***

В докладе оцениваются возможности сочетания технологий проведения топографических съемок на примере участков Балапан и Сары-Узень Семипалатинского испытательного полигона.

Показано, что для выполнения работ по развитию съемочного обоснования, привязке объектов наиболее выгодным является использование современных спутниковых технологий, а комплексирование современных спутниковых технологий с его программным обеспечением и традиционных методов проведения съемочных работ (тахеометрическая съемка) приводит к уменьшению временных затрат, повышению качества решения такой задачи, как топографическая съемка.

Приведены примеры выполнения работ с использованием глобальных спутниковых навигационных систем (ГНСС) – SpectraPrecisionEPOCH 35, электронного тахеометра SOKKIASSET 510, программного обеспечения SpectraPrecisionSurveyOffice, Mapwell, GeoniCS.

## **ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ КОСМИЧЕСКИХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ РЕАБИЛИТАЦИЙ РАДИОАКТИВНО-ЗАГРЯЗНЕННЫХ ТЕРРИТОРИЙ И ПЕРЕДАЧИ ИХ В НАРОДНОЕ ХОЗЯЙСТВО**

**Алипбеки О.А., Мурзакулов Г.Т., Нургужин М.Р.**

***АО «Национальная компания «Қазақстан Ғарыш Сапары»,  
Астана, Қазақстан***

Мировой опыт показывает, что одним из эффективных путей создания основ инновационной экономики является развитие космических технологий и устойчивое внедрение их в производство. Сегодня уже очевидно, что без внедрения космических технологий крайне сложно создать единое высоко-технологичное информационное пространство о природных ресурсах Казахстана, эффективно управлять социально-экономическим развитием, повышать уровень национальной безопасности и обороноспособности страны.

Цель настоящей работы – показать, в каком направлении идет формирование государственных цифровых пространственных ресурсов в Республике Казахстан на основе применения космических технологий, составной частью которых является Геоинформационная система бывшего Семипалатинского испытательного ядерного полигона (ГИС СИАП). При этом под космическими технологиями подразумеваются дистанционное зондирование Земли (ДЗЗ), космическая навигация, которые интегрируются в геоинформационные системы и становятся органической частью инфраструктуры пространственных данных страны.

Работы по изучению земель Республики Казахстан (РК) с помощью применения ДЗЗ были начаты в первой половине девяностых годов прошлого столетия. Тогда Казахстан не планировал запуск собственных космических аппаратов (КА) ДЗЗ. Первоначально работы с данными ДЗЗ носили исследовательский характер. В результате первой научно-исследовательской программы по развитию космической деятельности в РК, для формирования базы пространственных данных на основе ДЗЗ в Институте космических исследований Министерства образования и науки Республики Казахстан (ИКИ) была создана Национальная система космического мониторинга (НСКМ). На базе деятельности НСКМ была создана первая в Казахстане ГИС СИАП среднего масштаба. Деятельность ИКИ в основном носит

научно-исследовательский характер, и он главным образом занимается созданием только тематической группы пространственных данных, используя космические изображения среднего и низкого разрешения.

В 2008 году было принято решение о создании Национальной космической системы дистанционного зондирования Земли Республики Казахстан (КС ДЗЗ РК) и наземной инфраструктуры Системы высокоточной спутниковой навигации РК (СВСН РК). В отличие от НСКМ, КС ДЗЗ РК и СВСН РК являются коммерчески ориентированными системами, которые свои доходы должны получать через создание геопродуктов и геосервисов с высокой добавленной стоимостью из космоснимков и координатно-временных данных и активно участвовать в создании Национальной инфраструктуры пространственных данных в РК. Для реализации этой цели Постановлением Правительства РК №721 от 31 мая 2012 Акционерное общество «Национальная компания «ҚазақстанҒарышСапары» (KFC) назначен Национальным оператором КС ДЗЗ РК и СВСН РК.

К данному времени главным приоритетом следует считать формирование государственных пространственных информационных ресурсов. Для убедительности можно кратко рассмотреть результаты работ, проведенных в Странах независимых государств (СНГ) и дальнем зарубежье по формированию пространственных информационных ресурсов.

Так, Республика Беларусь (РБ), которая 22 июля этого года запустила свой первый космический аппарат (КА) ДЗЗ, как и РК, пока, главным образом, занята разработкой и совершенствованием комплекса тематических приложений на основе данных ДЗЗ и космических навигационных систем. В РБ разработка тематических приложений с применением данных ДЗЗ рассматривается как научно-техническая деятельность и решается в пределах программ по развитию космической деятельности в этой стране. Но, в отличие от РК, в РБ тематические приложения разрабатываются конечными пользователями, такими как: «Белгослес», «Космоаэрогеология», «Белгеодезия», «Институт мелиорации» и др. Заказчиком указанных работ выступает Национальная академия наук Республики Беларусь (НАН РБ), а координатором – Объединенный институт информатики НАН РБ.

Представители Украины и Российской Федерации (РФ) убеждены в том, что уже настало время рассматривать применение данных ДЗЗ и спутниковых навигационных систем в разных отраслях экономики не как научно-техническое направление, а как современную индустрию производства геопространственной информационной продукции. Например, в Украине, которая уже имеет КА ДЗЗ Сич2, результаты тематических обработок по отрас-

лям экономики превращены в отдельный пакет в виде геоинформационного сервиса GEO-Ukraine по предоставлению услуг конечным пользователям. Представители Украины уже заявили, что страна уже имеет все для создания Национальной инфраструктуры пространственных данных (НИПД).

Оператор КС ДЗЗ РФ Научный центр оперативного мониторинга Земли (НЦ ОМЗ) также ведет ряд «тематических геосервисов»: состояние сельскохозяйственных угодий, контроль речных наводнений, состояние водных ресурсов; мониторинг трубопроводной и транспортной систем нефтегазовой отрасли; мониторинг нефтегазовых месторождений, мониторинга пожароопасной обстановки; мониторинг оползней, обвалов железнодорожного полотна. Федеральная служба государственной регистрации, кадастра и картографии использует спутниковые данные ДЗЗ для создания и обновления цифровых топографических карт на всю территорию РФ. В Роскомосе создано специальное предприятие ОАО «НПК «РЕКОД», которое является связующим звеном между производством и использованием результатов космической деятельности, которая состоит из производственной и пользовательской инфраструктуры. В РФ запущены пилотные проекты по созданию НИПД в восьми регионах.

В Европейском союзе пакетная обработка для создания единой инфраструктуры пространственных данных в рамках программы CORINEL and cover осуществляется с 1985 года. Главная задача программы CORINE – создание целого *пакета* пространственных данных для анализа ситуаций в окружающей среде и совершенствования землепользования на основе более 40 тематических категорий.

Следующим уровнем организации пространственных данных целой страны на основе космических технологий является создание *Национальной инфраструктуры пространственных данных* (НИПД). Первое заявление о создании НИПД было сделано США в 1996 году, которые более совершенный вариант этого продукта представили в 2006 году, и по праву являются мировым лидером по развитию геоинформационных технологий (ГИТ). К 2008 году 10 стран мира заявили о создании НИПД. Цель НИПД – создание общего фундамента и структуры по стране на основе геоинформационных технологий, определенных критериев и стандартов для распространения геопространственных данных во все государственные органы, коммерческие структуры, учебные заведения и физические лица. В настоящее время ООН, ЕС и СНГ рекомендуют каждой стране создать собственный НИПД.

Следующим этапом является формирование Национальной ГИС (НГИС), где к созданию пространственных данных будет привлечено практически

все население страны. Однако о создании полноценной НГИС пока ни одна из стран мира не заявила.

Исходя из вышеизложенного, можно сделать вывод, что формирование государственных пространственных информационных ресурсов в мире происходит по следующему тренду: индивидуальные ГИС → корпоративные ГИС → создание и развитие НИПД страны → создание и развитие НГИС страны.

Говоря о ГИС или инфраструктуре пространственных данных (ИПД) СИЯП, следует отметить, что она параллельно создается и развивается несколькими организациями Казахстана и, возможно, РФ. Судя по публикациям, видимо, наиболее полным вариантом ИПД СИЯП владеет Национальный ядерный центр (НЯЦ) РК. Нам достоверно известно, что по созданию цифровых пространственных данных СИЯП научно-исследовательские работы с применением космических технологий выполнялись в ИКИ, РГКП «Казахский национальный аграрный университет» и в КФС. На наш взгляд, применение космических технологий для реабилитаций радиоактивно-загрязненных территорий и передаче их в народное хозяйство являются очень перспективными. Потому что уже в ближайшее время можно приступить к ежедневному контролю всей территории СИЯП, используя 4D модели в реальном режиме. Совершенствование имеющихся баз геоданных СИЯП на основе космических технологий и включение метаданных в НИПД РК позволило бы сделать прозрачной всю деятельность НЯЦ РК, выполняемых на этой территории.

УДК 577.4:504.064:528

## **ГИС-ПРОЕКТ «СИП»**

**Яковенко Ю.Ю., Монаенко В.Н., Еременко Е.А.**

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

Радиационная обстановка на территории бывшего Семипалатинского испытательного полигона (СИП) определяется различными факторами, и для ее оценки необходим комплексный подход, предусматривающий всеохватывающий, многогранный взгляд на проблему. Эта работа более эффективно

проводится с использованием информационно-аналитических систем для обобщения данных и планирования работ. ГИС-проект «СИП» ориентирован на комплексную оценку состояния окружающей среды, информационную поддержку комплексных задач. Он является связующим звеном: система связывает организации и подразделения, участвующие в исследованиях, и, прежде всего, подразделения внутри нашего института. С одной стороны, основными источниками информации для системы служат данные подразделений института; с другой стороны, именно эти подразделения, наряду с руководящим составом, являются основными потребителями информационного продукта ГИС-проекта.

Основная цель разработки ГИС-проекта «СИП» – на основе технологии ГИС создать информационный модуль, чтобы собрать и систематизировать информацию, касающуюся бывшего СИП и анализировать современное состояние территории.

В настоящий момент ГИС развивается в трех направлениях:

- сбор и систематизация информации: формирование и актуализация слоев, необходимых для комплексной предварительной оценки обследуемой территории (карты мелкого масштаба от 500 000 до 100 000);

- обработка современных данных по результатам работ, проводимых институтом на территории полигона. В ГИС-проект поступают оперативные данные по результатам исследований.

- создание интернет-версии ГИС-проекта для обеспечения специалистов в интерактивном режиме информацией о проделанной работе на данной территории (объекте) для планирования работ.

В настоящий время процесс первоначального накопления информации завершен, большая часть тематических слоев сформирована, и ГИС функционирует в режиме «горячая линия». Существующие и создаваемые слои отражают практически все аспекты, имеющие отношение к радиоэкологической обстановке на полигоне. Наибольшая информационная насыщенность характерна для наиболее актуализированных слоёв, что определяется потребностью специалистов в информационном обеспечении при планировании работ.

Необходимо отметить, что проект вплотную подошел к тому моменту, когда количество информации переходит в качество, что, в свою очередь, приводит к выявлению взаимосвязей различных объектов и территорий.

ГИС-проект «СИП» в целом и отдельные детальные проекты («Северная часть СИП», «Западная часть СИП» и др.) имеют одинаковую структуру

и состоят из десяти тематических блоков (наборов слоев), характеризующих полное представление о полигоне.

Данная разработка позволила систематизировать большой объем накопленной информации, в том числе по радиационному загрязнению СИП и отдельных испытательных площадок, а также обеспечить постоянное информационное и аналитическое обслуживание большого числа специалистов.

На настоящий момент ГИС-проект «СИП» содержит более 90 слоев, которые, в свою очередь, содержат более 30 000 объектов. Стоит отметить, что в настоящее время все данные, имеющие пространственную привязку, проходят процедуру обработки и занесения в ГИС-проект «СИП».

Дальнейшее развитие ГИС-проекта позволит расширить сферу применения ГИС, таких как моделирование радиоактивного загрязнения атмосферного воздуха, подземных вод на территории СИП.

УДК 577.4: 504.4.054:539.16

## **ИССЛЕДОВАНИЕ МЕХАНИЗМОВ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИХ МИКРОЭЛЕМЕНТНЫЙ СОСТАВ ВОД ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОДОТОКОВ ГОРНОГО МАССИВА ДЕГЕЛЕН**

**Говенко П.В., Амиров А.А, Лукашенко С.Н.**

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

Данная работа посвящена рассмотрению одного из важных факторов формирования экологической обстановки в районе горного массива Дегелен, располагающегося на Семипалатинском испытательном полигоне – микроэлементному составу поверхностных водотоков. Необходимость проведения данных работ вызвана недостатком данных по химическому составу и уровню содержания токсичных элементов в природных водах горного массива Дегелен, так как одним из путей распространения тяжелых и токсичных элементов служит водная среда.

Для изучения механизма загрязнения в течение 2-х лет проводился мониторинг химического состава воды 8 штолен с постоянным водопроявлением, проведены исследования химического состава вод поверхностных потоков



(ручьи Узынбулак, Карабулак, Байтлес) и 12 родников, через которые идет разгрузка водоносных горизонтов горного массива.

Исследование химического состава выполнялось методом масс-спектро스코пии с индуктивно-связанной плазмой. Для выявления значимых концентраций элементов использовался режим сканирования атомных масс, после анализа интенсивностей сигналов на определенных массах был определен спектр элементов, концентрации которых возможно измерить данным методом анализа. Таким образом, в исследуемых образцах воды измерялись концентрации следующих элементов: Ag, As, Ba, Be, Bi, Ca, Cd, Ce, Co, Cr, Cs, Cu, Dy, Nd, Ni, Pb, Pr, Re, Se, Er, Fe, Gd, Ho, Mo, K, La, Li, Lu, Mg, Mn, Sm, Sr, Tb, Tl, Tm, U, V, Y, Yb, Zn.

В ходе проведенных исследований было выяснено, что для штольневых вод характерно повышенное содержание природного урана и бериллия, растворимые соединения которых высокотоксичны и обладают канцерогенным действием. Во всех случаях ПДК (предельно допустимая концентрация) этих элементов была превышена в разы, а в некоторых случаях – на два порядка величины. Для химического состава родников также характерно повышенное содержание урана и бериллия. Уникален химический состав воды штольни 504: в ходе проведенных исследований было обнаружено наличие элементов подгруппы лантана, аномальное содержание марганца (до 2 г/л).

Согласно экспериментальным данным, химический состав штольневых вод достаточно стабилен в течение продолжительного времени. Например, в случае бериллия и элементов подгруппы лантана, изменение концентрации в воде штолен составляет не более 30%, однако, подобные изменения естественны и связаны с непостоянным питанием подземных вод атмосферными осадками.

В результате исследования химического состава вод ручьев Узынбулак, Карабулак и Байтлес выявлено наличие повышенных концентраций урана и бериллия. Согласно полученным данным, концентрация таких элементов как уран и бериллий заметно падает уже к 300 метрам от истока. При достаточной протяженности русла можно было бы прогнозировать минимальные концентрации данных элементов ниже по течению, однако данные, полученные в ходе исследования, говорят о том, что питание ручьев по всей длине русла осуществляется из различных источников с отличающимся друг от друга химическим составом воды, что также делает невозможным охарактеризовать микроэлементный состав ручьев определенной величиной концентрации любого элемента. Падение концентрации элементов вниз по руслу, вероятно, связано с сорбцией данных элементов почвами русла, водной растительностью ручьев, осаждением в донных отложениях.

Обобщая данные, полученные в ходе исследования химического состава вод штолен, ручьев и родников, можно сделать вывод, что для поверхностных водотоков горного массива Дегелен характерно повышенное содержание урана и бериллия, что делает невозможным использование этой воды в качестве питьевой.

УДК 551.49:577.4:622.324

## **РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ГАЗОВЫДЕЛЕНИЙ В МЕСТАХ ПРОВЕДЕНИЯ ПЯВ**

<sup>1</sup> Романенко В.В., <sup>1</sup> Субботин С.Б., <sup>1</sup> Лукашенко С.Н., <sup>2</sup> Чернова Л.В.

*<sup>1</sup>Институт радиационной безопасности и экологии НЯЦ РК,  
Курчатов, Казахстан*

*<sup>2</sup>Институт атомной энергии НЯЦ РК, Курчатов, Казахстан*

По результатам исследований 2007-2010 годов на территории испытательных площадок «Балапан» и «Сары-Узень», в частности, на приустьевых площадках «боевых» скважин отмечается наличие газовых аномалий в почвенном воздухе, которые могут располагаться как вблизи оголовков скважин, так и на удалении до 300 метров. Среди всех обследованных скважин был выделен ряд скважин с наиболее выраженными признаками поствзрывных процессов, так называемые «критические» скважины. Наиболее опасной является «критическая» скважина 1010, где уже не один год наблюдается газовыделение из оголовка скважины с аномальными концентрациями  $H_2$ ,  $CO$ ,  $CO_2$  и  $CH_4$ .

В данной работе было продолжено исследование газовыделений в местах проведения ПЯВ.

Ранее по результатам мониторинга было установлено, что концентрации газов могут значительно варьировать из месяца в месяц, поэтому проведенные исследования могли не выявить некоторые скважины с газовыми аномалиями. В связи с этим, для уточнения количества скважин с газовыми аномалиями проводилось обследование всех «боевых» скважин на площадках «Балапан» и «Сары-Узень».

На приустьевых площадках «критических» скважин был организован периодический отбор и анализ проб почвенного воздуха для исследования динамики газовыделения.

Первоначально отбор проб газа из оголовка скважины 1010 проводился с периодичностью раз в месяц. Однако сведений о вариациях концентраций газов за более короткие интервалы времени не было. Для этого в 2012 году проводились исследования вариации концентрации газов в течение месяца, а также в течение суток.

Отбор проб на приустьевых площадках проводился путем установки накопительных ёмкостей, снабженных патрубками для отбора проб газа. Определение концентрации газов в отобранных пробах осуществлялось с использованием портативных газоанализаторов «Сенсис-200» и «Комета-М». В ходе работ были обследованы все «боевые» скважины площадки «Балапан» и «Сары-Узень». Мониторинг концентрации газов на критических скважинах осуществлялся ежемесячно по двум точкам отбора, расположение которых не менялось. Из оголовка скважины 1010 отбор проб осуществлялся с использованием аспиратора, для избегания закаливания приборов в некоторых случаях проводилось разбавление пробы.

По результатам обследования всех 130 приустьевых площадок «боевых» скважин дополнительно к 15 выявленным ранее скважинам были выявлены 93 скважины с повышенными концентрациями  $H_2$ ,  $CO_2$  и  $CH_4$ . В остальных случаях отсутствие/наличие аномальных концентраций сохранилось.

Проводившийся мониторинг концентрации газов позволяет выделить скважины с относительно активной динамикой концентрации газов в почвенном воздухе. В целом, общей для всех скважин закономерности газовыделения выявлено не было. Отмечается индивидуальный характер с признаками сезонной зависимости.

По результатам анализа проб газа отобранных из оголовка скважины 1010, были получены следующие сведения: вариации метана в течение суток составляют  $\pm 5$  %об., водорода  $\pm 2,5$  %об., кислорода  $\pm 3,1$  %об., оксида углерода  $\pm 0,007$  %об. Можно отметить значительное влияние атмосферных условий на процесс газовыделения. Однако, по результатам исследования динамики концентрации газов из оголовка скважины 1010 в течение месяца выявлено значительно меньшее влияние атмосферных условий на газовыделение. В целом, за отмеченный период наблюдений отмечается увеличение концентрации диоксида углерода и метана в потоке газа из оголовка скважины 1010, что может свидетельствовать об увеличении интенсивности эндогенного процесса.

Проведенные работы позволили выявить дополнительно наличие газовых аномалий в почвенном воздухе приустьевых площадок большинства обследованных скважин. По результатам исследований динамики газовыделения были установлены скважины с более интенсивными вариациями кон-

центраций газов, что позволяет рассматривать такие скважины как более опасные с точки зрения газовых выбросов. Ряд «критических» скважин, в первую очередь скважину 1010, необходимо поставить под особый контроль в связи наличием признаков долговременных процессов термического разложения горных пород, которые могут приводить к внезапным обрушениям котловых полостей.

УДК 551.49:504.4.054:539.16

## **ГЕОТЕКТЕНИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ И ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ КАК ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА МИГРАЦИЮ ТЕХНОГЕННЫХ РАДИОНУКЛИДОВ В ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ СРЕДЕ**

**Бахтин Л.В., Шайторов В.Н., Комлев А.В, Зеленский К.Л.**

*Институт геофизических исследований НЯЦ РК, Курчатов, Казахстан*

Изучение изменений подземной среды, напрямую связанных с техногенным воздействием ядерных испытаний, проведённых на территории бывшего Семипалатинского испытательного полигона, является актуальной проблемой, связанной с оценкой экологической безопасности населения.

В докладе приведены результаты комплексных геолого-геофизических исследований, проведенных на площадках Семипалатинского испытательного полигона. Подземные ядерные испытания образовали в геологической среде геотехногенные системы (ГТС) с измененной природной проницаемостью водовмещающих пород, и, как следствие, измененным гидравлическим режимом водоносных горизонтов, на глубину до 500 и более метров. Из очаговых зон ядерных взрывов, расположенных в различных гидрогеологических условиях – от областей питания водоносных горизонтов до мест разгрузки в поверхностные водоёмы и источники – техногенные радионуклиды распространяются на различные расстояния. Проведенное изучение фильтрационных свойств, гидравлического режима и направления подземного стока позволяет выявлять участки загрязнения подземных вод радионуклидами и прогнозировать возможность разгрузки в поверхностные и подземные источники хозяйственно-питьевого водоснабжения.



