

МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ
60 ЛЕТ ОБЩЕГОСУДАРСТВЕННОЙ
РАДИОМЕТРИЧЕСКОЙ
СЛУЖБЕ РОССИИ

ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ

19-21 октября 2021 г.

ФГБУ «НПО «ТАЙФУН»
г. Обнинск

ОГЛАВЛЕНИЕ

Шершаков В.М., Булгаков В.Г., Челюканов В.В., Крышев И.И. СТАНОВЛЕНИЕ И ОСНОВНЫЕ ЭТАПЫ РАЗВИТИЯ РАДИОМЕТРИЧЕСКОЙ СЛУЖБЫ РОССИИ.....	6
Дюбайло О.В., Коновальчик А.В. СИСТЕМА РАДИАЦИОННОГО МОНИТОРИНГА НА ТЕРРИТОРИИ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ.....	9
Адамчик С.А., Бочаров К.Г., Романов В.В., Мамакина Н.В., Кузнецов А.Ю. СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ МОНИТОРИНГА РАДИАЦИОННОЙ ОБСТАНОВКИ В ГОСКОРПОРАЦИИ «РОСАТОМ».....	12
Санжарова Н.И., Фесенко С.В., Карпенко Е.И., Панов А.В., Кузнецов В.К., Исамов Н.Н. МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ И МЕТОДИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ РАДИАЦИОННО-ЭКОЛОГИЧЕС- КОГО МОНИТОРИНГА В ЗОНЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ АТОМНЫХ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ.....	13
Матвеев Л.В., Гаврилов С.Л. ОПЫТ ИБРАЭ РАН В СОЗДАНИИ И РАЗВИТИИ СИСТЕМ АВАРИЙНОГО РЕАГИРОВА- НИЯ И РАДИАЦИОННОГО МОНИТОРИНГА.....	14
Удалова А.А., Мельникова Т.В., Самохин Д.С. РАДИОЭКОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ ЯРОО В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПОДГОТОВКЕ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ЯДЕРНЫМ НАПРАВЛЕНИЯМ В ИАТЭ НИЯУ МИФИ.....	15
V.Hansen, A.Mosbech, F.F.Rigét, J.Søgaard-Hansen, P.Bjerregaard, R.Dietz, Ch.Sonne, G.Asmund, N.Bøknaes, M.Olsen, K.Gustavson, D.Boertmann, S.D.Fabricius, D.S.Clausen, A.S.Hansen BACKGROUND ²¹⁰ PO ACTIVITY CONCENTRATIONS IN GREENLAND MARINE BIOTA AND DOSE ASSESSMENT.....	16
Андреев Ф.А., Бородин Р.В., Бурков А.И., Малышкина М.В., Осипов Н.Н. ОПЫТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КОМПЛЕКСА МОБИЛЬНЫХ СРЕДСТВ РАДИАЦИОННОЙ РАЗВЕДКИ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЗАДАЧ РЕГИОНАЛЬНОГО ГИДРОЛОГИЧЕСКОГО ПРОГНОЗА.....	17
Артемьев Г.Б., Епифанов А.О., Корунов А.О., Прякина А.И., Храмов М.И., Каткова М.Н., Уваров А.Д., Ромашин Д.В., Тарасенко А.О., Калмыков С.А., Минишев Р.А., Никитин А.О., Реклайдис В.А., Смирнов И.В., Тадиашвили А.А. МОРСКАЯ ЭКСПЕДИЦИЯ ПО МОНИТОРИНГУ РАДИОАКТИВНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ЗАЛИВОВ СТЕПОВОГО И ЛИТКЕ В 2020 ГОДУ, А ТАКЖЕ ПРИБРЕЖНОГО РАЙОНА П. АМДЕРМА.....	18
Бакин Р.И., Егоров Н.Ю., Ильичев Е.А, Киселев А.А., Шведов А.М. МОДЕЛИРОВАНИЕ АППАРАТУРНЫХ СПЕКТРОВ ДЕТЕКТОРОВ ДЛЯ ЗАДАЧИ ОБОСНОВАНИЯ ОСНАЩЕНИЯ ПОСТОВ АСКРО АЭС СПЕКТРОМЕТРИЧЕСКИМ ОБОРУДОВАНИЕМ.....	19
Банникова О.А. ОБ ОПЫТЕ И ПРОБЛЕМАХ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПОНЯТИЙ ВЫСОКОГО И ЭКСТРЕМАЛЬНО-ВЫСОКОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПРИ ОЦЕНКЕ РАДИАЦИОННОЙ ОБСТАНОВКИ НА РАДИОМЕТРИЧЕСКОЙ СЕТИ РОСГИДРОМЕТА.....	20
Богачева Е.Г., Яхрюшин В.Н., Полянская О.Н., Зубачева А.А. АНАЛИЗ СЛУЧАЕВ КРАТКОВРЕМЕННОГО ПОВЫШЕНИЯ РАДИОАКТИВНОСТИ В ПРИЗЕМНОМ СЛОЕ ВОЗДУХА НА ТЕРРИТОРИИ РФ В 2016 - 2020 ГОДАХ.....	21
Бондаренко Л.Г., Тишков В.П. КАК РОЖДАЛСЯ МОНИТОРИНГ РАДИОАКТИВНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ.....	22
Бородин Р.В., Камаев Д.А., Шершаков В.М. МЕТОД ВЫЯВЛЕНИЯ МЕСТОПОЛОЖЕНИЯ ВОЗМОЖНЫХ ИСТОЧНИКОВ ЗАГРЯЗНЕНИЯ НА ОСНОВЕ ДАННЫХ НАБЛЮДЕНИЙ, ПОСТУПАЮЩИХ ОТ ПОСТОВ СЕТИ МОНИТОРИНГА.....	24

Бочаров К.Г., Мамакина Н.В., Кузнецов А.Ю. ФУНКЦИОНИРОВАНИЕ ОТРАСЛЕВОЙ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА РАДИАЦИОННОЙ ОБСТАНОВКИ ГОСКОРПОРАЦИИ «РОСАТОМ».....	25
Буренко Л.И., Зивенко Н.О., Коробов В.Ю., Любимцев А.Б. АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА КОНТРОЛЯ РАДИАЦИОННОЙ ОБСТАНОВКИ НИЦ «КУРЧАТОВСКИЙ ИНСТИТУТ».....	26
Бурякова А.А., Булгаков В.Г., Крышев А.И., Каткова М.Н. МОДЕЛЬНЫЙ РАСЧЕТ СОДЕРЖАНИЯ ¹³¹ I В ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЕ И ОЦЕНКА ДОЗО- ВОЙ НАГРУЗКИ НА НАСЕЛЕНИЕ ВБЛИЗИ АО «НИФХИ ИМ. Л.Я. КАРПОВА».....	27
Вакуловский С.М., Уваров А.Д. ОБ УЧАСТИИ УЧРЕЖДЕНИЙ ГОСКОМГИДРОМЕТА СССР И РОСГИДРОМЕТА В РАБОТАХ ПО ЛИКВИДАЦИИ АВАРИИ НА ЧАЭС.....	28
Васильев Д.В., Гераськин С.А., Дикарева Н.С. ВЛИЯНИЕ АНТРОПОГЕННОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ И ПОГОДНЫХ УСЛОВИЙ НА ПОПУЛЯЦИИ СОСНЫ.....	29
Васянович М.Е., Швалев Н.Г., Игнатьев О.В., Соловская И.М., Мурашова Е.Л. СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ АСПИРАЦИОННЫХ ПОСТОВ ДЛЯ МОНИТОРИНГА АТМО- СФЕРНОГО ВОЗДУХА ДЛЯ ОБЪЕКТОВ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ.....	30
Воробьев В.А. МОНИТОРИНГ ИОНИЗИРУЮЩЕЙ РАДИАЦИИ В ПРИРОДНОЙ СРЕДЕ.....	31
Вуколова А.-Н.В., Долгих А.П. НОРМИРОВАНИЕ ВЫБРОСОВ РАДИОАКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ ПРИ НОРМАЛЬНОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ АЭС С РЕАКТОРАМИ ТИПА ВВЭР И РWR.....	32
Гниломедов В.Д., Каткова М.Н., Яхрюшин В.Н., Полянская О.Н. МИГРАЦИЯ ¹³⁷ Cs В ЛАНДШАФТАХ ТЕРРИТОРИЙ ЦФО, ЗАГРЯЗНЕННЫХ В РЕЗУЛЬТАТЕ АВАРИИ НА ЧАЭС.....	33
Гордеев С.К., Пташкин А.Г., Светличный Ю.А., Чистовский Ю.В. ФОНОВАЯ РАДИОАКТИВНОСТЬ АЭРОЗОЛЕЙ ПРИЗЕМНОГО СЛОЯ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА В МОСКВЕ.....	34
Грипас О.Е., Цветкова В.С. РАДИАЦИОННЫЙ МОНИТОРИНГ НА ТЕРРИТОРИИ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ФГБУ «СЕВЕРНОЕ УГМС». ОПЫТ. ПЕРСПЕКТИВЫ.....	35
Далбаева Е.А., Ерофеевская Л.А., Салтыкова А.Л. ИССЛЕДОВАНИЕ РАДИОНУКЛИДОВ В ВОДОИСТОЧНИКАХ НА ТЕРРИТОРИИ РЕСПУБЛИКИ САХА (ЯКУТИЯ).....	36
Дровников В.В., Егоров Н.Ю., Живун В.М., Кадушкин А.В., Коваленко В.В. ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ <i>IN SITU</i> ГАММА-СПЕКТРОМЕТРОВ В СОСТАВЕ АППАРАТУРЫ СТАЦИОНАРНЫХ И МОБИЛЬНЫХ ПОСТОВ АСКРО АЭС РФ.....	37
Епифанов А.О., Тертышник Э.Г., Епифанова И.Э., Уваров А.Д. К ВОПРОСУ ПРИМЕНЕНИЯ КОМПОЗИТНЫХ СОРБЕНТОВ НА ОСНОВЕ ГЕКСАЦИАНОФЕРРАТОВ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ГАММА-СПЕКТРОМЕТРИЧЕСКОГО АНАЛИЗА ПРИРОДНЫХ ВОД.....	38
Ерофеевская Л.А., Далбаева Е.А., Салтыкова А.Л. ИССЛЕДОВАНИЕ РАДИАЦИОННОГО ФОНА МЕРЗЛОТНЫХ ПОЧВ ЯКУТИИ.....	39
Ефимов С.Е., Ерофеевская Л.А., Далбаева Е.А., Александров А.Р., Салтыкова А.Л. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЦЕОЛИТА В КАЧЕСТВЕ ЗАЩИТНОГО БАРЬЕРА ПРИ МИГРАЦИИ РАДИОНУКЛИДОВ.....	40
Желаев А.И., Кочнов О.Ю., Фомичев В.В. МЕРОПРИЯТИЯ, НАПРАВЛЕННЫЕ НА СНИЖЕНИЕ РАДИОАКТИВНЫХ ВЫБРОСОВ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ АО «НИФХИ ИМ. Л.Я. КАРПОВА».....	41

Жеребцова Т.О., Татаринов В.В. ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ РАДИОЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА ПРЕДПРИЯТИЙ-ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ ЯДЕРНОГО ТОПЛИВА.....	42
Захарян Р.А., Сафронов А.Л. ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ КАФЕДРЫ «ИНФОКОММУНИКАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И СИСТЕМ СВЯЗИ» АКАДЕМИИ ГРАЖДАНСКОЙ ЗАЩИТЫ В ОБЛАСТИ РАДИОМЕТРИЧЕСКИХ НАБЛЮДЕНИЙ И ИНФОРМАЦИИ.....	43
Зорин И.П., Колесников О.Н. СОЗДАНИЕ МЕТОДИЧЕСКИХ РЕКОМЕНДАЦИЙ ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ГАЗООБРАЗУЮЩИХ ЭЛЕМЕНТОВ МЕТОДОМ МАСС-СПЕКТРОМЕТРИИ ВТОРИЧНЫХ ИОНОВ.....	44
Зубачева А.А., Каткова М.Н., Тарасенко А.О., Храмов М.И., Богачева Е.Г. МОНИТОРИНГ СОДЕРЖАНИЯ РАДИОНУКЛИДОВ ТРИТИЯ И УГЛЕРОДА -14 В АТМОСФЕРНОМ ВОЗДУХЕ В РАЙОНЕ БЕЛОРУССКОЙ АЭС.....	45
Каткова М.Н., Уваров А.Д., Артемьев Г.Б., Епифанов А.О., Прякина А.И., Тарасенко А.О., Реклайдис В.А., Смирнов И.В., Шунин М.В., Зимина, Цветкова В.С., Ершова А.С. МОРСКАЯ ЭКСПЕДИЦИЯ 2021 ГОДА ПО МОНИТОРИНГУ РАДИОАКТИВНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ РАЙОНА ЗАТОПЛЕНИЯ АПЛ К-278 «КОМСОМОЛЕЦ».....	46
Киселёв А.А. СОВРЕМЕННЫЕ ПОДХОДЫ ПРОВЕДЕНИЯ РАСЧЕТОВ АТМОСФЕРНОГО ПЕРЕНОСА ДЛЯ ЗАДАЧ ОБОСНОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ И ИХ РЕАЛИЗАЦИЯ В ИБРАЭ РАН.....	47
Козлова Л.Ф., Хохлова А.В. АНАЛИЗ ПОВТОРЯЕМОСТИ ИНВЕРСИЙ ТЕМПЕРАТУРЫ НАД ТЕРРИТОРИЕЙ КРАСНОЯРСКОГО КРАЯ ПО ДАННЫМ РАДИОЗОНДИРОВАНИЯ.....	48
Косов А.Д., Илларионенкова Д.В., Орехов А.А., Смирнов И.В. СТРАТЕГИЯ РАДИАЦИОННОГО МОНИТОРИНГА ДЛЯ ЗАЩИТЫ ПЕРСОНАЛА И НАСЕЛЕНИЯ В СЛУЧАЕ АВАРИИ.....	49
Косых И.В., Крышев А.И., Крышев И.И. МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ РАДИАЦИОННОГО ФОНА ПО ДАННЫМ МНОГОЛЕТНЕГО МОНИТОРИНГА ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД В РАЙОНЕ БЕЛОЯРСКОЙ АЭС.....	50
Крышев И.И., Павлова Н.Н., Сазыкина Т.Г., Крышев А.И., Косых И.В., Бурякова А.А., Газиев И.Я. МЕТОДИКА ОЦЕНКИ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО РИСКА ДЛЯ ОБЪЕКТОВ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ ПО ДАННЫМ МОНИТОРИНГА РАДИАЦИОННОЙ ОБСТАНОВКИ.....	51
Куприянова И.А., Ромашин Д.В., Каткова М.Н. СИСТЕМНЫЙ ПОДХОД К ОБЕСПЕЧЕНИЮ ДОСТУПА ПОЛЬЗОВАТЕЛЕЙ ЭЛЕКТРОН- НОГО АРХИВА ДАННЫХ ИПМ О СОСТОЯНИИ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ.....	52
Курындин А.В. к.т.н., Орлов М.Ю., Пажитных К.С., Шаповалов А.С. МЕЖДУНАРОДНЫЕ РЕКОМЕНДАЦИИ И НАИЛУЧШИЕ ПРАКТИКИ ИЗЪЯТИЯ И ОСВОБОЖДЕНИЯ ОТ РЕГУЛИРУЮЩЕГО КОНТРОЛЯ.....	53
Линник В.Г., Иваницкий О.М., Соколов А.В., Мироненко И.В., Борисов А.П., Федин А.В. ТРАНСФОРМАЦИЯ ПОЛЯ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ¹³⁷ Cs В АГРОЛАНДШФТАХ БРЯНСКОЙ ОБЛАСТИ ЧЕРЕЗ 30 ЛЕТ ПОСЛЕ АВАРИИ НА ЧАЭС.....	54
Московская К.А., Ивахно В.В., Мельникова Т.В. РАДИОЭКОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ, РАСПОЛОЖЕННЫХ В ЗОНЕ ВЛИЯНИЯ НИФХИ ИМ. Л.Я. КАРПОВА В 2020-2021 ГГ.....	55
Мухалев В.Н., Прудникова Е.С., Бурков А.И. ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ ФИАЦ РОСГИДРОМЕТА ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ РАДИАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ.....	56
Павлова Н.Н., Крышев А.И., Бурякова А.А., Косых И.В., Сазыкина Т.Г., Крышев И.И. ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО РИСКА В ЗОНЕ НАБЛЮДЕНИЯ ФГУП «ПО «МАЯК» ПО ДАННЫМ МНОГОЛЕТНЕГО МОНИТОРИНГА.....	57

Панченко С.В., Аракелян А.А. СРАВНЕНИЕ РИСКОВ ВОЗДЕЙСТВИЯ ТЕХНОГЕННЫХ ФАКТОРОВ РАЗЛИЧНОЙ ПРИРОДЫ НА ЗДОРОВЬЕ НАСЕЛЕНИЯ В РАЙОНАХ РАЗМЕЩЕНИЯ ПРЕДПРИЯТИЙ АЭПК.....	58
Полянская О.Н, Каткова М.Н., Елифанов А.О., Зубачева А.А. РЕЗУЛЬТАТЫ МЕЖДУНАРОДНЫХ СЛИЧИТЕЛЬНЫХ ИСПЫТАНИЙ ПО ОПРЕДЕЛЕНИЮ АНТРОПОГЕННЫХ И ПРИРОДНЫХ РАДИОНУКЛИДОВ В ПРОБАХ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ В РАМКАХ ПРОЕКТА ALMERA.....	59
Рожко О.И., Татаринцов В.В. ПРОГНОЗ РИСКОВ ВОЗНИКНОВЕНИЯ ЧС ПРИ ЗАПУСКЕ СПУТНИКА С ИСТОЧНИКАМИ ИОНИЗИРУЮЩЕГО ИЗЛУЧЕНИЯ.....	60
Рубинштейн К.Г., Игнатов Р.Ю., Курбатова М.М., Губенко И.М., Киселев А.А., Красноперов С.Н. ПОДГОТОВКА МНОГОЛЕТНИХ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ ДАННЫХ ДЛЯ АНАЛИЗА РАДИАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОЕКТИРУЕМЫХ АЭС.....	61
Руднев В.В., Руднева О.А. ДИНАМИКА АКТИВНОСТИ CS-137 В ПРИЗЕМНЫХ СЛОЯХ АТМОСФЕРЫ НА ТЕРРИТОРИИ г. КУРСКА.....	62
Салтыкова А.Л., Ерофеевская Л.А., Далбаева Е.А. ВЛИЯНИЕ РАДИОНУКЛИДОВ ¹³⁷ Cs И ⁹⁰ Sr НА МИКРОБНОЕ СООБЩЕСТВО.....	63
Титов И. Е., Кречетников В. В., Шубина О.А., Кречетникова Е.О., Прудников П.В. АНАЛИЗ СОВРЕМЕННОЙ РАДИАЦИОННОЙ ОБСТАНОВКИ НА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТ- ВЕННЫХ УГОДЬЯХ, ВРЕМЕННО ВЫВЕДЕННЫХ ИЗ ЗЕМЛЕПОЛЬЗОВАНИЯ ПОСЛЕ АВАРИИ НА ЧАЭС.....	64
Туков А.Р., Шафранский И.Л., Александрова И.В., Прохорова О.Н., Орлов Ю.В. ТОЛЬКО СБОР ДАННЫХ О ДОЗАХ РАЗЛИЧНЫХ ВИДОВ ОБЛУЧЕНИЯ ПОЗВОЛИТ ПОЛУЧИТЬ КОРРЕКТНУЮ ОЦЕНКУ РАДИАЦИОННОЙ ОБСТАНОВКИ.....	65
Тхорик О.В., Меджидов И.М., Полякова И.В., Чиж Т.В., Харламов В.А. ИДЕНТИФИКАЦИЯ ОБРАБОТАННОГО ИОНИЗИРУЮЩИМ ИЗЛУЧЕНИЕМ СУШЕНОГО УКРОПА МЕТОДОМ ЭЛЕКТРОННОГО ПАРАМАГНИТНОГО РЕЗОНАНСА.....	66
Царина А.Г., Андреев А.К. РАЗВИТИЕ ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ RECASS.....	67
Шаповалов А.С., Курьиндин А.В., Тимофеев Н.Б. НОРМИРОВАНИЕ ВЫБРОСОВ И СБРОСОВ РАДИОАКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ В ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ.....	68
Яхрюшин В.Н, Уваров А.Д. ВЛИЯНИЕ ЗАГЛУБЛЕНИЯ ЦЕЗИЯ-137 НА ВРЕМЕННОЙ ХОД МЭД НАД ПОЧВАМИ РОССИИ, ЗАГРЯЗНЕННЫМИ ПОСЛЕ АВАРИИ НА ЧАЭС.....	69
Яхрюшин В.Н., Полянская О.Н. ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА ЭМПИРИЧЕСКОЙ МОДОВОЙ ДЕКОМПОЗИЦИИ ДЛЯ ВЫДЕЛЕНИЯ ТРЕНДОВОЙ СОСТАВЛЯЮЩЕЙ РЯДОВ ДАННЫХ РАДИАЦИОННОГО МОНИТОРИНГА.....	70

СТАНОВЛЕНИЕ И ОСНОВНЫЕ ЭТАПЫ РАЗВИТИЯ РАДИОМЕТРИЧЕСКОЙ СЛУЖБЫ РОССИИ

Шершаков В.М., Булгаков В.Г., Челюканов В.В., Крышев И.И.
ФГБУ НПО «Тайфун», г. Обнинск

Осознание необходимости использования гидрометеорологических данных и ресурсов гидрометеорологических служб для определения переноса загрязняющих веществ в атмосфере, гидросфере и миграции их в почве пришло с началом создания и испытания ядерного и термоядерного оружия в конце 40-х и начала 50-х годах прошлого столетия, когда радиоактивное загрязнение начало приобретать глобальный характер. Одновременно возникла потребность формирования соответствующих систем наблюдений за уровнями активности радионуклидов в природной среде, их оценке и прогнозе изменения при продолжении испытаний.

В последующем необходимость проведения наблюдений за загрязнением окружающей среды и требование об обязательном учете климатических и гидрометеорологических характеристик при обосновании и осуществлении любой хозяйственной деятельности, связанной с поступлением загрязняющих веществ в окружающую среду, проведении на основе этих данных расчетов возможных уровней загрязнения, нашло отражение в соответствующих нормативных правовых документах.

Регулярные наблюдения за атмосферными выпадениями радионуклидов на территории СССР начались с марта 1954 года на 120 метеостанциях. По поручению руководителя советской ядерной программы И.В. Курчатова выдающимся ученым-геофизиком Е.К. Федоровым был создан Институт прикладной геофизики (ИПГ) для исследования распространения в окружающей среде радиоактивных продуктов ядерных взрывов. Первоочередной задачей для сотрудников этого института стало создание комплекса приборов и разработка методик их использования для радиационного контроля атмосферы и местности. Испытание приборов происходило в реальных условиях радиоактивно загрязненных территорий. Эту работу возглавил тогда молодой физик Ю.А. Израэль, впоследствии Руководитель Госкомгидромета, академик РАН. Результаты этих работ показали, что в результате атмосферных ядерных испытаний происходит не только интенсивное радиоактивное загрязнение окружающей среды на территориях, непосредственно прилегающих к испытательным полигонам, но радиоактивные продукты взрывов в результате атмосферного переноса распространяются на большие расстояния. Таким образом, было показано, что для достоверной оценки последствий атмосферных ядерных испытаний требуется создание на территории страны специализированной системы наблюдений, обеспечивающей слежение за динамикой и тенденциями изменения радиоактивного загрязнения окружающей среды.

Датой создания национальной системы мониторинга радиоактивного загрязнения окружающей среды принято считать 04.02.1961 г., когда постановлением Правительства СССР на Главное управление гидрометеорологической службы при Совете Министров СССР (ГУГМС, ныне – Росгидромет) было возложено создание «Общегосударственной радиометрической службы наблюдений и информации». Наблюдения за радиоактивным загрязнением были организованы на гидрометеопостах и станциях, что позволило проводить интерпретацию изменений в уровнях загрязнения.

Научно-методическим и информационно-аналитическим центром данной системы по предложению Е.К. Федорова был определен Обнинский полигон ИПГ (ныне ФГБУ «НПО «Тайфун»), значительный вклад в эффективную деятельность которого внесли С.М. Вакуловский, Ц.И. Бобовникова, Я.И. Газиев, Н.К. Гасилина, И.Л. Кароль, С.Г. Малахов, К.П. Махонько, Г.А. Серeda, А.Н. Силантьев, внесшие впоследствии выдающийся вклад в изучение процессов радиоактивного загрязнения окружающей среды и научно-методическое обеспечение радиационного мониторинга.

По существу, данные соответствующих национальных систем мониторинга радиоактивного загрязнения окружающей среды ведущих государств, включая

радиометрическую службу СССР, а также результаты прогнозов, стали научной базой для заключения в 1963 г. Московского договора о запрещении ядерных испытаний в околоземном космическом пространстве, атмосфере и под водой и Конвенции об оперативном оповещении о ядерной аварии (1986 г.).

Серьезным испытанием для радиометрической службы стала авария на Чернобыльской АЭС, в оценку последствий которой она внесла определяющий вклад. Специалистами Госкомгидромета выполнен большой объем исследований по изучению и мониторингу радиационных последствий Чернобыльской аварии, включая исследования «горячих» частиц, физико-химических форм нахождения чернобыльских радионуклидов в природных средах, реконструкции загрязнения почвы йодом-131, ветрового переноса радионуклидов, динамики радиоактивного загрязнения озер, рек и морей, смыва радионуклидов с водосборных территорий, деформации электрических характеристик атмосферы в зоне аварии, прогноза переноса продуктов аварии, обследования радиоактивного загрязнения территории населенных пунктов. Фундаментальный вклад в оценку радиационных последствий Чернобыльской аварии внесли Ю.А. Израэль, В.А. Борзилов, С.М. Вакуловский, А.Б. Иванов, К.П. Махонько, А.И. Никитин, В.В. Смирнов, Е.Д. Стукин, Ю.С. Цатуров, В.В. Челюканов и др.

В настоящее время государственный мониторинг радиационной обстановки на территории Российской Федерации осуществляется в рамках Единой Государственной Автоматизированной Системы Мониторинга Радиационной Обстановки (ЕГАСМРО) Федеральной службой по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (Росгидромет), а также федеральными органами исполнительной власти и Государственной корпорацией по атомной энергии «Росатом».

В соответствии с законодательством РФ Росгидромет осуществляет мониторинг радиационной обстановки на всей территории России, а государственная корпорация «Росатом» в районах расположения объектов использования атомной энергии (ОИАЭ), принадлежащих эксплуатирующим организациям корпорации.

Росгидромет обеспечивает координацию деятельности по ведению ЕГАСМРО и, с участием федеральных органов исполнительной власти и государственной корпорации «Росатом», организацию согласованного функционирования сетей наблюдения за радиационной обстановкой в рамках ЕГАСМРО. Таким образом, достигается необходимая полнота и сопоставимость информации о радиационной обстановке на территории России.

В системе радиационного мониторинга Росгидромета наблюдения за параметрами радиоактивного фона основываются на использовании современных технических средств и чувствительных методов измерений. Это позволяет определять активность радионуклидов в окружающей среде, поступающих с выбросами и сбросами при штатном функционировании объектов использования атомной энергии и следить за изменением радиационной обстановки в районах их воздействия. Данные о радиационной обстановке, накопленные с 1954 г., а также преемственность в методах анализа позволяют провести оценку закономерностей многолетней динамики содержания радионуклидов.

После прекращения ядерных испытаний в атмосфере наблюдалось постепенное снижение активности техногенных радионуклидов в воздухе вплоть до 1986 г., когда в результате Чернобыльской аварии произошло значительное увеличение техногенной радиоактивности окружающей среды, в долгосрочном аспекте в основном за счет ^{137}Cs . Следующее относительно небольшое увеличение радиоактивного загрязнения атмосферы наблюдалось в 2011 г. в результате аварии на АЭС «Фукусима» (Япония). В настоящее время радиационная обстановка на большей части территории России определяется естественной радиоактивностью окружающей среды.

Для интеграции данных наблюдений, их анализа и представления создана и развивается система информационно-аналитических центров сбора и представления информации от различных сетей наблюдения за радиационной обстановкой. На базе ФГБУ «НПО «Тайфун» Росгидромета функционирует главный информационно-аналитический центр (ГИАЦ) ЕГАСМРО, куда стекается вся информация о радиационной обстановке. Результаты наблюдений представляются на Интернет-сайте ГИАЦ, как в режиме реального времени, так и в виде обобщенных и проанализированных материалов: ежегодников (выпускаются с 1985 г.), справок и бюллетеней, подготовленных специалистами ФГБУ «НПО «Тайфун».

Программное обеспечение ГИАЦ позволяет проводить оценку и прогнозы радиационной обстановки в случае радиационных аварий или нештатных ситуаций, связанных с поступлением радионуклидов в окружающую среду.

Под научным руководством В.М. Шершакова, реализована современная технология комплексной поддержки принятия решений

В рамках ЕГАСМРО, под научным руководством В.М. Шершакова, создана современная система комплексной поддержки принятия решений по реагированию на изменение состояния окружающей среды, обусловленное радиоактивным загрязнением. Разработанные методы и программные средства прошли апробацию на многочисленных данных измерений и радиационного мониторинга при анализе последствий Чернобыльской аварии и радиационной аварии на АЭС «Фукусима», вошли в состав общеевропейской системы RODOS поддержки принятия решений при ядерных авариях, а также нашли практическое применение при создании компьютерной системы RECASS, как базовой системы ЕГАСМРО на территории Российской Федерации.

