

VI Международное совещание

**ПРОБЛЕМЫ ПРИКЛАДНОЙ СПЕКТРОМЕТРИИ И РАДИОМЕТРИИ  
ППСР-2002**

*Тезисы докладов*

п. Менделеево, Россия  
2002 г.

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>КОМПЛЕКС КАЛИБРОВАННЫХ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ ДЕТЕКТОРОВ ВНИИМ ДЛЯ ТОЧНЫХ РАДИОМЕТРИЧЕСКИХ ИЗМЕРЕНИЙ</b> .....	7
<i>Расько М.А., Терещенко Е.Е., Харитонов И.А.</i> .....	7
<i>ФГУП “ВНИИМ им. Д.И. Менделеева”, г. С.-Петербург, Россия</i> .....	7
<b>МНОГОУРОВНЕВАЯ УНИФИКАЦИЯ КАК ВАЖНЕЙШИЙ ФАКТОР В ПРОЦЕССЕ УСКОРЕННОГО СОЗДАНИЯ ШИРОКОЙ НОМЕНКЛАТУРЫ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОЙ ПРОДУКЦИИ ЯДЕРНОГО ПРИБОРОСТРОЕНИЯ</b> .....	8
<i>В.А.Кожмякин</i> .....	8
<i>Научно-производственное унитарное предприятие “Атомтех”, г.Минск, Беларусь</i> .....	8
<b>ПРОБЛЕМЫ ОПТИМИЗАЦИИ ДОЗОВЫХ НАГРУЗОК</b> .....	9
<i>В.В. Бабенко, М.И. Бабенко</i> .....	9
<i>НПП “АКП” г. Киев, Украина</i> .....	9
<b>ОСОБЕННОСТИ СПЕКТРОМЕТРИИ АЛЬФА-ИЗЛУЧЕНИЯ В РАСТВОРАХ</b> .....	11
<i>Барков И.П., Газизов И.М., Хрунов В.С.</i> .....	11
<i>ФГУП “ИФТП”, г. Дубна, Россия</i> .....	11
<i>Наумов В.Н., Пасевский Н.А.</i> .....	11
<i>ФГУП “ПО “Маяк”, г.Озерск, Россия</i> .....	11
<b>ОПЕРАТИВНЫЙ КОНТРОЛЬ АЛЬФА-ИЗЛУЧАЮЩИХ АЭРОЗОЛЕЙ В ПРИСУТСТВИИ РАДОНА.</b>	12
<i>Барков И.П., Газизов И.М., Хрунов В.С.</i> .....	12
<i>ФГУП “ИФТП”, г. Дубна, Россия</i> .....	12
<i>Лаушкин А.В., Юферев О.И.</i> .....	12
<i>ФГУП “ВНИИИМ им. акад. А.А.Бочвара”, г. Москва, Россия</i> .....	12
<b>РЕЗУЛЬТАТЫ ИСПЫТАНИЙ КЛИНИЧЕСКОГО ДОЗИМЕТРА НА ОСНОВЕ АЛМАЗНОГО ДЕТЕКТОРА</b> .....	13
<i>Хрунов В.С., Мартынов С.С., Попов С.А.</i> .....	13
<i>ФГУП “ИФТП”, г.Дубна, Россия</i> .....	13