**РАЗДЕЛ 1. «РАДИОЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ  
РАЗЛИЧНЫХ ТЕРРИТОРИЙ И РАДИАЦИОННО-  
ОПАСНЫХ ОБЪЕКТОВ, ВКЛЮЧАЯ МЕСТА  
ПРОВЕДЕНИЯ ЯДЕРНЫХ ИСПЫТАНИЙ И АВАРИЙ»**

**СТЕНДОВЫЕ ДОКЛАДЫ**

## **ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ПРОДУКТОВ ДЕЛИГНИФИКАЦИИ ДЛЯ ПРОТИВОДЕЙСТВИЯ ЭРОЗИИ РАДИОАКТИВНЫХ ПОЧВ**

**Торгашов В.И., Зубец О.В., Капуцкий Ф.Н., Герт Е.В.**

*Учреждение Белорусского государственного университета «Научно-исследовательский институт физико-химических проблем»  
Минск, Беларусь*

Эрозия почв на территориях подобных Семипалатинскому полигону представляет серьезную экологическую проблему. За счет переноса ветром радионуклиды, в том числе в составе «горячих частиц», способны мигрировать на значительные расстояния и оседать на ранее «чистых» землях. Данная тенденция особенно выражена на песчаных почвах с небогатым растительным покровом, обедненных гумусовой составляющей. Поэтому повышение содержания в верхнем слое (до 5 см) почвы ответственного за плодородие гумуса является весьма актуальной задачей, решение которой возможно за счет применения отходов делигнификации растительного сырья, образующихся при промышленном производстве целлюлозы. Предпосылки такого направления обоснованы результатами выполненного нами проекта МНТЦ В-852. Показано, что примерно 50 % от сухой массы сырья, главным образом стеблей однолетних растений, переходит в жидкий экстракт, состоящий из модифицированного лигнина, пентозанов и большого количества «полиуронидных гемицеллюлоз». Все эти три компонента способны активно модифицировать верхний слой почвы, т.е. играть роль мелиоранта. При этом, каждый из названных продуктов отвечает за свой специфический этап в формировании благоприятной структуры почвы, способной и противостоять эрозии верхнего слоя, и локализовать в нем радионуклиды. Так, «полиуронидные гемицеллюлозы» способны связать радионуклиды в прочные комплексы, удерживая их таким образом от «расползания» на чистые участки. Это обусловлено высоким содержанием карбоксильных групп в макромолекулярной цепи, а также адгезивными и пленкообразующими свойствами. Благодаря чему повышается физико-механическая прочность верхнего почвенного слоя. Пленкообразователем и влагоудерживающим компонентом выступают и пентозаны, которые, как и «полиуронидные гемицел-

люлозы», способны «склеивать» кремнезем и инкорпорированные «горячие частицы». Кроме того, пентозаны, являясь питательным субстратом для почвенной микрофлоры, способствуют ее ускоренному развитию, что содействует симбиотическому взаимодействию с корневой системой высших растений и повышению плодородия почвы с ускоренным гумусообразованием. На стадии роста микрофлора сама структурирует и защищает почву от эрозии посредством продуцируемых высокомолекулярных полисахаридов. Это способствует улучшению всасывания питательных элементов корневой системой, что стимулирует формирование растительного покрова, эффективно борющегося с воздействием ветра. Модифицированный лигнин, содержащийся в рассмотренных экстрактах, представляет собой главный предшественник гуминовых веществ почвы и активно способствует образованию плодородного слоя в привычном понимании. В почве он может быть устойчивым весьма длительное время и способен, как комплексообразователь, прочно связывать радионуклиды. Таким образом, экстракты делигнификации представляют собой комплексный продукт, обладающий перспективой ценного и доступного мелиоранта, поскольку для его получения имеется широкая сырьевая база. Согласно проведенным нами ИК-спектроскопическим исследованиям, подобный экстракт весьма сходен с природными гуматами. Поэтому, без преувеличения, данные «отходы» можно считать и прекурсорами естественных гуматов, и мелиорантами для борьбы с эрозией радиоактивных почв.

УДК 621.039.9:539.16

## **ВЫЩЕЛАЧИВАНИЕ РАДИОНУКЛИДОВ ИЗ ПРОДУКТОВ ПОДЗЕМНЫХ ЯДЕРНЫХ ВЗРЫВОВ В ГРАНИТЕ**

**Дубасов Ю.В., Смирнова Е.А., Малимонова С.И.**

***НПО «Радиевый институт им. В. Г. Хлопина»,  
Санкт-Петербург, Россия***

В докладе представлены результаты по выщелачиванию  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{90}\text{Sr}$ ,  $^{239+240}\text{Pu}$  из продуктов подземных ядерных взрывов в штольнях 504, 148/5, 190 Семипалатинского полигона. Пробы расплавленной взрывом породы отбирались из центральных зон взрывов. Дается описание образцов, взятых для исследо-



вания. Опыты по выщелачиванию природной водой ставились в статических и динамических условиях. Определены степени и скорости выщелачивания перечисленных выше радионуклидов водной вытяжкой гранита.

Переход радионуклидов в водную фазу в значительной мере зависит от плотности и текстуры образовавшихся продуктов плавления горной породы.

В результате первоначального кратковременного контакта расплавленной взрывом породы с жидкой фазой наблюдается максимальный переход радионуклидов в раствор, но при дальнейшем контакте степень и скорость выщелачивания уменьшаются.

Проведенные исследования показывают, что образовавшиеся в результате подземного ядерного взрыва радионуклиды  $^{90}\text{Sr}$ ,  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{239+240}\text{Pu}$  прочно зафиксированы в расплавленной остеклованной породе в центральной зоне подземного ядерного взрыва.

В статических условиях скорость выщелачивания  $^{90}\text{Sr}$  лежит в интервале значений  $2,3 \cdot 10^{-6}$ – $1,6 \cdot 10^{-4}$  г·см<sup>-2</sup>·сут<sup>-1</sup>,  $^{137}\text{Cs}$  –  $5,0 \cdot 10^{-6}$ – $2,5 \cdot 10^{-4}$  г·см<sup>-2</sup>·сут<sup>-1</sup>,  $^{239+240}\text{Pu}$  –  $5,6 \cdot 10^{-7}$ – $2,1 \cdot 10^{-4}$  г·см<sup>-2</sup>·сут<sup>-1</sup>. При проведении опытов в динамических условиях скорость выщелачивания  $^{90}\text{Sr}$  лежит в интервале значений  $9,2 \cdot 10^{-10}$ – $10^{-8}$  г·см<sup>-2</sup>·сут<sup>-1</sup>,  $^{137}\text{Cs}$  –  $1,0 \cdot 10^{-9}$ – $1,6 \cdot 10^{-7}$  г·см<sup>-2</sup>·сут<sup>-1</sup>,  $^{239+240}\text{Pu}$  –  $1,3 \cdot 10^{-11}$ – $2,5 \cdot 10^{-11}$  г·см<sup>-2</sup>·сут<sup>-1</sup>. Полученные значения близки к тем, которые опубликованы в литературе для остеклованных радиоактивных отходов.

УДК 577.4:614.8:504.3.054:539.16

## **ДИНАМИКА ПОСТУПЛЕНИЯ РАДИОАКТИВНЫХ ПРОДУКТОВ В АТМОСФЕРУ Г. МОСКВЫ ОТ АВАРИИ НА АЭС «ФУКУСИМА»**

Невейкин П.П., Атрашков В.К., **Гордеев С.К.**, Лакаев В.С.,  
Константинов С.В., Ивлиев М.В.

***ГУП МосНПО «Радон», Москва, Россия***

Службой радиационно-экологического мониторинга ГУП МосНПО «Радон» контролируется радиационная обстановка в г. Москве. Отбор проб радиоактивных аэрозолей приземного воздуха осуществляется с использованием воздухофильтрующих установок «Тайфун» с мощностью прокачки воздуха 1200–3500 м<sup>3</sup>/ч через тонковолокнистые фильтры ФПП-15-1,5 или стопки фильтров других типов в зависимости от поставленной задачи.

23 марта 2011 г. были зарегистрированы в атмосферном воздухе г. Москвы радиоактивные продукты  $^{131}\text{I}$ ,  $^{132}\text{Te}$ ,  $^{134}\text{Cs}$ ,  $^{136}\text{Cs}$ ,  $^{137}\text{Cs}$  от аварии на АЭС «Фукусима» с максимумами объемной активности соответственно:  $2,7 \cdot 10^3$  Бк/м<sup>3</sup>,  $7,7 \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup>,  $4,8 \cdot 10^{-4}$  Бк/м<sup>3</sup>,  $2,1 \cdot 10^{-5}$  Бк/м<sup>3</sup>,  $6,8 \cdot 10^{-4}$  Бк/м<sup>3</sup>.

Использование угольно-серебряного фильтра ФПУА-70-0,5 совместно с ФПП-15-1,5 позволило вычислить отношение, равное  $3,3 \pm 0,2$  между аэрозольной и газовой формами  $^{131}\text{I}$ . С помощью стопки фильтров ФПП-70-0,15, ФПП-70-0,25, ФПП-15-1,5 получено распределение по дисперсии радиоактивных аэрозолей  $^{232}\text{Th}$ ,  $^{40}\text{K}$ ,  $^{131}\text{I}$ ,  $^{134}\text{Cs}$ ,  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^7\text{Be}$ .

30 апреля 2011 г. радиационные параметры приземного атмосферного воздуха г. Москвы соответствовали величинам естественного фона.

УДК 614.8: 504.53:539.16

## **ИНВЕНТАРИЗАЦИЯ ЗЕМЕЛЬ, ВЫВЕДЕННЫХ ИЗ ОБОРОТА В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ, ПОСЛЕ КАТАСТРОФЫ НА ЧЕРНОБЫЛЬСКОЙ АЭС**

**Седукова Г.В., Исаченко С.А.**

*Республиканское научно-исследовательское унитарное предприятие  
«Институт радиологии», Гомель, Беларусь*

С целью предотвращения производства продукции с высоким содержанием радионуклидов около 285 тыс. га были выведены из хозяйственного оборота после катастрофы на Чернобыльской АЭС.

Процессы радиоактивного распада и сорбции в почвенном поглощающем комплексе и выноса радионуклидов в настоящее время создали предпосылки для исключения ряда земель из категории радиационно-опасных и перевода в хозяйственное пользование.

В результате проведенной инвентаризации земель, выведенных из оборота после катастрофы на ЧАЭС, установлено, что в Беларуси в настоящее время остались исключёнными около 240 тыс. га, в том числе около 200 тыс. га в Гомельской и 40 тыс. га в Могилёвской областях. Принадлежность выведенных земель представлена на рисунке.

Оценка культуртехнического состояния и почвенного покрова выведенных земельных участков сельхозорганизаций позволила сформировать мас-

сивы, потенциально пригодные для ввода в хозяйственное пользование. Так, например, в Гомельской области было определено потенциально пригодных к использованию 17 тыс. га, из них в качестве пахотных земель – около 5 тыс. га, луговых – порядка 12 тыс. га.

Для окончательного принятия решения о возможности и направлении использования земельных массивов, при соблюдении требований радиационной безопасности, санитарных и гигиенических нормативов и производстве нормативно чистых экологически безопасных продуктов питания, сырья и кормов, необходим всесторонний анализ целесообразности изменения категории земель, выведенных из оборота, включающий для

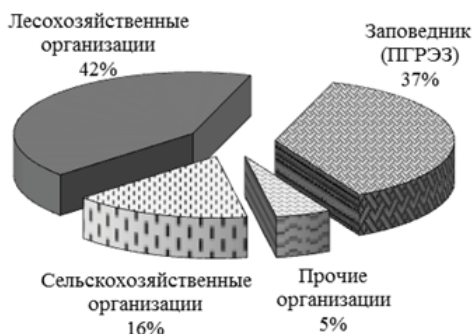


Рисунок – Распределение земель, выведенных из оборота после катастрофы на ЧАЭС

каждого участка оценку культуртехнического состояния, агрохимической и радиологической ситуации, экономической эффективности использования, прогнозной удельной активности радионуклидов в продукции, получаемой с данной территории, дозовых нагрузок на работников, занятых в процессе производства, и т.д. Следовательно, вся необходимая информация должна находиться в единой базе данных и поддерживаться в актуальном состоянии.

В связи с этим считаем целесообразным разработку специализированной системы учёта выведенных из оборота земель, позволяющую оперативно выполнять выборку интересующих информационных сведений, проводить сортировку и фильтрацию земельных массивов по произвольным критериям, представлять визуализированную информацию с наложением желаемого количества тематических слоёв, выделять контуры, рассчитывать их площади, измерять расстояния до других объектов и т.д., создав инструмент, обеспечивающий её долговечность и функциональность.

## ОПТИМИЗАЦИЯ ЗЕМЛЕПОЛЬЗОВАНИЯ НА ЗАГРЯЗНЁННЫХ РАДИОНУКЛИДАМИ ТЕРРИТОРИЯХ

Седукова Г.В., Исаченко С.А.

*Республиканское научно-исследовательское унитарное предприятие  
«Институт радиологии», Гомель, Беларусь*

Общий подход при составлении оптимальной структуры посевов и распределении культур по полям севооборотов предусматривает учёт особенностей окультуренности участков, требований сельскохозяйственных культур к почвенному плодородию, правил их чередования с целью сохранения фитосанитарного состояния почв, обеспечения высокой урожайности и воспроизводства плодородия. В условиях радиоактивного загрязнения необходимо дополнительно руководствоваться принципом минимизации содержания радионуклидов в производимой продукции (продукты питания, сырьё и корма).

Используя прогноз уровня загрязнения производимой продукции радионуклидами, возможно планирование размещения культур таким образом, чтобы обеспечить максимальный выход продукции, удовлетворяющей требованиям радиационной безопасности.

Применение современных методов оптимизации, в частности, специализированного программного обеспечения «AgroOptimization» (рисунок), позволяет оперативно выполнить прогноз удельной активности радионуклидов и других загрязнителей в продукции всех видов возделываемых или планируемых культур на произвольное количество лет при различном их размещении по элементарным участкам. Использование ГИС-

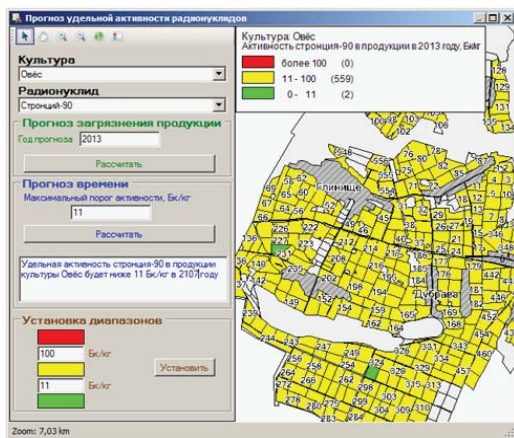


Рисунок – Рабочее окно прогноза «AgroOptimization»

технологий обеспечивает наглядность представляемой информации, что позволяет ускорить процесс выбора оптимального варианта. Выбор оптимальных вариантов осуществляется на основе соответствия итоговых показателей желаемым требованиям (площадь посева, урожайность, валовой сбор, сбор кормовых единиц, удельная активность радионуклидов и др.).

Критериями оптимизации структуры посевов в конечном итоге должны являться спрос, эффективность и целесообразность.

Возможными областями применения такого программного обеспечения являются: оперативное определение потенциала объёмов производства сельскохозяйственной продукции и научно-обоснованных планов, обеспечивающих устойчивое развитие сельскохозяйственного производства в субъектах хозяйствования на загрязнённых радионуклидами территориях, а также вопросы внедрения научных разработок в практику.

УДК 614.8: 504.53:539.16

## **РЕАБИЛИТАЦИЯ ЗЕМЕЛЬ, ВЫВЕДЕННЫХ ИЗ ОБОРОТА ПОСЛЕ КАТАСТРОФЫ НА ЧЕРНОБЫЛЬСКОЙ АЭС, В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ**

**Седукова Г.В., Исаченко С.А.**

*Республиканское научно-исследовательское унитарное предприятие  
«Институт радиологии», Гомель, Беларусь*

В настоящее время в сельскохозяйственных организациях, расположенных на загрязнённых радионуклидами территориях, существует потребность в дополнительных площадях, обусловленная необходимостью увеличения производства зерна, рапса и кормов в связи с ростом поголовья крупного рогатого скота. Земли, выведенные из оборота, территориально размещены в непосредственной близости или в контуре используемых массивов и потенциально могут быть источником получения дополнительного объёма сельскохозяйственного сырья, кормов и другой продукции. Имеются случаи, когда выведенные из оборота земли имеют плотность загрязнения радионуклидами не выше, чем используемые в сельскохозяйственном производстве (плотность загрязнения  $^{137}\text{Cs}$  до 40 Ки/км<sup>2</sup>,  $^{90}\text{Sr}$  – до 3 Ки/км<sup>2</sup>). Это обусловлено тем, что часть земель была отчуждена по радиационному факто-

ру, а другая – по причине упразднения хозяйств в связи с миграцией людей в первоначальный послеаварийный период и, как следствие, нехваткой трудовых ресурсов для ведения производства. Кроме того, имеет место тот факт, что балл почвенного плодородия земель упразднённых хозяйств до 2-х раз выше используемых. Эти обстоятельства побуждают организации, граничащие с ними, ходатайствовать о вовлечении их в сельскохозяйственное пользование.

Учитывая, что на протяжении 26-летнего периода земля не использовалась, т.е. находилась в залежном состоянии, использование параметров перехода радионуклидов для прогноза удельной активности  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{90}\text{Sr}$  в продукции с пахотных земель не корректно при составлении прогноза с залежных. Это связано с удельным весом доступных для растений форм радионуклидов. В каждом конкретном случае, в зависимости от ботанического состава растительности, типа почвы и её характеристик, водного и воздушного режимов, доля доступных форм различна. В связи с этим целесообразно при вводе земель в оборот проведение экспериментальных работ по оценке уровня загрязнения продукции в звене севооборота (минимум 3-летнего).

При составлении экспериментального севооборота предпочтение необходимо отдавать культурам, наиболее пригодным для возделывания в данных почвенно-климатических условиях, техническим, продукция которых идёт на переработку, и семенным посевам.

Следует отметить, что реабилитация залежных земель, загрязнённых радионуклидами, в первые годы экономически не выгодна, что связано с превышением затрат (обработка почвы, уходные работы) над получаемой прибылью.

Результаты экспериментальных работ на выведенных из оборота землях, плотность загрязнения которых  $^{137}\text{Cs}$  не превышает 40 Ки/км<sup>2</sup> и  $^{90}\text{Sr}$  – 3 Ки/ км<sup>2</sup>, свидетельствуют о том, что зерно злаковых культур возможно использовать на фуражные цели, для получения молока-сырья на переработку на масло, зелёную массу кукурузы – для производства силоса, используемого для скормливания КРС на начальной стадии откорма. Срок окупаемости вложенных средств при реабилитации данных земель варьирует от 3-х до 8-ми лет.

Учитывая, что земля является базисом при получении сельскохозяйственной продукции, основой для существования человеческого общества, необходимо рационально использовать все имеющиеся земельные ресурсы, обеспечивая безопасную жизнедеятельность и устойчивое эколого-экономическое развитие.

## ПАРАМЕТРЫ ПЕРЕХОДА $^{137}\text{Cs}$ И $^{90}\text{Sr}$ В КЛУБНИ КАРТОФЕЛЯ РАЗЛИЧНЫХ ГРУПП СПЕЛОСТИ

Козлова Л. И.

*Республиканское научно-исследовательское унитарное предприятие  
«Институт радиологии», Гомель, Беларусь*

Картофель является культурой традиционного земледелия в Республике Беларусь. Его возделывание практикуется как в частном секторе, так и в производственных масштабах. Для получения высоких урожаев биологически полноценных клубней необходим научно-обоснованный подход к выбору сортового состава картофеля в различных почвенно-климатических и экологических условиях.

При ведении сельскохозяйственного производства на загрязненных радионуклидами землях актуальной является задача получения продукции, соответствующей нормативному показателю по содержанию  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{90}\text{Sr}$ . Одним из наиболее дешевых и доступных путей снижения накопления радионуклидов в картофеле является подбор сортов, характеризующихся минимальной аккумуляцией радиоактивных веществ.

В РНИУП «Институт радиологии» на протяжении трёх лет проводились исследования 10 сортов картофеля четырех групп спелости: раннеспелой – Лиляя, Уладар, Дельфин; среднеранней – Бриз, Нептун; среднеспелой – Дубрава, Скарб, Криница; среднепоздней – Журавинка, Ветразь на дерново-подзолистой связно супесчаной среднеокультуренной почве. Агрохимическая характеристика пахотного горизонта имела следующие показатели: органическое вещество – 1,9 %,  $\text{pH}_{(\text{KCl})}$  – 5,2,  $\text{P}_2\text{O}_5$  – 220 мг/кг почвы,  $\text{K}_2\text{O}$  – 175 мг/кг почвы. Перед посадкой картофеля вносили минеральные удобрения в дозе  $\text{N}_{80}\text{P}_{50}\text{K}_{80}$  кг/га д. в. Плотность загрязнения почвы  $^{137}\text{Cs}$  составляла 1,6 Ки/км<sup>2</sup>,  $^{90}\text{Sr}$  – 0,4 Ки/км<sup>2</sup>.

Исследования, проведённые через 25 лет после выпадений радионуклидов, свидетельствуют о том, что коэффициенты перехода (КП)  $^{137}\text{Cs}$  для клубней сортов картофеля среднепозднего срока спелости были выше по сравнению с группами более раннего созревания. Так, для ранней, среднеранней и среднеспелой групп сортов диапазон КП  $^{137}\text{Cs}$  на дерново-подзолистой связно су-

песчаной почве имел значения 0,046-0,055 Бк/кг: кБк/м<sup>2</sup>, а для среднепоздних сортов исследуемый показатель был несколько выше и находился в диапазоне 0,053-0,059 Бк/кг: кБк/м<sup>2</sup>.