В НПО «Тайфун» развиваются методология оценки радиационной обстановки на основе природоохранных критериев, анализа рисков для окружающей среды в зонах наблюдения объектов использования атомной энергии и на радиационно-загрязненных территориях, методы и технологии сбора, хранения и представления информации, что способствует повышению безопасности расширяющегося использования радиоактивных материалов в разных сферах хозяйственной деятельности.

В настоящее время в связи с развитием Арктической зоны Российской Федерации особое внимание уделяется развитию системы радиационного мониторинга в Арктическом регионе и проведению мониторинга (экспедиционные обследования) радиоактивности морей Северного ледовитого океана. Совершенствуются системы локального мониторинга государственной корпорации «Росатом». При этом появляются новые вызовы к развитию систем мониторинга радиационной обстановки, связанных с внедрением новых технологий с использованием радиоактивных материалов, например, в области фармацевтики, а также современные требования в области радиационной безопасности. Одной из важнейших задач является обеспечение согласованного функционирования систем радиационного мониторинга различных ведомств, прежде всего, Росгидромета и Госкорпорации «Росатом», внедрение современных средств и программ наблюдений, позволяющих повысить оперативность выявления изменений в радиационной обстановке.

Накопленный практический опыт 60-летней деятельности Радиометрической службы страны остается основой для реализации основных правовых положений, требований и подходов к деятельности государственной системы мониторинга загрязнения окружающей среды на территории Российской Федерации.

СИСТЕМА РАДИАЦИОННОГО МОНИТОРИНГА НА ТЕРРИТОРИИ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Дюбайло О.В., Коновальчик А.В.

Государственное учреждение «Республиканский центр по гидрометеорологии, контролю радиоактивного загрязнения и мониторингу окружающей среды» Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь

Система радиационного мониторинга на территории Республики Беларусь была основана на теории и практике мониторинга, созданного в СССР, и имеющего полувековую историю.

С 1963 года в Беларуси на сети гидрометеорологических станций проводились измерения мощности дозы гамма-излучения (МД), а затем были введены пункты контроля радиоактивных выпадений из атмосферы (отбор проб естественных выпадений из атмосферы производился с помощью горизонтальных планшетов).

До катастрофы на ЧАЭС контроль радиоактивных выпадений из атмосферы с использованием горизонтальных планшетов проводился в 8 пунктах наблюдений в городах: Барановичи, Брест, Витебск, Гомель, Гродно, Минск, Могилёв и Пинск.

Имеющаяся к 1986 году сеть радиационного мониторинга позволила оценить динамику уровней мощности дозы гамма-излучения и концентрации йода-131 и цезия-137 в воздухе в первые дни после катастрофы на Чернобыльской АЭС.

Развитие системы радиационного мониторинга и контроля на территории Беларуси было обусловлено необходимостью ликвидации последствий катастрофы на ЧАЭС. После аварии на Чернобыльской АЭС в Беларуси были предприняты усилия по оценке радиоактивного загрязнения территории и созданию сети пунктов наблюдений, включающей наблюдения не только за радиоактивным загрязнением воздуха, но и за загрязнением поверхностных и подземных вод, почвы.

Сразу же был организован отбор проб почвы на загрязнённых территориях около ЧАЭС. В последующие годы проведено подворное обследование населенных пунктов, расположенных на радиоактивно загрязнённых территориях. Сеть радиационного мониторинга атмосферного воздуха расширена до 30 пунктов наблюдений за радиоактивными выпадениями из атмосферы.

В первые два десятилетия после аварии радиационный мониторинг в зоне чернобыльского загрязнения был доминирующим: проводились масштабные обследования всей территории республики, интенсивно изучались процессы пространственного перераспределения радионуклидов в наземных и водных экосистемах. В 1992-1993 году заложена сеть реперных площадок и ландшафтно-геохимических полигонов.

Сегодня, спустя более 35-ти лет после чернобыльской аварии, радиационная ситуация на загрязнённых территориях стабильна, контролируема и предсказуема. Идет монотонное снижение доз облучения за счет естественных физических процессов (радиоактивный распад радионуклидов, горизонтальная и вертикальная миграция, процессы выветривания и воздушного переноса) и деятельности человека. Поэтому сложившаяся радиационная обстановка на территории Республики Беларусь по современной классификации, предложенной Международным агентством по атомной энергии, относится к ситуации существующего облучения.

В связи с этим, начиная с 2012 года, система радиационного мониторинга прошла несколько этапов оптимизации. Был внесен ряд изменений в перечень пунктов и регламент наблюдений, в основном, в сторону уменьшения периодичности и количества пунктов наблюдений на «чернобыльских» территориях, и внедрения в практику мониторинга наблюдений за естественным радиационным фоном, а также расширение сети пунктов наблюдения в районе размещения Белорусской АЭС. В районе расположения размещения Белорусской АЭС организовано три дополнительных пункта отбора радиоактивных выпадений и аэрозолей, три пункта наблюдений радиационного мониторинга поверхностных вод и четыре пункта наблюдений радиационного мониторинга почв.

Сеть пунктов наблюдений радиационного мониторинга в районе расположения АЭС сконфигурирована таким образом, чтобы быть пригодной для использования на всех этапах существования АЭС: при ее нормальной работе, при ремонте, при выводе из эксплуатации в связи с реконструкцией, демонтажем или консервацией реакторов, а также при возможной радиационной аварии.

Сбор, обработку, хранение, обработку и данных, предоставление информации, получаемой в результате проведения радиационного мониторинга, осуществляет информационно-аналитический центр радиационного мониторинга, функционирующий в Белгидромете.

Сеть пунктов наблюдений радиационного мониторинга Белгидромета в основном ориентирована на раннее обнаружение повышенных уровней радиоактивного загрязнения вследствие аварий на радиационно и ядерно опасных объектах. Поскольку воздушная и водная среды являются наиболее динамичными, основное внимание уделяется мониторингу атмосферного воздуха и поверхностных вод.

На территории Республики Беларусь в 2021 году функционировало 76 пунктов наблюдений *радиационного мониторинга атмосферного воздуха*, включающих:

41 пункт наблюдений, на котором ежедневно проводятся измерения мощности дозы гамма-излучения (далее – МД);

25 пунктов наблюдений, на которых проводятся наблюдения за естественными выпадениями из атмосферы (отбор проб проводился с помощью горизонтальных планшетов ежедневно на 7-ми пунктах, расположенных в зонах влияния работающих АЭС, на остальных пунктах наблюдений – 1 раз в 10 дней);

10 пунктов наблюдений, расположенных в городах Браслав, Гомель, Минск, Могилев, Мозырь, Мстиславль, Пинск, Лынтупы, Нарочь и Ошмяны, на которых проводятся наблюдения за радиоактивными аэрозолями в приземном слое атмосферы (отбор проб проводится с использованием фильтровентиляционных установок на 9 пунктах наблюдений ежедневно, на пункте наблюдений г. Могилев – 1 раз в 10 дней).

Для оперативного выявления аварийных ситуаций суточные пробы атмосферного воздуха, отобранные в районах воздействия работающих АЭС, расположенных на территории сопредельных государств, подвергаются анализу на содержание «свежих» продуктов распада, короткоживущих радионуклидов, и в первую очередь, йода-131.

Все выше упомянутые пункты наблюдения радиационного мониторинга атмосферного воздуха являются дискретными пунктами, однако следует отметить, что на территории Республики Беларусь организованы и функционируют 5 автоматических систем контроля радиационной обстановки - АСКРО. Эти АСКРО Предназначены для поддержки принятия решений в случае возникновения чрезвычайной ситуации радиационного характера. Данные от этих систем поступают в Белгидромет в режиме реального времени с периодичностью 10 мин. Всего в составе АСКРО Белгидромета 32 автоматических пункта измерения, из них:

22 автоматических пункта измерения расположены в зонах влияния АЭС сопредельных государств;

10 автоматических пунктов измерений расположены в районе расположения Белорусской АЭС.

За период наблюдений после аварии на Чернобыльской АЭС было зафиксировано три случая незначительного повышения уровней радиоактивного загрязнения атмосферного воздуха:

март 2011 г. - появление в воздухе йода-131 и цезия-134 и увеличение содержания цезия-137, обусловленные аварией на АЭС «Фукусима»;

апрель-август 2015 г. - увеличение содержания цезия-137, обусловленное крупными пожарами в зоне отчуждения Чернобыльской АЭС;

октябрь 2017 г. - появление в воздухе рутения-106, источник неизвестен.

Данные радиационного мониторинга передавались в МЧС Республики Беларусь (Республиканский центр реагирования на чрезвычайные ситуации) и Минздрав Республики

Беларусь (РНПЦ гигиены). Минздравом проводился расчет доз облучения населения. Результаты показали, что дозы облучения, рассчитанные для критической группы населения (дети), не представляют угрозы для здоровья населения Республики Беларусь и не требуют проведения защитных мероприятий.

Радиационный мониторинг поверхностных вод в 2021 г. проводился на 16 пунктах наблюдений, расположенных на 6 реках Беларуси, протекающих по территориям, загрязненным в результате аварии на Чернобыльской АЭС: Днепр (г. Речица), Припять (г. Мозырь), Сож (г. Гомель), Ипуть (г. Добруш), Беседь (д. Светиловичи), Нижняя Брагинка (д. Гдень); на 6-ти трансграничных участках рек, а также на оз. Дрисвяты (д. Пашевичи), которое являлось водоемом-охладителем Игналинской АЭС; на 3-х водных объектах в районе размещения Белорусской АЭС: р. Вилия (д. Быстрица), на оз. Нарочь (к.п. Нарочь) и оз. Свирь (п. Свирь).

Наблюдаемые параметры - суммарная альфа- и бета-активность, объемная активность цезия-137 и стронция-90 в поверхностных водах; удельная активность цезия и стронция в донных отложениях.

Среднегодовые концентрации цезия-137 и стронция-90 в воде основных контролируемых рек Гомельской области в настоящее время значительно ниже референтных уровней для питьевой воды. Тем не менее, наблюдаемые уровни радиоактивного загрязнения все еще превышают значения, наблюдавшиеся до аварии на Чернобыльской АЭС.

Радиационный мониторинг почв на не подвергавшихся техногенному воздействию после аварии на Чернобыльской АЭС территориях проводится на сети пунктов наблюдений, включающей реперные площади (далее – РП) и ландшафтно-геохимические полигоны (далее – ЛГХП).

Наблюдаемые параметры - уровни МД на поверхности почвы и на высоте 1 м, содержание цезия-137 и стронция-90 в почве на РП; фактическое распределение цезия-137 и стронция-90 по вертикальному профилю различных типов почв на ЛГХП.

Результаты исследования процессов вертикальной миграции радионуклидов в различных типах почв свидетельствуют о стабилизации количественных параметров вертикальной миграции радионуклидов. Основным механизмом, который обуславливает миграцию во всех исследуемых типах почв, является диффузия. Линейные скорости перемещения цезия-137 в различных типах почв практически сравнялись и составляют 0,20-0,35 см/год. Линейные скорости перемещения стронция несколько выше, чем цезия-137, и составляют 0,41-0,44 см/год, что обуславливает бóльшую глубину его проникновения. Тем не менее, основная доля радионуклидов цезия-137 и стронция-90 находится в верхнем корнеобитаемом слое почвы. В связи с вышеизложенным, уменьшение периодичности наблюдений на пунктах радиационного мониторинга почв экономически целесообразно и не влияет на достоверность и репрезентативность получаемых данных.

Основной задачей Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды (при участии Белгидромета) в случае чрезвычайной ситуации радиационного характера являются осуществление гидрометеорологического и радиационно-экологического информационного обеспечения действий сил государственной системы предотвращения и ликвидации чрезвычайных ситуаций и прогнозирование распространения радиоактивного загрязнения.

Для этих целей в Белгидромете внедрен программно-аппаратный комплекс RECASS NT, который позволяет моделировать распространение радиоактивного загрязнения в окружающей среде во времени и в пространстве с учетом метеорологических условий, при возникновении ядерных или радиационных аварий.

Программный комплекс RECASS NT в Белгидромете функционирует в режиме постоянной готовности и в течение полутора часов после получения сообщения об аварии обеспечивает подготовку прогноза загрязнения природных сред на период до 24 часов, как для стокилометровой зоны вокруг места аварии, так и для возможного трансграничного переноса.

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ МОНИТОРИНГА РАДИАЦИОННОЙ ОБСТАНОВКИ В ГОСКОРПОРАЦИИ «РОСАТОМ»

Адамчик С.А.,¹ Бочаров К.Г.,¹ Романов В.В.,¹ Мамакина Н.В.,² Кузнецов А.Ю.²
¹ Госкорпорация «Росатом», ² СГИК Росатома, г. Москва

Среди множества направлений современного этапа развития атомной энергетики особо выделяется необходимость обеспечения безопасного использования атомной энергии. Минимизация негативных последствий для населения и окружающей среды является ключевым условием общественной приемлемости атомных проектов. Одним из инструментов контроля в системе обеспечения безопасности ОИАЭ Госкорпорации «Росатом» является мониторинг радиационной обстановки в районах их расположения, который осуществляется в рамках функционирования отраслевой системы мониторинга радиационной обстановки (ОСМРО) Госкорпорации «Росатом».

ОСМРО выполняет функции подсистемы мониторинга радиационной обстановки в составе Единой государственной автоматизированной системы мониторинга радиационной обстановки (ЕГАСМРО) на территории Российской Федерации. В рамках реализации функций подсистемы ЕГАСМРО, получаемая в ОСМРО информация о радиационной обстановке на особых территориях (СЗЗ, ЗН) предприятий и организаций Госкорпорации «Росатом» в районах размещения ядерных установок, радиационных источников, пунктов хранения ядерных материалов и радиоактивных веществ, пунктов хранения радиоактивных отходов, представляется в ЕГАСМРО и используется для информирования органов государственного регулирования безопасности при использовании атомной энергии, органов государственной власти и общественности.

Основной целью ОСМРО Госкорпорации «Росатом» являются регулярные наблюдения за радиационной обстановкой в районах размещения ОИАЭ, своевременное выявление ее изменений, прогноз и минимизация возможных негативных последствий радиационного воздействия для населения и окружающей среды.

В настоящее время в ОСМРО задействованы 30 организаций Госкорпорации «Росатом», осуществляющих мониторинг радиационной обстановки в санитарно-защитной зоне и зоне наблюдения (локальный уровень). На корпоративном уровне мониторинг осуществляется Ведомственным информационно-аналитическим центром Госкорпорации «Росатом» (ВИАЦ), который интегрирует данные получаемые:

- локальными системами мониторинга радиационной обстановки;
- отраслевой автоматизированной системой контроля радиационной обстановки;
- объектным мониторингом состояния недр.

Результаты мониторинга радиационной обстановки позволяют сделать вывод об отсутствии значимого влияния ОИАЭ на радиационную обстановку при их штатной эксплуатации.

В 2020 г Госкорпорацией «Росатом» утверждена Программа развития отраслевой системы мониторинга радиационной обстановки Госкорпорации «Росатом» на 2021-2030 гг. Программа определяет направления развития и мероприятия по совершенствованию ОСМРО, включает 58 мероприятий, реализующихся по 8 направлениям

Реализация Программы развития ОСМРО на 2021-2030 гг. позволит на основе современной научно-методической и программно-аппаратной базы получать, анализировать и представлять информацию о состоянии радиационной обстановки и уровнях содержания радионуклидов в объектах окружающей среды для принятия необходимых мер по предотвращению или снижению радиационного воздействия на населения и окружающую среду.

МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ И МЕТОДИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ РАДИАЦИОННО-ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА В ЗОНЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ АТОМНЫХ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ

Санжарова Н.И., Фесенко С.В., Карпенко Е.И., Панов А.В., Кузнецов В.К., Исамов Н.Н.
ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт радиологии и агроэкологии»,
г. Обнинск

Обеспечение экологической безопасности атомных электростанций закладывается на этапе подготовки проектной документации. Регистрация воздействия нормализованных выбросов предприятий ядерного энергетического цикла при штатной работе является сложной методической задачей, для решения которой используются результаты радиоэкологического мониторинга, а также расчётные данные. При разработке программ мониторинга учитываются особенности источника, специфика факторов воздействия, параметры состояния окружающей среды, характер хозяйственной деятельности. Для реализации программ мониторинга разрабатывается регламент его проведения. Выбор объектов мониторинга проводят на основании анализа выбросов и сбросов АЭС с учётом всех потенциально реализуемых путей облучения населения. Процедуры отбора проб и их анализа регламентируются, как правило, ведомственными нормативно-методическими документами. Измерительное оборудование должно проходить метрологическое освидетельствование. Измерительные лаборатории, проводящие измерения, должны иметь действующую аккредитацию на выполнение работ.

Сбор, хранение и анализ информации, полученной в результате проведения радиоэкологического мониторинга, осуществляется на базе системы распределённых банков данных. Функционирование этой системы должно обеспечиваться унифицированными программными средствами. Одним из ключевых вопросов организации мониторинга является вопрос выбора критериев оценки качества компонентов окружающей среды. Как правило используются санитарно-гигиенические критерии и/или фоновые значения концентраций радионуклидов. Первые применимы преимущественно для оценки влияния на организм человека. Развивается система критериев по оценке радиационного воздействия на референтные виды биоты.

Существуют различные подходы к оценке вклада АЭС в загрязнение окружающей среды. Как правило, методы непосредственного измерения радионуклидов не позволяют измерить вклад АЭС в существующее загрязнение. Более информативен анализ временных рядов, объединяющий данные за большой промежуток времени. Так, анализ данных для Ростовской АЭС показал, что изменение содержания в почве ^{90}Sr происходит с периодом полуснижения 28,76 лет, а ^{137}Cs - 58,1 года, что указывает на существование дополнительного источника ^{137}Cs стационарного происхождения. Представленные данные, являются одним из первых экспериментальных доказательств влияния выбросов ^{137}Cs на увеличение его концентрации в почве, что подчеркивает необходимость долгосрочных систематических наблюдений.

Результаты многолетних наблюдений показали, что в регионах размещения 4-х АЭС РФ природный радиационный фон варьирует от 3,13 до 4,16 мЗв в год. На основании расчётных данных и результатов радиоэкологического мониторинга установлено, что вклад АЭС в существующий техногенный радиационный фон варьирует от 1% (Ростовская АЭС) до 10-11% (Курская и Белоярская АЭС). При этом техногенный радиационный фон в районе Белоярской АЭС определяется загрязнением окружающей среды в результате предыдущей деятельности, а в районах Ленинградской АЭС и Курской АЭС связан с чернобыльскими выпадениями (91 и 14 мкЗв в год, соответственно). Различные источники и характеристики загрязнения (чернобыльские выпадения, выбросы и сбросы других ядерных предприятий, отличия в технологиях производства энергии), а также природно-климатические факторы обусловили варьирование до 40 раз величины дозы на население от существующего техногенного загрязнения.

Литература

Мониторинг природных и аграрных экосистем в районах расположения атомных электростанций: Труды ФГБНУ ВНИИРАЭ. Выпуск 3 / Под ред. проф. С.В. Фесенко. Обнинск: ФГБНУ ВНИИРАЭ, 2020.– 170 с.

ОПЫТ ИБРАЭ РАН В СОЗДАНИИ И РАЗВИТИИ СИСТЕМ АВАРИЙНОГО РЕАГИРОВАНИЯ И РАДИАЦИОННОГО МОНИТОРИНГА

Матвеев Л.В., Гаврилов С.Л.
ИБРАЭ РАН, г. Москва

ИБРАЭ РАН является активным участником работ в рамках национальной системы аварийного реагирования в случае кризисных ситуаций на ядерно и радиационно опасных объектах. Разрабатываемые в Институте модели и геоинформационные системы используются в работах, связанных с научно-технической поддержкой мероприятий по защите населения и территорий при возможных радиационных авариях.

За последние 20 лет Институтом выполнен большой объем работ по созданию кризисных центров в ряде регионов страны, а также территориальных систем АСКРО.

Созданы кризисные центры в г.г. Мурманск, Архангельск, Северодвинск, Дубна (в процессе завершения). Более чем в 20-ти региональных ЦУКСах МЧС России развернуты элементы кризисных центров, необходимые для поддержки принятия решений при аварийных ситуациях радиационного характера.

К настоящему времени Институтом или при его участии созданы территориальные системы АСКРО в 30-ти регионах страны. Эти системы сейчас находятся в подчинении различных ведомств – МЧС России, региональных министерств по экологии, администрации и т.п. и в перспективе все должны быть интегрированы в ЕГАСМРО.

В настоящее время ряд территориальных систем АСКРО уже интегрированы в ЕГАСМРО и эта работа продолжается.

РАДИОЭКОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ ЯРОО В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПОДГОТОВКЕ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ЯДЕРНЫМ НАПРАВЛЕНИЯМ В ИАТЭ НИЯУ МИФИ

Удалова А.А., Мельникова Т.В., Самохин Д.С.

Обнинский институт атомной энергетики – филиал ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ», г. Обнинск

В современном обществе большое внимание уделяется экологической безопасности всех сфер жизни и промышленной деятельности. Особенно скрупулезно обсуждаются экологические проблемы ядерной отрасли, однако степень реальной грамотности населения и даже специалистов относительно потенциальных опасностей и существующей ситуации на действующих объектах атомной индустрии остается в основном невысокой.

Обнинский институт атомной энергетики в течение длительного времени ведет обучение молодых специалистов по группе специальностей 14.00.00 Ядерная энергетика и технологии. Образовательные программы всех уровней высшего образования (бакалавриат, магистратура, аспирантура) содержат дисциплины или модули, направленные на формирование у студентов знаний и аргументированного мнения об экологической и радиационной безопасности атомной энергетики и других ядерных и радиационных технологий. Однако для большей части студентов ядерных направлений подготовки данное обучение преимущественно проводится теоретически.

С целью организации научно-исследовательской работы студентов и формирования навыков практической деятельности, Институтом ядерной физики и технологий (ИЯФит) НИЯУ МИФИ в 2018 г. был инициирован цикл работ по изучению состояния окружающей среды в зоне влияния одного из ядерно и радиационно опасных объектов г. Обнинска – НИФХИ им. Л.Я. Карпова. Учебно-исследовательская работа направлена на проведение радиоэкологического мониторинга наземных и водных природных объектов, расположенных в зоне наблюдения и санитарно-защитной зоне предприятия. В работах принимают участие российские и иностранные студенты бакалавриата, магистратуры, аспирантуры ИЯФит, обучающиеся на русском и английском языках, под руководством квалифицированных преподавателей.

В 2018-2021 гг. ежегодно проводился отбор проб почвы, воды и донных отложений из природных водоемов, наземной и водной растительности, снега. В лабораториях Ресурсного центра ИЯФит проводилась пробоподготовка образцов и определение физико-химических показателей почвы и донных отложений (гранулометрический состав, влагоемкость, кислотность и др.), воды (минерализация, водородный показатель и др.), содержания некоторых химических веществ (калий, натрий, хлориды, железо, медь). Удельные активности основных гамма-излучающих радионуклидов (^{137}Cs , ^{226}Ra , ^{232}Th , ^{40}K) определяли спектрометрически. Полученные данные были использованы для анализа радиоэкологического состояния природных сред, изучения пространственного распределения количественных показателей, их годовой и сезонной динамики, зависимостей между исследуемыми характеристиками, выявления природных и антропогенных факторов, влияющих на радиоэкологическую обстановку на исследуемой территории.

В результате проведенных работ получен большой массив экспериментальной информации, представляющей научный интерес. Показано, что радиоэкологическая обстановка в зоне влияния ЯРОО, функционирующего более 60 лет, является безопасной. Полученные экспериментальные данные стали основой выпускных квалификационных работ почти 20-ти студентов из разных стран. Одним из наиболее важных результатов является формирование у обучающихся собственного опыта исследований, анализа самостоятельно полученной информации и принятия решений относительно экологических последствий работы ЯРОО. Результаты исследования имеют большую значимость для формирования общественной приемлемости деятельности по использованию атомной энергии, в том числе в неэнергетических направлениях и при реализации зарубежных проектов ГК «Росатом».

BACKGROUND ²¹⁰PO ACTIVITY CONCENTRATIONS IN GREENLAND MARINE BIOTA AND DOSE ASSESSMENT

Violeta Hansen^{1*}, Anders Mosbech¹, Frank Farsø Rigét^{1,2}, Jens Søgaard-Hansen³, Peter Bjerregaard⁴, Rune Dietz¹, Christian Sonne¹, Gert Asmund¹, Niels Bøknæs⁵, Maia Olsen², Kim Gustavson¹, David Boertmann¹, Sandra Drewes Fabricius¹, Daniel Spelling Clausen¹, Alexander Serban Hansen⁶

¹*Department of Ecoscience, Aarhus University, Denmark*

²*Greenland Institute for Natural Resources, Greenland*

³*Danish Decommissioning, Denmark*

⁴*National Institute of Public Health, University of Southern Denmark*

⁵*Royal Greenland A/S, Denmark*

⁶*Non-affiliated scientist, Denmark*

Polonium-210 (²¹⁰Po) is a radionuclide sentinel as it bioaccumulates in marine organisms, thereby being the main contributor to committed dietary doses in seafood consumers. Although seafood and marine mammals are an important part of the traditional Inuit diet, there is a general lack of information on the ²¹⁰Po concentrations in the Greenlandic marine food chain leading to the human consumer. Here, we determine background ²¹⁰Po concentrations in edible parts of different marine organisms from Greenland and provide a dose assessment. Blue mussels (*Mytilus edulis*), organs of ringed seal (*Pusa hispida*) and polar bear (*Ursus maritimus*) displayed significantly elevated ²¹⁰Po concentrations in respect to all other studied organisms ($p < 0.001$). ²¹⁰Po concentrations ranged from 0.02 Bq kg⁻¹, w.w. in Greenland halibut (*Reinhardtius hippoglossoides*) muscle to 78 Bq kg⁻¹, w.w. and 202 Bq kg⁻¹, w.w. in ringed seal muscle and kidneys, respectively. ²¹⁰Po concentration ratio for edible parts increases in the order bladderwrack (*Fucus Vesiculosus*), northern shrimp (*Pandalus borealis*), blue mussels, and from fish species to ringed seal and polar bear. ²¹⁰Po distribution in fish, ringed seal, and polar bear follows a general pattern, the lowest concentrations were in muscle, and the highest concentrations were in the organs involved in metabolism. The derived ²¹⁰Po annual absorbed dose in edible parts of studied marine organisms are several orders of magnitude lower than the recommended dose rate screening value of 10 μGy h⁻¹. Effective doses from intake of ²¹⁰Po to Greenland average children (1.4 mSv y⁻¹), and high seafood and marine mammal consumers (2 mSv y⁻¹ for adults and 3.6 mSv y⁻¹ for children) are higher than the world average annual effective dose due to ingestion of naturally occurring radionuclides.

Keywords: natural radioactivity, concentration ratio, seafood and marine mammals, absorbed dose, ingestion dose, Arctic

ОПЫТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КОМПЛЕКСА МОБИЛЬНЫХ СРЕДСТВ РАДИАЦИОННОЙ РАЗВЕДКИ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЗАДАЧ РЕГИОНАЛЬНОГО ГИДРОЛОГИЧЕСКОГО ПРОГНОЗА

Андреев Ф.А., Бородин Р.В., Бурков А.И., Малышкина М.В., Осипов Н.Н.
*Федеральный информационно-аналитический центр Росгидромета
ФГБУ «НПО «Тайфун», г. Обнинск*

Наблюдения за снежным покровом – одна из важнейших задач гидрометеорологии. Данные о количестве снега в бассейне служат основой для прогноза стока рек. Наиболее важные характеристики для прогноза весеннего паводка: высота снежного покрова, его плотность и влагозапас. Для прогноза стока равнинных рек важно раздельное определение влагозапаса на ландшафтах с различными коэффициентами стока, например лесной и полевой частях бассейна, а для горных рек – в различных высотных зонах.

На сети гидрологических и агрометеорологических наблюдений преобладающее положение занимают ручные, контактные методы определения влагозапасов снега, основанные на измерении высоты слоя снега рейкой и взвешивании проб снега, отобранного с помощью пробоотборника. Основные недостатки контактного метода – точечный характер измерения, сложность оценки толщины слоя воды под снегом, а также высокие затраты ручного труда при проведении измерений и их обработке.

На настоящий момент единственным дистанционным методом определения водного эквивалента снежного покрова является авиационный гамма-метод, основанный на эффекте ослабления снежным покровом гамма-излучения естественных радиоактивных элементов почв и горных пород, разработанный в начале 60-тых годов прошлого столетия.

Для решения задач оперативного реагирования на аварийные ситуации радиационного характера, в рамках проекта Единой Государственной Автоматизированной Системы Контроля Радиационной Обстановки (ЕГАСКРО) на территории РФ в НПО «Тайфун» Росгидромета создан авиационный комплекс радиационной разведки. Второе назначение авиационного комплекса - определение влагозапаса в снежном покрове, информация о котором необходима для гидрологического и агрометеорологического прогноза. Авиационная гамма-съемка снежного покрова обеспечивает: высокую оперативность и производительность, хорошую степень осреднения (в полосе 300 м по маршруту полета самолета на высоте 100 м), полноту учета влаги в любом агрегатном состоянии (снег, ледяные корки, талые воды на поверхности почвы), достаточно высокую точность (± 10 мм при запасах воды от 10 до 300 мм). Информация о запасах воды в снежном покрове предоставляется как среднее по маршруту и по водосбору в целом, так и по ландшафтными составляющим (лес, кусты, поле, болото) на каждом съемочном маршруте.