<b>ПРОБОПОДГОТОВКА И ИЗМЕРЕНИЕ РАДИОНУКЛИДОВ ЦЕЗИЯ И СТРОНЦИЯ НА ВОЛОКНИСТЫХ ИОНООБМЕННЫХ СОРБЕНТАХ</b> .....	14
<i>Матвейчук С.В., Уголев И.И., Шункевич А.А.</i> .....	14
<i>Институт физико-органической химии НАН Беларуси, г. Минск, Беларусь</i> .....	14
<i>Милевский В.С.</i> .....	14
<i>РУП Белорусский государственный институт метрологии, г. Минск, Беларусь</i> .....	14
<b>УСПЕХИ БЕТА-СПЕКТРОМЕТРИИ ПРИ ОПРЕДЕЛЕНИИ <sup>90</sup>Sr В ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОДАХ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ДЛЯ ХОЗЯЙСТВЕННО-ПИТЬЕВОГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ</b> .....	15
<i>Бабенко В.В., Казимиров А.С., Рудык А.Ф.</i> .....	15
<i>НПП “АКП” г.Киев, Украина</i> .....	15
<i>Цыганков Н.Я.</i> .....	15
<i>УЦРМ. г.Киев, Украина</i> .....	15
<b>ПОСТРОЕНИЕ ПРИБОРОВ ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ НИЗКОЙ АЛЬФА АКТИВНОСТИ МАТЕРИАЛОВ МИКРОЭЛЕКТРОНИКИ</b> .....	16
<i>Манакова А.Ю., Манаков Ю.Г.</i> .....	16
<i>ЗАО “Материалы микроэлектроники”, г. Ижевск, Россия</i> .....	16
<b>УЧЁТ АКТИВНОСТИ ЛОТКА ПРИ ИЗМЕРЕНИЯХ НИЗКОЙ ПОВЕРХНОСТНОЙ АЛЬФА АКТИВНОСТИ НИЗКОФОНОВЫМ ГАЗОВЫМ ПРОПОРЦИОНАЛЬНЫМ ДЕТЕКТОРОМ МОДЕЛИ 1950 ПРОИЗВОДСТВА ФИРМЫ “SPECTRUM SCIENCE”, США</b> .....	17
<i>Манакова А.Ю., Махнёва О.В.</i> .....	17
<i>ЗАО “Материалы микроэлектроники”, г. Ижевск, Россия</i> .....	17
<b>СПЕКТРАЛЬНАЯ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТЬ ГАЗОВОГО ПРОПОРЦИОНАЛЬНОГО СЧЁТЧИКА МОДЕЛИ 1950 ПРОИЗВОДСТВА ФИРМЫ “SPECTRUM SCIENCE”, США</b> .....	18
<i>Манакова А.Ю., Манаков Ю.Г., Мельгунов М.С. (ОИГТМ СО РАН)</i> .....	18
<i>ЗАО “Материалы микроэлектроники”, г. Ижевск, Россия</i> .....	18