КП <sup>90</sup>Sr для клубней картофеля были на порядок выше по сравнению с КП <sup>137</sup>Cs.

Наблюдалась тенденция уменьшения КП <sup>90</sup>Sr с увеличением срока спелости картофеля. Для ранних сортов исследуемый параметр составлял 0,25 – 0,30 Бк/кг: кБк/м<sup>2</sup>, для среднеранних – 0,19 – 0,24 Бк/кг: кБк/м<sup>2</sup>, для среднеспелых – 0,20 – 0,24 Бк/кг: кБк/м<sup>2</sup>, а для среднепоздних – 0,16 – 0,20 Бк/кг: кБк/м<sup>2</sup>.

Наиболее достоверно снижение КП <sup>90</sup>Sr у среднеспелой и среднепоздней групп спелости прослеживалось при более сухих и жарких погодных условиях, когда гидротермический коэффициент (ГТК) был равен 0,7.

Таким образом, в результате проведённых исследований установлено, что КП <sup>137</sup>Cs возрастают с увеличением срока физиологической спелости картофеля, а КП <sup>90</sup>Sr, наоборот, снижаются при более длительной вегетации растений.

УДК 614.8:504.064:546.799.4

## **ОЦЕНКА ВКЛАДА ДВУХ АВАРИЙ В ЗАГРЯЗНЕНИЕ ПЛУТОНИЕМ ТЕРРИТОРИИ ВОСТОЧНО-УРАЛЬСКОГО СЛЕДА**

**Михайловская Л.Н., Молчанова И.В., Глухова Е.В., Рукавишников О.В.**

***Институт экологии растений и животных УрО РАН,  
Екатеринбург, Россия***

Восточно-Уральский радиоактивный след (ВУРС) образовался в 1957 году в результате аварии на производственном объединении «Маяк» (ПО «Маяк»). В результате произошло загрязнение территории Челябинской, Свердловской и Тюменской областей общей площадью 23000 км<sup>2</sup>. Позднее, в 1967 г., эту же территорию загрязнили принесенные ветром радиоактивные донные отложения оз. Карачай – технологического водоема ПО «Маяк».

Цель работы состояла в изучении пространственного распределения <sup>239,240</sup>Pu в почвенно-растительном покрове головной части ВУРСа и оценке вклада двух аварий в формирование его загрязнения <sup>239,240</sup>Pu.



Исследования проводили в 2003-2011 гг. в Челябинской области Российской Федерации на территории головной части ВУРСа протяженностью около 25 км. В пробах почв, отобранных на разном расстоянии от ПО «Маяк», содержание  $^{90}\text{Sr}$  и  $^{238-240}\text{Pu}$  определяли радиохимическим, а  $^{137}\text{Cs}$  – гамма-спектрометрическими методами. Предел обнаружения для  $^{90}\text{Sr}$  составлял 0,2 Бк,  $^{238-240}\text{Pu}$  – 0,001 Бк,  $^{137}\text{Cs}$  – 0,1 Бк. Погрешность не превышала 20 %.

Для оценки вклада аварий в загрязнение почвенно-растительного покрова  $^{239,240}\text{Pu}$  использовали данные, характеризующие запасы радионуклидов в почвах, а также радионуклидные и изотопные отношения, определенные ранее группой авторов (Аркрог и др., 1998). Все результаты были откорректированы поправкой на распад, при расчетах учитывали уровень глобального фона. Расчеты проводили двумя способами. В первом случае использовали величины запасов  $^{90}\text{Sr}$  и  $^{137}\text{Cs}$  в почвах и радионуклидные отношения. Для аварийных выпадений 1957 г. –  $^{90}\text{Sr}/^{137}\text{Cs}=71$  и  $^{239,240}\text{Pu}/^{90}\text{Sr} = 0,0018$ , для ветрового сдува с берегов озера Карачай –  $^{90}\text{Sr}/^{137}\text{Cs}=0,3$  и  $^{239,240}\text{Pu}/^{137}\text{Cs} = 0,0118$ .

Во втором – использовали величины запасов  $^{239,240}\text{Pu}$  на реперных участках и изотопного отношения  $^{238}\text{Pu}/^{239,240}\text{Pu}$ , характеризующего аварийные выпадения. Решая уравнение (1), рассчитали вклад 2-х аварий в загрязнение плутонием почвенного покрова:

$$K_1 (A-x) + K_2 x = K_3 A \quad (1),$$

где:  $K_1 = 0,004$  величина изотопного отношения  $^{238}\text{Pu}/^{239,240}\text{Pu}$  для аварийных выпадений 1957 г.,  $K_2 = 0,088$  для ветрового сдува донных отложений оз. Карачай,  $K_3$  – определенная непосредственно в образцах почв.  $A$  – запасы  $^{239,240}\text{Pu}$  (кБк/м<sup>2</sup>) на обследованных участках за вычетом глобального фона,  $x$  – для аварийных выпадений 1957 г.,  $(A-x)$  – для ветрового сдува донных отложений с берегов оз. Карачай.

Изучение пространственного распределения  $^{239,240}\text{Pu}$  на территории ВУРСа показало, что в пределах головной части следа изменение запасов радионуклида с увеличением расстояния от эпицентра аварии удовлетворительно аппроксимируется степенной функцией. Вклады аварий в загрязнение территории ВУРСа плутонием, рассчитанные обоими методами, различались незначительно. Плутониевое загрязнение почвенного покрова сформировано преимущественно (88,0-88,8 %) аварийными выпадениями 1957 г. В результате ветрового переноса донных отложений с берегов оз. Карачай поступило 11,0-11,8 %.

Запасы плутония в почвах, рассчитанные с использованием радионуклидных отношений и аналитических данных, характеризующих содержа-

ние  $^{90}\text{Sr}$  и  $^{137}\text{Cs}$  в почвах, сравнили с его реальным содержанием. Оказалось, что они отличались в среднем на 3,2 %.

Работа выполнена при финансовой поддержке Программы УрО РАН ориентированных фундаментальных исследований по проектам № 12-С-4-1001 и № 12-М-24-2016.

УДК 614.8:504.064:539.16

## **ИЗОТОПЫ ЦЕЗИЯ АВАРИЙНЫХ ВЫПАДЕНИЙ АЭС «ФУКУСИМА-1» В КОМПОНЕНТАХ НАЗЕМНЫХ ЭКОСИСТЕМ НА УРАЛЕ**

**Молчанова И.В.,** Михайловская Л.Н., Позолотина В.Н.,  
Антонова Е.В., Модоров М.В.

*Институт экологии растений и животных УрО РАН,  
Екатеринбург, Россия*

11 марта 2011 г. 9-балльное землетрясение и сокрушительное цунами в Японии привели к аварийной ситуации на атомной станции «Фукусима-1». На аварийной станции имели место выбросы радиоактивных веществ в атмосферу, поступление их в водную среду и почвенно-растительный покров. Судя по направлению преобладавших во время аварии ветров, основной перенос воздушных масс, а с ними и радионуклидов, выбрасываемых из аварийных реакторов, происходил в восточном направлении. Появление сведений об обнаружении  $^{131}\text{I}$  и  $^{134}\text{Cs}$  в атмосферном воздухе над территорией России вызвали серьезную озабоченность специалистов.

Данные, характеризующие радионуклидный состав выбросов из поврежденных реакторов, позволили оценить относительную активность некоторых радионуклидов в фукусимских выпадениях. После аварии относительная активность  $^{134}\text{Cs}$  была равна таковой  $^{137}\text{Cs}$ . С учетом этого обстоятельства, по содержанию  $^{134}\text{Cs}$  в компонентах окружающей среды можно оценить вклад аварийных выпадений  $^{137}\text{Cs}$  в уровень современного глобального фона. Цель настоящего исследования состояла в оценке вклада аварийных выбросов АЭС «Фукусима-1» в загрязнение изотопами цезия депонирующих компонентов наземных экосистем в первые месяцы после аварии.

В апреле-августе 2011 г., в ходе исследований 30-км зоны Белоярской АЭС (Свердловская обл.) и района действующего атомно-энергетического предприятия ПО «Маяк» (Челябинская обл.), отбирали пробы листового опада 2010 года, лесных подстилок, наземных мхов, листьев древесных пород и хвой сосны. В окрестностях крупных городов Западно-Сибирского региона (Нижевартовск, Новосибирск, Красноярск, Якутск) проводили единичные исследования проб листового опада и лесных подстилок. Отобранные образцы озоляли при  $t=450\text{ }^{\circ}\text{C}$ . В пробах золы содержание  $^{134}\text{Cs}$  и  $^{137}\text{Cs}$  определяли гамма-спектрометрическим способом.

Результаты скрининга основных депонирующих компонентов наземных экосистем в районе Белоярской АЭС выявили значимые количества  $^{134}\text{Cs}$  в каждом из них. Не было обнаружено тренда в изменении удельной активности образцов, ориентированных по сторонам света, поэтому ниже приведены усредненные данные для обследованной 30-км зоны станции. В листовом опаде и в лесных подстилках удельная активность  $^{134}\text{Cs}$  составила 0,9-1,0 Бк/кг, в представителях наземных мхов – не превышала 0,5 Бк/кг, а в листьях березы и хвой сосны удерживалась на уровне 0,2 Бк/кг в расчете на сухую массу. В районе ПО «Маяк» удельная активность  $^{134}\text{Cs}$  в лесных подстилках и моховой растительности составила 4,5 и 64,0 Бк/кг соответственно, а в листовом опаде предаварийного года и листьях березы – 1,0-1,6 Бк/кг. Более высокие значения удельной активности исследованных компонентов в данном случае, по всей вероятности, обусловлены штатными выбросами действующего предприятия. Малый объем выборки не позволил выделить тренда в изменении удельной активности образцов с удаленностью от предприятия. Пересчет данных на единицу площади показал, что во всех точках опробования плотность загрязнения растительного опада удерживалась на уровне 0,1-0,8, а лесных подстилок – 0,3-1,5 Бк/м<sup>2</sup>. Следовательно, такое же количество  $^{137}\text{Cs}$  дополнительно поступило в эти компоненты в составе аварийных выпадений в первый пост аварийный период.

Работа выполнена при финансовой поддержке Программы УрО РАН ориентированных фундаментальных исследований по проекту № 12-С-4-1001 и гранта РФФИ, проект №.10-08-96021-р\_урал\_а.

## **СОВРЕМЕННЫЙ УРОВЕНЬ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ОСНОВНЫХ КОМПОНЕНТОВ ОЗЕРНОЙ ЭКОСИСТЕМЫ ОЗЕРА ТРАВЯНОЕ (ДАЛЬНЯЯ ЗОНА ВУРСА) ДОЛГОЖИВУЩИМИ РАДИОНУКЛИДАМИ**

**Сутягин А.А., Левина С.Г., Дерягин В.В., Парфилова Н.С., Гуммель К.В.**

**ФГБОУ ВПО**

***«Челябинский государственный педагогический университет»,  
Челябинск, Россия***

Озера – сложные экологические системы, при оценке возможности проведения на которых хозяйственной деятельности необходимо выполнение мониторингового исследования всех ее компонентов. Озеро Травяное расположено в Каслинском районе Челябинской области в 80 км от источника эмиссии – ПО «Маяк», и характеризуется как водоем периферийной зоны Восточно-Уральского радиационного следа (ВУРС). Современный уровень антропогенной нагрузки на водоем незначителен.

Первоначальный уровень радиоактивного загрязнения воды составлял 400 Бк/л по  $^{90}\text{Sr}$  и 13,3 Бк/л по  $^{137}\text{Cs}$ . К настоящему моменту эти величины составляют 0,53 Бк/л по  $^{90}\text{Sr}$  и 0,022 Бк/л по  $^{137}\text{Cs}$ . Таким образом, можно говорить о значительном самоочищении воды водоема: в 755 раз по  $^{90}\text{Sr}$  и в 605 раз по  $^{137}\text{Cs}$ . Но такое снижение связано не с процессами распада радиоактивных элементов, а с миграцией поллютантов в донные отложения и почвы.

Донные отложения озера Травяное характеризуются наибольшими концентрациями  $^{90}\text{Sr}$  и  $^{137}\text{Cs}$  в донных отложениях озер периферийной зоны ВУРСа. Это может быть связано с его расположением относительно оси Следа и более высоким первоначальным уровнем загрязнения. Их можно подразделить на два слоя по содержанию  $^{90}\text{Sr}$ : верхний (1600-4300 Бк/кг) и нижний, в котором концентрации  $^{90}\text{Sr}$  плавно уменьшаются до 190 Бк/кг. По содержанию  $^{137}\text{Cs}$  илы также делятся на два слоя: верхний (290-357 Бк/кг) и нижний – до 24 Бк/кг. По содержанию радионуклидов выделяется слой 14-16 см, где концентрации  $^{90}\text{Sr}$  и  $^{137}\text{Cs}$  превышают аналогичные в соседних слоях почти в два раза. Вероятно, это – горизонт аварии 1957 года.

Содержание радионуклидов в почвах водосборных территорий закономерно уменьшается по глубине почвенного профиля. Наибольшей активно-

стью характеризуются верхние горизонты на глубине до 25 см: максимальная удельная активность  $^{90}\text{Sr}$  составляет 240 Бк/кг, а для  $^{137}\text{Cs}$  – 57 Бк/кг (горизонт А1 под подстилкой. Практически весь  $^{137}\text{Cs}$  сосредоточен на глубине до 25 см, а  $^{90}\text{Sr}$  обладает большей подвижностью (76 % активности до 25 см). Активность радионуклида в нижних слоях также достаточно высока (на глубине от 55 см 26-37 Бк/кг), что может быть связано с достаточно высокой долей фульвокислот.

В целом озерную экосистему Травяное можно характеризовать как высокопродуктивную в связи с интенсивным включением радионуклидов в процессы круговорота веществ. По всей вероятности, это может быть связано со сбросом в нее 20 т навоза, что сказалось на физико-химическом поведении радионуклидов. Резко изменившийся трофический статус способствовал интенсификации осадконакопления, а также связыванию  $^{90}\text{Sr}$  и  $^{137}\text{Cs}$  в илах в малоподвижной форме. Это обусловило активизацию процессов самоочищения, что привело к значительному накоплению радионуклидов около горизонта аварии. Кроме того, дополнительное внесение органического вещества могло привести к изменению его фракционного состава в почвах, что также оказало свое влияние на ход миграционных процессов.

УДК 577.391: 504.064: 539.122: 546.25.432

## **ОЦЕНКА РЕКУЛЬТИВАЦИОННЫХ МЕРОПРИЯТИЙ НА ТЕРРИТОРИИ БЫВШЕГО ГИДРОМЕТАЛУРГИЧЕСКОГО ЗАВОДА «ЗВЕЗДА» С. ЕЛЕШНИЦА, БОЛГАРИЯ**

<sup>1</sup>Иванова К., <sup>2</sup>Ягова Ат.

*<sup>1</sup>Национальный центр радиобиологии и радиационной защиты,  
София, Болгария  
<sup>2</sup>ОИЯИ, Дубна, Россия*

**Цель:** Гидрометаллургический завод «Звезда» с. Елешница перерабатывал урановую руду разного месторождения на территории Болгарии в период с 1965 по 1992 гг. Это привело к значительному радиоактивному загрязнению рабочих площадок и территории завода. Экологическая реабилитация окружающей среды на местах бывшей добычи урана и ураноперерабатывающей промышленности Болгарии осуществляется в три этапа, регули-

руемые постановлением совета министров. Этапы: техническая ликвидация, техническая и биологическая рекультивация. Они были проведены на территории завода в период с 2004 по 2010 гг. Радиологические обследования проводились с целью оценки технических мероприятий во время рекультивации земель на территории завода „Звезда» с. Елешница.

**Метод:** Измерения радиационного индикатора – мощность дозы гамма-излучения до и после рекультивации на территории завода. Анализ концентрации радия-226 в почве до восстановительных работ.

**Результаты:** Техническая и биологическая рекультивация сделана путем: неоднократная стрижка газона, строительство гидротехнических сооружений для удаления поверхностных вод, покрытие поверхности земли нерадиоактивным слоем, посадка соответствующих видов растений. Значения мощности дозы гамма-излучения снижены с 2000 nGy/h до 700 nGy/h.

**Вывод:** При осуществлении рекультивационных мероприятий были выполнены все критерии для ограниченного использования лесного фонда. Чтобы следить за вероятными неудачами рекультивации, нужно продолжить мониторинг на территории завода.

**Ключевые слова:** техническая и биологическая рекультивация; мощность дозы гамма-излучения; радий-226.

УДК 577.4: 504.064:539.16

## ОЦЕНКА РАДИОЭКОЛОГИЧЕСКОЙ СИТУАЦИИ В ГОРНОМ МАССИВЕ ДЕГЕЛЕН НА ОСНОВЕ ЦИФРОВЫХ ПРОСТРАНСТВЕННЫХ МОДЕЛЕЙ

<sup>1</sup>Алипбеки О.А., <sup>1</sup>Алипбекова Ч.А., <sup>2</sup>Алипбеки А.О.

<sup>1</sup>*Казахский национальный аграрный университет, Алматы, Казахстан*

<sup>2</sup>*Национальный Евразийский университет им. Л.Н.Гумилева,  
Астана, Казахстан*

По некоторым сведениям в горном массиве Дегелен бывшего Семипалатинского испытательного ядерного полигона (ГМД СИЯП) имеются от 10 до 30 штолен с проявлением радиоактивных вод. Причины водопроявления пока до конца не выяснены. Воды из некоторых штолен стекают в местные речки (Қарабұлақ, Ұзұнбұлақ, Байтлес, Токтақұшік и др.) и являются источ-

никами вторичного загрязнения окружающей среды долгоживущими искусственными радиоактивными изотопами, что крайне опасно для здоровья людей и животных. В то же время, имеющихся литературных данных недостаточно для реальной оценки интенсивности миграции и трансформации искусственных радионуклидов в биogeосистеме ГМД СИЯП. Поэтому, изучение уровня загрязнения радионуклидами ГМД СИЯП на основе разработки цифровых пространственных моделей, в целях оценки уровня радиационной нагрузки на окружающую среду, является актуальной проблемой.

В данной работе приводится краткое описание разработанной нами базы геоданных (БГД) ГМД, которая может быть в дальнейшем использована для создания цифровых моделей миграций и трансформаций искусственных радионуклидов в ГМД. Эта БГД также может быть использована для совершенствования инфраструктуры пространственных данных (ИПД) СИЯП.

Разработки БГД и пространственных моделей производились с применением программных комплексов ArcGIS: ArcView 9.3 с приложениями 3DAnalyst и SpatialAnalyst; ArcInfo 9.3; ENVI 4.8 и ERDASProfessional 9.1.

Создание БГД такого объекта, как горный массив Дегелен, является сложной многоэтапной задачей. На первом этапе нами производилась оцифровка топографической основы местности масштаба 1:50 000 через создание базы геоданных разных классов или наборов классов. БГД включает три класса объектов: точечные, линейные и полигональные, поэтому эту базу геоданных нужно рассматривать как векторную модель местности. В частности, нами были разработаны следующие директории: изолинии высот – «Contour», гидрография – «Hydrology», загрязнения – «Pollution», месторасположение штолен – «Shtolny», инфраструктура – «Infrastructure» и информация о структуре ландшафтов – «Landscape».

База геоданных «ГМД.gdb» содержит исходную информацию по горному массиву Дегелен и прилегающей к нему территории. База состоит из шести директорий и восемнадцати тематических слоев с атрибутивной информацией. В данной базе геоданных самым крупным тематическим слоем является «relief», который отображает контуры рельефа местности. Изолинии прорисованы через каждые два метра, что позволяет улучшить качество отображения рельефа местности. В атрибутивных данных отображены высотные значения каждой изолинии.

Векторный слой «point» относится к классу точечных объектов и отображает абсолютные высоты ГМД. Поскольку радиоактивное загрязнение из водосточных штолен связано непосредственно с гидрографией ГМД, для изучения отдельных водных объектов была создана отдельная директория

«Hydrology», которая содержит тематические слои «rivers\_full», «river\_dry», «dumb» и «spring». В маске «rivers\_full» отображены все реки с постоянным водотоком. В частности, Карабұлак, Ұзунбұлак, Байтлес и Тоқтақушік, в которые впадают воды из радиоактивных штолен. Не менее важный векторный объект «spring», отображающий родники, и «river\_dry», отображающий пересыхающие русла, которые наполняются лишь весной при таянии снегов. В слое «dumb» были указаны искусственные водоемы, поскольку некоторые из них расположены в непосредственной близости от штолен, учет данных водоемов является необходимостью для полноценного анализа.

В векторном слое «shtolny\_water» директории «Shtolny» отображены 11 основных водопроявляющих штолен ГМД, а также в атрибутивных данных указана экспозиционная доза в микро Зв и Бк/г, а также степень проявления вод. Данная директория также содержит векторный слой «shtolny\_dry» и «shtolny\_mix», где указано месторасположение остальных штолен, численность которых превышает 200.

Директория «Infrastructure» содержит четыре векторизованных слоя с полезной информацией об имеющейся инфраструктуре ГМД и приграничных территорий. Векторный слой «roads\_highway» отображает асфальтовую дорогу, в то время как слой «road\_lowway» отображает все грунтовые дороги. Следующий тематический слой директории «Infrastructure», под названием «building\_old», отображает бывший поселок Дегелен, расположенный на северо-западе от горы Дегелен. Сегодня это место именуется «техническая площадка №10», которая служит перевалочным пунктом для ученых-исследователей.

