

IX Международное совещание
ПРОБЛЕМЫ ПРИКЛАДНОЙ СПЕКТРОМЕТРИИ И РАДИОМЕТРИИ
ППСР-2005

Тезисы докладов

г. Заречный, Россия
2005 г.

ИЗМЕРЕНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК ЛИНЕЙНОГО УСКОРИТЕЛЯ ЭЛЕКТРОНОВ С ПОМОЩЬЮ АЛМАЗНЫХ ДЕТЕКТОРОВ

А.А. Алтухов, О.Ф. Герасимов, Н.М. Кирилин
ООО «УралАлмазИнвест», г. Трехгорный

В докладе приводятся результаты измерений параметров линейного ускорителя электронов У-31/32 ОНИЛ МИФИ. Измерения проводились дозиметрическими детекторами на основе алмаза типа АДИИ™, разработки ООО «УралАлмазИнвест».

Предварительно все детекторы прошли отбор и метрологическую аттестацию по мощности поглощенной дозы бета излучения на эталоне ВЭ-28 предприятия 32 ГНИИИ МО РФ, а также сертификацию для целей утверждения типа в соответствии с ГОСТ 15.005-93 по линейности характеристики преобразования, временному разрешению и по другим параметрам.

В табл.1 приведены результаты измерений и расчетов мощности поглощенной дозы (МПД) в направлении выхода электронного пучка. Результаты получены с помощью детектора АДИИ-3-Б зав.№ 075 с чувствительностью $K_{\beta}=1.66 \cdot 10^{-8}$ Кл/Гр линейностью характеристики преобразования $I_{\text{л}}=0.1$ мА.

Результаты измерений и расчетов МПД электронного излучения

Таблица 1

$R, \text{ см}$	$K_{\text{пр}}$	$K_{\beta}, \text{ Кл/Гр}$	$I_{\text{Эт}}, 10^{-6} \text{ А}$	$P_{\beta}, \text{ Гр/с}$
0.2	1.0	$1.66 \cdot 10^{-8}$	5.79 ± 0.01	349
10.0	1.0	– « –	1.393 ± 0.006	83.9
20.0	1.0	– « –	0.390 ± 0.002	23.5
30.0	1.0	– « –	0.193 ± 0.001	11.6
40.0	1.0	– « –	0.113 ± 0.001	6.81
50.0	1.0	– « –	0.0831 ± 0.006	5.01
60.0	1.0	– « –	0.0501 ± 0.0004	3.02
70.0	1.0	– « –	0.0369 ± 0.0001	2.22
80.0	1.0	– « –	0.0272 ± 0.0006	1.64
90.0	1.0	– « –	0.0207 ± 0.0001	1.25

Приняты обозначения:

R – расстояние между источником и детектором,

$K_{\text{пр}}$ – коэффициент свидетельской «привязки» эталонных измерений,

K_{β} – коэффициент чувствительности эталонного детектора,

P_{β} – МПД электронного излучения.

Суммарная погрешность измерений МПД электронного излучения составляет величину не более 30% с вероятностью 0.95 для всех детекторов АДИИ-3, сертифицированных в 32 ГНИИИ МО РФ.

ДЕТЕКТОРЫ ДЛЯ СПЕКТРОМЕТРИИ РАДИОАКТИВНЫХ ИЗОТОПОВ С ГЕОМЕТРИЕЙ 4π

*Выдай Ю.Т., Ананенко А.А., Тарасов В.А., Гаврилюк В.П.
Институт сцинтилляционных материалов НАН Украины*

Во многих задачах спектрометрии радиоактивного излучения, для увеличения чувствительности, необходимо использовать сцинтилляционные детекторы с колодцем [1,2]. В таком случае обеспечивается регистрация излучения с большим телесным углом, однако сложная геометрия детектора может существенно ухудшить его спектрометрические свойства. Для получения лучших спектрометрических характеристик детекторов с колодцем, необходимо учитывать определённые закономерности распространения света в сцинтилляторе. Двигаясь путем использование различных типов отражателей и применяя особую обработку поверхности, возможно изменять оптические свойства различных областей рабочего тела детектора.

В процессе выполнения работы была разработана и реализована математическая модель детектора с колодцем, с помощью компьютерного моделирования изучены процессы светособирания в таком детекторе. Используя полученные расчётные данные, подобраны материалы с оптимальными коэффициентами отражения и определены способы обработки для различных поверхностей детектора. Проведенные исследования позволили выровнять коэффициент светособирания по всему объёму.

По результатам расчёта были изготовлены опытные образцы детекторов, которые подтвердили адекватность теоретических расчётов и показали существенно лучшие спектрометрические характеристики.

- [1] Вартанов Н.А., Самойлов П.С. Практические методы сцинтилляционной гамма-спектрометрии. М. Атом издат., с.275 (1964).
[2] Глобус М.Е., Гринев Б.В. Неорганические сцинтилляторы. Харьков: Ахта. с.400. (2000)

ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МЕТОДА ЭЛЕКТРООСАЖДЕНИЯ ДПР ДЛЯ ОЦЕНКИ РАДИАЦИОННОГО РИСКА НАСЕЛЕНИЯ

Афонин А.А., Котляров А.А., Максимов А.Ю.

В настоящей работе рассмотрены возможности метода осаждения ионизированных дочерних продуктов распада (ДПР) радона электрическим полем на поверхность полупроводникового детектора для регистрации изотопа ^{222}Rn и короткоживущего изотопа - ^{220}Rn . Рассмотрены схемы измерительных камер, методы отбора проб и проведения измерений, а также методики проведения мониторинга объемной активности радона. Установлены отличия, возникающие по отношению к регистрации, обусловленные разными ядерно-физическими свойствами этих изотопов.

По данным литературы, вклад изотопа радона ^{222}Rn в общую дозу облучения человека составляет порядка 50%. Изотоп ^{220}Rn прибавляет к этой цифре ещё 5-15 %. Предполагается, что 20% всех случаев заболевания раком бронхов вызвано действием радона и его ДПР. А в некоторых местностях радоновое облучение во много раз превышает средние величины.

Один из перспективных методов измерения концентрации радона, который является предметом настоящей работы, основан на способе отбора проб при помощи электроосаждения (ЭО) заряженных ДПР.

Физические процессы, происходящие в камере датчика с электроосаждением (КЭО), до настоящего времени изучены недостаточно. Для улучшения метрологических характеристик КЭО проведены экспериментальные и расчетные исследования влияния параметров воздушной среды (влажности, концентрации легких нерадиоактивных ионов, напряженности электрического поля) на процессы переноса заряженных ДПР радона. Исследована подвижность и время жизни ионов ДПР в разных условиях. Получены значения среднего времени жизни и среднего электрического смещения в зависимости от влажности воздуха и ОА радона. Разработана физическая модель поведения ДПР радона в электрическом поле. В соответствии с результатами экспериментов вероятность того, что ион ^{218}Po сохраняет свой заряд, представлена в виде $P=e^{-t/\tau} \cdot e^{-x/\bar{x}}$, где τ и \bar{x} зависят от влажности воздуха. Скорость движения ионов равна $v = \mu \cdot E$, а плотность образования ^{218}Po равна ОА радона и считается равномерной по объему камеры.

Разработан метод расчета чувствительности датчиков радона с электроосаждением, созданный с учетом экспериментальных результатов и основанный на расчете электрического поля и траектории движения ионов ДПР в КЭО. Проведено сравнение результатов расчета чувствительности с экспериментальными данными. Выявлены основные закономерности влияния параметров датчиков на чувствительность.

Представлена методика одновременного селективного измерения изотопов радона в различных средах, параметры электростатических камер и режимы измерений селективных измерителей радона. Разработан алгоритм расчетной программы КАМЕРА, предназначенной для оценки эффективности электроосаждения в КЭО с произвольной геометрией.

Проведено моделирование интегрального радиометра, предназначенного для измерения средней ОА радона за длительный период времени (от 1 недели и более). Рассмотрены особенности физических процессов, происходящих в КЭО, при данном режиме измерений. В частности, вклад диффузии ДПР в процесс осаждения в КЭО с малыми размерами и напряженностью поля может быть сравним с вкладом электроосаждения.

Литература

- 1 Максимов А.Ю., Котляров А.А. Измерение подвижности радиоактивных аэроионов в атмосферном воздухе. Приборы и техника эксперимента, 2002, № 4, с.140-143.
- 2 Афонин А.А., Котляров А.А., Максимов А.Ю. Установка для изучения процессов нейтрализации радиоактивных ионов в воздухе //Приборы и техника эксперимента. -2003. - т.46, № 1, с. 119-122.

МЕТОДИЧЕСКОЕ И ПРИБОРНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ИЗМЕРЕНИЙ РАДИОАКТИВНЫХ ОТХОДОВ

Бабенко В.В., Исаев А.Г., Казимиров А.С.
ООО "НПП "АтомКомплексПрилад", г. Киев, Украина

В соответствии с ядерным законодательством Украины при приемке радиоактивных отходов (РАО) на захоронение (хранение) в учетную карточку РАО с целью их паспортизации должны заноситься сведения о радиоизотопном составе отходов, удельной и общей активности радионуклидов, которые превышают уровень освобождения от контроля государственного регулирующего органа. Такое требование продиктовано, прежде всего, стремлением навести порядок в области инвентаризации РАО и более строгой оценкой радиационной и ядерной опасности хранилищ радиоактивных отходов.

Трудности, с которыми приходится сталкиваться при определении содержания радионуклидов (р/н) в РАО, состоят в том, что часто измеряемые объекты имеют сложную геометрическую форму, неизвестный состав вещества РАО, неоднородное распределение активности и плотности по объему. Это вызывает определенную сложность и создает дополнительную погрешность при градуировке по эффективности измерительного устройства, где должны быть учтены геометрия измерения и ослабление излучения в материалах РАО и контейнера.

Рассмотрены методы определения характеристик РАО основанные на анализе гамма-спектров от объемных источников и учитывающие геометрию измерения и ослабляющие свойства материалов РАО и контейнера. Метод скорректированной точечной аналогии и предложенный нами метод являются универсальными и пригодны для протяженных источников практически любой формы. Для учета эффективности конкретного детектора используются эталонные точечные источники, а для расчета удельных активностей дополнительно применяется моделирование измеряемого объекта. При этом нет необходимости в моделировании самого детектора.

Основными источниками погрешности являются неравномерность распределения активности и плотности по объему РАО. Их вклад можно уменьшать, применяя многодетекторные системы (или сканирование по вертикали) и вращение объекта вокруг вертикальной оси.

В измерительных системах можно применять как сцинтилляционные детекторы для анализа ограниченного числа радионуклидов, так и полупроводниковые детекторы, обеспечивающие лучшую точность и надежность результатов измерения.

ОСОБЕННОСТИ СПЕКТРОМЕТРИЧЕСКИХ ИЗМЕРЕНИЙ РАДИОНУКЛИДОВ, СОДЕРЖАЩИХСЯ НА УРОВНЕ ГЛОБАЛЬНЫХ ВЫПАДЕНИЙ В ЛЕДНИКАХ ТЯНЬ-ШАНЯ

*Байгутлин В.Ш., Ф.Ф.Файзрахманов
ФГУП «РФЯЦ-ВНИИТФ», г. Снежинск*

Со времени прекращения интенсивных испытаний ядерного оружия в атмосфере прошло около 40 лет. Большая часть выброшенных в атмосферу радионуклидов уже распалась. Практически значимыми продуктами деления содержащимися в объектах окружающей среды, в настоящее время, являются Cs-137, Sr-90 (в равновесии с дочерним Y-90) и техногенный радионуклид-третий. Содержание этих радионуклидов в объектах окружающей среды, в частности, в пробах снега, льда, дождевой воды на уровне ≈ 1 Бк/кг и ниже. Содержание радионуклидов естественного происхождения, таких как изотопы урана, радия, тория и др. примерно на таком же уровне.

Спектрометрические измерения содержания гамма-активных радионуклидов проведены на гамма-спектрометре типа InSpector изводства фирмы CANBERRA-PACKARD с полупроводниковым детектором из особо чистого германия. Управление спектрометром и обработка спектров осуществлялась с использованием спектрометрического программного пакета Genie-2000.

Решение проблемы оптимизации условий измерений при таких низких значениях активности проб велось по следующим направлениям:

Уменьшались значения внешних факторов, влияющих на результат измерения

Принимались меры для максимально возможной стабилизации параметров измерительной аппаратуры в процессе измерений.

Геометрия измерения была оптимизирована для максимальной эффективности регистрации.

Время измерения проб было доведено до 30 часов.

