

Тезисы докладов XI-го Международного совещания «Проблемы прикладной спектromетрии и радиометрии», 20 - 25 сентября 2009 г., п.Агой Краснодарского края, -М.: Эко-Сфера, 2009, 72 с.

ISBN: 5-7249-0526-4

В сборнике представлены тезисы докладов, представленных на Международном совещании "Проблемы прикладной спектromетрии и радиометрии" (ППСР-2009), которое проходило с 20 по 25 сентября 2009 г. в п.Агой, Туапсинского района, Краснодарского края в санатории «Автотранспортник России».

Доклады посвящены вопросам, связанным с разработкой и применением аппаратуры, программного, методического и метрологического обеспечения измерений ионизирующих излучений.

Совещание организует и проводит группа наиболее известных в России, СНГ и Балтии предприятий, работающих в области регистрации и измерений ионизирующих излучений. Совещание проводится регулярно, начиная с 1996 года.

ISBN: 5-7249-0526-4

® Учебно-методический центр
«Эко-Сфера, 2009

Содержание

	стр.
ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ РАДИАЦИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК РАО Аваев В.Н., Васюхно В.П., Яшников А.И	7
ПРАВОВЫЕ АСПЕКТЫ ОБРАЩЕНИЯ С РАО, СОБСТВЕННИК КОТОРЫХ НЕ УСТАНОВЛЕН Скогорев И.А., Алданов В.А.	8
ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЕ ОБОСНОВАНИЕ РАДИАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ РЕАЛИЗАЦИИ ТЕХНОЛОГИИ РАЗДЕЛКИ КАССЕТ С ОЯТ РЕАКТОРОВ АМБ В УСЛОВИЯХ БЕЛОЯРСКОЙ АЭС Смирнов В.П., Нехожин М.А., Семеновых С.В., Гаязов А.З., Комаров С.В., Серебряков В.В.	11
ИДЕНТИФИКАЦИЯ ЯДЕРНЫХ И РАДИОАКТИВНЫХ МАТЕРИАЛОВ ПРИ ИХ НЕЛЕГАЛЬНОМ ПЕРЕМЕЩЕНИИ. ПРОБЛЕМЫ И РЕШЕНИЯ Даниленко В.Н., Ковальский Е.А., Скубо Ю.В., Юферов А.Ю., Федоровский С.Ю.	13
ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ РАБОТ ПО ПОВЫШЕНИЮ КУЛЬТУРЫ ЯДЕРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ В ГНУ ОИЭЯИ-СОСНЫ НАН БЕЛАРУСИ Е.И. Куртиков, В.В. Зеневич, А.А. Мазаник	14
ДОЗИМЕТРИЧЕСКИЕ КОМПЛЕКСЫ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ РАДИАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ «РОСАТОМА» И ДРУГИХ ПРОИЗВОДСТВАХ Козлов А.А., Богдан-Курило В.Д., Мурашова М.П.	15
УСКОРЕННОЕ РАЗВИТИЕ ЯДЕРНОГО ПРИБОРОСТРОЕНИЯ: АЛЬТЕРНАТИВА КРИЗИСУ И ПЕРЕОСНАЩЕНИЕ АТОМНОЙ И ДРУГИХ ОТРАСЛЕЙ Кожемякин В.А.	17

ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ КОМПЛЕКСЫ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ РАБОТ С ОЯТ И ТРО АМБ НА 1 И 2 БЛОКАХ БЕЛОЯРСКОЙ АЭС Аваев В.Н., Васюхно В.П., Яшников А.И.	18
ПРИБОРЫ И СИСТЕМЫ ДЛЯ КОНТРОЛЯ РАДИАЦИОННОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ Казимиров А.С., Казимирова Г.Ф., Иевлев С.М., Мартынюк Л.Б., Черный Е.В.	20
МОБИЛЬНЫЙ КОМПЛЕКС РАДИАЦИОННОГО КОНТРОЛЯ Кружалов А.В., Петров В.Л., Шеин А.С., Андреев В.С., Викторов Л.В., Крымов А.Л., Кунцевич Г.А., Шульгин Б.В.	21
УСТРОЙСТВА ДЕТЕКТИРОВАНИЯ НА ОСНОВЕ СЦИНТИЛЛЯЦИОННЫХ КРИСТАЛЛОВ БРОМИДА ЛАНТАНА (LaBr₃:Ce) И СПЕКТРОМЕТРИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ ПОСТРОЕННЫЕ НА ИХ БАЗЕ ЗАО «НПЦ «АСПЕКТ» Иванов А.И., Пугачев А.Н., Савин В.М., Сидоров В.Т.	22
ОПРЕДЕЛЕНИЕ НАКОПЛЕНИЯ ²³⁹Pu В БЛАНКЕТЕ ПОДКРИТИЧЕСКОЙ СБОРКИ, УПРАВЛЯЕМОЙ УСКОРИТЕЛЕМ Жук И.В., Потапенко А.С., Сафронова А.А.	24
НОВЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ И МЕТРОЛОГИЧЕСКАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПРОГРАММЫ MСС 3D ДЛЯ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ СИСТЕМ ДЕТЕКТИРОВАНИЯ ИОНИЗИРУЮЩИХ ИЗЛУЧЕНИЙ Лалин О.Е., Новиков И.Э.	25

УНИКАЛЬНЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ ЖИДКОСЦИНТИЛЛЯЦИОННОЙ СПЕКТРОМЕТРИИ ПРИ ОПРЕДЕЛЕНИИ РАДИОНУКЛИДОВ ЕСТЕСТВЕННОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ В ПРИЛОЖЕНИИ К ПРОФЕССИОНАЛЬНОМУ ТЕСТУ МАГАТЭ-2008-3 Тихомиров В.А., Каширин И.А., Малиновский С.В., Соболев А.И.	26
КОМПЛЕКС «ЭКСПЕРТНЫЙ БЕТА-ГАММА-СИЧ» Баковец Н.В., Чудаков В.А.	28
БЛОК ДЕТЕКТИРОВАНИЯ С CDTE P-I-N ДЕТЕКТОРОМ С СИСТЕМОЙ ПОДАВЛЕНИЯ ПОЛЯРИЗАЦИИ Петухов Ю., Путенис Г., Мулеванов С., Меркулов Д.	31
МЕТРОЛОГИЧЕСКАЯ АТТЕСТАЦИЯ КОМПЛЕКСА «ЭКСПЕРТНЫЙ БЕТА-ГАММА-СИЧ» Баковец Н.В., Казаченок А.Р., Чудаков В.А.	33
ПОРТАТИВНЫЙ СПЕКТРОМЕТР ГАММА- ИЗЛУЧЕНИЯ Соколов А., Кузьменко В.	36
КОНТРОЛЬ РАДИАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ ЯДЕРНО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА Казимиров А.С. , Казимирова Г.Ф., Иевлев С.М., Мартынюк Л.Б., Черный Е.В.	37
СПЕКТРОМЕТРИЧЕСКИЙ МЕТОД ИЗМЕРЕНИЯ МОЩНОСТИ ДОЗЫ ИЗЛУЧЕНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НЕОРГАНИЧЕСКИХ СЦИНТИЛЛЯЦИОННЫХ ДЕТЕКТОРОВ Лукашевич Р.В., Фоков Г.А., Шульгович Г.И.	38
РАСЧЕТ ЭФФЕКТИВНОГО ЦЕНТРА СЦИНТИЛЛЯЦИОННОГО ДЕТЕКТОРА ГАММА- ИЗЛУЧЕНИЯ И ЕГО УЧЕТ ПРИ ДОЗИМЕТРИЧЕСКОМ КОНТРОЛЕ РАДИАЦИОННЫХ УПАКОВОК Лукашевич Р.В., Фоков Г.А., Шульгович Г.И.	40

<p>АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ ПОВЕРОЧНЫЕ ДОЗИМЕТРИЧЕСКИЕ УСТАНОВКИ ГАММА-ИЗЛУЧЕНИЯ УДГ-АТ110, УДГ-АТ130</p> <p>Антонов А.В., Гузов В.Д., Кожемякин В.А., Раскоша В.Л., Храмов В.В., Шульгович Г.И.</p>	41
<p>ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЙ БЛОК ДЕТЕКТИРОВАНИЯ ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ВЫСОКИХ УРОВНЕЙ ГАММА-РАДИАЦИИ</p> <p>Васильев П.Н., Лукашевич Р.В., Семеняко А.Н.</p>	43
<p>ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПОРТАТИВНОГО СПЕКТРАЛЬНОГО РАДИАЦИОННОГО СКАНЕРА ДЛЯ ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ НЕЗАКОННОГО ПЕРЕМЕЩЕНИЯ РАДИОАКТИВНЫХ ИСТОЧНИКОВ И ЯДЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ</p> <p>Быстров Е.В., Кожемякин В.А., Прокопович А.В., Шульгович Г.И.</p>	43
<p>МАЛОГАБАРИТНЫЙ СПЕКТРАЛЬНЫЙ ПЕРСОНАЛЬНЫЙ РАДИАЦИОННЫЙ ДЕТЕКТОР ГАММА-ИЗЛУЧЕНИЯ ДЛЯ ОБНАРУЖЕНИЯ РАДИОАКТИВНЫХ ИСТОЧНИКОВ И МАТЕРИАЛОВ</p> <p>Быстров Е.В., Кожемякин В.А., Прокопович А.В., Семеняко А.Н., Шульгович Г.И.</p>	45
<p>ВЫСОКОЧУВСТВИТЕЛЬНЫЙ НОСИМЫЙ НЕЙТРОННЫЙ ПОИСКОВЫЙ ДЕТЕКТОР ДЛЯ ОБНАРУЖЕНИЯ НЕЙТРОННЫХ ИСТОЧНИКОВ И ЯДЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ</p> <p>Быстров Е.В., Гуринович В.И., Кожемякин В.А., Прокопович А.В., Шульгович Г.И.</p>	46
<p>ГАММА-РАДИОМЕТР СПЕКТРОМЕТРИЧЕСКОГО ТИПА РКГ-АТ1320М ДЛЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В ЯДЕРНОЙ МЕДИЦИНЕ</p> <p>Быстров Е.В., Гузов В.Д., Довжук М.Н., Жуковский А.И., Кожемякин В.А., Тищенко С.Н., Толкачев А.Н., Шульгович Г.И.</p>	47

МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ НОСИМЫЙ СЦИНТИЛЛЯЦИОННЫЙ ГАММА-СПЕКТРОМЕТР ДЛЯ НЕРАЗРУШАЮЩЕГО РАДИАЦИОННОГО КОНТРОЛЯ ОБЪЕКТОВ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ Быстров Е.В., Довжук М.Н., Жуковский А.И., Кожемякин В.А., Тищенко С.Н., Шульгович Г.И.	48
О НЕОПРЕДЕЛЁННОСТИ СКОРОСТИ СЧЁТА ПО β- КАНАЛУ ДЛЯ РАДИОМЕТРОВ УМФ-2000 Зайцев Ю.А., Корнеева С.А., Перминов А.В.	50
ТЕРРИТОРИИ С ФРАКТАЛЬНОЙ СТРУКТУРОЙ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПОЧВЫ ИЗМЕРЕНИЯ IN SITU Грубич А.О.	52
МЕТРОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ СПЕКТРОМЕТРИЧЕСКОГО РЕЖИМА РАБОТЫ РАДИОМЕТРА-СПЕКТРОМЕТРА ГАММА-ИЗЛУЧЕНИЯ ДЛЯ МОНИТОРИНГА ЖИДКИХ СРЕД РСКВ-01 С.В.Сэпман, А.В.Прохоров, Б.В.Викторов, А.И.Шипунов	53
МЕТРОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ МЕЖЛАБОРАТОРНЫХ СЛИЧЕНИЙ В ОБЛАСТИ ИЗМЕРЕНИЙ АКТИВНОСТИ РАДИОНУКЛИДОВ СРЕДИ ПРЕДПРИЯТИЙ ГК «РОСАТОМ» Сэпман С.В., Трофимчук С.Г., Харитонов И.А., Тишков В.П., Цветков О.С.	55
ПРОГРАММНЫЙ КОМПЛЕКС ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ ВЫБРОСОВ РАДИОАКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ В АТМОСФЕРУ Макаров И.Н., Ильина М.Е.	56
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРИРОДНЫХ БИОПОЛИМЕРОВ В ЭНТЕРОСОРБЦИИ РАДИОНУКЛИДОВ В ЖИВОТНОВОДСТВЕ Фомичей Ю.П., Гвоздь В.Ф.	63

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ РАДИАЦИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК РАО

Аваев В.Н., Васюхно В.П., Яшников А.И
ОАО «Ордена Ленина НИКИЭТ имени Н.А.Доллежалея»

С 1998 года НИКИЭТ проводит радиационные обследования объектов в пунктах временного хранения ОЯТ и РАО (бывшие береговые базы ВМФ) и на 1 и 2 блоках БАЭС, которые включают в себя:

- составление картограмм полей МЭД гамма-излучения и потоков бета-частиц территорий, зданий и сооружений;
- определение и локализация источников излучения;
- определение нуклидного состава и активности хранящихся РАО и ОЯТ.

В качестве средств измерений используются как приборы, выпускаемые промышленностью, так и специально разработанные по техническим заданиям НИКИЭТ, с учетом специфики измерений на объектах. В докладе представлены:

- используемая аппаратура, а также методики определения нуклидного состава и активности исследуемых объектов;
- характеристики разработанных и усовершенствованных приборов: гамма-дозиметра-радиометра МКС-14ЭЦ, измерительного комплекса МКС-21П с набором блоков детектирования, определяющих МЭД гамма излучения, потоки альфа- и бета-частиц (в том числе в высоких полях гамма-излучения), гамма-спектрометра СКС-20;
- описание экспресс-методик определения удельной активности Sr-90 и актиноидов без химической подготовки проб.