В общем, в течение эксплуатации полигона было пробурено более 180 штолен в ГМД. Результаты полевых исследований были отображены в директории «pollution», содержащей два векторных слоя. Первый векторный слой «pollution» является картой радиоактивного загрязнения. Второй векторный слой «border» отображает искусственную ограду, выстроенную вокруг ГМД в целях безопасности здоровья людей и животных.

БГД геоинформационных систем является необходимым компонентом при моделировании пространственных явлений на основе применения средств геоинформационных технологий. Полученные нами результаты геопространственного выражения ситуаций в ГМД в дальнейшем предполагаем использовать для трехмерного моделирования горного массива Дегелен с целью получения максимальной объективной оценки радиационной обстановки на этой особо охраняемой территории.



Таким образом, выполнен подготовительный этап оценки радиологической обстановки в ГМД СИАП через создание цифровой векторной пространственной базы геоданных. Прделанный объем работ необходим для дальнейшего совершенствования ГИС или ИПД ГМД. Например, разработка трехмерных моделей позволит провести более детальный пространственный анализ с целью создания цифровых моделей миграций и трансформаций искусственных радионуклидов в ГМД.

УДК 577.4:504.064:539.16

## **СОДЕРЖАНИЕ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ЖИДКОЙ ФАЗЕ СНЕГА ГОРОДА СЕМЕЙ**

**Дюсембаев С.Т., Ибрагимов Н.К., Иминова Д.Е.,  
Сулейменов А.К., Есимбеков Ж.С.**

***Испытательная региональная лаборатория инженерного профиля  
«Научный центр радиозологических исследований», Семипалатинский  
государственный университет имени Шакарима, Семей, Казахстан***

При мониторинге состояния окружающей среды представляют интерес те металлы, которые наиболее широко и в значительных объемах используются в производственной деятельности и в результате накопления во внешней среде несут серьезную угрозу из-за биологической активности и токсических свойств. К ним относят свинец, ртуть, кадмий, цинк, висмут, кобальт, никель, медь, олово, сурьму, ванадий, марганец, хром, молибден и мышьяк.

При организации экологического мониторинга одним из методов, позволяющих оценить степень техногенной нагрузки на окружающую среду городов и здоровье проживающего в них населения, является мониторинг загрязнения атмосферных осадков.

Загрязнение окружающей среды тяжелыми металлами вследствие выбросов промышленных предприятий, автотранспорта является актуальной проблемой Семейского региона, что обусловлено негативным влиянием на здоровье человека.

Работа выполнена на базе испытательной региональной лаборатории инженерного профиля «Научный центр радиозологических исследований» СГУ имени Шакарима.

Пробы снега отбирались по ГОСТу 17.1.5.05-85 в марте месяце 2012 года в 12 точках города. Площадь отбора каждой пробы составляла 1х1 м. При отборе не затрагивали почвенный покров и снег, слишком близко прилегающий к нему. Вес пробы снега составлял 5-6 кг, а объем 1-2 литра. Пробы снега оттаивали в лаборатории, затем переносили жидкую фазу снега в бутылки.

Содержание тяжелых металлов в жидкой фазе снега определяли методом масс-спектрометрии. Элементный анализ химического состава жидкой фазы снега показал следующее. Во всех районах содержание Cr, Co, Sb, Ni, Mo, Hg, Cr, V, Sn, As, Bi в снеговой воде не превышало ПДК. По содержанию Cu превышение ПДК в 4 раза было установлено в снеговой воде в районе Силикатного завода, в 3 раза было установлено в районе Областной больницы. Концентрация Zn в пробах снега была выше ПДК в 0,3 раза в районе Цементного завода, в 1,1 раз в районе Областной больницы. Концентрация Mn в пробах снега была выше ПДК в 6 раз в районе Силикатного завода. Содержание Pb в пробах снега из всех рассматриваемых районах города было существенно выше ПДК: в 5,3 раза в районе ТЭЦ-2 и Областной больницы, в 5 раз в районе Цементного завода, в 2 раза в районе Теплопункта в районе улицы Глинки, котельной Спартак и Татарского края, в 1,3 раза в районе 14 микрорайона и Педагогического колледжа, в 6,7 раз в районе Силикатного завода, в 1,7 раза в районе 35 школы, в 4,7 раз в Комсомольском поселке. Концентрация Cd в пробах снега превысило ПДК в 10 раз в районе Цементного завода и в 5 раз в районе Силикатного завода. В целом, неблагоприятными по загрязнению атмосферы тяжелыми металлами являются районы Силикатного, Цементного завода и Областной больницы. Превышение предельно допустимых концентраций вредных веществ в пробах снега, выпадаемых в г. Семей, наблюдалось по Cu, Zn, Mn, Pb и Cd.

## **ИССЛЕДОВАНИЯ МЯСА И МОЛОЧНЫХ ПРОДУКТОВ В УСЛОВИЯХ БЫВШЕГО СИЯП**

**Дюсембаев С.Т., Мухамеджанова Э.К., Иминова Д.Е., Ануарбекова А.С.,  
Маркабаева А., Кузеубаева А.**

***Испытательная региональная лаборатория инженерного профиля  
«Научный центр радиэкологических исследований», Семипалатинский  
государственный университет имени Шакарима, Семей, Казахстан***

Население Семипалатинского Прииртышья должно получать не только необходимое количество продуктов питания сельскохозяйственного животноводства, но и их соответствие с потребностями организма, с требованиями пищевой и биологической ценности, доброкачественности и безвредности.

Ядерные испытания, проводившиеся на СИЯП, стали источником радиоактивного загрязнения. Население продолжает проживать на территориях, загрязненных долгоживущими радионуклидами, территория используется для сельскохозяйственной деятельности. Мясомолочная продукция и ее качество и безвредность представляют особый научный интерес, поскольку продукция сельскохозяйственных животных занимает существенное место в традиционном рационе питания местного населения.

Для выполнения научно-исследовательской работы проведены следующие виды работ:

Для анализа химического состава мяса, молока и молочных продуктов на территории прилегающих к СИЯП созданы 5 стационарных контрольных пунктов, из которых отбирались пробы мясных и молочных продуктов (по 35 проб мяса и молока, по 20 проб сметаны, по 20 проб творога и сливочного масла):

1. с. Саржал, Абайского района. 2. с. Кайнар, г. Семей. 3. с. Новопокровка, Бородулихинского района. 4. с. Акжар, Павлодарской области. 5. с. Каркаралы, Карагандинской области.

Исследование химического состава мяса говядины из разных зон радиационного риска Семипалатинского испытательного ядерного полигона показало, что мясо из зон чрезвычайного (с. Саржал, с. Акжар) и повышенного (с. Кайнар) радиационного риска по количеству белка уступают мясу из максимального и минимального радиационного риска. При исследовании ами-

нокислотного состава мяса говядины на биологическую ценность, количество незаменимых аминокислот в зонах чрезвычайного и повышенного радиационного риска ниже, чем в зонах максимального и минимального радиационного риска. Исследования витаминного и минерального состава проб мяса говядины показали наличие в пробах из с. Саржал - калия, серы, фосфора, хлора, натрия, магния, кремния, кальция, железа, а также витаминов в незначительном количестве.

В результате проведенных исследований молоко и молочные продукты (сметана, творог, сливочное масло) из всех зон радиационного риска бывшего СИАП соответствуют требованиям ГОСТа, однако по органолептическим показателям имеются отклонения, некоторые пробы молока имели посторонний вкус и запах, а в пробах кумыса, отобранного из с. Саржал, наблюдалась повышенная кислотность.

Таким образом, приведенные результаты исследований мяса и молочных продуктов составляют научную основу ветеринарно-санитарной экспертизы и оценки продуктов животноводства в условиях СИАП.

УДК 577.4:504.064:539.16

## **ПОЛИГОН АЗГИР: ОБЗОР МОНИТОРИНГОВ И ОЧИСТНЫХ РАБОТ В 1995–2011 ГГ. ПЕРСПЕКТИВЫ ПРЕОДОЛЕНИЯ ПОСЛЕДСТВИЙ ЯДЕРНЫХ ВРЫВОВ**

<sup>1</sup>Ахметов Е. З., <sup>1</sup>Адымов Ж. И., <sup>2</sup>Кадыржанов К. К.

*<sup>1</sup>Институт ядерной физики НЯЦ РК, Алматы, Казахстан*

*<sup>2</sup>Национальный ядерный центр (НЯЦ) РК, Курчатов, Казахстан*

Приведены природные, исторические и ретроспективные сведения о подземных ядерных взрывах (ПЯВ) на Азгирском полигоне и их последствиях. Институт ядерной физики (ИЯФ) в 1995–2011 гг. осуществил обследования радиоэкологического состояния полигона по Программе системного комплексного мониторинга Азгирского полигона и поселков (2001 г.) и по Положению о системе мониторинга Азгирского полигона (2006 г.).

Выполнена инвентаризация площадного загрязнения полигона, прилегающих территорий и пятен радиоактивного загрязнения грунта на приустьевых площадках, радиоактивно-загрязненного металлолома на площад-

ке A10. Концентрации  $^{90}\text{Sr}$ ,  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{239+240}\text{Pu}$  и  $^{241}\text{Am}$  в поверхностном почвенном слое и в поверхностных и грунтовых водах с территории полигона и в питьевых водах из колодцев населенных пунктов не превысили Уровня Вмешательства, в соответствии с НРБ-99. Во всех пробах питьевой воды содержание сухого остатка и в большинстве проб содержание  $\text{Fe}^{2+}$ ,  $\text{Cl}$ ,  $\text{Mg}$ ,  $\text{Mn}$ ,  $\text{Ba}$  и  $\text{Sr}$  превысили значения Нормативов качества питьевой воды (ПДК показателей), что подтверждает непригодность указанных поверхностных и колодезных вод для питья.

Ликвидированы загрязнения почвы на площадках и радиоактивно-загрязненный металлолом в соответствии с разработанными в ИЯФ Регламентами по ликвидации радиоактивных загрязнений на территории Азгирского полигона (2001 и 2007 гг.) Устранены провалы дневной поверхности вблизи площадок, как следствие процессов карстообразования из-за атмосферных осадков и паводковых вод и нарушений сплошности геологической среды, как отдаленных последствий ПЯВ. Рассмотрены вопросы пригодности в хозяйственном использовании земель полигона и отвод их пользователям после вынесения положительного заключения государственной экологической экспертизы о фактическом радиоэкологическом состоянии объектов окружающей среды в ареале Азгирского полигона.

В дальнейшем необходим комплексный мониторинг возможной миграции радионуклидов в геологической и окружающей средах с целью предупреждения отдаленных последствий ПЯВ, как конвергенция подземных полостей с выжиманием радиоактивного рассола на дневную поверхность, непредсказуемого выхода радионуклидов из полостей по трещинам в соляном массиве и осадочных породах, по стволам боевых скважин и затрубному пространству в водоносные горизонты и дневную поверхность. Состояние полостей в будущем – актуальная тема принятия превентивных мер по предотвращению аварийных ситуаций и мероприятий по преодолению последствий возможных потенциальных экологических катастроф. Также необходимы исследования по возможности использования полостей для удаления низко- и среднеактивных РАО и других токсичных отходов.

Основной негативный экологический фактор в пос. Азгире и других поселках – загрязнение питьевой воды из колодцев химическими элементами свыше ПДК показателей.

## **ИССЛЕДОВАНИЕ РАДИОЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ХРАНИЛИЩА ОТРАБОТАВШЕГО ТОПЛИВА РЕАКТОРА ИГР**

Гайдайчук В.А., Дерявко И.И., Мешин М.М., Чернядьев В.В.

*Институт атомной энергии НЯЦ РК, Курчатов, Казахстан*

Для получения общего представления о современном радиоэкологическом состоянии Семипалатинского испытательного полигона необходимы, прежде всего, планомерные и всесторонние исследования экологических ситуаций на таких его основных объектах, как «Балапан», «Опытное поле», «Дегелен», «Могильник». В то же время представление о состоянии СИП не будет полным без информации о радиоэкологическом состоянии расположенных на территории СИП двух комплексов исследовательских реакторов Института атомной энергии НЯЦ РК – «Байкал-1» и ИГР. Последнее обусловлено тем, что эти реакторные комплексы содержат много радиационно-опасных объектов: реакторы ИГР, ИВГ.1М и РА, хранилища источников ионизирующего излучения, хранилища радиоактивных отходов, хранилища ядерных материалов, хранилища свежего реакторного топлива, хранилища отработавшего реакторного топлива. В связи с отмеченным в настоящей работе рассмотрено радиоэкологическое состояние одного из таких объектов – хранилища отработавшего топлива реактора ИГР (в котором около 43 лет хранится уранграфитовое топливо активной зоны ИГР, поврежденной в одном из испытаний реактора на запредельных режимах).

Хранилище расположено на реакторном комплексе ИГР в помещении 25 одноэтажного здания 20, полностью обвалованного землей (см. рисунок 1). Помещение 25 имеет две загрузочные шахты, в которых размещаются полугерметичные контейнеры с топливными целыми и поврежденными блоками (в шахте №2) и полугерметичные контейнеры-бочки с крупными и мелкими фрагментами топливных блоков (в шахте №1), при этом верхний металлический перегрузочный люк шахты №1 находится на перекрытии здания 20, а верхний железобетонный перегрузочный люк шахты №2 – на уровне нулевой отметки здания.

В ходе выполненного в 2012 году исследования было зафиксировано вполне удовлетворительное радиоэкологическое состояние хранилища и прилегающей к нему территории. Измерениями потоков  $\beta$ -частиц в коридо-

рах здания 20, во всех его помещениях (кроме помещения 25) и за пределами здания 20 установлено отсутствие выноса радиоактивных продуктов за пределы хранилища. Установлено также отсутствие опасности переоблучения персонала, работающего в здании 20: мощность экспозиционной дозы как за пределами здания, так и внутри него везде, вплоть до тамбура перед помещением 25, не превышала 0,2 мкЗв/ч (при этом МЭД на поверхности перегрузочного люка шахты №2 достигала 10,4 мкЗв/ч).



Рисунок 1 – Внешний вид здания 20 со стороны запасного выхода

УДК 621.039.9

## **К ОЦЕНКЕ ДИНАМИКИ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ТЕПЛА ОТ ПОДЗЕМНЫХ ЯДЕРНЫХ ВЗРЫВОВ**

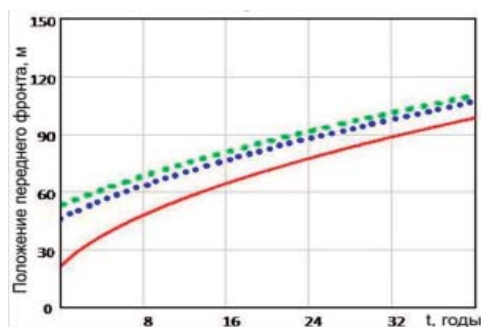
**Мурзадилов Т.Д., Шайторов В.Н., Кушербаев Б.Ш.**

***Институт геофизических исследований НЯЦ РК, Курчатов, Казахстан***

Многолетние термометрические исследования на Семипалатинском испытательном полигоне показали, что над ядерными полостями регистрируются аномальные вариации температуры. Было предположено, что часть наблюдаемых аномалий, возможно, коррелирована не только с местоположениями ядерных полостей, но и с энергетическими характеристиками взорванных зарядов. На основании этого была выдвинута гипотеза о техногенном генезисе аномалий. При этом оставался неясным вопрос о механизме их

образования. В связи с этим, теоретическим расчётом были рассмотрены два сценария распространения тепла из очага подземного ядерного взрыва: механизм обычной теплопроводности в сплошной среде и механизм тепломассопереноса по каналам гидродинамической проницаемости.

В результате проведенных исследований установлено, что фронт тепловой волны (возмущения естественного фона) от ПЯВ, образованный механизмом сплошной теплопроводности, по прошествии многих лет, не имеет выхода на дневную поверхность и не может быть инструментально зарегистрирован на поверхности, если глубина закладки зарядов (0-200 кт) более 200 м. На рисунке 1 показана динамика распространения такого фронта тепловой волны при взрывах различной энергии.



*Цвет графика: зелёный - заряд 150 кт, синий – 100 кт, красный – 10 кт*

Рисунок 1. Изменение положения переднего фронта тепловой волны (отсчитываемого от гипоцентра взрыва в метрах) в зависимости от времени (в годах) и энергии взрыва (в кт тротилового эквивалента)

Установлено также, что «пятнистая» структура теплового поля, наблюдаемого на дневной поверхности в окрестности эпицентра подземного ядерного взрыва, связана с естественным, и, возможно, техногенным тепломассопереносом. Расчёты таких пятнистых структур проведены с использованием методологии статистической физики, которая позволила получить необходимые интегральные уравнения количественной связи данных поверхностного опробования с распределением температур в недрах геологической среды. Параметры, входящие в эти уравнения, определялись верификацией измерений температур на поверхности и полем распределения в одной из скважин. Пример реставрации объёмного поля температур (возмущений естественного поля) по данным поверхностной съемки приведён на рисунках 2 а, в.



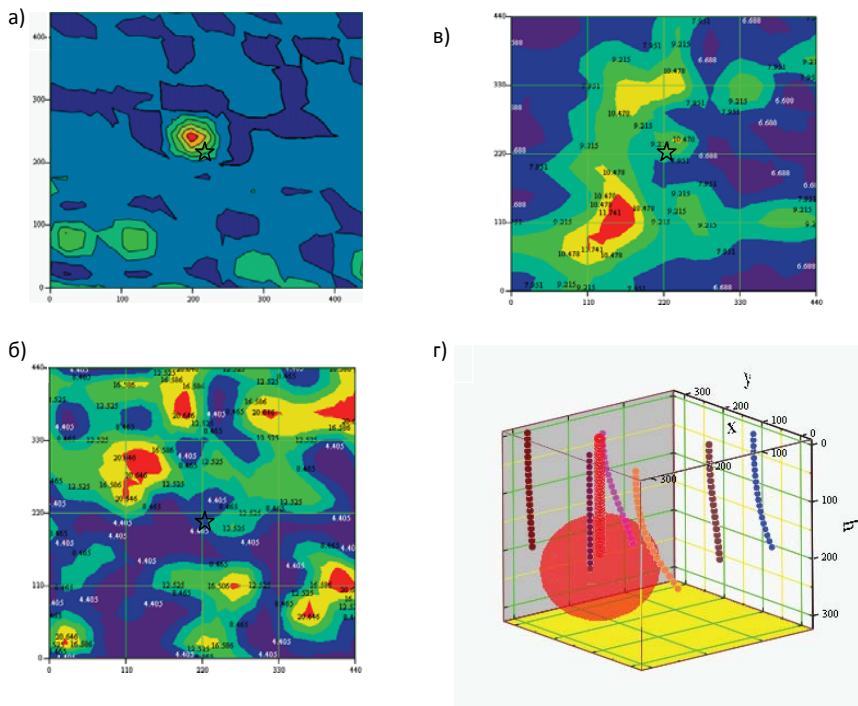


Рисунок 2. Участок Сарыузень. Приустьевая площадка скважины 104: а – значимое поверхностное поле возмущения естественного фона температур, б, в – реставрированное расчётом поле температур на глубинах 50 и 100 метров, г – расчётные каналы тепло масс переноса

По расчётным данным объёмного температурного возмущения естественного фона были вычислены наиболее вероятные каналы повышенного теплопереноса (конфигурации каналов в пространстве). Количественной основой расчёта послужили канонические уравнения Гамильтона, которые, в данном случае, физически интерпретировались как уравнения путей движения газо-флюидных фаз вещества, осуществляющих перенос тепловой энергии. Наиболее вероятные расчётные пространственные конфигурации каналов теплопереноса, в окрестности боевой скважины №104 показаны на рисунке 2 г. Там же показана сферическая граница фронта тепловой волны, образованной механизмом сплошной теплопроводности. Из рисунка 2 видно, что не все каналы проницаемости ассоциированы с областью теплового воздействия ядерного взрыва. Отсюда можно сделать вывод, что

поверхностная неоднородность теплового поля над ядерной полостью не обязательно является следствием подземного взрыва, и, следовательно, не является однозначным поисковым критерием их поисков.

УДК 577.4: 621.039.9:550.3

## **ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ОЧАГОВЫХ ЗОН НЕКОТОРЫХ ПОДЗЕМНЫХ ЯДЕРНЫХ ВЗРЫВОВ НА СЕМИПАЛАТИНСКОМ ИСПЫТАТЕЛЬНОМ ПОЛИГОНЕ**

**Шайторов В. Н.,** Беляшов А.В., Ефремов М.В., Жолдыбаев А. К.,  
Кушербаева Н.Н.

***Институт геофизических исследований НЯЦ РК, Курчатов, Казахстан***

В докладе приведены методические основы и результаты составления геоэкологических моделей очаговых зон ПЯВ по геолого-геофизическим и атмогеохимическим данным на участках Балапан и Сары-Узень. Геоэкологические модели, отражающие глубинное строение очаговых зон и протекающих поствзрывных процессов, рассматриваются в качестве основы для оценки состояния и мониторинга геоэкологического состояния очаговых зон.

В методическом плане геоэкологическое моделирование включало решение следующих задач:

- получение данных о проявленности в геофизических и атмогеохимических полях природных и техногенных проницаемых трещинных структур на глубинах проведения ПЯВ и в покровных образованиях;
- построение геолого-геофизических разрезов, характеризующих размеры, пространственное положение очаговой зоны и сопряженных с нею трещинных структур, оказывающих определяющее влияние на интенсификацию неблагоприятных геологических и экологически опасных техногенных процессов;
- геоэкологическую интерпретацию данных и представление модели в виде вертикальных разрезов по параметру интегрального показателя напряженности (ПН), отражающему природно-техногенную нарушенность и проницаемость геологической среды;
- ранжирование частей модели по значениям ПН и выделение областей с повышенной вероятностью геоэкологических рисков.