Измерения проводились в кернах льда, добытых с различной глубины ледников, отражающие интенсивность «законсервированных» в отложениях осадков радиоактивных выпадений. Получены распределения активности Cs¹³⁷ по глубине скважин, позволяющие осуществить радиоэкологическое сканирование выпадений радионуклидов в течение последних 40 лет. Выявленные максимумы активности Cs¹³⁷ можно отнести к глобальным выпадениям первой половины 60-х годов, периоду наиболее интенсивных испытаний ядерного оружия в атмосфере и на земле. Привязка годовых слоев льда к конкретным событиям позволяет провести достаточно точную датировку годовых отложений ледника. Полученные значения активности Cs¹³⁷ в максимуме, отнесенные нами к 1963 году, хорошо согласуются с данными, полученными при исследовании радиоактивных выпадений, проведенными в этом регионе в середине 60-х годов.

ИСПЫТАНИЯ ОПТОВОЛОКОННОГО ДАТЧИКА ИОНИЗИРУЮЩЕГО ИЗЛУЧЕНИЯ

*Бондаренко А.В., Дядькин А.П., Кащук Ю.А., Красильников А.В.,
Олейников А.А., Цуцких А.Ю., Шевченко В.Г., Ярцев В.П.*

*ФГУП ГНЦ РФ Троицкий Институт Инновационных и термоядерных исследований,
г. Троицк*

Принцип действия датчика состоит в регистрации светового сигнала, который индуцируется в сцинтиллирующем материале ионизирующим излучением и передается к фотоприемнику по волоконному световоду. Этим оптоволоконный датчик отличается от существующих приборов, в которых сцинтиллятор совмещен с фотоприемником [1]. Преимущества оптоволоконного датчика состоят в возможности размещения приемной аппаратуры вне зоны действия радиации и электромагнитных наводок. Миниатюрные размеры датчика делают его привлекательным для проведения измерений с высоким пространственным разрешением, причем в труднодоступных местах, а также позволяют создавать многоканальные системы.

В задачи данной работы входило исследовать зависимость полезного сигнала от гамма поля и определить величину сигнала по отношению к радиолюминесценции оптического волокна (фону).

Конструкция датчика и размеры корпуса сцинтиллятора (не более 5 мм в диаметре и 20 мм в длину), определились с учетом предполагаемых измерений [2] в специальных каналах реакторов типа ВВЭР и РБМК, а также в центральных гильзах тепловыделяющих сборок РБМК, предназначенных для размещения датчиков энерговыделения.

Основным элементом датчика является радиационно-стойкое оптическое волокно с сердцевиной из чистого кварцевого стекла, насыщенного молекулярным водородом [3]. Защитное алюминиевое покрытие волокна допускает нагрев до 400 °С, не активизируется и не разрушается нейтронами. Испытания на ядерном реакторе [4] показали, что такие волокна остаются достаточно прозрачными (наведенное радиацией поглощение света в видимом диапазоне не более 0.5 дБ/м) при облучении до флюенса быстрых ($E > 0.1$ МэВ) нейтронов $\sim 10^{18}$ н/см² и гамма дозы ~ 20 МГр. Еще одно преимущество этих волокон проявилось в многократно меньшей радиолюминесценции по сравнению с другими аналогичными образцами.

Для испытаний были взяты сцинтилляторы с хорошо изученными свойствами, а именно NaI(Tl), CsI(Tl), ZnS(Ag), р-терфенил в полистироле и стильбен C₁₄H₁₂ [2]. Также была измерена радиолюминесценция (фон) однородно облучаемого отрезка волокна длиной 3,5 м, равной «половине топлива» РБМК.

Все сцинтилляторы обнаружили линейную зависимость полезного сигнала от мощности гамма дозы в диапазоне 0,03÷200 Р/с (мощность поглощенной дозы до ~ 2 Гр/с(Si)). Оптическая фильтрация сигналов (выделение с помощью светофильтров спектрального интервала в районе максимума свечения сцинтилляторов) позволила поднять отношение сигнала к фону до ~ 100 для сцинтилляторов NaI(Tl) и CsI(Tl).

Литература

1. Акимов Ю.К. // Физика элементарных частиц и атомного ядра. 1994. т. 25. выпуск 1. с. 229-284.
2. Шевченко В.Г., Гарусов Ю.В., Роботько А.В., Комаров М.В. // Атомные электрические станции: Сб. ст. Вып.9 – М.: Энергоатомиздат, 1987. – с.87
3. Tomashuk A.L., Golant K.M., Dianov E.M. et al. // IEEE Transactions on Nuclear Science, 2000, V. 47, No. 3, Part 1, pp. 693-698.
4. А.В.Бондаренко, Кащук Ю.А., Красильников А.В., и др. // Теоретические и экспериментальные исследования, выполненные в 2003 году. Сб. трудов. Вып.3-Троицк, ОНТИ ГНЦ РФ ТРИНИТИ, 2004, с. 175-178.

РАЗРАБОТКА МЕТОДИК ГАММА-СПЕКТРОМЕТРИИ ПРИМЕНИТЕЛЬНО К НИЗКОАКТИВНЫМ И ВЫСОКОАКТИВНЫМ ТВЕРДЫМ РАДИОАКТИВНЫМ ОТХОДАМ, ОБРАЗУЮЩИМСЯ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ И ВЫВОДК ИЗ ЭКСПЛУАТАЦИИ ЯДЕРНО- ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ УСТАНОВОК

*П.М. Гаврилов, А.Г. Кохомский, В.Б. Чуканов, К.М. Изместьев, И.Н. Сеелев, С.Ю. Полуэктов
ФГУП «Сибирский химический комбинат», г. Северск Томской области*

Работа посвящена обеспечению контроля активности и нуклидного состава твердых радиоактивных отходов (ТРО), образующихся при эксплуатации и выводе из эксплуатации ядерно-энергетических установок.

Актуальность работы обусловлена современными требованиями к порядку обращения (сбор, переработка, хранение и кондиционирование) с твердыми радиоактивными отходами, сформулированными в нормативно-правовой документации по радиационной безопасности. Для атомной отрасли повышение безопасности процессов обращения с радиоактивными отходами является приоритетным направлением ввиду необходимости лицензирования деятельности производств органами Государственного надзора.

В результате производственной деятельности на Реакторном заводе СХК образуются твердые радиоактивные отходы, загрязненные в основном гамма-излучающими нуклидами. Поэтому для определения активности и нуклидного состава ТРО проведено внедрение гамма-спектрометрических методик и дифференцированной организации обращения и методологии применительно к низкоактивным ТРО и высокоактивным ТРО.

Для низкоактивных ТРО разработан и внедрен расчетный метод определения удельной активности ТРО в геометрии первичной упаковки отходов (стандартный крафт-мешок) без взятия пробы путем непосредственного измерения мощности дозы гамма-излучения на поверхности упаковки. Метод основан на концепции известного (определенного при методолгических исследованиях) нуклидного состава отходов и уменьшения погрешности измерения за счет увеличения количества замеров счетного образца. Основную неопределенность в значении активности низкоактивных ТРО, рассчитанное по данной методике, вносят вариации средневзвешенного коэффициента за счет изменения соотношения между радионуклидами в разных партиях ТРО.

С целью снижения данных неопределенностей до минимального значения на Реакторном заводе СХК разработан и внедряется в производство гамма-спектрометрический стенд контроля активности и нуклидного состава отходов. Стенд состоит из полупроводникового гамма-детектора с коллимирующим устройством и специальной вращающейся площадки (для учета неравномерности распределения отходов по измеряемой геометрии), на которую помещается бочка объемом 200 л с низкоактивными ТРО. Спектр излучения отходов снимается при вращении площадки. Методика выполнения измерений активности низкоактивных ТРО согласована и метрологически аттестована в Госстандарте России ГНМЦ «ВНИИМТРИ».

При решении задачи контроля высокоактивных ТРО принципиальным является высокая активность и соответственно радиационная опасность данного класса отходов, а также отсутствие технической возможности помещать отходы данного класса в стандартную бочку объемом 200 л для проведения спектрометрических измерений.

Поэтому на Реакторном заводе СХК разработана и внедряется в производство методика контроля активности и нуклидного состава высокоактивных ТРО гамма-спектрометрическим методом непосредственно в геометрии кузова автомобиля, предназначенного для перевозки отходов. Методика расчета удельной и абсолютной активности высокоактивных ТРО в сложной геометрии кузова спецавтомобиля согласована с Госстандартом России ГНМЦ «ВНИИФТРИ». В настоящее время проводится работа по метрологической аттестации методики выполнения измерений.

«СТРОНЦИЕВЫЙ» СИЧ – АППАРАТУРНАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ ИЗМЕРЕНИЯ ИНКОРПОРИРОВАННОГО ⁹⁰SR

*Гузов В.Д., Кожемякин В.А., Шульгович Г.И., Антонов В.И., Кутень С.А.
УП «АТОМТЕХ», г.Минск, Республика Беларусь*

Определение содержания стронция-90 в теле человека в разрабатываемом СИЧ основано на измерении удельной активности остеотропного нуклида Sr-90, депонированного в костной ткани лобно-теменной и затылочной частей головы человека. Задача решается методом избирательной радиометрии гетерогенных объемных источников на основе измерения смешанного бета-гамма-излучения с использованием комбинированных сцинтилляционных детекторов. Анализ спектрометрической информации проводится на основе данных градуировочных измерений с учетом априорной информации об объекте измерения и данных математического моделирования.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОРИГИНАЛЬНЫХ ОЦЕНЕННЫХ ДАННЫХ ПО СТРУКТУРЕ ЯДРА ENSDF В ПРОГРАММЕ «НУКЛИД-МАСТЕР»

*А.Н. Берлизов¹, В.Н. Даниленко², А.С. Казимиров³, С.Л. Соловьева², С.Ю. Федоровский²
¹ ИЯИ НАНУ, г. Киев, ² ООО «ЛСРМ», п. Менделеево, ³ НПП «АКП», г. Киев.*

В программе «Нуклид-Мастер», начиная с версии 2.1, при создании библиотеки радионуклидов используются оригинальные файлы оцененных данных по структуре ядра ENSDF (Evaluated Nuclear Structure Data File). Существующие в программе возможности просмотра цепочек распада и схем распада интересующих нуклидов, формирование списка их альфа- и гамма- линий и ряд других функций адаптированы под используемые данные из файлов ENSDF/2 (более компактного варианта представления данных ENSDF).

В версии программы «Нуклид-Мастер Плюс» добавлены возможности использования программной утилиты TCCFCALC (True Coincidence Correction Factor CALCulation) для расчета поправок на истинное суммирование и последующая коррекция интенсивности гамма-излучений в библиотеке радионуклидов. Расчет поправок производится для различных геометрий измерения, включающих два типа детектора (сцинтилляционные и коаксиальные HPGe детекторы), точечные и объемные источники (цилиндрический сосуд и сосуд Маринелли произвольных размеров). Разработаны сервисные возможности для создания и редактирования геометрий измерения, группового расчета поправок на истинное суммирование для нескольких нуклидов с различными параметрами расчета и визуализации процесса расчета.

Автоматическая коррекция данных с помощью рассчитанных поправок на истинное суммирование добавлена в программу LSRM2000.

ПРОГРАММНЫЕ ПРОДУКТЫ СЕМЕЙСТВА LSRM2005. ADA (ALPHA DECAY ANALYSIS) –ПРОГРАММА ОБРАБОТКА АЛЬФА- СПЕКТРОВ

*¹В.Н. Даниленко, ¹Е.А. Ковальский, ²С.В. Малиновский., ²В.А Тихомиров., ¹С.Ю.Федоровский
¹ООО «ЛСРМ», п. Менделеево, ²ГУП МосНПО «Радон», г.Москва*

Программа построена на базе SpectraLine и дополнена модулем расчета активности альфа-спектров^{*)}. Все интерфейсные возможности SpectraLine не только сохранены, но и дополнены возможностями работы с базой данных.

Модуль расчета активности построен на параметрическом представлении линий альфа-спектра. Спектр каждой энергетической линии альфа - излучающего изотопа описывается функцией, представляющей сочетание асимметричного распределения Гаусса, экспоненты и гиперболы, связанных между собой условием непрерывности функции и её производной. Такая модель описывает альфа-спектр, как «тонких», так и достаточно «толстых» источников, и хорошо зарекомендовала себя при работе с альфа-спектрами, измеренными с помощью спектрометров как с ППД-детекторами, так и с ионизационными камерами. Параметры модели и значения активности находятся из условия минимума модифицированного χ^2 - функционала. В число варьируемых включены параметры деформации спектра, обусловленной сложением импульсов от альфа-частиц и конверсионных электронов.