<b>НОВЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ МОДИФИКАЦИИ РАДИОМЕТРА РАДОНА РАА-10.....</b>	<b>19</b>
<i>А.Д.Курепин, А.А.Мавлютов.....</i>	<i>19</i>
<i>ООО “НТМ-Защита”, г. Москва, Россия.....</i>	<i>19</i>
<i>Ю.В.Кузнецов.....</i>	<i>19</i>
<i>ГП “ВНИИФТРИ”, п. Менделеево, Россия.....</i>	<i>19</i>
<b>ТОЛЩИНОМЕР ПОКРЫТИЙ ВЫБОРОЧНОГО КОНТРОЛЯ РТВК-4М .....</b>	<b>20</b>
<i>А. А. Симанавичус.....</i>	<i>20</i>
<i>“LEMIS Baltic”.....</i>	<i>20</i>
<i>В. Я. Кроп.....</i>	<i>20</i>
<i>“РНИИРП”.....</i>	<i>20</i>
<b>СТАТИСТИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ФЛУКТУАЦИЙ ГАММА- И НЕЙТРОННОГО ФОНА.....</b>	<b>21</b>
<i>В.С.Андреев, Л.В.Викторов, В.Л.Петров, А.С.Шеин.....</i>	<i>21</i>
<i>УГТУ-УПИ, г. Екатеринбург.....</i>	<i>21</i>
<b>УСТАНОВКА СИЧ-ЭКСПРЕСС .....</b>	<b>22</b>
<i>Бабенко В.В. Казимиров А.С.....</i>	<i>22</i>
<i>НПП “АКП” г.Киев.....</i>	<i>22</i>
<b>МАЛОГАБАРИТНЫЙ МОНИТОР РАДОНА “ДГА-400” .....</b>	<b>23</b>
<i>Мисевич О.В., Федоров А.А.....</i>	<i>23</i>
<i>НИИ Ядерных проблем Белгосуниверситета, г. Минск, Беларусь.....</i>	<i>23</i>
<i>Соколовский А.С., Уголев И.И.....</i>	<i>23</i>
<i>Институт физико-ограниченной химии НАН Б, Беларусь.....</i>	<i>23</i>
<b>ЭТАЛОННЫЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ОБЪЕМНОЙ АКТИВНОСТИ РАДОНА.....</b>	<b>24</b>
<i>Жагора Н.А., Милевский В.С.....</i>	<i>24</i>
<i>РУП БелГИМ, Беларусь.....</i>	<i>24</i>
<i>Уголев И.И.....</i>	<i>24</i>
<i>ИФОХ НАН Б, Беларусь.....</i>	<i>24</i>
<i>Сэпман С.В., Харитонов И.А.....</i>	<i>24</i>
<i>ФГУП “ВНИИМ им. Д.И. Менделеева”, г.С.-Петербург, Россия.....</i>	<i>24</i>
<b>MGP INSTRUMENTS: РАЗВИТИЕ КОМПАНИИ И РАСШИРЕНИЕ ДИАПАЗОНА ПРОДУКЦИИ .....</b>	<b>25</b>
<i>С.А. Виженский, Г.А. Дугинец.....</i>	<i>25</i>
<i>Московское представительство компании MGP Instruments и SILENA International, г.Москва, Россия.....</i>	<i>25</i>
<b>SILENA INTERNATIONAL: НОВОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ЯДЕРНЫХ СПЕКТРОМЕТРИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ.....</b>	<b>26</b>
<i>С.А. Виженский.....</i>	<i>26</i>
<i>Московское представительство компании MGP Instruments и SILENA International, г.Москва, Россия.....</i>	<i>26</i>
<b>АВТОМОБИЛЬНЫЙ СЦИНТИЛЛЯЦИОННЫЙ СПЕКТРОМЕТР ЭНЕРГИИ ГАММА-ИЗЛУЧЕНИЯ</b>	<b>27</b>
<i>В.Н. Даниленко, С.Ю. Федоровский.....</i>	<i>27</i>
<i>ООО “ЛСРМ”, п. Менделеево, Россия.....</i>	<i>27</i>
<i>В.В. Синицкий, С.Н. Мироненко, Ю.С. Мухачев, Э.А. Минаев.....</i>	<i>27</i>
<i>ФГУП “Иркутский спецкомбинат “Радон””, г. Иркутск, Россия.....</i>	<i>27</i>
<b>ДЕТЕКТИРУЮЩЕЕ УСТРОЙСТВО ДЛЯ СОВМЕСТНОЙ И РАЗДЕЛЬНОЙ РЕГИСТРАЦИИ В - И Г - ИЗЛУЧЕНИЙ.....</b>	<b>28</b>
<i>Ю.Т.Выдай, Л.С.Гордиенко, Л.А.Андрющенко, В.А. Тарасов, А.А.Ананенко.....</i>	<i>28</i>
<i>НТК “Институт монокристаллов” Украина, Харьков.....</i>	<i>28</i>
<b>ОПРЕДЕЛЕНИЕ МАЛЫХ АКТИВНОСТЕЙ 90SR И 137CS В ПОВЕРХНОСТНЫХ, ГРУНТОВЫХ И СТОЧНЫХ ВОДАХ .....</b>	<b>29</b>
<i>В.В. Бабенко, А.Г. Исаев, А.С. Казимиров, А.Ф. Рудык.....</i>	<i>29</i>
<i>НПП “АКП”, г. Киев, Украина.....</i>	<i>29</i>
<i>Н.Я. Цыганков.....</i>	<i>29</i>
<i>УЦРМ г. Киев, Украина.....</i>	<i>29</i>
<b>КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ РАДИАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ МЕТАЛЛОЛОМА В УКРАИНЕ.....</b>	<b>30</b>
<i>Костенецкий М.И.....</i>	<i>30</i>
<i>Запорожская областная санитарно-эпидемиологическая станция, Украина.....</i>	<i>30</i>