Приведены примеры геоэкологического моделирования очаговых зон, расположенных в различных физико-геологических условиях с использованием сейсмических, электроразведочных, термометрических и атмогеохимических данных. Основу для характеристики глубинных ослабленных структур составили сейсмические данные (скорость распространения упругих волн, рассеивающие и обменнообразующие свойства горных пород). Источником данных о проницаемости трещинных структур стали результаты атмогеохимических и термометрических съемок

Разработанные комплексные геоэкологические модели могут считаться исходными моделями для последующего геоэкологического контроля на основе периодических наблюдений с использованием системы постоянно действующих пунктов.

Применённый комплекс методов даёт возможность проведения мониторинга по показателям основных геоэкологических рисков, связанных с поствзрывными деструктивными процессами и газовыделением, проявленных в геофизических и атмогеохимических полях.

УДК 504.4.054:539.16

## **РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ПОДГОТОВКИ ПРОБ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ НИЗКИХ КОНЦЕНТРАЦИЙ РАДИОНУКЛИДОВ $^{241}\text{Am}$ И $^{152}\text{Eu}$ В ВОДЕ**

**Айдарханова А.К., Лукашенко С.Н., Генова С.В.**

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

Целью настоящей работы является разработка методики подготовки проб воды методом концентрирования для определения низких концентраций изотопов  $^{241}\text{Am}$  и  $^{152}\text{Eu}$ .

Основные задачи исследований состояли в подборе оптимального состава солей-соосадителей и условий протекания процесса. Были проведены исследования с использованием модельных растворов с известными активностями  $^{241}\text{Am}$  и  $^{152}\text{Eu}$ . В качестве солей-соосадителей были выбраны соединения, образующие нерастворимые и малорастворимые соли. В ходе эксперимента рассмотрена эффективность применения этих соединений в каче-

стве соосадителей  $^{241}\text{Am}$  и  $^{152}\text{Eu}$ . Соосаждение  $^{241}\text{Am}$  и  $^{152}\text{Eu}$  наиболее полно происходит с гидроксидом железа (III), который получали путём взаимодействия хлорида железа (III) и гидроксида натрия.

В качестве основных условий проведения процессов были рассмотрены: количество используемого соосадителя, pH раствора, время, необходимое для наиболее полного осаждения, влияние химического состава исследуемой воды.

В результате проведенных опытов на модельных системах были найдены оптимальные условия, а также соотношения исходных веществ, применение которых приводит к наиболее эффективному осаждению  $^{241}\text{Am}$  и  $^{152}\text{Eu}$  из растворов с низкими содержаниями этих радионуклидов. Оптимальными условиями для соосаждения являются внесение 0,28 г  $\text{Fe}^{3+}$  на 1 л раствора, pH среды = 9, время, необходимое для полного соосаждения, соответствует 8 ч.

Эффективность данной методики была подтверждена на ряде модельных растворов объемом 100 литров с известной активностью исследуемых радионуклидов.

Методика была применена на ряде проб объемом 100 л, отобранных из различных водоисточников Семипалатинского испытательного полигона (шт. 177 пл. «Дегелен», р. Шаган). Результаты, полученные при концентрировании проб методом соосаждения, были подтверждены данными, полученными при концентрировании проб методом выпаривания.

Таким образом, разработана методика подготовки проб для определения низких концентраций радионуклидов  $^{241}\text{Am}$  и  $^{152}\text{Eu}$  в воде, подтверждена ее эффективность, и данную методику можно использовать для подготовки проб при изучении радиоактивного загрязнения природных вод.

## **ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ РАДИОАКТИВНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ТЕРРИТОРИИ МЕСТОРОЖДЕНИЯ ПОВАРЕННОЙ СОЛИ ЖАКСЫТУЗ**

**Айдарханов А.О., Лукашенко С.Н., Ляхова О.Н.**

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

Целью настоящей работы являлось исследование современной радиационной обстановки на месторождении, а также установление факторов, определяющих характер радионуклидного загрязнения территории.

Месторождение поваренной соли озеро «Жаксытуз» расположено в 60 км к юго-западу от г. Курчатова, в Майском районе Павлодарской области. Озеро бессточное, без постоянных водопритоков, в плане имеет изометрично-овальную форму, несколько вытянутую в меридиональном направлении, размером 2,3х3 км. Берега озера пологие, высотой до 2-3 м, переходящие в солончаковую полосу шириной 40-50 м. Образование соляного пласта зависит от наличия поверхностного насыщенного солевого раствора (рапы) и его испарения.

Специфической особенностью месторождения является его территориальное расположение. Оно находится в пределах бывшего СИП в непосредственной близости от границы испытательной площадки «Опытное поле».

Исследование соляного пласта месторождения показало наличие таких техногенных радионуклидов, как  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{241}\text{Am}$ . Ввиду того, что с момента проведения последнего испытания прошло уже порядка 50-ти лет, а процесс образования соли является постоянным, добываемый поверхностный слой соли не содержит техногенных радионуклидов. Основная часть радионуклидного загрязнения приходится на средний слой соляного пласта, что говорит о естественном горизонтальном перераспределении техногенных радионуклидов в почве. То, что содержание радионуклидов  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{241}\text{Am}$  в слое донных отложений меньше, чем в слоях старосадки и каратуза, может говорить лишь о том, что процесс заглубления радионуклидов в почву к настоящему моменту времени еще не закончен.

Выявлено, что радиоактивное загрязнение продукции месторождения обусловлено присутствием загрязненных техногенными радионуклидами частиц грунта в соляном пласте.

УДК 577.391:637.14:504.4.054:539.16

## **ПАРАМЕТРЫ ПЕРЕХОДА $^{90}\text{Sr}$ С ВОДОЙ И СЕНОМ В МОЛОКО КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА ПРИ ОДНОКРАТНОМ И ДЛИТЕЛЬНОМ ПОСТУПЛЕНИИ РАДИОНУКЛИДА В УСЛОВИЯХ ОЭП «ДЕГЕЛЕН»**

**Байгазинов Ж.А., Паницкий А.В., Лукашенко С.Н., Каратаев С.С.**

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

До настоящего времени изучению перехода  $^{90}\text{Sr}$  в коровье молоко посвящено достаточно большое количество работ. Однако известно, что даже у животных одного и того же вида секреция радионуклидов с молоком может варьировать в широких пределах. Это непостоянство секреции радионуклида в молоко может быть обусловлено формой вводимого соединения, в состав которого входит нуклид, длительностью опыта, периодом лактации, содержанием стабильного носителя в рационе, продуктивностью и возрастом животного и другими факторами.

В работе представлены результаты натурных исследований параметров перехода  $^{90}\text{Sr}$  в коровье молоко при однократном и длительном поступлении радионуклида в организм крупного рогатого скота с водой и луговой растительностью. Исследование проведено на площадке «Дегелен» бывшего Семипалатинского испытательного полигона. Объектом исследования являлась одна местная помесная корова 9-летнего возраста живым весом 350 кг, среднесуточным удоем 6-8 кг.

На всем протяжении исследования применяли привязное (стойловое) содержание скота, для чего на месте проведения эксперимента был установлен загон, с выгульной площадкой. Кормление и доение и проводили утром и вечером, в отдельных случаях доение проводилось через каждые 4 и 6 ча-

сов без подкормки. Рацион животного состоял из луговой растительности и концентрированного корма. Основными источниками поступления  $^{90}\text{Sr}$  в организм животного выбраны шtolьневая вода и луговая растительность радиоактивно-загрязненной экосистемы.

Исследование было разбито на 6 этапов: переход  $^{90}\text{Sr}$  в коровье молоко после однократного поступления  $^{90}\text{Sr}$  с питьевой водой (1 этап); переход  $^{90}\text{Sr}$  в коровье молоко после однократного поступления с луговой травой (2 этап); переход  $^{90}\text{Sr}$  в коровье молоко при длительном поступлении  $^{90}\text{Sr}$  с питьевой водой (3 этап); выведение  $^{90}\text{Sr}$  с молоком после длительного поступления  $^{90}\text{Sr}$  с питьевой водой (4 этап); переход  $^{90}\text{Sr}$  в коровье молоко при длительном поступлении  $^{90}\text{Sr}$  с луговой травой (5 этап); выведение радионуклида с молоком после длительного поступления  $^{90}\text{Sr}$  с луговой травой (6 этап).

Установлено, что после однократного поступления  $^{90}\text{Sr}$  с водой в организм КРС основное количество  $^{90}\text{Sr}$  наблюдается в молоке в период с 12 до 22 ч, с сеном – в период с 18 до 60 ч. При этом максимальные коэффициенты перехода в звене «вода-молоко» и «растительность-молоко» составили  $2,3 \cdot 10^{-3}$  и  $1,5 \cdot 10^{-4}$ . Коэффициенты перехода  $^{90}\text{Sr}$  в коровье молоко при длительном поступлении с водой и растительностью составило  $2,6 \cdot 10^{-4}$  и  $1,5 \cdot 10^{-4}$  соответственно. Через 24 часа, после длительного поения КРС «грязной» водой, активность  $^{90}\text{Sr}$  в молоке снизилась в 5 раз, после длительного кормления «грязной» растительностью активность  $^{90}\text{Sr}$  в молоке снизилась в 2 раз. Через 20 суток после прекращения кормления загрязненной травой с молоком выводится 0,0013 % от суточного поступления  $^{90}\text{Sr}$  с кормом на 1 л молока.

С помощью количественных характеристик, полученных в эксперименте, можно прогнозировать концентрации  $^{90}\text{Sr}$  в коровьем молоке при условиях содержания животных на радиоактивно-загрязненных территориях. Данные позволят рекомендовать хозяйствующим субъектам меры и сроки снижения активностей  $^{90}\text{Sr}$  в продукции до безопасных уровней.

## **СОЗДАНИЕ ПОДЛЯ ОБРАБОТКИ БОЛЬШИХ МАССИВОВ ИНФОРМАЦИИ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ГАММА- СПЕКТРОМЕТРИЧЕСКОЙ СЪЕМКИ**

**Божко В.В., Дорожкин И.П., Осинцев А.Ю.**

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

В результате проведения пешеходной гамма-спектрометрической съемки обширных территорий скапливается большое количество информации в виде гамма-спектров, которое при обследовании 1 км<sup>2</sup> достигает порядка 10 000 спектров, обработка такого количества информации при использовании стандартного программного обеспечения не позволяет произвести анализ полученных данных в приемлемые сроки. Исходя из этого, для ускорения расчетов, было принято решение о создании собственного программного инструмента пакетной обработки гамма-спектров – «Spectrool».

Главные задачи «Spectrool» состоят в максимально возможном упрощении и ускорении процесса обработки массива информации по результатам гамма-спектрометрической съемки, а именно проведение анализа большого количества гамма-спектров без постоянного контроля оператора, за короткий промежуток времени. Данная программа позволяет обработать 10 000 спектров примерно за 4-5 часов.

Процесс работы состоит из двух основных этапов. На первом этапе «Spectrool» считывает из закодированных файлов гамма-спектров нужную информацию (данные спектра, время набора и географические координаты), сохраняя ее в промежуточном файле в виде «таблиц». На втором этапе программа уже работает с полученными данными. Производится поиск пиков полного поглощения в интересующих областях (зонах интереса), первоначально заданных оператором, в отличие от большинства спектрометрических программ, пик ищется по упрощенному алгоритму (поиск максимума в заданной области). Далее производится вычисление чистой площади пика, учет фона, расчет активности. После завершения анализа всех выбранных спектров окончательные данные сохраняются в один общий отчет, позволя-



ющий оценить результаты гамма-спектрометрической съемки обследуемой территории.

На данный момент программное обеспечение «Spectrool» применяется при обследовании территории СИП.

УДК 551.49:504.4.054:539.16

## **ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ ИЗОТОПНОЙ ГИДРОГЕОЛОГИИ ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ПОДЗЕМНЫХ И ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД.**

**Актаев М.Р., Айдарханов А.О., Лукашенко С.Н.**

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

В настоящее время на территории СИП имеется ряд радиационно-опасных объектов, таких как водоток из штольни №177, расположенный на пл. «Дегелен» и загрязненный участок р. Шаган пл. «Балапан». Многолетними наблюдениями установлено, что с данных объектов происходит вынос техногенных радионуклидов, за пределы испытательных площадок путем миграции с поверхностными и подземными водами.

С целью изучения условий миграции техногенных радионуклидов в подземных и поверхностных водотоках, в естественной среде были применены методы изотопной гидрогеологии.

Для достижения поставленной цели, были решены следующие задачи:

- определены гидрогеологические характеристики на участке р. Шаган.
- определены гидрогеологические характеристики на участке штольни №177.

Решением поставленных задач выполнялось проведение мизотопных экспериментов в поверхностных и подземных водотоках. Эксперименты заключались в запуске определенного количества индикатора  $^{131}\text{I}$  в подземные и поверхностные воды исследуемых объектов, после чего исследовалась динамика распределения индикатора.

Определение удельной активности индикатора  $^{131}\text{I}$  в отобранных пробах воды проводилось в лабораторных условиях методом гамма-спектрометрических измерений. Результаты, полученные в полевых и лабо-

раторных условиях, являлись основой для расчета гидрогеологических параметров.

В результате были определены основные гидрогеологические параметры, влияющие на миграцию техногенных радионуклидов с поверхностными и подземными водами.

На исследуемом участке р. Шаган длиной 60 м, расположенном в 4,9 км от «Атомного озера», были определены величины подтока и оттока подземных вод. При дебите 360 л/мин потеря воды из русла составила 127 л/мин, поступление воды в русло – 163 л/мин. Установлено, что подземные воды движутся в восточном направлении, скорость движения подземных вод составила 0,8 м/ч, скорость фильтрации грунтов – 0,24 м/ч, коэффициент фильтрации – 2880 м/сут.

На участке штольни №177 были определены скорость и направление потока подземных вод, рассчитана водопроницаемость грунтов для данного участка. Направление движения подземных вод – северо-восточное, скорость движения подземных вод составляет 5,4 м/ч, скорость фильтрации грунтов – 1,6 м/ч, коэффициент фильтрации – 972 м/сут.

Результаты данной работы показали возможность применения методов изотопной гидрогеологии в условиях СИП для определения основных параметров, влияющих на процессы миграции техногенных радионуклидов с подземными и поверхностными водами.

УДК 504.4.054: 546.11.02.3

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ОСОБЕННОСТЕЙ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ВОД РЕКИ ШАГАН РАДИОАКТИВНЫМИ ПРОДУКТАМИ ПЯВ**

**Есимбеков А.Ж., Айдарханов А.О., Лукашенко С.Н.**

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

Интерес к изучению грунтовых вод вызван результатами исследований русловых вод р. Шаган, проводимых с 2006 г. По результатам исследований в промежутке реки между 4 и 5 км от «Атомного озера» регистрировались повышенные значения трития в русловых водах (до 300 кБк/кг). Выявлен мак-

симум удельной активности трития в пробах русловых вод, на удалении 4,4 км от «Атомного озера», который составил 680 кБк/кг.

В 2009 г. по двум берегам р. Шаган были произведены геофизические исследования и бурение скважин. По результатам геофизических исследований методом зондирования становлением поля в ближней зоне (ЗСБ), проведенным вдоль участка русла р. Шаган, были выявлены тектонические нарушения, пересекающие русло р. Шаган, а анализ проб воды из пробуренных скважин показал увеличение содержания трития в зоне тектонических нарушений. Исходя из полученных данных, появилось предположение о том, что наиболее вероятным каналом поступления трития в русловые воды р. Шаган являются тектонические структуры, развитые на изучаемом участке.

С целью подтверждения этого предположения и выявления каналов поступления трития в русловые воды было проведено изучение грунтовых вод. Для этого были пробурены скважины вдоль участка р. Шаган протяженностью 15 км от «Атомного озера». Бурение проводилось по исследовательскому профилю на левом берегу, так как подземные ядерные взрывы проводились на левобережной части р. Шаган, и, следовательно, канал поступления трития предположительно находится на левом берегу. Шаг бурения составил 200 м в пойменной части реки.

По результатам радионуклидного анализа грунтовых вод выявлен участок протяженностью 3 км (4700-7700 м) в пределах которого активность трития резко увеличивается с ~1800 до ~44000 Бк/кг. В пределах этого же интервала минеральный состав грунтовых вод характеризуется низкой минерализацией (~7500 мг/л), по сравнению с грунтовыми водами, за пределами которого минерализация составляет приблизительно ~22000 мг/л. При сравнении удельной активности трития в грунтовых и русловых водах установлено, что максимум активности трития локализован в пределах общей зоны.

Сравнительный анализ данных геофизического исследования участка реки Шаган и полученных данных о содержании трития в грунтовых и русловых водах отчасти подтвердил предположение о поступлении трития в русловые воды по тектоническим разломам.

## **К ВОПРОСУ О СОДЕРЖАНИИ ИСКУССТВЕННЫХ РАДИОНУКЛИДОВ В ОРГАНИЗМЕ НАСЕЛЕНИЯ, ПРОЖИВАЮЩЕГО В ЗОНЕ ПОТЕНЦИАЛЬНОГО ВЛИЯНИЯ СИП**

**Жадыранова А.А., Лукашенко С.Н., Коровина О.Ю., Каширский В.В.,  
Шатров А.Н., Жиенбекова А.Е.**

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

Для оценки воздействия СИП на здоровье населения, проживающего в регионах, прилегающих к территории полигона, проведено обследование жителей с использованием прямых и косвенных методов определения радионуклидов в теле человека. В качестве объекта исследования взяты жители г. Семей, с. Саржал, с. Семеновка Восточно-Казахстанской области и с. Майское Павлодарской области.

Цель исследования – оценка концентрации инкорпорированного радионуклида  $^{137}\text{Cs}$  в организме населения, находящегося в зоне потенциального влияния СИП, с использованием прямых и косвенных методов определения радионуклидов в теле человека.

На данный момент с применением прямых (СИЧ) и косвенных (моча) методов исследования радионуклидов в теле человека проведены измерения активности  $^{137}\text{Cs}$  в организме 159 обследуемых лиц.

Прямое гамма-спектрометрическое исследование на комплексе СИЧ выявило содержание радионуклида  $^{137}\text{Cs}$  в организме одного из жителей населенного пункта с. Саржал. Активность радионуклида  $^{137}\text{Cs}$  в организме составила  $14 \pm 7$  Бк. Результаты измерения остальных лиц находятся ниже предела обнаружения, который составляет 10 Бк.

По результатам измерений активности  $^{137}\text{Cs}$  в моче значимые значения обнаружены у 21 обследованного человека (из них 4 человека г. Семей, 4 – с. Майское, 13 – с. Саржал). Диапазон  $^{137}\text{Cs}$  составил от 0,01 до 0,24 Бк/сутки. Содержание  $^{137}\text{Cs}$  в моче остальных жителей указанных населенных пунктов лежит ниже предела обнаружения, при этом предел обнаружения составил 0,004 Бк/сутки.

Однако результаты измерения на СИЧ не согласуются с результатами измерения биосубстратов. Во всех случаях результаты измерения на СИЧ лиц,

биосубстраты которых показали активность по  $^{137}\text{Cs}$ , оказались ниже предела обнаружения. И, наоборот, у жителей, в моче которых был обнаружен  $^{137}\text{Cs}$ , при измерении на СИЧ содержание радионуклида  $^{137}\text{Cs}$  не выявлено.

Одной из причин того, что результаты прямых и косвенных измерений не согласуются между собой, может являться поверхностное загрязнение обследуемого, что может привести к завышению результата измерения на СИЧ, и собственный фон СИЧ, который препятствует формированию пика полного поглощения при малых активностях.

По результатам исследования продуктов местного потребления перечисленных населенных пунктов содержание в них радионуклида  $^{137}\text{Cs}$  не было обнаружено. Откуда можно сделать вывод не о хроническом, а об однократном поступлении радионуклида  $^{137}\text{Cs}$  в организм обследованных людей. Для подтверждения данного вывода необходимо обследовать не только жителей и пищу местного производства, но и привозные продукты, весь пищевой рацион. Необходимо проводить периодические измерения прямым и косвенным методами обследуемых, у которых были зафиксированы значимые величины.

Таким образом, предложен комплексный подход к оценке достоверности получаемых результатов – действия при обнаружении значимых количеств радионуклида в теле человека с целью подтверждения полученных данных, а также метод определения типа поступления радионуклидов в организм – хронический или однократный.

УДК 577.4: 551.49:504.4.054:539.16

## **ПРИМЕНЕНИЕ ДАННЫХ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ РАДИОЭКОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ ПОДЗЕМНЫХ ВОД НА ПЛОЩАДКЕ «ДЕГЕЛЕН»**

**Новикова Е.А., Субботин С.Б.**

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

На площадке «Дегелен» в период с 1961 по 1989 гг. проводились подземные ядерные взрывы (ПЯВ) мощностью до 20 кт в штольнях. Проведение ПЯВ привело к деформации массива горных пород с образованием тре-

щин и провальных воронок. В результате чего значительно увеличилась проницаемость горных пород, что привело к постепенному переводу части поверхностного водотока в подземный. Геологическое строение и гидрогеологические условия горного массива Дегелен определили механизм радиоактивного загрязнения подземных вод. Основным радиоактивным загрязнителем подземных вод как на площадке «Дегелен», так и за ее границами, является тритий.

В настоящее время вопрос о распространении потоков подземных вод за пределы испытательной площадки остается недостаточно изученным. Ранее проведенные исследования показали, что пути миграции подземных вод расходятся в различных направлениях по основным долинам горного массива. Детальное изучение характера перемещения водных потоков связано с применением достаточно дорогостоящих работ, таких как геофизические исследования и бурение гидрогеологических скважин.