Приводятся результаты проведенных исследований. Обсуждаются перспективы создания средств измерений и методы, по определению количества ЯМ в труднодоступных местах и в местах с высокими уровнями гамма-излучения.

Правовые аспекты обращения с РАО, собственник которых не установлен.

Скогорев И.А. – *Генеральный директор ООО «Примтехнополис»,*
Алданов В.А. – *начальник Службы радиационной безопасности*
ООО «Примтехнополис»

Основным методом избавления от радиоактивных отходов является плановое захоронение имеющихся РАО, образующихся в процессе работы РАО, ИИИ с истекшим сроком службы. В данном направлении работы проводятся на основании согласованных планов и по действующим договорам. Финансовые потоки проходят также в договорном режиме.

Однако существует и другая форма обращения с РАО – это внеплановые, образовавшиеся в ходе аварий, внезапно обнаруженные ИИИ – не имеющие установленного собственника. Как правило, с неизвестным изотопным составом.

Работа по обнаружению, учету и захоронению данной категории РАО требует особого внимания.

Такие РАО ни где не учтены (о них же ни кто не знает), следовательно, нет надзорного органа, который бы мог проконтролировать процесс закладки РАО на долговременное хранение. «Совесть пассажира – лучший контролер» - это единственное правило, которое будет главенствовать при работе с данной категорией РАО.

Кроме того, неучтенность таких РАО, говорит и об отсутствии надлежащего хранения. По сути, это может быть ИИИ за который вообще ни кто не отвечает, который ни кто не охраняет, без надлежащей защитной оболочки (контейнера). А, следовательно, столкнуться с таким предметом может любой не подготовленный человек, не имеющий дозиметра или иных средств обнаружения ИИИ.

Имеющиеся нормативные акты регламентируют работу по учету и контролю имеющихся ИИИ и РАО, либо регламентирующие работу по ликвидации радиационной аварии (происшествия и т.д.). В крайнем случае, законодатель обязывает

«дальнейшую работу» проводить с привлечением «специализированной организации». Оно и понятно – лишь специалисты специализированных предприятий (как правило, это персонал группы «А») имеют достаточные знания для локализации радиационной аварии.

Таким образом, ИИИ и РАО не имеющие хозяина до момента встречи со специалистом «специализированной организации» находятся в правовом вакууме, обращение с ними ни кем не контролируется и ни чем не регламентируется, следовательно, беспорядочно. Скажете: «Ну а что тут можно сделать, главное выявить, обнаружить такой источник...». Да, действительно, на первый взгляд, главной задачей тут будет выявление таких источников.

Существующая в стране система позволяет выявлять такие РАО. Так, на границе стоят системы радиационного контроля типа «Янтарь». Сборщиков металлолома обязали закупить дозиметры и проверять поступающий на пункт сбора металлолом. Органами Роспотребнадзора издан ряд регламентирующих нормативных актов, проводят плановые работы по контролю на производствах, готовой продукции. Население свободно может купить дозиметр в магазине и при обнаружении подозрительных предметов сообщить в МЧС.

При этом надо учитывать то, что число зарегистрированных случаев явно ниже реального числа фактов обнаружения бесхозных ИИИ.

Самое интересное происходит после обнаружения кем-либо ИИИ. Следующие факторы влияют на происходящее.

- во первых, **человеческий фактор** – лицо обнаружившие ИИИ может проигнорировать данное событие (нет времени, не поверил показанию дозиметра и др.).

- во вторых, **умысел** – у лица обнаружившего ИИИ есть начальник, который решит скрыть данный факт от соответствующих органов.

- в третьих, **цена** – величина затрат на упаковку, вывоз и захоронению таких ИИИ может быть значительной.

- в четвертых, **за чей счет** – кто именно может, будет или обязан нести расходы по захоронению ИИИ не имеющего собственника. В итоге – кто будет отвечать рублем.

Слагаемое из этих четырех составляющих и будет руководить дальнейшей судьбой таких РАО. Но если на «человеческий фактор», «умысел» и «цены» государству влиять не просто, то на источник финансирования можно повлиять, закрепив его законодательно. А если гражданам, обнаружившим ИИИ доплачивать премиальные, тогда число выявленных ИИИ в стране значительно превысит существующие показатели.

Рассмотрим формы влияния государством на обращение с РАО собственник которых не установлен.

По нашему мнению можно выделить следующие типы финансового обеспечения работ с бесхозными РАО – это бюджетное финансирование и страхование.

В настоящее время единственной бюджетной статьей, из которой допускается расходование средств, могут быть средства на ликвидацию чрезвычайных ситуаций. Но встает вопрос, следует ли относить ситуации связанные с обнаружением бесхозных РАО к чрезвычайным. Кроме того, важным моментом будет территориальность (федеральная, муниципальная и т.д.). Какой именно орган будет производить оплату и контроль прохождения финансовых средств.

По нашему мнению, одним из более простых способов решения вопросов, связанных с обнаружением бесхозных РАО, это покрытие за счет страховки.

Считаем, что необходимо законодательно обязать муниципальные образования и субъекты федерации обязать заключать договора страхования со страховыми организациями, входящими в Российский ядерный страховой пул. Компенсация страховыми выплатами значительно упростит процедуру работ с РАО не имеющими собственника и обнаруженными на территории субъектов федерации или муниципальных образованиях.

ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЕ ОБОСНОВАНИЕ РАДИАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ РЕАЛИЗАЦИИ ТЕХНОЛОГИИ РАЗДЕЛКИ КАССЕТ С ОЯТ РЕАКТОРОВ АМБ В УСЛОВИЯХ БЕЛОЯРСКОЙ АЭС

Смирнов В.П., Нехожин М.А., Семеновых С.В., Гаязов А.З.
- ФГУП «ФЦЯРБ»; Комаров С.В., Серебряков В.В. - ООО
НПФ «Сосны»

К важному направлению прикладной научной деятельности следует отнести развертывание НИР и ОКР, направленных на решение накопленных проблем в области объектов использования атомной энергии с выбором наиболее экологически чистых, эффективных и малоотходных технологий. Научно-обоснованные конструктивные решения, принимаемые при обращении с отработавшим ядерным топливом (ОЯТ) с точки зрения обеспечения радиационной и экологической безопасности ядерной энергетики, определяют актуальность проблемы и являются важными как в настоящее время, так и в долгосрочной перспективе.

Подход, предложенный ФГУП «ФЦЯРБ» и ООО НПФ «Сосны» к вопросу решения проблемы освобождения стационарных хранилищ Белоярской АЭС (АМБ-100 и АМБ-200) позволяет сократить общие сроки переработки ОЯТ на 3-5 лет и предусматривает:

- разделку кассет с ОТВС, хранящихся в бассейнах выдержки блоков № 1 и № 2 Белоярской АЭС, на топливную и конструкционную составляющие в комплексе оборудования безопасной разделки (КОБР) на Белоярской АЭС;

- упаковку топливных фрагментов ОТВС в герметичные пеналы для ОЯТ, удовлетворяющие настоящим требованиям ПО «Маяк»;

- упаковку конструкционных фрагментов ОТВС категории ВАО в упаковки ТРО и организацию их временного хранения на Белоярской АЭС;

- упаковку конструкционных фрагментов кассеты категории ВАО, САО и НАО в НЗК и организацию хранения НЗК в наземном хранилище на территории БАЭС;
- вывоз пеналов с ОЯТ АМБ с Белоярской АЭС на переработку в штатных транспортных контейнерах;
- переработку ОЯТ АМБ на ФГУП «ПО «Маяк».

Важнейшими элементами таких перспективных разработок является предварительное обоснование их безопасности. Для этого рассмотрены характер и условия работы различных профессиональных категорий персонала, изучены источники радиационного воздействия на персонал в условиях нормальной эксплуатации и при возможных аварийных ситуациях, определены источники газоаerosольных выбросов и рассчитана эффективность защитных барьеров на пути распространения радиоактивных веществ и ионизирующего излучения, выработаны рекомендации по защите персонала на наиболее радиационно-опасных стадиях технологии, оценены индивидуальные и коллективные дозы облучения персонала, а также дозы облучения критической группы населения. Проведенное предварительное обоснование радиационной безопасности позволило оптимизировать технологические решения с позиции минимизации доз облучения персонала и сокращения числа облучаемых лиц.

Показано, что предлагаемая технология разделки кассет с ОЯТ АМБ, в том числе кассет, находящихся в аварийном состоянии, позволяет решить проблему их вывоза с БАЭС при дозах облучения персонала, не превышающих пределы, установленные в НРБ-99 для нормальных условий эксплуатации источников ионизирующего излучения.

Радиационные последствия проектных и запроектных аварий для населения незначительны. Ожидаемая максимальная величина выброса при возможных запроектных авариях существенно ниже ПДВ, что означает, что эффективная доза облучения населения с учетом всех путей воздействия будет существенно ниже 1 мЗв.

Окончательная проработка вопросов формирования доз облучения персонала и населения будет сделана после завершения разработки всех технологических решений.

ИДЕНТИФИКАЦИЯ ЯДЕРНЫХ И РАДИОАКТИВНЫХ МАТЕРИАЛОВ ПРИ ИХ НЕЛЕГАЛЬНОМ ПЕРЕМЕЩЕНИИ. ПРОБЛЕМЫ И РЕШЕНИЯ.

Даниленко В.Н., Ковальский Е.А., Скубо Ю.В.,
Юферов А.Ю., Федоровский С.Ю.
ООО «ЛСРМ», п. Менделеево, Россия

Проблемы идентификации ядерных и радиоактивных материалов при их нелегальном перемещении связаны в основном с двумя обстоятельствами:

- недостаточная квалификация персонала (офицеры пограничных, таможенных служб и т.д.), непосредственно проводящего измерения в полевых условиях;
- не всегда корректное программное обеспечение, используемое в портативных спектрометрах – идентификаторах.

Одним из возможных решений проблемы является экспертная поддержка таких измерений, которая проводится квалифицированным экспертом с помощью более развитого программного обеспечения.

В рамках исследовательского проекта МАГАТЭ «Development and Test of Field Useable Software for the Analysis of Gamma Spectra of Seized Sources» была проведена разработка соответствующего экспертного программного обеспечения **SpectraLineID**. Оно включает, как аналитические методы идентификации, так и эвристические приемы, основанные на визуальном сравнении спектров, и позволяет работать с детекторами различного типа как высокого, так и низкого разрешения – HPGe, Na(Cs)I, LaBr(Cl)-детекторами.

В докладе рассмотрены основные результаты этой работы:

- формулировка процедуры идентификации и соответствующих количественных критериев, определяющих ее успешность; в частности, предложен способ расчета индекса доверия, введенный в [1];
- разработка требований для экспертного программного обеспечения;

- описание возможностей разработанного программного обеспечения.

[1] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Technical and functional specifications for border monitoring equipment, Revision 1, IAEA Nuclear Security Series No1, IAEA, Vienna (2008).

Основные направления работ по повышению культуры ядерной безопасности в ГНУ ОИЭЯИ-Сосны НАН Беларуси

Е.И. Куртиков, В.В. Зеневич, А.А. Мазаник
Объединенный институт энергетических и ядерных исследований – Сосны НАН Беларуси

ОИЭЯИ – Сосны является единственной организацией в Республике Беларусь где имеются исследовательские ядерные установки и хранилища ядерных материалов. В соответствии с нормативно-правовыми актами в области обеспечения ядерной безопасности в ОИЭЯИ – Сосны создана и функционирует комиссия по ядерной безопасности. В задачи комиссии входит проверка ядерной безопасности на подкритическом стенде “ЯЛИНА”, на критическом стенде “ГИАЦИНТ”, хранилищах свежего и отработанного ядерного топлива.

В рамках сотрудничества с Министерством Энергетики США планируется осуществить проект, целью которого является повышения культуры ядерной безопасности в ОИЭЯИ – Сосны с учетом наработанного мирового опыта в этой области.

В докладе приводятся задачи, структура и схема взаимодействия комиссии по ядерной безопасности со структурными подразделениями ОИЭЯИ – Сосны.

Дозиметрические комплексы для обеспечения радиационной безопасности на предприятиях «Росатома» и других производствах.

А.А. Козлов, В.Д. Богдан-Курило, М.П. Мурашова
*ОАО “Ангарский электролизный химический комбинат”,
Россия, г. Ангарск*

Автоматизированные комплексы АКЖДК-201 и АКЖДК-301 предназначены для индивидуального дозиметрического контроля персонала и населения, являются инновационной импортозамещающей разработкой ОАО “Ангарский электролизный химический комбинат”. В состав комплексов входят термолюминесцентный считыватель, дозиметры разных типов (ДТЛ-01, ДВГН-01, ДВГ-01), компьютер с принтером. По метрологическим характеристикам комплексы не уступают лучшим зарубежным аналогам, а по простоте обслуживания и эксплуатации превосходят их. При этом стоимость комплексов в 1,5-2 раза ниже стоимости их зарубежных аналогов при одинаковой комплектации.

Комплексы обеспечивают работу в следующих режимах - калибровка дозиметров; считывание дозы с дозиметров с передачей информации в базу данных; отжиг детекторов дозиметров; работа с базой данных дозиметрической информации; тестирование комплекса.

Управление комплексом осуществляется персональным компьютером.

В комплексах используется индукционный нагрев никелевой подложки, на которой закреплен детектор. При индукционном нагреве существует возможность создания любого температурного шаблона для считывания запасенной дозиметрической информации. За основу принят линейно-ступенчатый способ нагрева, позволяющий формировать ступень предварительного отжига низкотемпературных пиков, не несущих дозиметрической информации, ступень отжига дозиметрического пика и дальнейший неинформационный отжиг детектора.