С 2016 по 2020 гг. В Республике Башкортостан по инициативе министерства природопользования и экологии для прогноза стока в бассейнах рек Белая, Уфа и Урал проводились авиационные гамма-съемки снежного покрова.

Основной задачей съемки было получение дополнительной информации о запасах воды в снежном покрове на водосборах самых крупных водохранилищ Башкортостана: Павловского, Юмагузинского и Нугушского.

Учитывая, что на сети станций и постов снегомерные маршруты имелись только до высот не более 300 м на р. Уфа и не более 500 м на р. Белая, производство дистанционной гамма-съемки позволило получить дополнительно информацию о запасах воды в снежном покрове в горной части на водосборах рек Уфа и Белая.

В докладе представлены сравнительные результаты о средних запасах воды в снежном покрове на водосборных площадях, полученные по данным наземных и авиационных измерений. По результатам авиационных измерений в опытным порядке представлены карты распределения влагозапасов на водосборных площадях, полученные с помощью подсистемы анализа и представления пространственно-распределенной информации DiGrid, входящей в состав программно-технического комплекса RECASS NT ФИАЦ Росгидромета.

Таким образом, применение авиационного метода может являться основой для повышения надежности прогноза динамики речного стока в половодье, в том числе и притока воды к гидротехническим сооружениям, особенно в районах с разреженной наблюдательной сетью.

**МОРСКАЯ ЭКСПЕДИЦИЯ ПО МОНИТОРИНГУ РАДИОАКТИВНОГО
ЗАГРЯЗНЕНИЯ ЗАЛИВОВ СТЕПОВОГО И ЛИТКЕ В 2020 ГОДУ, А ТАКЖЕ
ПРИБРЕЖНОГО РАЙОНА П. АМДЕРМА**

Артемьев Г.Б., Елифанов А.О., Корунов А.О., Прякина А.И., Храмов М.И., Каткова М.Н.,

Уваров А.Д., Ромашин Д.В., Тарасенко А.О.¹

Калмыков С.А., Минишев Р.А., Никитин А.О.²

Реклайдис В.А., Смирнов И.В., Тадиашвили А.А.³

¹ ФГБУ «НПО «Тайфун», г. Обнинск,

² Национальный исследовательский центр «Курчатовский институт», г. Москва,

³ ФГБУ «Северное управление по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды»,
г. Архангельск

Морская экспедиция была проведена с 25 сентября по 19 октября 2020 года. Главным институтом, отвечающим за проведение экспедиции, являлся ФГБУ «НПО «Тайфун». В экспедиции также приняли участие специалисты ФГБУ «Северное УГМС» и НИЦ «Курчатовский Институт». Основной задачей экспедиции являлось изучение уровня радиоактивного загрязнения морской среды (воды, донных отложений и биоты) в заливах Степового, Литке и в прибрежных районах п. Амдерма.

В экспедиции проводились следующие виды работ: отбор проб поверхностной и придонной воды и разделение их на растворимые и взвешенные составляющие; отбор проб донных отложений, как поверхностного слоя, так и послойно; отбор проб биоты (водоросли); дозиметрический контроль отобранных образцов; предварительное концентрирование водных проб; гамма-спектрометрические измерения – непосредственно на судне и погружным спектрометром в местах отбора проб; профилирование STD зондом. В ходе наземных работ в прибрежной зоне п. Амдерма были отобраны пробы водорослей, мидий, донных отложений, почвы, травы.

На судне с помощью портативного гамма-спектрометра с ОЧГ-детектором серии TransSPEC (ORTEC) был выполнен ряд измерений проб донных отложений и воды для оценки содержания в них техногенных радионуклидов и предварительной оценки активности отобранных проб на содержание Cs-137. Измерения проводились без защиты детектора от внешнего излучения, контроль фона детектора в процессе выполнения работ выполнялся регулярно. С помощью калибровочного образца (эмитант природной среды, насыпная плотность 1 г/см³) с известной удельной активностью по Cs-137, на месте работ была проведена калибровка нескольких геометрий измерений. Для рабочих условий измерений в течение 1 часа, уровень минимально измеряемой активности по Cs-137 составил около 1,0 Бк/кг.

В целом, по предварительным результатам, содержание Cs-137 в донных отложениях и морской воде не превышали значений, полученных в предыдущие годы. При этом, можно отметить, что в одной из точек отбора во внутренней части залива Степового (в районе затопленных контейнеров с радиоактивными отходами), удельная активность пробы донных отложений, отобранных коробчатым дночерпателем, была примерно на два порядка выше. Из общего объема данной пробы было набрано 2 керна (оба поделены на слои по 1 см до глубины 10 см) для проведения межлабораторных сличений между НИЦ «Курчатовский Институт» и ФГБУ «НПО «Тайфун».

Окончательные выводы по экспедиционным обследованиям будут представлены в итоговом отчете после получения результатов радионуклидного анализа в лабораторных условиях.

МОДЕЛИРОВАНИЕ АППАРАТУРНЫХ СПЕКТРОВ ДЕТЕКТОРОВ ДЛЯ ЗАДАЧИ ОБОСНОВАНИЯ ОСНАЩЕНИЯ ПОСТОВ АСКРО АЭС СПЕКТРОМЕТРИЧЕСКИМ ОБОРУДОВАНИЕМ

Бакин Р.И., Егоров Н.Ю., Ильичев Е.А., Киселев А.А., Шведов А.М.

ИБРАЭ РАН, НИЯУ МИФИ, г. Москва

В настоящее время измерительное оборудование постов АСКРО АЭС осуществляет главным образом измерения мощности дозы. Однако информация о значениях мощности дозы не позволяет определять радионуклидный состав загрязнения воздуха при авариях на АЭС. Для задачи идентификации радионуклидов и определения их активности в облаке аварийного выброса возникает необходимость применения гамма-спектрометрического оборудования. Так как для анализа возможностей детектирования отдельных радионуклидов, содержащихся в облаке выброса, необходимо иметь радионуклидный состав выброса, соответствующий аварийному, проведение экспериментальных работ представляется весьма затруднительным. По этой причине, в рамках данной работы для решения задачи обоснования оснащения постов АСКРО АЭС спектрометрическим оборудованием был разработан комплексный подход к моделированию аппаратурных спектров детекторов гамма-излучения, включающий в себя следующие этапы: расчет концентраций радионуклидов в воздухе с помощью программного комплекса «Нострадамус» на трехмерной пространственной сетке с учетом динамики выброса и формирования облака выброса; представление облака выброса в виде суперпозиции точечных изотропных источников гамма-излучения; расчет энергетического распределения плотности потока гамма-излучения в точке детектирования, определение аппаратурного спектра с помощью свертки энергетического распределения плотности потока с функцией отклика детектора. Данная последовательность расчета аппаратурных спектров позволяет проводить вычисления для облака выброса сложной формы с произвольным нуклидным составом. Было проведено моделирование последствий аварийной ситуации на АЭС с реактором ВВЭР-1000, рассчитаны аппаратурные спектры сцинтилляционного детектора NaI Ø76x76 мм для периодов времени до 60 минут от начала выброса на различных расстояниях от источника выброса. Пример полученных аппаратурных спектров $G(E)$ представлен на рис. 1.

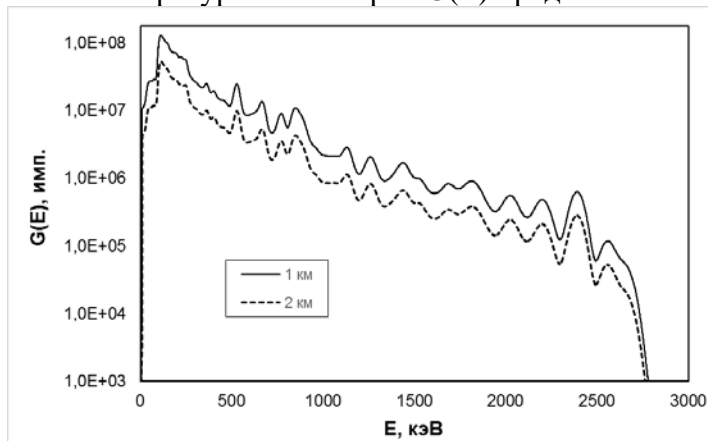


Рисунок 1. Аппаратурные спектры детектора NaI Ø76x76 мм на 1 м от земли на расстояниях 1 и 2 км от источника выброса на оси облака за время 30 мин от начала выброса.

Анализ результатов показал, что в спектрах может быть обнаружен вклад радионуклидов Kr-87, Kr-88 и изотопов йода I-131, I-132, I-134, I-135. При этом вклад нуклидов Cs-137/Ba-137m практически не заметен из-за их низкой концентрации в воздухе по сравнению с другими нуклидами.

ОБ ОПЫТЕ И ПРОБЛЕМАХ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПОНЯТИЙ ВЫСОКОГО И ЭКСТРЕМАЛЬНО-ВЫСОКОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПРИ ОЦЕНКЕ РАДИАЦИОННОЙ ОБСТАНОВКИ НА РАДИОМЕТРИЧЕСКОЙ СЕТИ РОСГИДРОМЕТА

Банникова О.А.

*Федеральное государственное бюджетное учреждение «Уральское управление по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды»
(ФГБУ «Уральское УГМС»), г. Екатеринбург*

В докладе рассматриваются вопросы подготовки и предоставления экстренной информации и проблемы использования понятий высокого и экстремально-высокого загрязнения при оценке радиационной обстановки на радиометрической сети Росгидромета.

В соответствии с Федеральным законом о гидрометеорологической службе от 19.07.1998 № 113-ФЗ экстренная информация – это незамедлительно передаваемые штормовые предупреждения и (или) штормовые оповещения, а также незамедлительно передаваемая информация о фактических и прогнозируемых резких изменениях погоды и загрязнении окружающей среды, которые могут угрожать жизни или здоровью граждан и наносить ущерб окружающей среде.

В рамках осуществления деятельности в области гидрометеорологии и смежных с ней областях на радиометрической сети Росгидромета осуществляются регулярные наблюдения за мощностью амбиентного эквивалента дозы гамма-излучения, за суммарной бета-активностью и содержанием радионуклидов в атмосферных выпадениях и в приземном слое атмосферы (с помощью воздухо-фильтрующих установок).

Приказом Росгидромета от 31.10.2000 № 156 утвержден Порядок подготовки и предоставления информации общего назначения о загрязнении окружающей природной среды, где установлены критерии высокого и экстремально-высокого радиоактивного загрязнения окружающей среды.

Действия радиометрической сети Росгидромета при получении информации о превышении высокого и экстремально-высокого радиоактивного загрязнения заключаются в оперативной ее передаче в ФГБУ «НПО «Тайфун», Росгидромет и в определении радионуклидного состава этой пробы для выяснения причин ухудшения радиационной обстановки и выявления возможных источников радиоактивного загрязнения.

Считаем, что такие критерии, установлены для реагирования на изменение радиационной обстановки, а не для ее характеристики в качестве высокого или экстремально-высокого радиоактивного загрязнения. В этой связи требуется уточнение терминологии в Приказе Росгидромета № 156, в части корректировки названия и определения понятий высокого и экстремально-высокого загрязнения.

АНАЛИЗ СЛУЧАЕВ КРАТКОВРЕМЕННОГО ПОВЫШЕНИЯ РАДИОАКТИВНОСТИ В ПРИЗЕМНОМ СЛОЕ ВОЗДУХА НА ТЕРРИТОРИИ РФ В 2016 - 2020 ГОДАХ

Богачева Е.Г., Яхрюшин В.Н., Полянская О.Н., Зубачева А.А.
ФГБУ «НПО «Тайфун», г. Обнинск

В докладе приводится анализ случаев повышенных уровней радиоактивного загрязнения воздуха для суммарной бета-активности в 2016-2020 годах на основании критериев оценки радиационной обстановки. Для анализа используются данные, полученные на сети радиационного мониторинга Росгидромета.

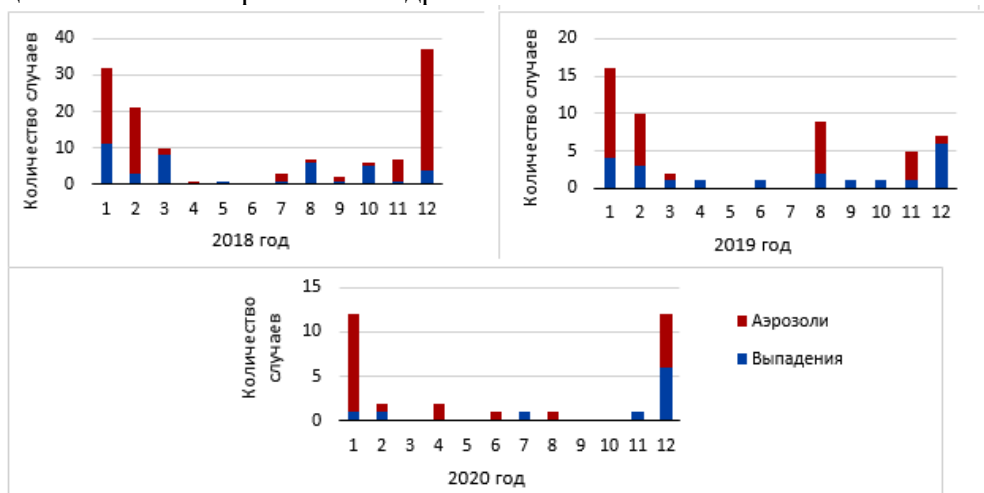


Рисунок 1 – Количество случаев регистрации повышенных уровней радиоактивного загрязнения воздуха

В работе рассмотрены возможные причины возникновения повышений фона: увеличение концентрации ^{7}Be в приземной атмосфере, ветровой подъем пыли, аэрозолей от промышленных предприятий, автотранспорта, метеорологические процессы.

Анализ результатов радиационного мониторинга показал, что осенне-зимние максимумы, проявляющиеся с октября по февраль, могут объясняться отопительным сезоном и концентрированием естественных радиоактивных элементов в продуктах сгорания при сжигании органического топлива. Так же в последние годы наблюдается тенденция к снижению количества ежегодно зарегистрированных случаев превышения критериев.

Существующая в настоящее время система оценки радиационной обстановки позволяет эффективно выполнять задачи мониторинга окружающей среды, в том числе выявлять случаи превышения установленных критериев и допустимых уровней.

Список литературы

1. Приказ Росгидромета от 31.10.2000 № 156 «О введении в действие порядка подготовки и представления информации общего назначения о загрязнении окружающей природной среды»
2. РД 52.18.826-2015 «Наставление гидрометеорологическим станциям и постам. Выпуск 12. Наблюдения за радиоактивным загрязнением компонентов природной среды»
3. Махонько К.П. Руководство по организации контроля состояния природной среды в районе расположения АЭС. Л.: Гидрометеоиздат, 1990. 342 с.

КАК РОЖДАЛСЯ МОНИТОРИНГ РАДИОАКТИВНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Бондаренко Л.Г., Тишков В.П.

Радиевский институт им. В.Г. Хлопина, г. Санкт-Петербург

Почти сто лет назад в Радиевом институте в Петрограде был заложен фундамент нового научного направления – Атомной науки и техники. Радиевский институт был создан в 1922 году по инициативе и под руководством академика В.И. Вернадского путем объединения всех имевшихся к тому времени в Петрограде радиологических учреждений: Радиевой лаборатории Академии наук, Радиевого отделения Государственного рентгенологического и радиологического института и Радиохимической лаборатории. В.И. Вернадский так определил цели института: «Радиевский институт должен быть сейчас организован так, чтобы он мог направлять работу на овладение атомной энергии - самым могучим источником силы, к которому подошло человечество в своей истории». Таким образом, в 2022 году мы будем праздновать столетний юбилей нашей атомной науки. А ровно через год исполнится 70 лет началу работ по мониторингу радиоактивного загрязнения окружающей среды в нашей стране. Эти работы были впервые начаты именно в Радиевом институте.

Лаборатория мониторинга радиоактивного загрязнения окружающей среды¹ (далее Лаборатория) была создана в составе Радиевого института им. В.Г. Хлопина в 1953 году. Все годы своей истории лаборатория занималась изучением радиоактивного загрязнения окружающей среды в различных районах СССР, России и ряде регионов Мирового океана.

Первоначальной побудительной причиной создания лаборатории послужило распространение атмосферным путем радиоактивных продуктов ядерных испытаний по всему миру, необходимость оценить появившуюся угрозу биологических последствий для всего живого на земле. В дальнейшем, по мере развития и усовершенствования методов обнаружения и измерения радиоактивности различных объектов, наметилось и другое направление - использование присутствующих в природных средах искусственных и естественных радиоактивных меток для познания геохимических, биологических, биогеохимических и геофизических процессов, происходящих в геосфере. При этом оказалось возможным изучать как крупномасштабные, так и локальные процессы. Помимо изучения загрязнения окружающей среды, связанного с проведением испытаний ядерного оружия, лаборатория занималась изучением процессов формирования полей радиоактивного загрязнения связанных с деятельностью предприятий ядерной энергетики и промышленности, разработкой методической базы таких исследований, а также методов и принципов создания систем локального и регионального мониторинга радиоактивного загрязнения окружающей среды.

Исследования радиоактивности окружающей среды были начаты в Радиевом институте в 20-е –30-е годы. В основу были положены идеи основателя Радиевого института В. И. Вернадского. В те годы в Радиевом институте были предприняты широкие, по тем временам, исследования распространения естественных радионуклидов в природных водах, осадочных формациях, горных породах и минералах (В.И. Вернадский, В.Г. Хлопин, И.Е. Старик, Л.В. Комлев). Особенностью этих работ, отличающих их от подобных исследований за рубежом, было стремление не только изучить распределение радионуклидов в различных природных системах, но и проникнуть в сущность процессов, ответственных за это распределение.

Изучение искусственной радиоактивности внешней среды в Радиевом институте было начато под руководством И.Е. Старика, Ю.М. Толмачева, В.П. Шведова, Ю.А. Немилова и Г.В. Горшкова в конце 40-х годов. Практически эти же специалисты и создавали лабораторию, а В.П. Шведов был ее первым начальником и руководил ею до 1963 года.

12 августа 1953 г на Семипалатинском полигоне был произведен первый в мире наземный термоядерный взрыв. Предваряя этот ядерный эксперимент и учитывая уже

¹ в настоящее время Лаборатория радиоэкологического мониторинга

проведенные в мире испытания атомного оружия, в Радиевом была начата организация Лаборатории мониторинга радиоактивного загрязнения окружающей среды. Как первый шаг, в июле 1953 г в пос. Токсово, расположенном в 30 км к северо-востоку от Ленинграда, была открыта станция наблюдения за окружающей средой. Приказом Министра среднего машиностроения В.А. Малышева № 56 от 29.07 53 в РИАНе был начат «систематический сбор атмосферных осадков и анализ их радиоактивности». Приказ В.А. Малышева был одним из первых, подписанных им после назначения на должность.

В организации станции непосредственное участие принимали выдающиеся ученые Г.В. Горшков, Ю.А. Немиллов, В.М. Вдовенко, Ю.М. Толмачев.

Для сбора аэрозолей были установлены планшеты с липкой поверхностью, начата фильтрация воздуха через марлевые фильтры, организован сбор дождевых осадков, их концентрирование и дальнейшая обработка собранного материала. Измерения полученных зольных остатков выполнялись на радиометрических установках. Ответственность за проведение этих работ была возложена на заведующего лабораторией № 9 Г.В. Горшкова приказом №70 от 05.08.53 директора РИАНа В.М. Вдовенко.

25.11.1953 г. приказом директора РИАНа №98 была создана специальная лаборатория и руководителем ее был назначен д.х.н. В.П. Шведов (его заместителем вскоре стал физик Л.И. Геденов), а лаборатории был присвоен №5. Постановлением президиума АН СССР № 374 от 25.06.54 лаборатория №5 была утверждена в составе Химического отдела РИАНа.

Под руководством В.П. Шведова были проведены методические разработки, позволившие уже в 1954 г выполнять радиохимические анализы для определения стронция-90 в пробах атмосферных радиоактивных выпадений, а позднее - в воде, продуктах питания, почве. Под руководством Л.И. Геденова было начато изучение процессов атмосферного переноса радионуклидов от ядерных испытаний.

В настоящее время лаборатория принимает активное участие в совершенствовании отраслевой системы мониторинга радиационной обстановки (ОСМРО) Госкорпорации «Росатом». На сегодняшний день в ОСМРО проводится целый ряд мероприятий, направленных на развитие и совершенствование системы в целом с учетом оптимальных экономических затрат, при одновременном повышении ее эффективности и обеспечении научно-методического сопровождения организаций Корпорации.

В соответствии с Распоряжением от 02.12.2020 № 1-1/780-Р «Об утверждении Программы развития отраслевой системы мониторинга радиационной обстановки на 2021-2030 гг.», АО «Радиевый институт им. В.Г. Хлопина» является ответственным исполнителем в части выполнения мероприятий по направлению «Создание головной лаборатории для развития аппаратурно-методической базы ОСМРО». Деятельность головной отраслевой лаборатории предполагается быть ориентированной на формирование облика, унификацию методик, поддержку функционирования и развития ОСМРО, в целях повышения эффективности мониторинга радиационной обстановки осуществляемых объектовыми лабораториями предприятий 1-й и 2-й категории потенциально радиационной опасности. Головная лаборатория (лаборатория радиоэкологического мониторинга) должна обеспечивать методическую, метрологическую и аналитическую поддержку ведомственной подсистемы ЕГАСМРО Госкорпорации «Росатом».

Эффективность мероприятия по созданию отраслевой головной лаборатории заключается в существенном уменьшении нагрузки на локальные системы ОСМРО и повышения качества их работы, в том числе за счет централизации методических разработок и унификации технологий и подходов стандартизированного мониторинга. Важным аспектом также представляется централизованное создание необходимых унифицированных регламентирующих и нормативных документов для системы ОСМРО и ее локальных элементов.

МЕТОД ВЫЯВЛЕНИЯ МЕСТОПОЛОЖЕНИЯ ВОЗМОЖНЫХ ИСТОЧНИКОВ ЗАГРЯЗНЕНИЯ НА ОСНОВЕ ДАННЫХ НАБЛЮДЕНИЙ, ПОСТУПАЮЩИХ ОТ ПОСТОВ СЕТИ МОНИТОРИНГА

Бородин Р.В., Камаев Д.А., Шершаков В.М.

ФГБУ «НПО «Тайфун», г. Обнинск

В случае, когда один или несколько постов сети мониторинга регистрируют содержание загрязняющих веществ в атмосферном воздухе, превышающее значения заданных контрольных уровней, возникает задача определения причин превышения, оценки местоположения, величины выброса и других параметров источников загрязнения.

Процедура выявления местоположения потенциальных источников загрязнения на основе оперативных данных мониторинга заключается в проведении расчетов по построению карт плотности вероятности местонахождения возможных источников.

Алгоритм расчета состоит в моделировании обратного по времени переноса трассеров от виртуальных источников, расположенных в пунктах проведения измерений. Стохастическая модель атмосферной диффузии отслеживает траектории обратного во времени движения множества трассерных частиц, выпускаемых в течение периода действия виртуальных источников – периода экспозиции проб. Концентрация трассерных частиц в данный интервал времени отражает вероятность местонахождения источника загрязнения, действовавшего в течение этого интервала.

В докладе приведено описание примера использования представленной процедуры при анализе возможных причин и наземных источников появления рутения-106 на территории РФ и в странах Европы в сентябре-октябре 2017 года.

Приведены результаты расчетов вероятного местонахождения источника выброса ^{106}Ru в атмосферу на основе данных измерений на территории Европейских стран и данных сети радиационного мониторинга Росгидромета. Также приведены результаты расчетов по моделированию распространения ^{106}Ru в региональном масштабе и в ближней зоне в случае гипотетического выброса ^{106}Ru из условного источника на Южном Урале, представлены результаты сравнения расчетных данных с имеющимися данными измерений суточных выпадений и концентрации ^{106}Ru в воздухе.

Результаты моделирования (как в региональном, так и в локальном масштабе) распространения ^{106}Ru из условного источника, расположенного на Южном Урале показали хорошее соответствие с данными измерений, представленными МАГАТЭ и Росгидрометом.

ФУНКЦИОНИРОВАНИЕ ОТРАСЛЕВОЙ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА РАДИАЦИОННОЙ ОБСТАНОВКИ ГОСКОРПОРАЦИИ «РОСАТОМ»

Бочаров К.Г.,¹ Мамакина Н.В.,² Кузнецов А.Ю.²

¹ Госкорпорация «Росатом», ² СГИК Росатома, г. Москва

Отраслевая система мониторинга радиационной обстановки Госкорпорации «Росатом» (ОСМРО) имеет своей целью осуществление регулярных наблюдений за радиационной обстановкой в районах размещения ОИАЭ, своевременное выявление ее изменений, прогноз и минимизация возможных негативных последствий радиационного воздействия для населения и окружающей среды.

На ОСМРО возложены следующие основные задачи:

- систематические долгосрочные наблюдения и сбор информации о радиационной обстановке в СЗЗ и ЗН ОИАЭ;
- анализ и прогноз радиационной обстановки в СЗЗ и ЗН ОИАЭ в условиях нормальной эксплуатации, с учетом последствий ранее происшедших на отдельных объектах радиационных аварий и инцидентов;
- оценка уровней содержания радионуклидов в компонентах окружающей природной среды в СЗЗ и ЗН ОИАЭ и их соответствия контрольным значениям.

Локальный уровень ОСМРО функционирует в 29 организациях I и II категории потенциальной радиационной опасности и обеспечивает получение информации о состоянии радиационной обстановки в районах размещения ОИАЭ, ее обработку, хранение и передачу в Ведомственный информационно-аналитический центр (корпоративный уровень ОСМРО). На локальном уровне для осуществления мониторинга радиационной обстановки в 2020г были задействованы:

- 296 стационарных постов ОАСКРО;
- 1676 скважин объектного мониторинга состояния недр;
- 211 постов мониторинга атмосферного воздуха;
- 175 постов мониторинга атмосферных выпадений;
- 549 постов мониторинга поверхностных водных объектов;
- 143 поста мониторинга донных отложений;
- 342 поста мониторинга почвы;
- 280 постов мониторинга наземной растительности;
- 72 поста мониторинга водорослей и гидробионтов;
- 253 поста мониторинга снежного покрова;
- 164 поста мониторинга продуктов питания;
- 130 постов мониторинга поглощенной дозы;
- 808 постов мониторинга МЭД (МАЭД) γ -излучения, не входящих в ОАСКРО;
- 110 постов мониторинга поверхностной загрязненности α -, β - частицами;
- 118 маршрутов мониторинга на которых измеряется МЭД (МАЭД) γ -излучения, загрязненность α -, β - частицами.

В 2020 году локальными системами мониторинга радиационной обстановки проведено 71110 измерений (без учета данных ОАСКРО, поступающих в автоматизированном режиме), случаев превышения контрольных уровней содержания радионуклидов в компонентах природной среды на территории СЗЗ и ЗН организаций Корпорации зафиксировано не было.

В Госкорпорации «Росатом» уделяется большое внимание методическому обеспечению мониторинга радиационной обстановки и его научно-техническому совершенствованию. Постоянно действует Совет по контролю и мониторингу радиационной обстановки в организациях Госкорпорации «Росатом», объединяющий в своем составе как отраслевые компетенции, так и внешние, в том числе в смежных областях. Широкий круг специалистов, задействованных в работе Совета, способствует принятию обоснованных решений в части организации и ведения государственного мониторинга радиационной обстановки.

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА КОНТРОЛЯ РАДИАЦИОННОЙ ОБСТАНОВКИ НИЦ «КУРЧАТОВСКИЙ ИНСТИТУТ»

Буренко Л.И., Зивенко Н.О., Коробов В.Ю., Любимцев А.Б.
НИЦ «Курчатowski институт», г. Москва

Автоматизированная система контроля радиационной обстановки (АСКРО) предназначена для непрерывного мониторинга радиационно-экологического воздействия на население и окружающую среду города Москвы от объектов использования атомной энергии (ОИАЭ), расположенных на территории НИЦ «Курчатowski институт» (Центра).

АСКРО осуществляет контроль на промышленной площадке и в санитарно-защитной зоне основной территории Центра и территории «Газового завода», как при нормальной, так и при аварийной эксплуатации радиационно-опасных объектов следующих радиационных параметров:

- мощности амбиентного эквивалента гамма-излучения;
- мощности поглощенной дозы нейтронного излучения;
- объемной активности инертных радиоактивных газов, бета- и альфа-радиоактивных аэрозолей и радиоактивных паров йода-131 из выбросных труб ОИАЭ;
- объемной активности радионуклидов в сбросных водах исследовательских реакторов.

АСКРО имеет двухуровневую структуру. На нижнем уровне находится аппаратура радиационного контроля распределенная, по территориально-производственному признаку, на 10 подсистем. В состав каждой подсистемы входят:

- блоки и устройства детектирования радиационных параметров;
- оборудование пробоотбора;
- пульты управления и сигнализации;
- терминалы операторов территориальных систем АСКРО.

К верхнему уровню относится оборудование централизованного сбора и обработки информации, поступающей с территориальных подсистем – сервер АСКРО, автоматизированное рабочее место (АРМ) администратора системы, и АРМы службы радиационной безопасности Центра.

