

VII Международное совещание

**ПРОБЛЕМЫ ПРИКЛАДНОЙ СПЕКТРОМЕТРИИ И РАДИОМЕТРИИ
ППСР-2003**

Тезисы докладов

п. Менделеево, Россия
2003 г.

СОДЕРЖАНИЕ

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОДА МСНР ДЛЯ РАСЧЕТА ПОПРАВОК НА ИСТИННОЕ СУММИРОВАНИЕ В СПЕКТРОМЕТРИЧЕСКИХ ИЗМЕРЕНИЯХ.....	5
<i>А.Н.Берлизов, В.В.Тришин.....</i>	<i>5</i>
<i>Институт ядерных исследований, Национальная Академия наук Украины</i>	<i>5</i>
КИНЕТИКА СЦИНТИЛЛЯЦИЙ В ПЛЁНКАХ CSI(TL), КАК ОДНОГО ИЗ СЦИНТИЛЛЯТОРОВ В КОМБИНИРОВАННОМ ДЕТЕКТОРЕ.....	6
<i>Выдай Ю.Т., Тарасов В.А., Ананенко А.А., Педаш В.Ю.</i>	<i>6</i>
<i>Институт сцинтилляционных материалов НТК «Институт монокристаллов» НАН Украины</i>	<i>6</i>
ОРГАНИЗАЦИЯ РАБОТ РАДИОЛОГИЧЕСКОЙ ЛАБОРАТОРИИ ПО ПРОВЕДЕНИЮ ИСПЫТАНИЙ ПИЩЕВОЙ ПРОДУКЦИИ С ЦЕЛЬЮ СЕРТИФИКАЦИИ.....	7
<i>Быковский В.Ю.</i>	<i>7</i>
<i>Украинский государственный научно-производственный центр стандартизации, метрологии и сертификации (УкрЦСМ), Украина, г. Киев.....</i>	<i>7</i>
МЕТОДИЧЕСКОЕ И ПРИБОРНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ИЗМЕРЕНИЙ РАДИОАКТИВНЫХ ОТХОДОВ... 8	8
<i>Бабенко В.В., Исаев А.Г., Казимиров А.С.</i>	<i>8</i>
<i>Научно-производственное предприятие «АтомКомплексПрибор», г. Киев, Украина</i>	<i>8</i>
СПЕКТРЫ МАГАТЭ ДЛЯ ТЕСТИРОВАНИЯ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ НИЗКОФОНОВОЙ ГАММА- СПЕКТРОМЕТРИИ.....	9
<i>В.П.Колотов.....</i>	<i>9</i>
<i>Институт геохимии и аналитической химии им.В.И.Вернадского РАН, Москва</i>	<i>9</i>
ПРОБЛЕМЫ КОНТРОЛЯ РАДИОАКТИВНОСТИ ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ В УКРАИНЕ	10
<i>канд.мед.наук Костенецкий М.И.</i>	<i>10</i>
<i>Запорожская областная санитарно-эпидемиологическая станция, Украина.....</i>	<i>10</i>
ПРИМЕНЕНИЕ НИЗКОЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ГАММА-СПЕКТРОМЕТРИИ ПРИ ИССЛЕДОВАНИИ СОСТАВА РАО.....	11
<i>Авторы: Андреев В.В., Заграй А.И., Марковцева Т.Г.....</i>	<i>11</i>
<i>ГСП "Чернобыльская АЭС".....</i>	<i>11</i>
BNFL INSTRUMENTS: ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ РАДИАЦИОННОГО МОНИТОРИНГА ВЫВОДА ИЗ ЭКСПЛУАТАЦИИ ОБЪЕКТОВ АТОМНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ И КОНТРОЛЯ РАДИОАКТИВНЫХ ОТХОДОВ.....	12
<i>Заграй А.И.</i>	<i>12</i>
<i>ГСП Чернобыльская АЭС.....</i>	<i>12</i>
МЕТОДИЧЕСКОЕ И ПРИБОРНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ИЗМЕРЕНИЙ РАДИОАКТИВНЫХ ОТХОДОВ. 13	13
<i>Бабенко В.В., Исаев А.Г., Казимиров А.С.</i>	<i>13</i>
<i>Научно-производственное предприятие «АтомКомплексПрибор», г. Киев, Украина</i>	<i>13</i>
СЕМЕЙСТВО СПЕКТРОМЕТРИЧЕСКИХ АЦП ДЛЯ ШИН ISA, PCI, COMPACTPCI, USB И RS-232/485	14
<i>Д.А.Вишневский, А.С.Гольцев, Е.М.Лизунов, Н.Г.Мазный, А.Н.Пугачев, А.Г.Савушкин, В.Т.Сидоров</i>	<i>14</i>
<i>ЗАО НПЦ «АСПЕКТ», г. Дубна, МО.....</i>	<i>14</i>
ОПРЕДЕЛЕНИЕ АКТИВНОСТИ РАДИОНУКЛИДОВ ⁹⁰Sr И ¹³⁷Cs В ПОВЕРХНОСТНЫХ, ГРУНТОВЫХ И СТОЧНЫХ ВОДАХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ БЕТА – СПЕКТРОМЕТРИИ	16
<i>Бабенко В.В., Исаев А.Г., Казимиров А.С., Рудык А.Ф., Христенко Ю.С.</i>	<i>16</i>
<i>НПП «АтомКомплексПрибор», г. Киев, Украина</i>	<i>16</i>
<i>Цыганков Н.Я.....</i>	<i>16</i>
<i>УНЦРМ, г. Киев.....</i>	<i>16</i>
MGP INSTRUMENTS (SYNODYS GROUP): НОВОЕ ОБОРУДОВАНИЕ И ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ СРК И ИДК	17
<i>С.А. Виженский</i>	<i>17</i>
<i>Московское представительство компании MGP Instruments (SYNODYS Group) и SILENA International.</i>	<i>17</i>

ВЛИЯНИЕ β-ИЗЛУЧЕНИЯ НА ОТВЕТ ПОВЕРХНОСТНОГО ПОТЕНЦИАЛА ЭРИТРОЦИТОВ ЧЕЛОВЕКА К ИНГИБИТОРАМ ЭЙКОЗАНОИДНОГО МЕТАБОЛИЗМА	19
<i>Жирнов В.В., Гавий В.Н.....</i>	<i>19</i>
<i>Институт биоорганической химии и нефтехимии НАН Украины, г.Киев, Украина</i>	<i>19</i>
<i>Казимиров А.С.</i>	<i>19</i>
<i>НПП «АтомКомплексПрибор», г. Киев, Украина</i>	<i>19</i>
ДОЗИМЕТР – РАДИОМЕТР ПОИСКОВЫЙ МКС-05А	21
<i>Бордюгов Л.Г., Ушанков А.В., Саламатин И.М., Хвастунов М.М.....</i>	<i>21</i>
<i>ЗАО НПЦ "Аспект", Россия, г. Дубна</i>	<i>21</i>
ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТОВ ЭМАНИРОВАНИЯ ГРУНТОВ.....	23
<i>Микляев П. С. (МГГТ), Петрова Т. Б., Охрименко С. Е. (ЦГСЭН в Москве)</i>	<i>23</i>
УНИВЕРСАЛЬНЫЙ ПОРТАТИВНЫЙ РАДИОМЕТР-СПЕКТРОМЕТР «МКС-А03»	24
<i>С.В.Алексеев, А.И.Иванов, Е.М.Лизунов, Н.Г.Мазный., А.Н.Пугачев, В.Т.Сидоров, ЗАО НПЦ «Аспект» г.Дубна, МО.....</i>	<i>24</i>
НОВЫЕ РАЗРАБОТКИ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ НА АЭС И РАДИОАКТИВНОСТИ В ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЕ	25
<i>Казимиров А.С., Бабенко В.В., Рудык А.Ф.</i>	<i>25</i>
<i>НПП «АтомКомплексПрибор», г. Киев, Украина</i>	<i>25</i>
ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ РАДИАЦИОННОЙ И ЯДЕРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ С ЦЕЛЬЮ ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ ВОЗМОЖНЫХ ТЕРРОРИСТИЧЕСКИХ АКТОВ В УСЛОВИЯХ МЕГАПОЛИСА.	26
<i>Гусев Е.В., Толпекин И.Г., Федоренко В.В. ЗАО «НТЦ Экспертцентр», Менделеево, МО</i>	<i>26</i>
<i>(095)105-11-79, www.beta.ru, expert@beta.ru.....</i>	<i>26</i>
СЦИНТИЛЛЯЦИОННЫЕ ГАММА СПЕКТРОМЕТРЫ УДС-Г	30
<i>С.В. Алексеев, Д.А.Вишневский, Е.М. Лизунов, А.Н. Пугачев, А.Г.Савушкин, В.Т.Сидоров</i>	<i>30</i>
<i>ЗАО НПЦ «АСПЕКТ», г. Дубна, МО.....</i>	<i>30</i>
ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ И ИТОГИ РАБОТЫ АЭХК В ОБЛАСТИ СОЗДАНИЯ АППАРАТУРЫ ДЛЯ КОНТРОЛЯ РАДИАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ.....	31
<i>В.П. Шопен, А.А. Козлов, В.Д. Богдан-Курило, М.П. Мурашова</i>	<i>31</i>
<i>Ангарский электролизный химический комбинат (АЭХК), Россия. 665804, г. Ангарск, тел.: (3951) 54-06-51, тел/факс: (3951) 54-40-30, e-mail: sktb@irmail.ru.....</i>	<i>31</i>
КОМПЛЕКС ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ «ДИОГЕН»	33
<i>В.Н. Даниленко, Е.А. Ковальский ООО «ЛСРМ».....</i>	<i>33</i>
<i>В.М. Савин НПЦ «Аспект».....</i>	<i>33</i>
ИЗМЕРЕНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК ТЕРАПЕВТИЧЕСКИХ ПРОТОННЫХ ПУЧКОВ С ПОМОЩЬЮ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ ДЕТЕКТОРОВ.....	34
<i>Хрунов В.С., Барков И.П., Газизов И.М., Мартынов С.С., Попов С.А.</i>	<i>34</i>
<i>ФГУП «ИФТП», г.Дубна, Россия</i>	<i>34</i>
<i>Молоканов А.Г. ОИЯИ, г.Дубна, Россия.....</i>	<i>34</i>
ДЕТЕКТОР НЕЙТРОНОВ НА ОСНОВЕ ПЕРЕГРЕТЫХ ЭМУЛЬСИЙ.	36
<i>Малиновский С.В., Каширин И.А., Тихомиров В.А., Соболев А.И.....</i>	<i>36</i>
ПРАКТИЧЕСКАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ ПРОГРАММЫ “RADSPECTRADEC” В МЕТОДИКАХ РАДИАЦИОННОГО КОНТРОЛЯ.....	37
<i>Ермаков А.И., Каширин И.А., Малиновский С.В., Алешин Д.В., Тихомиров В.А., Соболев А.И</i>	<i>37</i>
ЭЛЕКТРООХЛАЖДАЕМЫЙ ПОРТАТИВНЫЙ ОЧГ СПЕКТРОМЕТР ORTEC. СЕРТИФИКАЦИЯ СИСТЕМЫ ISOCART. НОВОСТИ ОТ ФИРМЫ PRIBORI OY	38
<i>к.т.н. Бутурлин В.Н., к.т.н. Пономаренко А.В., Pribori Oy.....</i>	<i>38</i>
ABSOLUTE LIGHT YIELD MEASUREMENTS OF OXIDE AND ALKALI HALIDE SCINTILLATORS.....	40
<i>G.M.Onyshchenko, L.L.Nagornaya, V.D.Ryzhikov, E.N.Pirogov, V.G.Bondar,.....</i>	<i>40</i>
<i>V.I.Krivoshein, E.A.Loseva, O.V.Zelenskaya, Yu.A.Borodenko, A.V.Kuznichenko</i>	<i>40</i>
<i>Scientific and Technological Complex “Institute for Single Crystals”,</i>	<i>40</i>