Уникальная конструкция дозиметров и выращенные по особой технологии на АЭХК монокристаллические детекторы фторида лития, получили патенты и отмечены золотыми медалями на различных международных Выставках и Салонах.

Комплексы разработаны согласно требованиям ГОСТ Р МЭК 1066-93 «Системы дозиметрические термолюминесцентные для индивидуального дозиметрического контроля и мониторинга окружающей среды», МУ 2.6.1.25 – 2000 «Дозиметрический контроль внешнего профессионального облучения».

Более 64 комплексов АКЖДК-201 и 30 комплексов АКЖДК-301 изготовлены в настоящий момент на ОАО АЭХК. Ими сегодня оснащены практически все предприятия «Росатома», а также ряд учреждений Минздрава (областные и краевые СЭС, медучреждения) и другие организации.

Комплексы АКЖДК201, АКЖДК-301 обеспечивают соблюдение требований современных норм и правил по радиационной безопасности для предприятий и организаций работающих с источниками ионизирующих излучений («Нормы радиационной безопасности НРБ-99», «Основные санитарные правила обеспечения радиационной безопасности ОСПОРБ-99»).

Комплексы прошли испытания в Госстандарте России и получили «Сертификаты об утверждении типа средств измерений». Комплексы зарегистрированы в Государственном реестре средств измерений под № 14902-06, № 22395-02, и допущены к применению в РФ.

Творческий коллектив АЭХК, разработавший и организовавший серийное производства комплексов средств термолюминесцентной дозиметрии внешнего облучения, стал в 2004 году «Лауреатом премии Правительства РФ в области науки и техники».

Для заключения договора на поставку комплекса автоматизированного индивидуального дозиметрического контроля АКЖДК-201 или АКЖДК-301 обращаться - 665804, г.Ангарск, Иркутская область, Южный массив, квартал 2, строение 100, тел/факс (3955) 54-40-30, e-mail: sktb@aecc.ru

УСКОРЕННОЕ РАЗВИТИЕ ЯДЕРНОГО ПРИБОРОСТРОЕНИЯ: АЛЬТЕРНАТИВА КРИЗИСУ И ПЕРЕОСНАЩЕНИЕ АТОМНОЙ И ДРУГИХ ОТРАСЛЕЙ

Кожемякин В.А.

*Научно-производственное унитарное предприятие «АТОМТЕХ»,
г. Минск, Республика Беларусь*

Очевидно, что кризисные условия и усиливающиеся тенденции в развитии атомной энергетики и смежных отраслей являются достаточной мотивацией для ускоренного создания новой конкурентоспособной техники для ядерных и радиационных измерений.

Научно-производственное унитарное предприятие «АТОМТЕХ» в этой связи в настоящее время сориентировано на решении этих задач, расширяет область своего действия, как по направлениям научно-инженерной деятельности, так и по номенклатуре выпускаемых изделий.

В докладе приведены данные об экономике предприятия, характеристиках экспорта, новых разработках и совершенствовании выпускаемой продукции, степени ее признания и оценках по результатам эксплуатации.

Рассмотрены перспективные направления взаимодействия с российскими заказчиками, совместное участие в проектах, важность и эффективность такого сотрудничества в широком спектре задач в области ядерных измерений и радиационного контроля.

Обозначены основные направления сотрудничества и работы с заказчиками других стран СНГ и дальнего зарубежья.

Положительно оцениваются перспективы развития предприятия на длительный период.

Измерительные комплексы для обеспечения работ с ОЯТ и ТРО АМБ на 1 и 2 блоках Белоярской АЭС

Аваев В.Н., Васюхно В.П., Яшников А.И.
ОАО «Ордена Ленина НИКИЭТ имение Н.А.Доллежаля»

На Белоярской АЭС планируются работы по извлечению кассет типа К-17у из бассейнов выдержки блоков №1 и №2 для установки их в чехлы РТ-5019, а также разделка и складирование ТРО в контейнеры.

Для обеспечения безопасности работ при установке кассет в чехлы был разработан и изготовлен измерительный радиационный комплекс, состоящий из двух систем: системы контроля распределения отработавшего ядерного топлива (ОЯТ) по высоте кассет и системы контроля поступления топлива на дно бассейна выдержки (БВ). Каждая система состоит из двух измерительных каналов – гамма-канал измеряет МЭД, а нейтронный канал – суммарный поток нейтронов.

Комплекс в марте 2009 года прошел приемочные испытания на БАЭС.

Для определения характеристик ТРО, извлекаемых из технологических шахт и бассейнов выдержки Белоярской АЭС, был разработан технический проект измерительного комплекса.

Комплекс предназначен:

- для предварительной классификации объектов ТРО, извлекаемых из ТШ и БВ блоков 1 и 2 БАЭС, а также для контроля в них ядерных материалов (ЯМ);
- для паспортизации первичных упаковок с переработанными ТРО и определения количества находящихся в них ЯМ;
- для определения поверхностного загрязнения невозвратных защитных контейнеров (НЗК) и мощности дозы гамма-излучения на их поверхности.

На основе имеющейся информации о характеристиках ОЯТ и ТРО, хранящихся на БАЭС, были проведены расчеты, которые

позволили определить эксплуатационные характеристики измерительных трактов.

В состав комплекса входят три измерительных тракта.

Первый тракт в процессе извлечения ТРО из технологических шахт и бассейнов выдержки проводит первичную классификацию по величине МЭД гамма-излучения, определяет наличие ЯМ в исследуемом объекте и оценивает их количество по измеренному потоку нейтронов.

Второй тракт определяет нуклидный состав и удельную активность, а также количество ЯМ в первичных упаковках, в которые помещается ТРО после разделки. Тракт состоит из двух установок – гамма и нейтронного паспортизаторов.

Гамма-паспортизатор спектрометрическим методом определяет нуклидный состав и активность ТРО.

Нейтронный паспортизатор определяет количество ЯМ в ТРО на основе нейтронных измерений, в которых используются «пассивный» и «активный» методы. В «пассивном» методе количество ЯМ определяется по полному потоку нейтронов и спонтанному делению ядер. В «активном» методе в качестве внешнего источника используется портативный нейтронный генератор, а количество ЯМ определяется по запаздывающим нейтронам.

Третий тракт обеспечивает измерения МЭД гамма излучения, плотности потока альфа- и бета-частиц на поверхности контейнера НЗК, в которой помещаются первичные упаковки с ТРО.

Результатом работы комплекса является формирование паспорта НЗК.

ПРИБОРЫ И СИСТЕМЫ ДЛЯ КОНТРОЛЯ РАДИАЦИОННОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ.

Казимиров А.С. , Казимилова Г.Ф., Иевлев С.М.,
Мартынюк Л.Б., Черный Е.В.

*ООО "Научно-производственное предприятие
"АТОМКОМПЛЕКСПРИБОР",*

02660, г. Киев, ул. Мурманская, 1, Украина,

тел./факс: 380-44-573-2655, 573-2597, E-mail: akp@akp.kiev.ua

В докладе изложены основные технические характеристики гамма-, бета- и альфа-спектрометров и спектрометров излучения человека. Рассмотрены возможности приборов производства «АКП» для решения широкого круга вопросов радиационного контроля окружающей среды. Показаны преимущества применения приборов марки «АКП», обусловленные наличием широкого спектра методик измерений и пробоподготовки для различных объектов.

Рассмотрена возможность использования спектрометров производства НПП «АКП» для проведения экспресс - контроля (за минуты) на не превышение контрольных уровней (КУ) и допустимых уровней (ДУ) концентрации радионуклидов. Обсуждаются новые перспективные разработки.

Представлены методология и возможности обучения специалистов для освоения технологии проведения радиационного мониторинга в случаях ядерной или радиологической аварии, а также для оценки последствий техногенных производств. Обсуждаются перспективные направления дальнейшего использования учебной базы АКП.

МОБИЛЬНЫЙ КОМПЛЕКС РАДИАЦИОННОГО КОНТРОЛЯ

А.В.Кружалов, В.Л.Петров, А.С.Шейн, В.С.Андреев,
Л.В.Викторов, А.Л.Крымов, Г.А.Кунцевич, Шульгин Б.В.
Уральский государственный технический университет – УПИ

Мобильный комплекс, размещенный на автомобиле марки ГАЗ-2705 «Газель», предназначен для непрерывного радиационного контроля местности по маршруту движения, либо радиационного контроля подвижных и неподвижных объектов с целью обнаружения источников ионизирующих излучений с одновременной фиксацией географических координат и видеоизображения объектов контроля. Целевое назначение комплекса – радиационный мониторинг местности (в том числе и радиоэкологический мониторинг), контроль над несанкционированным перемещением радиоактивных материалов, противодействие терроризму. Комплекс является продуктом научных инноваций, реализованных в УГТУ-УПИ.

В состав комплекса входят два измерительных канала: а) счетный гамма-канал на основе пластмассовых детекторов общей площадью чувствительной поверхности – $0,6 \text{ м}^2$ ($0,3 \text{ м}^2$ по каждому борту автомобиля); б) спектрометрический гамма-канал (на основе 4-х сцинтилляционных детекторов NaI-Tl $\varnothing 63 \times 63$ мм), предназначенный для идентификации радионуклидов в обнаруженных источниках.

Главными отличительными особенностями комплекса являются:

- сочетание высокой чувствительности гамма-детекторов с их устойчивостью к неблагоприятным внешним факторам (температура, вибрации, влажность и т.п.);
- применение уникальных запатентованных алгоритмов обнаружения и поиска источников ионизирующих излучений малой интенсивности в условиях изменяющегося по маршруту движения фона;

• многоканальность измерений (информационные сигналы от детекторов гамма-излучения, спутниковой навигационной системы и от видеоканалов регистрируются одновременно в автоматическом режиме и сохраняются в базе данных).

Основные технические характеристики комплекса:

Минимальная обнаруживаемая плотность потока гамма-квантов, создаваемая неподвижным гамма-источником ^{137}Cs в точке детектирования:

- по счетному гамма-каналу – не более $350 \text{ м}^{-2}\text{с}^{-1}$;
- по спектрометрическому гамма-каналу – не более $850 \text{ м}^{-2}\text{с}^{-1}$.

Указанным пороговым уровням обнаружения соответствуют дальности обнаружения источника ^{137}Cs активностью $1,5 \text{ мКи}$ (при времени измерения 100 с , уровне фона не более $0,15 \text{ мкЗв/ч}$, вероятности ложной тревоги $0,05$):

- по счетному гамма-каналу – 90 м
- по спектрометрическому гамма-каналу – 60 м

Устройства детектирования на основе сцинтилляционных кристаллов бромида лантана ($\text{LaBr}_3:\text{Ce}$) и спектрометрические системы построенные на их базе ЗАО «НПЦ «Аспект».

Иванов А.И., Пугачев А.Н., Савин В.М., Сидоров В.Т.

ЗАО «НПЦ «Аспект», Дубна МО

[http: www.aspect.dubna.ru](http://www.aspect.dubna.ru); E-mail: aspect@dubna.ru; тел./факс: (49621) 6-51-08

В 2007 году ЗАО «НПЦ «Аспект» разработал и приступил к выпуску устройств и блоков детектирования с использованием сцинтилляционных кристаллов бромида лантана $\text{LaBr}_3(\text{Ce})$.

$\text{LaBr}_3(\text{Ce})$ – это прозрачный сцинтилляционный материал обладающий более высоким энергетическим разрешением и коротким временем высвечивания, чем традиционные кристаллы $\text{NaI}(\text{Tl})$, что привлекает к ним большой интерес.

На данный момент на базе кристалла $\text{LaBr}_3(\text{Ce})$, различных размеров, освоен выпуск ряда спектрометрических устройств детектирования: УДС-ГЦА-В380-25x25-RS-ВТ1, УДС-ГЦА-В380-38x38-RS-ВТ1, УДС-ГЦ-В380-38x38-RS485; блоков

детектирования: БДС-Г-В380-38х38, БДС-Г-В380-51х51, БДС-Г-В380-76х76.

Данные устройства обладают уникальными свойствами для класса сцинтилляционных детекторов:

- энергетическое разрешение для энергии гамма-излучения 662 кэВ составляет 2,8%. Для кристалла NaI(Tl) при тех же условиях, разрешение составляет более 7 %;

- эффективность регистрации, в основном из-за его более высокой плотности, выше, чем у детектора с аналогичными размерами кристалла NaI(Tl) приблизительно на 15 % для энергии 662 кэВ, 40 % для энергии 1332 кэВ, 60 % для энергии 2614 кэВ.

Приведенные преимущества, позволяют качественно улучшить функциональные свойства сцинтилляционных гамма-спектрометров на их основе. В частности:

- высокое разрешение непосредственно ведет к улучшению качества идентификации радионуклидов в исследуемых образцах. Это позволит уверенно анализировать образцы с более сложными спектрами гамма-излучателей.

- за счет высокого разрешения и более высокой эффективности регистрации уменьшаются времена измерения образцов для достижения требуемого результата.

Использование устройств детектирования на основе кристаллов $\text{LaBr}_3(\text{Ce})$ позволило расширить номенклатуру и качественно улучшить парк приборов сцинтилляционной гамма-спектрометрии нашего производства.