Результаты обработки отображаются на экране и формируются в виде отчета. Форма отчета задается пользователем. Для визуальной оценки качества подгонки результаты подгонки в виде спектров отдельных радионуклидов отображаются на графике спектра.

Форма линии, полученная в результате минимизации, может быть сохранена и использована для анализа спектра традиционными для SpectraLine методами.

Измеренные спектры и результаты обработки могут быть сохранены в базе данных. Это позволяет организовать анализ многократных измерений на сходимость по заданным критериям.

^{*)}модуль расчета активности альфа-спектров разработан МосНПО «Радон»

ОСОБЕННОСТИ ОЦЕНКИ РАДИАЦИОННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ ИЗОТОПОВ РАДОНА НА ПЕРСОНАЛ БАЗЫ ХРАНЕНИЯ МОНАЦИТОВОГО КОНЦЕНТРАТА

*Екидин А.А., Жуковский М.В., Кирдин И.А., Пахолкина О.А., Яρμοшенко И.В.
Институт промышленной экологии УрО РАН*

База хранения монацитового концентрата ГУ «УралМонацит» расположена на юго-западе Свердловской области в 10 км от города Красноуфимск. В настоящее время на территории предприятия хранится около 82 000 тонн монацитового концентрата. Суммарная активность цепочки ^{235}U – $1,02 \cdot 10^{12}$ Бк. Суммарная активность цепочки ^{232}Th – $1,61 \cdot 10^{14}$ Бк. Штабеля ящиков с монацитом высотой до 4 м хранятся в 19 деревянных зернохранилищах (постройки 40-х годов XX века) и 4 металлических ангарах (70-х годов XX века). На предприятии организован индивидуальный контроль внешнего облучения работников, используя индивидуальные дозиметры (ТЛД и ДКГ-АТ2503). В контрольных точках и отдельных рабочих местах ведется рутинный мониторинг мощности дозы γ -излучения переносными приборами (радиометр-дозиметр МКС-АТ1117). В стационарных условиях радиометрические и спектрометрические исследования не показали детектируемые значения торона в атмосфере складов. Для контроля содержания изотопов радона и их ДПР у предприятия имеются средства измерения, внесенные в гос. реестр. Приборы позволяют выполнять измерения мгновенных значений объемной активности радона (радиометр РРА-01-03М) и мгновенных значений эквивалентной равновесной объемной активности радона (радиометр РАА-10). Применение типовых приборов ограничивается только рабочими местами в административно-техническом здании предприятия. Многократное превышение значений ОА торона по сравнению с ОА радона в помещениях хранения монацита не позволяет применять стандартные методы измерений ОА изотопов радона, типичные для жилых помещений или рабочих мест с отсутствием значительных количеств равновесного торона.

С целью организации контроля ОА радона в складах был выполнен эксперимент по определению чувствительности штатных трековых детекторов к торону. В боксе, наполненном тороном, в течение 171 часа было экспонировано четыре типа трековых детекторов (по 15 штук каждого типа). Чувствительности детекторов к торону отличалась на два порядка. Наименее чувствительные к торону детекторы были установлены в помещениях хранения монацита. В результате получены значения ОА радона в диапазоне от 30 до 830 Бк/м³, при среднем значении 280 Бк/м³.

Для выполнения измерения ОА торона проведена модификация штатных детекторов и определена чувствительность модифицированных детекторов к торону. Для определения ОА торона в точке наблюдения требуется устанавливать пару детекторов – модифицированы и штатный, что позволяет учесть вклад радона в количество треков на детекторе, обусловленных радоном. В результате получены значения ОА торона в диапазоне от 1600 до 14000 Бк/м³, при среднем значении 7100 Бк/м³.

ПРОБЛЕМЫ КОНТРОЛЯ СОСТАВА ВЫСОКОАКТИВНЫХ ОТХОДОВ НА ЧАЭС

*В.В. Андреев, А. И. Загрой, А.И.Савин
ГСП "Чернобыльская АЭС", Украина, г.Славутич*

Начало широкомасштабных работ на объекте "Укрытие" по реализации стабилизационных мероприятий и подготовке к строительству нового безопасного конфаймента подняло вопрос организации временного складирования высокоактивных фрагментов, которые могут быть обнаружены в грунте вокруг разрушенного 4-го энергоблока.

На данном этапе предполагается, что при обнаружении таких фрагментов работы на этом участке приостанавливаются, производится его тщательное радиационное обследование, по результатам которого определяется технология удаления обнаруженного предмета.

Для высокоактивных ВАО (свыше 1 Р/час) предусматривается контейнеризация в первичную 200-литровую упаковку, которая затем помещается в бетонный транспортно-защитный контейнер. Защитный контейнер перевозится в места временного складирования на хранение.

Действующие правила обращения с радиоактивными отходами предусматривают перед операцией помещения отхода на склад обязательное составление паспорта, в котором указывается как радионуклидный состав РАО, так и общая активность каждого радионуклида в контейнере.

Учитывая высокий радиационный фон от контейнера проведение его измерения большинством распространенных устройств для характеристики РАО (например, типа DRUMSCAN) является не только невозможным технически, но и опасным занятием.

В этих условиях удачным устройством на наш взгляд явился комплекс ISOCS на базе спектрометра InSpector 2000, производимый фирмой CANBERRA. Опробование этого комплекса на ЧАЭС показало, что удастся производить измерения активности радионуклидов в контейнерах (первичных упаковках) с расстояния 10- 12 м, где мощность дозы не превышает 3 мР/час. Предварительная оценка погрешности измерения суммарной активности всех радионуклидов показала, что она не превышает 30%, для отдельных нуклидов, в частности ^{241}Am , погрешность измерения может оказаться гораздо выше.

ОРГАНИЗАЦИЯ РАДИАЦИОННОГО КОНТРОЛЯ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ РАБОТ В РАМКАХ ПРОЕКТА «СТАБИЛИЗАЦИОННЫЕ РАБОТЫ НА ОБЪЕКТЕ «УКРЫТИЕ»

*В.В. Андреев, М. И. Звеницкий, А.И. Савин
ГСП "Чернобыльская АЭС", Украина, г. Славутич*

Реализация проекта «Стабилизационные мероприятия на объекте «Укрытие» потребовала привлечения большого числа подрядного персонала для работы в крайне неблагоприятной радиационной обстановке.

Предварительные исследования показали, что на местах производства работ на МЭД может достигать до 7 Р/ч, а загрязненность поверхностей помещений и оборудования до 500 α -частиц/см² *мин и 50000 β -частиц/см² *мин.

Концентрации α -активных аэрозолей в помещениях достигает 8,1 Бк/м³, в том числе ²⁴¹Am - 6,1 Бк/м³, а β -активных - до 6600 Бк/м³.

В этих условиях перед цехом радиационной безопасности ГСП ЧАЭС встала задача организации действенного радиационного контроля, охватывающего весь комплекс производства работ, с целью обеспечения радиационной безопасности подрядного персонала.

Сложная радиационная обстановка, в местах производства работ, требует от цеха РБ проведения регулярного широкомасштабного дозиметрического контроля включающего:

Индивидуальный дозиметрический контроль внешнего облучения персонала, в том числе оперативный, результаты которого становятся известными сразу по окончании рабочего дня;

- Индивидуальный контроль аэрозолей в зоне дыхания персонала;
- Контроль воздушной среды рабочих зон, включающий индивидуальный контроль аэрозолей непосредственно в зоне дыхания персонала;
- Контроль содержания радионуклидов в теле подрядного персонала с помощью установок СИЧ и методами биофизических измерений;
- Контроль поверхностного загрязнения рабочих мест и площадок, спецодежды и обуви подрядного персонала.

Для индивидуального дозконтроля внешнего облучения используется комплекс термолюминесцентных дозиметров HARSHOW 8000 в сочетании с прямопоказывающими электронными дозиметрами PDP.

Контроль внутреннего содержания радионуклидов персонала подрядных организаций осуществляется при помощи экспресс-установки СИЧ. В 2005 г будут дополнительно введены в эксплуатацию еще 4 установки СИЧ «FASTSCAN», размещенные в новом санпропускнике, предназначенном для обслуживания персонала, занятого на стабилизационных мероприятиях.

Биофизический контроль подрядного персонала осуществляется группой БИОМЕД, в которую входят представители ведущих медицинских научных центров Украины (НЦРМ, МАЭМ, НИИ РЗ). Результатом их работы должна стать оценка индивидуальных доз внутреннего облучения персонала, задействованного в выполнении стабилизационных работ.

В зонах производства работ на объекте «Укрытие» постоянно ведется мониторинг воздушной среды (МВС) с использованием оборудования:

- стационарные системы МВС (АВРМ-203М);
- портативные системы МВС (Н-810, Н-810 DS);
- персональные системы МВС (тип 224-РСХR4).

При выборе аппаратурного и приборного парка учитывалась специфика объекта «Укрытие», характеризующаяся значительными уровнями ионизирующего излучения,

загрязненностью радиоактивной пылью, содержащей высокоактивные топливные частицы. Эта пыль является основным источником загрязнения воздуха.

Индивидуальный контроль аэрозолей в зоне дыхания осуществляет персонал лаборатории радиэкологического мониторинга ЦРБ с применением пробоотборников воздуха тип 224-PCXR4. Пробоотборник воздуха 224-PCXR4 предназначен для отбора проб воздушной среды непосредственно в зоне дыхания.

Для исследования изотопного состава аэрозолей используется гамма- и альфа-спектрометрическое оборудование ведущих мировых производителей.

КОМПЛЕКСЫ КОНТРОЛЯ РАДИАЦИОННОЙ ОБСТАНОВКИ

*Иванов А.И., Хвастунов М.М.
ЗАО НПЦ «Аспект», г. Дубна, МО*

Концепция построения комплексов контроля радиационной обстановки

При разработке технических средств были реализованы следующие подходы:

- Соответствие метрологических и эксплуатационных характеристик элементов комплекса требованиям соответствующих нормативных документов
- Сетевая конфигурация комплекса. Возможность компоновать комплексы с разным количеством и различными типами блоков детектирования без дополнительных программно-аппаратных затрат
- Интеллектуальные измерительные устройства. Любое устройство осуществляет расчет измеряемого параметра (МЭД, плотность потока, удельная активность и т.д.), управляет локальными средствами сигнализации и осуществляет контроль работоспособности.
- Использование единого физического интерфейса RS 485 и программного протокола MODBUS.
- Программное задание параметров и режимов работы всех измерительных устройств комплекса
- Удаленная диагностика работоспособности измерительных устройств
- Возможность удаленного доступа к настройкам измерительных устройств
- Возможность архивирования видеоизображения событий с соответствующими данными измерительных устройств.
- Возможность смены среды передачи данных с использованием стандартных программно-аппаратных средств
- Использование стандартных сертифицированных программных продуктов
- Поддержка принятия решения оператором в случае возникновения тревожных событий
- Возможность интегрирования комплексов
- Минимизация соотношения цена-качество.

Комплексы контроля РО территории

В настоящее время НПЦ «Аспект» в рамках программы наукоградов ведет разработку базового варианта комплекса контроля РО территории радиационно-опасных объектов (АСКРО). Назначение комплекса:

- непрерывный контроль РО территории
- сбор, обработка, анализ и представление данных о РО
- формирование прогноза развития РО в случае аварийных ситуаций на радиационно-опасных объектах, расположенных на территории
- информационное обслуживание как локальных, так и удаленных пользователей (поддержка принятия решений)
- радиационный контроль питьевой воды
- выработка рекомендаций по необходимости проведения защитных мероприятий для населения, попавшего в зону аварии.

Основное отличие от аналогичных систем, предлагаемых зарубежными фирмами (MGP, Exploranium, Rados) – существенно более низкая цена оборудования, простота обслуживания и ремонта при эксплуатации. Надежность работы предлагаемой системы сопоставима с зарубежными аналогами, что подтверждается сертификацией основных модулей системы в системе Госстандарта России и ГАНа. По предварительным оценкам при сходных с зарубежными аналогами функциональных характеристиках предлагаемая система будет

стоять примерно в два раза дешевле, а затраты при текущей эксплуатации (техобслуживание, ремонт) соответственно меньше примерно в три раза.

Перспективы развития

Программно-аппаратные решения, использованные при разработке технических средств контроля РО и комплексов на их основе, позволяют осуществить интеграцию комплексов любой конфигурации и практически любого территориального образования. Особый интерес могут вызвать решения построения штатными средствами единого центра контроля радиационной обстановки регионального или ведомственного подчинения.

ПРИБОРНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ СИСТЕМ РАДИАЦИОННОГО КОНТРОЛЯ

В.В. Бабенко, А.С. Казимиров, А.Ф. Рудык
ООО "НПП "АтомКомплексПрилад", г. Киев, Украина

Специфика ядерной промышленности нуждается в обеспечении приборами и измерительно-вычислительными системами нового перспективного поколения на базе современных технологий, синтеза принципов радиометрии, спектрометрии и математического моделирования. Особенностью в тенденциях развития РК является то, что наряду с созданием автономных спектрометрических комплексов открываются перспективы включения их в АСРК, которые в свою очередь являются подсистемами АСУ ТП АЭС.

Практическую основу радиационного контроля на АЭС составляет определение активности различных групп реперных радионуклидов, основная часть которых приведена в табл.1.

Таблица 1

Группы радионуклидов как идентификаторы технологических процессов на АС

Группы нуклидов	Функции контроля радионуклидов в технологических процессах
Продукты активации: $^{16}\text{N}; ^{17}\text{N}$	Индикаторы и мониторы тепловой мощности реактора, энерговыделения в активной зоне, расхода теплоносителя, протечки парогенераторов.
Продукты деления: криптон, ксенон, радиоизотопы иода, цезия, рубидия	Индикаторы контроля герметичности оболочек твэлов; индикаторы аварийного разрушения твэлов и утечки продуктов деления из контуров АС; индикаторы состава и активности выбросов и сбросов АС в окружающую среду
$^{131}\text{I}; ^{137}\text{Cs}$	Индикаторы обнаружения и подтверждения не герметичности ТВС при выдержке ТВС в пеналах с водой.
$^{134}\text{Cs}; ^{137}\text{Cs}; ^{106}\text{Ru}$ $^{144}\text{Ce}; ^{148}\text{Nd}$	Мониторы выгорания ядерного топлива
Продукты коррозии: $^{54}\text{Mn}; ^{56}\text{Mn}; ^{51}\text{Cr};$ $^{59}\text{Fe}; ^{65}\text{Zn}; ^{58}\text{Co}; ^{60}\text{Co}$	Индикаторы радиоактивного загрязнения технологических сред и оборудования, а также выбросов и сбросов АС

Так как регистрацию излучения реперных нуклидов необходимо проводить по фотопикам в узких энергетических интервалах, иногда в жестких радиационных полях и часто при изменении температуры технологической среды, то требуется высокая стабильность всего измерительного тракта устройств детектирования.

В настоящее время НПП "Атом Комплекс Прибор" разработал и внедрил на АЭС Украины аппаратно-программного комплекса «Спектрометрия теплоносителя первого контура» (СТПК) для радиационного контроля теплоносителя основного контура ВВЭР-1000;

СТПК предназначен для дискретно-непрерывного технологического контроля удельной активности реперных радионуклидов в теплоносителе основного контура ядерных реакторов с помощью гамма – спектрометрии высокого разрешения и обеспечивает:

- непрерывное измерение спектров гамма-излучения теплоносителя.
- автоматическую обработку спектрометрической информации.
- выдачу (в т.ч. и на БЩУ) величины абсолютной активности реперных радионуклидов через заданные промежутки времени.

СТПК ориентирован на обязательный оперативный контроль удельной активности радионуклидов йода ($^{131}\text{I} \div ^{135}\text{I}$), значения которых согласно действующих нормативных документов определяют пределы безопасной эксплуатации энергоблоков.

СТПК позволяет периодически определять удельную активность реперных радионуклидов из различных групп (ИРГ, продуктов активации и др.), что даёт возможность осуществлять КГО твэлов и анализ других радиационных параметров активной зоны и основного контура реактора.

СТПК представляет собой открытый высокопроизводительный комплекс для непрерывного измерения спектров гамма-излучения теплоносителя, автоматической обработки, отображения, передачи, хранения и документирования спектрометрической информации о радиационном состоянии теплоносителя основного контура реактора и является подсистемой АСРК.

Контроль пяти изотопов йода (I-131÷135), а также пяти радионуклидов РБГ (Xe-133, 135; Kr-85m,87,88) является оптимальным и позволит корректно и детально оценивать герметичность оболочек твэлов.

МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ НОСИМЫЕ СПЕКТРОМЕТРЫ ГАММА-ИЗЛУЧЕНИЯ МКС-АТ6101 И ИХ ПРИМЕНЕНИЕ ДЛЯ РЕШЕНИЯ РАЗЛИЧНЫХ ЗАДАЧ РАДИАЦИОННОГО КОНТРОЛЯ ОБЪЕКТОВ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ И ИСТОЧНИКОВ ИОНИЗИРУЮЩИХ ИЗЛУЧЕНИЙ

*Кожемякин В.А., Антонов В.Н., Быстров Е.В., Гуринович В.Н., Довжук М.Н., Кийко А.Н., Петров В.И., Тищенко С.Н., Толстов С.А. Шульгович Г.И.
УП «АТОМТЕХ», г. Минск, Республика Беларусь.*

В докладе представлены многофункциональные носимые спектрометры гамма-излучения МКС-АТ6101, разработанные в УП «АТОМТЕХ». Основное их назначение - измерение и обработка спектров гамма-излучения, поиск, локализация и идентификация естественных, промышленных, медицинских радионуклидных источников и ядерных материалов, определение активности радионуклидов без пробоотбора, измерение мощности амбиентной дозы гамма излучения, измерение плотности потока альфа-, бета-излучения и нейтронного излучения с возможностью привязки на местности. Спектрометры имеют интуитивно понятный интерфейс, могут хранить в себе до 300 спектров и имеют возможность подключаться к персональному компьютеру для передачи измеренных спектров и дальнейшей их обработки с помощью разработанного программного обеспечения. Состав спектрометров предусматривает: блок обработки информации или компьютер, внешние интеллектуальные блоки детектирования гамма-, альфа- и бета-излучения. В зависимости от модификации спектрометры МКС-АТ6101 могут применяться для мониторинга окружающей среды, контроля радиоактивных отходов, контроля за перемещением радиоактивных и ядерных материалов, в геологоразведке, научных исследованиях, скрытном сканировании помещений и площадей, поиске ядерных террористов и других областях.

ДОЗИМЕТР-РАДИОМЕТР МКС-АТ1117М – НОВЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ

*Кожмякин В.А., Вороньков В.Н., Петров В.И., Шульгович Г.И., Гуринович В.И.
УП «АТОМТЕХ», г.Минск, Республика Беларусь*

Дозиметр-радиометр **МКС-АТ1117М** представляет собой многофункциональный универсальный прибор, позволяющий измерять:

- амбиентную дозу и мощность амбиентной дозы рентгеновского, гамма и нейтронного излучения;
- экспозиционную дозу и мощность экспозиционной дозы рентгеновского и гамма-излучения;
- плотность потока и флюенс альфа, бета и нейтронного излучения;
- поверхностную активность ^{239}Pu и ^{90}Sr и осуществлять поиск радиоактивных загрязнений.

Благодаря большому набору сменных блоков детектирования имеется возможность решать широкий круг задач в области дозиметрии и радиометрии, осуществляя измерения в полях излучения характерных как для нормальной радиационной обстановки, так и для тяжелых ядерных аварий.

Каждый из 14 входящих в состав прибора блоков представляет собой функционально и конструктивно законченное изделие с микропроцессорным управлением, обмен информацией с которым осуществляется по интерфейсу RS232.

Выходная информация блоков детектирования имеет вид готовых значений измеряемой физической величины (дозы, мощности дозы, плотности потока и т.д.) при расчете которой в блоках учитывается влияние температуры, загрузки, разброса параметров, старения элементов и т.п.

Использование для обмена информацией интерфейса RS232 позволяет подключать блоки детектирования непосредственно к ПЭВМ, что делает возможным, кроме всего прочего, для всего ряда сцинтилляционных спектрометрических блоков наблюдение аппаратурных спектров регистрируемого альфа, бета, рентгеновского и гамма-излучения.

Большое разнообразие блоков, отличающихся техническими характеристиками, конструкцией, типом используемого детектора, стоимостью позволяет потребителю выбрать наиболее подходящий для него вариант.

По степени защиты от внешних воздействий дозиметр-радиометр соответствует группе IP64 и может эксплуатироваться в лабораторных и полевых условиях в диапазоне температур от минус 30 до плюс 50°C.

Питание прибора осуществляется от встроенного в блок обработки и индикации аккумуляторной батареи, емкости которой достаточно для непрерывной работы прибора в течении не менее 24 часов.

МОНИТОРИНГ РАДИОАКТИВНОСТИ ПОДЗЕМНЫХ ИСТОЧНИКОВ ПИТЬЕВОГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ И ДОЗЫ ОБЛУЧЕНИЯ НАСЕЛЕНИЯ

Костенецкий М.И.

Запорожская областная санитарно-эпидемиологическая станция

Известно, что наибольшую дозу облучения население получает не от техногенных, а от природных источников радиации. По данным отечественных авторов годовая эффективная доза облучения населения Украины за счет радионуклидов природного происхождения составляет 6,15 мЗв, что значительно больше среднемировых величин.

Большинство природных источников не является предметом гигиенического нормирования и практически не поддается управлению. В то же время ряд источников природного происхождения нормируется, что дает возможность проведения мероприятий по ограничению доз облучения населения. К ним относятся уран, радий-226 и радон-222, допустимые концентрации которых в питьевой воде с 1998 года стали нормироваться «Нормами радиационной безопасности Украины» (НРБУ-97).

С целью снижения доз облучения населения реализуя требования Закона Украины «О защите человека от действия ионизирующего излучения» Запорожская областная санэпидстанция подготовила «Программу защиты населения Запорожской области от действия ионизирующего излучения на 2003-2010 годы», которая была утверждена решением сессии областного Совета 24.12.02. № 9.

В программе предусмотрено проведение радиологического мониторинга окружающей природной среды, в том числе и питьевой воды. Предусмотрены и организационные мероприятия, в связи с чем паспорт на вновь открываемые на территории области скважины не выдается без проведения радиологического контроля. Кроме того, радиологическая лаборатория облСЭС ведет выборочный (плановый) контроль радиоактивности воды из существующих скважин. В результате этой работы только за последние 5 лет нами проведено исследование радиоактивности воды из 282 скважин.

Поскольку Запорожская область размещена на 4 геологических образованиях: Украинском кристаллическом массиве, Приазовской гряде, Конско-Ялынской и Причерноморской впадинах, полученные нами за последние годы результаты исследований объединены в четыре группы.

На основании результатов исследований была рассчитана эффективная годовая доза облучения населения, которые потребляют воду, поступающую из различных геологических образований.

Анализ полученных данных подтверждает, что наибольшей естественной радиоактивностью обладают подземные источники воды, расположенные в зоне залегания Украинского кристаллического массива. Естественно, что и годовая доза облучения, которую получает население за счет питьевой воды из скважин, расположенных в зоне его залегания, достаточно высока и может составлять более 700 мкЗв. Доза облучения населения, потребляющего воду из других геологических образований, в 4-6 раз меньше.

ПРИМЕНЕНИЕ ДЕТЕКТОРА НА ОСНОВЕ ТЕЛЛУРИДА КАДМИЯ ДЛЯ РАДИАЦИОННОГО КОНТРОЛЯ ПАРАМЕТРОВ РЕАКТОРА

*Левенец В.В., Омельник А.П., Щур А.А., Гончаров А.В., Пистряк В.М.,
Кутний В.Е., Рыбка А.В.*

ИФТТМТ ННЦ ХФТИ, Харьков, Украина

Использование регистрации гамма излучения от радиоизотопа ^{16}N в теплоносителе реактора позволяют осуществлять:

- измерение расхода теплоносителя первого контура по спаду активности ^{16}N ;
- определение полной тепловой мощности реактора и в петлях по активности изотопа ^{16}N в теплоносителе первого контура;
- определение полной тепловой мощности реактора и в петлях по совместной регистрации активности изотопа ^{16}N в теплоносителе 1-го контура и нейтронов;
- определение неравномерности энергораспределения в активной зоне реактора (аксиальный офсет);
- определение протечек из первого и второго контуров;
- определение разгерметизации ТВЭЛов.

Для существующих систем радиационного контроля реактора по изотопу ^{16}N применяются датчики на основе счетчиков Гейгера-Мюллера и сцинтилляторов ($\text{NaJ(Tl)}\dots$). Они работают в довольно сложных условиях и должны отвечать соответствовать серии требований: использование в широком температурном диапазоне, наличие высокой радиационной стойкости, стабильность характеристик и т.д.