В основе данной работы стоит выявление путей миграции подземных вод по данным дистанционного зондирования (ДДЗ). Предварительная обработка ДДЗ проводилась с использованием программного обеспечения ErdasImagine. В работе по обработке использовались дневные снимки спутников Landsat и ALOS.

В результате синтеза спектральных каналов космических снимков подобрана наиболее оптимальная комбинация для выделения обводненных зон. Методология работ по выявлению локаций грунтовых вод заключалась в дешифрировании космоснимков с использованием индикационных связей между скрытыми компонентами ландшафта. В качестве таких компонентов выступают отрицательные формы рельефа, зоны тектонических разломов, состав и состояние почв и растительного покрова.

Для визуализации на космоснимках видов растительности, распространенных на площадке «Дегелен», проведена классификация «с обучением». В ходе проведения работ по наличию определенных видов растительности на схемах выделены места выходов ручьев за границы площадки. Получены схемы участков изображения на снимке с признаками увлажнения и засоления почв.

Результаты работ показали возможность успешного применения ДДЗ при проведении радиоэкологических исследований подземных вод, распространенных в пределах горного массива Дегелен.

## **ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ЗАГРЯЗНЕННОСТИ ВОЗДУШНОГО БАССЕЙНА НА ИСПЫТАТЕЛЬНОЙ ПЛОЩАДКЕ «ОПЫТНОЕ ПОЛЕ» ПРИ ПРОВЕДЕНИИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ РАБОТ**

**Турченко Д.В., Лукашенко С.Н., Айдарханов А.О., Ляхова О.Н.**

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

При проведении сельскохозяйственных работ на территории, загрязненной трансурановыми радионуклидами, концентрации которых в почвенном покрове могут достигать уровней  $10^5$  Бк/кг, необходимым становится проведение оценки загрязненности воздушного бассейна при различных производственных и климатических условиях. Загрязнение воздушной среды, как правило, происходит вследствие естественного и техногенного подъема пылевидных фракций почвенного покрова в атмосферную среду. В зависимости от средней величины скорости ветра (от 3 до 12 м/с), в ветровой дефляции участвуют пылевидные фракции с размерами от 1 до 100 мкм. Техногенный подъем пыли происходит при перемещении персонала, животных и техники по территории и проведении различных сельскохозяйственных работ в производственной зоне.

Оценка загрязненности воздушной среды проводилась на опытно-экспериментальном участке площадки «Опытное поле». В жилой и производственной зоне организованы посты мониторинга воздуха пробоотборными устройствами с фильтрующим элементом (фильтр). Контроль воздушной среды в зоне дыхания осуществлялся посредством измерения респираторов, используемых персоналом при проведении сельскохозяйственных работ.

Фильтры исследовались на содержание естественных  $^{40}\text{K}$ ,  $^{228}\text{Ac}$ ,  $^{214}\text{Bi}$  и техногенных  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{241}\text{Am}$  гамма-излучающих радионуклидов гамма-спектрометрическим методом, в дальнейшем проводился радиохимический анализ на содержание  $^{239+240}\text{Pu}$  и  $^{90}\text{Sr}$ .

Результаты проведенных работ показали, что в воздушной среде фермерского хозяйства не обнаружено естественных и техногенных гамма-излучающих радионуклидов. Предел обнаружения составил: для техногенных радионуклидов от  $10^{-5}$  до  $10^{-3}$  Бк/м<sup>3</sup>, а для естественных от  $10^{-3}$  до  $10^{-1}$  Бк/м<sup>3</sup>.

По результатам радиохимического анализа, в воздушной среде также не обнаружено радионуклида  $^{90}\text{Sr}$ , предел обнаружения составил  $10^{-3}$ – $10^{-6}$  Бк/м<sup>3</sup>. Концентрация  $^{239+240}\text{Pu}$  в воздушных фильтрах, отобранных в процессе боронования почвы, составила  $1,6 \cdot 10^{-2}$  и  $3 \cdot 10^{-2}$  Бк/м<sup>3</sup>, что достигает уровня предельно допустимой концентраций (ПДК) по радионуклиду  $^{239+240}\text{Pu}$  ( $3,2 \cdot 10^{-2}$  Бк/м<sup>3</sup>).

Проведенные исследования показали, что сельскохозяйственные работы, проводимые на загрязненной территории, не связанные с техногенным воздействием на почвенных покров, не оказывают негативного влияния на воздушную среду, при этом концентрации радионуклидов в воздухе не превышают предел обнаружения и не достигают ПДК. При техногенном воздействии на почвенный покров (боронование почвы) концентрация трансурановых радионуклидов в воздушной среде достигает уровень ПДК.





**РАЗДЕЛ 2 «АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ  
ОБЕСПЕЧЕНИЯ РАДИАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ В  
ПРОМЫШЛЕННОСТИ И МЕДИЦИНЕ И ПРОБЛЕМЫ  
РАДИОБИОЛОГИИ»**

**УСТНЫЕ ДОКЛАДЫ**

## NETWORKING GLOBALHIBAKUSHA: CONNECTING RADIATION AFFECTED COMMUNITIES CROSS-GENERATIONALLY THROUGH NEW SOCIAL MEDIA

<sup>1</sup>Dr. Mick Broderick, <sup>2</sup>Dr. Robert Jacobs

<sup>1</sup>*Murdoch University, Murdoch, Australia*

<sup>2</sup>*Hiroshima City University, Hiroshima, Japan*

From the hundreds of thousands killed and injured by the atom bombings of Hiroshima and Nagasaki to the down-wind populations in Kazakhstan and Russia affected by Soviet era nuclear tests and the populations directly exposed to US, British, French and Chinese atmospheric detonations—millions world-wide still live with the effects of cold war nuclear testing. A three-year Japanese government funded project, *Global Hibakusha*, seeks to link ‘hibakusha’ (bomb affected) communities around the globe. Due to their common experience of exposure to ionizing radiation, hibakusha are frequently regarded as social outcasts; their land is often dispossessed and made inaccessible; communities are forcibly relocated and their contaminated land not remediated; and governments around the world continue to deny responsibility or compensate victims. Military and civilian personnel from other former Soviet Union territories were similarly exposed. By recording and promoting the history and impact of global hibakusha experiences over decades in Kazakhstan and Russia, and the actions that these communities have taken in seeking government accountability and justice, this project seeks to link these communities with others internationally across cultures, geography and time. This paper will detail the *Global Hibakusha* field trips and developing community engagement. We will describe our efforts to share this unique nuclear legacy, by facilitating the recording of local histories and linking these groups, some entering their third generation, via online digital technologies and social networking.

## **BIOLOGICAL EVALUATION OF RADIOECOLOGICAL STATE OF DANGEROUS SUBJECTS OF OIL EXTRACTION ZONE IN KAZAKHSTAN**

**<sup>1</sup>Bigalyev A.B., <sup>2</sup>Zhanburshin E.T., <sup>3</sup>Bigalyeva R.K., <sup>3</sup>Sinturina A.**

**<sup>1</sup>*Al-Faraby Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan***

**<sup>2</sup>*Department of regulation of natural resources, Aktau, Kazakhstan***

**<sup>3</sup>*Kazakh-Russian Medical University, Almaty, Kazakhstan***

The Caspian region is relatively rich in the vegetable and animal kingdoms in spite of several condition of climate. For example, flora of Mangystau region concerns to typical deserted flora and counts 622 species. A typical plant of the North Caspian seaboard is a rush, it is well adapted to herd-overtaken phenomena and seasonal vacillation of sea-level. It rose as North rush (*Phragmites australis*) and with other aquatic plants presents the place for attachment of spawn and fattening young fish, also it is birdseed for swimming bird and some other kinds of birds. A significant part of mineral raw material resources of Kazakhstan placed in the depth of the Caspian region, where more than 90 % extracting of oil and natural gas, 100 % balance store rare ground, 3,2 % uranium ore 0,3 %, 90,5 % sawn store concentrated. At last years, it takes intensive works by extraction of carbon raw materials in Kazakhstan's sector of the Caspian sea. Preliminary estimation show that content of oil and gas exceed combined store of carbon raw materials and uranium of Kazakhstan on dry land. As you know, there are numerous quantity of passing oil gas give out at extraction with oil and uranium products also, which burns down in torch. The principal causes are absence of necessary gas gathering nets, gas – holding, radioactive wastes poligon over working branches.

The last years the actual problems become radiation pollution of oil industry companies. Stratum water of oil mining places includes increasing of radionuclide's contents, on the whole Ra-226. Lines of Mangystau oil-gas industries keep of uranium minerals and at extraction happens pollution with natural uranium products as thorium and radium, equipping and pipes which connects with long influence of oil – water on it.

What needs to undertake to evaluation of effect of oil - gas extracting of Caspian sea on harmony human being and nature:

- Accept the treatment to heads of states and the government of the Caspian Sea pool about strengthening flora and fauna of the Caspian pool in particular of Caspian sea, which is unique natural phenomenon of our planet.
- Technical regiments of the observation network systems of the collection, processing and keeping of observation date.
- Participation in development of interstate system of complex monitoring of the Caspian Sea and participation in development and implementation of research works.
- To use the satellite information for an estimation of a pollution level of sea waters, on terrestrial and distribution of chemistry and radiation pollution zones by oil.
- All projects of intelligence and search, extraction and transportation, keeping and overwork of oil and gas on dry land and on sea must pass independent ecological professional findings. Professional findings must be financial independent from oil-gas companies.
- Unite the efforts of states and interested in organization for monitoring hold for condition of environment of the Caspian Sea and systematic publish these dates.
- Pay attention of oil world association on ecological problems of Caspian region, in particular the Caspian Sea.

УДК 615.849:504.75.05

## **АСПЕКТЫ ПО УЧЕТУ ДОЗОВЫХ НАГРУЗОК И ЗАЩИТЕ НАСЕЛЕНИЯ ОТ ПЕРЕОБЛУЧЕНИЯ**

**Заболотный А.В.**

***Степногорский городской филиал РГКП «АО ЦСЭЭ» КГСЭН МЗ РК,  
Степногорск, Казахстан***

Здоровье нации и каждого человека в отдельности является важнейшим фактором развития любого государства. Поэтому в любой стране мира, в том числе в Республике Казахстан, выделяются большие силы и средства для сохранения, и, что самое главное, повышения уровня здоровья населения, в

частности проведение ранней диагностики, лечение и профилактика ухудшения здоровья.

В настоящее время наиболее результативными методами ранней диагностики и дифференцирования заболеваний, например, таких как заболевания дыхательной системы, травмы и переломы, онкология, стоматология и т.д., являются методы с использованием аппаратов искусственно генерирующих ионизирующее излучение – это различные рентген и флюорографические аппараты, томографы и другие.

Население должно минимально, один раз в год, проходить медицинский осмотр с проведением флюорографического обследования.

Для персонала необходимо проведение ежеквартального индивидуального дозиметрического контроля с фиксацией в листе учета индивидуальных доз. Учитываются значения рабочей нагрузки и анодного напряжения для оценки дозы облучения пациентов. Дозы облучения пациента регистрируются в листе учета дозовых нагрузок на пациента при рентгенологических исследованиях, являющихся обязательным приложением к его амбулаторной карте, истории болезни, и в журнале учета ежедневных рентгенологических исследований. На всех этапах медицинского обслуживания необходимо учитывать результаты ранее проведенных рентгенологических исследований и дозы, полученные при этом в течение года [1].

Однако основная масса рентгеновских аппаратов и рентгеновских излучателей имеют большой срок эксплуатации – 15 и более лет. На данных аппаратах отсутствуют приборы регистрации нагрузки на пациента. Фактические уровни гамма-излучения превышают допустимые значения для персонала в 2-5 раз [2]. С таким сроком эксплуатации аппаратов невозможно установить минимально необходимую энергетическую нагрузку на пациента и правильно оценить фактическую дозу облучения.

Наряду с этим, из-за отсутствия взаимодействия между различными медицинскими организациями различных форм собственности и единой базы данных о всех процедурах, связанных с облучением населения, назначают и проводятся манипуляции без учета ранее полученных доз облучения.

Отсутствуют достоверные методы оценки ежедневной энергетической нагрузки от природного воздействия радиоактивных элементов и продуктов их распада, которым население подвергается ежедневно, и, как следствие, это приводит к возможности переоблучения.

### ***Литература:***

1. Постановление Правительства Республики Казахстан №308 от 11.03.2012 «Об утверждении Санитарных правил «Санитарно-эпидемиологические требования к радиационно-опасным объектам»
2. Отчеты Степногорского городского филиала РГКП «АО ЦСЭЭ» КГСЭН МЗ РК за 2009 – 2012 г.

УДК 616-036.1: 504.75.05: 628.5

## **РИСКИ ХРОНИЧЕСКИХ ЗАБОЛЕВАНИЙ ПЕРСОНАЛА УРАНОВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ**

**Казымбет П.К., Бекенова Ф.К.**

***АО «Медицинский университет Астана»,  
Институт радиобиологических исследований, Астана, Казахстан***

Целью исследования явилось изучение распространенности относительных грубых и стандартизованных рисков, основных хронических заболеваний внутренних органов у рабочих ураноперерабатывающей промышленности.

Было проведено изучение состояния здоровья у 912 рабочих гидрометаллургического завода (ГМЗ) Степногорского горно-химического комбината, являющегося крупнейшим в Казахстане ураноперерабатывающим предприятием.

Группу сравнения составили 788 работников Степногорского подшипникового завода (СПЗ), расположенного на расстоянии 10 км от ГМЗ.

По данным службы радиационной безопасности ГМЗ средняя индивидуальная доза облучения за 2010 год составила 7 мЗв/год.

Анализ показателей распространенности (Pr) хронических заболеваний внутренних органов (ХЗВО) среди рабочих ГМЗ выявил высокую Pr гиперплазии щитовидной железы (ГЩЖ) – 19 % и артериальной гипертензии (АГ) – 25 %. Наиболее распространенные заболевания внутренних органов у рабочих экспонируемой группы – АГ, хронический гастрит (ХГ) и хронический бронхит (ХБ). Имели статистически значимые избыточные относительные грубые риски, составившие доли гипертензии 2,4 %, хронический гастрит 2,1 %, хронический бронхит 2,5 %. Для анализа влия-

ния предикторов АГ на распространенность этого заболевания последовательно были изучены распространенность и относительный риск следующих предикторов АГ среди персонала ГМЗ и СПЗ: наследственность, ожирение, метаболический синдром, злоупотребление алкоголем и поваренной солью, низкая физическая активность, психосоциальный стресс.

Результаты исследования выявили значительную распространенность личностной тревожности (ЛТ) высокой степени среди рабочих ГМЗ в 20 с лишним раз. В результате проведенного исследования был рассчитан стандартизованный относительный риск АГ, который составил 2,9.

Три наиболее распространенных соматических заболевания у рабочих ураноперерабатывающего предприятия имели избыточные стандартизованные относительные риски – ХБ – 2,8; ХГ – 2,5 и АГ – 2,9.

Таким образом, стандартизованные относительные риски (по полу, возрасту, трудовому стажу, традиционным факторам риска развития заболеваний внутренних органов) среди персонала ураноперерабатывающего предприятия по отношению к работникам неуранового производства были выше грубых рисков, что свидетельствовало о дополнительном влиянии вредных факторов уранового производства в развитии и прогрессировании основных соматических заболеваний.

УДК 615.849:504.75.05

## **ПЕРСПЕКТИВЫ ВНЕДРЕНИЯ ЕДИНОЙ ГОСУДАРСТВЕННОЙ СИСТЕМЫ УЧЕТА ИНДИВИДУАЛЬНЫХ ДОЗ В КАЗАХСТАНЕ**

**Гарбуз Ю.В., Семенов М.С., Умаров М.А., Мустафина Е.В.,  
Осинцев А.Ю.**

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

Закон Республики Казахстан «О радиационной безопасности населения», принятый 23 апреля 1998 года, гласит, что «контроль и учет индивидуальных доз облучения, полученных гражданами при работе с источниками ионизирующего излучения, проведении медицинских рентгенорадиологических процедур, а также обусловленных радиационным фоном, осуществляются в рамках единой государственной системы контроля и учета индивиду-



альных доз облучения...» (глава 3, ст. 14). Однако, эта система не внедрена в Казахстане и до настоящего времени. Очевидно, что отсутствие информации о дозовых нагрузках не позволяет принимать необходимые меры по снижению радиационных рисков, социальных напряженностей, связанных с радиацией и т.д. Создание единой государственной системы учета индивидуальных доз в Казахстане, таким образом, является актуальнейшей задачей, решение которой уже нельзя откладывать далее.

В 2009 г. в Институте радиационной безопасности и экологии НЯЦ РК организовано подразделение, занимающееся контролем и учетом доз граждан Республики Казахстан. В пилотном 2009 г. было заключено 5 договоров с медицинскими организациями, численностью 26 человек из персонала группы А. В 2012 г. количество заключенных договоров составило 37 и численность персонала – более 700 человек. Параллельно с данными работами, в том же 2009 г. была начата разработка базы данных, с целью сбора статистической информации о дозах, полученных гражданами в процессе профессиональной деятельности. На сегодняшний день БД функционирует в пределах ИРБЭ, а также ведется разработка необходимых алгоритмов для использования БД через авторизованный доступ в глобальной сети Интернет.

Таким образом, в Институте радиационной безопасности и экологии НЯЦ РК уже реализована и апробирована в действии система учета индивидуальных доз, которая может лечь в основу единой государственной системы. В перспективе, при соответствующих доработках данная система вполне может послужить основой для единой государственной системы контроля и учета индивидуальных доз граждан Республики Казахстан.

УДК 615.849:616-073:621.039.58

## **О РАДИАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ РЕНТГЕНОДИАГНОСТИЧЕСКИХ ПРОЦЕДУР**

**Мустафина Е.В., Осинцев А.Ю.**

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

Дозы, полученные населением при проведении медицинских рентгеновских процедур, – вторые по значимости после природных, из всех возможных источников облучения населения. На данный момент в Республике Ка-

захстан государственными контролирующими органами уделяется большое внимание вопросу о радиационной безопасности при проведении рентгенодиагностических процедур в медицинских учреждениях страны.

Для всесторонней оценки уровня обеспечения радиационной безопасности при проведении рентгенодиагностических исследований в медицинских учреждениях Республики Казахстан Институт, совместно с Министерством здравоохранения, проведено анкетирование практически всех больниц страны, имеющих рентгенодиагностическое оборудование. Общее количество опрошенных медицинских учреждений – 839, имеющих в своем распоряжении 2221 рентген аппарат. По результатам анкетирования были выявлены такие проблемные моменты:

1. отсутствие контроля эксплуатационных параметров значительной части рентгеновского оборудования (38 % от общего числа);
2. проведение контроля организациями, не имеющими лицензию на данный вид деятельности (53 % от всего количества оборудования);
3. отсутствие контроля на рабочих местах в рентген кабинетах (39 % от общего числа)
4. недостаточная подготовка персонала обслуживающего рентгенодиагностическое оборудование, что заключается в слабом знании материально-технической базы, умении использования защитных средств и т.п.

В формирование дозовых нагрузок пациентов наибольший вклад вносит техническое состояние оборудования. Для выявления технических неисправностей необходимо производить периодический контроль эксплуатационных параметров рентгеновского оборудования. Контроль эксплуатационных параметров медицинского рентгеновского оборудования подразумевает проведение измерений основных рабочих параметров рентгенодиагностических аппаратов, контролируемых оператором (анодное напряжение, анодный ток, время облучения, геометрические и оптические характеристики и т.д.) с целью выявления несоответствий рабочих характеристик, ведущих к ухудшению качества снимков (потеря диагностической информации) и, как следствие, – переоблучение пациентов (повторные снимки). В ходе проведения работ по данному виду контроля за период 2009-2012 гг., сотрудниками Института было проверено 120 аппаратов, из которых около 50 % имели отклонения от нормируемых санитарными правилами величин. Отклонения фиксировались не только у аппаратов, которые уже более 10 лет находятся в эксплуатации, но и у современных, находящихся в эксплуатации 1-2 года. Имелись также случаи, что несоответствия были выявлены при вводе аппа-

рата в эксплуатацию. Некорректная работа рентгенаппаратов приводит к повышенному облучению, в первую очередь, пациентов, а также медперсонала, проводящего данные исследования.

Таким образом, на основании проведенных работ можно сделать вывод, что существующая в Казахстане система радиационной безопасности в медицинских учреждениях при проведении рентгенодиагностических процедур нуждается в оптимизации. Оптимизация системы РБ в рентгенодиагностических кабинетах позволит значительно снизить коллективную дозу населения при проведении рентгенодиагностических процедур. Снижение коллективной дозы от 5 % до 10 % эквивалентно экономии от 250 млн. до 500 млн. тенге в год.

**РАЗДЕЛ 2 «АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ  
ОБЕСПЕЧЕНИЯ РАДИАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ В  
ПРОМЫШЛЕННОСТИ И МЕДИЦИНЕ И ПРОБЛЕМЫ  
РАДИОБИОЛОГИИ»**

**СТЕНДОВЫЕ ДОКЛАДЫ**

## О ГУМАНИТАРИЗАЦИИ НАКОПЛЕННОЙ ПО СИП НАУЧНОЙ ИНФОРМАЦИИ

<sup>1</sup>Бахтикиреева У.М., <sup>2</sup>Дианова Л.П.