Объединение территориальных подсистем и оборудования верхнего уровня в единую информационно-измерительную систему осуществляется по телекоммуникационной сети.

Структура АСКРО позволяет увеличивать как количество точек контроля, так и количество территориальных подсистем. Сопрягать информационный контур АСКРО с находящимися в эксплуатации автоматизированными системами радиационного контроля объектов Центра с целью получения оперативных данных по состоянию технологического процесса и функционированию «защитных барьеров» в случаях изменения радиационной обстановки.

Также возможна передача данных радиационного контроля в аварийных или иных чрезвычайных ситуациях через Центр технической поддержки ОИАЭ НИЦ «Курчатowski институт» в МЧС, СКЦ Росатома и оперативному дежурному в Ростехнадзор.

Литература

1. Постановление Правительства РФ от 10.07.2014 N 639 "О государственном мониторинге радиационной обстановки на территории Российской Федерации".
2. ГОСТ 29074-91. Аппаратура контроля радиационной обстановки. Общие требования.
3. МУ 2.6.5.008-2016 Контроль радиационной обстановки. Общие требования.
4. Труды ИБРАЭ РАН. Выпуск 15. Развитие систем аварийного реагирования и радиационного мониторинга.

МОДЕЛЬНЫЙ РАСЧЕТ СОДЕРЖАНИЯ ^{131}I В ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЕ И ОЦЕНКА ДОЗОВОЙ НАГРУЗКИ НА НАСЕЛЕНИЕ ВБЛИЗИ АО «НИФХИ ИМ. Л.Я. КАРПОВА»

Бурякова А.А., Булгаков В.Г., Крышев А.И., Каткова М.Н.
ФГБУ «НПО «Тайфун», г. Обнинск

В настоящее время выбросы радиофармацевтического производства АО «НИФХИ им. Л.Я. Карпова» (далее – НИФХИ) являются источником поступления ^{131}I в атмосферный воздух и дополнительного облучения населения г. Обнинска и его окрестностей.

Как показывают данные многолетнего мониторинга радиационной обстановки г. Обнинска, наблюдается увеличение среднегодовой объемной активности ^{131}I , что обусловлено развитием предприятия и ростом объема производства выпускаемых препаратов. Возросло и количество случаев регистрации ^{131}I воздухофильтрующей установкой УВФ-2 НПО «Тайфун», расположенной в г. Обнинске на стационарном посту в 5 км в северо-северо-западном направлении от промплощадки НИФХИ.

Для оценки годовых доз облучения населения выполнен расчет распределения ^{131}I в окружающей среде от штатных выбросов предприятия с учетом метеорологических условий, характерных для данного района. Для подтверждения корректности расчетных оценок среднегодовых объемных активностей ^{131}I в воздухе использовались данные радиационного мониторинга в г. Обнинске. Расчет содержания ^{131}I в окружающей среде проводился с использованием стандартной гауссовой модели рассеяния примеси при выбросе из вентиляционной трубы предприятия. Оценка годовой дозы облучения населения выполнялась для трёх сценариев: постоянное проживание и ведение хозяйственной деятельности в критической точке местности (1,9 км северо-восточнее источника выброса) – сценарий 1; постоянное проживание и ведение хозяйственной деятельности в д. Доброе (1,5 км в северо-западном направлении от источника выброса) – сценарий 2; постоянное проживание в г. Обнинске (4 км к северу от источника выброса) с ведением хозяйственной деятельности на дачном участке в 700 м к северо-востоку от источника выброса – сценарий 3.

По расчетным оценкам среднегодовая объемная активность ^{131}I в воздухе в 2019 г. была максимальной в критической точке местности и составила 1,5 мБк/м³. Расчетная среднегодовая объемная активность ^{131}I в г. Обнинске в 2019 г. находилась в пределах 0,5–1,2 мБк/м³.

Годовые дозы облучения населения г. Обнинска и окрестностей от выбросов ^{131}I НИФХИ в 2015 – 2019 гг. находились в пределах 0,5 – 2,0 мкЗв/год (в 2015 году для сценария 3 и в 2018 году для сценария 1 соответственно), что значительно ниже квоты предела дозы для населения, проживающего в районе расположения НИФХИ (300 мкЗв/год). Наибольшие расчетные годовые дозы облучения получены в 2018 году – 2,0 мкЗв/год для критической точки местности, 1,7 мкЗв/год для жителей д. Доброе. Годовые дозы облучения населения от выбросов ^{131}I НИФХИ для жителя г. Обнинска (в рамках сценария 3) находились в пределах 0,5 – 1,3 мкЗв/год, максимум наблюдался в 2018 г. Появление йода в г. Обнинске в молекулярной форме за рассматриваемый период в среднем изменялось от 77 % до 93 %, в аэрозольной фракции составляло 7–23 %.

Полученные оценки позволяют утверждать, что радиационный риск воздействия на население г. Обнинска и его окрестностей вследствие выбросов ^{131}I предприятием в 2015 – 2019 гг. был пренебрежимо малым.

ОБ УЧАСТИИ УЧРЕЖДЕНИЙ ГОСКОМГИДРОМЕТА СССР И РОСГИДРОМЕТА В РАБОТАХ ПО ЛИКВИДАЦИИ АВАРИИ НА ЧАЭС

Вакуловский С.М., Уваров А.Д.
ФГБУ «НПО «Тайфун», г. Обнинск

Через 2 дня после аварии на ЧАЭС 29 апреля 1986 г на Оперативной группе Политбюро ЦК КПСС было принято решение о привлечении организации Госкомгидромета к получению информации о состоянии радиоактивного загрязнения территории СССР за пределами санитарно защитной зоны. Наблюдения велись на метеопостах и станциях Госкомгидромета ежесуточно: за мощностью дозы гамма-излучения, за выпадениями из атмосферы радиоактивных аэрозолей на подстилающую поверхность, за концентрацией радиоактивных аэрозолей в приземном слое атмосферы -, за содержанием стронция-90 в реках, озерах и морях. На основе результатов комплекса проведенных работ (радиометрических, гамма-спектрометрических авиационных съемок, наземных обследований, определения изотопного состава загрязнителей) была составлена карта которая демонстрировалась при обсуждении положения границ зоны эвакуации населения на заседании Правительственной комиссии. В качестве границ зоны отселения была принята мощность дозы гамма-облучения 5 мР/час. На 10 мая 1986 г. площадь такой зоны составила около 3000 км². По результатам первых радиационных разведок была построена карта радиоактивного загрязнения ближней к аварийному реактору зоне, представленная в Правительственную комиссию лично Ю.А. Израэлем 2 мая 1986 г. По данным этой карты в этот же день было принято решение о незамедлительной эвакуации населения из населенных пунктов 30 км зоны общей численностью 116000 человек.

В начале июня 1986 г. была детально обследована западная часть Брянской области. Оказалось, что на этой территории находился пункт (Заборье) с уровнем загрязнения цезием-137 более 100 Ки/км². По результатам работ из загрязненных зон на территории Брянской области в августе 1986 г. было отселено в 16 000 человек. Также на территории Брянской области критическими объектами окружающей среды оказались замкнутые и слабопроточные водоемы, в которых проводилась рыбная ловля и водопой скота. Последующими постановлениями директивных органов СССР на Госкомгидромет были возложены функции головной организации по контролю, оценке, прогнозированию радиационной обстановки на территории всей страны и представлению информации правительству и заинтересованным ведомствам. После выхода закона «О социальной защите граждан, подвергшихся воздействию радиационной катастрофы на ЧАЭС №12-44-1 от 15.05.1991, который определил 4 зоны радиоактивного загрязнения и утвердил их границы, были обследованы с помощью авиационной гамма-спектрометрической съемки 17 областей России и определена общая площадь загрязненной территории, которая составила 740 000 км². В 1991 г. на основании наземных обследований, проведенных сотрудниками Росгидромета, результаты которых хранились в базе данных НПО «Тайфун». Распоряжением Правительства РФ был утвержден первый список из 6884 населенных пунктов, находящихся в зонах загрязнения. Этот список на основании повторных, детальных обследований уточнялся каждые 5 лет и на начало 2021 г. в базе данных находится информация по 9181 населенному пункту. Результаты работы сотрудников Гидрометеослужбы в ранний период после аварии на ЧАЭС были высоко оценены на уровне Правительства. Указом Президиума Верховного Совета СССР в декабре 1986 г. более 70 сотрудников были награждены орденами Трудового Красного знамени, орденами Знак Почета, медалями, а руководитель Гидрометеослужбы Ю.А. Израэль был награжден орденом Ленина. Обширные экспериментальные данные, полученные сотрудниками Гидрометеослужбы, после их анализа и обобщения были отражены в многочисленных публикациях. Эти публикации являются настольными книгами для научных сотрудников, работающих по разным аспектам радиационного мониторинга окружающей среды, и научным наследием, полезным для молодого поколения радиоэкологов.

ВЛИЯНИЕ АНТРОПОГЕННОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ И ПОГОДНЫХ УСЛОВИЙ НА ПОПУЛЯЦИИ СОСНЫ

Васильев Д.В., Гераськин С.А., Дикарева Н.С.
ФГБНУ «ВНИИРАЭ», г. Обнинск

Здоровье и репродуктивная способность растений, а на популяционном уровне форма и направленность естественного отбора способны значительно изменяться при хроническом воздействии антропогенных факторов. Механизмы таких изменений сложны и могут сильно модифицироваться условиями произрастания растений в разных природных зонах. Поэтому корректная оценка эффектов хронического воздействия антропогенных факторов должна основываться на анализе результатов многолетних комплексных полевых экспериментов. Мы имели уникальную возможность провести такие исследования на популяциях сосны из районов Ленинградской АЭС, радиоактивного загрязнения в Брянской области и префектуре Фукусима.

Результаты исследований позволили выявить повышенную частоту цитогенетических нарушений в корневой меристеме проростков семян и интеркалярной меристеме хвои у растений с импактных участков из разных регионов с разным уровнем и спектром антропогенного загрязнения. Если в районах радиоактивного загрязнения ЧАЭС и Фукусимы причиной повышенной частоты аберраций являются высокие уровни радиоактивного загрязнения, то в районе Ленинградской АЭС повышенная частота цитогенетических нарушений вызвана другими антропогенными факторами. Благодаря анализу спектра цитогенетических нарушений и данным экологического мониторинга приземного воздуха установлено, что основной причиной высокой частоты цитогенетических нарушений в районе Ленинградской АЭС является загрязнение тяжелыми металлами атмосферного воздуха и почв. Также анализ результатов исследований показал, что направленность изменений в популяциях сосны из района Ленинградской АЭС и районов радиоактивного загрязнения ЧАЭС коренным образом различаются. Если частота цитогенетических нарушений на техногенно загрязненных участках Ленинградской области статистически значимо ($p < 0.05$) увеличивалась с течением времени, то на загрязненной радионуклидами территории Брянской области у популяций, развивающихся в условиях хронического облучения со временем, наблюдается тенденция к снижению частоты цитогенетических нарушений. При длительном воздействии неблагоприятного фактора у популяций могут произойти изменения репродуктивных свойств. Однако при устойчиво воспроизводившейся в импактных популяциях в течение всех лет исследований повышенной частоте цитогенетических нарушений снижения качества семян у популяций сосны из Брянской области не произошло. Корреляционный анализ также не выявил взаимосвязи между показателями качества семян (всхожесть и доля абортивных семян) и величиной радиационного воздействия ($p > 5\%$).

В отдаленный период после аварии на Чернобыльской АЭС, когда, вследствие радиоактивного распада, радиационная нагрузка на растения существенно снизилась, на первый план по силе влияния выходят другие факторы, среди которых важное место занимают метеорологические условия. Анализ зависимости показателей качества семян из Брянской области от погодных условий выявил в ряде случаев наличие достоверных корреляций ($r=0.89-0.99$; $p < 1\%$), согласно которым повышенные температуры в течение всего периода развития семян и осадки в августе увеличивают долю абортивных семян, а повышенные температуры в августе снижают их всхожесть.

Результаты исследований показали значимость и эффективность проведения комплексных исследований для понимания влияния антропогенных факторов на природные экосистемы. Позволили определить уровень влияния, динамику и направленность вызываемых неблагоприятными факторами процессов в природных популяциях. Сравнить и оценить степень влияния неблагоприятных факторов и погодных условий. Полученные в наших исследованиях данные могут быть использованы для оценки экологического риска и разработки мероприятий, направленных на предотвращение деградации лесных экосистем.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ АСПИРАЦИОННЫХ ПОСТОВ ДЛЯ МОНИТОРИНГА АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА ДЛЯ ОБЪЕКТОВ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ

Васянович М.Е.¹, Швалев Н.Г.², Игнатъев О.В.³, Соловская И.М.⁴, Мурашова Е.Л.⁴

¹ *ФГБУН Институт промышленной экологии УрО РАН, г. Екатеринбург,*

² *ООО «НЕОРАДТЕХ», г. Обнинск,*

³ *ФГАОУ ВО «УрФУ им. первого президента РФ Б.Н. Ельцина», г. Екатеринбург,*

⁴ *ФГУП «ПО «Маяк», г. Озерск*

Существующая система мониторинга количественного и качественного определения радиоактивных веществ в атмосферном воздухе представляет собой аспирационный пост для отбор аэрозольных частиц из воздуха путем фильтрации через нетканые материалы. Данный подход реализован с целью мониторинга присутствия таких радиоактивных аэрозольных частиц как Cs-137, Cs-134 Co-60 и I-131, которые согласно Санитарным нормам и правилам предположительно могли формировать до 98% эффективной дозы на население [1]. Однако, в работах авторов продемонстрировано, что существующие технологии в проектировании и опыт эксплуатации атомных станций позволили пересмотреть перечень основных дозообразующих радионуклидов [2, 3]. Поскольку выбросы атомных станций в основном представлены тритием и инертными радиоактивными газами (ИРГ) при штатной эксплуатации, предлагается рассмотреть возможность аппаратурного и методического пересмотра концепции реализации аспирационного поста мониторинга радиоактивных веществ в атмосферном воздухе.

Для контроля объемной активности трития в виде атмосферной влаги НТО предлагается применять диффузионный метод, основанный на сорбционной способности некоторых влагопоглотителей, например NaX, который обладает высокой влагоемкостью и хорошим удержанием поглощенной влаги, химически инертен, и имеет развернутую удельную поверхность. Для отбора берут навеску цеолита массой 200 г, помещают его в специальную металлическую емкость, через которую с известным расходом прокачивают атмосферный воздух с экспозицией до 1 месяца. Извлечение влаги из цеолита осуществляют в специальной печи, представленной на рисунке, при температуре 400 °С с разряжением атмосферного давления 20 мм рт.ст. Вся отогнанная влага из цеолита поступает в приемную емкость с криогенной ловушкой для сбора все влаги. Из отогнанной влаги готовят по два счетных образца для измерения активности трития жидкосцинтилляционным методом.

Для контроля штатной работы АЭС предлагается в непрерывном режиме выполнять спектрометрический анализ ИРГ в атмосферном воздухе, который возможно реализовать с помощью блока детектирования на основе сцинтилляционного кристалл SrI₂.

Литература

1. СанПин 2.6.1.24-03 Санитарные правила и гигиенические нормативы «Санитарные правила проектирования и эксплуатации атомных станций»
2. Ekin A.A., Zhukovskii M.V., Vasyanovich M.E. Identification of the main dose-forming radionuclides in NPP emissions. – Atomic Energy, 2016, v. 120, № 2, p. 134–137
3. Vasyanovich M.E., Ekin A.A., Vasilyev A.V. et al. Determination of radionuclide composition of the Russian NPPs atmospheric releases and dose assessment to population. – J. Environ. Radioac., 2019, v. 208–209, № 106006.

МОНИТОРИНГ ИОНИЗИРУЮЩЕЙ РАДИАЦИИ В ПРИРОДНОЙ СРЕДЕ

Воробьев В.А.

ФГБУ «ИПГ», г. Москва

Для обеспечения радиационной безопасности полетов в космосе и стратосфере в ИПГ была создана Служба контроля и прогноза радиационной обстановки в околоземном космическом пространстве и стратосфере СКПРО. Она основывалась на двух подсистемах: космической – на искусственных спутниках Земли (ИСЗ) «Метеор» и стратосферной – на радиометрических радиозондах РРЗ [1]. Начиная с 1969 г. с космодрома Плесецк были запущены на полярную орбиту многочисленные ИСЗ «Метеор» с радиометрической аппаратурой. Благодаря разработанной привязке к геомагнитным координатам В, L и запоминающего устройства «БАРС», впервые в СССР стал возможен оперативный контроль радиации во всем околоземном космическом пространстве [2]. Впервые исследованы неоднородности вторжения в полярную шапку солнечных космических лучей СКЛ [3]. В 1968 г. в ИПГ был создан радиометрический радиозонд РРЗ для контроля антропогенной радиации в атмосфере и измерения спектров высокоэнергичных протонов СКЛ с помощью штатной приемной аппаратуры на 5 высокоширотных аэрологических станциях и на 5 научно-исследовательских судах и судах погоды. Изучались радиоактивные облака от французских и китайских ядерных испытаний. Регистрировались вторжения наиболее опасных высокоэнергичных СКЛ [4]. Под научным руководством ИПГ (Е.К. Федоров, Ю.А. Израэль) проводилась спектральная аэрогамма-съемка радиоактивных следов от ядерных испытаний и крупнейших ядерных аварий [5]. НПО «Тайфун» выполнен огромный объем работ по контролю, изучению и прогнозу радиоактивного загрязнения в результате аварии на Чернобыльской АЭС [6,7]. Выпущены детальные атласы радиоактивного загрязнения территорий [8].

Литература

1. Воробьев В.А. К 45-летию создания в СССР службы контроля и прогноза радиационной обстановки в околоземном космическом пространстве и стратосфере (СКПРО). // Метеоспектр 2018, № 4, с. 54 – 63.
2. Воробьев В. А., Кривчикова В. П., Малышев А. Б.. О привязке к геомагнитным (В, L) координатам потоков заряженных частиц для ИСЗ с круговой орбитой. // Вопросы радиационной космофизики . 1970. Вып.1 М., с. 44-49.
3. Воробьев В.А., Назарова М.Н., Переяслова Н.К., Петренко И.Е., Свидский П.М. Пространственное распределение солнечных протонов в полярных зонах от вспышек 30 марта и 10 апреля 1969 г. // Вопросы радиационной космофизики . 1970. Вып.1, с. 121-137.
4. Воробьев В.А. 50 лет подсистеме радиометрического стратосферного зондирования. // Проблемы экологического мониторинга и моделирования экосистем. 2018. №4. С. 5-8.
5. Воробьев В.А., Керцман В.М. Аэрогамма-съемке – 75 лет. // Eurasian Scientific Association, 2020, №5 , С. 582-583.
6. Вакуловский С.М., Воробьев В.А. К 35-летию аварии на Чернобыльской АЭС. Мониторинг ионизирующей радиации в природной среде. // Use and protection of natural resources of Russia. 2021, № 1, (165).
7. Израэль Ю.А., Вакуловский С.М. и др. Чернобыль: радиоактивное загрязнение природных сред. – Л.: Гидрометеиздат, 1990. – 296 с.
8. Израэль Ю.А., Василенко В.Н., Снакин В.В., Артемов Е.М., Имшенник Е.В., Нахутин А.И., Вакуловский С.М. и др. Атлас Восточно-Уральского и Карачаевского радиоактивных следов, включая прогноз до 2047 года. – М.: ИГКЭ – Инфосфера – НИАПрирода, 2013. 140 с.

НОРМИРОВАНИЕ ВЫБРОСОВ РАДИОАКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ ПРИ НОРМАЛЬНОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ АЭС С РЕАКТОРАМИ ТИПА ВВЭР И PWR

Вуколова А.-Н.В.¹, Долгих А. П.²

¹ НИЦ «Курчатовский институт», г. Москва,

² АО «Концерн Росэнергоатом», г. Москва

Нормирование выбросов радиоактивных веществ (РВ) в атмосферный воздух осуществляется заданием перечня радионуклидов в выбросе и установлением значений допустимых и предельно допустимых выбросов (ДВ и ПДВ) РВ из перечня.

Согласно МАГАТЭ [1] число радионуклидов, для которых может быть установлена активность, равно 803. В РФ это число сокращено [2] и допускается [3], что в перечень нормируемых включаются только радионуклиды, создающие в сумме годовую индивидуальную эффективную дозу (далее – суммарная доза), 99% от суммарной дозы от всех регистрируемых радионуклидов в выбросе.

Еврокомиссией RADD [4] накоплен достаточный объем данных, позволяющих провести обобщение и анализ перечня РВ и их активностей в выбросах АЭС. В данной работе использовались данные по годовым выбросам зарубежных АЭС с реакторными установками типа ВВЭР (7 АЭС) и PWR (32 АЭС).

Статистический анализ результатов расчетов суммарных годовых доз D_S показал, что значения распределены по гауссу, а максимальное значение в этом распределении не превышает значения $2D_S$. Отсюда следует, при нормальной эксплуатации АЭС прогнозирование суммарной дозы облучения от выбросов РВ может проводиться с использованием усредненного по годам нуклидного вектора.

Для каждой АЭС установлен ранжированный список дозообразующих радионуклидов с учетом их усредненной по годам активности. Оказалось, что стандартный перечень радионуклидов (^{14}C , ^3H , ^{131}I , ^{58}Co , ^{60}Co , ИРГ (^{41}Ar , ^{85}Kr , ^{87}Kr , ^{88}Kr , ^{133}Xe , ^{135}Xe , ^{138}Xe) создает суммарную дозу не менее 99% от суммарной дозы на 56% зарубежных АЭС (22 из 39 АЭС). На остальных 44% АЭС к указанным нуклидам добавляется по 1 – 3 нуклида, дающих до 5% в суммарную дозу (миноры). Если установить требование, что нормируемыми могут быть радионуклиды, создающие суммарную дозу не менее 95%, а не 99%, перечень для АЭС с ВВЭР можно сократить до стандартного. Таким образом в результате анализа архивных данных удастся установить нуклидный вектор по активности (НВа), позволяющий прогнозировать ожидаемые дозы облучения от выбросов РВ на АЭС с заданной точностью. Установленный НВа позволяет просто определить нормативы ДВ и ПДВ отдельных нуклидов, а также смеси нуклидов [5]. Для установления нормативов для российских АЭС с ВВЭР могут быть использованы усредненные данные зарубежных АЭС российского дизайна.

Литература

1. Safety Reports Series No. 19. Generic Models for Use in Assessing the Impact of Discharges of Radioactive Substances to the Environment. IAEA, Vienna, 2001.
2. Распоряжение Правительства РФ от 8 июля 2015 г. N 1316-р "Об утверждении перечня загрязняющих веществ, в отношении которых применяются меры государственного регулирования в области охраны окружающей среды"
3. РБ-106-15 Руководство по безопасности при использовании атомной энергии "Рекомендуемые методы расчета параметров, необходимых для разработки и установления нормативов предельно допустимых выбросов радиоактивных веществ в атмосферный воздух"
4. База данных RADD (European Commission RAdioactive Discharges Database. URL: <https://europa.eu/radd/index.dox>)
5. Вуколова А.-Н.В., Долгих А.П., Русинкевич А.А. Установление нормативов допустимых выбросов смеси нескольких радионуклидов в атмосферный воздух при нормальной эксплуатации АЭС. Вопросы атомной науки и техники. Серия: Ядерно-реакторные константы, 2020, выпуск 1, 1:9.

МИГРАЦИЯ ^{137}Cs В ЛАНДШАФТАХ ТЕРРИТОРИЙ ЦФО, ЗАГРЯЗНЕННЫХ В РЕЗУЛЬТАТЕ АВАРИИ НА ЧАЭС

Гниломедов В.Д., Каткова М.Н., Яхрюшин В.Н., Полянская. О.Н.
ФГБУ «НПО «Тайфун», г. Обнинск

Распределение ^{137}Cs по площади загрязненных в результате аварии на Чернобыльской АЭС территорий, крайне неравномерно, как вследствие неоднородности формирования первичного поля радиоактивного загрязнения [1], так и в зависимости от особенностей ландшафтной обстановки.

В ходе детальных исследований были выявлены значительные неоднородности распределения ^{137}Cs , связанные с ландшафтными особенностями загрязненных территорий. Наиболее полно влияние ландшафтных особенностей отражено в работе [2].

Предшествующими исследованиями радиационной обстановки в районах расположения населенных пунктов на загрязненных территориях, было установлено, что основное количество ^{137}Cs сосредоточено в слое почвы от поверхности до глубины 30 см.

Плотность загрязнения почв населенных пунктов Гордеевского и Злыньковского районов Брянской области на конец 2020 года находится в пределах от 1,3 Ки/км² до 19 Ки/км², составляя в среднем 7,4 Ки/км². На загрязненных территориях наблюдается устойчивая тенденция уменьшения активности ^{137}Cs в почвах, в период с 2015 по 2020 годов она уменьшилась в 1,2 раза.

Распределение ^{137}Cs коррелируется с распределением гумусовых веществ в зональных типах почв этого региона – дерново-подзолистых, и северном подвиде черноземов – черноземах выщелоченных. На водоразделах наиболее распространенной почвообразующей породой являются покровные суглинки. Основная масса гумусовых веществ сосредоточена в слое 0-20 см в первом случае и 0-25 см – во втором.

На глубине около 30 см, в подзолистом горизонте, содержания гумусовых веществ, глинистых частиц и ^{137}Cs уменьшается практически до нуля. Здесь они полностью разрушены агрессивными фульво-кислотами и вымыты почвенными растворами. Была установлена высокая способность поглощать ^{137}Cs органо-минеральными соединениями гумусовых кислот с железом и алюминием [3].

Распределение ^{137}Cs в этих почвах определяется емкостью поглощения совокупностью гумусовых и органо-минеральных соединений. Вследствие активной вовлеченности в биологический круговорот и миграцию в почвенном профиле, в условиях избыточного увлажнения, ^{137}Cs вместе с почвенными растворами выносятся из почв.

Заметную роль в перераспределении радионуклидов играют лесные пожары в зонах загрязнения. «Каждый новый пожар формирует новую карту загрязнения, поскольку поднятые в воздух радионуклиды рассеиваются там, где раньше было относительно безопасно», сообщает агентство «Укринформ». Наибольшее изменение связано с переносом зольно-угольных частиц. Дальний перенос, очевидно, происходит в виде аэрозолей.

В периоды пожаров 2010 и 2020 годов в зонах высокого загрязнения в РФ и на Украине наблюдалось повышение активности ^{137}Cs в воздухе на 1-2 порядка на всей территории ЕТР и даже в Сибири – в Ханты-Мансийске. Что показывает еще один процесс рассеивания радионуклидов из почв загрязненных территорий.

Литература

1. Израэль Ю.А., Квасникова Е.В., Линник В.Г. Радиоактивное загрязнение территории России. В кн.: Изменение природной среды в XX веке. М.: МОЛНИИЕТ, 2012. – С. 202-220.
2. Линник В.Г. Ландшафтная дифференциация техногенных радионуклидов. М.: РАН, 2018. 372 с.
3. Гришина Л.А. Гумусообразование и гумусное состояние почв. М., Изд. МГУ, 1986. 244 с.

ФОНОВАЯ РАДИОАКТИВНОСТЬ АЭРОЗОЛЕЙ ПРИЗЕМНОГО СЛОЯ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА В МОСКВЕ

Гордеев С.К., Пташкин А.Г., Светличный Ю.А., Чистовский Ю.В.
ФГУП «Радон», г. Москва

Радиоактивность аэрозолей приземного слоя атмосферного воздуха и атмосферных выпадений в городе Москве контролировалась на восьми СПРК [1], расположенных в различных городских зонах четырех административных округов:

- «лесопарковая зона» в САО, ЮВАО, ЮЗАО – СПРК-4, СПРК-1, СПРК-6 соответственно;
- «промышленная зона» в САО, СЗАО, ТАО – СПРК-3, СПРК-5, СПРК-16 соответственно;
- «зона административно-жилой застройки» в ЦАО, СЗАО – СПРК-2, СПРК-7 соответственно.

Элементы типового СПРК представлены в докладе.

В пробах аэрозолей атмосферного воздуха приземного слоя, отобранных на стационарных постах радиационного контроля, была определена объемная радиоактивность основных радионуклидов (таблица 1) и плотность выпадений (таблица 2).

Таблица 1. Объемная активность основных радионуклидов, определенная на СПРК Москвы в 2020 году

Радионуклид	Объемная активность радионуклида, Бк/м ³		
	Минимальная	Средняя	Максимальная
⁷ Be	1,1·10 ⁻³	2,8·10 ⁻³	7,8·10 ⁻³
²² Na	1,0·10 ⁻⁷	3,4·10 ⁻⁷	9,0·10 ⁻⁷
⁴⁰ K	2,5·10 ⁻⁶	1,0·10 ⁻⁵	1,5·10 ⁻⁴
²²⁶ Ra	2,0·10 ⁻⁷	6,7·10 ⁻⁷	3,2·10 ⁻⁶
²³² Th	3,0·10 ⁻⁷	1,0·10 ⁻⁶	4,4·10 ⁻⁶
¹³¹ I	5,5·10 ⁻⁷	2,4·10 ⁻⁶	5,6·10 ⁻⁴
¹³⁷ Cs	1,0·10 ⁻⁷	5,4·10 ⁻⁷	2,3·10 ⁻⁶
⁹⁰ Sr	3,1·10 ⁻⁸	-	8,8·10 ⁻⁴
^{239,240} Pu	≤1,2·10 ⁻⁸	-	4,2·10 ⁻⁷
Σβ	3,5·10 ⁻⁶	7,9·10 ⁻⁵	6,1·10 ⁻⁴

Радиоактивность аэрозолей распределена между космогенными (⁷Be, ²²Na), террагенными (⁴⁰K, ²²⁶Ra, ²³²Th) и техногенными (⁹⁰Sr, ¹³¹I, ¹³⁷Cs, ^{239,240}Pu) радионуклидами.