Учитывая высокую радиационную, температурную стойкость и эффективность регистрации гамма излучения представляется перспективным использовать для решения этих задач датчиков на основе теллурида кадмия.

Нами был проведен модельный эксперимент с подобным датчиком и детекторами NaJ(Tl) , Ge(Li) в поле гамма излучения созданном при протекании ядерных реакций на пучке ускоренных протонов.

Условия эксперимента: детекторы $\text{NaJ(Tl)}(150\times 100)$; $\text{Ge(Li)}(150\text{ см}^3)$; $\text{CdZnTe}(1\text{ см}^3$, изготовлен в ИФТТМТ ННЦ ХФТИ). Каждый из детекторов был помещен в защитный кожух из свинца для уменьшения фонового излучения. Пучок протонов электростатического ускорителя «Сокол» с энергией 1.7 МэВ. Ток пучка выбирался из условия отсутствия перегрузок в электронном тракте. Мишени в виде таблеток спрессованного порошка из Zr_4F , Na_4F , B_4C , BN , Al , а также мишени на основе SiO_2 с добавлением Na на уровне 0,5 % мас. и на основе Zr с добавлением B на уровне 1% мас и F – на уровне 0,1 % мас. Были использованы реакции типа $(p,p'\gamma)$ и $(p,\alpha\gamma)$, что позволило получить гамма излучение в диапазоне 110 кэВ-11 МэВ.

Исследовались эффективность регистрации излучения в указанном диапазоне, линейность энергетической калибровки, счетные характеристики. Приведены результаты эксперимента. Сделан вывод о перспективности использования детекторов на основе теллурида кадмия для систем радиационного контроля параметров реактора.

ПРИМЕНЕНИЕ ДЕТЕКТОРОВ ИЗ CDTE И CDZNTe ПРОИЗВОДСТВА ННЦ ХФТИ ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ГАММА И АЛЬФА ИЗЛУЧЕНИЙ

*Левенец В.В., Омельник А.П., Щур А.А., Кутний В.Е., Рыбка А.В.
ИФТТМТ ННЦ ХФТИ, Харьков, Украина*

Полупроводниковые детекторы на основе кристаллов CdTe (CdZnTe) в последнее время находят всё более широкое применение. Благодаря совершенствованию технологии производства создаются кристаллы с необходимыми, что позволяет получать на их основе блоки детектирования ионизирующего излучения с хорошими спектротрическими и эксплуатационными характеристиками.

Целью данной работы было испытание изготовленных в ИФТТМТ ННЦ ХФТИ полупроводниковых детекторов из CdTe (CdZnTe) в полях рентгеновского и гамма-излучения в диапазоне энергий 10-500 кэВ, а также исследование возможности применения разработанных и изготовленных детекторов для регистрации заряженных частиц с энергией до нескольких десятков МэВ. В данном сообщении представлены результаты исследования при комнатной температуре спектротрических характеристик детекторов γ -излучения толщиной 0,8 мм и 2 мм. Источниками γ -излучения служили изотоп ^{241}Am активностью $1 \cdot 10^5$ Бк и изотоп ^{152}Eu активностью $3 \cdot 10^4$ Бк. Диапазон регистрируемых излучений от источников 10 кэВ - 1.5 МэВ. Источник и детектор устанавливались соосно на расстоянии, позволяющем не учитывать размеры источника. Между источником излучения и блоком детектирования в отдельных измерениях устанавливался свинцовый коллиматор толщиной 15 мм с отверстием диаметром 1,8 мм.

Кроме γ -излучения, исследовались спектротрические характеристики CdZnTe детектора, как детектора заряженных частиц. Для изучения характеристик детектора и выбора оптимальных условий его работы использовались следующие источники α -частиц: ^{226}Ra (активность $4,2 \cdot 10^4$ Бк), ^{233}U ($4,3 \cdot 10^4$), ^{239}Pu ($3,95 \cdot 10^3$ Бк), ^{238}Pu ($3,99 \cdot 10^4$ Бк), ^{241}Am ($1 \cdot 10^5$ Бк). Источники поочерёдно размещались на расстоянии 1,5 мм от поверхности кристалла. Измерения проводились в воздухе.

Представлены результаты проведенных работ. В частности, было показано, что при регистрации гамма (рентгеновского) излучения в исследованном диапазоне детекторы обладают достаточным энергетическим разрешением и эффективностью, а при использовании их для спектротрии альфа частиц возможно идентифицировать каждый изотоп индивидуально и в смеси всех.

УЧЁТ КОНВЕРСИОННЫХ ЭФФЕКТОВ ПРИ ОБРАБОТКЕ СЛОЖНЫХ АЛЬФА-СПЕКТРОВ

*Малиновский С.В., Ермаков А.И., Каширин И.А., Тихомиров В.А., Соболев А.И.
ГУП МосНПО «Радон», Москва*

Корректная обработка сложных альфа-спектров, измеренных на различных типах приборов, в настоящее время проводится путём моделирования спектров отдельных изотопов с использованием справочной информации о вкладах и энергиях отдельных энергетических линий. Но часто, при попытке моделирования, оказывается, что некоторые аппаратные линии сдвинуты относительно ожидаемого положения и, кроме того, появляются новые линии, сдвинутые в более высокоэнергетическую область. Этот эффект обусловлен конверсионными электронами, сопровождающими альфа-распад ядра. Если после альфа-распада ядро остаётся в возбуждённом состоянии и время жизни этого состояния мало, то импульс от конверсионного электрона будет накладываться на импульс от альфа-частицы, что и приводит к сдвигу и образованию новых пиков.

Наиболее ярко этот эффект проявляется в ионизационных альфа-камерах, спектры которых без учёта конверсионного эффекта корректно обработать невозможно. В полупроводниковых детекторах значение эффекта конверсии увеличивается по мере уменьшения расстояния между пробой и детектором и, соответственно, по мере увеличения вероятности одновременного попадания в детектор альфа-частицы и сопровождающего конверсионного электрона. В жидкосцинтилляционных спектрометрах визуально этот эффект менее заметен из-за худшего энергетического разрешения, тем не менее ввиду высокой эффективности регистрации как альфа-частиц, так и электронов, его учёт важен для получения корректной информации.

Проведённые исследования позволили определить основные закономерности влияния конверсионного эффекта на форму спектров отдельных радионуклидов и разработать алгоритм корректировки модельных спектров, полученных из справочных данных по альфа-распаду. Алгоритм реализован в соответствующем программном обеспечении.

Показаны примеры обработки альфа-спектров с учётом конверсионного эффекта и без него.

ТЕХНОГЕННАЯ МИГРАЦИЯ ^{137}Cs В ГОРОДСКИХ ЭКОСИСТЕМАХ (НА ПРИМЕРЕ ТЕРРИТОРИИ МОСКВЫ)

П.С. Микляев, Т.Б. Петрова***

**Институт геоэкологии РАН, ** ФГУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Москве»*

Загрязнение ^{137}Cs территории Москвы обусловлено радиоактивными выпадениями в результате ядерных испытаний, и аварии на Чернобыльской АЭС. Выпадая из атмосферы, ^{137}Cs прочно сорбируется в почвенном слое. В природных экосистемах концентрация ^{137}Cs в почвах ежегодно уменьшается за счет радиоактивного распада и миграции ^{137}Cs в минеральный слой. Скорость миграции и глубины проникновения ^{137}Cs в минеральный слой малы (от 5 до 25 см за 15 лет). Перенос ^{137}Cs по латерали также практически отсутствует. Таким образом, в природных условиях ^{137}Cs малоподвижен и его концентрации в почвах отражают интенсивность атмосферных выпадений на данной территории.

Однако, проведенные нами исследования показали, что в городских экосистемах активно проявляется техногенная миграция ^{137}Cs , связанная с уничтожением и перемещением почвенного слоя содержащего ^{137}Cs . Распределение концентраций ^{137}Cs в городских почвах определяется категорией хозяйственного землепользования. В почвах лесопарков и сельскохозяйственных земель сохранилось близкое к природному распределение ^{137}Cs . В пределах промышленных зон и заброшенных земель (свалки, заброшенные карьеры и т.д.) ^{137}Cs отсутствует, т. к. почвенный покров, содержащий выпавший ранее из атмосферы ^{137}Cs , чаще всего удален (вывезен или перемешан с коренным грунтом). На территориях жилой зоны распределение ^{137}Cs наиболее сложное. Здесь почвенный слой, содержащий ^{137}Cs , в целом сохранен, однако он постоянно срезается, перемещается с места на место и частично уничтожается при проведении строительных и земляных работ. Кроме того, в жилой зоне постоянно проводятся работы по созданию искусственных газонов, для чего на территорию Москвы ввозятся почвенные смеси из других регионов. Причем, часто ввозятся черноземы из областей с высокими уровнями загрязнения ^{137}Cs в результате чернобыльской аварии, что вызывает особую тревогу. Так на территории Москвы были выявлены привозные черноземы, в которых содержание ^{137}Cs достигает 300 Бк/кг, что примерно в 50 раз превышает уровни загрязнения, характерные для почв Москвы. Таким образом, распределение ^{137}Cs в почвах Москвы обусловлено, прежде всего, его техногенной миграцией с перемещаемыми почвами.

РАДИОНУКЛИДНЫЙ СОСТАВ ПРОБ ПОЧВЫ, ОТОБРАННОЙ В 40-КМ ЗОНЕ ЧАЭС. ДВАДЦАТЬ ЛЕТ СПУСТЯ

*Т.Б. Петрова**, *В.К. Власов***, *П.С. Микляев****

* ФГУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Москве», ** МГУ им. М. В. Ломоносова, *** Институт
геоэкологии РАН

В первые месяцы и даже годы после аварии на ЧАЭС определение радионуклидного состава и удельной активности радионуклидов в пробах почвы в зоне, прилегающей к АЭС, составляло немало трудностей, так как была высокой загрузка детектора, в пробах присутствовало большое количество радионуклидов многие из которых были «каскадниками». К настоящему времени большая часть радионуклидов распалась, и появилась возможность определить долгоживущие радионуклиды с хорошей точностью. В таблице 1. представлены результаты измерений удельной активности крупнодисперсных и мелкодисперсных частиц, представленные в Отчёте ИОЯФ РНЦ КИ 1992 г. (1) и удельные активности радионуклидов из образца №1 почвы, отобранной на промплощадке АЭС (измерены ФГУЗ ЦГИЭ в Москве). Измерения образца проводились на НРРД фирмы «Силена» (спектрометр «DSPEC jr» и программа обработки спектров «GAMMA-VISION-32» фирмы «ORTEC») в точечной геометрии на поверхности детектора и на высоте 3,5 см над детектором.

Таблица 1. Результаты измерений пробы почвы – образец №1 (ФГУЗ ЦГИЭ в Москве) и частиц (литературные данные – ИОЯФ РНЦ КИ)

Нуклид	Период полураспада	Ai/A _{cs-137} в активной зоне реактора на момент аварии (1)	Крупн. горячие частицы, Бк (1)	Ai/A _{cs-137}	Мелкодисперсн. частицы, Бк (1)	Ai/A _{cs-137}	Образец №1, Бк/кг	Ai/A _{cs-137}
¹²⁵ Sb	2,77 л.	0,07	6,5 · 10 ⁷	0,07	7,1 · 10 ⁸	7,4	3,5 · 10 ⁶ ± 2,3 · 10 ⁶	0,06
¹³⁷ Cs	30,17 л.	1	9,2 · 10 ⁸	1	9,6 · 10 ⁷	1	6,2 · 10 ⁷ ± 8 · 10 ⁴	1
¹³⁴ Cs	2,07 л.	0,57	2,3 · 10 ⁹	2,5	9,6 · 10 ⁷	0,2	3 · 10 ⁷ ± 3 · 10 ⁶	0,48
²³⁹ Pu	24110 л.	0,02	1,5 · 10 ⁷		1,9 · 10 ⁵		2,4 · 10 ⁶ ± 1 · 10 ⁶ (?)	0,04 (?)
²⁴⁰ Pu	6553 г.							
²⁴¹ Am	433 г.	0,5 · 10 ⁻³	5,0 · 10 ⁶	5 · 10 ⁻⁴	6 · 10 ⁵	6 · 10 ⁻³	1 · 10 ⁶ ± 7,7 · 10 ⁴	0,02
¹⁵⁴ Eu	8,5 л.		3,8 · 10 ⁷	0,04	5,3 · 10 ⁶	0,06	7,6 · 10 ⁵ ± 2,9 · 10 ⁴	0,01
¹⁵⁵ Eu	4,96 г.						1,6 · 10 ⁶ ± 4,5 · 10 ⁵	0,03
⁶⁰ Co	5,27 л.					0,08	2,6 · 10 ⁵ ± 1,5 · 10 ⁴	0,004

Так как тугоплавкие радионуклиды – церий –144, цирконий –95, на активность которых нормировались активности других радионуклидов распались, нормирование проводилось на активность цезия-137, как радионуклида, представленного во всех таблицах и хорошо определяемого. Интерес представляет определение европия-155, не приводимого ранее в таблицах чернобыльских нуклидов, а также кобальта-60. Обсуждению подлежит возможность определения плутония -239 в настоящее время или в недалёком будущем.