<i>Ukrainian National Academy of Sciences, 60 Lenin Ave., 61001 Kharkov, Ukraine</i>	40
ПРОГРАММНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ИЗМЕРЕНИЙ СОДЕРЖАНИЯ РАДИОНУКЛИДОВ В КОНТЕЙНЕРАХ БОЛЬШОГО ОБЪЕМА И ВНУТРИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ БЕЗ ВСКРЫТИЯ	41
<i>Авторы: Гуцин Е.В., Друзягин А.В., Исаков А.П., Романцов В.П., Смоляков Д.А.</i>	41
УСТАНОВКА ПАСПОРТИЗАЦИИ РАДИОАКТИВНЫХ ОТХОДОВ СКГ-02	42
<i>А.В.Горев, А.И.Иванов, А.Н.Пугачев, В.М.Савин, В.Т.Сидоров, А.В.Черников,</i>	42
<i>ЗАО НПЦ «Аспект», г. Дубна, МО</i>	42
СПЕКТРОМЕТРИЧЕСКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ АНАЛИЗАТОР «СТА-01»	43
<i>С.В.Алексеев, А.В.Горев, А.И.Иванов, Е.М.Лизунов, А.П.Марков, А.Н.Пугачев, А.Г.Савушкин, В.Т.Сидоров, ЗАО НПЦ «Аспект» г.Дубна, МО</i>	43
ДОЗИМЕТР-РАДИОМЕТР МКС-РМ1401К, НОВЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ПОИСКОВЫХ ПРИБОРОВ	45
<i>Антоновский А.А., Зарецкий М.Е., Каган Л.М.,</i>	45
<i>Климович С.М., Коваленко В.П., Колупаев А.А.</i>	45
<i>Крошко А.П., Курьянович А.Я.</i>	45
<i>ООО «Полимастер»</i>	45
<i>Республика Беларусь, 220040, г. Минск, ул. Богдановича, 112</i>	45
<i>тел. (375 17) 217 70 80, факс (375 17) 217 70 81</i>	45
<i>e-mail: polimaster@polimaster.com</i>	45
<i>www.polimaster.com</i>	45
ПРОГРАММА УПРАВЛЕНИЯ АНАЛИЗАТОРОМ И ОБРАБОТКИ СПЕКТРОМЕТРИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ «АКWIN»	47
<i>Казимиров А.С.,</i>	47
<i>НПП «АтомКомплексПрибор», г. Киев, Украина</i>	47

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОДА MCNP ДЛЯ РАСЧЕТА ПОПРАВОК НА ИСТИННОЕ СУММИРОВАНИЕ В СПЕКТРОМЕТРИЧЕСКИХ ИЗМЕРЕНИЯХ

А.Н.Берлизов, В.В.Тришин

Институт ядерных исследований, Национальная Академия наук Украины

Эффект увеличения/уменьшения числа зарегистрированных импульсов в пиках полного поглощения в следствие эффекта истинного суммирования при измерениях с каскадными источниками представляет серьезную проблему во многих приложениях спектрометрии ядерных излучений, которая может оказывать сильное влияние на точность измерений. Для решения данной проблемы разработан метод расчета поправок на истинное суммирование с применением многоцелевого кода MCNP [1], выполняющего статистическое моделирование переноса фотонов и электронов в условиях сложной геометрии. В качестве входных данных о свойствах распада радионуклидов метод использует постоянно обновляемые файлы библиотеки оцененных ядерных данных ENSDF [2] по структуре атомных ядер.

При расчете поправок на истинное суммирование, а также вероятностей отсчетов в пиках суммы производится учет γ - γ , e - γ , β - γ , X - γ и 511γ - γ совпадений, характерных для конкретной ветви распада рассматриваемого радионуклида. Учтены угловые корреляции гамма-лучей, временная динамика радиоактивного распада, а также испускание коррелированных рентгеновских квантов К- и L-серий, возникающих при заполнении вакансий в атомной оболочке при электронном захвате и внутренней конверсии.

Метод позволяет рассчитывать поправки на истинное суммирование для сколь угодно сложных конфигураций детектирующих систем, включая одноканальные и многоканальные спектрометры гамма- и рентгеновского излучений, а также бета-спектрометры. Специально разработанная расширенная версия кода MCNP позволяет рассчитывать отклик и поправки на истинное суммирование для антикомптоновских систем.

Метод не использует каких-либо специальных приближений, так что точность получаемых оценок корректирующих факторов определяется практически только точностью описания геометрии измерения (которая благодаря уникальным возможностям программы MCNP может быть сколь угодно сильно детализирована), а также полнотой и точностью современных знаний свойств распада радионуклидов.

В докладе представлена разработанная расчетная схема, а также результаты ее тестирования с применением точечных и объемных источников гамма-излучения, имеющих довольно сложные схемы распада.

1. J.F.Briesmeister. MCNP – a general Monte Carlo N-particle transport code. Los Alamos National Laboratory Report, 1997, LA-12625-M.
2. J.K.Tuli. Evaluated Nuclear Structure Data File. A Manual for Preparation of Data Sets. Brookhaven National Laboratory, 1987, BNL-NCS-51655-Rev.87.

Кинетика сцинтилляций в плёнках CsI(Tl), как одного из сцинтилляторов в комбинированном детекторе.

*Выдай Ю.Т., Тарасов В.А., Ананенко А.А., Педаш В.Ю.
Институт сцинтилляционных материалов НТК «Институт монокристаллов» НАН
Украины*

Для отдельной и совместной регистрации альфа- и бета- частиц в смешанных полях ионизирующих излучений в Институте сцинтилляционных материалов (г.Харьков) был разработан и применён комбинированный детектор на основе плёнки CsI(Tl), толщиной 30÷40 мкм и сцинтилляционной пластмассы толщиной 8÷10 мм. Регистрация альфа-частиц осуществлялась по сопутствующему альфа-распаду рентгеновскому излучению со средней энергией 17 кэВ. Это позволило определять активность радионуклидов Pu-239 и Am-241 в геометрии толстой пробы, т.е. без процедуры предварительной подготовки пробы.

Использование в качестве первого к излучению тонкого сцинтиллятора CsI(Tl) обеспечивает дополнительное разделение за счёт различной эффективности регистрации короткопробежного и более проникающего излучений.

При использовании плёнок CsI(Tl) в качестве одного из сцинтилляторов в составе комбинированного детектора возникает необходимость в исследовании формы световой вспышки и альфа/гамма отношения в зависимости от температуры, концентрации активатора и характера возбуждения.

Показано, что длительность альфа и гамма сцинтилляций с ростом температуры падает, при этом характер этого спада зависит как от концентрации активатора, так и от типа возбуждения. Было установлено, что температурным ходом альфа/гамма отношения можно управлять варьируя концентрацию активатора в плёнках CsI(Tl) и значение постоянной времени сбора заряда на фотоумножителе.

Организация работ радиологической лаборатории по проведению испытаний пищевой продукции с целью сертификации.

Быковский В.Ю.

Украинский государственный научно-производственный центр стандартизации, метрологии и сертификации (УкрЦСМ), Украина, г. Киев

При проведении испытаний пищевой продукции с целью сертификации основной задачей лаборатории является получение достоверных и воспроизводимых результатов с минимальными материальными и временными затратами. Как правило, продукция, заявленная на сертификацию, удовлетворяет требованиям нормативной документации по содержанию радионуклидов. При этом в качестве результата испытаний принимается максимальное значение удельной активности, которое получено в результате измерений пробы, не превышающее допустимого уровня с учетом погрешности измерений.

Эти задачи решаются с помощью спектрометров бета и гамма излучений. Хорошо себя зарекомендовали спектрометры производства МНПП "Атом Комплекс Прибор" на основе сцинтилляционных детекторов. В частности, бета-спектрометр СЕБ-01-150 позволяет проводить измерения большинства проб "напрямую", т.е. без предварительного концентрирования или радиохимической обработки.

В процессе испытаний приходится решать следующие задачи:

1. 1. Определение условий проведения испытаний: проверка фона.

Проведение измерений на спектрометрах предусматривает наличие постоянного радиационного фона в помещении лаборатории.

2. 2. Определение наличия в образце естественных радионуклидов (ЕРН) Ra-226 или Th-232.

Наличие ЕРН, оказывает влияние на форму бета спектров. Если достоверность результатов бета-спектрометрических измерений вызывает сомнения, то, как правило, одной из причин наблюдаемых аномалий является наличие в счетном образце ЕРН.

3. 3. Определение метода подготовки счетных проб для бета-спектрометра с учетом плотности пробы и величины допустимого уровня удельной активности стронция-90.

4. 4. Оценка времени измерения, необходимого для получения приемлемого результата;

Для снижения трудозатрат на проведение испытаний важно определить минимальное, но достаточное время для получения достоверного результата.

5. 5. Ведение записей в процессе проведения испытаний в соответствии с требованиями стандарта ISO/IEC 17025:2000.

Необходимо важно иметь документальное подтверждение условий, в которых проводились измерения, а также всех действий, проводимых с образцом во время испытаний.

6. 6. Планирование загрузки лаборатории с целью соблюдения сроков выполнения испытаний

При неравномерной загрузке и большом разнообразии продукции задача планирования работ в лаборатории становится актуальной. В этом случае существенную помощь оказывает компьютерная регистрация образцов с использованием современных средств управления базами данных.

МЕТОДИЧЕСКОЕ И ПРИБОРНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ИЗМЕРЕНИЙ РАДИОАКТИВНЫХ ОТХОДОВ

Бабенко В.В., Исаев А.Г., Казимиров А.С.

Научно-производственное предприятие «АтомКомплексПрибор», 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 данные о радиоизотопном составе отходов, удельной и общей активности каждого значимого радионуклида.

Новые требования стимулируют разработку методик и спектрометрических устройств для паспортизации РАО, которые смогут обеспечить достоверность и необходимую точность измеряемых величин.

В докладе представлен обзор некоторых методик определения радионуклидного состава и удельной активности РАО, основанных на измерении мощности экспозиционной дозы на поверхности контейнера или упаковки с РАО и на анализе спектров гамма-излучения от объемных источников. Предложен разработанный авторами метод градуировки гамма-спектрометров для определения удельной активности РАО, пригодный для сцинтилляционного и полупроводникового детекторов. Градуировочные коэффициенты спектрометра получают в лабораторных условиях с помощью точечных эталонных источников, которые в дальнейшем используются для расчета программными средствами удельной активности радионуклидов в РАО. При расчете также учитываются материал и плотность вещества РАО, размеры и материал контейнера или упаковки. Выполнена экспериментальная проверка метода в реальных условиях на Ровенской АЭС.

Рассмотрен вопрос применения спектрометрического оборудования для паспортизации РАО, а также программные средства, используемые для накопления и анализа гамма-спектров.

Спектры МАГАТЭ для тестирования программного обеспечения для низкофоновой гамма- спектрометрии

В.П.Колотов

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

В рамках проекта МАГАТЭ по тестированию программного обеспечения для низкофоновой гамма-спектрометрии экспериментально был получен набор спектров, который можно получить на сайте: <http://www.iri.tudelft.nl/~fmr/iaea2002> . В отличие от проекта 1995 года, где основное внимание было уделено тестированию качества поиска пиков и их обработки, последний проект направлен на тестирование процедуры определения абсолютной активности. Для набора тестовых спектров были приготовлены образцы в двух геометриях (стакан Маринелли, 500 мл и цилиндр, 100 мл), измеренные на двух различных HPGe детекторах (с относит. эффективностью 33% и 96%). Тестирование направлено на выявление особенностей работы программного обеспечения при:

- аппроксимации кривой эффективности в случае присутствия каскадных излучателей в калибрующем спектре,
- различающейся плотности калибровочного и анализируемого источников,
- необходимости учета эффекта истинных совпадений в анализируемом образце,
- необходимости поправки результатов на естественный фон,
- плохой статистике измерений,
- нарушении изотопного равновесия анализируемой пробы,
- тестировании возможности использования ренгеновских и низкоэнергетичных линий для анализа и др.

* Электронная почта: kolotov@online.ru ; kolotov@geokhi.ru

Проблемы контроля радиоактивности питьевой воды в Украине

канд.мед.наук Костенецкий М.И.

Запорожская областная санитарно-эпидемиологическая станция, Украина

В настоящее время нормативная база Украины в области нормирования радиоактивности питьевой воды является весьма не совершенной.

Отсутствие единого подхода к нормированию радиационных параметров привело к тому, что в НРБУ-97 нормируются естественные радионуклиды ^{238}U , ^{226}Ra , ^{228}Ra и ^{222}Rn , в ДР-97 – радионуклиды Чернобыльского происхождения ^{137}Cs и ^{90}Sr , а в ДСанПиН «Вода питьевая» – суммарная альфа- и бета-активность. При этом отсутствуют разъяснения о нормируемых радионуклидах при исследованиях подземных и поверхностных источников питьевого водоснабжения.

Необходимость единого методологического подхода к контролю за радиоактивностью питьевой воды требует разработки одного нормативного документа, предусматривающего полный перечень нормируемых в питьевой воде радионуклидов, а также методики их определения, в том числе гамма- и бета-спектрометрические.