Таблица 2. Плотность выпадений радионуклидов, определенная на СПРК г. Москвы в 2020 году

Радионуклид	Плотность выпадения радионуклида, Бк/(м ² ·сут)		
	минимальная	средняя	максимальная
Σβ в выпадениях («сухих»)	1,1·10 ⁻¹	1,5·10 ⁻¹	2,1·10 ⁻¹
Σβ в осадках	2,4·10 ⁻¹	2,9·10 ⁻¹	2,9·10 ⁻¹
⁹⁰ Sr в выпадениях («сухих»)	3,4·10 ⁻⁵	1,0·10 ⁻⁴	4,1·10 ⁻⁴
⁹⁰ Sr в осадках	<1,3·10 ⁻³	4,5·10 ⁻³	1,8·10 ⁻²

Полученные результаты значительно ниже соответствующих допустимых значений[1].

Литература

1. Гордеев С.К. и др. «Мониторинг радиоактивности в окружающей среде московского региона», труды 2-й международной НПК «Охрана окружающей среды и обращение с РАО НПЦ» Срегиев Посад, 23-24.09.2020 г.

2. СанПин 2.6.1.2523-09, НРБ-99/2009.

РАДИАЦИОННЫЙ МОНИТОРИНГ НА ТЕРРИТОРИИ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ФГБУ «СЕВЕРНОЕ УГМС». ОПЫТ. ПЕРСПЕКТИВЫ

Грипас О.Е., Цветкова В.С.

ФГБУ «Северное управление по гидрометеорологии и мониторингу загрязнения окружающей среды», г. Архангельск

Территория деятельности ФГБУ «Северное УГМС» включает в себя Архангельскую, Вологодскую, Мурманскую, Тюменскую области, республику Коми, Ненецкий автономный округ, Красноярский край и Карелию. Всего насчитывается 80 пунктов радиометрических наблюдений, из которых 21 пункт – это труднодоступные метеостанции.

Центр по мониторингу загрязнения окружающей среды (ЦМС) ФГБУ «Северное УГМС» с марта 2017 года является аккредитованным испытательным Центром в Федеральной службе по аккредитации.

Радиационный мониторинг окружающей среды осуществляется в соответствии с Государственным заданием и программой, согласованной с ФГБУ «НПО «Тайфун» посредством:

- ежедневного измерения мощности дозы гамма-излучения на открытой местности, контроля за радиационной обстановкой с использованием Архангельской территориальной автоматизированной системы контроля радиационной обстановки АТ АСКРО, отбора проб аэрозолей приземного слоя атмосферы с помощью воздухофильтрующих установок, отбора проб атмосферных выпадений на подстилающую поверхность с помощью горизонтальных планшетов;

- отбора проб почвы и растительности в летний период, снежного покрова - в зимний период и дальнейшего анализа проб на изотопный состав;

- отбора проб атмосферных осадков и пресной воды на определение содержания трития, пресной и морской воды - для определения объемной активности стронция-90;

- отбора проб донных отложений в летний период в районе Двинского залива Белого моря для определения содержания цезия-137.

Отобранные пробы объектов окружающей исследуются в ЦМС и испытательном подразделении ФГБУ «НПО «Тайфун».

С целью радиационного мониторинга 30-км зоны вокруг радиационно-опасных объектов проводятся маршрутные гамма-обследования посредством передвижной радиометрической лаборатории (ПРЛ).

ФГБУ «Северное УГМС» принимает участие в совместных с ФГБУ «НПО «Тайфун» морских научных исследованиях в рамках мероприятия «Организация и обеспечение работ и научных исследований в Арктике и Антарктике» Государственной программы РФ «Охрана окружающей среды», поскольку актуальность и важность изучения качества и состояния морской среды не оставляют сомнений, а совместные экспедиции позволяют двигаться вперед.

Перспективами развития радиационного мониторинга ФГБУ «Северное УГМС» могут быть мероприятия по организации, либо возобновлению наблюдений за радиоактивными выпадениями и аэрозолями на труднодоступных станциях Арктической зоны РФ, обновление технического парка измерительного оборудования, а также расширение области аккредитации ЦМС в области проведения радиометрических измерений.

ИССЛЕДОВАНИЕ РАДИОНУКЛИДОВ В ВОДОИСТОЧНИКАХ НА ТЕРРИТОРИИ РЕСПУБЛИКИ САХА (ЯКУТИЯ)

Далбаева Е.А., Ерофеевская Л.А.¹, Салтыкова А.Л.²

¹ Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт проблем нефти и газа Сибирского отделения Российской академии наук, г. Якутск,

² Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Арктический государственный агротехнологический университет», г. Якутск

На сегодняшний день, в Якутии, при отсутствии новых существенных поступлений радиоактивных продуктов взрывов в атмосферу, происходит постепенное уменьшение концентрации радиоактивных веществ в почвогрунтах, в результате естественных процессов самоочищения.

Тем не менее, необходимо учитывать, что источником вторичного загрязнения почв радиацией могут служить подземные воды, а вместе с ними и открытые водоёмы, точно также как и почво-грунты могут служить источником загрязнения питьевого водоснабжения.

В качестве оперативной оценки допустимости использования воды для питьевых целей, по удельной суммарной альфа-, бета- активности, а также возможного поступления из почв и почво-грунтов источников радиоактивного загрязнения исследованы бассейны крупных рек Лена, Амга, Тата и Аллах-Юнь, а также вода озёр, мелких рек и ручьёв, протекающих по территории Центральной Якутии.

В Нормах радиационной безопасности (НРБ–99/2009) указывается, что качество питьевой воды по удельной суммарной альфа- и бета-активности, не должна превышать 0,2-1,0 Бк/кг, соответственно. Анализ результатов радиационно-лабораторных исследований проб питьевой воды показывает, что суммарная удельная активность альфа-излучающих радионуклидов регистрируется в пробах воды источников подземного питьевого водоснабжения.

По результатам гамма-спектрометрического и радиометрического анализов, среднегодовая удельная активность радона - 222, цезия - 137, полония - 210 и свинца - 210 в исследованных пробах ниже допустимых уровней НРБ-99 [6, 7].

В целом, по Республике Саха (Якутия), в пробах воды рек и озёр удельная альфа-активность и содержание бета-излучающих радионуклидов в воде всех источников питьевого водоснабжения значительно ниже допустимых уровней.

Приведённые в настоящей работе исследования и статистические данные показывают зависимость уровня радиоактивного загрязнения на территории Республики Саха и Центральной части Якутии, в частности, от влияния последствий испытаний ядерного оружия, источников, используемых в медицине, эксплуатации объектов атомной энергетики и промышленности.

В дальнейшем необходимо продолжать наблюдения за территориями аварийных радиоактивных выбросов «Кратон-3» и «Кристалл», с целью оценки экологической безопасности хранилищ радиоактивных отходов и их возможного влияния на здоровье людей, животных и, в целом, окружающей среды Республики.

Литература

1. Мизгирев Д., Аргунова Т. // Радиация в Якутии: удовлетворительно! Еженедельник «Молодёжь Якутии», №18 (5420), 11 мая 2007 г., С. 4.

ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ *IN SITU* ГАММА-СПЕКТРОМЕТРОВ В СОСТАВЕ АППАРАТУРЫ СТАЦИОНАРНЫХ И МОБИЛЬНЫХ ПОСТОВ АСКРО АЭС РФ

Дровников В.В., Егоров Н.Ю., Живун В.М., Кадушкин А.В., Коваленко В.В.
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»,
г. Москва

Принципиальными недостатками АСКРО АЭС, функционирующих на основе измерения и анализа временной динамики мощности дозы в точке расположения стационарного или мобильного поста АСКРО, являются: низкая чувствительность обнаружения начала нештатного выхода радиоактивных газов и аэрозолей в окружающую среду, отсутствие возможности отличать штатный выход радиоактивных газов и аэрозолей в окружающую среду и нештатный выход малой интенсивности от вариаций естественного фона, а также отсутствие возможности определять, в т.ч. оперативно, радионуклидный состав и значения парциальной активности радионуклидов, поступающих в окружающую среду.

Анализ представленной в [1-4] информации позволяет считать, что эффективным способом улучшения характеристик АСКРО АЭС является применение в составе аппаратуры стационарных и мобильных постов АСКРО *InSitu* гамма-спектрометров и соответствующих методов обработки и анализа получаемых с их помощью экспериментальных данных.

Высказанные соображения были подтверждены в рамках экспериментов, выполненных специалистами НИЛ ЯФТРК с применением *InSitu* гамма-спектрометрических технологий, на одной из АЭС РФ с реакторами ВВЭР.

Гамма-спектрометр для дистанционного обнаружения выхода радиоактивных газов и аэрозолей в окружающую среду и штатно применяемый в системах АСКРО дозиметр были размещены в технологическом помещении за пределами промплощадки АЭС и работали в непрерывном режиме 25 месяцев, моделируя, таким образом, работу стационарного поста АСРО.

Сравнение дозиметрического и *InSitu* гамма-спектрометрического подходов применительно к мобильному посту АСКРО проводилось на примере автомобильной гамма-съемки местности на предмет обнаружения ее участков с повышенным содержанием техногенных гамма-излучающих радионуклидов и определения характеристики загрязнения.

В докладе представлены результаты указанных экспериментов, подтверждающие, что *InSitu* гамма-спектрометрические технологии принципиально превосходят по чувствительности и информативности дозиметрические методы и, в случае применения в составе аппаратуры стационарных и мобильных постов АСКРО АЭС, обеспечивают возможность принципиального улучшения характеристик АСКРО АЭС.

Литература

1. Дровников В.В., Егоров М.В. и др. Поиск и определение характеристик радиоактивных источников методами дистанционной гамма-спектрометрии. ISBN 978-5-7262-1280-7. Научная сессия МИФИ-2010. Том 1. С. 129–132.
2. Drovnikov V.V, Egorov N.Y. et al. Some Results of the Airborne High Energy Resolution Gamma-Spectrometry Application for the Research of the USSR European Territory Radioactive Contamination in 1986 Caused by Chernobyl Accident. J.Environ.Radioactivity. Vol. 37, No. 2, pp. 223–234.
3. Дровников В.В., Егоров М.В. и др. *InSitu* сцинтилляционная гамма-спектрометрия с принципиально новыми возможностями. Некоторые результаты исследования содержания естественных и техногенных радионуклидов в грунте. АНРИ, № 1 (64), стр. 56 – 64, 2011 г.
4. Коротков А.С., Турлова А.В. и др. Автоматизированная система контроля радиационной обстановки в районе размещения АЭС как инструмент обеспечения безопасности. Атомная энергия, т. 125, 38 Вып. 1, июль 2018.

К ВОПРОСУ ПРИМЕНЕНИЯ КОМПОЗИТНЫХ СОРБЕНТОВ НА ОСНОВЕ ГЕКСАЦИАНОФЕРРАТОВ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ГАММА- СПЕКТРОМЕТРИЧЕСКОГО АНАЛИЗА ПРИРОДНЫХ ВОД

Епифанов А.О.¹, Тертышник Э.Г.¹, Епифанова И.Э.², Уваров А.Д.¹

¹ ФГБУ «НПО «Тайфун», г. Обнинск,

² ФГБНУ «ВНИИРАЭ», г. Обнинск

При проведении радиологического мониторинга природных вод особенностью определения содержания ^{137}Cs в водных объектах является необходимость концентрирования этого радионуклида из больших объемов воды по причине его низкой концентрации в изучаемых объектах. Для удобства работы сорбенты, используемые при проведении концентрирования, должны обладать следующими качествами:

- высокая сорбционная способность к ионам цезия;
- прочная фиксация сорбента в основе матрицы для обеспечения возможности обработки проб воды больших объемов;
- оптимальное соотношение стоимость производства сорбента/высокая эффективность сорбции.

Возможность использования в качестве матрицы-основы такого сорбента отходов промышленного производства или возобновляемого растительного сырья являлась бы дополнительным преимуществом. Разработка высокоселективных сорбентов с низкой себестоимостью изготовления, удобных для применения в экспедиционных условиях, для концентрирования радиоцезия при проведении радиологического мониторинга природных вод остается актуальной задачей контроля радиационной безопасности окружающей среды [1].

В НПО «Тайфун» разработаны и испытаны образцы гексацианоферратонных сорбентов, в качестве матрицы которых используется лузга подсолнечника. Способ получения этих сорбентов и результаты исследования их сорбционной способности приведены в [2]. Сделан вывод о том, что, несмотря на более низкие коэффициенты извлечения цезия ГЦФС с матрицей из лузги подсолнечника по сравнению с сорбентом на основе волокна «Мтилон-Т», модификацию сорбента, подвергнутого обработке NH_4Cl , можно рекомендовать к применению при контроле загрязнения водных объектов радиоцезием благодаря его доступности, низкой стоимости и удобства в эксплуатации.

Литература

1. Епифанова И.Э., Епифанов А.О. Использование композитных сорбентов на основе гексацианоферратов для концентрации радиоцезия при проведении радиологического мониторинга природных вод // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2018. № 11. С. 181-187.

2. Тертышник Э.Г., Уваров А.Д., Епифанов А.О. Использование композитных сорбентов на основе гексацианоферратов переходных металлов, внедрённых в лузгу подсолнечника, для извлечения радиоцезия из природных вод // АНРИ. 2014. № 4 (79). С. 65–72.

ИССЛЕДОВАНИЕ РАДИАЦИОННОГО ФОНА МЕРЗЛОТНЫХ ПОЧВ ЯКУТИИ

Ерофеевская Л.А., Далбаева Е.А.¹, Салтыкова А.Л.²

¹ Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт проблем нефти и газа Сибирского отделения Российской академии наук, г. Якутск,

² Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Арктический государственный агротехнологический университет», г. Якутск

В качестве возможного звена в радиоэкологической цепочке поступления радионуклидов в организм человека через объекты окружающей среды выполнен анализ по изучению радиационного фона мерзлотных почв Якутии.

Территории контрольных групп районов (улусов) включали:

- Арктическую группу: Абыйский, Аллаиховский, Анабарский, Булунский, Нижне-Колымский, Оленёкский, Устьянский районы;
- Центральная группа: Вилуйский, Кобяйский, Ленский, Мегино-Кангаласский, Мирнинский, Нюрбинский районы;
- Южная группа: Алданский, Нерюнгринский районы.

Проведённые исследования почвенных образцов, отобранных из мест селитебной зоны, детских площадок, сельскохозяйственных угодий, зон влияния промышленных предприятий и транспортных магистралей свидетельствуют, что уровень радиоактивного загрязнения почв Центральной Якутии в течение ряда лет остаётся стабильным и обусловлен техногенными и естественными источниками излучения.

Мощность дозы гамма – излучения от поверхности почвы на территории Центральной группы улусов также регистрировалась в пределах значений естественного радиационного фона в соответствии с нормами радиационной безопасности [1].

Наиболее весомым из всех естественных источников излучения является невидимый газ радон, не имеющий вкуса, запаха. По оценкам ученых и специалистов именно радон ответственен на 3/4 годовой индивидуальной дозы облучения населения от естественных радиоактивных источников. Этот газ в природе встречается в виде радона-222 и радона-220, которые образуются при распаде радия-226 и радия-224 соответственно. Газ радон-220 имеет и другое название - торон. Его вклад в суммарную дозу облучения примерно в 15-20 раз меньше, чем вклад радона-222.

Основным источником радона, влияющим на здоровье человека, являются строительные материалы или почва под зданием, из которых происходит наиболее интенсивная эмиссия радона (до 60 кБк/сут). Но это не единственный источник радона. Вторым по значимости источником радона является наружный воздух. Далее идут вода и природный газ. Эти источники обеспечивают дополнительную эмиссию радона, оцениваемую величиной 17 - 20 кБк/сут.

На сегодняшний день, в Якутии, при отсутствии новых существенных поступлений радиоактивных продуктов взрывов в атмосферу, происходит постепенное уменьшение концентрации радиоактивных веществ в почвогрунтах, в результате естественных процессов самоочищения.

Литература

1. Мизгирев Д., Аргунова Т. // Радиация в Якутии: удовлетворительно! Еженедельник «Молодёжь Якутии», №18 (5420), 11 мая 2007 г., С. 4.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЦЕОЛИТА В КАЧЕСТВЕ ЗАЩИТНОГО БАРЬЕРА ПРИ МИГРАЦИИ РАДИОНУКЛИДОВ

Ефимов С.Е., Ерофеевская Л.А., Далбаева Е.А., Александров А.Р.¹, Салтыкова А.Л.²

¹ *Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт проблем нефти и газа Сибирского отделения Российской академии наук, г. Якутск,*

² *Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Арктический государственный агротехнологический университет», г. Якутск*

Статистические данные свидетельствуют, что пик радиоактивных выпадений на территорию Якутии пришёлся на 1961 – 1969 годы, из них более всего – на 1963 год, когда наблюдалось 595 случаев проб осадков с повышенной радиоактивностью. Наибольшее их количество было зарегистрировано в следующих районах: Оймяконском - 37, Верхнеколымском - 32, Алданском - 32, Булуномском - 32, Нерюнгринском - 28, Усть-Янском - 27, Среднеколымском - 27 случаев. При этом максимальное значение радиоактивных выпадений равнялось 1779,3 Бк/км² в сутки [1, с. 4].

В период с 1974 по 1987 годы на территории республики было проведено 12 подземных ядерных взрывов, один из которых - «Кратон-3» стал аварийным - с выбросами радиации.

Первые исследования, проведённые якутскими радиологами в 1990 г., выявили наличие радиоактивного загрязнения полигона. Через 3 года участники экспедиции «Марха» заложили опыты с цеолитом месторождения Хонгуруу (Сунтарский район, Западная Якутия), в качестве защитного барьера. Экспозиция опыта – 14 лет.

По окончании эксперимента пробы с цеолитом были извлечены на предмет исследования возможной миграции радионуклидов. В ходе исследования было установлено, что миграция радионуклидов на объекте продолжается. За 14 лет цеолит адсорбировал ¹³⁷Cs на уровне 63,7±7 и ⁹⁰Sr - 26 400 ± 5 300 Бк/кг. В одной пробе воды из скважины №8 установлено присутствие ⁹⁰Sr на уровне 8,75 ± 1,63 Бк/л.

Кроме того, установлено, что почвы прилегающих территорий к полигону ядерного взрыва «Кратон-3», до сих пор обладают токсическим свойством по отношению к высшим растениям и почвенной микрофлоре.

Считаем, что для оценки экологической безопасности или опасности хранилищ радиоактивных отходов необходимо продолжение биологического мониторинга, в том числе, с изучением микроорганизмов, обладающих разными метаболическими свойствами и подбором в качестве фитомилиарантов районированных сортов растений устойчивых к воздействию радиации.

Литература

1. Мизгирев Д., Аргунова Т. // Радиация в Якутии: удовлетворительно! Еженедельник «Молодёжь Якутии», №18 (5420), 11 мая 2007г., С. 4.

МЕРОПРИЯТИЯ, НАПРАВЛЕННЫЕ НА СНИЖЕНИЕ РАДИОАКТИВНЫХ ВЫБРОСОВ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ АО «НИФХИ ИМ. Л.Я. КАРПОВА»

Желаев А.И., Кочнов О.Ю., Фомичев В.В.
АО «НИФХИ им. Л.Я. Карпова», г. Обнинск

АО «НИФХИ им. Л.Я. Карпова» является одним из передовых предприятий Российской Федерации, обладающее уникальными технологиями в производстве РФП и осуществляющее промышленные поставки отечественным и зарубежным потребителям радионуклидов медицинского назначения, радиофармпрепаратов. Нарботка изотопной продукции в АО «НИФХИ им. Л.Я. Карпова» осуществляется с помощью ядерного реактора ВВР-ц. С каждым годом потребность в радиофармпрепаратах растет, что требует увеличения роста производства, которое возможно только при обеспечении радиационной безопасности.

Радиационная безопасность персонала, населения и окружающей природной среды считается обеспеченной, если обеспечивается достижение основных принципов радиационной безопасности (обоснование, оптимизация, нормирование), а также выполнение требований радиационной защиты, установленные Федеральными законами РФ, действующими нормами радиационной безопасности и санитарными правилами. Одним из важных критериев обеспечения радиационной безопасности является контроль выбросов РВ, обусловленный видами производственной деятельности и экспериментальными исследованиями в АО «НИФХИ им. Л.Я. Карпова. Для контроля выбросов РВ в АО «НИФХИ им. Л.Я. Карпова» создана система контроля радиоактивного выброса. Количественный и изотопный состав выбросов РВ в атмосферу в основном определяется производством радиофармпрепаратов, в котором, в свою очередь, основным источником выброса радионуклидов в атмосферу является производство радиоизотопа ^{99}Mo , необходимого для зарядки генераторов радиоизотопа $^{99\text{m}}\text{Tc}$, используемого для диагностики в медицинских учреждениях.

Цель работы: оценка эффективности основных мероприятий по снижению выбросов радионуклидов в атмосферный воздух, проведенные за последние 5 лет.

Проведён анализ выбросов с 2016 года по 2021 год с учетом количества произведённых радионуклидов и оценен вклад основных мероприятий в общую картину.

В результате анализа и оценки полученных данных были разработаны, дальнейшие мероприятия на ближайшие годы и дан прогноз по их эффективности по снижению выбросов.

Литература

1. СанПиН 2.6.1.2523-09 Нормы радиационной безопасности НРБ-99/2009.
2. The 2007 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection. ICRP Publication 103 // Annals of the ICRP. 2007. Vol. 37. № 2–4. P. 332.
3. Основные санитарные правила обеспечения радиационной безопасности (ОСПОРБ-99/2010) СП 2.6.1.2612-10) зарегистрирован 11 августа 2010 г. Регистрационный № 18115. – М.: Минюст России. 2010.

ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ РАДИОЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА ПРЕДПРИЯТИЙ-ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ ЯДЕРНОГО ТОПЛИВА

Жеребцова Т.О.¹, Татаринов В.В.^{1, 2}

¹ МГТУ им. Н.Э. Баумана, г. Москва, ² ВНИИ ГОЧС (ФЦ), г. Москва

К числу важнейших задач эксплуатации ядерных установок относится порядок организации и проведения производственного экологического мониторинга в районе расположения предприятия. В 2020 году в рамках программы развития информационно-аналитических систем радиоэкологического мониторинга (ИАС РЭМ) на предприятиях Госкорпорации «Росатом» введена в промышленную эксплуатацию автоматическая информационно-измерительная система контроля радиационной и химической обстановки (ИИСК РХО), собирающая и обрабатывающая первичную базу данных основных показателей всех объектов природной среды [1].

В качестве примера проанализирована система радиоэкологического мониторинга АО «Машиностроительный завод» в г. Электросталь, находящегося в Московской области. В состав рассматриваемой системы входят 11 постов контроля радиационной и химической обстановки, оснащенные современными приборами и средствами измерения (в частности, спектрофотометры, альфа-бета-радиометры и радиометры радона), а также датчики контроля мощности дозы гамма-излучения, расположенные как на промплощадке завода, так и за его пределами. Данная разработка осуществляет непрерывное круглосуточное автоматическое измерение в режиме реального времени с установленной периодичностью (1 минута) мощности дозы гамма-излучения [2].

Государственная политика в области обеспечения безопасности предприятий, производящих ядерное топливо, направлена на активную поддержку внедрения современных спутниковых и информационных технологий с целью повышения уровня безопасности эксплуатации объектов атомной энергетики. Однако механизмы информационного взаимодействия между предприятиями-производителями ядерного топлива и службами экстренного реагирования реализованы не в полной мере. Разработка новых подходов к созданию средств, методов и технологий информационно-аналитической поддержки управления безопасностью ядерных установок, основанных на получении, обработке и использовании мониторинговой информации об объектах повышенной опасности направлена, в первую очередь, на оперативный дежурный прогноз и своевременное оповещение служб экстренного реагирования.

Совершенствование информационно-аналитической системы радиоэкологического мониторинга в целях создания соответствующих систем поддержки принятия решений в структуре МЧС позволят значительно повысить качество и оперативность управления подразделениями служб экстренного реагирования, создавая реальные предпосылки для существенного снижения негативного воздействия объектов атомной энергетики на окружающую среду.

Литература

1. Государственная корпорация по атомной энергии «Росатом» [электронный ресурс]: URL: <https://www.rosatom.ru/ru/> (дата обращения 27.09.2021).
2. Отчет по экологической безопасности АО «Машиностроительный завод» за 2020 год [электронный ресурс]: URL: <http://www.elemash.ru/upload/files/eco-otchet-2020> (дата обращения 27.09.2021).

ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ КАФЕДРЫ «ИНФОКОММУНИКАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И СИСТЕМ СВЯЗИ» АКАДЕМИИ ГРАЖДАНСКОЙ ЗАЩИТЫ В ОБЛАСТИ РАДИОМЕТРИЧЕСКИХ НАБЛЮДЕНИЙ И ИНФОРМАЦИИ

Захарян Р.А., Сафронов А.Л.

ФГБВОУ ВО «Академия гражданской защиты» МЧС России, г. Москва

Необходимость систем связи и автоматизации, как основной составляющей процесса управления приобретает архиважное значение по мере организационного и технического усовершенствования РСЧС и ГО России. Кроме других кафедр, в 1994 году на базе цикла связи ВЦК ГО создана кафедра «Организации связи и оповещения в РСЧС» (теперь кафедра «Инфокоммуникационных технологий и систем связи»), которая, сохраняя славные традиции цикла, приступила к созданию условий для организации учебного процесса, разработке новых программ и совершенствованию учебно-материальной базы. Кафедра осуществляет обучение специалистов, переподготовку и повышение квалификации руководящих кадров в области гражданской обороны, предупреждения и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций, мобилизационной подготовки министерства, Госнадзорной деятельности в РФ. Основные усилия в методической подготовке и работе научно-педагогического состава направлены на глубокое изучение и применение основ педагогики и психологии, новых прогрессивных форм и методов обучения, воспитания курсантов с учетом их последующей службы в системе МЧС России.

Наряду с этим в рамках выполнения научной работы кафедра совместно с сотрудниками Научно-исследовательского центра Академии выполнила разработку газоаналитических систем [1] для размещения на дронах и беспилотниках с целью мониторинга предупреждения и ликвидации ЧС в составе системы РСЧС.

Для передачи данных о химической обстановке с датчиков, установленных на дронах, можно воспользоваться уже имеющимися в системе РСЧС системами связи. Например, в районах ЧС организуются отдельные сети радиосвязи на основе радиостанций, входящих в состав мобильного узла подвижного ПУ, в диапазонах ультракоротких (УКВ) и коротких (КВ) волн. УКВ радиостанции обеспечивают качественную связь в пределах прямой видимости (5 – 15 км). В тоже время более предпочтительна радиорелейная связь, сочетающая в себе одновременно многие положительные свойства радио- и проводных средств связи. Радиорелейная связь осуществляется на основе специальных средств радиосвязи в диапазоне УКВ. Эти средства устанавливаются на высоких мачтах (башнях), имеют антенные устройства, обеспечивающие остронаправленный характер излучения и обладают большой пропускной способностью. Их работа не зависит от времени года, суток, атмосферных и промышленных помех.

Следует отметить, что в ряде регионов страны получили широкое использование спутниковые средства связи, которые можно отнести к разновидности радиорелейной связи. В районах ЧС находят применение переносные или мобильные спутниковые средства связи. Они обеспечивают качественную телефонную связь и передачу данных практически из любой точки страны в любое время, что имеет особое значение при организации связи из районов чрезвычайных ситуаций, где отсутствует или слабо развита сеть связи общего пользования.

Литература

1. Газоанализатор пирометрический (с твердым датчиком). Патент на полезную модель (RU 205509 U1). 19.07.21 г. Захарян Р.А., Остапчук Е.Е., Сарасеко В.В., Гарелина С.А., Хныченко К.Е., Куцовский Л.Ю.

СОЗДАНИЕ МЕТОДИЧЕСКИХ РЕКОМЕНДАЦИЙ ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ГАЗООБРАЗУЮЩИХ ЭЛЕМЕНТОВ МЕТОДОМ МАСС-СПЕКТРОМЕТРИИ ВТОРИЧНЫХ ИОНОВ

Зорин И.П.¹, Колесников О.Н.²

¹ Обнинский институт атомной энергетики – филиал НИЯУ «МИФИ», г. Обнинск,

² НП «Лаборатория анализа микрочастиц», г. Москва

Масс-спектрометрия вторичных ионов является крайне востребованным методом анализа веществ в разнообразных отраслях, начиная от геологии и космологии, и заканчивая радиационной безопасностью и ядерной криминалистикой. Изотопное отношение кислорода в веществе несколько отличается в различных породах, а также изменяется в зависимости от географического места образования исследуемого объекта. Поэтому, когда неизвестно происхождение материала, по отношению изотопов можно определить местоположение взятых проб.

Для анализа разных элементов может требоваться использование разных источников первичных ионов. Для анализа газообразующих элементов требуется использовать альтернативные источники, например цезиевый. В лаборатории ядерной криминалистики была получена проба МАГАТЭ, требующая анализа на наличие изотопов кислорода.