Их использование особенно предпочтительно в портативных гамма-спектрометрах с жесткими климатическими условиями эксплуатации - «Гамма-1С/НВ1», МКС-А03, предназначенных для оперативного обнаружения, определения местоположения и классификации радиоактивных материалов. Для сцинтилляционного гамма-спектрометра лабораторного исполнения «Гамма-1С», блоки детектирования с кристаллом $\text{LaBr}_3(\text{Ce})$ предпочтительно использовать для решения задач: на атомных станциях - по контролю водных технологических сред АЭС, на металлургических предприятиях - для обеспечения проведения выходного контроля металла на радиационную

чистоту. Оправданно использование устройств детектирования и в установках паспортизации РАО «СКГ-02» для контроля радиационных параметров и их классификации.

**Определение накопления ^{239}Pu в бланкете
подкритической сборки, управляемой ускорителем**

И.В. Жук, А.С. Потапенко, А.А. Сафронова

*Объединенный институт энергетических и ядерных
исследований – Сосны НАН Беларуси*

Представлены результаты исследований накопления ^{239}Pu в уран-свинцовой подкритической сборке, облучаемой дейтронами релятивистских энергий. Эксперименты, описанные в работе, проводились в рамках проекта «Энергия плюс трансмутация» и научно-исследовательской программы по исследованию физических аспектов получения энергии электроядерным методом и трансмутации радиоактивных отходов атомной энергетики с использованием пучков ускорительного комплекса Нуклотрон/Синхрофазотрон ЛФВЭ ОИЯИ (г. Дубна).

Для определения скорости радиационного захвата нейтронов ядрами ^{238}U в Рb-мишени, окруженной бланкетом из естественного урана, использовались толстые урановые фольги естественного изотопного состава. Скорость радиационного захвата нейтронов ядрами ^{238}U определялась путем измерения наведенной в экспонировавшихся образцах (фольгах естественного урана) активности нуклида ^{239}Np по γ -линии с энергией 277.6 кэВ (период полураспада 2.36 дня). В измерениях использовался полупроводниковый спектрометр с детектором из особо чистого германия. Определена величина накопления ^{239}Pu в банкете U/Pb сборки.

Экспериментальные результаты сравнивались с расчетами, выполненными MCNPX (version 2.6C) и FLUKA (version 2006.3b). Хорошее соответствие между результатами экспериментов и расчетов подтверждает, что выбранные расчетные модели корректно описывают процессы переноса частиц в материале бланкета.

Новые возможности и метрологическая аттестация программы МСС 3D для математического моделирования систем детектирования ионизирующих излучений.

Лапин О.Е., Новиков И.Э.

ЦНИИ РТК, г. Санкт-Петербург, Россия

Для проектирования и градуировки различных систем детектирования ионизирующих излучений нами была разработана программа трехмерного моделирования процессов переноса и регистрации ионизирующих излучений МСС 3D. Результаты разработки были доложены на совещании ППСР-2007 и опубликованы в работе [1]. За последние два года программа была существенно модернизирована.

Реализована возможность применения МСС 3D для расчётов функции отклика сложных детекторных систем, в которых несколько детекторов включены по схеме совпадений и/или антисовпадений.

Существенным достижением является возможность моделирования реалистических схем распада радионуклидов с учетом всех типов излучения. Была разработана и программно реализована методика, позволяющая на основании анализа информации из различных не согласованных между собой баз данных, находящихся в свободном доступе в Интернете, формировать сводный файл с согласованной полной информацией о схеме распада для расчетов в МСС 3D.

Обеспечена возможность проводить параллельные вычисления, что приводит к существенному увеличению скорости расчетов при использовании многоядерных компьютерных систем.

Впервые была проведена метрологическая аттестация программного обеспечения для математического моделирования физических процессов в ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева» в соответствии со стандартом СК 02-30-07 «Программное обеспечение обработки данных при измерениях. Общие положения и порядок проведения метрологической аттестации». Результаты сравнения значений экспериментальных и расчетных данных

показали, что программа МСС 3D адекватно описывает физические процессы взаимодействия гамма - и электронного излучения с веществом и может быть использована для расчетов метрологических характеристик детекторов в полях ионизирующего излучения. Получено Свидетельство № С-2101-001 от 27.11.07 о метрологической аттестации программы «МСС 3D» версии 7.07 в ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева».

Получено Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ на территории РФ № 2008615088 от 22.10.08.

Литература:

1.Багаев К.А., Козловский С.С., Новиков И.Э. «Программа для имитационного трехмерного моделирования систем детектирования и регистрации ионизирующего излучения на базе развитого графического интерфейса». Журнал «АНРИ» № 4, 2007г., стр. 35-40.

Уникальные возможности жидкосцинтилляционной спектрометрии при определении радионуклидов естественного происхождения в приложении к профессиональному тесту МАГАТЭ-2008-3.

Тихомиров В.А., Каширин И.А., Малиновский С.В., Соболев А.И.

Недавно сотрудниками Радиационно-аналитического экспертного центра (РАЭЦ) ГУП Мос НПО «Радон» разработан новый подход к жидкосцинтилляционной спектрометрии («RadSpectraDec»), защищенный отечественными и зарубежным патентами на изобретения. В этом подходе реализована практическая возможность создания универсального жидкосцинтилляционного спектрометра с широкой областью применения, позволяющего определять одновременно как бета-, так и альфа-излучающие радионуклиды в сложных смесях. Разработанный подход неоднократно тестировался на синтетических радионуклидных смесях известного состава,

реальных пробах, отобранных из природных и технологических систем, а также в многочисленных межлабораторных сличениях в области измерений активности радионуклидов, проводимых под предводительством Государственной корпорации по атомной энергии «РОСАТОМ» и МАГАТЭ.

В настоящей работе представлены результаты профессионального теста МАГАТЭ-2008-3, проводившегося в период декабрь 2008 - апрель 2009 г. по определению:

- природных радионуклидов различных концентраций (^{226}Ra , ^{234}U , ^{238}U) в 2-х синтетических пробах воды;

- суммарной альфа/бета активности в 3-х синтетических пробах воды с различной концентрацией радионуклидов;

- природных радионуклидов (^{210}Pb , ^{226}Ra , ^{230}Th , ^{234}U , ^{238}U) в сложной твердой неорганической матрице фосфогипсе.

Результаты определения радионуклидов для всех анализируемых образцов получены методом жикосцинтилляционной спектрометрии с использованием разработанного программного обеспечения «RadSpectraDec». Также в ходе теста был проведен ряд контрольных уточняющих измерений с помощью полупроводниковой альфа- и гамма-спектрометрии.

Полученные аналитическими лабораториями Центра данные удовлетворительно коррелируют с данными МАГАТЭ, что лишнее подтверждает уникальность и универсальность разработанного методического подхода в ЖС спектрометрии для решения разнообразных радиоаналитических задач.

В представленной работе также проанализированы методические просчеты, возникшие при проведении профессионального теста и обсуждены возможные пути их преодоления в будущем.

Комплекс «Экспертный бета-гамма-СИЧ»

*Баковец Н.В., **Чудаков В.А.

*РУП «Белорусский государственный институт метрологии»

*УО «МГЭУ им. А.Д. Сахарова»

В Республике Беларусь интенсивно развивается приборостроение, связанное с измерением ионизирующих излучений. Парк аппаратов насчитывает множество дозиметрических, радиометрических и спектрометрических приборов отечественного производства, позволяющих производить мониторинг окружающей среды, продуктов питания и используемых в защитной дозиметрии человека.

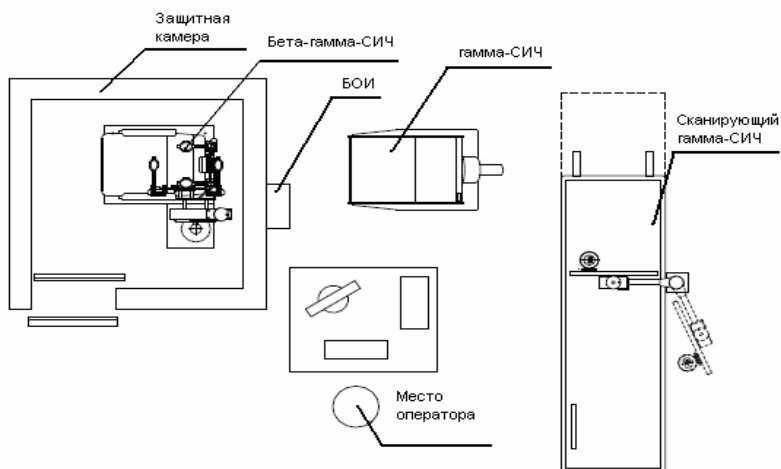


Рис.1. Измерительный комплекс «Экспертный бета-гамма-СИЧ».

Однако очень мало аппаратов, позволяющих измерить прижизненное загрязнение радионуклидами тела человека.

Сейчас в стране создан измерительный комплекс «Экспертный бета-гамма-СИЧ», позволяющий определять

удельную активность Sr-90 в теле человека, а также гамма-излучающих нуклидов.

Комплекс состоит из трех взаимонезависимых частей (рис.1), которые могут использоваться как вместе, так и по отдельности [1].

Первая часть представляет собой гамма-СИЧ в геометрии «кресло». Прибор изготовлен на основе кристаллического сцинтилляционного детектора 160x80 мм CsI(Tl) в теневой защите. СИЧ измеряет гамма-излучение в диапазоне энергий 40-3000 кэВ.

Вторая часть комплекса изготовлена с использованием блока детектирования NaI(Tl) 63x63 мм. Измерения происходят в геометрии «стол». СИЧ предназначен для определения радионуклида I-131 в щитовидной железе и накопленных радионуклидов в печени, почках, легких человека.

Третья часть комплекса – бета-гамма СИЧ. Он предназначен для определения Sr-90 и гамма-излучающих радионуклидов в теле человека.

Прибор создан с использованием четырех сцинтилляционных «фосфич»-детекторов из n-терфенила размерами 63x4 мм и кристалла NaI(Tl) размером 63x63 мм и размещен внутри свинцовой защитной камеры [2]. Данные измерений каждого детектора поступают на ЭВМ, затем производится расчет минимальной детектируемой активности (МДА) для каждого блока отдельно и для всех блоков вместе.

Исследования без использования защитной камеры показали, что минимально детектируемая активность Sr-90 в присутствии больших количеств сопутствующих радионуклидов лежит в пределах 2,5 кБк на тело (при требуемых согласно техническому заданию 5 кБк).

Следует указать на то, что наличие в контролируемом объекте значительных количеств K-40 и Cs-137 приводит к увеличению величины минимально-детектируемой активности Sr-90 в 1,5-2.

Таким образом, для контролируемого объекта, в котором не содержится значительных количеств K-40 и Cs-137, можно указать величину минимально детектируемой активности Sr-90 на уровне 1.2 кБк на тело человека за 30 мин измерения.

Исследования внутри защитной камеры позволили определить МДА Sr-90 на уровне 460 – 490 Бк/на тело за 30 минут измерения при условии регистрации сопутствующего гамма-излучения.

Следует отметить, что ближайшая по точности установка для определения инкорпорированного Sr-90, созданная на базе пропорциональных газовых счетчиков в Германии, имеет уровень МДА 750-1500 Бк на организм за 20 мин измерений.

Список литературы:

1. Баковец Н.В., Жуковский А.И., Чудаков В.А. Информационно-измерительный комплекс «Экспертный бета-гамма-СИЧ». Мн., 2004, «Известия Белорусской инженерной академии.» Известия Белорусской инженерной академии, 1 (17)/2.
2. Баковец Н.В., Бudevич Н.М., Гузов В.Д., Кутень С.А., Миненко В.Ф., Хрущинский А.А., Чудаков В.А. Счетчик излучения человека для определения гамма- и бета-излучающих радионуклидов в организме. Мн.2004, Материалы III Международной научно-технической конференции «Медэлектроника 2004: Средства медицинской электроники и новые медицинские технологии»

Блок детектирования с CdTe P-I-N детектором с системой подавления поляризации

Ю. Петухов¹, Г. Путенис¹, С. Мулеванов², Д. Меркулов³
¹ *Center of Radiation and Nuclear Safety (RNIIRP) Ltd, Riga, Latvia*
² *RSS Ltd, Riga, Latvia*
³ *ELMI, Ltd, Riga, Latvia*

Детекторы из CdTe с P-I-N структурой в настоящее время широко применяются для спектрометрии рентгеновского и гамма излучения. Отличительной особенностью CdTe детекторов с PIN структурой является низкая величина темнового тока при высоком значении напряжения смещения детектора, что позволяет реализовать высококачественную спектрометрию рентгеновского и гамма излучений. В то же время нестабильность характеристик детектора во времени, вызванная его поляризацией, ограничивает его практическое применение.

В настоящей работе приводятся результаты разработки Блока детектирования, снабженного специальной системой уменьшения влияния эффекта поляризации CdTe PIN-детектора.

БД содержит: CdTe PIN-детектор, термостабилизированный с помощью Пельтье термоэлектрического охладителя, зарядочувствительный предусилитель, корректор потерь заряда, блок высоковольтного питания детектора и систему для подавления эффекта поляризации. Установка режимов работы узлов БД производится с помощью встроенного в корпус БД блока управления на базе микропроцессора Atmega. Микропроцессор программируется при настройке БД для каждого конкретного детектора и далее эти установки при каждом последующем включении БД автоматически воспроизводятся.

Мы исследовали разработанный БД при регистрации энергий рентгеновского и гамма излучения в диапазоне от 10 до 662 кэВ с использованием источников ²⁴¹Am, ⁵⁷Co и ¹³⁷Cs.

CdTe PIN-детектор имел площадь 7x5,7 мм и толщину 1,2 мм.

При рабочей температуре -33 C детектор в течении 7 суток стабильно проработал в режиме включённой системы подавления поляризации и корректором потерь заряда и показал разрешение ПШПВ 0.89 кэВ , 1.18 кэВ , 1.62 кэВ и 3.68 кэВ ($\text{ПШДВ}_{662\text{ кэВ}} = 8.65\text{ кэВ}$, $\text{пик/комpton} = 8$) для энергий 13.86 кэВ , 59.6 кэВ , 122 кэВ и 662 кэВ соответственно.