При этом следует учесть международные рекомендации и разделить радиационный контроль питьевой воды на два этапа:

- экспресс-контроль для определения наличия значимых уровней радиоактивности (возможно суммарной α - и β -активности);
- детальное исследование с целью последующего принятия мер.

Специалистами Запорожской облСЭС в настоящее время разработаны методические подходы к исследованию радиоактивности питьевой воды с учетом особенностей источника водоснабжения, а также методика пробоподготовки для спектрометрической установки СЕБ-01(150), которая с успехом используется в лаборатории.

Применение низкоэнергетической гамма-спектрометрии при исследовании состава РАО.

*Авторы: Андреев В.В., Заграй А.И., Марковцева Т.Г.
ГСП "Чернобыльская АЭС"*

В работе приводятся сведения о исследованиях радионуклидного состава жидких радиоактивных отходов, накопленных в хранилищах Чернобыльской АЭС.

Поскольку в настоящее время готовится к пуску завод по переработке накопленных отходов, то вопросы о реальном радионуклидном составе отходов и доле активности, находящейся в твердой фазе, приобретают особую актуальность. Настоящая работа является попыткой оценки значимости этих ранее не учитываемых факторов.

Для того, чтобы оценить долю изотопов с энергией гамма-излучения ниже 100 кэВ, в дополнение к обычному гамма-спектрометру, был использован гамма-спектрометр, работающий в низкоэнергетичном (рентгеновском) диапазоне (3-600 кэВ).

С целью оценки распределения активности между твердой и жидкой фазой 100 см³ пробы пропускалось через стекловолокнистый фильтр, и измерению на спектрометрах подвергались как фильтр с осадком, так и профильтрованная проба. По полученным результатам измерения рассчитывалась удельная активность радионуклидов отдельно в твердой и жидкой фазе.

Как показали измерения, в гамма-спектрах исследуемых образцов наблюдаются линии следующих радионуклидов:

- □ ¹³⁷Cs, ¹³⁴Cs, ⁹⁴Nb, ⁶⁰Co – в области энергий обычного гамма-спектрометра;
- □ ¹³⁷Cs, ⁹³Mo, ⁹³Zr, ⁵⁵Fe, ⁵⁷Co, ¹³³Ba – в рентгеновской области энергий.

Кроме указанных нуклидов, в низкоэнергетичных спектрах отдельных образцов обнаружены линии, которые могут принадлежать изотопам урана и трансурановым элементам, в частности ²⁴¹Am, но погрешность измерения этих нуклидов превышала 100%, поэтому сведения о них не приводятся.

Таким образом, в результате проведенного исследования было установлено, что в жидких РАО, накопленных на ЧАЭС, кроме регулярно контролируемых радионуклидов (¹³⁷Cs, ¹³⁴Cs, ⁶⁰Co), присутствует ряд других изотопов, в том числе и со значительно большим периодом полураспада, таких как ⁹³Mo, ⁹³Zr, ⁹⁴Nb. Эти изотопы могут оказаться существенными при оценке опасности РАО при их долговременном хранении или захоронении.

Кроме того, показано, что при проведении инвентаризации РАО не было учтено существенное различие между содержанием радионуклидов в твердой и жидкой фазах, что привело к занижению общей активности накопленных отходов. Это также может оказать влияние на анализ безопасности при проведении дальнейшей переработки отходов.

BNFL Instruments: оборудование для радиационного мониторинга вывода из эксплуатации объектов атомной энергетики и контроля радиоактивных отходов

*Заграй А.И.
ГСП Чернобыльская АЭС*

Британская компания BNFL Instruments – один из мировых лидеров по производству оборудования для радиационного контроля РАО и для сопровождения операций по выводу из эксплуатации объектов ядерной энергетики всё более активно продвигается на рынок СНГ.

Для обеспечения безопасности процессов вывода из эксплуатации атомных объектов компания выпускает оборудование для дистанционного контроля помещений, технологического оборудования, трубопроводов, позволяющее получать сведения о пространственном распределении и радиационных характеристиках имеющихся источников ионизирующего излучения. Использование гамма-сканеров типа RadScan позволяет не только значительно снизить дозозатраты при получении информации о радиационной обстановке, но и документировать процессы дезактивации и демонтажа загрязненного оборудования.

Для контроля демонтируемого оборудования и образующихся в процессе снятия с эксплуатации РАО, BNFL Instruments освоил выпуск ряда средств измерений, которые позволяют измерять удельную активность и радионуклидный состав РАО, содержание в РАО делящихся материалов, распределение РАО внутри упаковки. В докладе приводятся описания и характеристики ряда средств контроля РАО, производимых компанией.

МЕТОДИЧЕСКОЕ И ПРИБОРНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ИЗМЕРЕНИЙ РАДИОАКТИВНЫХ ОТХОДОВ

Бабенко В.В., Исаев А.Г., Казимиров А.С.

Научно-производственное предприятие «АтомКомплексПрибор», 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 данные о радиоизотопном составе отходов, удельной и общей активности каждого значимого радионуклида.

Новые требования стимулируют разработку методик и спектрометрических устройств для паспортизации РАО, которые смогут обеспечить достоверность и необходимую точность измеряемых величин.

В докладе представлен обзор некоторых методик определения радионуклидного состава и удельной активности РАО, основанных на измерении мощности экспозиционной дозы на поверхности контейнера или упаковки с РАО и на анализе спектров гамма-излучения от объемных источников. Предложен разработанный авторами метод градуировки гамма-спектрометров для определения удельной активности РАО, пригодный для сцинтилляционного и полупроводникового детекторов. Градуировочные коэффициенты спектрометра получают в лабораторных условиях с помощью точечных эталонных источников, которые в дальнейшем используются для расчета программными средствами удельной активности радионуклидов в РАО. При расчете также учитываются материал и плотность вещества РАО, размеры и материал контейнера или упаковки. Выполнена экспериментальная проверка метода в реальных условиях на Ровенской АЭС.

Рассмотрен вопрос применения спектрометрического оборудования для паспортизации РАО, а также программные средства, используемые для накопления и анализа гамма-спектров.

Семейство спектрометрических АЦП для шин ISA, PCI, CompactPCI, USB и RS-232/485

*Д.А.Вишневский, А.С.Гольцев, Е.М.Лизунов, Н.Г.Мазный, А.Н.Пугачев, А.Г.Савушкин,
В.Т.Сидоров
ЗАО НПЦ «АСПЕКТ», г. Дубна, МО*

Разработано и серийно производится семейство спектрометрических АЦП предназначенных для создания спектрометров ядерных излучений с использованием различных типов детекторов. Возможность выбора АЦП с интерфейсами шин ISA, PCI, CompactPCI, USB или RS-232/485 позволяет использовать компьютер соответствующей конфигурации для организации измерительных систем как лабораторного, так и промышленного назначения

Семейство построено на основе мезонинной архитектуры, которая заключается в использовании базовых («материнских») плат с интерфейсом соответствующей шины и одной или двух дополнительных плат («мезонинов»), образуя одно- или двухканальные АЦП

Материнские платы содержат: интерфейс шины, контроллер с памятью, который обеспечивает прием данных от мезонинов, формирование и накопление спектров; счетчики реального и живого времени; интенсивметры и логические схемы управления.

Мезонинные платы содержат собственно спектрометрические амплитудно-цифровые преобразователи различных типов. Их основные параметры приведены в *Таблице 1.*

Таблица 1. Типы АЦП-мезонинов и их параметры

	MWilk1 (1)	MWilk2 (2)	MADC16(4)	MuWilk8(3)
Количество входов	1	1	1	8
Количество преобразователей	1	1	1	1
Амплитуда входного сигнала	+10 В	+10 В	+5 В	+10 В
Метод преобразования	Вилкинсон	Вилкинсон	Последовательное приближение	Вилкинсон
Разрядность	1К – 8К	4К – 16К	1К-2К-4К-8К	1К
Тактовая частота	100 МГц	200 МГц	---	100 МГц
Максимальное время преобразования	10 – 80 мкс	20 – 80 мкс	3.5 мкс	10 мкс
Разрядность	1К – 8К	2К – 16К	1К-2К-4К-8К	1К
ДНЛ (типичная)	0.3 – 0.7 %	0.5 – 0.8 %	0.5 – 1 %	0.5 %
ИНЛ (типичная)	0.01 %	0.01 %	0.01 %	0.02 %

При одинаковом объеме набранной статистики АЦП-мезонины MWilk1 и MWilk2 с преобразованием по методу Вилкинсона обеспечивают более высокую точность, чем MADC16, в котором используется преобразование методом последовательного приближения. При этом время преобразования MADC16 постоянно и не зависит от амплитуды измеряемого сигнала, что обеспечивает существенно меньшее мертвое время у

АЦП последовательного приближения по сравнению с преобразованием методом Вилкинсона.

Отличительной особенностью АЦП-мезонинов MWilk1 и MWilk2 является возможность программной установки ширины канала накапливаемого спектра с точностью 5мкВ.

Конструктивно АЦП выполнены в различных вариантах:

- платы, устанавливаемые в персональный или промышленный компьютер в слоты шин PCI или ISA
- модули стандарта «евромеханика» высотой 3U подключаемые к компьютеру посредством шин CompactPCI, RS232/485 и USB.
- приборное исполнение с подключением к компьютеру через шины USB или RS232/485

В *Таблицах 2 и 3* приведены варианты исполнения и основные параметры спектрометрических АЦП, выпускаемых серийно в НПЦ АСПЕКТ.

Все АЦП поставляются с программными драйверами для операционных систем DOS и Windows 98/2000/XP.

Таблица 2. Типы АЦП и их конструктивы

Тип АЦП	Конструктив	Количество мезонинов	Тип мезонинов
АЦП-PCI	Плата PCI	1 или 2	Любой
АЦП-ISA	Плата ISA	1	1
АЦП-ISAm	microPC	1	1
АЦП-USB	Прибор – USB	1	1,2,4
АЦП-RS	Прибор– RS232/485	1	1,2,4
БПА-03	Евромеханика – cPCI	1	1,2,4
БПА-04	Евромеханика – USB	1	1,2,4
БПА-05	Евромеханика – RS232/485	1	1,2,4

Таблица 3. Некоторые параметры АЦП

Интерфейсная шина	PCI	cPCI	USB	ISA	RS232/485
Разрядность шины	32	32	1	8	1
«Теоретическая» частота шины (максимальная)	133 МБ/с	133 МБ/с	1.5 МБ/с	1 МБ/с	0.01 МБ/с
Конструктив	Плата ПК	Евро 3U	Прибор / Евро 3U	Плата microPC/ плата ПК	Прибор / Евро 3U
Память спектра	Да	Да	Да	FIFO 255	Да
Интенсиметры	2	1	1	1	1
Совпадения/антисовпадения	Да	Да	Да	Да	Да
Температурный диапазон	0 - +50 °С	0 - +50 °С	0 - +50 °С	-40 - +50 °С	0 - +50 °С
Питание	Из шины	Из шины	Из шины	Из шины	Внешнее

ОПРЕДЕЛЕНИЕ АКТИВНОСТИ РАДИОНУКЛИДОВ ^{90}Sr и ^{137}Cs В ПОВЕРХНОСТНЫХ, ГРУНТОВЫХ И СТОЧНЫХ ВОДАХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ БЕТА – СПЕКТРОМЕТРИИ

Бабенко В.В., Исаев А.Г., Казимиров А.С., Рудык А.Ф., Христенко Ю.С.

НПП «АтомКомплексПрибор», г. Киев, Украина

Цыганков Н.Я.

УНЦРМ, г. Киев

Необходимость исследования и контроля природных вод на содержание радионуклидов, а также введение в действие более жестких нормативов диктует разработку новой, более чувствительной измерительной аппаратуры и методик, направленных на повышение достоверности и точности результатов измерений.

В большинстве водных объектов окружающей среды наблюдается низкое содержание (менее 1 Бк/л) радионуклидов ^{90}Sr и ^{137}Cs , поэтому определение их активности невозможно без предварительного концентрирования. В настоящее время для водоподготовки широко используются ионообменные технологии, которые позволяют очистить счетный образец от естественных радионуклидов.

Украинским научным центром радиационной медицины совместно с НПП «АтомКомплексПрибор», г. Киев разработана методика одновременного определения активности радионуклидов ^{90}Sr и ^{137}Cs в пробах поверхностных, грунтовых и сточных вод. Методика основана на концентрировании на ионообменной смоле – сильнокислом катионите типа КУ-2 - растворенных в воде радионуклидов ^{90}Sr и ^{137}Cs . Перед операцией концентрирования проба воды очищается от природной активности.