<sup>1</sup>*Российский университет дружбы народов (РУДН), Москва, Россия*

<sup>2</sup>*Московский государственный институт международных отношений  
(МГИМО), Москва, Россия*

Как само непосредственное изучение научных трудов [1], так и непосредственное участие в работе традиционной конференции по проблемам СИП подвигает нас к следующим размышлениям. Общецивилизационный кризис рубежа веков и тысячелетий так глубок, что впервые в рамках дискуссий о переходе высокоразвитых в технологическом отношении государств к Шестому Технологическому Укладу кроме технократических проблем выдвигаются проблемы гуманитарные, но системно переосмысленные и направленные на наступающую реальность нано-био-инфо-когнитивной революции, способной изменить природу человека, саму его онтологию. В складывающихся обстоятельствах становится очевидным, что без учета гуманитарных проблем, культурных, ценностных и этических измерений грядущий качественный технологический скачок способен похоронить человечество как вид. Отсюда особую ценность приобретают усилия по сохранению, возрождению, качественной трансформации гуманитарного измерения в науке, системе образования и в обществе в целом, тесно связанный с проблемами меж-, мульти- и в перспективе трансдисциплинарного комплексного знания.

Дальнейшее сохранение монодисциплинарности и прежней модели генерирования, трансляции и передачи знания в рамках науки, социума и образования XXI века теряют актуальность по той простой причине, что оно не вписывается в новую архитектуру транскультурного мира, его субъекта и гносеологических оснований. В мире глобальной взаимозависимости возникают новые вызовы и условия, на данный момент недостаточно осмысляемые в рамках отдельных дисциплин, по большей части остающихся на периферии актуальных социальных дебатов. Перед исследователями стоит задача активной трансформации и приближения наук к нуждам современного человека и мира, что требует другой логики и другого знания.

Обращение к мультидисциплинарному подходу, основанному на принципе учета множества факторов и сторон и успешно применяемому в работе экспертных групп, является необходимым звеном в приобретении знаний. В рамках этого подхода предмет исследования одних дисциплин применяется для решения проблем других, что позволяет существенно расширить фактическую полноту знания, его аккумуляцию. Но при нем не происходит исчерпывающая концептуализация общих закономерностей и механизмов их взаимодействия внутри предмета исследования, что можно было бы реализовать внутри трансдисциплинарного подхода, который предполагает исследование сложных комплексных проблем одновременно на нескольких уровнях, поскольку представляет собой принцип организации знания, основанный на взаимодействии дисциплин при решении проблемы. Связанный с постнеклассической наукой, где знание неотделимо от субъекта, который его создает, транслирует, развивает (и потому исследователь не может не быть пристрастным), данный подход имеет более тесную связь от личного опыта исследователя и способен привести к общенаучной систематизации дисциплинарных знаний. По сути, насущными задачами становятся всестороннее развитие меж-, мульти- и трансдисциплинарных исследований, включая изучение и осмысление взаимодействий, встреч, обменов в контексте современных изменяющихся условий\*, преодоление ограничений национальных, культурных, языковых и академических форм знания и переосмысление традиционного инструментария технических и гуманитарных дисциплин, а также проблематики трансгуманизма и высоких гуманитарных технологий будущего (highhume), связанных с грядущей когнитивной революцией.

### *Литература:*

1. Актуальные вопросы радиозкологии Казахстана [Сборник трудов Национального ядерного центра Республики Казахстан за 2011 г.] / под рук. С.Н. Лукашенко. – Павлодар: Дом печати, 2011. Вып.3. – Т.1. – 432 с.

\* За 2 прошедших года после конференции в Курчатове нами отправлены в главные библиотеки РФ сборники трудов предыдущих конференций, а также попытки вовлечения в учебную практику студентов. Последнее не удается, очевидно, в силу непреодоленных стереотипов и низкого уровня привлечения бизнеса в информационно-ознакомительные экскурсии по СИП. В то время как Чернобыльские территории уже давно стали объектом экскурсий, о чем достаточно информации в ресурсах Интернета.

## **ХРОМОСОМНЫЕ АБЕРРАЦИИ У ЖИТЕЛЕЙ Н.П. ЧАГАН И БОДЕНЕ**

**Губицкая Е.Г., Байгушикова Г.М., Чередниченко О.Г., Жапбасов Р.Ж.**

***Институт общей генетики и цитологии МОН РК,  
Алматы, Казахстан***

Проведено исследование частоты хромосомных aberrаций в лимфоцитах периферической крови жителей н.п. Чаган и Бодене Семипалатинской области. В качестве группы сравнения проведены обследования жителей п. Таусугур, расположенного в предгорьях Алатау.

Обследование показало, что во всех группах обнаружено 271 aberrация хромосом, из которых 104 в поселке Чаган и 110 в п. Бодене, тем не менее, превышает данный показатель (57 %) по группе сравнения. Полученные превышения частоты хромосомных aberrаций по сравнению с контролем могут рассматриваться как результат негативного влияния загрязнителей среды на структуру генетического аппарата клеток жителей обследованного региона. Этот вывод находит подтверждение в результатах расчета числа хромосомных aberrаций на одну клетку, указавшего на нагруженность генетического аппарата клетки структурными изменениями. Кроме того, в группе п. Чаган у половины (54,4 %) и у жителей п. Бодене в 77,5 % выявлен высокий уровень поврежденности генома, в контрольной группе 74,6 % исследованных составили лица с контрольным вариантом частоты хромосомных aberrаций.

При спектральном анализе структурных нарушений хромосом определяется как общее число изменений, так и их тип: хромосомные и хроматидные. Соотношение aberrаций хромосомного и хроматидного типа у обследованных лиц двух н.п. Чаган и Таусугур (контроль) соответствует распределению контрольных вариаций, когда хромосомные нарушения ниже хроматидных. В п. Бодене данный показатель распределен поровну. Уровни частот aberrаций хромосомного типа распределились неравно, так, у жителей п. Чаган этот показатель в 4 раза, а в п. Бодене в 10 раз выше контрольного значения, что может свидетельствовать о более осложненной экологической ситуации в данном населенном пункте.

Результаты показывают, что среди aberrаций хромосомного типа в обследованных поселках из региона Семипалатинска представлены в большей мере парными фрагментами. Обнаружение маркеров радиационных повреждений, таких как дицентрики, кольца+транслокации в группах п. Чаган и Бодене, может свидетельствовать, что данные лица продолжают подвергаться воздействию негативных экзогенных факторов.

Дицентрические хромосомы в основном не содержали парных фрагментов, что соответствует отдаленным эффектам радиационного воздействия, поскольку непосредственное облучение клеток крови формирует дицентрики с парными фрагментами. Следует отметить, что маркерные хромосомы выявлялись в основном у лиц старшего возраста. В контрольной группе дицентриков не обнаружено. При анализе aberrаций хроматидного типа не выявлено большого различия в обеих группах, обнаружение этого вида aberrаций может являть возможностью комбинированного действия химических факторов. Полученные данные указывают, что территории обследованных районов бывшей Семипалатинской области сохраняют радиационную опасность.

Таким образом, проведенное цитогенетическое исследование жителей из района, прилегающего к СИЯП, показало, что наибольший вклад в формирование специфического спектра хромосомных aberrаций внесло, по-видимому, составляющая радиамутагенеза.

УДК 577.391:504.064:615.849

## **РАЗВИТИЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЙ О РАДИОБИОЛОГИЧЕСКОМ ПОДХОДЕ К ПОНЯТИЮ «МАЛЫЕ ДОЗЫ РАДИАЦИИ»**

**<sup>1</sup>Кадырова Н.Ж., <sup>2</sup>Нурумбетова Р.М., <sup>2</sup>Сейсебаев А.Т.**

**<sup>1</sup>Институт радиационной безопасности и экологии НЯЦ РК,  
Курчатов, Казахстан**

**<sup>2</sup>АО «Медицинский университет Астана»,  
Институт радиобиологических исследований, Астана, Казахстан**

Проблема малых доз является одной из самых важных и в то же время сложных и до конца не решенных проблем в радиобиологии, радиационной медицине и радиоэкологии. Особая значимость данной проблемы за-



ключена в том, что при оценке биологических последствий радиоактивного загрязнения окружающей среды, при анализе последствий ядерных испытаний, оценке воздействия радиации при аварийных ситуациях, при обосновании предельно-допустимых доз облучения людей в профессиональных условиях и чрезвычайных обстоятельствах, мы имеем дело с малыми дозами ионизирующих излучений (З.Бак, П.Александр, 1963; А.М. Кузин, 1986; С.П.Ярмоненко, 1988; Е.Б.Бурлакова и соавт., 1966 и др.).

Прежде всего, необходимо представить, что «малые дозы» – понятие относительное, строго зависящее от радиочувствительности облучаемого организма. В научной литературе существуют различные подходы к определению понятия «малые дозы»: микродозиметрическая теория, радиобиологический и «медицинский (эпидемиологический) подход к понятию «малые дозы радиации».

Первоначально понятие о малых дозах развивалось в области биофизики и микродозиметрии. С микродозиметрических позиций, малой дозой называют дозу излучения, при которой в критической мишени реализуется в среднем не более одного радиационного события. Величины малых доз по биофизическому (микродозиметрическому) критерию составляют: для  $\gamma$ -излучений  $C_0^{60} - 0,2$  мГр,  $\alpha$ -частиц – 5 МэВ – 60 мГр, нейтронов от 78 КэВ до 14 МэВ – 0,4-8 мГр (А.М. Kellerer, 1976; L.E.Feinendegen et al, 1985, 1988).

Радиобиологический подход к понятию «малые дозы» радиации основан на использовании наиболее чувствительных тест-систем определения радиационных эффектов уже для реальных биологических объектов – для клеток млекопитающих в культуре (А.М. Кузин, 1957, 1986; С.П.Ярмоненко, 1988; Е.Б.Бурлакова и соавт., 1966; Р.М Алексахин, 1982; И.Н. Гудков, 1991; А.М. Kellerer, 1976; L.E.Feinendegen et al, 1985, 1988 и др). Малыми дозами, с радиобиологических позиций, в НКДАР 1993 называется доза в 20-40 мГр.

По медицинскому (эпидемиологическому) подходу к понятию «малые дозы» радиации в 2000-х годах официальная граница малых доз составляла 200 мГр независимо от мощности дозы (А. Н. Котеров, 2009).

Основной принцип, положенный в основу официального критерия малых доз в радиобиологическом и в медицинском аспектах, связан с представлением о том, что для диапазона малых доз всегда желательна преимущественно линейная зависимость «доза-эффект», которая теоретически обусловлена одномоментными (одноударными) радиационными событиями не только на уровне модельных систем, но и на уровне ДНК-хромосом, и даже *in vivo*.

Для выяснения, что же означают малые дозы радиации, нами проанализированы работы известных ученых-радиобиологов.

В целом, отдавая должное всем авторам проанализированных работ и учитывая отсутствие общепризнанной концепции медико-биологического действия малых доз ионизирующего излучения, надеемся в будущем на расширение фундаментальных радиобиологических исследований на всех уровнях: молекулярном, генетическом, клеточно-тканевом и организменном.

УДК 576.3:611-018.1:612.1

## **ЦИТОГЕНЕТИЧЕСКИЕ НАРУШЕНИЯ У ЛИКВИДАТОРОВ ЧАЭС КАЗАХСТАНСКОЙ ПОПУЛЯЦИИ И ГЕНЕТИЧЕСКИЕ ЭФФЕКТЫ ВНДНК, ЦИРКУЛИРУЮЩЕЙ В ПЛАЗМЕ ИХ КРОВИ**

**Чердниченко О.Г., Губицкая Е.Г., Байгушикова Г.М., Перфильева А.**

*Институт общей генетики и цитологии КН МОН РК,  
Алматы, Казахстан*

Проблема изучения индивидуальных биологических реакций организма при радиационных воздействиях, поиск наиболее характерных для этих воздействий биологических изменений занимает одно из ключевых мест в современной радиобиологии. Было проведено цитогенетическое исследование ликвидаторов аварии на ЧАЭС, проживающих в Казахстане. Средняя частота хромосомных нарушений у них составила  $3,88 \pm 0,26$  %, что в 4 раза выше, чем у жителей п. Таусугур Алматинской области –  $0,87 \pm 0,1$  % (экологически чистый поселок) ( $p \leq 0,01$ ) и в 2 раза выше, чем у жителей г. Алматы –  $1,60 \pm 0,12$  % ( $p \leq 0,01$ ). Анализ спектра цитогенетических нарушений показал, что основная масса – это аберрации хромосомного типа –  $3,00 \pm 0,24$  %. Значительное увеличение частоты аберраций хромосомного типа (в среднем 10 раз) – маркеров радиационного воздействия вполне закономерно, и может быть объяснено продолжающимся внутренним облучением, т.е. непосредственным попаданием радиоактивных частиц внутрь организма.

В группе обследованных ликвидаторов из г. Семей (зона действия Семипалатинского испытательного полигона) частота хромосомных аберраций составила  $4,0 \pm 0,52$  %. Однако у них структура цитогенетических нарушений значительно отличается от таковой у ликвидаторов из других городов (хромосомного типа –  $2,14 \pm 0,38$  % и  $3,36 \pm 0,31$  %; хроматидного типа –  $1,86 \pm 0,36$  % и  $0,47 \pm 0,12$  % соответственно). Такие результаты свидетель-

ствуют о некоторой адаптированности к радиационному воздействию Семейской группы обследованных и значительному влиянию на них химического компонента. Однако частота aberrаций хроматидного типа у ликвидаторов ЧАЭС (кроме Семейских) –  $(0,47 \pm 0,12 \%)$  в 2,5 раза меньше, чем у жителей г. Алматы  $(1,32 \pm 0,15 \%)$  и п. Таусугур  $(0,67 \pm 0,09 \%)$ , не совсем понятна и требует дополнительных исследований. У ликвидаторов ЧАЭС частота хромосомных aberrаций в лимфоцитах варьировала в значительных пределах – от 0 до 10 %. У 1/5 обследованных (20 %) частота нарушений не превышала спонтанного уровня (до 2 %), у 56 % она оказалась повышенной (2-4 %) и у 24 % – высокой (5 % и выше).

Одной из задач многих мониторинговых работ по цитогенетическому анализу людей, подвергающихся радиационному воздействию, является вопрос биодозиметрии. В нашем исследовании попытки реконструкции доз или корреляции цитогенетических нарушений от различных показателей не привели к успеху. К сожалению, не выявлена связь частоты цитогенетических нарушений ни с величиной полученной дозы, ни временем нахождения в зоне аварии ЧАЭС, ни возрастом обследуемых.

В последнее время в литературе появились данные об пострадиационной экскреции фрагментов ДНК в плазму крови (Морозик И.П., 2011, Ермаков А.В., 2007). Возможным источником этих вДНК могут быть радиочувствительные клетки, гибнущие под действием радиации, которые, возможно, обеспечивают развитие эффекта свидетеля и адаптивного ответа. В связи с этим проведено изучение влияния выделенных фрагментов вДНК из плазмы крови ликвидаторов ЧАЭС на интактные лимфоциты. Увеличение частоты хромосомных aberrаций в интактных лимфоцитах до  $2,91 \pm 0,51 \%$  по сравнению с контролем  $0,90,1 \%$  ( $p \leq 0,01$ ) показывает, во-первых, наличие в их плазме «байстендер» факторов, сохраняющихся в крови длительное время после облучения и, во-вторых, что одной из составляющих этих факторов является вДНК.

## **РАЗВИТИЕ МЕТОДИЧЕСКИХ АСПЕКТОВ ЭПР-ДОЗИМЕТРИИ ПО ЗУБНОЙ ЭМАЛИ В ИЯФ НЯЦ РК И ОЦЕНКИ ДОЗОВЫХ НАГРУЗОК НАСЕЛЕНИЯ СЕМИПАЛАТИНСКОГО РЕГИОНА**

Пивоваров С.П., Середавина Т.А., Рухин А.Б.,  
Сушкова Н.С., Нуркасымова А.

*Институт ядерной физики НЯЦ РК, Алматы, Казахстан*

Работы по ретроспективной ЭПР-дозиметрии в ИЯФ НЯЦ РК продолжаются с 1998 г., когда лаборатория ЯМР Института впервые приняла участие в международном эксперименте по сравнению методик под названием Интеркомпаризон, проводимом МАГАТЭ.

В процессе развития ЭПР-дозиметрии по эмали зубов достигнут значительный прогресс в повышении точности ретроспективных оценок дозовых нагрузок населения региона бывшего Семипалатинского испытательного полигона (СИП). Это стало возможным благодаря совершенствованию методических операций, расчетных методов и калибровок.

Применение ЭПР-дозиметрии по сигналу в эмали зубов практически ограничено лишь медицинскими показаниями для экстракции зубов. Однако с течением времени сужаются границы применимости методики в изучении последствий испытаний для населения региона СИП по вполне очевидным объективным причинам: во-первых, в связи с сокращением числа свидетелей испытаний и, во-вторых, из-за ухудшения качества материала для исследования. Если первая причина устранена быть не может, то преодоление связанных со второй причиной трудностей возможно, но требует определенных методических разработок.

Нами показано, что более корректное определение дозовых нагрузок возможно и при достаточно ограниченном количестве зубной эмали (ЗЭ). Одним из путей являются разработки для повышения чувствительности имеющейся аппаратуры – спектрометра ESP300E «Bruker», – основанные на использовании и модифицировании структуры распределения компонент электромагнитного поля в объеме резонатора. Применение модифицированной методики регистрации спектров ЭПР позволило получить существенно более точные значения величин дозовых нагрузок для жителей сел Саржал, Майское и др. населенных пунктов Семипалатинского региона.

Другой путь - отработка методических операций подготовки кристаллического гидроксипатита к регистрации сигналов ЭПР от радиационных ПМЦ (парамагнитных центров) для достижения более высокой степени очистки от органической фракции. Вклад в спектр ЭПР сигнала от ПМЦ, обусловленных органическими тканями ЗЭ, снижали путем дополнительной обработки ЗЭ для более полного их удаления. При этом возрастал радиационный сигнал, а также радиационная чувствительность. Этот путь использовали также для повышения точности оценок доз при работе с образцами костной ткани животных, где мала доля кристаллического гидроксипатита. Возможно, дополнительную важную информацию может дать учет депонирования радиоактивного стронция в костной ткани.

Конечно, любой шаг в реализации перечисленных мер приводит к необходимости корректировать калибровочные зависимости, однако полученный выигрыш в чувствительности и сокращение времени обработки данных окупают затраты времени на разработку методики, поэтому на эти аспекты обращали серьезное внимание.

В конечном итоге все это способствует правильному выбору стратегии реагирования и путей лечения при его необходимости, кроме того, растет международный авторитет исследований, проводимых в ИЯФ НЯЦ РК.

УДК 577.391:581.4:504.064:539.16

## **МОРФО-АНАТОМИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ РАСТЕНИЙ НА ТЕРРИТОРИИ СИП**

**Янкаускас А.Б., Ларионова Н.В.**

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

Одной из проблем Семипалатинского испытательного полигона (СИП) является р. Шаган, основные компоненты экосистемы которой загрязнены радионуклидом  $^3\text{H}$ . Концентрация  $^3\text{H}$  в поверхностных водах составляет  $4 \cdot 10^5$  Бк/л, что более чем в 50 раз превышает допустимый уровень для питьевой воды. При этом, содержание  $^3\text{H}$  в свободной воде растений, произрастающих в ее береговой зоне, достигает  $2 \cdot 10^5$  Бк/кг. Интерес к  $^3\text{H}$  с точки зрения его влияния на растительный организм вызван его способностью с высо-

кой скоростью включаться в биологические процессы, в связи с чем, он может являться мощным мутагенным фактором. До настоящего времени вопрос о влиянии  $^3\text{H}$  на морфо-анатомическую структуру растений на территории СИП не был изучен.

Данные исследования проводились на одном из предполагаемых участков зоны разгрузки грунтовых вод с высоким содержанием  $^3\text{H}$  в р. Шаган. Всего заложено 10 исследовательских площадок, расстояние между которыми составляло от 40 до 1000 м. На каждой площадке по возможности (по факту произрастания) отбирались 2 вида растений: чий блестящий (*Achnatherumsplendens*) и волоснец узкий (*Elymusangustus*). Исследуемые образцы были представлены надземной частью растений. Измерение удельной активности радионуклида  $^3\text{H}$  проводилось в свободной воде растений методом жидкосцинтилляционной спектрометрии на ЖС-спектрометре TRI-CARB 2900 TR. Морфологические исследования включали: измерения высоты растений, длины листа и репродуктивных органов; анатомические – измерения параметров стеблей (диаметр стебля, толщина эпидермиса и склеренхимы, площадь проводящих пучков) и листьев (толщина адаксиальной и абаксиальной эпидермы, мезофилла и площадь проводящих пучков). Анатомические препараты готовились с помощью санного микротомы с замораживающим устройством, срезы заключались в фиксирующий бальзам. Всего подготовлено более 200 временных микропрепаратов. Полученные препараты измерялись под микроскопом Micros 300 V21 при увеличении 4, 10, 20, 40 и 100х.

Диапазон значений удельной активности  $^3\text{H}$  в исследуемых растениях составил от 1 000 Бк/кг до 100 000 Бк/кг. Наименьшие значения величин морфологических показателей для обоих видов растений отмечены в случаях наиболее высокого содержания  $^3\text{H}$  в свободной воде данных растений. При максимальных концентрациях  $^3\text{H}$  в свободной воде растений для волоснеца отмечаются максимальные размеры некоторых анатомических показателей, для чия – минимальные. Возможно, это связано с видовыми особенностями исследуемых образцов растений, влажностью или иными природными факторами, на которые в последующих экспериментах необходимо обратить внимание. Так, для волоснеца наибольшие размеры мезофилла листьев и площади проводящих пучков стеблей обнаружены при удельной активности  $^3\text{H}$  100 000 Бк/кг; для чия наименьшие размеры диаметра стебля и площади проводящих пучков, расположенных в нем, отмечены при концентрациях 95 000 Бк/кг. Следует отметить, что в отдельных случаях при одинаковом содержании  $^3\text{H}$  в растениях наблюдаются как наименьшие, так и наибольшие

размеры исследуемых показателей, что говорит о наличии дополнительных факторов в районе р. Шаган, которые могут оказывать более сильное влияние на морфо-анатомическую структуру растений, чем содержание в них радионуклида  $^3\text{H}$ .