Целью данной работы стало составление рекомендаций для дальнейшего улучшения точности анализов.

Для достижения этой цели требовалось решить несколько задач: провести технические работы и настройку установки Samex ims 4f для восстановления цезиевого источника первичных ионов, провести измерения изотопного отношения фонового кислорода и калибровочной пробы, измерения отношения в пробе предоставленной МАГАТЭ.

Проведенные инженерно-технические и измерительные работы позволяют сформулировать следующие итоговые рекомендации для измерений изотопов кислорода в микрочастицах с помощью МСВИ.

1. Необходимо подобрать подложку с наиболее низкой адсорбирующей способностью.

2. Данный пункт напрямую связан с первым. Нужно насколько возможно увеличивать уровень вакуума. К примеру, заменить насосы на более мощные или установить дополнительные.

3. Необходимо увеличить ток первичного пучка (нами было произведено увеличение с 6 нА до 30 нА), чтобы получить наилучший баланс между адсорбцией кислорода из остаточного вакуума и распылением первичным пучком микрочастицы.

4. При увеличении тока микрочастица быстрее разрушается, соответственно при последовательном анализе нескольких изотопов масс-спектрометр неверно регистрирует некоторые из них до полной деградации частицы. Поэтому следует использовать для детектирования ионных токов мультиколлекторную систему. Она способна параллельно фиксировать импульсы от разных изотопов.

5. При анализе может происходить наложение ионов в масс-спектре (к примеру вершина ^{16}OH накладывается на ^{17}O), данную ошибку в результатах можно избежать, производя анализ при высоком разрешении. Но анализ в высоком разрешении ведет к потере чувствительности масс-спектрометра вторичных ионов.

6. Из рекомендаций 2,4,5 можно сделать вывод, что для измерения изотопов кислорода в микрочастицах следует использовать современные масс-спектрометры аналогичные Samex 1280, где можно улучшить вакуум и в которых присутствует мультиколлекторная система сбора ионов. Также по сравнению с Samex ims 4f модель Samex 1280 изначально имеет более высокую чувствительность, что позволяет использовать большее разрешение без ухудшения результатов.

МОНИТОРИНГ СОДЕРЖАНИЯ РАДИОНУКЛИДОВ ТРИТИЯ И УГЛЕРОДА -14 В АТМОСФЕРНОМ ВОЗДУХЕ В РАЙОНЕ БЕЛОРУССКОЙ АЭС

Зубачева А.А., Каткова М.Н., Тарасенко А.О., Храмов М.И., Богачева Е.Г.

ФГБУ «НПО «Тайфун», г. Обнинск

В связи со строительством и вводом в эксплуатацию Белорусской АЭС вопрос проведения фоновго радиационного мониторинга в данном районе является весьма актуальным, поскольку полученные в ходе обследования данные будут использованы в дальнейшем для оценки влияния АЭС на окружающую среду.

Специалистами ФГБУ «НПО «Тайфун» были проведены исследования по содержанию радионуклидов трития и углерода-14 в приземном слое атмосферы в зоне наблюдения Белорусской АЭС. Наблюдения продолжались с 2018 по 2020 г. Отбор проб проводился в Островецком районе Гродненской области. В 2018-2019 гг. в ходе экспедиционных обследований были отобраны 16 проб воздуха с помощью аспираторов путем барботирования через специальную жидкость-поглотитель (для трития – деминерализованная вода, для углерода-14 - раствор NaOH). В 2020 году были отобраны 4 пробы воздуха посредством расходомера-пробоотборника коллегами из Белоруссии. Анализ проб проводился в радиометрической лаборатории НПО «Тайфун». Измерения выполнялись на жидкосцинтилляционном спектрометре Quantulus-1220.

Содержание трития в атмосферном воздухе в зоне наблюдения Белорусской АЭС находилось в пределах 0,01 – 0,07 Бк/м³ в 2018-2019 гг. и <0,79 Бк/м³ в 2020 г. Разброс значений связан со спецификой пробоотборного оборудования, в 2018-2019 гг. объем воды после барботирования позволял провести электролитическое обогащение пробы. Для сравнения отметим, что фоновое содержание трития в воздухе в районе эксплуатируемой Балаковской АЭС находится на уровне 0,2 Бк/м³[1].

Объемная активность углерода-14 изменялась от минимально детектируемой активности (значение зависело от объема прокаченного воздуха) в 2018-2019 гг. до 0,1 Бк/м³ в 2020 г. В соответствии с [2], значение естественного фона углерода-14 находится на уровне 0,03-0,07 Бк/м³.

По данным полученным в ходе работ следует, что содержание радионуклидов трития и углерода-14 в приземном атмосферном воздухе в зоне наблюдения Белорусской АЭС до ввода ее в эксплуатацию соответствует уровню естественного фона.

Литература

1. Барчуков В.Г., Кочетков О.А., Фомин Г.В., Кабанов Д.И. Распространение трития и его соединений воздушным путем при нормальных условиях эксплуатации Балаковской АЭС, Анри, 2016.
2. J. Garnier-Laplace and S. Roussel-Debet. Radionuclide fact sheet. Carbon-14 and the environment. P.19

МОРСКАЯ ЭКСПЕДИЦИЯ 2021 ГОДА ПО МОНИТОРИНГУ РАДИОАКТИВНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ РАЙОНА ЗАТОПЛЕНИЯ АПЛ К-278 «КОМСОМОЛЕЦ»

Каткова М.Н., Уваров А.Д., Артемьев Г.Б., Епифанов А.О., Прякина А.И., Тарасенко А.О.¹
Реклайдис В.А., Смирнов И.В., Шунин М.В., Зими́на, Цветкова В.С., Ершова А.С.²

¹ ФГБУ «НПО «Тайфун», г. Обнинск,

² ФГБУ «Северное управление по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды»,
г. Архангельск

В целях реализации мероприятия 4.7. подпрограммы 4 «Организация и обеспечение работ и научных исследований в Арктике и Антарктике» государственной программы РФ «Охрана окружающей среды» (этап 2021 года) Росгидрометом была организована морская экспедиция на НИС «Профессор Молчанов» в район затопления АПЛ К-278 «Комсомолец».

В работе представлена общая информация по организации и проведению морской экспедиции в указанный район, а также результаты гамма-спектрометрического экспресс-анализа некоторых образцов воды и донных отложений, результаты дозиметрического контроля образцов.

Морская экспедиция была проведена с 18 мая по 5 июня 2021 года. Главным институтом, отвечающим за проведение экспедиции, являлся ФГБУ «НПО «Тайфун». В экспедиции также приняли участие специалисты ФГБУ «Северное УГМС» и представители Минобороны РФ. Изначально в рейсе планировалось участие норвежских специалистов, однако, из-за сложившейся на тот момент эпидемиологической ситуации, этого не произошло.

Основной целью экспедиции являлся сбор данных о состоянии морской среды для оценки возможных последствий ее загрязнения радиоактивными продуктами, находящимися на борту АПЛ К-278 «Комсомолец». В экспедиции проводились следующие виды работ: отбор проб поверхностной воды, воды с горизонта 100 метров, придонной воды, и разделение их на растворимые и взвешенные составляющие; отбор проб донных отложений (поверхностный слой); профилирование STD зондом; отбор проб аэрозолей на фильтры типа ФПП-15-1,5 с помощью малогабаритной воздухофильтрующей установки; дозиметрический контроль отобранных образцов; предварительное концентрирование водных проб; гамма-спектрометрический анализ для выборочных проб.

Измерения МАЭД от отобранных образцов, а также пробоотборного оборудования, не выявили значений, превышающих величину радиационного фона, в районе выполнения работ (0,05 - 0,10 мкЗв/ч). Средние значения МАЭД от образцов не превышали 0,10 мкЗв/ч.

На портативном гамма-спектрометре со встроенным ОЧГ детектором TransSPEC был проведен экспресс-анализ радионуклидного состава некоторых проб донных отложений, сорбента, воды. Измерения проводились без защиты детектора от внешнего фона. Энергетическая калибровка и проверка эффективности выполнялась с помощью градуировочного источника Cs-137. Контроль фона детектора и его эффективности регистрации по Cs-137 выполнялся регулярно (раз в сутки). Пробы измерялись от 1 до 24 часов в геометриях от 100 до 350 мл. Для указанных условий измерений, значение минимально измеряемой активности (МИА) находилось на уровнях от 10 до 30 Бк/кг.сыр веса для донных отложений и от 10 до 30 Бк/л для воды. Значений удельной/объемной активности радионуклидов техногенного происхождения выше указанных уровней МИА не выявлены.

Окончательные выводы по экспедиционным обследованиям будут представлены в итоговом отчете после получения результатов радионуклидного анализа в лаборатории ФГБУ «НПО «Тайфун».

СОВРЕМЕННЫЕ ПОДХОДЫ ПРОВЕДЕНИЯ РАСЧЕТОВ АТМОСФЕРНОГО ПЕРЕНОСА ДЛЯ ЗАДАЧ ОБОСНОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ И ИХ РЕАЛИЗАЦИЯ В ИБРАЭ РАН

Киселёв А.А.

ИБРАЭ РАН, г. Москва

Авария на АЭС «Фукусима-1» как одна из последних в цепочке аварий (в 1979 г. авария на АЭС Три-Майл-Айленд, в 1986 г. авария на Чернобыльской АЭС, в 2011 г. авария на АЭС «Фукусима-1»), произошедших на АЭС, показала, что вопросы обеспечения 5-го уровня концепции глубокоэшелонированной защиты для тяжелых аварий не вполне проработаны. Это стало одной из предпосылок к пересмотру международных требований к обеспечению радиационной безопасности населения в случае тяжелых аварий. В результате в МАГАТЭ были разработаны документы, предлагающие стратегию защиты населения, основанную на сочетании заранее установленных зон планирования защитных мероприятий, уровней вмешательства и дополнительной информации для приоритизации усилий, если по тем или иным причинам синхронизированные действия во всех направлениях от АЭС невозможны. Ряд стран, в которых Российской Федерацией строятся новые энергоблоки (например, Турция), приняли эту концепцию и включили в национальные планы по защите населения. Актуален этот вопрос и для АЭС России, по причине необходимости гармонизации нормативных требований по аварийному зонированию с документами МАГАТЭ. Это привело к тому, что выполняемые на этапе обоснования безопасности расчеты и соответствующие программные средства должны удовлетворять следующим дополнительным критериям:

1. Возможность выполнения построения огибающих с учетом особенностей площадки;
2. Учет специфики местности, например, наличие крупных водоемов, гор и т.д.;
3. Возможность моделирования атмосферного рассеяния радиоактивных веществ на 100 и более километров;
4. Учитывать физику процессов взаимодействия радионуклидов в выбросе с объектами окружающей среды и с атмосферой;
5. Моделировать дозы облучения в приближениях, эквивалентных используемым при установлении соответствующих зон планирования.

В этом случае упрощенные подходы не работают в силу лимитирующих факторов и чрезмерной консервативности расчетов. В ИБРАЭ РАН наиболее подходящей для таких расчетов является модель НОСТРАДАМУС, которая основана на лагранжевой модели атмосферной дисперсии и дополнена современными моделями для оценки доз облучения населения. Реализации модели – код POM (для оценки доз облучения для населения при обосновании безопасности АЭС в простых условиях), код RELTRAN (для оценки доз облучения для населения при обосновании безопасности ОЗЖЦ) и новый кроссплатформенный код SOPRO_PSA, построенный со снятыми ограничениями на расчеты в сложных географических и топографических условиях. Последний ориентирован на массивные расчеты на кластерных вычислительных установках в связке с численными моделями прогноза погоды и моделями оценки параметров источника выброса. Заложенные при построении этого кода подходы позволяют решать спектр задач обоснования безопасности с выбросами радиоактивных веществ в атмосферу на высоком научно-техническом уровне, конкурируя с зарубежными аналогами: JRODOS (Европа), VALMA/SILAM (Финляндия), MACCS/HYSPLIT (США). В докладе представлены основные результаты разработок, исследования особенностей проведения расчетов в различных условиях и приближениях, оценки влияния выборки метеорологических данных на результат, а также представлены практические примеры применения кода в задачах ВАБ-2, обоснования безопасности и оптимизации сети мониторинга.

АНАЛИЗ ПОВТОРЯЕМОСТИ ИНВЕРСИЙ ТЕМПЕРАТУРЫ НАД ТЕРРИТОРИЕЙ КРАСНОЯРСКОГО КРАЯ ПО ДАННЫМ РАДИОЗОНДИРОВАНИЯ

Козлова Л.Ф., Хохлова А.В.

ФГБУ «Всероссийский научно-исследовательский институт гидрометеорологической информации - Мировой центр данных», г. Обнинск

Влияние метеорологических факторов на формирование степени загрязнения атмосферного воздуха весьма велико. Резкое увеличение концентрации вредных выбросов возникает в период создания неблагоприятных метеорологических условий. Одним из таких неблагоприятных условий может являться инверсия температуры. Инверсия в виде задерживающего слоя теплого воздуха препятствует рассеиванию примесей в атмосфере и способствует тем самым загрязнению пограничного слоя атмосферы. Характеристики инверсий используются в качестве основных показателей в методах прогноза неблагоприятных метеорологических условий для рассеивания примесей, а также для расчёта потенциала загрязнения.

Наличие в ФГБУ "ВНИИГМИ-МЦД" многолетнего глобального архива данных радиозондирования атмосферы позволяет получать статистические оценки температурных инверсий в заданных регионах. В работе рассматриваются характеристики повторяемости приземных и приподнятых инверсий по результатам наблюдений на аэрологических станциях Красноярского края Емельяново и Ванавара за период 2011-2020 гг.

Красноярский край занимает лидирующие позиции по уровню загрязнения атмосферы уже несколько лет, и экологическая обстановка в регионе становится все более тревожной [1]. В этой связи выбор станций обусловлен близостью к региону, где для оценки распространения возможных загрязнений знание характеристик пограничного слоя атмосферы является особенно актуальным.

Оценка повторяемости температурных инверсий выполнена на основе массива многолетних данных радиозондирования АЭРОСТАС [2].

Значения повторяемости приземных инверсий для обеих станций по сроку 00 ч. достаточно высоки, варьируются в течение года от 42,6 до 78,4 %. Значения повторяемости приземных инверсий в вечерние часы в холодном полугодии также достаточно высокие. Среднегодовое значение повторяемости приземных инверсий для станции Емельяново составляет 42%, для станции Ванавара – 46,7 %. Среднегодовое значение повторяемости приподнятых инверсий для станции Емельяново составляет 26,3%, для станции Ванавара – 24,5 %.

Были получены оценки повторяемости приземных и приподнятых инверсий по месяцам, сезонам и за год. Полученные результаты позволяют уточнить имеющиеся представления [3] о характере температурных инверсий в исследуемом регионе и открывают дополнительные возможности для понимания законов изменчивости данной характеристики.

Литература

1. Государственный доклад «О состоянии и охране окружающей среды в Красноярском крае в 2019 году» — Красноярск, 2020. [Электронный ресурс]. URL:http://mpr.krskstate.ru/dat/bin/art/45884_svodnij_doklad_2019.pdf (дата обращения: 28.03.2021)

2. Описание символического формата хранения данных аэрологических наблюдений, поступающих по каналам связи для ПЭВМ (формат АЭРОСТАС) / Составители: Т.В. Руденкова. – Обнинск, 2009.

3. Климатические характеристики условий распространения примесей в атмосфере / Под ред. Э.Ю. Безуглой, М.Е. Берлянда. – Л.: Гидрометеиздат, 1983.

СТРАТЕГИЯ РАДИАЦИОННОГО МОНИТОРИНГА ДЛЯ ЗАЩИТЫ ПЕРСОНАЛА И НАСЕЛЕНИЯ В СЛУЧАЕ АВАРИИ

Косов А.Д., Илларионенкова Д.В., Орехов А.А., Смирнов И.В.

АО «ВНИИАЭС», г. Москва

В докладе рассмотрены аспекты организации радиационного мониторинга в целях обоснования решений по защите персонала и населения в условиях радиационной аварии на объекте использования атомной энергии, в первую очередь АЭС (в ситуации аварийного облучения). Рассмотрены примеры реализации стратегии радиационного мониторинга.

Подходы к организации радиационного мониторинга при нормальной эксплуатации и в случае нарушений нормальной эксплуатации АЭС принципиально различны. В режиме нормальной эксплуатации источник выброса находится под контролем (радиоактивные вещества и (или) ионизирующее излучение находится в границах, предусмотренных проектной документацией АС). Основной целью радиационного мониторинга в случае аварии является количественная оценка величин, характеризующих радиационную обстановку на площадке и в районе размещения АС для обоснования вмешательства. В случае радиационной аварии средства и методы мониторинга радиационных параметров, предназначенные для нормальной эксплуатации не всегда применимы. Отдельным аспектом является информативность различных дозиметрических величин в зависимости от фазы радиационной аварии (рисунок 1). В настоящее время в Российской Федерации отсутствует стратегия радиационного мониторинга, направленная на получение оперативной информации о радиационной обстановке для принятия решений по мерам защиты населения в случае радиационной аварии. Тем не менее, подобная стратегия радиационного мониторинга реализована в ряде зарубежных стран, а также рассматривается в документах МАГАТЭ и МКРЗ.

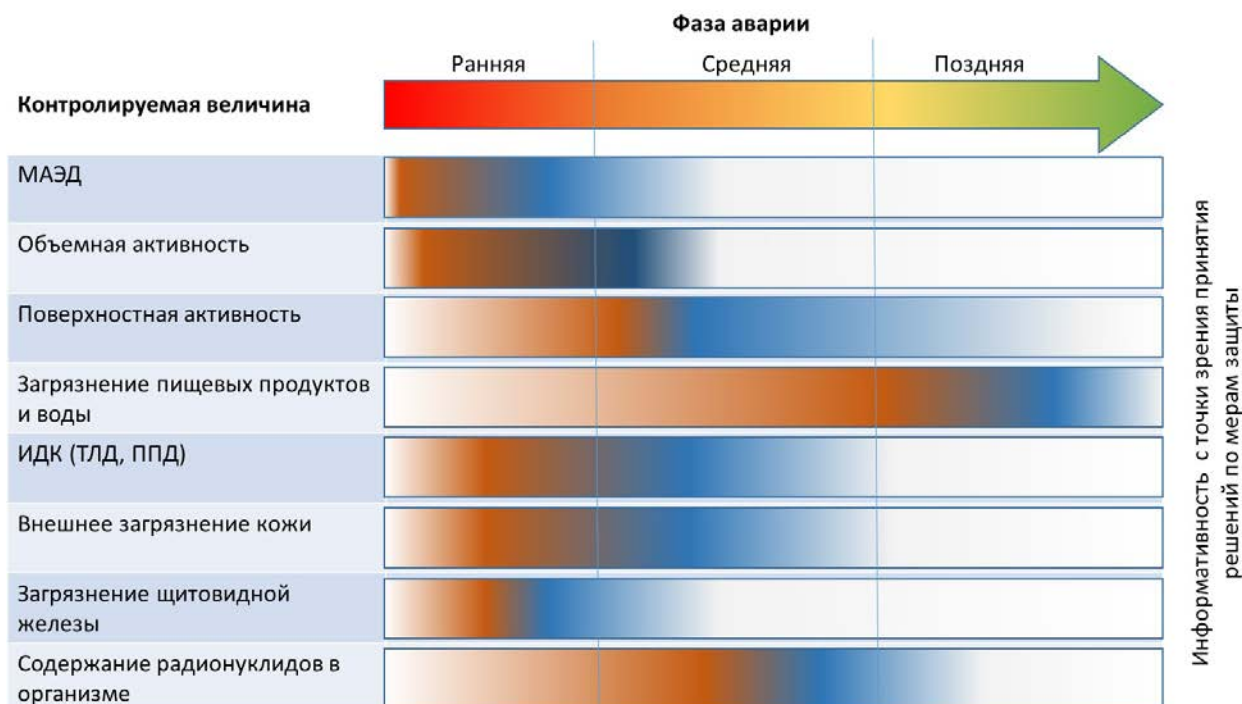


Рисунок 1 - Информативность радиационных величин для принятия решений по мерам защиты населения при различных фазах аварии

МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ РАДИАЦИОННОГО ФОНА ПО ДАННЫМ МНОГОЛЕТНЕГО МОНИТОРИНГА ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД В РАЙОНЕ БЕЛОЯРСКОЙ АЭС

Косых И.В., Крышев А.И., Крышев И.И.
ФГБУ «НПО «Тайфун», г. Обнинск

В данной работе, согласно Рекомендациям Росгидромета [1] на основе данных мониторинга в районе расположения Белоярской АЭС (далее – БАЭС) с 2000 по 2019 год [2], получены оценки фоновое содержания цезия-137, стронция-90 и трития в поверхностных водах района БАЭС.

Выполнена оценка радиационного состояния поверхностных вод в районе БАЭС на основе сравнения с показателями радиационного фона, радиационно-гигиеническим и природоохранным (экологическим) критериями. Выявлено, что наиболее чувствительным показателем изменения радиационной обстановки является радиационный фон.

В воде р. Ольховки, вытекающая из Ольховского болота, загрязненного в результате прошлой деятельности БАЭС, показано превышение показателей радиационного фона на протяжении всего рассматриваемого периода с 2000 по 2019 год с тенденцией к снижению объемной активности техногенных радионуклидов в последние годы.

Для Белоярского водохранилища достоверно было получено превышение фоновых значений в первые годы исследуемого периода (2000–2005 гг.).

Анализ содержания объемной активности ^{137}Cs , ^{90}Sr и ^3H в р. Пышме до и после впадения р. Ольховки выявил влияние стока из р. Ольховки, что привело к превышению показателей радиационного фона в 1,4, 1,1 и 1,2 раза соответственно.

Проанализирована динамика интегрального показателя загрязнения техногенными радионуклидами поверхностной воды р. Ольховки по природоохранному критерию, полученного на основе разработанных в ФГБУ «НПО «Тайфун» Росгидромета контрольных уровней содержания радионуклидов в пресной воде [3].

Показано отсутствие превышения радиационно-гигиенического и экологического критериев для поверхностных вод района расположения БАЭС в рассматриваемый период, что позволяет сделать вывод о радиационной безопасности населения и сохранении благоприятной окружающей среды в данном регионе.

Литература

1. Рекомендации Р 52.18.863-2017. Министерство природных ресурсов и экологии РФ, Росгидромет. Методика определения радиационного фона по данным мониторинга радиационной обстановки. – Обнинск, 2017. – 35 с.
2. Радиационная обстановка на территории России и сопредельных государств в 2000–2019 годы. Ежегодники Росгидромета. – Обнинск, НПО «Тайфун».
3. Рекомендации Р 52.18.853-2016. Министерство природных ресурсов и экологии РФ, Росгидромет. Порядок расчета контрольных уровней содержания радионуклидов в пресной воде и почве / В сборнике: Порядок расчета контрольных уровней содержания радионуклидов в объектах природной среды. – Обнинск, 2016. – С.29-55.

МЕТОДИКА ОЦЕНКИ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО РИСКА ДЛЯ ОБЪЕКТОВ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ ПО ДАННЫМ МОНИТОРИНГА РАДИАЦИОННОЙ ОБСТАНОВКИ

Крышев И.И., Павлова Н.Н., Сазыкина Т.Г., Крышев А.И., Косых И.В, Бурякова А.А.,
Газиев И.Я.

ФГБУ «НПО «Тайфун», г. Обнинск

В международных основных нормах безопасности, являющихся базовым документом для обновления и переработки национальных норм, сформулирован принцип защиты нынешних и будущих поколений и окружающей среды от радиационного риска, а также выдвинуто требование о необходимости подтверждения, а не гипотетического предположения безопасности окружающей среды. В докладе представлены методические рекомендации по расчету экологического риска от радиоактивного загрязнения окружающей среды, а также результаты их апробации по данным мониторинга радиационной обстановки для объектов использования атомной энергии. Изменения в радиационной обстановке выявляются и оцениваются по отношению к сложившемуся радиационному фону и контрольным уровням содержания радионуклидов в компонентах природной среды, определяемым на основе природоохранных критериев.

Для оценки радиационного воздействия на природную среду предлагается использовать следующие показатели экологического риска: максимальный индекс радиационной нагрузки на представительные организмы биоты, нормируемый на величину экологически безопасного уровня облучения; интегральный показатель загрязнения, представляющий собой сумму отношения наблюдаемой концентрации радионуклидов к соответствующему контрольному уровню. По существу эти показатели могут рассматриваться в качестве базисных при нормировании качества окружающей среды по уровню активности радионуклидов. Использование интегрального показателя загрязнения более предпочтительно на практике, поскольку позволяет определять этот показатель непосредственно по данным мониторинга. Вместе с тем в некоторых задачах, например, в процедуре оценки воздействия на окружающую среду, целесообразно применять индекс радиационной нагрузки, основанный на оценке мощности дозы облучения представительных организмов биоты, напрямую характеризующий радиационную безопасность окружающей среды.

Для скрининговой интегральной оценки радиационной обстановки используется обобщенный показатель экологического риска, учитывающий пространственный масштаб, продолжительность и интенсивность радиационного воздействия. Этот показатель оценивается в баллах с учетом площади и временной динамики загрязнения, а также значений индекса экологического риска и интегрального показателя загрязнения территории радионуклидами.

Результаты апробации предлагаемых показателей экологического риска на основе данных мониторинга свидетельствуют об их работоспособности и возможности практического использования для оценки радиационной обстановки в районах расположения объектов использования атомной энергии. Важным достоинством методологии оценки риска является переход от множества данных мониторинга к единому показателю, позволяющему сравнивать опасность различных составляющих загрязнения окружающей среды, оптимизировать мониторинг радиационной обстановки, а также принятие практических решений в области охраны окружающей среды и планирования природоохранных мероприятий.

СИСТЕМНЫЙ ПОДХОД К ОБЕСПЕЧЕНИЮ ДОСТУПА ПОЛЬЗОВАТЕЛЕЙ ЭЛЕКТРОННОГО АРХИВА ДАННЫХ ИПМ О СОСТОЯНИИ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Куприянова И.А., Ромашин Д.В., Каткова М.Н.

ФГБУ «НПО «Тайфун», г. Обнинск

В рамках выполнения темы «Развитие и модернизация технологий ведения архива данных ИПМ, включая технологии обеспечения пользователей» выполнен ряд работ по созданию базы архивных (неоперативных) данных СРМ (система радиационного мониторинга) на основе первичного массива данных и по разработке макета пользовательского интерфейса. Определены требования к программно-аппаратному комплексу, обеспечивающему основные функции электронного архива ИПМ [1].

Необходимость создания БД СРМ на основе массива данных, представляемого ежегодно в НПО «Тайфун» филиалами Управления по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (УГМС) обусловлена требованиями организации доступа к данным различных групп пользователей, решающих разные профессиональные задачи. В дальнейшем планируется включить блок пользовательского интерфейса в качестве составной части ЕГФД. Обеспечение быстрого поиска данных (среднегодовых значений загрязнения окружающей среды) поможет проводить экспертный анализ обоснования динамических характеристик (изменения показателей загрязнения ОС), а также повысит своевременность принятия решений в случае ЧС и внештатных ситуаций.

Актуальным до сих пор является требование сократить количество бумажных документов и уменьшить в связи с этим количество разнообразных ошибок и толкований ситуаций [2].

Интерфейс обеспечивает возможность доступа пользователям разного статуса для принятия согласованных решений. Кроме того, планируется, что пользовательский интерфейс предоставит возможность дистанционной работы с данными разных форматов.

В ходе работы выполнено исследование информации, необходимой пользователям для решения задач, данных радиационного мониторинга для последующего анализа состояния окружающей среды. Составлен пул основных атрибутов базы данных и определены базовые значения ответов на запросы [3].

Принято решение включить в электронный архив СРМ ИПМ следующие объекты наблюдения: воздух (объекты анализа: аэрозоли, выпадения), вода (объекты анализа: пресноводные водоёмы, моря и океаны), атмосферные осадки.

В результате работы подготовлен массив базы данных СРМ за 9-летний период: с 2012 по 2020 годы, содержащий 10160 записей, разработан макет пользовательского интерфейса, состоящий из основного меню и списка добавочных меню, построенный на основе перечня возможных запросов пользователей. В настоящее время макет интерфейса тестируется в режиме опытной эксплуатации.

Литература

1. https://hrwiki.ru/wiki/List_of_archive_formats
2. <https://archives.gov.ru/>
3. ACCESS 2010. Новый интерфейс и инструментарий пользователя, конструирование запросов для решения задач, запросы на языке SQL. Ю. Бекаревич, Н. Пушкина. Санкт-Петербург. «БХВ-Петербург». 2012

МЕЖДУНАРОДНЫЕ РЕКОМЕНДАЦИИ И НАИЛУЧШИЕ ПРАКТИКИ ИЗЪЯТИЯ И ОСВОБОЖДЕНИЯ ОТ РЕГУЛИРУЮЩЕГО КОНТРОЛЯ

Курындин А.В. к.т.н., Орлов М.Ю., Пажитных К.С., Шаповалов А.С
ФБУ «НТЦ ЯРБ», г. Москва

В соответствии с международно признанной наилучшей практикой МАГАТЭ [1] и практикой стран, активно использующих атомную энергию [2], принятие решений о том подлежит или не подлежит деятельности по обращению с радиоактивными материалами (радиоактивные вещества, радиоактивные отходы, загрязненные радионуклидами отходы) государственному регулированию в области обеспечения радиационной безопасности, осуществляется на основании дозовых критериев, применяемых для различных сценариев облучения, обусловленного указанным обращением.