Для оптимального анализа счетный образец измеряют дважды. Первый раз измерение выполняют сразу по окончании операции концентрирования и определяют содержание ^{137}Cs и ^{40}K . Второй раз - на 2 – 3 сутки после завершения концентрирования, когда произойдет накопление достаточного количества иттрия для экспрессной оценки ^{90}Sr .

Выражение для практического расчета объемной активности ^{90}Sr получено в предположении отсутствия остаточного иттрия и имеет вид:

$$A_{\text{Sr}} = \frac{A_{\text{Y}}}{V \cdot (1 - e^{-\lambda \cdot \Delta t})},$$

где

A_{Sr} – объемная активность ^{90}Sr , Бк/л

A_{Y} – измеренная активность ^{90}Y в счетном образце, Бк

V – объем пробы воды, пропущенной через ионообменную смолу, л

λ – постоянная распада ^{90}Y , равная $1.802 \cdot 10^{-4} \text{ мин}^{-1}$

Δt – промежуток времени между моментом окончания операции концентрирования и моментом измерения счетного образца, мин.

Для измерения активности радионуклидов в смоле используется бета-спектрометр СЭБ – 01 производства НПП «АтомКомплексПрибор».

Активность ^{90}Y , ^{137}Cs и ^{40}K определяется из бета-спектра счетного образца с помощью пакета программ «AkWin».

MGP Instruments (SYNODYS Group): новое оборудование и программное обеспечение СРК и ИДК

С.А. Виженский

Московское представительство компании MGP Instruments (SYNODYS Group) и SILENA International.

Тел/факс (095) 438 6110, (095) 960 4950

E-mail: vijenki@moteco.ru

<http://www.mgpi.com>, <http://www.synodys.com>, <http://www.silena.com>

Компания MGP Instruments (SYNODYS Group) представила ряд новых продуктов в гамме оборудования и систем радиационного и индивидуального дозиметрического контроля для предприятий и исследовательских центров атомной промышленности.

Следуя запросам клиентов, фирма продолжает развитие и унификацию мониторов АСРК «RAMSYS», включая производство и поставку агрегатных сборок радиационных мониторов трех классов:

- М: Мобильные мониторы, для оперативного контроля обстановки с возможностью быстрого перемещения по объекту и возможного подключения к сети СРК предприятия;
- L: Мониторы СРК для стационарной установки в «легкой» (не сейсмостойкой) комплектации;
- S: Мониторы СРК для стационарной установки в сейсмостойкой комплектации.

Указанные классы мониторов используются для всех измерительных каналов нормального и аварийного диапазонов, включая мониторы радиационного фона, РБГ, йода и аэрозольных выбросов.

Гамма продукции фирмы для Индивидуального Дозиметрического Контроля пополнилась новыми компактными считывателями электронных дозиметров и программным обеспечением.

- LDM210: Портативный считыватель для бесконтактного обмена информацией с электронными дозиметрами семейства DMC 2000 и SOR и контроля доступа персонала;
- DosiMed: Программный пакет ИДК для лабораторий и медицинского применения;

- □ DosiFast: Программный пакет ИДК для аварийных бригад. Программное обеспечение совместимо с компактными считывателями LDM101, LDM210/220 и дозиметрами DMC2000S, 2000X, SOR/R.

ВЛИЯНИЕ β -ИЗЛУЧЕНИЯ НА ОТВЕТ ПОВЕРХНОСТНОГО ПОТЕНЦИАЛА ЭРИТРОЦИТОВ ЧЕЛОВЕКА К ИНГИБИТОРАМ ЭЙКОЗАНОИДНОГО МЕТАБОЛИЗМА

Жирнов В.В., Гавий В.Н.

Институт биоорганической химии и нефтехимии НАН Украины, г.Киев, Украина

Казимиров А.С.

НПП «АтомКомплексПрибор», г. Киев, Украина

Ранее нами было показано, что при низких мощностях доз (0,5 – 10 мкГр/ч) β -излучение (^{14}C и ^{90}Sr) изменяет функциональный ответ лейкоцитов и эритроцитов к веществам, модифицирующим активность аденилатциклазной и полифосфоинозитидной сигнальной систем (дибутирил-цАМФ, модуляторам β -, α_1 , α_2 -адрено- и A_1 -пуринорецепторов, G-белков, аденилатциклазы и цАМФ-фосфодиэстеразы) [Жирнов В.В. и др., 2000, 2002, 2003]. При этом установлено, что поглощенные инкубационной средой, дозы радиации в диапазоне 1-100 мкГр не оказывали влияния на процессы неферментативного перекисного окисления липидов (ПОЛ) и состояние глутатионовой системы в клетках. В то же время, хинакрин, ингибитор фосфолипазы A_2 , поставляющей субстрат для эйкозаноидного метаболизма, который опосредуется ферментативными процессами ПОЛ, угнетал хемотаксис нейтрофилов и реакцию розеткообразования эритроцитов. Радионуклиды нивелировали вызванное хинакрином угнетение хемотаксиса, но не изменяли ответ реакции розеткообразования. Эти данные позволили предположить, что радиационное излучение в изученном диапазоне поглощенных доз (мощностей доз) может влиять и на метаболизм эйкозаноидов, находящихся под контролем мембранных сигнальных систем клетки. Цель настоящего исследования заключалась в изучении влияния β -излучения на ответ поверхностного потенциала (ПП) эритроцитов к ингибиторам ферментов эйкозаноидного метаболизма (цикло-, липоксигеназы) и фосфолипазы A_2 .

Эритроциты осаждали из цельной крови доноров центрифугированием. Заряд на плазматической мембране клеток оценивался по их электрофоретической подвижности (ЭФП). Электрофорез клеток проводили при комнатной температуре после внесения в среду инкубации радиоактивного изотопа ^{14}C -лейцина ("Amersham") в концентрации 0,1 мКи/л. Время инкубации клеточной суспензии с радионуклидом составляло 1 час. Аспирин, BW-775с и хинакрин вносили в среду инкубации в концентрациях 0,1-100 мкМ за 10 мин до внесения радионуклида.

Показано, что ингибиторы фосфолипазы A_2 (хинакрин, 10-100 мкМ), циклооксигеназы (аспирин, 10-100 мкМ) и цикло- и липоксигеназы (BW755с, 1-100 мкМ) снижали ЭФП эритроцитов максимально на 20 - 30%. Аналогичное действие оказывало и β -излучение. Нерадиоактивный лейцин в изученных концентрациях не оказывал влияния на ЭФП эритроцитов. Ответ ЭФП клеток к этим ингибиторам зависел от их концентрации. Внесение в среду инкубации ^{14}C изменяло ответ ЭФП клеток к ингибиторам цикло- и липоксигеназы, но не хинакрин. Однако β -излучение полностью отменяло стимулирующее действие неспецифического активатора фосфолипазы A_2 (кальцийнезависимой), H_2O_2 , на ЭФП клеток. При этом β -излучение усиливало ответ ЭФП к аспирину только при концентрации 100 мкМ. Ответ к BW755с снижался облучением при всех концентрациях, за исключением равноэффективной (10 мкМ).

Полученные данные указывают на модификацию β -излучением эйкозаноидного метаболизма, вероятно, через ингибирование фосфолипазы A_2 , на что указывает снятие радиацией стимулирующего действия на ЭФП перекиси водорода. Не исключено также и действие радиации на соотношение активностей циклооксигеназы и липоксигеназы, возможно, опосредованное мембранными сигнальными системами клетки.

Дозиметр – радиометр поисковый МКС-05А

*Бордюгов Л.Г., Ушанков А.В., Саламатин И.М., Хвастунов М.М.
ЗАО НПЦ "Аспект", Россия, г. Дубна*

Назначение

Измерение пространственного распределения полей ИИ, измерение МЭД гамма и нейтронного излучения, плотности потока бета излучения. Визуализация и архивация данных измерений.

Функции и возможности

Система состоит из центрального пульта, разработанного на основе промышленного персонального компьютера, и носимых приборов (до 10 штук).

Носимый прибор

Позволяет осуществлять следующие операции:

- ~ поиск источника радиационного излучения;
- ~ измерение мощности эквивалентной дозы, плотности потока ИИИ (возможность подключения гамма, бета или нейтронного детектора).
- ~ привязка полученных измерений к географическим координатам посредством глобальной системы позиционирования (GPS).
- ~ накопление полученных данных (формирование архива).
- ~ измерение накопленной оператором эквивалентной дозы излучения.
- ~ отображение результатов измерений на графическом LCD дисплее.
- ~ передачу накопленных данных на центральный пульт или персональный компьютер.

Обмен данными между носимыми приборами и центральным пультом возможен посредством:

- ~ прямого подключения к центральному пульту через последовательный порт;
- ~ радиоканала, используя встроенный радиомодем (до 2 км);
- ~ носимого модуля памяти (iButton).

Центральный пульт

Предназначен для сбора, хранения, обработки и визуализации данных с носимых приборов.

Обладает следующими возможностями:

- ~ Сбор данных с носимых приборов;
- ~ формирование карты распределения полей ИИ с использованием ГИС-технологий;

- ~ Формирование базы данных измерений;
- ~ Формирование отчетов для вывода на печать или экспорта в приложения Microsoft Office.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТОВ ЭМАНИРОВАНИЯ ГРУНТОВ

Микляев П. С. (МГТТ), Петрова Т. Б., Охрименко С. Е. (ЦГСЭН в Москве)

Радоноопасность территорий определяется объемной активностью ^{222}Rn в почвенном воздухе и плотностью потока радона из грунтов. Эти величины в значительной мере зависят от эманлирующей способности грунта. При определении ^{226}Ra по его дочерним продуктам распада также необходимо учитывать эманирование ^{222}Rn . Количественная характеристика эманлирующей способности – коэффициент эманирования ($K_{эм}$). Для определения $K_{эм}$ была проведена серия измерений удельной активности ^{226}Ra и его ДПР (^{214}Bi , ^{214}Pb) в грунтах, наиболее распространенных на территории Москвы. Всего исследовано 52 образца, отобранных из скважин с глубины до 60 м. Измерения удельной активности проводились на гамма-спектрометрическом комплексе «Silena» с ППД на основе ОЧГ в геометрии Маринелли 0,5 л. Активность ^{226}Ra определялась по суммарному фотопик $^{235}\text{U} + ^{226}\text{Ra}$ в области 186 кэВ (вклад ^{235}U в пик – 42 %). Предполагалось, что соотношение $^{235}\text{U}/^{238}\text{U}$ в природных средах постоянно, а ^{238}U и ^{226}Ra находятся в равновесии в пределах погрешности определения этих радионуклидов. В некоторых случаях (при небольшом комптоне) определялся ^{234}Th по линиям 63,3 и 92,5 кэВ как контролер равновесия между ^{238}U и ^{226}Ra (^{234}Th и ^{238}U в природных средах всегда находятся в равновесии). Для каждой пробы выбиралось оптимальное время измерения, необходимое для получения минимальных погрешностей – не более 10 % для ^{214}Pb и 20 % для ^{226}Ra . Коэффициент эманирования грунта рассчитывался по формуле $K_{эм} = [A(^{226}\text{Ra}) - A(^{214}\text{Pb})] / A(^{226}\text{Ra})$, где $A(^{226}\text{Ra})$ – общее количество ^{222}Rn в образце в состоянии радиоактивного равновесия с ^{226}Ra ; $A(^{226}\text{Ra}) - A(^{214}\text{Pb})$ – количество ^{222}Rn выделившегося из образца в окружающую среду. Результаты измерений приведены в таблице.

Состав и возраст грунта.	Кол-во проб	Коэффициент эманирования, %		
		средн.	$K_{вар.}$	мин.-макс.
Пески среднезернистые четвертичные	8	57	0,2	40-68
Пески гравелистые с вкл. гальки – « –	3	33	0,37	25-48
Суглинки четвертичные	8	35	0,25	19-46
Глины четвертичные и среднеюрские	11	43	0,19	34-55
Глины верхнеюрские	7	57	0,1	52-64
Глины каменноугольные	2	48	-	-
Песчаники юрские	1	9	-	-
Известняки каменноугольные	10	21	0,45	5-33

Минимальные $K_{эм}$ характерны для скальных пород – песчаников и известняков. Увеличение степени выветрелости и раздробленности породы приводит к росту $K_{эм}$. В глинистых грунтах $K_{эм}$ закономерно увеличивается с повышением содержания глинистой фракции (частиц $\varnothing < 2$ мкм) – минимальные $K_{эм}$ наблюдаются в грубозернистых четвертичных суглинках, а максимальные в наиболее тонкодисперсных верхнеюрских глинах. Высокие значения $K_{эм}$ в песчаных грунтах обусловлены высокой эффективной пористостью и крупными размерами пор, характерными для песков. Присутствие в песках гравия и гальки скальных пород приводит к уменьшению $K_{эм}$.