При отключенной системе подавления поляризации детектор стремительно поляризовался и через 1 час после включения по линии 662 кэВ ПШПВ= $8,47\text{ кэВ}$ а через 3 часа ПШПВ стало $12,4\text{ кэВ}$. Затем, не снимая ВВ напряжения на поляризовавшемся детекторе, была включена система подавления поляризации и, после её включения характеристики детектора восстановились ПШПВ $_{662\text{ кэВ}} = 3,76\text{ кэВ}$.

Метрологическая аттестация комплекса «Экспертный бета-гамма-СИЧ»

**Баковец Н.В., *Казаченок А.Р., **Чудаков В.А.*

**РУП «Белорусский государственный институт метрологии»*

**УО «МГЭУ им. А.Д. Сахарова»*

В Республике Беларусь создан измерительный комплекс «Экспертный бета-гамма-СИЧ», позволяющий определять удельную активность Sr-90 в теле человека, а также гамма-излучающих нуклидов.

Комплекс состоит из трех взаимонезависимых частей, которые могут использоваться как вместе, так и по отдельности [1]. Измерительное кресло и измерительный стол предназначены для определения гамма-излучающих радионуклидов как во всем организме, так и в отдельных органах. Бета-СИЧ предназначен для определения бета-излучающих радионуклидов в костной ткани. Конструктивное исполнение прибора предполагает измерение излучения, исходящего из костей черепа человека.

Метрологическое обеспечение комплекса включает в себя методику аттестации комплекса, методику выполнения измерений, набор образцовых мер активности специального назначения (ОМАСН), контрольный источник типа ОСГИ-3-2.

Метрологическая аттестация комплекса поставила сложную задачу. Если для гамма-спектрометров подходы к метрологической аттестации известны, то существующие методики для бета-спектрометров в данном случае неприемлемы.

Предложенная методика метрологической аттестации полагает необходимым изготовление ОМАСН для бета-канала спектрометра. С одной стороны, это должны быть источники с заданными параметрами распределения радионуклида Sr-90 по всему объему, с другой - радиационно-физические свойства должны быть такими, чтобы процессы переноса излучения в модели были адекватны процессам, происходящим в реальном объекте [2]:

1. эффективный атомный номер $Z_{эф}$ вещества имитанта должен быть таким же, как у естественного объекта;
2. массовые коэффициенты ослабления гамма-излучения имитанта и объекта должны совпадать;
3. энергетические спектры бета-гамма-излучения, испускаемого имитантом и объектом, должны быть одинаковы.

Согласно этим требованиям, в соответствии с ТУ РБ 100185198.0880-2003 были созданы ОМАСН «имитанты черепа человека №» [3]. ОМАСН используется при определении минимальной детектируемой активности (МДА) четырехдетектрной спектрометрической системы комплекса. Позиционирование детекторов происходит на лобную, височные и затылочную часть имитанта черепа человека. Данные со всех четырех детекторов поступают на ПЭВМ. Обработка показаний происходит для каждого детектора отдельно, затем вычисляется МДА для всего спектрометра. Исследование нелинейности, энергетического разрешения, нестабильности спектрометра проводится с использованием плоских источников бета-излучения типа 4С-0 из радионуклида Sr-90-Y-90. Метрологические характеристики комплекса по гамма-излучению остаются на уровне спектрометров, производимых в Беларуси, и приведены в таблице 1.

Таблица 1. Метрологические характеристики гамма-каналов комплекса.

Геометрия измерения	Энергетическое разрешение, кэВ/канал	Интегральная нелинейность, %	Эффективность регистрации, имп/фотон	МДА за время измерения 30 мин, Бк
Кресло	7,3	0,3	9,4	125
Стол	7,2	0,4	9,3	131

Метрологические характеристики блоков бета-канала комплекса приведены в таблице 2:

Таблица 2.

Блок детектирования	Интегральная нелинейность, %	Разрешение по энергетической линии Cs-137, %	Эффективность регистрации, имп/фотон	МДА за время измерения 30 мин, Бк
БД1	0,4	11,7	9,1	167
БД2	0,5	11,4	9,3	114
БД3	0,6	11,2	9,3	101
БД4	0,5	10,8	9,4	298

Совокупная МДА четырехдетекторной измерительной системы при измерениях с использованием ОМАСН активностью 1054 Бк/кг и весом 489 г - 476 Бк Sr-90 на тело за 30 мин измерений. Следует отметить, что ближайшая по точности установка для определения инкорпорированного Sr-90, созданная на базе пропорциональных газовых счетчиков в Германии, имеет уровень минимально детектируемой активности 750-1500 Бк на организм за 20 мин измерений.

Список литературы:

1. Баковец Н.В., Жуковский А.И., Чудаков В.А. Информационно-измерительный комплекс «Экспертный бета-гамма-СИЧ». Мн., 2004, «Известия Белорусской инженерной академии.» Известия Белорусской инженерной академии, 1 (17)/2.
2. Баковец Н.В., Аншаков О.М., Жуковский А.И., Уголев И.И. Чудаков В.А. Модель головы человека для исследования бета-канала комплекса «Экспертный бета-гамма-СИЧ». Гомель, 2005. Материалы 5-й международной научной конференции «Сахаровские чтения 2005г.: Экологические проблемы 21 века» ч.2
3. Баковец Н.В., Будевич Н.М., Жуковский А.И., Хаджинов Е.М., Чудаков В.А. Определение активности Sr-90 в гетерогенной системе. Вестник БГУ. – Минск: Белгосуниверситет.

ПОРТАТИВНЫЙ СПЕКТРОМЕТР ГАММА-ИЗЛУЧЕНИЯ

А.Соколов, В.Кузьменко
«Bruker Baltic», Ganibu dambis 26, P.O.Box 33,
LV-1005, Riga, Latvia, E-mail: office@bruker-baltic.lv

Передвижной портативный спектрометр гамма-излучения предназначен для измерений в условиях промышленных и технологических помещений:

- активности гамма-излучающих радионуклидов на стенах и поверхностях оборудования;
- активности гамма-излучающих отходов в контейнерах и бочках;
- активности гамма-излучающих радионуклидов в трубопроводах и в других труднодоступных объектах.

Внешний вид спектрометра приведен на Рис.1.

На тележке с независимой ориентацией передних колес с устройством перемещения и ручками закреплен блок детектирования с детектором из особо чистого германия с сосудом Дьюара с жидким азотом со сменным блоком свинцовой защиты. Сменный блок свинцовой защиты с набором коллиматоров служит для защиты детектора внешнего радиационного фона окружающей среды и снижения, посредством этого, предела обнаружения Спектрометра по измеряемым радионуклидам. На стойках тележки размещены механизмы и устройства подъема и поворота, служащие для наведения блока детектирования на измеряемый объект. На верхних полках передней стойки размещены компьютер Notebook и спектрометрическое устройство. На нижних полках тележки размещены аккумулятор и преобразователь напряжения, обеспечивающих работоспособность спектрометра не только от сети переменного тока, но и автономно, от аккумулятора в течение 8 часов. На боковой поверхности блока свинцовой защиты размещен лазерный дальномер-указатель, служащий для точного

наведения блока детектирования на измеряемый объект и измерения расстояния до измеряемого объекта.

Спектрометр полезен в повседневной работе на объектах и предприятиях Атомной промышленности, а также может быть использован в ликвидации последствий различных аварийных ситуаций.

КОНТРОЛЬ РАДИАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ ЯДЕРНО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА.

Казимиров А.С. , Казимирова Г.Ф., Иевлев С.М.,
Мартынюк Л.Б., Черный Е.В.

*ООО "Научно-производственное предприятие
"АТОМКОМПЛЕКСПРИБОР",*

02660, г. Киев, ул. Мурманская, 1, Украина

тел./факс: 380-44-573-2655, 573-2597

E-mail: akp@akp.kiev.ua

В докладе изложены основные характеристики спектрометрических комплексов и приборов для АЭС. Рассмотрены возможности приборов производства НПП «АКП» для контроля техногенных и естественных радионуклидов, включая последние разработки для систем радиационного контроля (СРК) АЭС:

- спектрометрический комплекс непрерывного контроля активности реперных радионуклидов теплоносителя основного (первого) контура ядерного реактора ВВЭР-1000 СТПК-01;

- программно-технический комплекс (ПТК) определения протечки в парогенераторах по активности ^{16}N в остром паре «Азот-16-ПГ».

Показаны отличия применения приборов марки «АКП», благодаря широкому ряду методик измерений и пробоподготовки для различных систем радиационного контроля и мониторинга объектов ядерной энергетики. Обсуждаются опыт эксплуатации, актуальные направления дальнейшего внедрения

спектрометрических методов в радиационном контроле АЭС, включая СТПК-01 и ПТК «Азот-16-ПГ».

Новые разработки научно-производственного предприятия «АТОМКОМПЛЕКСПРИБОР» позволяют решать ряд проблем в области радиационной безопасности, задач охраны окружающей среды и здоровья человека.

Рассматриваются возможности предприятия в вопросах обучения операторов, работающих с оборудованием, и научно-методического сопровождения, исходя из опыта поставок оборудования, его эксплуатации и ремонта.

СПЕКТРОМЕТРИЧЕСКИЙ МЕТОД ИЗМЕРЕНИЯ МОЩНОСТИ ДОЗЫ ИЗЛУЧЕНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НЕОРГАНИЧЕСКИХ СЦИНТИЛЛЯЦИОННЫХ ДЕТЕКТОРОВ

Лукашевич Р.В., Фоков Г.А., Шульгович Г.И.

*Научно-производственное унитарное предприятие «АТОМТЕХ»,
г. Минск, Республика Беларусь*

Неорганические сцинтилляционные детекторы находят применение в дозиметрических приборах, однако из-за сильной энергетической зависимости и сложной формы функции отклика такого детектора достижение приемлемой точности в дозиметрах на их основе требует неординарного подхода.

Суть его заключается в использовании спектрометрического метода измерения с получением аппаратурного спектра, затем упор делается на методы обработки получаемой спектрометрической информации с целью уменьшения погрешности измерения отклика детектора от энергии гамма-излучения.

Одним из самых простых в расчетах является метод вычисления мощности доз с помощью оператора преобразования «спектр-доза». С помощью этого метода полная мощность дозы находится с использованием функции $G(E)$ без применения

спектрального анализа измеренного спектрального распределения для смешанного гамма-излучения.

Для определения оператора преобразования «спектр-доза» в случае использования NaI(Tl) и LaBr₃(Ce) - сцинтилляторов для регистрации гамма-излучения существуют методы вычислений, использующих не сложную технику расчетов с использованием ПЭВМ.

Для определения функции преобразования G(E) в работе рассчитаны аппаратурные функции отклика сцинтилляционного детектора на основе LaBr₃ (76,2×76,2 мм) на излучение параллельного моноэнергетического потока гамма-квантов с энергиями от 10 до 3000 кэВ, а также другие его характеристики. Расчет проводился по методу Монте-Карло с помощью программного комплекса SNEGMONT.

Полученные результаты использованы в качестве базовых данных для оценки дозовой энергетической зависимости чувствительности сцинтилляционного детектора и определения оператора преобразования «спектр-доза». Реализация оператора в высокочувствительном дозиметре спектрометрического типа с детектором LaBr₃ позволит скомпенсировать энергетическую зависимость чувствительности до уровня ±(10 - 15)% в диапазоне энергий от 10 до 3000 кэВ.

РАСЧЕТ ЭФФЕКТИВНОГО ЦЕНТРА СЦИНТИЛЛЯЦИОННОГО ДЕТЕКТОРА ГАММА- ИЗЛУЧЕНИЯ И ЕГО УЧЕТ ПРИ ДОЗИМЕТРИЧЕСКОМ КОНТРОЛЕ РАДИАЦИОННЫХ УПАКОВОК

Лукашевич Р.В., Фоков Г.А., Шульгович Г.И.

*Научно-производственное унитарное предприятие «АТОМТЕХ»,
г. Минск, Республика Беларусь*

Для обеспечения постоянного и адекватного уровня безопасности при транспортировании радиоактивных материалов существует ряд нормативных документов. Они требуют, чтобы на поверхностях радиационных упаковок и транспортных комплектов не превышались установленные уровни излучения.

Обеспечение точности и единства измерений мощности дозы связано с измерением расстояния от поверхности упаковки до эффективного центра детектора.

Большинство приборов на основе сцинтилляционных детекторов имеют смещение эффективного центра от торцевой поверхности детектора.

Отсутствие учета расстояния от торцевой поверхности блока детектирования до его эффективного центра, может повлиять на определение истинной мощности дозы, особенно при контроле на малых расстояниях от упаковки с радиоактивными материалами.

В работе рассчитано положение эффективного центра сцинтилляционного детектора гамма-излучения в зависимости от энергии регистрируемого излучения.

С помощью гамма-спектрометра МКС-АТ6101 с кристаллом NaI Ø40 x 40мм измерены мощности дозы на расстояниях (от 3 до 10 см) от источников типа ОСГИ-3 ^{241}Am , ^{137}Cs и ^{60}Co . Экспериментально получены данные о положении эффективного центра для данного детектора, которые хорошо согласуются с теоретически рассчитанными.

Результаты могут использоваться для учета эффективного центра детектора при дозиметрическом контроле радиационных упаковок.

АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ ПОВЕРОЧНЫЕ ДОЗИМЕТРИЧЕСКИЕ УСТАНОВКИ ГАММА-ИЗЛУЧЕНИЯ УДГ-АТ110, УДГ-АТ130

Антонов А.В., Гузов В.Д., Кожемякин В.А.,
Раскоша В.Л., Храмов В.В., Шульгович Г.И.