НОВЫЕ СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРООХЛАЖДЕНИЯ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ ДЕТЕКТОРОВ

Ртищев В.А.

ЗАО «Канбера-Паккард Трейдинг Корпорейшн», г. Москва

Компания Canberga предлагает два новых криостата для полупроводниковых детекторов – криостат на импульсных трубках Cryo-Pulse 5 и гибридный криостат Ever-Ready.

Cryo-Pulse 5

В криостате Cryo-Pulse 5 используется технология охлаждения с помощью импульсных трубок. Основными преимуществами такого решения являются:

1. Отсутствие необходимости заливки азота - криостат можно использовать в любом месте, где можно подключиться к сети электропитания.
2. Отсутствие газовых трубок и шлангов и отсутствие горючих газов и хлорфторуглеродов – возможность эксплуатации в местах с повышенными требованиями к безопасности оборудования.
3. Отсутствие в конструкции каких-либо фильтров – исключается необходимость дорогостоящего технического обслуживания.
4. Отсутствие вибрации во время работы – возможность использования с самыми чувствительными детекторами.

Новый криостат предназначен, прежде всего, для тех мест, где имеются серьезные проблемы с поставкой жидкого азота, а также для систем, где заливка азота связана со значительными трудностями, например для необслуживаемых систем с большим количеством полупроводниковых детекторов.

Ever-Ready

Гибридный криостат Ever-Ready сочетает в себе традиционную технологию охлаждения жидким азотом и систему электрического охлаждения. В нормальном режиме работы встроенный в систему электрический охладитель обеспечивает охлаждение детектора и конденсирует пары азота. В случае пропадания электропитания охлаждение осуществляется жидким азотом, как и в обычных криостатах. Если доставки жидкого азота по каким-либо причинам невозможна, криостат Ever-Ready позволяет получать жидкий азот из сжатого азота, поставляемого в баллонах.

ПРАВОВЫЕ АСПЕКТЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ РАДИАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ЛИКВИДАЦИИ РАДИАЦИОННЫХ АВАРИЙ СВЯЗАННЫХ С ОБНАРУЖЕНИЕМ БЕСХОЗНЫХ РАДИОАКТИВНЫХ ИСТОЧНИКОВ

Скогорев И.А.

ООО «Примтехнополис», г. Владивосток

Экономические реформы, проводимые в стране, окончательно определили круг стабильно работающих производственных предприятий. Наряду с этим, они ещё чётче обозначили руинированные предприятия, развалившиеся стройплощадки и ржавеющие промышленные зоны, где сегодня продолжают активно промышленять частные сборщики металлолома, разграбляя ранее труднодоступные места. Именно в таких местах когда-то хранились материалы и оборудование, производимое на основе радионуклидов. Об этом факте говорят участвовавшие случаи обнаружения радиоактивных источников в металлоломе.

В Приморском крае только с начала года зафиксировано 9 фактов обнаружения радиоактивных источников при попытке провоза груза через системы радиационного контроля «Янтарь».

Отметим существование положительного опыта. Так, совместно с «Владивостокским морским рыбным портом», налажена эффективная система пресечения попыток провоза радиоактивных материалов в порт для последующей отправки за рубеж.

В основу действующей системы положены:

- Аппаратура обнаружения (Стационарные системы «Янтарь» и носимые поисковые приборы).

- Ежедневный инструктаж охраны порта (для грамотного реагирования на срабатывание аппаратуры).

- Схема оповещения соответствующих структур (Го и ЧС, Роспотребнадзор, МВД и ООО «Примтехнополис»)

Ликвидация радиационной аварии производится при участии представителей прибывших подразделений.

Однако именно на этом этапе и возникают юридически значимые аспекты взаимодействия и порядка ликвидации радиационных аварий, на которых хотелось остановиться поподробнее.

Во-первых, при ликвидации радиационных аварий службы руководствуются различными нормативными документами, которые на отдельных этапах вступают в противоречие друг с другом. Так, например, согласно нормативной документации, ликвидация радиационной аварии должна быть проведена в наиболее короткие сроки (пункт 5 Инструктивно-методических указаний по служебному расследованию и ликвидации радиационных аварий №2206-80), однако сроки завершения работ могут откладываться по причине не прибытия на место аварии представителей отдельных служб, а также различными дополнительными оперативными мероприятиями, проводимыми сотрудниками МВД.

Выходом в таких ситуациях может быть принятие государством единого правового акта, на основе которого действовали все заинтересованные службы. Упрощённым вариантом может быть согласованный сторонами план или порядок взаимодействия при ликвидации радиационных аварий разработанный с учётом специфики конкретной территории.

Во-вторых, Собственник радиоактивного источника не определён. Розыскные мероприятия в 99% случаях безрезультативны. Нередки случаи отказа виновника радиационной аварии нести материальную ответственность за её ликвидацию. Судебный путь разрешения проблемы долг и не актуален.

Решение данных вопросов в настоящее время базируется на угрозе лишения лицензии металлосборочного пункта. При этом грамотно поставленная защита в судебных разбирательствах не позволит лишить организацию лицензии, опираясь лишь на факт радиационной аварии.

В-третьих, из существующих принципов организации пунктов приёма металлолома, источники ионизирующего излучения должны выявляться на этапе первичного приёма. Однако существующая статистика говорит о том, что все радиоактивные источники обнаруживаются на этапе отправки оптовых партий металлолома. Отдельные должностные лица могут сделать вывод о плохо организованной работе по первичному радиационному контролю принимаемого металла.

Приёмные пункты оснащены дозиметрами, работники проинструктированы, а некоторые из них даже имеют колоссальный опыт по выявлению в партии металла подозрительных предметов, которые могут содержать источник повышенной радиации. Но ни один из этих фактов не приводит к обнаружению радиоактивных источников в официальном порядке, напротив, подобные случаи активно скрываются, а найденные источники отправляются в очередной кругооборот радиоактивного металла в природе. В лучшем случае найденные подозрительные предметы будут утоплены или закопаны.

Таким образом, существующая система выявления радиоактивных источников на приёмных пунктах металла приводит к их сокрытию и загрязнению окружающей среды.

Принятие государством решения о финансировании работ по захоронению радиационных источников, чьи владельцы не установлены, за счёт бюджетных средств позволило бы значительно упростить процедуру ликвидации многих радиационных аварий. Кроме того, обнаруживаемые гражданами бесхозные радиоактивные источники не отправлялись бы в бесконечный кругооборот в природе, а были бы изъяты из него и отправлены на долговременное хранение (захоронение) в специализированные предприятия.

Требуется поменять в целом отношение государственных органов к фактам обнаружения радиоактивных источников и к металлосборочным пунктам, как к виновникам возникновения радиационных аварий. Отсутствие должного учёта радиоактивных материалов в социалистические времена привело нас к существующей ситуации, а «металлисты» лишь санитары, волей случая, выявляющие брошенные кем-то смертельно-опасные предметы.

ОПЫТ РАБОТЫ В ОБЕСПЕЧЕНИИ РАДИАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ И ЛИКВИДАЦИИ ПОСЛЕДСТВИЙ РАДИАЦИОННЫХ АВАРИЙ В ПРИМОРСКОМ КРАЕ

Скогорев И.А., Алданов В.А., Бойко С. А.

ООО «ПримТехнополис», г. Владивосток

За последние годы проблемам радиационной безопасности населения большое внимание уделяется Правительством РФ, свидетельством тому - принятые законодательные документы, в число которых вошли Федеральные законы: «О радиационной безопасности населения», «Об использовании атомной энергии», «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения», Нормы радиационной безопасности (НРБ-99), Основные санитарные правила обеспечения радиационной безопасности (ОСПОРБ-99) и ряд других документов.

Несмотря на проводимые мероприятия по учёту и контролю за обращением с радиоактивными веществами и радиоактивными отходами количество радиационных аварий, происшествий и аварийных ситуаций с РВ и РАО не уменьшается.

В Приморском крае ежегодно происходит в среднем 10 аварийных ситуаций (1999 г. – 2, 2000 г. – 8, 2001 г. – 21, 2002 г. – 6, 2003 г. – 10, 2004 г. – 8, восемь месяцев 2005 г. – 13). В основном это случаи: обнаружения радиоактивного загрязнения или ИИИ в металлоломе – 34; пресечение попыток контрабанды, хищения и незаконного хранения или сбыта ИИИ – 14; аварии при эксплуатации и хранении ИИИ – 10; один случай обрыва геофизического прибора, содержащего ИИИ; два инцидента с радиоизотопными термоэлектрическими генераторами (РИТЭГ); один случай попытки пересечения государственной границы гражданином КНР, прошедшим курс радиотерапии с использованием радиоактивного йода-131, но не имеющего подтверждающих на то документов в 2002 г., один случай обнаружения железнодорожной цистерны загрязнённой цезием-137 в 2003 г., один случай обнаружения бесхозного блока детектирования содержащего радиоактивное вещество в 2004 г., один случай возврата радиоактивного металлолома из республики Корея в 2005 г., один случай провоза педали для барабана сделанной из металла содержащего светомассу постоянного действия на основе радия-226 в 2005 г. и один случай обнаружения бесхозного блока гамма источника в 2005 г. в центре г. Уссурийска.

Россия является одним из крупнейших экспортёров металлолома (объём экспорта составляет порядка 5,5 миллионов тонн в год). Учитывая тот факт, что Приморский край по количеству объектов, использующих ИИИ, по России находится на 11-м месте, в крае расположены объекты Тихоокеанского флота, использующие атомную энергию, и составляющие треть всех объектов края, существует вероятность осложнения радиационной обстановки в крае. Поэтому, на сегодняшний день, проблема радиоактивного загрязнения металла, предназначенного для вторичной переработки, является актуальной. Как показывает анализ аварийных ситуаций, происшедших на предприятиях, занимающихся сбором и экспортом металлолома, ИИИ попадают в металлолом, в основном, с территорий, на которых раньше дислоцировались воинские части – 9 случаев, с аэродромов – 6, кораблей (в т.ч. и гражданских) – 2, из района аварии АПЛ 10.08.85 г. в б. Чажма – 4. С гражданских предприятий ИИИ попадают в металлолом гораздо реже, и это связано, в первую очередь, с хорошо поставленным учётом ИИИ. Но, всё же, в 2001г. были обнаружены во Владивостокском морском торговом порту два ИИИ типа ИГИ-Ц-3 и один ИИИ типа 20 Г. В 2004 и 2005 г.г. во Владивостокском рыбном порту – два блока гамма-источника типа «Э-4М» с ИИИ типа ИГИ-Ц-3-8, шесть блоков типа «Э-3М» с ИИИ (предположительно ИГИ-Ц-4-1). В 2001 г. были выявлены два случая расплавления ИИИ в плавильных печах предприятий г. Спасска-Дальнего. В 2001 г. - случай загрязнения плутонием-239 территории складирования металлолома на территории ОАО «ХК «Дальзавод». В 2001 г. был обнаружен прессованный металлический предмет, загрязнённый кобальтом-60, неизвестного происхождения с нанесёнными на нём надписями на корейском языке.

В декабре 2001 – марте 2002 г.г. был предотвращён провоз через территорию Приморского края радиоактивного металлолома из Японии в КНР, в котором содержалось 96 авиационных двигателей и деталей от них.

Благодаря взаимодействию организаций, осуществляющих государственный надзор в области обеспечения РБ и специализированной организации, осуществляющей мероприятия по ликвидации последствий радиационных аварий – ООО «ПримТехнополис», в Приморском крае случаев облучения населения свыше установленных пределов доз облучения не зарегистрировано. Мероприятия по ликвидации последствий радиационных аварий проводятся в соответствии с требованиями нормативных документов с учётом сложившейся ситуации.

Снизить риск возникновения радиационных аварий и предотвратить облучение выше установленных пределов возможно только при совместной работе органов исполнительной власти, организаций, осуществляющих государственный контроль и надзор в области обеспечения радиационной безопасности, а также администрации предприятий, использующих ИИИ.