Универсальный портативный радиометр-спектрометр «МКС-А03»

С.В.Алексеев, А.И.Иванов, Е.М.Лизунов, Н.Г.Мазный., А.Н.Пугачев, В.Т.Сидоров, ЗАО НПЦ «Аспект» г.Дубна, МО

Универсальный портативный радиометр-спектрометр МКС-А03 разработан в качестве замены серийно выпускаемому в настоящий момент прибору МКС-А02. Радиометр-спектрометр МКС-А03 представляет собой компактный ручной прибор, совмещающий в себе функции радиометра, дозиметра, спектрометра и применяющийся для оперативного контроля радиационной обстановки на различных пропускных пунктах, в передвижных радиологических лабораториях, службах радиационного контроля.

В приборе применяются гамма-детекторы на основе NaI(Tl) и счетчика Гейгера-Мюллера, нейтронный детектор на основе двух He-3 трубок, внешний альфа-бета фосвич-детектор.

Диапазоны измерения, энергетический диапазон и предельные значения основной погрешности для каждого вида ионизирующего излучения приведены в табл.1.

Таблица 1.

Вид излучения	Измеряемая величина	Диапазон измерения	Энергетический диапазон измеряемого излучения или нуклид	Основная погрешность, %
альфа	плотность потока, см ⁻² мин ⁻¹	1...10 ¹ 10 ¹ ...5*10 ³	3...10МэВ	±40 ±20
бета	плотность потока, см ⁻² мин ⁻¹	2...2*10 ¹ 2*10 ¹ ...5*10 ³	0.3 ...3МэВ макс. значения энергий бета спектра	±40 ±20
гамма	МЭД, мкЗв/ч	0.1 ... 10 ⁴	0.05 – 3 МэВ	±20
нейтронное излучение	МЭД, мкЗв/ч	1 ... 10 ³	²³⁹ Pu-α-Be источник	±40

В качестве гамма-спектрометра МКС-А03 позволяет измерять, хранить, обрабатывать, передавать в компьютер гамма-спектры. Обмен данными с компьютером может производиться по различным интерфейсам: RS-232, USB, Bluetooth.

Вычислительная часть МКС-А03, в отличие от предшествующего ему прибора МКС-А02, выполнена на основе 32-х разрядного контроллера семейства ARM, что позволяет реализовать в приборе сложные алгоритмы обработки гамма-спектров и идентификации гамма-излучающих радионуклидов.

Конструктивно прибор выполнен в ударопрочном пластмассовом корпусе. Управление прибором осуществляется при помощи удобного пользовательского интерфейса, реализованного посредством пяти кнопок и графического экрана разрешением 320*240 точек. Прибор ориентирован на применение в полевых условиях.

Новые разработки для контроля технологических процессов на АЭС и радиоактивности в окружающей среде

*Казимиров А.С., Бабенко В.В., Рудык А.Ф.
НПП «АтомКомплексПрибор», г. Киев, Украина*

Для решения разнообразных задач, связанных с измерением ионизирующих излучений, НПП «АтомКомплексПрибор» успешно разрабатывает и производит серийные и оригинальные приборы для определения активности, качественного и количественного состава радионуклидов, не превышения допустимых уровней их содержания в пробах и объектах, приборы для индивидуального контроля персонала.

В последнее время созданы новые разработки по различным направлениям.

Для радиационного контроля на АЭС предназначено устройство детектирования УДЖГ-А06Р. Устройства типа УДЖГ применяются в составе измерительного канала аппаратуры контроля радиационной безопасности (АКРБ) на АЭС с целью измерения объемной активности гамма-излучающих нуклидов в жидкости технологических контуров АЭС по их гамма-излучению.

Для радиационного технологического контроля в труднодоступных малообслуживаемых узлах и помещениях АЭС, а также для работы в полевых условиях, в условиях мобильной лаборатории или аварийной ситуации разработан многоканальный амплитудный анализатор «АБА-П-07». Наличие универсального блока питания обеспечивает автоматическую подзарядку встроенного аккумулятора. Прибор показал надежную работу в жестких радиационных полях (10-80 мР/ч). Имеется возможность подключения детекторов различного объема и чувствительности.

Спектрометрический гистограммный амплитудно-цифровой преобразователь «АЦП-АК» служит для измерения амплитуд импульсных сигналов путем аналого-цифрового преобразования с последующей регистрацией полученного цифрового кода в памяти ПК. Анализаторы на базе «АЦП-АК» позволяют проводить накопление, обработку и выдачу информации на внешние устройства. «АЦП-АК» предназначен для установки в ПК типа IBM PC, в котором имеется шина ISA. «АЦП-АК» имеет вход признака сигнала на четыре состояния, что позволяет производить измерение от четырех источников излучения и работу в режиме антисовпадений.

Создана серия сцинтилляционных блоков детектирования типа БДЕГ-АК для регистрации гамма-излучения, которые применяются в спектрометрах энергии гамма-излучения.

Для определения содержания гамма-излучающих радионуклидов в теле человека, ингаляционной составляющей внутреннего облучения человека разработаны и выпускаются спектрометры излучения человека «СИЧ-АКП». Приборы выпускаются различной модификации и могут применяться как средство индивидуального контроля персонала и населения.

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

Техническое обеспечение радиационной и ядерной безопасности с целью предотвращения возможных террористических актов в условиях мегаполиса.

Гусев Е.В., Толпекин И.Г., Федоренко В.В. ЗАО «НТЦ Экспертцентр», Менделеево, МО
(095)105-11-79, www.beta.ru, expert@beta.ru

Источники опасности

Источниками потенциальной опасности являются:

- неконтролируемые радиоактивные источники промышленного и медицинского назначения (например, используемые в радиоизотопных приборах, таких как дефектоскопы, толщиномеры, поверочные установки и т.д.)
- ядерные и оружейные материалы, используемые при создании ядерного оружия.

Наиболее распространенными в неконтролируемом обороте, по данным ГТК России, являются следующие радиоактивные вещества:

- источники промышленного и медицинского назначения – ^{54}Mn , ^{57}Co , ^{60}Co , ^{55}Fe , ^{65}Zn , ^{137}Cs , ^{192}Ir , ^{75}Se , ^{226}Ra .
- используемые при создании ядерного оружия – ^{239}Pu , ^{241}Am , ^{243}Cm , ^{247}Cm , ^{252}Cf .

С точки зрения причинности инцидентов их можно классифицировать следующим образом:

- нештатные ситуации при работе с источниками;
- потеря контроля над источником;
- использование в криминальных, в т.ч. в террористических целях.

Особое место в этом ряду занимает проблема, связанная с использованием источников ионизирующего излучения в террористических целях. Здесь могут быть рассмотрены два основных сценария.

Первый - использование достаточно мощных по активности радионуклидных источников без их разгерметизации. При этом опасность представляет испускаемое источником внешнее излучение, воздействие которого ограничивается небольшим числом вовлеченных лиц.

При втором варианте радиоактивное вещество в результате диспергирования (например, при взрыве контейнера с радиоактивными веществами) распределяется по территории (так называемая «грязная бомба»). В результате образуется радиоактивное загрязнение, создающее значительные медицинские, экономические и психологические проблемы. Таким образом, террористические группы, планирующие проведение террористических актов в условиях большого города, в том случае, даже если они не обладают технологией создания ядерного боеприпаса, владея определенным количеством радиоактивных веществ, могут причинить непоправимый вред. Изготовление такого взрывного устройства не представляет для современных террористов никакого труда.

Различные варианты применения радиоактивных материалов в террористических и криминальных целях имеют свои особенности. Эти особенности многообразны, и зависят от таких параметров, как активность, дозиметрические характеристики, физико-химическое состояние, сценарии использования, особенности реализации дозовых нагрузок в условиях мегаполиса и др. Поэтому прямой перенос или адаптация принятых в радиационной защите подходов в этом случае вряд ли возможны.

Используемые в реальной практике подходы часто основаны на субъективных (интуитивных) представлениях и могут быть недостаточны (недооценка опасности) или, наоборот, избыточны (переоценка или гиперболизация опасности). При несанкционированном применении радиоактивных материалов необходимо осуществить ряд мероприятий для своевременного и точного обнаружения радиационного воздействия, выявления вовлеченных лиц и последующего информирования населения.

Игнорирование возможности применения радиационного воздействия в террористических целях может привести в случае их практической реализации к непрогнозируемой дестабилизации жизнедеятельности как отдельных мегаполисов, так и страны в целом при относительно ограниченном масштабе применения «радиологического оружия».

В настоящее время разработана методология (алгоритм) обнаружения возможного террористического применения радиоактивных веществ, начиная от момента их получения, и заканчивая моментом начала облучения людей. Алгоритм позволяет также решать данную задачу в обратном порядке.

Методология содержит также оценку относительной радиологической опасности различных радиоизотопных источников и радиоактивных материалов, включая радиоактивные отходы, при различных сценариях их использования в террористических целях, что позволяет с максимальной эффективностью противодействовать их использованию, включая раннее превентивное обнаружение в случае их возможного применения в террористических целях, имея ввиду конечную цель – предупреждение.

Методы предотвращения

Помимо оперативной работы, наиболее эффективным методом предотвращения террористических актов с использованием радиоактивных веществ, является их выявление на ранней стадии с использованием специальных технических средств. Наибольший опыт использования технических средств накоплен в ГТК России. Решая аналогичную задачу (предотвращение незаконного перемещения через границу делящихся и радиоактивных материалов - ДРМ), ГТК использует трехступенчатую схему обнаружения, локализации и идентификации ДРМ.

1-я стадия. Обнаружение ДРМ стационарными мониторами на автомобильных, железнодорожных и пешеходных пунктах пропуска. Стационарные мониторы представляют собой устройства в виде стоек (ворот), контролирующие перемещающиеся через них транспорт или людей. При обнаружении ДРМ подается сигнал на пульт дежурного, транспортное средство фиксируется на видеокамеру, происходит запись события в память ЭВМ.

2-я стадия. Локализация обнаруженного ДРМ носимыми приборами. С помощью носимых приборов происходит локализация ДРМ внутри транспортного средства или другого объекта. Те же носимые приборы применяются сотрудниками специальных служб при скрытом ношении (обычно на поясе). Использование при скрытом ношении обладает преимуществом, так как объект контроля не знает о том, что происходит поиск ДРМ и не может предпринять ответных действий против сотрудника правоохранительных органов. В случае обнаружения ДРМ, сигнал об этом подается на скрытый вибратор, носимый, обычно, на руке.

3-я стадия. Идентификация ДРМ. Обнаруженные ДРМ идентифицируются специальными приборами (спектрометрами) с целью выяснения их природы и состава. Как следствие, на этой стадии выясняется истинная потенциальная угроза, которые обнаруженные ДРМ представляют для безопасности граждан.

Проведенные в НИИ «Спецтехника и связь» МВД России испытания специальных средств обнаружения ДРМ, разработанных и серийно выпускаемых компанией ЗАО «НТЦ Экспертцентр», показали их высокую эффективность для решения указанной задачи. Такие (и аналогичные) средства обнаружения ДРМ используются ОПУ МВД России с 2000 г., а также были определены к закупке (и частично закуплены) по контракту с ГУВД Москвы в 2000 г.

Реализация метода с использованием специальных технических средств

Имеющийся опыт использования технических средств обнаружения ДРМ может быть применен для предотвращения террористических актов в г. Москве. Для выявления ДРМ на ранней стадии на въездах в город (посты ГИБДД на МКАД) устанавливаются стационарные мониторы, контролируемые входной поток автотранспорта. Такие же стационарные мониторы устанавливаются на наиболее важных объектах города, которые могут послужить объектом террористической атаки в первую очередь (правительственные здания, места большого скопления людей и т.д).