*Научно-производственное унитарное предприятие «АТОМТЕХ»,
г. Минск, Республика Беларусь*

В метрологическом обеспечении измерений мощности экспозиционной дозы (МЭД) в качестве образцовых средств измерений (СИ) широкое применение получили установки с коллимированным полем излучения, создаваемым радионуклидными источниками гамма-излучения. Современные требования качественного метрологического обслуживания СИ, обеспечения радиационной безопасности и надежности диктуют необходимость внедрения в поверочную схему МЭД эталонного оборудования нового поколения.

Разработанные в УП «АТОМТЕХ» автоматизированные поверочные дозиметрические установки гамма-излучения УДГ-АТ110, УДГ-АТ130 предназначены для применения в качестве эталонного СИ в метрологическом обеспечении МЭД гамма-излучения и служат для передачи рабочим и эталонным СИ размеров единиц экспозиционной дозы, а также кермы и поглощенной дозы в воздухе, амбиентного и индивидуального эквивалентов дозы.

В установках реализуется схема облучения с неподвижным облучателем и линейно-позиционируемой платформой калибровочного стенда. Диапазон значений мощности дозы гамма-излучения достигается применением набора источников различной активности и изменением расстояния источник-детектор.

В установках применяются закрытые источники излучения с радионуклидом Cs-137, дополнительно (УДГ-АТ130) – источники из Am-241 и Co-60.

Основная погрешность установок составляет $\pm 4-7\%$.

В работе приводятся технические характеристики, состав и описание основных функций дозиметрических установок.

К настоящему времени установки УДГ-АТ110 успешно эксплуатируются на Белоярской и Нововоронежской АЭС, Электрохимическом заводе в г. Зеленогорске, отгружены на Ленинградскую и Смоленскую АЭС.

В 2009 г. предстоит поставка установки УДГ-АТ130 в НИТИ, г. Сосновый Бор. В ближайшей перспективе намечаются поставки в Казахстан, Туркменистан, Францию, Индию, а также российским заказчикам.

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЙ БЛОК ДЕТЕКТИРОВАНИЯ ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ВЫСОКИХ УРОВНЕЙ ГАММА-РАДИАЦИИ

Васильев П.Н., Лукашевич Р.В., Семеняко А.Н.

*Научно-производственное унитарное предприятие «АТОМТЕХ»,
г. Минск, Республика Беларусь*

Приводится описание интеллектуального блока детектирования гамма-излучения для измерителя-сигнализатора СРК-АТ2327, позволяющего обнаруживать и предупреждать об изменении радиационной обстановки в диапазоне больших уровней излучения, с высокой стойкостью к воздействию окружающей среды, высокой надежностью, а также возможностью продолжительной работы детектирующего устройства в условиях высоких уровней радиации.

В состав блока детектирования входят цилиндрическая ионизационная камера и блок обработки информации.

Стенки чувствительной области и центральный электрод камеры выполнены из алюминия, чувствительный объем составляет 80 см³. Диапазон измерения мощности амбиентной дозы от 50 мЗв/ч до 4000 Зв/ч. Энергетическая зависимость в диапазоне энергий от 60 кэВ до 1,3 МэВ в пределах $\pm 30\%$. Чувствительность камеры – 2,1 мкКл/Зв.

В работе приводится описание конструкции, принцип действия, основные параметры и результаты исследований метрологических характеристик.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПОРТАТИВНОГО СПЕКТРАЛЬНОГО РАДИАЦИОННОГО СКАНЕРА ДЛЯ ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ НЕЗАКОННОГО ПЕРЕМЕЩЕНИЯ РАДИОАКТИВНЫХ ИСТОЧНИКОВ И ЯДЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Быстров Е.В., Кожемякин В.А., Прокопович А.В., Шульгович Г.И.
*Научно-производственное унитарное предприятие «АТОМТЕХ»,
г. Минск, Республика Беларусь*

Разработан и изготавливается портативный спектральный радиационный сканер, который предназначен для предотвращения незаконного перемещения радиоактивных источников и ядерных материалов, поиска и обнаружения радиоактивных источников и материалов с их изотопной идентификацией и GPS привязкой к местности, радиационного мониторинга помещений и объектов окружающей среды, обеспечения радиационной безопасности в аварийных ситуациях.

Прибор соответствует требованиям МАГАТЭ, сертифицирован в Республике Беларусь и Российской Федерации. Все составные части прибора упакованы в рюкзак, а управление прибором осуществляется с помощью карманного портативного компьютера по интерфейсу Bluetooth. Габаритные размеры прибора составляют 45 x 33 x 23 см, а масса – 4 кг с гамма-каналом или 7,5 кг с гамма- и нейтронным каналом.

В качестве гамма-канала используется спектрометрический блок детектирования гамма-излучения, выполненный на основе сцинтилляционного детектора NaI(Tl) размером Ø63 x 63 мм. Диапазон измерения гамма-излучения от 20 кэВ до 3 МэВ, статическая чувствительность по энергии 662 кэВ от радионуклида ^{137}Cs составляет $1960 \text{ имп}\cdot\text{с}^{-1}/(\text{мкЗв}\cdot\text{ч}^{-1})$.

В качестве нейтронного канала используется блок детектирования нейтронного излучения, корпус которого выполнен из полиэтилена, а внутри расположены два пропорциональных счетчика нейтронов ^3He размером 32 x 360 мм. Диапазон измерения нейтронного излучения в диапазоне энергий от 0,025 эВ до 14 МэВ. Статическая чувствительность к нейтронам спектра деления – не менее $25 \text{ имп}\cdot\text{см}^2/\text{нейтрон}$, а динамическая чувствительность соответствует источнику нейтронного излучения ^{252}Cf с выходом нейтронов не более 15000 н/с при перемещении прибора на расстоянии 1 м от источника со скоростью 0,5 м/с.

К настоящему времени портативный спектральный радиационный сканер неоднократно использовался и используется службами безопасности ряда стран при проведении масштабных мероприятий, а также экспертами МАГАТЭ.

МАЛОГАБАРИТНЫЙ СПЕКТРАЛЬНЫЙ ПЕРСОНАЛЬНЫЙ РАДИАЦИОННЫЙ ДЕТЕКТОР ГАММА-ИЗЛУЧЕНИЯ ДЛЯ ОБНАРУЖЕНИЯ РАДИОАКТИВНЫХ ИСТОЧНИКОВ И МАТЕРИАЛОВ

Быстров Е.В., Кожемякин В.А., Прокопович А.В.,
Семеняко А.Н., Шульгович Г.И.

*Научно-производственное унитарное предприятие «АТОМТЕХ»,
г. Минск, Республика Беларусь*

Разработан малогабаритный спектральный персональный радиационный детектор гамма-излучения для предотвращения незаконного перемещения радиоактивных источников и материалов, поиска и обнаружения источников гамма-излучающих радионуклидов с их последующей идентификацией и с GPS привязкой к местности. Прибор выполнен в виде моноблока с габаритными размерами 140 x 98 x 48 мм и массой 500 г, внутри которого расположен сцинтилляционный детектор на основе кристалла NaI(Tl) размером Ø25 x 40 мм и газоразрядный счетчик Гейгера-Мюллера.

Спектральный персональный радиационный детектор способен регистрировать гамма-излучение в диапазоне энергий от 20 кэВ до 3 МэВ. Число каналов АЦП составляет 1024. Статическая чувствительность по энергии 662 кэВ от радионуклида ^{137}Cs составляет $400 \text{ имп}\cdot\text{с}^{-1}/(\text{мкЗв}\cdot\text{ч}^{-1})$. Динамическая чувствительность соответствует источнику гамма-излучения ^{137}Cs создающего мощность дозы на поверхности прибора $0,3 \text{ мкЗв/ч}$ при перемещении источника гамма-излучения со скоростью $0,5 \text{ м/с}$.

Прибор имеет удобный экран, позволяющий проводить анализ спектра без использования настольного компьютера. В библиотеке прибора может содержаться до 50 радионуклидов. Реализована поддержка нескольких библиотек с возможностью их выбора. Идентификация радионуклидов проводится в реальном времени, а рядом с каждым идентифицированным радионуклидом отображается уровень достоверности идентификации.

В прибор встроены Bluetooth модуль для осуществления беспроводной связи с компьютером и GPS приемник.

ВЫСОКОЧУВСТВИТЕЛЬНЫЙ НОСИМЫЙ НЕЙТРОННЫЙ ПОИСКОВЫЙ ДЕТЕКТОР ДЛЯ ОБНАРУЖЕНИЯ НЕЙТРОННЫХ ИСТОЧНИКОВ И ЯДЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Быстров Е.В., Гуринович В.И., Кожемякин В.А.,
Прокопович А.В., Шульгович Г.И.

НП УП «АТОМТЕХ», г. Минск, Республика Беларусь

Разработан высокочувствительный носимый нейтронный поисковый детектор, соответствующий требованиям МАГАТЭ. Корпус прибора выполнен из полиэтилена в виде моноблока с габаритными размерами 390 x 100 x 170 мм, внутри которого расположены два пропорциональных счетчика нейтронов ³He размером 32 x 360 мм и газоразрядный счетчик Гейгера-Мюллера для регистрации гамма-излучения.

Высокочувствительный носимый нейтронный поисковый детектор предназначен для предотвращения незаконного перемещения нейтронных источников и ядерных материалов, поиска (обнаружения и локализации) источников нейтронного излучения и участков, загрязненных радиоактивными веществами.

Нейтронный поисковый детектор способен регистрировать: нейтронное излучение в диапазоне энергий от 0,025 эВ до 14 МэВ и гамма-излучение в диапазоне энергий от 60 кВ до 3 МэВ. Статическая чувствительность к нейтронам спектра деления – не менее 25 имп·см²/нейтрон, а динамическая чувствительность соответствует источнику нейтронного излучения ²⁵²Cf с выходом нейтронов не более 15000 н/с при перемещении прибора на расстоянии 1 м от источника со скоростью 0,5 м/с.

В нейтронном поисковом детекторе реализован метод подавления микрофонного эффекта с применением схемотехнических и алгоритмических решений на основании анализа амплитуды и длительности регистрируемых импульсов.

Приемлемое соотношение габаритов и массы нейтронного поискового детектора позволяет его эффективно использовать для решения поставленных задач. Прибор может использоваться как самостоятельно, так и в составе различных систем радиационного контроля.

ГАММА-РАДИОМЕТР СПЕКТРОМЕТРИЧЕСКОГО ТИПА РКГ-АТ1320М ДЛЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В ЯДЕРНОЙ МЕДИЦИНЕ

Быстров Е.В., Гузов В.Д., Довжук М.Н., Жуковский А.И.,
Кожемякин В.А.,

Тищенко С.Н., Толкачев А.Н., Шульгович Г.И.

*Научно-производственное унитарное предприятие «АТОМТЕХ»,
г. Минск, Республика Беларусь*

Гамма-радиометр спектрометрического типа РКГ-АТ1320М, разработанный УП «АТОМТЕХ», представляет собой стационарное средство измерения и состоит из размещаемого в блоке низкофоновой защиты сцинтилляционного блока детектирования с кристаллом NaI(Tl) диаметром и высотой 63 мм и блока обработки и отображения информации. Прибор является новой модификацией выпускаемого радиометра РКГ-АТ1320.

Гамма-радиометр предназначен для измерения содержания радионуклидов ^{125}I , ^{201}Tl , $^{99\text{m}}\text{Tc}$, ^{123}I , ^{111}In , ^{51}Cr и ^{131}I в сливах сточных вод лабораторий, использующих указанные радионуклиды.

Радиометр позволяет измерять энергетическое распределение гамма-излучения с энергией от 20 до 500 кэВ, отображать и обрабатывать средствами программного обеспечения блока обработки спектры гамма-излучения. Обработка спектров производится с использованием алгоритма матричного метода, который включает в себя расчет активности радионуклидов и погрешности определения активности радионуклидов. Для градуировки гамма-радиометра используются аппаратурные спектры, полученные на основе математического моделирования геометрии измерения с применением метода статистических испытаний (Монте-Карло).

Аппаратное и программное обеспечение РКГ-АТ1320М позволяет реализовать до восьми вариантов геометрий измерения, каждый из которых охватывает до восьми предполагаемых составов радионуклидов, присутствующих в объекте исследования.

Состав радионуклидов может включать в себя от одного до восьми наименований изотопов.

Высокая стабильность измерений на гамма-радиометре обеспечивается встроенной системой непрерывной автоматической светодиодной стабилизации энергетической шкалы и цифровой термокомпенсацией измерительного тракта. К достоинствам можно отнести также простоту использования и возможность визуальной оценки присутствующих в исследуемом объекте радионуклидов по отображаемому аппаратурному спектру в процессе измерений.

МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ НОСИМЫЙ СЦИНТИЛЛЯЦИОННЫЙ ГАММА-СПЕКТРОМЕТР ДЛЯ НЕРАЗРУШАЮЩЕГО РАДИАЦИОННОГО КОНТРОЛЯ ОБЪЕКТОВ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Быстров Е.В., Довжук М.Н., Жуковский А.И., Кожемякин В.А.,
Тищенко С.Н., Шульгович Г.И.

*Научно-производственное унитарное предприятие «АТОМТЕХ»,
г. Минск, Республика Беларусь*

Спектрометр МКС-АТ6101Д, разработанный и выпускаемый УП «АТОМТЕХ», представляет собой портативный многофункциональный прибор, состоящий из размещаемого в герметичном контейнере спектрометрического сцинтилляционного блока детектирования с кристаллом NaI(Tl) диаметром и высотой 63 мм и блока обработки и отображения информации.