В соответствии с указанной практикой, при принятии решений о том, подлежит или не подлежит деятельности по обращению с радиоактивными материалами государственному регулированию в области обеспечения радиационной безопасности, необходимо учитывать ситуации облучения, определенные в соответствии с положениями документа МАГАТЭ GSR Part 3 [1], к которым относятся ситуации планируемого или существующего облучения. Также, при этом, необходимо учитывать тот факт, являлся ли ранее радиоактивный материал объектом деятельности, подлежащей государственному регулированию в области обеспечения радиационной безопасности [1]. С учетом вышеизложенного должны определяться подходы к выбору регулирующей процедуры, в соответствии с которой в отношении радиоактивных материалов должны быть применены концепции изъятия (exemption) или освобождения (clearance) от регулирующего контроля.

В докладе представлен обзор международных рекомендаций и практик изъятия и освобождения от регулирующего контроля, изложенных в документах [1-5], а также практические примеры.

Литература

1. Нормы безопасности МАГАТЭ. Радиационная защита и безопасность источников излучения: Международные основные нормы безопасности. Общие требования безопасности, часть 3. № GSR Part 3. – Вена, 2015.
2. Council directive 2013/59/EURATOM of 5 December 2013.
3. Application of the Concepts of Exclusion, Exemption and Clearance. Safety Guide. IAEA Safety Standards Series № RS-G-1.7.
4. DS 499 «Применение концепции изъятия из-под регулирующего контроля», проект документа МАГАТЭ.
5. DS 500 «Применение концепции освобождения от регулирующего контроля», проект документа МАГАТЭ.

ТРАНСФОРМАЦИЯ ПОЛЯ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ^{137}Cs В АГРОЛАНДШФТАХ БРЯНСКОЙ ОБЛАСТИ ЧЕРЕЗ 30 ЛЕТ ПОСЛЕ АВАРИИ НА ЧАЭС

Линник В.Г.¹, Иваницкий О.М.¹, Соколов А.В.^{1,2},
Мироненко И.В.³, Борисов А.П.¹, Федин А.В.⁴

¹ *Институт геохимии и аналитической химии им. В.И. Вернадского РАН,
г. Москва,*

² *Институт проблем передачи информации им. А.А. Харкевича РАН,
г. Москва,*

³ *Московский государственный университет, им. М.В. Ломоносова, Географический
факультет, г. Москва,*

⁴ *Институт географии РАН, г. Москва*

Исследование радиального и латерального распределения ^{137}Cs в агрокатенах служит эффективным способом оценки трансформации поля загрязнения ^{137}Cs [1]. В работе представлены результаты полевых ландшафтно-радиационных исследований, проведенных через 31 год после аварии на ЧАЭС (август-сентябрь 2017 г.). Изучение вертикального распределения ^{137}Cs проводилось в пахотных и луговых почвах в типичных катенарных сопряжениях ландшафтов Брянской области. Анализ распределения ^{137}Cs на агрокатене «Дубровка» позволил оценить интенсивность латерального переноса. В результате дивергенции латеральных потоков в средней части макросклона юго-западной экспозиции наблюдалось снижение плотности загрязнения ^{137}Cs в 1,6 раз за период с 1993 года (проведение аэрогаммасъемки) по 2017 год (дата отбора проб). Выявлены зоны аккумуляции ^{137}Cs на биогеохимическом лесном барьере в нижней части склона.

Получены новые данные по выносу ^{137}Cs за пределы пахотного горизонта в зависимости от ландшафтных условий [1]: в предполесских ландшафтах 2,7–17,7%, в ландшафтах ополей – 0,5–9%. Для ландшафтов ополей установлена закономерность снижения коэффициента выноса из пахотного горизонта в зависимости от положения в катене: в транзитной позиции – 8,5% и 1,4% – в зоне аккумуляции. Исследовано радиальное распределение ^{137}Cs и $^{210}\text{Pb}_{\text{ex}}$ (избыточный) в дерновой и пойменных почвах бассейна р. Костица для определения скорости осадконакопления. По результатам анализа распределения ^{137}Cs в почве скорость осадконакопления за последние 30 лет в разных частях поймы составила от 0.42 ± 0.08 см/год до 0.58 ± 0.11 см/год. Для балочной дерновой почвы (по данным $^{210}\text{Pb}_{\text{ex}}$) по модели CRS выполнена реконструкция скорости осадконакопления за период 1961–2016 гг., минимальное осадконакопление (0,24 см/год) наблюдалось в период 1961–1988 гг., максимальное (0,7 см/год) – с 2000 по 2007 год.

Для анализа ландшафтно-радиационной обстановки на модельных участках «Дубровка» и «Костица» построены растровые карты с отображением плотности загрязнения ^{137}Cs , а также высотных уровней рельефа с обозначением положения ландшафтно-радиационного профиля. Одновременно построены линии тока, указывающие на зоны выноса, транзита и аккумуляции ^{137}Cs .

Математическое моделирование линий тока латерального переноса радионуклидов выполнено при финансовой поддержке РФФИ: проект 20-07-00701

Литература

1. Линник В.Г., Борисов А.П., Иваницкий О.М., Мироненко И.В., Соколов А.В. Вертикальное распределение Cs-137 в почвах агрокатен Брянской области//Геохимия, 2020, том 65, № 12, с. 1198–1211.

РАДИОЭКОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ, РАСПОЛОЖЕННЫХ В ЗОНЕ ВЛИЯНИЯ НИФХИ ИМ. Л.Я. КАРПОВА В 2020-2021 ГГ.

Московская К.А., Ивахно В.В., Мельникова Т.В.

*Обнинский институт атомной энергетики – филиал национального исследовательского
ядерного университета «МИФИ», г. Обнинск*

С 2018 г. на базе лаборатории «Экологический контроль объектов ЯТЦ» ИАТЭ НИЯУ МИФИ осуществляется радиоэкологический мониторинг водных объектов, почвы и растительности, расположенных вблизи радиационно опасного объекта НИФХИ им. Л.Я. Карпова

Цель настоящей работы состояла в определении физико-химические показатели, содержания меди и радионуклидов в водных объектах, расположенных в зоне влияния НИФХИ им. Л.Я. Карпова в 2020-2021 гг.

Объектом исследования являлась вода и донные отложения, отобранные из водоемов, вблизи НИФХИ. В течение в 2020 – 2021 гг. было исследовано 6 водных объектов, из которых один (водоем 1) состоит из двух прудов, соединенных трубой под дорогой, проходящей рядом с НИФХИ. В водоем 1 по трубе, выходящей территории НИФХИ, стекает вода неизвестного происхождения. В указанном водоеме производился отбор проб в 13 прибрежных точках. Три водных объекта (водоёмы 2-4) являются искусственно созданными водоемами, и два – реки (водоем 5 – р. Дырочная, водоем 6 – р. Протва).

Физико-химические показатели измерялись потенциометрическим и кондуктометрическим методами на АНИОН 4100 (Россия). Содержание меди в воде и донных отложениях определялось спектрофотометрическим методом на спектрофотометре UV-mini1240 (Япония) по методике, представленной в работе [1]. Удельные активности радионуклидов естественного (^{226}Ra , ^{232}Th , ^{40}K) и техногенного (^{137}Cs) происхождения были определены на гамма – спектрометре «Прогресс гамма» (Россия).

Полученные значения водородного показателя лежат, в основном, в пределах, характерных для речных вод (от 6,5 до 8,5). Вследствие того, что источники формирования состава вод различные, водоем 1 имеет значения рН выше, чем в других точках пробоотбора. Весной наблюдалось достоверное повышение рН и минерализации воды, что противоречит закономерностям сезонной динамики характерной для водоемов, не подвергающимся антропогенному воздействию.

Содержание меди в воде варьирует от 0,004 до 0,123 мг/л, что, в большинстве случаев, превышает норматив 0,005 мг/л, который указан в экологических отчетах НИФХИ. В большом количестве проб донных отложений также обнаружено превышение ПДК меди в 1,1-40,9 раз. Водоем 1 наиболее подвержен загрязнению, наибольшие концентрации замечены в пруду, который находится за дорогой.

Измеренные значения удельной активности радионуклидов показали отсутствие радиоактивного загрязнения воды. В донных отложениях радиоцезий был выявлен во всех точках водоема 1, уровень удельной активности ^{137}Cs изменяется в диапазоне от 272 до 1982 Бк/кг, и в сотни раз превышает фоновый уровень ^{137}Cs в почвах г. Обнинск [2]. Водоем 1 также имеет высокие показатели содержания радиоизотопа радия в донных отложениях (7,82- 86,70 Бк/кг).

Полученные результаты в данной работе позволили получить новые сведения о радиоэкологической ситуации в водоемах вблизи штатно функционирующего радиационно опасного предприятия НИФХИ им. Л.Я. Карпова (г. Обнинск).

Литература

1 Новиков, Ю.В. Методы исследования качества воды водоемов / Ю. В. Новиков, К. О. Ласточкина, З. Н. Болдина. – М.: Медицина, 1990. – 400 с.

2 Силин И.И. Экология и экономика природных ресурсов р. Протва (Калужская и Московская области) / И.И. Силин. – Обнинск, 2003. – 302 с.

ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ ФИАЦ РОСГИДРОМЕТА ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ РАДИАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

Мухалев В.Н., Прудникова Е.С., Бурков А.И.
ФИАЦ Росгидромета ФГБУ «НПО «Тайфун», г. Обнинск

ФИАЦ Росгидромета является специализированным подразделением Росгидромета, выполняющим функции органа постоянной готовности в составе информационно-управляющей системы единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций.

В связи с этим, по соглашению с АО «Концерн Росэнергоатом» на базе ФИАЦ Росгидромета действует Центр Технической Поддержки (ЦТП) Кризисного Центра (КЦ) концерна. Задачами ЦТП НПО «Тайфун» являются:

- оценка и прогноз гидрометеорологической обстановки в районе радиационной аварии;
- прогноз возможности трансграничного переноса радиоактивного загрязнения;
- расчет, подготовка и предоставление данных анализа и прогноза радиоактивного загрязнения окружающей среды.
- оценка и прогноз радиологических последствий, включая подготовку рекомендаций по мерам защиты населения и устранению последствий аварийного выброса.

Для укрепления готовности своей системы противоаварийного реагирования АО «Концерн Росэнергоатом» систематически проводит учения и тренировки на АЭС, направленные на отработку взаимодействия между участниками аварийного реагирования (руководством и персоналом АЭС, группой ОПАС, ЦТП, органами управления территориальной подсистемы РСЧС, силами и средствами МЧС и МО России).

С 1997 года ФИАЦ Росгидромета назначен Региональным специализированным центром ВМО (РСМЦ ВМО) со специализацией деятельности в области обеспечения продукцией моделей атмосферного переноса при реагировании на чрезвычайные экологические ситуации. Основными задачами РСМЦ являются:

- 1) постоянное взаимодействие с полномочными органами и представителями ВМО, МАГАТЭ и других РСМЦ.
- 2) информационное обеспечение национальных гидрометеорологических служб (НГМС) второго региона (Азия) и СНГ данными математического моделирования атмосферного переноса загрязняющих веществ и информационной поддержкой согласно установленному порядку оперативного взаимодействия между РСМЦ ВМО и НГМС и аварийные выбросы в атмосферу, произошедшие на территории, контролируемой НГМС, приславшей запрос на обеспечение продукцией моделей атмосферного переноса.
- 3) Проведение и регулярное участие в учениях и тренировках, проводимыми ВМО, МАГАТЭ и другими РСМЦ.

С 2016 по 2021 год ФИАЦ Росгидромета участвовал в 87 тренировках и учениях АО «Концерн Росэнергоатом» и 53 тренировочных мероприятиях ВМО и МАГАТЭ.

В докладе представлены особенности сценариев тренировок и организации информационного обмена во время таких мероприятий.

ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО РИСКА В ЗОНЕ НАБЛЮДЕНИЯ ФГУП «ПО «МАЯК» ПО ДАННЫМ МНОГОЛЕТНЕГО МОНИТОРИНГА

Павлова Н.Н., Крышев А.И., Бурякова А.А., Косых И.В., Сазыкина Т.Г., Крышев И.И.
ФГБУ «НПО «Тайфун», г. Обнинск

В настоящее время в связи с развитием атомной энергетики и промышленности, а также производств, связанных с использованием радиоактивных материалов все более актуальной становится оценка радиационной обстановки в районах размещения радиационно опасных объектов. Для обеспечения радиационной безопасности окружающей среды все чаще возникает необходимость в оценке экологического риска, разработке комплексных показателей устойчивости экосистем и их численных значений, а также регламентов, ограничивающих радиационное воздействие хозяйственной деятельности на окружающую среду возможностями экосистем.

Оценка экологического риска при радиационном воздействии предполагает переход от многочисленных параметров радиационной обстановки к единому интегральному показателю – уровню экологического риска, который характеризует качество окружающей среды [1, 2]. Для проведения оценки экологического риска необходим анализ данных многолетнего мониторинга, характеризующих радиоэкологическую обстановку района. В связи с этим, целью представленной работы являлась апробация методики оценки экологического риска в зоне наблюдения ФГУП «ПО «Маяк» по данным мониторинга радиационной обстановки с использованием индекса радиационной нагрузки, интегрального показателя загрязнения и обобщенного показателя радиоэкологической безопасности.

Индекс радиационной нагрузки представляет собой отношение мощности дозы облучения представительного организма к безопасному уровню облучения. Если безопасный уровень облучения не превышен, то сохраняется живучесть популяций, а также видовое разнообразие, являющееся одним из важных интегральных параметров биотического сообщества, как в естественном состоянии, так и в условиях радиационного воздействия.

Согласно расчетным оценкам, средние значения мощности дозы в зоне влияния ФГУП «ПО «Маяк» в настоящее время значительно ниже безопасного уровня облучения, для травы и беспозвоночных животных почвы в 14000-25000 раз, сосны – в 1400-1700 раз, наземных позвоночных (грызуны) – в 340-450 раз. Основной вклад в дозовую нагрузку для большинства организмов наземной биоты вносит внутреннее облучение от ^{90}Sr и ^{137}Cs [3].

Оценка интегрального показателя загрязнения и обобщенного показателя радиоэкологической безопасности в зоне наблюдения ФГУП «ПО «Маяк» показала, что наиболее сильному радиационному воздействию подверглись наземные и водные экосистемы головной части восточно-уральского радиоактивного следа. В целом, согласно данным многолетнего мониторинга (2000-2020 гг.), в зоне наблюдения ФГУП «ПО «Маяк» не превышаются экологические критерии, обеспечивающие радиационную безопасность окружающей среды. Радиационная обстановка в этой зоне характеризуется стабильностью, по некоторым параметрам - снижением содержания техногенных радионуклидов на территориях, подвергшихся загрязнению в результате прошлой деятельности предприятия.

Литература

1. Крышев И.И., Сазыкина Т.Г. Радиационная безопасность окружающей среды: обзор / Радиация и риск, 2018, Т.27, № 3, с. 113-131.
2. Крышев И.И., Рязанцев Е.П. Экологическая безопасность ядерно-энергетического комплекса России. Второе изд., переработанное и дополненное. М.: ИздАТ, 2010. 382 с.
3. Крышев И.И., Павлова Н.Н., Косых И.В. и др. Оценка радиационной безопасности окружающей среды в зоне влияния ПО «Маяк» / Вопросы радиационной безопасности, 2019, № 3, с. 40–50.

СРАВНЕНИЕ РИСКОВ ВОЗДЕЙСТВИЯ ТЕХНОГЕННЫХ ФАКТОРОВ РАЗЛИЧНОЙ ПРИРОДЫ НА ЗДОРОВЬЕ НАСЕЛЕНИЯ В РАЙОНАХ РАЗМЕЩЕНИЯ ПРЕДПРИЯТИЙ АЭПК

Панченко С.В., Аракелян А.А.

ИБРАЭ РАН, г. Москва

Предприятия атомной отрасли наряду с радиоактивными веществами производят выбросы веществ, обладающих токсическими свойствами. В работе выполнен сопоставительный анализ рисков для населения на примере трех предприятий отрасли, расположенных в г. Сосновый Бор. Рассмотрены ситуации существующего и планируемого воздействия по результатам работы этих предприятий в период 2015-2020 гг.

Ранжирование факторов негативного воздействия на здоровье населения г. Сосновый Бор по значениям риска за счёт существующего радиационного фона и современных выбросов АЭПК в этот период представлено в таблице 1.

Таблица 1.

Фактор риска	Значение риска	Вклад, %
Ситуация существующего облучения		
Естественный фон	1,72E-04	99,3
Техногенный фон	1,28E-06	0,7
в том числе:		
внешнее облучение	2,5E-07	0,14
радиоактивное загрязнение с/х пищевых продуктов	8,2E-07	0,47
радиоактивное загрязнение рыбной продукции	2,1E-07	0,12
Сумма	1,73E-04	100,0
Ситуация планируемого облучения		
Выбросы ВВ ЛАЭС	2,4E-07	88,3
Выбросы ВВ НИТИ	1,1E-08	4,0
Радиоактивные выбросы ЛАЭС	1,0E-08	3,7
Радиоактивные выбросы ФЭО	7,2E-09	2,6
Выбросы ВВ ФЭО	2,9E-09	1,1
Выбросы химических канцерогенов ЛАЭС	4,2E-10	0,2
Выбросы химических канцерогенов НИТИ	2,0E-10	0,1
Радиоактивные выбросы НИТИ	6,7E-11	0,02
Сумма	2,72E-7	100,0

В докладе выполнен анализ полученных результатов, включая их сравнение с ситуациями в других городах России.

РЕЗУЛЬТАТЫ МЕЖДУНАРОДНЫХ СЛИЧИТЕЛЬНЫХ ИСПЫТАНИЙ ПО ОПРЕДЕЛЕНИЮ АНТРОПОГЕННЫХ И ПРИРОДНЫХ РАДИОНУКЛИДОВ В ПРОБАХ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ В РАМКАХ ПРОЕКТА ALMERA

Полянская О.Н, Каткова М.Н., Епифанов А.О., Зубачева А.А.

ФГБУ «НПО «Тайфун», г. Обнинск

В 1995 году Международным агентством по атомной энергии (МАГАТЭ) была организована сеть ALMERA (Analytical Laboratories for the Measurement of Environmental Radioactivity), которая связала в единую структуру аналитические лаборатории, занимающиеся измерением радиоактивности окружающей среды по всему миру [1]. Члены сети ALMERA назначаются соответствующими государствами-членами МАГАТЭ, которые должны обеспечить надежный и своевременный анализ проб окружающей среды в случае аварийного или преднамеренного выброса радиоактивности. В настоящее время ALMERA состоит из 194 лабораторий, представляющих 90 стран. Лаборатория №1 «Научно-методического руководства сети радиационного мониторинга Росгидромета» ИПМ ФГБУ «НПО «Тайфун» также является участником сети ALMERA.

С 2014 г. МАГАТЭ ежегодно организует сличительные испытания для подтверждения технической компетентности лабораторий, правильности используемых методик измерений. В докладе приведены результаты анализа образцов воды, почвы, донных отложений, растительности, сухого молока на содержание ^{90}Sr , ^{137}Cs , ^3H , ^{40}K , ^{226}Ra и других антропогенных и природных радионуклидов. Результаты сличений показывают хорошую сходимость данных, полученных лабораторией №1, с контрольными значениями (табл.1).

Evaluation Result Table for Sample 4

Sample Code	Analyte	Target Value	Target Unc.	MARB	Rep. Value	Rep. Unc.	Rel. Bias	Robust SD	Z-Score	Accuracy	P	Precision	Final Score
4	Ba-133	56.8	0.9	20 %	62.6	8.2	10.21 %	5.9	0.98	A	13.19	A	A
4	Co-60	141.8	2.7	20 %	134.8	14	-4.94 %	8.3	0.84	A	10.56	A	A
4	Cs-134	112.2	1.6	20 %	115.7	11.6	3.12 %	9.1	0.38	A	10.13	A	A
4	Cs-137	64.9	1.2	20 %	68.3	8.2	5.24 %	4	0.85	A	12.15	A	A
4	K-40	374	15	20 %	388.7	40	3.93 %	32.8	0.45	A	11.04	A	A

Табл. 1. Результаты анализа пробы почвы из отчета по сличительным испытаниям в рамках программы ALMERA в 2018 г.

Литература

1. URL: <https://nucleus.iaea.org/sites/ReferenceMaterials/Pages/ALMERA.aspx>

ПРОГНОЗ РИСКОВ ВОЗНИКНОВЕНИЯ ЧС ПРИ ЗАПУСКЕ СПУТНИКА С ИСТОЧНИКАМИ ИОНИЗИРУЮЩЕГО ИЗЛУЧЕНИЯ

Рожко О.И.¹, Татаринов В.В.^{1,2}

¹ ВНИИ ГОЧС (ФЦ), г. Москва, ² МГТУ им. Н.Э. Баумана, г. Москва

В соответствии с Постановлением Правительства РФ от 15.08.1997 № 1039 «О Правилах оповещения органов исполнительной власти и Государственной корпорации по атомной энергии «Росатом» при запуске космического аппарата с ядерным источником энергии, а также оповещения органов местного самоуправления и оказания при необходимости помощи населению в случае аварийного возвращения такого аппарата на Землю» при запуске космического аппарата с ядерным источником энергии выделяются чрезвычайные ситуации быть двух видов:

чрезвычайная ситуация при отказах ракеты-носителя на старте или на участке полета (участок выведения космического аппарата на орбиту);

чрезвычайная ситуация при отказах космического аппарата на участке доразгона с низкой орбиты на высококую орбиту или на межпланетную траекторию полета.

В работе рассматривается прогноз рисков возникновения чрезвычайных ситуаций на территории трассы при запуске ракеты-носителя «Протон-М» с РБ 11С861-03 и КА «Спектр-РГ» на пуск с космодрома Байконур.

В соответствии с [2] выделяются наиболее потенциально опасные участки трассы и районы падения первой и второй ступеней.

Проводится оценка показателей риска для населения, проживающего вдоль трасс пусков и расчет вероятностей попадания населенных пунктов, социально-экономических и природных объектов в зоны возможного поражения при падении аварийной РН.

Вырабатываются рекомендации по снижению вероятности падения аварийной РН на наиболее крупные населенные пункты и приведению в режим повышенной готовности учреждений сети наблюдения и лабораторного контроля гражданской обороны для проведения радиационного контроля.

Литература

1. Постановление Правительства РФ от 15.08.1997 № 1039 «О Правилах оповещения органов исполнительной власти и Государственной корпорации по атомной энергии «Росатом» при запуске космического аппарата с ядерным источником энергии, а также оповещения органов местного самоуправления и оказания при необходимости помощи населению в случае аварийного возвращения такого аппарата на Землю».

2. Комплексная методика расчета характеристик районов падения отделяющихся частей ракет-носителей с учетом фрагментации отделяющихся частей на участке спуска и факторов безопасности. ФГУП «ЦНИИмаш», 2011.

ПОДГОТОВКА МНОГОЛЕТНИХ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ ДАННЫХ ДЛЯ АНАЛИЗА РАДИАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОЕКТИРУЕМЫХ АЭС

Рубинштейн К. Г.^{1,2}, Игнатов Р.Ю.¹, Курбатова М.М.¹, Губенко И.М.¹,
Киселев А.А.¹, Красноперов С.Н.¹

¹ ИБРАЭ РАН, г. Москва, ² Гидрометцентр России, г. Москва

Одним из этапов проведения обоснования безопасности проектируемых АЭС является расчет возможных доз на окружающий регион и население в случаях проектных и запроектных аварий. В настоящее время для проведения анализа возможных последствий аварий используются трехмерные поля метеорологических данных за последние 3-5 лет. Считается, что полученная статистика рассчитанных переносов радионуклидов за эти сроки представительна и позволяет оценить дозы с уровнями обеспеченности 95 процентов, что установлено в нормативно-правовой базе (см. например, НП 006-16) [1].

В рамках работы разработан подход для построения таких метеорологических полей и результаты анализа их качества на основе данных метеорологических измерений, полученных авторами для расчетов за 2017-2019 гг. с помощью региональной гидродинамической модели WRF-ARW с пространственным разрешением 18; 6; 2 и 0.7 км [2]. В качестве начальных и краевых условий для расчетов использовались данные за соответствующие даты из архивов GFS (Глобальная система прогноза) [3]. Кроме того, сформирована конфигурация модели, выбранная на основе многочисленных численных экспериментов для АЭС, область расчета и статистические, оценки, осредненные за различные периоды расчетов, а также произведено сравнение результатов с международными эталонами, предлагаемыми для подобных расчетов.

В результате получено, что полученные метеозлементы в среднем удовлетворяют всем эталонам и соответствуют международным требованиям. Был проведен детальный анализ всех используемых в расчетах переноса радионуклидов метеорологических величин, а именно: скорости ветра, его направления, температуры, осадков.

Предполагается, что расчеты потенциальных переносов радионуклидов будут проводиться с помощью пакета SOPRO (дальнейшее развитие кода НОСТРАДАМУС в ИБРАЭ РАН).

Работа частично поддержана РФФИ (проект А- 19-05-00047).

Литература

1. Федеральные нормы и правила в области использования атомной энергии «Требования к содержанию отчета по обоснованию безопасности блока атомной станции с реактором типа ВВЭР» (НП-006-16) Федеральная служба по экологическому, технологическому и атомному надзору, Москва, 2017.
2. <https://www2.mmm.ucar.edu/wrf/users/>
3. https://www.emc.ncep.noaa.gov/emc/pages/numerical_forecast_systems/gfs.php

ДИНАМИКА АКТИВНОСТИ Cs-137 В ПРИЗЕМНЫХ СЛОЯХ АТМОСФЕРЫ НА ТЕРРИТОРИИ Г. КУРСКА

Руднев В.В., Руднева О.А.

ФГБУ «Центрально-Черноземное УГМС», г. Курск

Радиоактивный изотоп Cs-137 негативно влияет на здоровье человека. Содержание Cs-137 в аэрозолях атмосферного воздуха может привести к различным мутациям и повреждениям на клеточном уровне. Вариантами занесения Cs-137 в атмосферный воздух является деятельность атомной станции, остаточное загрязнение после Чернобыльской аварии, вспашка пахотных сельскохозяйственных угодий, занесение из космоса. Период полураспада изотопа составляет 30 лет [1].

Цель исследования – выявить частоту обнаружения и активность Cs-137 в аэрозолях атмосферного воздуха на территории города Курска. Данные мониторинга взяты с 2010 г. по 2020 г. Отбор проб аэрозолей происходил на метеостанции Курск с помощью воздухофильтрующей установки, изотопный анализ проводился в Региональной радиометрической лаборатории ФГБУ «Центрально-Черноземное УГМС» на полупроводниковом гамма-спектрометре «Гамма 1П».

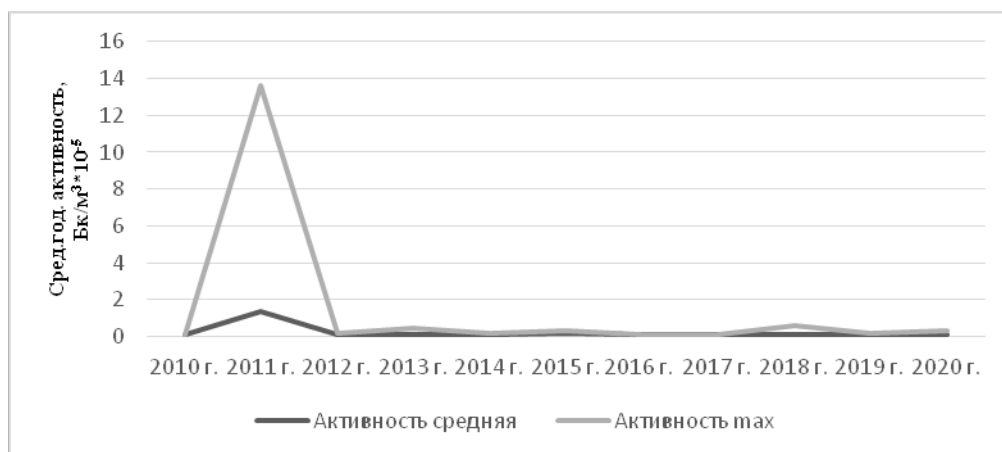


Рис.1 Среднегодовая и максимальная активность Cs-137 на территории г. Курска

Анализируя график можно заметить, что максимальная активность Cs-137 фиксировалась в 2011 г., что связано с аварией в Японии на АЭС Фукусима-1 [2]. В 2013 г. и 2018 г. максимальная активность Cs-137 наблюдалась при преобладающих западных направлениях ветра.

Показатели среднегодовой активности Cs-137 за исследуемый период не превышали допустимые нормы для населения [3, 4].

Фиксируемые активности Cs-137 в аэрозоли воздуха на территории города Курска за 2010-2020 гг. не превышали НРБ-99/2009 и таким образом не могли оказывать негативное влияние на жизнь, здоровье и благополучие населения.

Литература

1. Радиоактивность окружающей среды. Теория и практика. Сапожников Ю.А., Алиев Р.А., Калмыков С.Н. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2006. 286 с.
2. Крупные радиационные аварии: последствия и защитные меры. Алексахин Р.М., Булдаков Л.А., Сауров М.М., Тихомиров Ф.А., Холина Ю.Б. М, Издат, 2014. – 256 с.
3. Ежегодник: Радиационная обстановка на территории России и сопредельных государств в 2011-2020 гг., г. Обнинск.
4. СанПин 2.6.1.2523-09 Санитарные правила и нормативы. Нормы радиационной безопасности (НРБ-99/2009).