Кроме стационарных мониторов, сотрудники правоохранительных органов, в первую очередь службы ГИБДД и ДПС, имеют на вооружении поисковые приборы скрытого ношения, которые, находясь в постоянно включенном состоянии, информируют их о наличии ДРМ в транспортном средстве при проведении ими обычного досмотра. Сотрудники, осуществляющие охрану объектов города, также имеют на вооружении средства обнаружения ДРМ скрытого ношения, которые помогают выявить попытки проникновения внутрь охраняемого объекта террористов, имеющих при себе радиоактивные вещества. Следует подчеркнуть, что имеющиеся ввиду средства скрытого ношения, представляют собой компактные приборы, закрепляемые, обычно, на поясе, и ни в коей мере не мешают сотрудникам их носящим, выполнять свои обычные функции. Вместе с тем эти приборы обладают очень высокой чувствительностью к радиоактивным веществам, благодаря использованию специально разработанных и применяемых детекторов. Так, например, обычный источник гамма-излучения ^{137}Cs , применяемый для калибровки спектрометрической аппаратуры, не представляющий опасности для людей, обнаруживается ими с расстояния 5-10 метров. Такой же источник, но более мощный, который при длительном воздействии на человека, создаст для его здоровья непосредственную угрозу, обнаруживается на расстоянии до 50 м.

Техническая реализация

В качестве технической реализации имеются следующие серийно выпускаемые средства обнаружения ДРМ:

Стационарные мониторы.

Модели 5000-04 – предназначены для контроля прохода в здания.

Модель 50000-10 – предназначена для контроля полосы движения автотранспорта шириной 6 м.

Все модели могут быть оснащены средствами видеонаблюдения и записи.

Модель РМ-1710 –СМ-ЭЦ

Модель РМ-1710 –СМ-ЭЦ используется в качестве стационарного монитора для контроля прохода в здания, в том случае, если нет средств или технической возможности установить стационарный монитор серии 5000-04 (в силу соображений стоимости и габаритных размеров).

Носимые мониторы скрытого ношения.

В ГУВД Москвы имеется на вооружении с 2000 г. модель РМ-1401 (в старом исполнении). В настоящее время поставляется модель РМ-1401М-ЭЦ, с уменьшенными габаритно-массовыми характеристиками, оснащенная ИК-портом для связи с ПК.

Средства идентификации ДРМ

В качестве средства идентификации предлагается использовать портативный спектрометр модели СКС-02ЭЦ.

Срок поставки: носимые мониторы – со склада в Москве, стационарные мониторы – 1-2 месяца, средства идентификации – 1 месяц.

Сцинтилляционные гамма спектрометры УДС-Г

*С.В. Алексеев, Д.А.Вишневский, Е.М. Лизунов, А.Н. Пугачев, А.Г.Савушкин, В.Т.Сидоров
ЗАО НПЦ «АСПЕКТ», г. Дубна, МО*

Гамма спектрометры УДС-Г предназначены для создания спектрометрических систем регистрации гамма-излучения. Модификации спектрометров отличаются размерами кристаллов детектора и типом интерфейса линии связи.

УДС-Г выполнены в компактном пылевлагозащищенном корпусе и содержат детектирующую часть, устройство накопления данных и схемы интерфейса.

Детектирующая часть состоит из сцинтилляционного детектора, фотоэлектронного умножителя (ФЭУ), источника высокого напряжения для питания ФЭУ, усилителя и системы стабилизации тракта детектор-ФЭУ-усилитель для компенсации зависимости его параметров от изменений температуры и величины загрузки.

В качестве детекторов используются обычно кристаллы NaI(Tl) различных размеров, но могут быть установлены и другие типы сцинтилляторов (CsI, BGO, CWO и др.).

С помощью встроенного спектрометрического АЦП амплитуда регистрируемых сигналов преобразуется в цифровой код и накапливается в виде спектра во внутренней памяти. Экспозиции измерений задаются с помощью встроенных таймеров реального и живого времени. АЦП имеет разрешение 1К каналов и дифференциальную нелинейность менее 1%. Интегральная нелинейность всего тракта, включая АЦП, составляет <1%.

Диапазон регистрируемых энергий оговаривается с заказчиком и может составлять от 0.05 до 10 МэВ.

Интерфейсные схемы обеспечивают возможность управления УДС и передачи накапливаемого спектра в компьютер по кабельной линии связи с помощью шин RS-232, RS-485 или USB

Таким образом, УДС-Г, подключенный к компьютеру с соответствующим программным обеспечением образуют законченный спектрометром.

Алгоритм «общения» компьютера с УДС-Г производится в соответствии с протоколом MODBUS. Интерфейс USB реализован таким образом, что при подключении к компьютеру связь с устройством производится как через обычный последовательный COM-порт.

Основные различия используемых интерфейсных шин приведены в таблице.

Интерфейс	USB	RS-232	RS-485
Количество устройств на шине	1	1	до 31
Дальность соединений	5 м	Десятки метров	Сотни метров
Питание	Из шины	Внешнее	Внешнее
Преимущества	Скорость и внутреннее питание	Простота использования	Возможна сеть из нескольких УДС-Г

Основные направления и итоги работы АЭХК в области создания аппаратуры для контроля радиационной безопасности

В.П. Шопен, А.А. Козлов, В.Д. Богдан-Курило, М.П. Мурашова
Ангарский электролизный химический комбинат (АЭХК), Россия. 665804, г. Ангарск, тел.: (3951) 54-06-51, тел/факс: (3951) 54-40-30, e-mail: sktb@irmail.ru

В 1987 году Постановлением Правительства “По результатам ликвидации аварии на Чернобыльской АЭС” перед Минатомом (тогда Минсредмашем), была поставлена задача по организации разработки и серийному производству детекторов и приборов для регистрации и измерения доз персонала от различных источников ионизирующих излучений. С этой целью на Ангарском электролизном химическом комбинате (АЭХК) было создано Специальное конструкторское технологическое бюро (СКТБ) с опытным производством. Все промышленные разработки велись совместно с отраслевыми и академическими научно-исследовательскими институтами страны.

Первой продукцией, которую выпустило СКТБ АЭХК, были детекторы термолюминесцентные монокристаллические ДТГ-4. Для их производства была разработана технология синтеза особо чистых фторидов металлов и нестандартное оборудование для выращивания монокристаллов. Налаженный выпуск детекторов ДТГ-4 увеличивается год от года. В настоящий момент СКТБ АЭХК уже выпущено порядка 500 тыс. штук детекторов.

В 1991 году СКТБ АЭХК был разработан профессиональный дозиметр ДБГ-04А для измерения мощности эквивалентной дозы гамма-излучения. В 1994 году дозиметр прошел испытания, внесен в Госреестр РФ и СКТБ АЭХК был разрешен его серийный выпуск. В 1999 году дозиметр был испытан на соответствие утвержденному типу СИ. За весь период существования СКТБ АЭХК выпущено около 10 тысяч дозиметров ДБГ-04А.

СКТБ АЭХК занимается разработкой и выпуском автоматизированных комплексов для индивидуального дозиметрического контроля. Широко известен автоматизированный комплекс индивидуального дозиметрического контроля АКЖДК-201. Комплекс впервые был внесен в реестр средств измерений и допущен к применению в 1995 году. С этого периода по настоящее время СКТБ АЭХК выпущено 46 комплексов АКЖДК-201. В 2000 году комплекс успешно прошел, повторные испытания с целью соответствия утвержденному типу СИ. Вот далеко неполный перечень городов, где используются АКЖДК-201: Ангарск, Барнаул, Волгодонск, Глазов, Железногорск, Зеленогорск, Новоуральск, Иркутск, Красноярск, Киров, Краснокаменск, Мурманск, Новосибирск, Оренбург, Озерск, Обнинск, Сосновый Бор, Северск, Саров, Череповец.

Параллельно с выпуском АКЖДК-201 СКТБ АЭХК велись работы по созданию комплекса АКЖДК-301. В начале 2002 года эти работы успешно завершились внесением комплекса АКЖДК-301 в Госреестр СИ. В настоящий момент выпущено 4 комплекса АКЖДК-301. На ближайшее время сформирован портфель заказов на выпуск еще 10-ти комплексов.

СКТБ АЭХК разработана конструкция термолюминесцентного дозиметра ДТЛ-02, позволяющая использовать его в дозиметрических системах с ручной загрузкой детекторов в

тракт считывания. Количество дозиметров ДТЛ-02, выпущенных СКТБ АЭХК составляет на настоящий момент порядка 18 тыс. штук, поставка дозиметров осуществляется партиями.

Поскольку СКТБ АЭХК обладает специально разработанной технологией синтеза особо чистых фторидов металлов и выращивания из них монокристаллов им освоено выпуск ОСЧ-солей и плавяных фторидов лития, бария, кальция с минимальным содержанием кислородных примесей, обусловленным прокаливанием или плавлением во фторирующей атмосфере, и массовой долей основного вещества в них не менее 99,98 %.

Перед коллективом СКТБ АЭХК стоят новые перспективные задачи. Одна из них – это создание еще одного комплекса индивидуального дозиметрического контроля АКВДК-401.

Можно констатировать, что задачи, поставленные 15 лет назад перед вновь созданным СКТБ АЭХК успешно выполняются.

Комплекс программного обеспечения «Диоген»

В.Н. Даниленко, Е.А. Ковальский ООО «ЛСРМ»

В.М. Савин НПЦ «Аспект»

Комплекс программного обеспечения «Диоген» используется в составе установки паспортизации радиоактивных отходов СКГ-02 (производитель НПЦ «Аспект»).

Комплекс обеспечивает:

- программное управление установкой,
- измерение массы образца,
- получение спектрометрической и дозовой информации,
- калибровку блоков детектирования по энергии, полуширине и эффективности регистрации,
- идентификацию радионуклидов и расчет удельной активности образца,
- сохранение спектров и результатов обработки в базе данных,
- автоматическую классификацию образцов в соответствии с нормами по уровням активности отходов.

Особенностями программы являются:

- гибкая система организации работы спектрометрических каналов, позволяющая настроить установку на произвольное количество датчиков;
- двухуровневый авторизованный доступ к управлению системой, позволяющий с одной стороны (в режиме «Администратор») произвести полную настройку системы, и с другой стороны в режиме «Оператор» произвести измерение образца минимальным набором команд;
- оригинальные алгоритмы обработки сложных сцинтилляционных спектров;
- удаленный доступ к базе данных с результатами измерений;
- оптимизация пользовательского интерфейса ПО «Диоген» для работы на промышленном компьютере с видеорежимом 640*480.

ИЗМЕРЕНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК ТЕРАПЕВТИЧЕСКИХ ПРОТОННЫХ ПУЧКОВ С ПОМОЩЬЮ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ ДЕТЕКТОРОВ

*Хрунов В.С., Барков И.П., Газизов И.М., Мартынов С.С., Попов С.А.
ФГУП «ИФТП», г.Дубна, Россия
Молоканов А.Г. ОИЯИ, г.Дубна, Россия*

В докладе приводятся результаты измерений параметров медицинских протонных пучков фазотрона Объединенного института ядерных исследований (г.Дубна). Измерения проводились клиническим дозиметром на основе алмазного детектора для радиотерапевтических установок типа ДКДа-01-«ИФТП» и кремниевыми полупроводниковыми детекторами, разработанными и созданными в ИФТП.

Результаты измерений сравнивались с результатами, полученными с помощью дозиметра с образцовой ионизационной камерой, откалиброванной в эталонном поле гамма-излучения. Дозиметром ДКДа-01-«ИФТП» проводились абсолютные измерения поглощенной дозы протонного излучения. Предварительно дозиметр был откалиброван на вторичном эталоне поглощенной дозы гамма-излучения в воде (кобальт-60). Измерения проводились при энергиях протонов 80 МэВ, 150 МэВ и в пике Брэгга. В таблице приведены результаты измерений мощности поглощенной дозы в воде, полученные при использовании аттестованной воздушной ионизационной камеры и клинического дозиметра с алмазным детектором при энергии протонов 150 МэВ.

Таблица

Действительное значение мощности поглощенной дозы, сГр/с	0,220	0,633	2,632	1,426
Значение мощности погл. дозы, измеренное ДКДа-01-«ИФТП», сГр/с	0,224	0,643	2,600	1,440
Отклонение результатов измерений от действительного значения, %	1,8	0,15	1,2	1,0

Из таблицы видно, что отклонение результатов измерений дозиметром с алмазным детектором от действительных значений мощности поглощенной дозы, за которые приняты результаты, полученные при измерениях образцовой ионизационной камеры, не превышают 1,8%. Аналогичные результаты получены и при других энергиях протонов.