Спектрометр предназначен для измерения энергетического распределения гамма-излучения с энергией от 40 до 3000 кэВ, а также измерения мощности AMBIENTНОГО эквивалента дозы гамма-излучения в диапазоне от 0,01 до 100 мкЗв/ч.

Спектрометр МКС-АТ6101Д позволяет решать задачи радиационного контроля поверхностного загрязнения почвы радионуклидом ^{137}Cs , измерения удельной активности ^{137}Cs в сельскохозяйственном сырье и кормах, продукции лесного хозяйства и, в том числе, определения экспрессным методом эффективной удельной активности естественных радионуклидов

^{40}K , ^{226}Ra и ^{232}Th в строительных материалах, сырье, изделиях, отходах промышленного производства без отбора проб. Возможности МКС-АТ6101Д также позволяют его использовать в геологии для проведения полевых исследований радиоактивности горных пород.

Для обеспечения высокой стабильности измерений спектрометр оснащен встроенными системами непрерывной автоматической светодиодной стабилизации энергетической шкалы и цифровой термокомпенсации измерительного тракта. Относительное энергетическое разрешение для гамма-излучения ^{137}Cs с энергией 661,7 кэВ менее 9 %. Простота использования, многофункциональность, надежность, возможность визуальной оценки радионуклидного состава исследуемого объекта по отображаемому аппаратурному спектру в процессе измерений выгодно выделяют спектрометр МКС-АТ6101Д из существующих на сегодняшний день аналогов.

Аппаратное и программное обеспечение спектрометра позволяет реализовать до восьми геометрий измерений активности радионуклидов под конкретные задачи радиационного контроля. Каждая геометрия может содержать до восьми предполагаемых составов радионуклидов, содержащихся в объекте исследования. Состав радионуклидов может включать в себя от одного до восьми наименований изотопов.

Спектрометр МКС-АТ6101Д может использоваться для решения задач дозиметрии, спектрометрии и радиометрии как в лабораторных, так и в полевых условиях в диапазоне температур от минус 20 до плюс 50 °С.

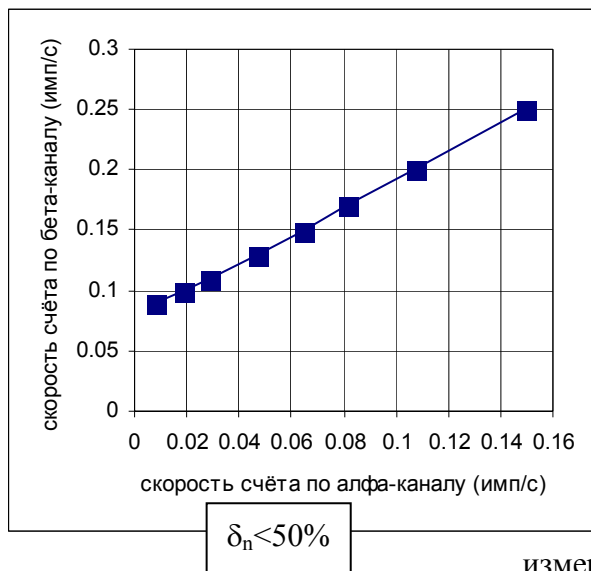
О НЕОПРЕДЕЛЁННОСТИ СКОРОСТИ СЧЁТА ПО β -КАНАЛУ ДЛЯ РАДИОМЕТРОВ УМФ-2000

Зайцев Ю.А., Корнеева С.А., Перминов А.В.

Челябинское отделение филиала «Уральский территориальный округ» ФГУП «РосРАО»

В методических приложениях и руководстве по эксплуатации поставляемых к УМФ-2000, корректной оценки неопределённости суммарной β -активности счётного образца с учётом коэффициента переноса K_{tr} не приводится, хотя неопределённость скорости счёта является ключевым параметром при оценке достоверности экспериментальных данных. Предлагаемая нами формула имеет вид:

$$\delta_n = 1,96 * [n_\beta / \tau_{сч} + n_{\beta\phi} / \tau_\phi + (n_\alpha / \tau_{сч} + n_{\alpha\phi} / \tau_\phi) * K_{tr}^2 + (n_\alpha - n_{\alpha\phi})^2 * S_{K_{tr}}^2]^{1/2} / [n_\beta - n_{\beta\phi} - (n_\alpha - n_{\alpha\phi}) * K_{tr}];$$
 где: δ_n – относительная погрешность измерения суммарной β -активности счётного образца; n_β – средняя скорость счёта от счётного образца вместе с фоном по бета каналу; n_α – средняя скорость счёта от счётного образца вместе с фоном по альфа каналу; $\tau_{сч}$ – суммарное время измерения счетного образца; $n_{\beta\phi}$ – средняя скорость счёта фона по бета каналу; $n_{\alpha\phi}$ – средняя скорость счёта фона по альфа каналу; τ_ϕ – суммарное время измерения фона; K_{tr} – доля альфа частиц, регистрируемых в бета канале, по отношению к



альфа частиц, регистрируемых в бета канале, по отношению к

числу альфа частиц, регистрируемых в альфа канале; $S^2_{K_{tr}}$ – дисперсия коэффициента K_{tr} , оценивается как дисперсия аппроксимирующей кривой построенной по табличным данным, представленным производителем радиометра. Из представленной зависимости δ_n от n_β и n_α при фиксированных $\tau_{сч}$, τ_ϕ , K_{tr} , $S^2_{K_{tr}}$, $n_{\beta\phi}$ и $n_{\alpha\phi}$ следует что для заданной δ_n имеет место линейная корреляция n_β и n_α . В нашем случае если $\delta_n=0,5$, $\tau_{сч}=\tau_\phi=10000$, $K_{tr}=0,5097$, $S^2_{K_{tr}}=0,03$, $n_{\beta\phi}=0,07$ и $n_{\alpha\phi}=0,0003$, то: $n_\beta=0,08+1,12*n_\alpha$, т.е. если $n_\beta < 0,08+1,12*n_\alpha$, то относительная погрешность измерения суммарной β -активности такого счётного образца будет больше 50%.

Территории с фрактальной структурой загрязнения почвы измерения *in situ*

А.О. Грубич

ЗАО «ТИМЕТ», г. Минск, Республика Беларусь

Показано, что загрязнение территорий вследствие чернобыльских выпадений ^{137}Cs имеет фрактальную структуру. Диапазон площадей участков почвы, на которых картина загрязнения однотипна, охватывает, по крайней мере, восемь порядков: от 1 м^2 до 100 км^2 . Загрязнение территорий является статистическим фракталом: плотность загрязнения описывается логнормальным распределением не зависимо от выбранного масштаба. На применимость логнормального распределения для описания загрязнения почвы *отдельных* участков и территорий неоднократно обращалось внимание многими авторами ранее. Однако остались без внимания два обстоятельства: во-первых; логнормальное распределение описывает загрязнение почвы (по крайней мере, не обрабатываемых участков, включая леса) в диапазоне площадей, охватывающем не менее восьми порядков; и, во-вторых; параметры соответствующих логнормальных распределений (при выборе должной нормировки), принадлежат узкому интервалу значений, так что распределение плотности загрязнения почвы ^{137}Cs на пробной площадке в 1 м^2 описывается логнормальным распределением весьма близким к тому, которое описывает распределение плотности на территории с площадью в 100 миллионов раз большей. Указанные выводы получены при анализе результатов измерений, выполненных как на территории Полесского государственного радиационно-экологического заповедника, на расстояниях десятков километров от ЧАЭС, так и на участках, удаленных на 360 км от станции. Таким образом, фрактальная структура плотности загрязнения почвы имеет место, по-видимому, для всех территории с чернобыльскими выпадениями, а также для других радионуклидов, в частности, ^{90}Sr .

В докладе рассматриваются результаты измерений плотности загрязнения почвы *in situ*, выполненные радиометром-дозиметром МКС-01 «Советник», расположенным на высоте 1 м над поверхностью почвы. Проводится сопоставление результатов таких измерений без отбора проб с традиционными определениями плотности загрязнения почвы по активности отобранных проб.

Автор выражает искреннюю признательность: В.И. Макаревичу (РУП «БелГИМ») и О.М. Жуковой (ГУ «РЦРКиМОС») за неоценимую помощь в получении экспериментальных результатов; Л.Н. Карбанович и Д.А. Малевичу (Учреждение Беллесрад) за постоянную поддержку и заинтересованность в проведении измерений почв лесных массивов; С.А. Кутеню и А.А. Хрущинскому (ИЯП Белггсуниверситета) за плодотворное обсуждение вопроса описания загрязнения почвы при разных масштабах.

МЕТРОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ СПЕКТРОМЕТРИЧЕСКОГО РЕЖИМА РАБОТЫ РАДИОМЕТРА-СПЕКТРОМЕТРА ГАММА-ИЗЛУЧЕНИЯ ДЛЯ МОНИТОРИНГА ЖИДКИХ СРЕД РСКВ-01

С.В.Сэпман

ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева», С.-Петербург,

А.В.Прохоров

НПЦ «Аспект», Дубна

Б.В.Викторов, А.И.Шипунов

ЗАО «Центр исследования и контроля воды», С.-Петербург

В 2009 году во ВНИИМ им. Д.И. Менделеева проведены испытания с целью подтверждения существующего типа средства измерения радиометра-спектрометра гамма-излучения для мониторинга жидких сред РСКВ-01 производства НПЦ «Аспект», г. Дубна.

В качестве основных элементов конструкции РСКВ-01 включает в себя сцинтилляционный гамма-спектрометр с устройством детектирования на основе кристалла NaI(Tl) с размерами (63×160) мм, свинцовую защиту, проточную измерительную емкость объемом 30 л и устройства обработки: пульт управления и сигнализации и компьютер оператора. Используемые в конструкции РСКВ-01 технические решения и специальное программное обеспечение позволяют осуществлять непрерывный автоматический мониторинг содержания гамма-излучающих радионуклидов в потоке жидкости, протекающей через измерительную емкость. Мониторинг осуществляется одновременно в двух режимах: радиометрическом и спектрометрическом. В радиометрическом режиме измеряется скорость счета импульсов в заданном интервале энергий гамма-квантов в накапливаемых спектрах. В спектрометрическом режиме строятся тренды удельных активностей отдельных гамма-излучающих радионуклидов, содержащихся в контролируемой жидкости.

Основная неисключенная систематическая погрешность измерения удельной активности гамма-излучающих радионуклидов обусловлена вариациями геометрических размеров конструктивных узлов устройства детектирования (кристалла NaI, отражающего слоя, упаковки кристалла и т.п.) и элементов конструкции измерительной емкости. С целью оценки этой погрешности была исследована зависимость эффективности регистрации гамма-квантов в пиках полного поглощения от энергии гамма-квантов в диапазоне от 59,5 кэВ до 2614,5 кэВ для трех серийных устройств детектирования. Для этого исследования были использованы десять образцовых растворов радионуклидов. Установлено, что для отдельного устройства детектирования максимальное отклонение измеренной эффективности регистрации от среднего значения не превышает 8%.

**МЕТРОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ
МЕЖЛАБОРАТОРНЫХ СЛИЧЕНИЙ
В ОБЛАСТИ ИЗМЕРЕНИЙ АКТИВНОСТИ
РАДИОНУКЛИДОВ
СРЕДИ ПРЕДПРИЯТИЙ ГК «РОСАТОМ»**

С.В.Сэпман, С.Г.Трофимчук, И.А.Харитонов
ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева»
198005, г.Санкт-Петербург, Московский пр., д. 19
В.П.Тишков, О.С.Цветков
ФГУП «НПО «Радиевый институт им.В.Г. Хлопина»,
194021, г.Санкт-Петербург, 2-й Мурунский пр., 28,

Выполнены межлабораторные сличения в области измерений удельной активности радионуклидов в образцах, имитирующих пробы воды и воздуха, загрязненные техногенными радионуклидами. В сличениях приняли участие 36 лабораторий Росатома и других ведомств, аккредитованных для измерений в целях радиационного мониторинга. Метрологическую поддержку сличений осуществлял ВНИИМ им.Д.И.Менделеева, который обеспечил прослеживаемость результатов измерений активности радионуклидов, представленных участниками сличений, к национальному эталону России. При обработке результатов сличений были использованы статистические критерии, которые позволили выявить группу согласованных результатов измерений и оценить фактический уровень точности и воспроизводимости результатов для данной группы лабораторий. Большая часть участников сличений подтвердила характеристики точности измерений, заявленные ими в данных сличениях. Сопоставление результатов сличений с аналогичными зарубежными сличениями показывает, что погрешность измерений в данной области, продемонстрированная аккредитованными измерительными лабораториями России, сопоставима с погрешностью, показываемой в аналогичных сличениях за рубежом и составляет(15-20)%.

ПРОГРАММНЫЙ КОМПЛЕКС ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ ВЫБРОСОВ РАДИОАКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ В АТМОСФЕРУ

И.Н. Макаров, М.Е. Ильина
ОАО «ГНЦ НИИАР»

В статье описана работа по развитию информационной системы ИС АЭРО в 2008 году. Реализован расчет и отображение факела выброса из венттрубы на мнемосхеме промплощадки и поверхностного загрязнения почвы на карте 30-ти километровой зоны с учетом метеоусловий в приложении АЭРО-Анализ. Доработаны приложения сбора и анализа данных для осуществления сигнализации и поиска источников повышенных выбросов.