НОВЫЕ РАЗРАБОТКИ В ОБЛАСТИ РЕГИСТРАЦИИ ГАММА-ИЗЛУЧЕНИЯ

А. Соколов

Baltic Scientific Instruments, Riga, Ganību dambis 26, Riga, Latvia

В области регистрации гамма-излучений *ПНФ Baltic Scientific Instruments* продолжает использовать детекторы из особо чистого германия (ОЧГ). При разработке конкретных приборов учитываются как конструктивные требования заказчиков, так и требования к оптимальной конфигурации кристаллов для обеспечения наилучшей эффективности регистрации при минимальном расходе исходного германия. Так, например, при создании эффективной регистрации энергий в диапазоне 100-300 кэВ применяется детектор коаксиальной конструкции с малой высотой с соотношением диаметра кристалла к его высоте не 1:1, а 3:1; при регистрации жестких гамма-квантов в диапазоне энергии 1-5 МэВ, часто используется кристалл коаксиальной конструкции с соотношением диаметра к высоте 1:1,5.

В докладе приведены характеристики изделий, использующих различные конфигурации детекторов из ОЧГ; даются иллюстрации устройства этих приборов. Обсуждаются характеристики и полученные экспериментальные данные. Например, рассматривается вариант спектрометра гамма-излучения для определения активности жидких или газовых сред, транспортируемых по трубопроводам, вариант переносного спектрометра для регистрации гамма-излучения от естественных радионуклидов, вариант низкофонового спектрометра и т.д.

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ ЖИДКОСЦИНТИЛЛЯЦИОННОЙ 4πβ(TDCR)-γ УСТАНОВКИ

*С.В.Сэпман**, *Т.И.Шильникова**, *С.А.Пахомов***, *Ф.Н.Шикаленко****
**ВНИИМ им.Д.И.Менделеева, **Радиевый институт им.В.Г.Хлопина,*
****НТЦ «РАДЭК»*

В настоящее время ВНИИМ им.Д.И.Менделеева совместно с Радиевым институтом им.В.Г.Хлопина и НТЦ «РАДЭК» проводит работы по созданию и введению в состав государственного первичного эталона единицы активности радионуклидов жидкосцинтилляционной установки для реализации абсолютного TDCR-метода измерения активности радионуклидов, что позволит обеспечить измерение активности низкоэнергетических бета – излучающих и электронозахватных радионуклидов, подобных ^3H , ^{63}Ni , ^{14}C и ^{55}Fe с погрешностью порядка 1%. Это необходимо для развития современных технологий в промышленности, медицине, радиоэкологическом мониторинге, области контроля радиоактивных отходов и в научно-исследовательских целях.

Метод отношений тройных и мажоритарных двойных совпадений (TDCR) основан на сопоставлении отношений скоростей счета в каналах тройных и мажоритарных двойных совпадений и соответствующих эффективностей, моделируемых с использованием статистических распределений, основанных на биномиальном законе, законе Пуассона и законе Пойа.

Первичный преобразователь бета-канала включает три высокоэффективных одноэлектронных ФЭУ, расположенных симметрично друг к другу под углом 120° и включенных в быструю схему совпадений (разрешающее время порядка 10 нс), выделяющую одновременные импульсы всех возможных комбинаторных кратностей.

Для исследования радионуклидов с более сложными схемами распада (например, ^{103}Pd , ^{129}I) установка оснащена дополнительным гамма-каналом, включенным в медленную схему совпадений с бета (TDCR)-каналом, с возможностью использования в качестве детектора кристалла NaI(Tl) размером 63х63 мм и тонкого кристалла с бериллиевым окном.

Для обработки импульсов, поступающих от трех ФЭУ бета-канала и ФЭУ гамма-канала, разработан специальный электронный модуль, обеспечивающий временное разрешение измерительного бета-тракта детектирующей системы не более 10 нс. Защита от послеимпульсов, вызванных фосфоресценцией сцинтиллятора, осуществляется генератором мертвого времени продлевающегося типа.

Обработка результатов измерений выполняется с помощью пакета ориентированного программного обеспечения, управление измерительным процессом полностью автоматизировано.

Предполагается также разработать коммерческий вариант 4πβ(TDCR)-γ установки с близкими метрологическими характеристиками.

ОПЫТ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КОЭФФИЦИЕНТОВ КАСКАДНОГО СУММИРОВАНИЯ ГАММА - КВАНТОВ ДЛЯ ПОЛУПРОВОДНИКОВОГО ДЕТЕКТОРА ВО ВНИИМ ИМ.Д.И. МЕНДЕЛЕЕВА В ДИАПАЗОНЕ 59 – 2754 КЭВ

Е.Е. Терещенко, М.А. Расько

Разработан экспериментальный метод измерения коэффициентов каскадного суммирования (ККС) Ge(Li) полупроводникового детектора с относительной эффективностью 15 % без применения расчетных программ. Достигнута неопределенность полученных коэффициентов 2% для $K=2$ в области энергий 59-2754 кэВ.

Изложена методика построения кривой полной эффективности полупроводникового детектора на близких расстояниях до энергии 2754 кэВ с применением радионуклидов Co-60, Y-88 и Na-24 с неопределенностью 2 % для $K=2$. Коэффициенты каскадного суммирования, измеренные вблизи в точечной геометрии, даны в сравнении с рассчитанными по программе ETNA (LNHB, Франция). Установлено, что для широкого круга радионуклидов расчет коэффициентов каскадного суммирования по программе ETNA производится с точностью 5%.

Для определения ККС на дальних расстояниях зависимость ККС от фотоэффективности на ближних расстояниях для каждой линии была аппроксимирована параболой с опорой на три точки (ККС на двух ближних расстояниях и условие равенства $KCS = 1$ при равенстве эффективности нулю).

Используя полученные эмпирические зависимости ККС от фотоэффективности, были определены коэффициенты каскадного суммирования на дальних расстояниях, которые вошли в работы по определению вероятностей эмиссии гамма - линий Ra-226 (Morel, 2004) и Eu-154 (Terechtchenko, 2004). Поправки на каскадное суммирование для линий этих радионуклидов для расстояний 100, 150 и 200 мм от составили в среднем 1%, 0,5% и 0,25% соответственно с неопределенностью в 2 % для $K=2$.

Литература

1. Morel J., Sepman S., Rasko M., Terechtchenko E., Delgado J.U. «Precise determination of photon emission probabilities for the main X- and γ -rays of ^{226}Ra in equilibrium with its daughters». Appl. Rad. Isot. Vol.60 Issue 2-4 pp. 341-347, 2004.
2. Terechtchenko E., Rasko M., Sepman S., Zanevsky A., Tran Tuan A., Amiot M-N., Bobin C., Morel J. «Study of XK and gamma photon emission following decay of Eu-154» Appl. Rad. Isot. Vol.60 Issue 2-4 pp. 329-339, 2004.

ИЗМЕРЕНИЕ РАДИОАКТИВНОСТИ В СЕТИ ALMERA (МАГАТЭ)

*Тихомиров В.А., Малиновский С.В., Ермаков А.И., Каширин И.А., Соболев А.И.
ГУП МосНПО «Радон», Россия*

ALMERA – международная лабораторная сеть, которая была формально создана в 1999 году. В этом году Международное Агентство по атомной энергии (МАГАТЭ) обратилось к правительствам, его Государствам - членам, чтобы назначить лаборатории, которые вошли бы в эту международную сеть.

ALMERA в настоящее время состоит из 84 лабораторий, которые представляют 50 стран. Цель объединения этих лабораторий – это обеспечить точный анализ радионуклидов в экологических образцах при случайном или намеренном загрязнении территории радионуклидами в результате небрежных, преступных или террористических действий. От России членом в сети ALMERA стали аналитические лаборатории ГУП Мос НПО «Радон».

Сообщение представляет собой статистическую оценку анализов 12 радионуклидов в 8 образцах «темных проб», в которых участвовали 64 лаборатории мира. Результаты анализов получены при проведении Первого Профессионального Теста сети Аналитических Лабораторий при Измерении Радиоактивности Экологическая Проб (ALMERA), которые проводились 2001-2002 гг.

Отчет МАГАТЭ по результатам Первого Профессионального Теста был разослан участникам сети в середине 2005 года.

Результаты были оценены при использовании статистических методов, которые позволяли оценивать работу различных аналитических и радиохимических лабораторий сети (ALMERA) при определении каждого радионуклида.

Образцы проб подготавливались на основе почв с набором радионуклидов ^{238}Pu , ^{239}Pu , ^{240}Pu , ^{241}Pu , $^{239+240}\text{Pu}$, ^{241}Am , ^{90}Sr для радиохимического выделения с последующим анализом на альфа и бета- излучающие радионуклиды и пробы почв с набором гамма-излучающих радионуклидов ^{57}Co , ^{60}Co , ^{65}Zn , ^{134}Cs , ^{137}Cs , ^{241}Am для гамма спектрометрического анализа.

РАЗРАБОТКИ ФГУП «ИФТП» В ОБЛАСТИ СОЗДАНИЯ ПРИБОРОВ ДЛЯ СПЕКТРОМЕТРИИ, РАДИОМЕТРИИ И ДОЗИМЕТРИИ ИОНИЗИРУЮЩИХ ИЗЛУЧЕНИЙ

В.С.Хрунов

ФГУП «Институт физико-технических проблем», г.Дубна

В докладе приводится обзор разработок приборов для спектрометрии, радиометрии и дозиметрии ионизирующих излучений, выполненных в ИФТП.

Институт специализируется на разработках и производстве различных типов полупроводниковых детекторов и пластмассовых сцинтилляторов.

На основе ППД из особо чистого германия коаксиальной и планарной конструкции выпускается широкая номенклатура спектрометрических блоков детектирования (БД) рентгеновского и гамма-излучений с эффективностью регистрации до 60% по отношению к NaJ размером (3x3)" и энергетическим разрешением $1,8 \div 2,0$ кэВ по энергии 1,33 МэВ. БД выполнены в погружных криостатах, в носимом варианте используется система охлаждения, совмещенная с емкостью для жидкого азота.

На основе кремниевых детекторов выпускаются БД для спектрометрии рентгеновского и гамма-излучений, в том числе, малогабаритные блоки детектирования БДЕР-КИ-11К с кремниевыми р-і-n-детекторами, охлаждаемыми термоэлектрическим микрохолодильником.

Институт производит и поставляет спектрометры рентгеновского и гамма-излучений на основе указанных блоков детектирования и спектрометрических устройств производства ЗАО НПЦ «Аспект» и других фирм.

Для применения в радиометрической и дозиметрической аппаратуре разработаны кремниевые детекторы бета- и гамма-излучений, работающие при комнатной температуре, с энергетическим эквивалентом шума менее 20 кэВ.

Для спектрометрии и радиометрии альфа-излучения на основе производимых кремниевых ионно-имплантированных детекторов разработан ряд приборов, который включает в себя: многоканальный альфа-спектрометр; спектрометр для определения содержания плутония в присутствии радона; спектрометр для определения альфа-излучающих радионуклидов в растворах; радиометрическую установку контроля загрязненности спецобуви; носимый радиометр альфа-излучения.

Разработаны и выпускаются клинические дозиметры с алмазными детекторами для измерения мощности поглощенной дозы фотонного, электронного и протонного излучений, создаваемых радиотерапевтическими установками. Завершается разработка двухканального дозиметрического устройства для работы в составе анализатора дозного поля.

В институте успешно развивается производство на основе полистирола пластмассовых сцинтилляторов различного типоразмера для регистрации потока нейтронов, бета- и гамма-излучений. В результате разработки технологии синтеза специальных люминисцирующих добавок созданы быстродействующие сцинтилляторы с временем высвечивания менее 0,8 нс.