Для измерений относительных дозных распределений в ИФТП разработаны детекторы на основе высокоомного кремния n-типа и высоколегированного кремния p-типа проводимости с площадью чувствительной поверхности от 1,0 до 4,0 мм², которые изготавливаются по планарной технологии.

Глубинные дозные распределения и профили протонных пучков различных энергий, измеренные кремниевыми детекторами, хорошо согласуются с результатами, полученными при измерении образцовой ионизационной камерой. Ионизационный ток детекторов измерялся электрометром типа UNIDOS E фирмы «PTW-Freiburg». Чувствительность регистрации протонного излучения, в зависимости от типа детектора и его площади, находится в пределах от $8,0 \cdot 10^{-8}$ до 10^{-6} Кл/Гр.

Таким образом, для абсолютных дозиметрических измерений медицинских протонных пучков может успешно использоваться клинический дозиметр с алмазным детектором типа ДКДа-01-«ИФТП», откалиброванный в поле гамма-излучения, без

внесения дополнительных поправок, а кремниевые полупроводниковые детекторы необходимы для получения первичной дозиметрической информации.

Детектор нейтронов на основе перегретых эмульсий.

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

Представлен разработанный в МосНПО «Радон» детектор нейтронов, использующий в качестве рабочего тела перегретые эмульсии. В настоящее время детектор внесён в Государственный Реестр под названием «Блок детектирования нейтронный пузырьковый» - БДНП.

Детектор предназначен для измерения плотности потока быстрых нейтронов в смешанных гамма-нейтронных полях и может использоваться как в составе радиометрической и дозиметрической аппаратуры, так и автономно. При этом детектору не требуются источники питания.

Детектор имеет следующие общие характеристики: высокая чувствительность к нейтронному излучению (от 2 н/см²с для детектора объёмом 40 см³), возможность изготовления детектора любой формы и объёма, возможность регулирования вида энергетической зависимости чувствительности от пороговой с порогом 1 кэВ до 10 МэВ до всеволнового с одинаковой чувствительностью к быстрым и тепловым нейтронам, тканезквивалентность, полное отсутствие фона, нечувствительность к сопутствующим излучениям, простота снятия показаний, стабильность и воспроизводимость показаний.

Практическая реализация программы “RadSpectraDec” в методиках радиационного контроля.

Ермаков А.И., Каширин И.А., Малиновский С.В., Алешин Д.В., Тихомиров В.А., Соболев А.И.

В настоящее время количество проводимых радиационных измерений из года в год увеличивается в связи с возрастающей потребностью в оценке содержания радионуклидов в природных образцах, а также при переработке и захоронении ядерного топлива, причем нормативы допустимых уровней имеют тенденцию к постоянному снижению.

Сцинтилляционные методы анализа благодаря своим уникальным особенностям позволяют намного облегчить и ускорить процесс получения оперативной информации о радионуклидном содержании в различных объектах.

Разработанный в ГУП Мос НПО «Радон» алгоритм расшифровки вложенных спектров (“RadSpectraDec”), опирающийся на новые математические подходы при моделировании аппаратных спектров и запатентованный в России и США, открыл новые перспективы для использования сцинтилляционных методов, сведя к минимуму длительные и трудоемкие стадии подготовки счетных образцов. Этот подход с незначительными модификациями может быть применен для жидкосцинтилляционной α - и β - спектрометрии, сцинтилляционной γ - спектрометрии (NaI), а также спектрометрии с использованием твердых пластиковых сцинтилляторов.

В работе представлены примеры практической реализации разработанного подхода в методиках радиационного контроля, аттестованных в системе Госстандарта РФ:

- определение β -излучающих радионуклидов в водных пробах и в твердых пробах с использованием ЖСС “Tri-Carb”;
- определение радионуклидов в счетных образцах с использованием ЖСС “Triathler”;
- определение β -излучающих радионуклидов в аэрозольных фильтрах, в пробах грунтов, почв и донных осадков, в пищевых продуктах с использованием спектрометра «Прогресс-бета-М» (сцинтиллятор-пластик);
- определение изотопов урана в пробах почв и донных отложений с использованием ЖСС “Tri-Carb”;
- экспрессное определение стронция-90 в почвах, в золе растительности и биоматериалов, в природных водах с использованием ЖСС или спектрометров на базе пластиковых сцинтилляторов;
- экспрессное радиохимическое определение изотопов радия в водных объектах с использованием γ -спектрометра и ЖС-спектрометра

Электроохлаждаемый портативный ОЧГ спектрометр ORTEC. Сертификация системы ISOCART. Новости от фирмы Pribori Oy

к.т.н. Бутурлин В.Н., к.т.н. Пономаренко А.В., Pribori Oy

До настоящего времени ОЧГ детекторы требовали криогенного охлаждения на основе жидкого азота, применения массивных дьюаров, необходимости доступа к производству жидкого азота. В случае отсутствия жидкого азота, фирма ORTEC предлагает электроохлаждатели ELECTRICCOOL и X-cooler для лабораторий. Предлагаемый фирмой ORTEC с 2000 г. электроохлаждатель **X-cooler** отличается низкой ценой и тем, что в нем удалось радикально уменьшить деградацию разрешения детектора за счет оптимальной геометрии системы, использования модифицированного цикла Джоуля-Томсона с запатентованной системой самоочистки хладагента и предотвращения попадания масла в тракт, что на многих системах у конкурентов приводило к засорению тракта и выходу из строя системы. Эта система от ORTEC обеспечивает не более 7% снижение разрешения на линии 5,9 кэВ и практически такое же разрешение на линии 122 кэВ, что и стационарные системы с жидкоазотным охлаждением. При этом удалось добиться 4-х кратного снижения цены на систему, поставив ее по стоимости в один ряд с традиционными системами с охлаждением на жидком азоте.

С 4 квартала 2003 года впервые фирма ORTEC предлагает уникальный компактный переносной гамма и гамма-нейтронный спектрометр **Detective**, сочетающий в себе достоинства высокоэффективного с прекрасным разрешением ОЧГ детектора со сверхкомпактным охладителем фирмы Numatic Engineering Ltd на основе цикла Стирлинга, встроенным цифровым многоканальным анализатором и аккумулятором более чем на два часа непрерывной работы или внешним питанием. При этом прибор имеет вес менее 12 кг. Прибор выпускается в двух модификациях – **Detective EX** с гамма-нейтронным трактом и **Detective** с гамма-трактом.

Ранее, в гамма-детекторах на основе ОЧГ при использовании механических охладителей наблюдались худшие значения разрешения, связанные с наличием микрофонного эффекта и нестабильностью питания. Микрофонный эффект связан с шумами от поршня компрессора и вибрациями при подаче хладагента. Так же компрессоры нельзя было наклонять более чем на 30 градусов из-за наличия масла внутри. Это делало проблематичным транспортируемое исполнение системы.

Дальнейший прогресс в разработке портативных переносных механических охладителей был связан с переходом на цикл Стирлинга. В отличие от продукции фирмы Canberra, используется не огнеопасный хладагент, а гелий, компрессорный узел имеет большую степень сжатия и не использует масло, благодаря чему абсолютно исключается засорение тракта. В спектрометре **Detective** используется компактный, с питанием от батарей электроохлаждатель. При этом используется не одно, а двухпоршневая система компрессии, которая позволила повысить степень охлаждения в 4 раза. Благодаря этому удалось использовать кристалл детектора из ОЧГ размером 50*30 мм с потреблением всего 16 Ватт. Впервые в приборе **Detective** проблема снижения разрешения решена радикально путем использования цифрового сигнального процессора и оптимальных цифровых фильтров. Измерение разрешения для двух экземпляров приборов показало разрешение не хуже 2.1 кэВ на энергии 1332 кэВ, что является рекордом для столь компактных систем. Эргономичный дизайн, USB порт для связи с внешним компьютером при необходимости, встроенный многоканальный анализатор с программным обеспечением идентификации нуклидов,

удобная сенсорная панель управления на экране анализатора делает этот уникальный прибор удобным в использовании.

Так же мы с удовольствием сообщаем о том, что для известной портативной спектрометрической системы «Изокарт» завершается сертификация и внесение в реестр средств измерения. В настоящее время она может поставляться с новейшим русскоязычным программным обеспечением.

Absolute LIGHT YIELD MEASUREMENTS OF OXIDE AND ALKALI HALIDE SCINTILLATORS

*G.M.Onyshchenko, L.L Nagornaya, V.D Ryzhikov, E.N.Pirogov, V.G.Bondar,
V.I.Krivoshein, E.A.Loseva, O.V.Zelenskaya, Yu.A.Borodenko, A.V.Kuznichenko
Scientific and Technological Complex "Institute for Single Crystals",
Ukrainian National Academy of Sciences, 60 Lenin Ave., 61001 Kharkov, Ukraine*

The objective of this work was to measure the absolute light yield of scintillators CsI(Tl), CWO, GSO и BGO of different size in photons/MeV, using the PMT internal resolution method.

The samples used were of good spectrometric quality, with dimensions 10x10x10 mm³, 10x10x5 mm³, 10x10x2 mm³ of each type of crystals. All crystal surfaces were polished. The crystals were packed before measurements into Teflon containers with wall thickness 8 mm. To ensure light collection only through the contact area scintillator-PMT and avoiding the photocathode exposure to scattered radiation, the container was covered from all surfaces, including the photocathode side, by black absorbing film. For measurements, we used gamma-quanta sources Am-241 and Cs-137. The effective anode sensitivity of R1306 photomultiplier was taken from the data sheet of Hamamatsu. Scintillation spectra were obtained by X-ray radiation excitation.

Calibration of the energy scale was carried out using Am-241 and Cs-137 sources. The light collection coefficients for CsI(Tl), BGO, CWO crystals of dimensions 10x10x10 mm³ were taken from. In this study, we used optical neutral filters NS-1 and NS-5.

In the Table, measurement results are presented for scintillators CsI(Tl), BGO, GSO и CWO of different size – technical light yield in photons/MeV, calculated and experimental values of light collection coefficient for the scintillators studied, number of photoelectrons N_{pe} per 1 MeV of the absorbed energy collected at the first dynode of the photomultiplier.

Scintillator	Size, mm ³	Photo-electrons/MeV	Technical light yield (Ph/MeV)	Absolute light yield (Ph/MeV)	Light collection coefficient, τ
CsI(Tl)	10x10x10	2695	21385	45543	0.47
-/-	10x10x5	3970	31510	45282	0.70
-/-	10x10x2	5035	39957	45152	0.88
CWO	10x10x10	1668	8561	19840	0.44
-/-	10x10x5	2549	13221	19840	0.67
-/-	10x10x2	2790	14469	19848	0.73
BGO	10x10x10	675	3861	7661	0.50
-/-	10x10x5	785	4490	7662	0.59
-/-	10x10x2	956	5467	7667	0.71
GSO	10x10x10	784	3019	7508	0.40
-/-	10x10x05	1321	5088	7510	0.68
-/-	10x10x02	1399	5388	7508	0.72

Программно-методическое обеспечение измерений содержания радионуклидов в контейнерах большого объема и внутри технологического оборудования без вскрытия.

Авторы: Гуцин Е.В., Друзягин А.В., Исаков А.П., Романцов В.П., Смоляков Д.А.

Разработано методическое обеспечение по измерению полной, объемной, массовой и поверхностной активности гамма-излучающих радионуклидов в объектах больших размеров без вскрытия и дополнительного пробоотбора.

Программный комплекс построен таким образом, что по желанию пользователя может быть отобран круг задач, которые необходимо решать в процессе рутинных измерений и работа оператора может быть сведена до “нажатия одной кнопки”.

Программно-методическое обеспечение ориентировано на задачи:

- - измерение содержания радиоактивных нуклидов в отходах, размещенных в цилиндрических и прямоугольных бетонных контейнерах, металлических бочках, мешках;
- - измерение радионуклидов в поверхностных отложениях на технологическом оборудовании ядерных объектов;
- - обследование технологического оборудования на объектах добычи и переработки нефти и другого минерального сырья;
- - оценки внутреннего и внешнего загрязнения зданий и помещений в них, поиск наиболее загрязненных участков;

Программное обеспечение построено таким образом, что круг решаемых задач может быть легко расширен и дополнен. Основная особенность методики – предварительное экспериментальное определение угловых и энергетических характеристик чувствительности системы детектор-коллиматор с любым набором коллиматоров, проводимое с помощью точечных источников. Расчет интегралов переноса излучения производится “от детектора”, а не по объему источника, как принято в большинстве других подобных методиках. Это позволяет рассчитывать долю объема источника, обуславливающую основное поступление излучения в детектор и визуально представить эту долю на экране монитора, что в значительной мере помогает оператору спланировать измерение больших поглощающих источников с неравномерным распределением активности по объему. Производится также автоматический расчет возможных границ неопределенности конечного результата.