УДК 576.3: 581.169:504.53:546.11.02.3

## **ЦИТОГЕНЕТИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ РАСТЕНИЙ ПРОИЗРАСТАЮЩИХ НА ТЕРРИТОРИИ СИП**

**Минкенова К.С., Каримбаева К.С., Мамырбаева А.Н., Янкаускас А.Б.**

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

Длительное нахождение популяции растений и животных на территориях с повышенным радиационным фоном может привести к возникновению изменений в генетическом аппарате составляющих популяции организмов. В связи с этим наблюдения за хронически облучаемыми природными популяциями живых организмов представляют особый интерес, так как именно на популяционном уровне важны микроэволюционные изменения, возникающие у растений и животных под действием мутагенных факторов. Растения, растущие в настоящее время на территории СИП, являются отчасти потомками растений, испытавших острое радиационное воздействие в период проведения ядерных испытаний и подвергавшихся хроническому облучению в течение многих лет, а также часть из них могла быть привнесена ветровым путем из прилежащих к СИП территорий.

Ранее проводились исследования по изучению цитогенетических изменений в растениях на территории бывшего СИП. Эти работы (Сейсебаев и др., 2003, 2004; Гераськин, 2009; Минкенова, 2007) были посвящены влиянию основных дозообразующих радионуклидов на геном растений, но исследования влияния трития как такового на изменения генетического аппарата клетки ранее не проводились.

Данные исследования выполнялись на одном из предполагаемых участков зоны разгрузки грунтовых вод с высоким содержанием  $^3\text{H}$  в р. Шаган. Всего было заложено 8 исследовательских площадок, расстояние меж-

ду которыми составляло от 40 до 1000 м. На каждой площадке по возможности (по факту произрастания) отбирались 2 вида растений: чий блестящий (*Achnatherum splendens*) и волоснец узкий (*Elymus angustus*). Исследуемые образцы были представлены надземной частью растений. Измерение удельной активности радионуклида  $^3\text{H}$  проводилось в свободной воде растений методом жидкосцинтилляционной спектрометрии на ЖС-спектрометре TRI-CARB 2900 TR.

Для цитогенетического анализа использовали анафазный метод, который позволяет учесть частоту и типы структурных aberrаций хромосом в клетках растений. При анализе учитывались такие аномалии, как «мосты», «фрагменты», «отстающие» и «забегающие» хромосомы. Всего приготовлено около 600 постоянных препаратов, и количество изученных ана-телофазных клеток составило около 7000. Препараты изучались с использованием микроскопов Micmed 2 и Micros 300 V21 при увеличении объектива 40х и 100х (масляная иммерсия).

Удельная активность  $^3\text{H}$  в изучаемых растениях изменяется в пределах 1,5 – 100 кБк/кг.

Анализ спектра цитогенетических нарушений выбранных растений показал наличие aberrаций как хромосомного, так и хроматидного типов. Такая картина структурных повреждений хромосом может быть связана с действием как радиационных, так и химических генотоксикантов.

Aberrации хромосомного типа были представлены двойными мостами и двойными фрагментами, хроматидного типа – одиночными мостами, фрагментами, митотические аномалии – отстаиваниями хромосом и забегами хромосом. Зависимости выхода хромосомных aberrаций от уровней удельной активности трития в исследуемых видах растений, в пределах зафиксированных концентраций трития, не выявлено.



**РАЗРАБОТКА УСТАНОВКИ ДЛЯ АПРОБАЦИИ  
УЛЬТРАФИЛЬТРАЦИОННОЙ ТЕХНОЛОГИИ УТИЛИЗАЦИИ  
ЖИДКИХ РАДИОАКТИВНЫХ ОТХОДОВ  
С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТРЕКОВЫХ МЕМБРАН**

Глущенко В.Н., **Мить А.Г.**, Назаренко Л.М., Фалеев Е.Г.

*Институт ядерной физики НЯЦ РК, Алматы, Казахстан*

Ультрафильтрация – мембранный процесс, занимающий по своим селективным характеристикам промежуточное положение между нанофильтрацией и микрофильтрацией. В качестве материала для изготовления мембран используются полимерные вещества. Особое место занимают трековые мембраны, получаемые путем вытравливания треков, оставшихся в полимерной пленке после ее облучения потоком высокоэнергетических частиц. Эти мембраны характеризуются очень узким распределением пор по размеру и симметричной структурой.

Целью настоящей работы являлась разработка ультрафильтрационной установки для апробации технологии утилизации жидких радиоактивных отходов (ЖРО) с использованием трековых мембран, в том числе изготовленных на ускорителе тяжелых ионов ДЦ-60.

Существует ряд конструктивных решений установок с трековыми мембранами. Всех их объединяет такой признак, как наличие мембранного модуля с трековой мембраной, фильтродержателя, комплекса устройств и технических средств, обеспечивающих процесс мембранного разделения.

Нами была разработана блок-схема экспериментальной установки, состоящая из трех идентичных, последовательно расположенных каскадов, предназначенная для селективной очистки на трековых мембранах ЖРО реактора ВВР-К от  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{60}\text{Co}$  и  $^{90}\text{Sr}$ . Были спроектированы и изготовлены несколько вариантов лабораторных ультрафильтрационных установок, на которых изучались особенности процесса фильтрации ЖРО в различных технологических режимах.

На рисунке 1 представлен общий вид последнего варианта блока модулей с трековыми мембранами, на рисунке 2 - его схематическое изображение (пунктиром показан процесс обратной промывки мембран).



Рис. 1

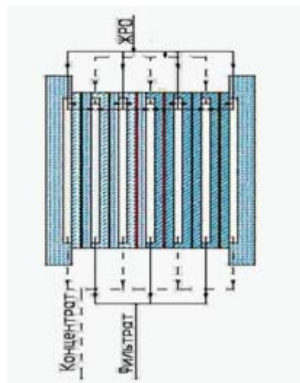


Рис. 2

Производительность такого блока с двумя трековыми мембранами составляет 60 литров в час. Количество мембран в блоке может достигать двадцати.

УДК 621.039.7:539.16:546.42

## **ВЫБОР ОПТИМАЛЬНЫХ УСЛОВИЙ ДООЧИСТКИ ЖРО РУ БН-350 ОТ ТРАНСУРАНОВЫХ РАДИОНУКЛИДОВ И СТРОНЦИЯ**

**Зверева И.О., Коровина О.Ю., Лукашенко С.Н., Торопов А.С.**

***Институт Радиационной Безопасности и экологии НЯЦ РК,  
Курчатов, Казахстан***

Работа основана на аналитических и экспериментальных исследованиях, необходимых для разработки нового подхода к решению проблемы переработки ЖРО РУ БН-350, г. Актау. Широкое использование прямой селективной сорбции радионуклидов не обеспечивает решения поставленной задачи по глубокой очистке технологических растворов из-за недостаточной стой-

кости материалов в этих системах, малого ресурса работы и невозможности обеспечить удаление таких радионуклидов, как  $^{60}\text{Co}$ ,  $^{54}\text{Mn}$ ,  $^{90}\text{Sr}$ ,  $^{238, 239, 240, 241}\text{Pu}$ ,  $^{237}\text{Np}$ ,  $^{241}\text{Am}$ . Переработка ЖРО РУ БН-350 должна в первую очередь основываться на учете особенностей ЖРО, в частности, наличия в них значительно количества трансурановых элементов.

Ранее нами были опубликованы результаты отработки основных этапов технологии переработки ЖРО и определены оптимальные параметры каждого из этапов. Согласно экспериментальным исследованиям и литературным источникам, были выбраны основные стадии технологии переработки ЖРО РУ БН-350, которые заключаются в разрушении органической составляющей ЖРО с помощью окисления перманганатом калия, промежуточной стадии – фильтрации и в очистке ЖРО от изотопов Cs с помощью ферроцианида меди. В ходе реализации данных стадий было определено, что отсутствует очистка от трансурановых радионуклидов и стронция, это делает необходимым разработку и включение в технологию дополнительных стадий доочистки от отдельных радионуклидов.

Экспериментальным путем определены остаточные количества Pu и Sr после основных стадий очистки. Выявлено, что остаточная активность данных радионуклидов после разрушения комплексообразующей составляющей очень высокая (около 85 % от исходной). Аналогичные результаты были получены после проведения сорбционной очистки, степень извлечения не превышала 15-20 %.

Выбраны оптимальные условия для очистки от остаточного количества Pu и Sr (с использованием существующих способов извлечения данных радионуклидов из растворов – осаждение Pu на гидроксиде железа, соосаждение Sr с карбонатом кальция): необходимое количество реагентов, pH, скорость протекания реакции, степень очистки.

На основе проведенных исследований предложена усовершенствованная схема, представляющая собой последовательность следующих операций: корректировка значения pH декантата; разрушение комплексообразующей составляющей, основанное на реагентном способе (окисление перманганатом калия); отделение образовавшихся осадков (гидроксида железа и двуокиси марганца); корректировка pH, сорбционное извлечение цезия; отделение отработанного сорбента; доочистка от Pu осаждением на гидроксиде железа (pH=8-9) с отделением осадка; доочистка от Sr соосаждением с карбонатом кальция (pH=9-10) с отделением осадка. На каждой стадии производится контроль радиационных параметров. Выбор способа отверждения шламов будет определяться уровнем их активности.

## **ПЕРЕРАБОТКА ЖИДКИХ РАДИОАКТИВНЫХ ОТХОДОВ МЕТОДОМ СЕЛЕКТИВНОЙ СОРБЦИИ С ПРИМЕНЕНИЕМ КОМПОЗИТНЫХ МАТЕРИАЛОВ**

**Торопов А.С., Коровина О.Ю., Зверева И.О.**

***Институт радиационной безопасности и экологии РГП НЯЦ РК,  
Курчатов, Казахстан***

При эксплуатации АЭС образуются значительные объемы жидких радиоактивных отходов (ЖРО) различного химического и радиохимического состава. Безопасное обращение с образующимися в результате работы предприятий ядерно-топливного цикла радиоактивными отходами является определяющим в развитии атомной энергетики в целом. В Казахстане значительный экологический риск создают накопленные в хранилищах ЖРО РУ БН-350 (г. Актау), объемом около 5000 м<sup>3</sup> с суммарной объемной активностью 10<sup>7</sup>-10<sup>8</sup> Бк/л.

Наибольшее распространение в настоящее время получила технология переработки ЖРО с использованием селективной сорбции, позволяющей сконцентрировать радиоактивные изотопы, в частности Cs, в небольшом объеме сорбента. Исследователями предлагается большое число материалов для извлечения цезия и других радионуклидов из ЖРО, однако они имеют ряд недостатков. В частности, природные необработанные сорбенты (цеолиты, глины) не обладают селективностью и способностью сохранять свои характеристики в высокосолевых растворах, вследствие чего могут приводить к образованию больших объемов вторичных РАО. Осадки чистых ферроцианидов тяжелых металлов, несмотря на высокое сродство к поглощению цезия, способны к растворению в щелочных растворах и склонны к пептизации. Использование в стадии сорбционной очистки технологии переработки ЖРО композиционных сорбентов на основе ферроцианидов металлов и минерального носителя определяет актуальность работы. Указанный композиционный материал может иметь преимущества в химической и радиационной стойкости, сочетать в себе качества природного сорбента – полифункционального катионита, способного к извлечению продуктов ядерного топлива из ЖРО, и ферроцианида металла – селективного сорбента для извлечения изотопов цезия. Импрегнирование ферроцианидов на поверхности

минеральной матрицы позволяет рассматривать полученные материалы как тонкопленочные, что заметно снижает диффузионные ограничения, характерные для чистых ферроцианидов, и способствует более эффективному их использованию.

Критериями эффективности сорбционного извлечения цезия служили следующие параметры: коэффициент распределения ( $K_d$ ),  $S$ , % – степень сорбции,  $q_e$  – сорбционная емкость, мг/г, которые рассчитывались по следующим формулам:

$$K_d = [A_o - A_p]/A_p(V_p/m_c), S = A_p/A_o \cdot 100 \%, q_e = K_d \cdot A_o,$$

где:  $A_o$  – исходная активность, Бк/дм<sup>3</sup>,  $A_p$  – равновесная активность, Бк/дм<sup>3</sup>,  $V_p$  – объем жидкой фазы, мл,  $m_c$  – масса навески сорбента, г.

Исследован ряд сорбентов по их способности к поглощению радионуклидов из модельных растворов, состав которых был максимально приближен к ЖРО РУ БН-350. Всего изучено 15 композиционных сорбентов: ферроцианиды меди, никеля и кобальта, нанесенные на 5 видов минеральных сорбентов – глины и цеолиты месторождений Восточного Казахстана, 3 чистых ферроцианида указанных металлов, непосредственно природные сорбенты и промышленный сорбент Термоксид-35, представляющий собой ферроцианид никеля, нанесенный на гидроксид циркония для сравнения.

Выявлено, что наиболее эффективными композиционными материалами являются ферроцианиды меди, импрегнированные на минеральный сорбент. Коэффициенты распределения цезия природных немодифицированных сорбентов определялись значениями  $K_d = \sim 10$ , ферроцианидных композиционных сорбентов меди и никеля -  $K_d = \sim 10^3$ - $10^4$ , кобальта  $\sim 10^2$ .

Исследование кинетики сорбции цезия показало, что равновесие в системе модельный раствор ЖРО – ферроцианидный сорбент устанавливается в течение 2 часов. Однако, на практике может использоваться время статической сорбции – 1 час, когда насыщение сорбента близко к максимальному.

Среди факторов, влияющих на извлечение цезия из растворов в процессе сорбционной очистки (величина pH, минерализация, содержание органического вещества), наибольшее влияние оказывала концентрация органического вещества.

В ходе экспериментальных исследований отмечено, что америций-241 достаточно эффективно удаляется красной глиной ( $S = 96 \%$ ). Европий-152 предложенным способом не извлекался. Способность сорбентов к поглощению плутония-(239+240) и стронция-90 требует дополнительного изучения.

Рекомендуется продолжить исследования и получить дополнительно данные по рентгенофазному анализу минеральных и композиционных сор-

бентов, исследовать их радиационную и химическую стойкость, апробировать на реальных растворах ЖРО, провести исследования по улучшению физико-химических характеристик композитов. Наиболее подходящие композиционные сорбенты при дополнительном исследовании их характеристик и апробации на реальных ЖРО могут быть рекомендованы для использования в разрабатываемой в Институте радиационной безопасности и экологии НЯЦ РК технологии переработки неорганических ЖРО РУ БН -350.

## АВТОРСКИЙ УКАЗАТЕЛЬ

### В

Bigalyev A.B. 123  
Bigalyeva R.K. 123

### Д

Dr. Mick Broderick 122  
Dr. Robert Jacobs 122

### С

Sinturina A. 123

### З

Zhanburshin E.T. 123

### А

Абишев А.Х. 65  
Адымов Ж. И. 99  
Айдарханов А.О. 29, 52, 63, 108,  
112, 113, 118  
Айдарханова А.К. 106  
Актаев М.Р. 63, 112  
Алимов Е.Б. 41  
Алипбеки А.О. 93  
Алипбеки О.А. 66, 93  
Алипбекова Ч.А. 93  
Амиров А.А. 71  
Антонова Е.В. 89  
Ануарбекова А.С. 98  
Апсаликов К.Н. 42  
Атрашков В.К. 19, 80  
Ахметов Е. 3. 99

### Б

Байгазинов Ж.А. 33, 37, 109  
Байгушикова Г.М. 134, 137

Бахтикиреева У.М. 132  
Бахтин Л.В. 50, 75  
Бахтин М.М. 44  
Бекенова Ф.К. 126  
Беляшов А.В. 105  
Беркинбаев Г.Д. 41  
Богатырев А.О. 65  
Божко В.В. 111  
Бондарь Ю.И. 60

### Г

Гайдайчук В.А. 101  
Гарбуз Ю.В. 127  
Генова С.В. 106  
Герт Е.В. 78  
Глухова Е.В. 87  
Глущенко В.Н. 144  
Говенко П.В. 71  
Гордеев С.К. 19, 80  
Губицкая Е.Г. 134, 137  
Гуммель К.В. 91

### Д

Дерявко И.И. 101  
Дерягин В.В. 91  
Джакенова А.С. 44  
Дианова Л.П. 132  
Дорожкин И.П. 111  
Дубасов Ю.В. 18, 79  
Дюсембаев С.Т. 56, 96, 98

### Е

Еременко Е.А. 69  
Есимбеков А.Ж. 113  
Есимбеков Ж.С. 56, 96

Ефремов М.В. 105

## **Ж**

Жадыранова А.А. 115

Жакупова Ш.Б. 42

Жапбасов Р.Ж. 134

Жиенбекова А.Е. 115

Жолдыбаев А. К. 105

## **З**

Заболотный А.В. 124

Забродский В.Н. 60

Зверева И.О. 145, 147

Зеленский К.Л. 75

Зингатинова З.С. 42

Зубец О.В. 78

## **И**

Ибрагимов Н.К. 56, 96

Иванова А.Р. 40

Иванова К. 92

Ивлиев М.В. 80

Иминова Д.Е. 56, 96, 98

Исаченко С.А. 81, 83, 84

## **К**

Кадыржанов К. К. 99

Кадырова Н.Ж. 135

Казымбет П.К. 44, 126

Калинин В.Н. 60

Капуцкий Ф.Н. 78

Каратаев С.С. 109

Каримбаева К.С. 142

Каширский В.В. 27, 54, 115

Кашкинбаев Е.Т. 44

Кожыханов Т.Е. 40

Козлова Л. И. 86

Комлев А.В. 75

Константинов С.В. 19, 80

Коровина О.Ю. 26, 115, 145, 147

Кузеубаева А. 98

Кундузбаева А.Е. 45

Кушербаев Б.Ш. 102

Кушербаева Н.Н. 105

## **Л**

Лакаев В.С. 19, 80

Ларионова Н.В. 29, 30, 35, 140

Левина С.Г. 91

Липихина А.В. 42

Лукашенко С.Н. 24, 26, 27, 29,

30, 33, 35, 37, 40, 45, 50, 52, 54,

63, 71, 73, 106, 108, 109, 112, 113,

115, 118, 145

Ляхова О.Н. 29, 30, 52, 108, 118

## **М**

Магашева Р.Ю. 45

Малимонова С.И. 79

Мамырбаева А.Н. 142

Маркабаева А. 98

Мешин М.М. 101

Минкенова К.С. 142

Мить А.Г. 144

Михайловская Л.Н. 87, 89

Модоров М.В. 89

Молчанова И.В. 87, 89

Монаенко В.Н. 69

Мошков А.С. 26



Мулдагалиев Т.Ж. 42  
Мурашова Е.Л. 62  
Мурзадилов Т.Д. 102  
Мурзакулов Г.Т. 66  
Мустафина Е.В. 127, 128  
Мухамеджанова Э.К. 98

## **Н**

Назаренко Л.М. 144  
Невейкин П.П. 19, 80  
Николин О.А. 62  
Новикова Е.А. 50, 116  
Нургужин М.Р. 66  
Нуркасымова А. 139  
Нурумбетова Р.М. 135

## **О**

Осинцев А.Ю. 48, 111, 127, 128  
Осинцев В.С. 19  
Осминов В.А. 19

## **П**

Панин М.С. 32  
Паницкий А.В. 33, 109  
Парфилова Н.С. 91  
Пасысаев В.А. 22  
Перфильева А. 137  
Пивоваров С.П. 139  
Позолотина В.Н. 89

## **Р**

Романенко В.В. 50, 73  
Романенко Е.В. 27

Рукавишникова О.В. 87  
Рухин А.Б. 139

## **С**

Садчиков В.И. 60  
Седукова Г.В. 81, 83, 84  
Сейсебаев А.Т. 135  
Семенин М.С. 127  
Середавина Т.А. 139  
Смирнова Е.А. 79  
Соловьев С.А. 20  
Стебельков В.А. 58  
Стрильчук Ю. Г. 24, 48  
Струнин В.И. 20  
Субботин С.Б. 50, 73, 116  
Сулейменов А.К. 56, 96  
Сутягин А.А. 91  
Сушкова Н.С. 139

## **Т**

Топорова А.В. 48  
Торгашов В.И. 78  
Торопов А.С. 145, 147  
Тур Е.С. 30  
Турченко Д.В. 52, 118

## **У**

Умаров М.А. 127

## **Ф**

Фалеев Е.Г. 144

## **Х**

Харкин П.В. 26

## **Ч**

Чеботина М.Я. 62

Чередниченко О.Г. 134, 137

Чернова Л.В. 73

Чернядьев В.В. 101

## **Ш**

Шайторов В. Н. 75, 102, 105

Шатров А.Н. 27, 54, 115

Шишков И.А. 22

## **Я**

Ягова Ат. 92

Яковенко А.М. 65

Яковенко Ю.Ю. 26, 27, 69

Янкаускас А.Б. 140, 142

**ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ**  
V МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ  
«СЕМИПАЛАТИНСКИЙ ИСПЫТАТЕЛЬНЫЙ ПОЛИГОН.  
РАДИАЦИОННОЕ НАСЛЕДИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ»

12-14 сентября 2012 г.

**BOOK OF ABSRACTS**  
V INTERNATIONAL SCIENTIFIC AND PRACTICAL CONFERENCE  
«SEMIPALATINSK TEST SITE.  
RADIATION LEGACY AND DEVELOPMENT PROSPECTS»

September 12-14, 2012

Формат 60x84/16. Бумага офсетная. Объем 9,62 печ. л. Тираж 150 экз. Заказ № 519ц  
Отпечатано в ТОО «Дом печати», 140000, г. Павлодар, ул. Ленина, 143, тел.: 8 (7182) 61-80-40