ВЛИЯНИЕ РАДИОНУКЛИДОВ ^{137}Cs И ^{90}Sr НА МИКРОБНОЕ СООБЩЕСТВО

Салтыкова А.Л.¹, Ерофеевская Л.А., Далбаева Е.А.²

¹ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Арктический государственный агротехнологический университет», г. Якутск,

² Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт проблем нефти и газа Сибирского отделения Российской академии наук, г. Якутск

Радиационная обстановка на территории Республики Саха (Якутия), складывалась на протяжении десятилетий, как следствие глобального загрязнения природной среды продуктами ядерных взрывов, проводившихся на полигонах планеты и аварий атомной энергетики. Существует мнение, что Якутия, ввиду её огромной территории и малонаселённости использовалась, как наиболее удобное место для загрязнения радиоактивными осадками при испытаниях ядерного оружия на архипелаге Новая Земля [1, с. 4].

С целью выявления возможного влияния радионуклидов ^{137}Cs и ^{90}Sr на микробное сообщество, были исследованы почвы, прилегающей территории полигона ядерного взрыва (ПЯВ) «Кратон-3».

В качестве контроля проанализированы «фоново-чистые» почвы лесного массива п. Айхал и г. Якутска.

Все исследованные почвогрунты, имели щелочную реакцию среды и были слабо увлажнены.

Общая численность микроорганизмов (ОЧМ) в почвах ПЯВ «Кратон-3» мало отличалась в разных образцах и составляла от 233 тысяч до 61 миллиона клеток на 1г абсолютно сухого веса (АСВ) почвы. Это на 1-3 порядка меньше, чем в «фоново-чистых» лесных почвах п. Айхал и г. Якутска.

Установленная почвенная микрофлора исследованного участка, была представлена, главным образом, споровыми факультативно анаэробными бактериями рода *Bacillus*, микроскопическими грибами рода *Penicillium*, неферментирующими грамотрицательными бактериями родов *Moraxella*, *Brevundimonas* и *Pseudomonas*.

В почвах, прилегающих к ПЯВ «Кратон-3», изучены группировки спорообразующих микроорганизмов, развитие которых связано с наличием в почве более переработанного органического вещества. Среди идентифицированных споровых бактерий в основном - *Bacillus agglomeratus* и *Bacillus mycoides*. Это свидетельствует о том, что в почвах слабо протекают минерализационные процессы. Коэффициент микробной минерализации органического вещества в почвах составило менее 1 усл.ед.

Азотобактерии обнаружены только в «фоново-чистых» почвах. Присутствие *Azotobacter* в значительной степени обуславливает один из экологических моментов, а именно то, что он развивается в почвах, богатых доступными соединениями фосфора с близкой к нейтральной реакции средой и достаточным количеством органического вещества и воды. В условиях Якутии азотобактер выделяется из пойменных или окультуренных почв. Следовательно, этот микроорганизм можно использовать как хороший индикатор агрономических качеств почв.

Считаем, что для оценки экологической безопасности или опасности хранилищ радиоактивных отходов необходимо продолжение микробиологического мониторинга, в том числе, с изучением микроорганизмов, обладающих разными метаболическими свойствами.

Литература

1. Мизгирев Д., Аргунова Т. // Радиация в Якутии: удовлетворительно! Еженедельник «Молодёжь Якутии», №18 (5420), 11 мая 2007г., С. 4.

АНАЛИЗ СОВРЕМЕННОЙ РАДИАЦИОННОЙ ОБСТАНОВКИ НА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ УГОДЬЯХ, ВРЕМЕННО ВЫВЕДЕННЫХ ИЗ ЗЕМЛЕПОЛЬЗОВАНИЯ ПОСЛЕ АВАРИИ НА ЧАЭС

Титов И. Е.¹, Кречетников В. В.¹, Шубина О.А.¹, Кречетникова Е.О.¹, Прудников П.В.²

¹ ФГБНУ «ВНИИРАЭ», г. Обнинск,

² ФГБУ «Центр химизации и сельскохозяйственной радиологии «Брянский»

Неравномерность радиоактивного загрязнения сельскохозяйственных угодий, связанного с особенностями аварийной ситуации на Чернобыльской АЭС и погодными условиями, обусловило выделение ведения агропромышленного производства. Сельскохозяйственные угодья с высокими уровнями загрязнения (свыше 1480 кБк/м²) были выведены из землепользования.

На момент отчуждения площадь сельскохозяйственных земель с плотностью загрязнения свыше 40 Ки/км² (1480 кБк/м²) составила 17,1 тыс. га, в том числе сенокосов и пастбищ – 9,8 тыс. га, а пахотных земель – 7,3 тыс. га. Всего в зону отчуждения вошли сельскохозяйственные земли отдельных хозяйств и локальные участки различной площади 23 хозяйств 5 юго-западных районов Брянской области. В настоящее время в связи с естественным радиоактивным распадом ¹³⁷Cs и проведенными реабилитационными мероприятиями на этих землях значительно улучшилась радиационная обстановка. По состоянию на 2020 год площади земель с плотностью загрязнения по ¹³⁷Cs свыше 1480 кБк/м² сократились и составляют в Гордеевском районе 4 % (97 га), в Злынковском – 3 % (34 га), в Красногорском – 17 % (1078 га), в Новозыбковском – 3 % (170 га) от ранее выведенных из оборота земель. Общая площадь сельскохозяйственных угодий с плотностью загрязнения ¹³⁷Cs свыше 1480 кБк/м² в настоящее время составляет 8 % от площади выведенных из землепользования земель, то есть более чем 1,3 тыс. га.

Улучшение радиационной обстановки на выведенных из землепользования землях на восстановительной стадии после аварии позволяет ставить вопрос об уточнении статуса выведенных из землепользования территорий и возвращении их в хозяйственный оборот. При этом необходимо учитывать и культуртехническое состояние территорий. В настоящее время пашня составляет 21 %, сенокосы и пастбища – 41 %, залежь – 32 % и лес – 6 %. Степень зарастания кустарником и мелколесьем варьирует от 30 до 80 %, значительная часть пастбищ закочкарена, идет активный процесс развития сорной растительности. Участки с высоким уровнем зелесения или закочкаренности могут быть переведены в земли лесного фонда.

Анализ радиационного загрязнения показал, что на настоящий момент по радиационному фактору можно ввести в хозяйственный оборот более 15тыс. га. В период с 2011 по 2015 годы, в рамках федерально-целевой программы «Преодоление последствий радиационных аварий на период до 2015 года» проведены реабилитационные работы (включая культур технические работы) по возвращению земель в сельхоз оборот на площади 5337 га. В Красногорском районе было введено в хозяйственных оборот 1171 га, в Гордеевском – 1715 га, в Новозыбковском – 2311 га.

Изменение статуса выведенных из хозяйственного использования территорий осуществляется в установленном законодательством порядке на основе их комплексного обследования и прогноза изменения радиологической обстановки.

ТОЛЬКО СБОР ДАННЫХ О ДОЗАХ РАЗЛИЧНЫХ ВИДОВ ОБЛУЧЕНИЯ ПОЗВОЛИТ ПОЛУЧИТЬ КОРРЕКТНУЮ ОЦЕНКУ РАДИАЦИОННОЙ ОБСТАНОВКИ

Туков А.Р., Шафранский И.Л., Александрова И.В., Прохорова О.Н., Орлов Ю.В.
ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России, г. Москва

Методы оценки и прогноза изменений радиационной обстановки в настоящее время не достаточны корректны, так как проводятся на неполных данных о дозах облучения человека. В НРБ 99 указывалось, что суммарная доза от всех видов облучения используется для оценки радиационной обстановки и ожидаемых медицинских последствий, а также для обоснования защитных мероприятий и оценки их эффективности [1].

Такое же положение было закреплено в Федеральном законе № 3-ФЗ от 09 января 1996 г.: «...для оценки состояния радиационной безопасности используется показатель радиационного риска. В наибольшей степени этот риск характеризует суммарная накопленная эффективная доза от всех видов облучения» [2]. Однако ни в стране, ни в мире нет медико-дозиметрических регистров, соответствующих этим требованиям. К сожалению, в последующих редакциях этих документов необходимые положения были удалены.

Таким образом, нарушается принцип радиационной эпидемиологии: отсутствует качественная база данных о дозах всех видов облучения, чтобы получить корректные результаты расчёта риска возникновения радиационно-индуцированных заболеваний.

Цель исследования: Оценить радиационный риск заболевания некоторыми болезнями ликвидаторов последствий аварии на ЧАЭС, работников предприятий и организаций, обслуживаемых учреждениями здравоохранения ФМБА России с использованием доз двух видов облучения.

Материал и методы: Исследование выполнено с использованием данных Отраслевого регистра лиц, подвергшихся воздействию радиации в результате аварии на Чернобыльской АЭС за тридцатилетний период. В исследование оценки риска смерти включены мужчины – 12663 человек, имеющих дозу внешнего облучения, полученную при работе в 30 км зоне ЧАЭС, 1327 из них имеют данные о дозе профессионального облучения.

В качестве статистической модели заболеваемости был выбран Пуассоновский процесс с параметром интенсивности. Расчёт избыточного относительного риска (ERR/Sv) проведён с использованием ППП EPICURE по группе ликвидаторов с дозой внешнего аварийного облучения и по сумме этой дозы с дозой профессионального облучения.

Результаты: ERR/Sv для солидных раков (МКБ 10: C00-C80.9) при использовании дозы внешнего облучения, полученной в 30 км зоне ЧАЭС составил 0,131 95% доверительного интервала (ДИ) (-0,93-1,19), при суммарной дозе составил 1,127 95% ДИ (0,13 -2,12); ишемическая болезнь сердца (МКБ10: I20-I25.9) для первого случая 0,7 95% ДИ (0,05-1,6), для второго 0,46 95% ДИ (-0,01-1,04); болезни щитовидной железы, связанные с йодной недостаточностью (МКБ 10: E01-E02.9), для первого случая -1,12 95% ДИ (- 2,24 - 0,01), для второго 0,36 95% ДИ (-0,45 - 1,18), то есть отмечается различие в риске.

Заключение: использование для расчёта риска возникновения радиационно-индуцированных заболеваний доз от различных видов облучения приводит к получению разных значений ERR/Sv. Основной задачей совершенствования методов оценки и прогноза изменений радиационной обстановки является создания медико-дозиметрического регистра работников атомной промышленности с включением в него доз от всех видов облучения (профессионального, аварийного, медицинского и природного).

Литература

1 Нормы радиационной безопасности (НРБ-99): Гигиенические нормативы. — М.: Центр санитарно-эпидемиологического нормирования, гигиенической сертификации и экспертизы Минздрава России, 1999. — 116 с.

2 Федеральный закон № 3-ФЗ от 09 января 1996 г. «О радиационной безопасности населения». <http://www.norao.ru/about/docs/>.

ИДЕНТИФИКАЦИЯ ОБРАБОТАННОГО ИОНИЗИРУЮЩИМ ИЗЛУЧЕНИЕМ СУШЕНОГО УКРОПА МЕТОДОМ ЭЛЕКТРОННОГО ПАРАМАГНИТНОГО РЕЗОНАНСА

Тхорик О.В., Меджидов И.М., Полякова И.В., Чиж Т.В., Харламов В.А.
ФГБНУ «ВНИИРАЭ», г. Обнинск

Продукты, потребляемые человеком, оказывают непосредственное влияние на организм конкретного индивида, что делает вопрос радиационной безопасности, обработанной ионизирующим излучением продукции наиболее актуальным. Для радиационного контроля облученных пищевых продуктов (в частности специй и кулинарных приправ) наиболее оптимальным методом идентификации облученной продукции является метод спектрометрии на основе явления электронного парамагнитного резонанса [1].

В качестве объекта исследования выступает кулинарная специя «петрушка сушеная» облученная дозами 3, 6 и 9 кГр. Радиационная обработка осуществлялась на гамма-установке ГУР-120 (ФГБНУ ВНИИРАЭ), где в качестве источника используется радионуклид ^{60}Co . Идентификация радиационно-обработанной продукции осуществлялась методом электронного парамагнитного резонанса при помощи ЭПР-спектрометра ESR 70-03 XD/2 производства ООО «КБСТ Электроникс». ЭПР-спектрометрия проводилась при частоте модуляции 5000 мЭ, времени снятия 50 сек, мощностью СВЧ генератора 200 мВт, со средним значением магнитного поля 3350 Э в диапазоне 1000 Э.

На рисунке 1 представлены ЭПР-спектры облученного сушеного укропа дозами 3, 6 и 9 кГр. Амплитуда пика ЭПР-спектра, полученного для образца, облученного дозой 3 кГр составляет 220 отн.ед., а полуширина – 8,82 Э. Амплитуда пика ЭПР-спектра для образцов облученных дозой 6 кГр, в сравнении с амплитудой для образцов облученных дозой 3 кГр, увеличилась незначительно, в 1,1 раз что составляет 241 отн. ед., полуширина при этом увеличилась незначительно (на 0,54 Э) и составляет 9,36 Э. Для образцов, облученных дозой 9 кГр амплитуда пика ЭПР-сигнала составляет 264 отн. ед., что в 1,1 раз больше, чем для образцов облученных дозой 6 кГр, полуширина пика при этом увеличилась незначительно (на 0,64 Э) и составляет 10 Э.

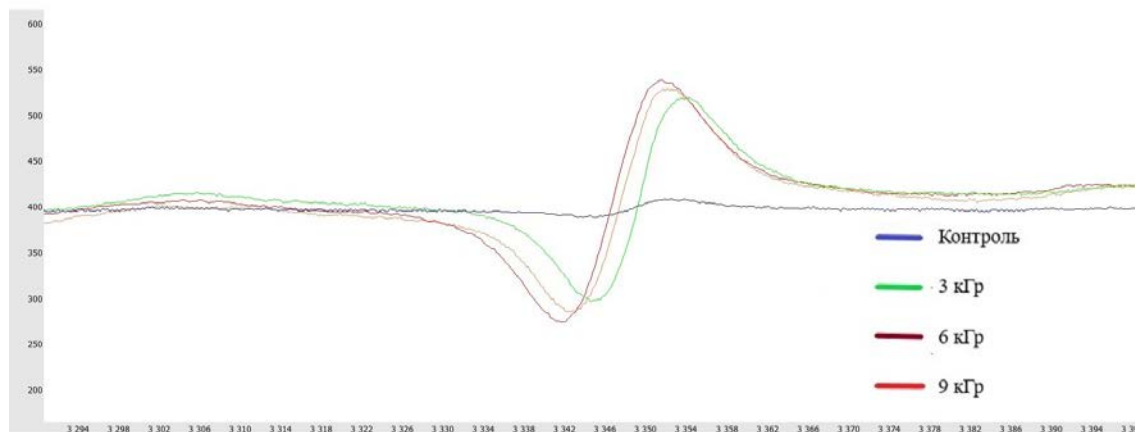


Рис. 1. Спектры образцов сушеного укропа, облученного дозами 3 кГр, 6 кГр, 9 кГр

Таким образом, можно сделать вывод о том, что с увеличением дозы облучения, амплитуда пика ЭПР-сигнала увеличивается с увеличением дозы, при этом полуширина пика увеличивается незначительно. Также можно наблюдать значительное отличие ЭПР-сигналов облученной продукции от контрольного образца, что свидетельствует о том, что метод электронного парамагнитного резонанса отлично подходит для идентификации облученного сушеного укропа.

Литература

1. Тимакова Р.Т. Научно-практические аспекты идентификации и обеспечения сохранности пищевой продукции, обработанной ионизирующим излучением: дис. ... д-р. тех. наук: 05.18.15. – Екатеринбург, 2020. – 458 с.

РАЗВИТИЕ ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ RECASS

Царина А.Г., Андреев А.К.

ФГБУ «НПО «Тайфун»», г. Обнинск

Непрерывный мониторинг радиационной обстановки на промплощадке АЭС реализуется на основании информации, получаемой в режиме реального времени со спектрометрических постов, расположенных на ее территории. В случае регистрации существенного превышения показаний необходимо оперативно интерпретировать данные измерений для оценки состава и количества поступивших в окружающую среду продуктов деления, а также прогноза их распространения. При этом требуется учитывать, что объекты застройки могут оказывать существенное влияние на структуру поля ветра над территорией промплощадки, формировать области турбулентности и, как следствие, изменять геометрию распределения в пространстве загрязняющих веществ.

Программный комплекс «RECASS Выбросы» разработан для анализа данных радиационного мониторинга на промплощадке и оценки характеристик выброса. Для формирования исходной информации для проведения расчетов обеспечивается сбор, обработка и хранение данных, поступающих от системы радиационного контроля и метеопостов. Основу расчетного модуля составляет база данных ветровых полей построенных на основе предварительного математического моделирования для большого спектра значений метеорологических параметров с учетом влияния застройки. Реализованный блок прямого моделирования переноса и рассеивания примеси в пределах промплощадки дает возможность проследить эволюцию формы облака загрязнения и, следовательно, объемной концентрации продуктов деления в воздухе. Оценка мощности и нуклидного состава выброса, а также прогнозирование радиационной обстановки строится на основании анализа временных рядов измерений и модельных расчетов. Результаты дополнительно визуализируются в виде полей гамма-излучения и наносятся на карту местности. В случае возникновения аварийной ситуации обеспечивается подготовка данных для передачи в систему поддержки принятия решений RECASS NT для прогнозирования радиационной обстановки за пределами промышленной площадки.

НОРМИРОВАНИЕ ВЫБРОСОВ И СБРОСОВ РАДИОАКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ В ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ

Шаповалов А.С., Курындин А.В., Тимофеев Н.Б.
ФБУ «НТЦ ЯРБ», г. Москва

Выбросы и сбросы радиоактивных веществ (далее – РВ) в окружающую среду являются одними из основных источников радиационного воздействия объектов использования атомной энергии (далее - ОИАЭ) на население и окружающую среду [1]. Принятым в Российской Федерации механизмом ограничения этого воздействия, в соответствии со статьей 22 [1], является установление нормативов допустимых выбросов и сбросов.

Положения, относящиеся к нормированию выбросов и сбросов РВ, закреплены в документах различного уровня – от законов (например, [1], [2]) и постановлений Правительства Российской Федерации (например, [3]) до руководств по безопасности в области использования атомной энергии, носящих рекомендательный характер.

К настоящему времени полностью сформирована методическая база для нормирования выбросов и сбросов РВ [4] - [8]. Так, основные принципы и критерии, которые должны соблюдаться при разработке нормативов, установлены в методиках [4] и [5]. Рекомендации по их учету, в свою очередь, содержатся в руководствах по безопасности [6] - [8].

В настоящем докладе представлен обзор регулирующих требований в части нормирования выбросов и сбросов РВ, а также детально рассмотрены принципы, критерии и методы, которые должны использоваться при разработке нормативов. Также показано, каким образом в [4] – [8] имплементированы положения стандартов безопасности Международного агентства по атомной энергии, в частности [9], [10].

Литература

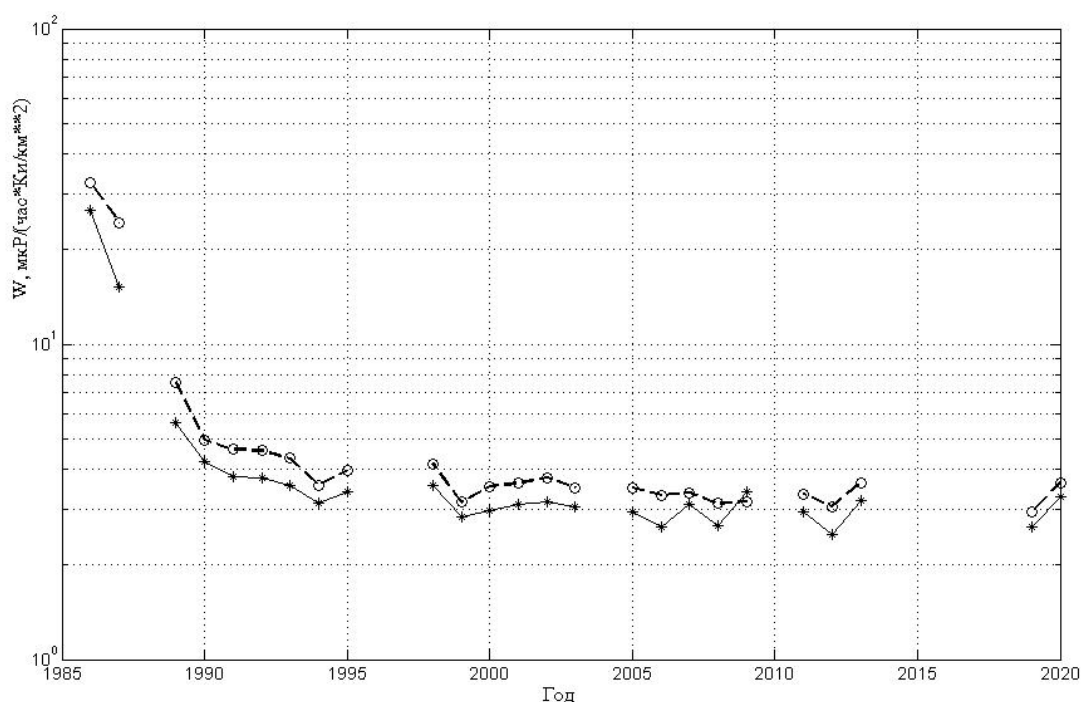
1. Федеральный закон от 10.01.2002 № 7-ФЗ «Об охране окружающей среды».
2. Федеральный закон от 04.05.1999 № 96-ФЗ «Об охране атмосферного воздуха».
3. Постановление Правительства Российской Федерации от 26.06.2018 № 731 «О нормативах допустимых выбросов радиоактивных веществ и нормативах допустимых сбросов радиоактивных веществ, а также о выдаче разрешений на выбросы радиоактивных веществ, разрешений на сбросы радиоактивных веществ».
4. Приказ Ростехнадзора от 07.11.2012 № 639 «Об утверждении Методики разработки и установления нормативов предельно допустимых выбросов радиоактивных веществ в атмосферный воздух (зарегистрирован в Минюсте России 18.01.2013, № 26595).
5. Приказ Ростехнадзора от 22.12.2016 № 551 «Об утверждении Методики разработки нормативов допустимых сбросов радиоактивных веществ в водные объекты для водопользователей» (зарегистрирован в Минюсте России 15.02.2017, № 45652).
6. Приказ Ростехнадзора от 19.08.2013 № 362 «Об утверждении руководства по безопасности в области использования атомной энергии «Рекомендации по содержанию документов, обосновывающих нормативы предельно допустимых выбросов радиоактивных веществ в атмосферный воздух и нормативы допустимых сбросов радиоактивных веществ в водные объекты»
7. Приказ Ростехнадзора от 11.11.2015 № 458 «Об утверждении руководства по безопасности в области использования атомной энергии «Рекомендуемые методы расчета параметров, необходимых для разработки и установления нормативов предельно допустимых выбросов радиоактивных веществ в атмосферный воздух».
8. Приказ Ростехнадзора от 25.07.2017 № 281 «Об утверждении руководства по безопасности в области использования атомной энергии «Рекомендуемые методы расчета параметров, необходимых для разработки нормативов допустимых сбросов радиоактивных веществ в водные объекты».
9. Radiation protection and safety of radiation sources: International basic safety standards. General safety requirements № GSR Part 3. –Vienna: IAEA, 2014 - 436 p.
10. Regulatory control of radioactive discharges to environment. IAEA General Safety Guide № GSG-9. – Vienna, IAEA, 2018 – 71 p.

ВЛИЯНИЕ ЗАГЛУБЛЕНИЯ ЦЕЗИЯ-137 НА ВРЕМЕННОЙ ХОД МЭД НАД ПОЧВАМИ РОССИИ, ЗАГРЯЗНЕННЫМИ ПОСЛЕ АВАРИИ НА ЧАЭС

Яхрюшин В.Н, Уваров А.Д.

ФГБУ «НПО «Тайфун», г. Обнинск

НПО «Тайфун», начиная с 1986 года занимается исследованием загрязнения почв территорий России загрязненных в результате аварии на ЧАЭС. Результаты обследований (содержание основного дозообразующего радионуклида цезия-137 в почве и значение МЭД над почвой) почвы населенных пунктов заносятся в базе данных «Чернобыль» «НПО «Тайфун». В настоящем докладе представлен временной ход параметра W являющегося отношением значения МЭД к плотности содержания цезия-137 в почве. Этот параметр меняется за счет вертикальной миграции цезия-137 в почве. Эффекты, которые приводят к этому уменьшению рассматриваются в работе [1]. На представленном ниже рисунке представлен ход W от времени Чернобыльской трагедии до настоящего. Необходимо отметить, что чтобы минимизировать влияние на МЭД естественных радионуклидов в расчете W учитывались только пробы почв значение содержание цезия-137 в которых в момент отбора пробы было больше 5 Ки/км^2 . Как, видно в результате, заглубливание радиоцезия в почву параметр W снижается. В дальнейшем, анализируя полученные зависимости изменения параметра W во времени, мы предполагаем, оценить степень миграции радиоцезия на ближайшее будущее.



Экспериментальные значения временного хода W . + - значение МЭД на расстоянии от земли 1 м, o - значение МЭД на расстоянии от земли 0,1 м.

Литература

1. Арутюнян Р. В., Большов Л. А., Гуло В. Г., Зенич Т. С., Решетин В. П. Закономерности трансформации углового и энергетического спектров фотонов на поверхности почвы при вертикальной миграции $^{137,134} \text{Cs}$. Атомная энергия, 1993, т. 74, вып. 3, стр. 230-236.

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА ЭМПИРИЧЕСКОЙ МОДОВОЙ ДЕКОМПОЗИЦИИ ДЛЯ ВЫДЕЛЕНИЯ ТРЕНДОВОЙ СОСТАВЛЯЮЩЕЙ РЯДОВ ДАННЫХ РАДИАЦИОННОГО МОНИТОРИНГА

Яхрюшин В.Н., Полянская О.Н.
ФГБУ «НПО «Тайфун», г. Обнинск

В данной работе представлены результаты обработки данных, полученных при эксплуатации воздухо-фильтрующей установки (УВФ) в г. Обнинске. УВФ используется для отбора проб атмосферных аэрозолей с целью определения радиоактивного загрязнения приземного слоя атмосферы. Данная установка одновременно с отбором проб проводит измерения в реальном времени бета-активности и мощности дозы гамма-излучения с помощью блоков детектирования, расположенных под накопительным фильтром. Дополнительно УВФ оснащена датчиками атмосферного давления и температуры.

Для выделения тренда были выбраны две представительные выборки, которые характеризуются длительным непрерывным временем работы УВФ (без замены фильтров) и отсутствием отказов регистрирующей аппаратуры. Дополнительно проанализированы ряды данных по суммарной бета - активности суточных выпадений и среднесуточной объемной суммарной бета-активности в воздухе г. Обнинска, полученные в лаборатории «НПО» Тайфун».

Используя метод эмпирической модовой декомпозиции (Empirical Mode Decomposition – EMD), предложенный Норденом Хуангом в 1995 г. [1] были получены разложения временных рядов по эмпирическим модам. Для каждого ряда выделена трендовая составляющая (последняя эмпирическая мода). На рис. 1 приведены медленноменяющиеся трендовые составляющие, полученные для бета-, гамма-активности и температуры, измеренные под фильтром УВФ. По ним произведена оценка циклических составляющих временного ряда и определен общий тренд.

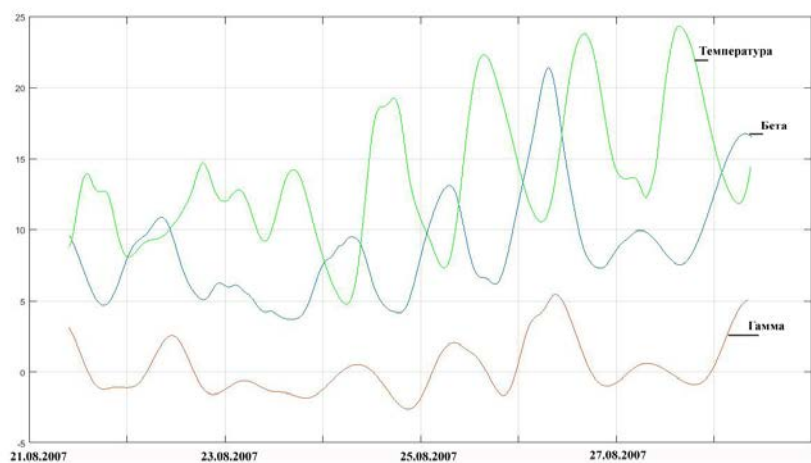


Рис. 1. Медленноменяющиеся трендовые составляющие бета-активности (синий), гамма- (коричневый) активности и температуры (зеленый), для набора данных от 21.08.2007 г.

Аналогичные результаты приводятся для суммарной бета-активности суточных выпадений и среднесуточной объемной суммарной бета-активности приземного слоя атмосферы г. Обнинска.

Литература

1. X. Huang N.E., Shen Z., Long S. R., и др. The Empirical Mode Decomposition and Hilbert spectrum for nonlinear and non-stationary time series analysis, Proc. R. Soc. Lond. A., vol. 454, pp. 903-995, 1998.