Измерительный комплекс ориентирован на использование полупроводниковых германиевых детекторов, но может быть простым способом приспособлен к сцинтиляционным. Для обработки спектрометрической информации используется ранее разработанное программное обеспечение “Spectrum-5” с соответствующей модернизацией, позволяющей в процессе измерения отслеживать погрешность и контролировать время, необходимое для обеспечения заданной точности.

В настоящее время совместно с НПП «Доза» проводятся конструкторские разработки и изготовление необходимого для измерений дополнительного оборудования - тележки по перемещению детектора и его защиты, а также набора необходимых коллиматоров.

Установка паспортизации радиоактивных отходов СКГ-02.

*А.В.Горев, А.И.Иванов, А.Н.Пугачев, В.М.Савин, В.Т.Сидоров, А.В.Черников,
ЗАО НПЦ «Аспект», г. Дубна, МО*

Установка СКГ-02 разработана с целью удовлетворения потребности в недорогом приборе, обеспечивающем возможность быстро и достоверно обследовать радиоактивные отходы (РАО) в типовых контейнерах (бочка объемом 200 литров).

Установка представляет собой измерительный комплекс, работающий под управлением ПО «Диоген» (см. настоящие тезисы) и состоит из промышленного компьютера, трех гамма-спектрометрических трактов со сцинтилляционными детекторами, одного гамма-дозиметрического датчика, весов платформенных электронных и управляемой поворотной платформой для размещения на ней бочек с РАО массой не более 500 кг.

Установка позволяет проводить:

- измерение спектров гамма-излучения, на трех уровнях высоты контролируемой бочки с РАО;
- расчет удельной активности идентифицированных радионуклидов;
- автоматическую классификацию РАО, по результатам рассчитанной удельной активности, на категории отходов;

Характеристики:

- Используемый базовый кристалл блоков детектирования – NaI(Tl) 63X63.
- Нижние пределы детектирования (при доверительной вероятности 95% за время измерения 10 минут) для 200 литровой бочки:
для радионуклида: Cs-137 – 25 Бк/кг; Co-60 – 20 Бк/кг.

Особенности установки:

- В стандартном исполнении управляющий компьютер, электроника, детекторы и платформа для бочек собраны в одном модуле. Возможен вариант дистанционного управления с удаленного компьютера.
- Датчик мощности дозы позволяет измерять мощность дозы на поверхности бочки.
- Вращение образца и использование трех датчиков позволяет получить усредненные результаты в случае неравномерного распределения активности по объему.
- Обработка данных и подготовка отчетов в соответствии с требованиями заказчика включает в себя:
 - Печать результатов в принятом на предприятии формате.
 - Хранение результатов на диске в соответствии с требованиями предприятия.
 - Создание итоговых сопроводительных документов для транспортировки отходов.

Области использования:

- Контроль отходов, с последующим принятием решения об их утилизации.
- Инвентаризационный мониторинг продукции.
- Измерения для проверки качества продукции.

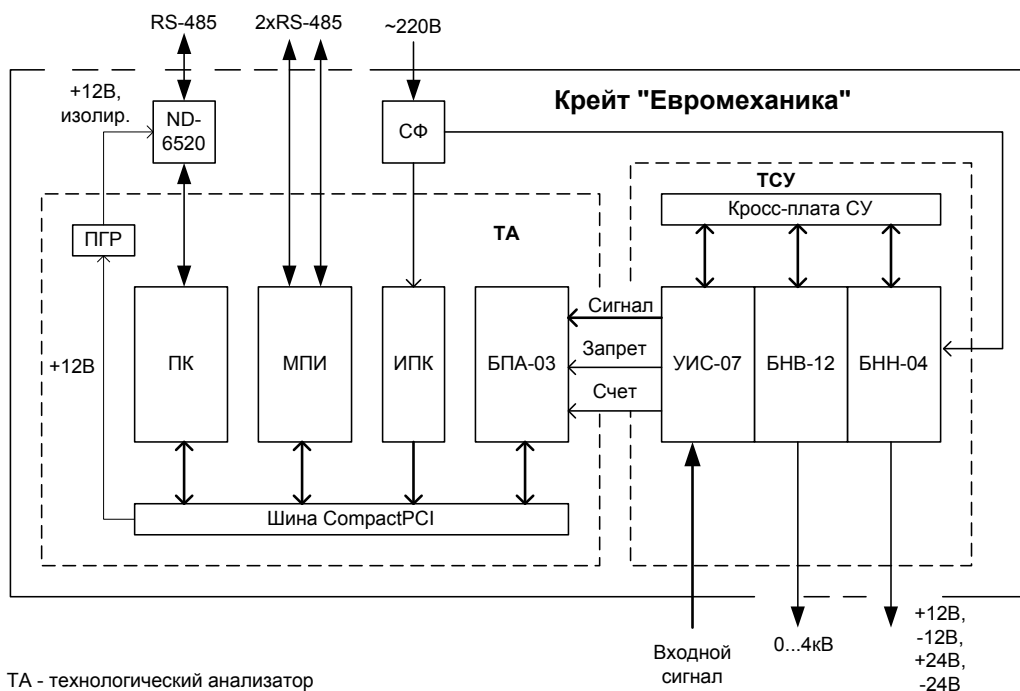
Спектрометрический технологический анализатор «СТА-01»

С.В.Алексеев, А.В.Горев, А.И.Иванов, Е.М.Лизунов, А.П.Марков, А.Н.Пугачев, А.Г.Савушкин, В.Т.Сидоров, ЗАО НПП «Аспект» г.Дубна, МО

Разработан спектрометрический технологический анализатор СТА-01, далее анализатор, применяющийся для комплектования автоматизированных спектрометрических измерительных каналов, обеспечивающих дистанционный контроль активности радионуклидов в технологических средах атомных электростанций.

Анализатор предназначен для измерения амплитуд импульсов, поступающих с детекторов ядерных излучений, формирования и усиления импульсов от детекторов, обеспечения питания детекторов низковольтным и высоковольтным напряжением, первичной обработки измерительной спектрометрической информации, передачи спектров и результатов обработки на верхний уровень, связи с исполнительными устройствами.

Структурная схема СТА-01



ТА - технологический анализатор

ПК - модуль промышленного компьютера

МПИ - модуль последовательных интерфейсов

ИПК - источник питания шины сРСI

СФ - сетевой фильтр

ND-6520 - преобразователь интерфейсов RS-232/RS485

ТСУ - технологическое спектрометрическое устройство

БПА-03 - модуль спектрометрического АЦП

УИС-07 - модуль спектрометрического усилителя

БНВ-12 - модуль высоковольтного питания

БНН-04 - модуль низковольтного питания

Конструктивно анализатор выполнен в стандарте МЭК 297 ("Евромеханика") на основе промышленного компьютера с шиной CompactPCI. Крейт имеет высоту 3U, ширину 19 дюймов и рассчитан на установку блоков, имеющих печатную плату размером (100*160) мм.

Функциональная схема анализатора приведена на рисунке 1.

Рисунок 1 - Функциональная схема анализатора

По степени важности для безопасности АЭС СТА-01 относится к классу безопасности 3Н по ОПБ-88/97. Анализатор соответствует всем требованиям по прочности, стойкости и устойчивости к внешним воздействующим факторам, предъявляемым к данному классу аппаратуры, успешно прошел межведомственные приемочные испытания, в настоящее время серийно производится и поставляется на экспорт.

Дозиметр-радиометр МКС-РМ1401К, новые возможности многофункциональных поисковых приборов

*Антоновский А.А., Зарецкий М.Е., Каган Л.М.,
Климович С.М., Коваленко В.П., Колупаев А.А.*

Крошко А.П., Курьянович А.Я.

ООО «Полимастер»

Республика Беларусь, 220040, г. Минск, ул. Богдановича, 112

тел. (375 17) 217 70 80, факс (375 17) 217 70 81

e-mail: polimaster@polimaster.com

www.polimaster.com

Современные требования, предъявляемые к приборам радиационного контроля за перемещением радиоактивных и ядерных материалов, изложенные в рекомендациях МАГАТЭ, предусматривают создание многофункционального оборудования с минимальными массогабаритными характеристиками для выполнения следующих задач:

- обнаружение источников ионизирующего излучения
- их поиск и локализация по фотонному, нейтронному, альфа и бета излучениям
- определение степени опасности источников для человека и окружающей среды
- идентификация радионуклидного состава.

Следует отметить, что выполнение этих задач должно обеспечиваться персоналом без дополнительных требований к его подготовке и квалификации. Развитие микропроцессорных технологий, средств передачи и обработки информации позволило создать портативный дозиметр-радиометр МКС-РМ1401К, обладающий всеми перечисленными свойствами.

Приборы этого типа могут не только детектировать, проводить поиск любых радиоактивных и ядерных материалов и выполнять все необходимые по регламенту измерения альфа, бета, гамма и нейтронного излучения. Эти приборы также накапливают гамма спектры радионуклидов, индицируют их на собственный дисплей прибора и сохраняют для передачи по ИК или радиоканалам связи с целью последующей обработки и идентификации с помощью специального программного обеспечения. В режиме связи прибора с карманным персональным компьютером по радиоканалу, экспресс идентификация может осуществляться в реальном времени в автоматическом простом и экспертном режимах. При этом управление прибором передается компьютеру, а прибор выполняет функцию дистанционно управляемого интеллектуального детектора.

Прибор оборудован встроенными детекторами всех видов ионизирующего излучения, имеет энергонезависимую память, в которой сохраняется до 500 событий истории, включающих результаты измерений, события обнаружения источников при превышении порогов сигнализации и т.д., а также хранит до 100 гамма спектров. Эта информация может быть передана в карманный персональный компьютер, в переносной или стационарный компьютер или в компьютерную сеть по ИК каналу или встроенному в прибор радиоканалу связи для дальнейшей обработки. В зависимости от используемой конфигурации, обеспечивается многоуровневый анализ спектрометрической, радиометрической и дозиметрической информации.

Малогабаритный, герметичный, ударопрочный корпус, снабженный светодиодной подсветкой ЖКИ, обеспечивают работоспособность прибора в жестких и неблагоприятных климатических условиях.

Прибор размещается на поясном ремне, что делает его удобным в эксплуатации для специалистов таможенных, пограничных, полицейских, аварийно-спасательных служб и т.д. Не мешая пользователю выполнять свои обязанности, прибор немедленно информирует его звуковым или вибрационным сигналом о появлении в зоне контроля источника ионизирующего излучения.

Прибор снабжен набором различных аксессуаров, в том числе внешним вибрационным сигнализатором, телескопическим удлинителем, обеспечивающим поиск и измерение источников в труднодоступных местах, а также пакетами прикладных программ. Также в комплект аксессуаров входит внешний замедлитель нейтронов, представляющий собой полиэтиленовую камеру, внутрь которой помещается прибор, что дает возможность обнаружить и локализовать источники быстрых нейтронов. Основные технические характеристики прибора приведены в иллюстративных материалах к докладу и на сайте предприятия.

Программа управления анализатором и обработки спектрометрической информации «AKWin»

*Казимиров А.С.,
НПП «АтомКомплексПрибор», г. Киев, Украина*

Для решения большинства задач в области спектрометрии ядерных излучений разработано программное обеспечение (ПО) «AKWin» и встроенное программное обеспечение «AK1-П».

Программное обеспечение «AKWin» предназначено для управления измерениями и автоматической обработки альфа-, бета-, гамма-спектров. ПО «AKWin» позволяет выполнять рутинные измерения операторам с минимальной подготовкой и в то же время является универсальным средством для профессионалов, которые проводят ядерно-физические исследования.

«AKWin» отличается оптимальными алгоритмами, хорошей математикой, корректным расчетом погрешностей измерения, возможностью автоматической пересылки результатов измерений в базы данных.

«AKWin» применяется для управления измерениями; обработки полученных спектров (альфа, бета, гамма) для определения содержащихся в измеряемом образце радионуклидов и их удельной / абсолютной активности; документирования результатов обработки; обеспечения проведения различных калибровок спектрометра; сохранения спектров.

Встроенное программное обеспечение «AK1-П» предназначено для управления анализатором «АБА», спектрометрами СЕГ-001м «АКП-С», СЕГ-001к «АКП-С», СЕГ-001п «АКП-С», СЕГ-001пс «АКП-С».