В ГНЦ НИИАР ежедневно собирается большой объем информации о результатах контроля выбросов радиоактивных веществ в вентиляционную трубу и в вентиляционные системы радиационно-опасных объектов института [1]. Для упрощения операций получения, обработки и анализа разнотипных данных разработана информационная система контроля газоаerosольных выбросов ГНЦ НИИАР - ИС АЭРО [2]. В 2007 году фрагмент ИС АЭРО введен в эксплуатацию. В 2008 году по Программе инициативных исследовательских, технологических и конструкторских работ проведена разработка программного комплекса для развития информационной системы [3].

Расчет и отображение факела выброса из вентиляционной трубы института

Процедуры расчета факела выброса и поверхностного загрязнения почвы на мнемосхемах промплощадки ГНЦ НИИАР и 30-ти километровой зоны с учетом метеоусловий реализованы в соответствии с алгоритмами, разработанными на основе документа МПА-98 [4] и используют широко апробированную Гауссовую модель рассеяния примеси в атмосферном воздухе. Используемые алгоритмы модели распространения радиоактивных выбросов

позволяют получить обобщенную информацию о радиационном состоянии окружающей промплощадку территории в случае выбросов радиоактивных веществ с объектов ГНЦ НИИАР.

Исходными данными для расчета являются:

данные активностей радионуклидов аэрозолей и йода, выбрасываемых через венттрубу. Эти данные получаются при ежедневных измерениях «сложных» фильтров АФА-РСР+СФЛ-2И на технологическом спектрометре контроля гамма-излучающих аэрозолей вентцентре ГНЦ НИИАР и записываются в базу данных на сервере ОРБ; данные метеостанции ОЗОС: направление, скорость ветра и температура воздуха.

Для реализации автоматизированного переноса данных метеоусловий с рабочей станции ОЗОС в базу данных выбросов на сервер единой системы контроля радиационной безопасности (ЕС КРБ) ГНЦ НИИАР [5] разработаны два приложения:

клиентское приложение, устанавливаемое на компьютере ОЗОС, к которому подключена аппаратура метеостанции. Приложение ежедневно копирует текстовый файл с метеорологическими данными, формируемый с помощью программы Asat95f, на сервер ЕС КРБ. Планировщик задач автоматически запускает приложение, после чего выбирается «свежий» файл с метеорологическими данными и копируется в заданную папку на сервер ЕС КРБ. Информация об успешном или неуспешном копировании файла с метеорологическими данными записывается в отдельный текстовый файл; серверное приложение, устанавливаемое на сервере ЕС КРБ, ежедневно автоматически переносит метеорологические данные о направлении, скорости ветра и температуре воздуха из скопированного файла в созданную таблицу базы данных на сервере ЕС КРБ. Информация о количестве перенесенных данных также записывается в отдельный текстовый файл.

Приложение расчета «Факел» располагается на сервере ЕС КРБ и предназначено для расчета поверхностного загрязнения почвы. Результаты расчетов поверхностного загрязнения почвы сохраняются и накапливаются в серверной базе данных. Приложение «АЭРО-Анализ» ИС контроля газоаэрозольных

выбросов установлено на компьютеры специалистов по РБ и позволяет отображать результаты расчетов поверхностного загрязнения почвы в виде цветных зон на карте 30-ти километровой зоны в факеле выброса из венттрубы института.

Рис. 1. Отображение факела выброса на территории промплощадки

Факел выброса изображается на мнемосхеме промплощадки в виде эллипса, который начинается от венттрубы и далее по направлению ветра (рис.1). Зоны поверхностного радиоактивного загрязнения почвы представляют собой эллипсы или концентрические круги (в случае штиля), которые состоят из множества ячеек разного цвета квадратной формы размером 100×100 м (рис.2). В правом верхнем углу выбирается дата и время. Данные метеоусловий (категория устойчивости, скорость ветра на высоте флюгера, направление ветра и температура атмосферного воздуха) загружаются автоматически с сервера. В левом верхнем углу находится панель, содержащая цветную шкалу загрязнения почвы в Бк/м², которую можно изменять.

Рис. 2. Отображение зон поверхностного загрязнения почвы на карте 30-ти километровой зоны

При безветренной погоде над промплощадкой института и прилегающей к ней территории формируется штилевое облако выброса, которое распространяется вследствие турбулентной диффузии. В этом случае разовые выбросы принимают форму облака, зависающего вблизи трубы, и не сносимого по ветру. На рис.3 представлены зоны поверхностного загрязнения почвы в условиях штиля, а в таблице 1 указаны погодные условия и активности нуклида в выбросе для вычисления поверхностного загрязнения почвы для рис. 2 и 3.

Рис. 3. Отображение зон поверхностного загрязнения почвы на карте 30-ти километровой зоны в условиях штиля

Таблица 1. Параметры погодных условий и активностей выбросов аэрозолей.

Параметры	Рис. 2	Рис. 3
Категория устойчивости	В	А
Скорость ветра на высоте флюгера, м/с	2,87	0,04
Направление ветра, градусы	59	144
Температура атмосферного воздуха, °С	22,66	2,61
Активность нуклида Cs-137 в выбросе, Бк	2,9E+09	2,9E+09

Отладка работы мнемосхем сигнализации и поиска повышенных выбросов

Из внутренних систем вытяжной вентиляции, находящихся на объектах института, по внешним магистральным воздуховодам воздух поступает на вентцентр института. Воздух по загрязненности и технологическим особенностям делится на 5 категорий и по пяти независимым воздуховодам поступает на свою группу фильтров, где очищается и выбрасывается в атмосферу через венттрубу на высоту 120 м для разбавления оставшейся радиоактивности до нормальных приземных концентраций за счет атмосферной диффузии.

Рис. 4. Мнемосхема поиска источника повышенных выбросов в ГНЦ НИИАР

Мнемосхемы предназначены для помощи специалистам в поиске источников повышенных газоаэрозольных выбросов из венттрубы. При отладке работы мнемосхем поиска источника повышенных выбросов и сигнализации превышений пересчитаны

значения предупредительных и аварийных уставок для выбросов вентсистем радиационно-опасных объектов ГНЦ НИИАР, выбросов категорий вентцентра и венттрубы института. Предаварийные и аварийные уставки внесены во вновь созданную таблицу базы данных на сервер ЕС КРБ.

На мнемосхеме поиска источника повышенных выбросов венттрубы ГНЦ НИИАР цветом показано объединение всех вентиляционных систем объектов в категории и в реальном времени представлены оперативные данные радиационного контроля.

Цветные квадратики напротив конкретной вентиляционной системы сигнализируют о превышении уставок по этой вентсистеме, а цветные квадратики напротив категории выбросов сигнализируют о превышении уставок по этой категории. Цветной квадратик в круге здания 114 сигнализирует о превышении уставок по венттрубе института: зелёный – значение выброса инертных радиоактивных газов в пределах нормы; жёлтый – значение выброса ИРГ достигло предаварийной уставки; красный - значение выброса достигло аварийной уставки. На мнемосхему были добавлены индикаторы выбросов ИРГ в вентсистемы РУ МИР (рис.4).

С помощью мнемосхемы сигнализации превышения АУ и КУ выбросов на объектах (рис.5) можно посмотреть радиационное состояние объектов за любую дату и получить информацию о превышениях административных уровней (АУ) и контрольных уровней (КУ) выбросов газа, альфа-, бета-, гамма-излучающих аэрозолей и выбросов радиоактивного йода. Цветные квадратики на зданиях сигнализируют о состоянии выбросов на объектах: зелёный – значение выброса в пределах нормы; красный - значение выброса превысило АУ для радиационно-опасного объекта или превысило КУ для вентиляционной трубы института.

Рис. 5. Мнемосхема сигнализации превышения АУ и КУ выбросов на объектах.

На мнемосхеме реализована возможность получения информации о превышенном параметре и величине превышения в виде всплывающей подсказки, появляющейся при наведении курсора на красный квадратик (рис.5).

Реализация отображения выбросов вентиляционных систем
Отображение выбросов ИРГ вентсистем для всех объектов института реализовано в виде графиков, на которых разным цветом помимо активности конкретной вентсистемы приводятся активности выбросов соответствующей категории, к которой подключена данная вентсистема, и вентиляционной трубы ГНЦ НИИАР (рис.6).

Рис. 6. График выбросов ИРГ
по вентсистеме В-1 ОРМ и В-1 РУ МИР

Это позволяет осуществлять визуальный поиск источника повышенных выбросов института. Для примера на рис.6 представлены выбросы ИРГ вентсистемы В-1 ОРМ (синий график), 1-й категории (зеленый график) и венттрубы (красный график), а также выброс В-1 РУ МИР (синий график), 2-й категории (зеленый график) и венттрубы (красный график). Из графика видно, что выброс по вентсистеме В-1 ОРМ дал отклик по 1 категории и на вентиляционной трубе.

Заключение

Реализованные в приложениях ИС АЭРО алгоритмы позволяют получить обобщенные модели и графическое представление результатов распространения газоаэрозольных выбросов с учетом состояния атмосферы, тем самым дают более полную картину радиационного состояния окружающей промплощадку территории, а также облегчают контроль выбросов радиоактивных веществ с объектов ГНЦ НИИАР.

Использованная литература:

1. В.Ф. Ельцин, В.А. Гремячкин, Е.В. Крайнов и др. «Контроль газоаэрозольных радиоактивных выбросов в ФГУП «ГНЦ РФ НИИАР», журнал «АНРИ» №1, 2004, с.24-27.
2. И.В. Серебрякова, И.Н. Макаров, В.Ю. Усольцев «Разработка информационной системы контроля газоаэрозольных выбросов предприятия», журнал «АНРИ», №1, 2006, с.45-46.
3. М.Е. Зайцева, И.Н. Макаров «Программное обеспечение обработки спектрометрической и радиометрической информации радиационного контроля газоаэрозольных выбросов предприятия», журнал «АНРИ» №4, 2008, с.52-55.
4. МПА-98 «2.6.1. Ионизирующие излучения, радиационная безопасность. Методические указания по расчету радиационной обстановки в окружающей среде и ожидаемого облучения населения при кратковременных выбросах радиоактивных веществ в атмосферу», Москва, 1999;
5. Макаров И.Н., Кочнев М.В., Крайнов Е.В. и др. «Единая система контроля радиационной безопасности ГНЦ РФ НИИАР», труды VII международной конференции IT+ME'99 «Новые информационные технологии в медицине и экологии», Гурзуф, Украина 1999 г., журнал АНРИ №3, 1999, с.26-29.
6. Крайнов Е.В., Макаров И.Н., Усольцев В.Ю. и др., «Автоматизированная система радиационного контроля реакторных установок», журнал «АНРИ» №1, 1999, с.21-23.

Использование природных биополимеров в энтеросорбции радионуклидов в животноводстве.

Фомичей Ю. П., Гвоздь В. Ф.
ГНУ ВНИИЖ Россельхозакадемии
E - mail: vijcert@podolsk.ru

Производство продукции животноводства, отвечающей требованиям СанПиН 2.3.2.1078-01, на территориях, загрязненных радионуклидами (РН), остается актуальным. Одним из способов разрыва трофической цепи миграции РН является энтеросорбция, эффективность которой зависит от совокупности свойств энтеросорбентов, таких как сорбционная емкость, биodeградируемость, биосовместимость с микробиоценозом кишечника и организма в целом и другими. Этими свойствами обладает хитозан (1,2) и древесная пульпа Даурской лиственницы (ДП-ДКВ [древесная пульпа дигидрохверцетина] (3,4). Оба биополимера также обладают гепатопротекторными, радиопротекторными и антиоксидантными свойствами и высокой сорбционной емкостью по связыванию ^{90}Sr , ^{137}Cs , Cd, Pb, Zn, Cu и других элементов.

Хитозан (аминополисахарид) получают путем щелочного деацетилирования из хитина, в основном, панциря крабов. В опытах на телятах, проведенных в Тульской области, дача сукцината хитозана ММ 394 и 230 кДа и хитозанов вязкостью 100 и 380 сПз по 25 мг/кг живой массы было эффективным в энтеросорбции ^{137}Cs , ^{90}Sr . Наибольшее выделение через желудочно-кишечный тракт (ЖКТ) и почки было получено при использовании хитозана вязкостью 100 сПз, которое было выше, чем в контроле в 2,0-3,4 раза.

В опытах на телятах, проведенных в зоне ВУРСа, применение хитозана снизило содержание ^{90}Sr в костной ткани на 49,1%, в мышцах на 73,1% и печени на 64,3%, а ^{137}Cs на 61,7 и 58,1% соответственно в мышцах и печени.

ДКВ является биофлавоноидом и после спиртовой экстракции из древесины остается в пульпе на уровне 1,5-2,0%. В опытах на молочных коровах, выполненных в зонах с низкой (Тульская область) и высокой (Брянская область) плотностью загрязнения РН, дача ДП-ДКВ по 30г/гол./день снизило содержание ^{137}Cs в молоке с 2,8 Бк/кг до МДА и в 1,5 раза соответственно при увеличении его экскреции через ЖКТ в 2,5 раза. В опытах на телятах при даче ДП-ДКВ по 10г/гол./день экскреция через ЖКТ была выше, чем в контроле по ^{90}Sr на 104,8%, а ^{137}Cs на 88,9%. У всех опытных животных повышалась патогенетическая резистентность организма, улучшались клинико-биохимические показатели крови, что благотворно сказалось на их продуктивности.

Литература:

1. Хитин и хитозан /Под редакцией Скрябина К.Г., Вихоревой Т.А., Варламова В.П..- М.: Наука, - 2002,- 368с.
2. Патент: № 2299072; 20.05.07. РФ.
3. Плотников М.Б., Тюковкина Н.А., Плотникова Т.М., ПЗА Лекарственные препараты на основе диквертина.- Томск: Изд-во Том. ун-та, - 2005. - 228с.
4. Патент: № 2328132; 10.06.08. РФ.