СОДЕРЖАНИЕ

ИЗМЕРЕНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК ЛИНЕЙНОГО УСКОРИТЕЛЯ ЭЛЕКТРОНОВ С ПОМОЩЬЮ АЛМАЗНЫХ ДЕТЕКТОРОВ	3
<i>А.А. Алтухов, О.Ф. Герасимов, Н.М. Кирилин ООО «УралАлмазИнвест», г. Трехгорный</i>	
ДЕТЕКТОРЫ ДЛЯ СПЕКТРОМЕТРИИ РАДИОАКТИВНЫХ ИЗОТОПОВ С ГЕОМЕТРИЕЙ 4π.....	4
<i>Выдай Ю.Т., Ананенко А.А., Тарасов В.А., Гаврилюк В.П. Институт сцинтилляционных материалов НАН Украины</i>	
ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МЕТОДА ЭЛЕКТРООСАЖДЕНИЯ ДПР ДЛЯ ОЦЕНКИ РАДИАЦИОННОГО РИСКА НАСЕЛЕНИЯ.....	5
<i>Афонин А.А., Котляров А.А., Максимов А.Ю.</i>	
МЕТОДИЧЕСКОЕ И ПРИБОРНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ИЗМЕРЕНИЙ РАДИОАКТИВНЫХ ОТХОДОВ... 	6
<i>Бабенко В.В., Исаев А.Г., Казимиров А.С. ООО "НПП "АтомКомплексПрилад", г. Киев, Украина</i>	
ОСОБЕННОСТИ СПЕКТРОМЕТРИЧЕСКИХ ИЗМЕРЕНИЙ РАДИОНУКЛИДОВ, СОДЕРЖАЩИХСЯ НА УРОВНЕ ГЛОБАЛЬНЫХ ВЫПАДЕНИЙ В ЛЕДНИКАХ ТЯНЬ-ШАНЯ	7
<i>Байгутлин В.Ш., Ф.Ф. Файзрахманов ФГУП «РФЯЦ-ВНИИТФ», г. Снежинск</i>	
ИСПЫТАНИЯ ОПТОВОЛОКОННОГО ДАТЧИКА ИОНИЗИРУЮЩЕГО ИЗЛУЧЕНИЯ	8
<i>Бондаренко А.В., Дядькин А.П., Кащук Ю.А., Красильников А.В., Олейников А.А., Цуцких А.Ю., Шевченко В.Г., Ярцев В.П. ФГУП ГНЦ РФ Троицкий Институт Инновационных и термоядерных исследований, г. Троицк</i>	
РАЗРАБОТКА МЕТОДИК ГАММА-СПЕКТРОМЕТРИИ ПРИМЕНИТЕЛЬНО К НИЗКОАКТИВНЫМ И ВЫСОКОАКТИВНЫМ ТВЕРДЫМ РАДИОАКТИВНЫМ ОТХОДАМ, ОБРАЗУЮЩИМСЯ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ И ВЫВОДК ИЗ ЭКСПЛУАТАЦИИ ЯДЕРНО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ УСТАНОВОК... 	9
<i>П.М. Гаврилов, А.Г. Кохомский, В.Б. Чуканов, К.М. Изместьев, И.Н. Сеелев, С.Ю. Полуэктов ФГУП «Сибирский химический комбинат», г. Северск Томской области</i>	
«СТРОНЦИЕВЫЙ» СИЧ – АППАРАТУРНАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ ИЗМЕРЕНИЯ ИНКОРПОРИРОВАННОГО ^{90}SR	10
<i>Гузов В.Д., Кожемякин В.А., Шульгович Г.И., Антонов В.И., Кутень С.А. УП «АТОМТЕХ», г. Минск, Республика Беларусь</i>	
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОРИГИНАЛЬНЫХ ОЦЕНЕННЫХ ДАННЫХ ПО СТРУКТУРЕ ЯДРА ENSDF В ПРОГРАММЕ «НУКЛИД-МАСТЕР»	11
<i>А.Н. Берлизов¹, В.Н. Даниленко², А.С. Казимиров³, С.Л. Соловьева², С.Ю. Федоровский² ¹ ИЯИ НАНУ, г. Киев, ² ООО «ЛСРМ», п. Менделеево, ³ НПП «АКП», г. Киев.</i>	
ПРОГРАММНЫЕ ПРОДУКТЫ СЕМЕЙСТВА LSRM2005.ADA (ALPHA DECAY ANALYSIS) – ПРОГРАММА ОБРАБОТКА АЛЬФА-СПЕКТРОВ	12
<i>¹В.Н. Даниленко, ¹Е.А. Ковальский, ²С.В. Малиновский., ²В.А. Тихомиров., ¹С.Ю. Федоровский ¹ООО «ЛСРМ», п. Менделеево, ²ГУП МосНПО «Радон», г. Москва</i>	
ОСОБЕННОСТИ ОЦЕНКИ РАДИАЦИОННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ ИЗОТОПОВ РАДОНА НА ПЕРСОНАЛ БАЗЫ ХРАНЕНИЯ МОНАЦИТОВОГО КОНЦЕНТРАТА	13
<i>Екидин А.А., Жуковский М.В., Курдин И.А., Пахолкина О.А., Ярмошенко И.В. Институт промышленной экологии УрО РАН</i>	
ПРОБЛЕМЫ КОНТРОЛЯ СОСТАВА ВЫСОКОАКТИВНЫХ ОТХОДОВ НА ЧАЭС.....	14
<i>В.В. Андреев, А. И. Заграй, А.И. Савин ГСП "Чернобыльская АЭС", Украина, г. Славутич</i>	
ОРГАНИЗАЦИЯ РАДИАЦИОННОГО КОНТРОЛЯ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ РАБОТ В РАМКАХ ПРОЕКТА «СТАБИЛИЗАЦИОННЫЕ РАБОТЫ НА ОБЪЕКТЕ «УКРЫТИЕ».....	15
<i>В.В. Андреев, М. И. Звеницкий, А.И. Савин ГСП "Чернобыльская АЭС", Украина, г. Славутич</i>	
КОМПЛЕКСЫ КОНТРОЛЯ РАДИАЦИОННОЙ ОБСТАНОВКИ.....	17
<i>Иванов А.И., Хвастунов М.М. ЗАО НПЦ «Аспект», г. Дубна, МО</i>	

ПРИБОРНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ СИСТЕМ РАДИАЦИОННОГО КОНТРОЛЯ	19
<i>В.В. Бабенко, А.С. Казимиров, А.Ф. Рудык</i>	
<i>ООО "НПП "АтомКомплексПрилад", г. Киев, Украина</i>	
МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ НОСИМЫЕ СПЕКТРОМЕТРЫ ГАММА-ИЗЛУЧЕНИЯ МКС-АТ6101 И ИХ ПРИМЕНЕНИЕ ДЛЯ РЕШЕНИЯ РАЗЛИЧНЫХ ЗАДАЧ РАДИАЦИОННОГО КОНТРОЛЯ ОБЪЕКТОВ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ И ИСТОЧНИКОВ ИОНИЗИРУЮЩИХ ИЗЛУЧЕНИЙ	21
<i>Кожемякин В.А., Антонов В.Н., Быстров Е.В., Гуринович В.Н., Довжук М.Н., Кийко А.Н., Петров В.И., Тищенко С.Н., Толстов С.А. Шульгович Г.И.</i>	
<i>УП «АТОМТЕХ», г. Минск, Республика Беларусь.</i>	
ДОЗИМЕТР-РАДИОМЕТР МКС-АТ1117М – НОВЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ	22
<i>Кожемякин В.А., Вороньков В.Н., Петров В.И., Шульгович Г.И., Гуринович В.И. УП «АТОМТЕХ», г.Минск, Республика Беларусь</i>	
МОНИТОРИНГ РАДИОАКТИВНОСТИ ПОДЗЕМНЫХ ИСТОЧНИКОВ ПИТЬЕВОГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ И ДОЗЫ ОБЛУЧЕНИЯ НАСЕЛЕНИЯ	23
<i>Костенецкий М.И.</i>	
<i>Запорожская областная санитарно-эпидемиологическая станция</i>	
ПРИМЕНЕНИЕ ДЕТЕКТОРА НА ОСНОВЕ ТЕЛЛУРИДА КАДМИЯ ДЛЯ РАДИАЦИОННОГО КОНТРОЛЯ ПАРАМЕТРОВ РЕАКТОРА.....	24
<i>Левенец В.В., Омельник А.П., Щур А.А., Гончаров А.В., Пистряк В.М., Кутний В.Е., Рыбка А.В.</i>	
<i>ИФТТМТ ННЦ ХФТИ, Харьков, Украина</i>	
ПРИМЕНЕНИЕ ДЕТЕКТОРОВ ИЗ CDTE И CDZNTЕ ПРОИЗВОДСТВА ННЦ ХФТИ ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ГАММА И АЛЬФА ИЗЛУЧЕНИЙ	25
<i>Левенец В.В., Омельник А.П., Щур А.А., Кутний В.Е., Рыбка А.В.</i>	
<i>ИФТТМТ ННЦ ХФТИ, Харьков, Украина</i>	
УЧЁТ КОНВЕРСИОННЫХ ЭФФЕКТОВ ПРИ ОБРАБОТКЕ СЛОЖНЫХ АЛЬФА-СПЕКТРОВ	26
<i>Малиновский С.В., Ермаков А.И., Каширин И.А., Тихомиров В.А., Соболев А.И.</i>	
<i>ГУП МосНПО «Радон», Москва</i>	
ТЕХНОГЕННАЯ МИГРАЦИЯ ¹³⁷CS В ГОРОДСКИХ ЭКОСИСТЕМАХ (НА ПРИМЕРЕ ТЕРРИТОРИИ МОСКВЫ).....	27
<i>П.С. Микляев*, Т.Б. Петрова**</i>	
<i>*Институт геоэкологии РАН, ** ФГУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Москве»</i>	
РАДИОНУКЛИДНЫЙ СОСТАВ ПРОБ ПОЧВЫ, ОТОБРАННОЙ В 40-КМ ЗОНЕ ЧАЭС. ДВАДЦАТЬ ЛЕТ СПУСТЯ.....	28
<i>Т.Б. Петрова*, В.К.Власов**, П.С.Микляев***</i>	
<i>* ФГУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Москве», ** МГУ им. М. В. Ломоносова, *** Институт геоэкологии РАН</i>	
НОВЫЕ СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРООХЛАЖДЕНИЯ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ ДЕТЕКТОРОВ	29
<i>Ртищев В.А.</i>	
<i>ЗАО «Канбера-Паккард Трейдинг Корпорейшн», г. Москва</i>	
ПРАВОВЫЕ АСПЕКТЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ РАДИАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ЛИКВИДАЦИИ РАДИАЦИОННЫХ АВАРИЙ СВЯЗАННЫХ С ОБНАРУЖЕНИЕМ БЕСХОЗНЫХ РАДИОАКТИВНЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	30
<i>Скогорев И.А.</i>	
<i>ООО «Примтехнополис», г. Владивосток</i>	
ОПЫТ РАБОТЫ В ОБЕСПЕЧЕНИИ РАДИАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ И ЛИКВИДАЦИИ ПОСЛЕДСТВИЙ РАДИАЦИОННЫХ АВАРИЙ В ПРИМОРСКОМ КРАЕ	32
<i>Скогорев И.А., Алданов В.А., Бойко С. А.</i>	
<i>ООО «ПримТехнополис», г. Владивосток</i>	
НОВЫЕ РАЗРАБОТКИ В ОБЛАСТИ РЕГИСТРАЦИИ ГАММА-ИЗЛУЧЕНИЯ	34
<i>А. Соколов</i>	
<i>Baltic Scientific Instruments, Riga, Ganibu dambis 26, Riga, Latvia</i>	
ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ ЖИДКОСЦИНТИЛЛЯЦИОННОЙ $4\pi\beta$(TDCR)-УСТАНОВКИ.....	35
<i>С.В.Сэпман*, Т.И.Шильникова*, С.А.Пахомов**, Ф.Н.Шикаленко***</i>	
<i>*ВНИИМ им.Д.И.Менделеева, **Радиевый институт им.В.Г.Хлопина, ***НТЦ «РАДЭК»</i>	

ОПЫТ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КОЭФФИЦИЕНТОВ КАСКАДНОГО СУММИРОВАНИЯ ГАММА - КВАНТОВ ДЛЯ ПОЛУПРОВОДНИКОВОГО ДЕТЕКТОРА ВО ВНИИМ ИМ.Д.И. МЕНДЕЛЕЕВА В ДИАПАЗОНЕ 59 – 2754 КЭВ	36
<i>Е.Е. Терещенко, М.А. Расько</i>	
ИЗМЕРЕНИЕ РАДИОАКТИВНОСТИ В СЕТИ ALMERA (МАГАТЭ).....	37
<i>Тихомиров В.А., Малиновский С.В., Ермаков А.И., Каширин И.А., Соболев А.И. ГУП МосНПО «Радон», Россия</i>	
РАЗРАБОТКИ ФГУП «ИФТП» В ОБЛАСТИ СОЗДАНИЯ ПРИБОРОВ ДЛЯ СПЕКТРОМЕТРИИ, РАДИОМЕТРИИ И ДОЗИМЕТРИИ ИОНИЗИРУЮЩИХ ИЗЛУЧЕНИЙ	38
<i>В.С.Хрунов ФГУП «Институт физико-технических проблем», г.Дубна</i>	