<b>МНОГОРАЗОВЫЙ КАЛИБРАТОР ТРИТИЕВОГО ЖИДКОСТНОГО СЦИНТИЛЛЯЦИОННОГО РАДИОМЕТРА .....</b>	<b>31</b>
<i>Ю.В.Дубасов, С.А.Пахомов.....</i>	<i>31</i>
<i>НПО “Радиевый институт им. В.Г.Хлопина”, С.-Петербург, Россия.....</i>	<i>31</i>
<i>С.В. Сэлман.....</i>	<i>31</i>
<i>ФГУП “ВНИИМ им. Д.И.Менделеева”, С.-Петербург, Россия .....</i>	<i>31</i>
<i>Ю.В.Кулишов, Ю.А.Дубовцев.....</i>	<i>31</i>
<i>ПО “МАЯК”, г. Челябинск, Россия.....</i>	<i>31</i>
<b>МНОГОСЕКЦИОННЫЕ БЛОКИ ДЕТЕКТИРОВАНИЯ НА ОСНОВЕ КРЕМНИЕВЫХ ДИОДОВ .....</b>	<b>32</b>
<i>О.С.Фролов, А.А.Садовничий, В.А.Шевченко, Р.Б.Подвиянюк, И.Л.Зайцевский, Д.О.Фролов.....</i>	<i>32</i>
<i>Киевский НИИ микроприборов, НПО “Детектор”, ВНИИТ “Полином и К” .....</i>	<i>32</i>
<b>ЯЗЫК XML И ПРЕДСТАВЛЕНИЕ СПЕКТРОМЕТРИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ.....</b>	<b>33</b>
<i>Даниленко В.Н., Ковальский Е.А.....</i>	<i>33</i>
<i>ООО “ЛСРМ”, п. Менделеево, Россия .....</i>	<i>33</i>
<b>ПРОГРАММА ОБРАБОТКИ СПЕКТРОВ ОТ ПОГРУЖНЫХ ДЕТЕКТОРОВ АЛЬФА- ИЗЛУЧЕНИЯ..</b>	<b>34</b>
<i>В.Н.Даниленко, С.Ю.Федоровский, А.Ю.Юферов.....</i>	<i>34</i>
<i>ООО “ЛСРМ”, п. Менделеево, Россия .....</i>	<i>34</i>
<b>СПЕЦИАЛЬНЫЕ ПРИЛОЖЕНИЯ LSRM2000 .....</b>	<b>35</b>
<i>В.Н. Даниленко, С.Ю. Федоровский.....</i>	<i>35</i>
<i>ООО “ЛСРМ”, п. Менделеево Московской обл., Россия .....</i>	<i>35</i>
<b>НОВЫЙ ДИЗАЙН ПОРТАТИВНОГО БД НА ОСНОВЕ ОЧГ ДЕТЕКТОРОВ.....</b>	<b>36</b>
<i>А. Д. Соколов, А. Б. Пчелинцев, А. В. Лупилов.....</i>	<i>36</i>
<i>Baltic Scientific Instruments, г. Рига, Латвия .....</i>	<i>36</i>
<b>СОВРЕМЕННЫЕ МНОГОКАНАЛЬНЫЕ АНАЛИЗАТОРЫ С ЦИФРОВОЙ ОБРАБОТКОЙ СИГНАЛА .....</b>	<b>37</b>
<i>Федотов А.А. ....</i>	<i>37</i>
<i>PRIBORI OY, г. Москва, Россия.....</i>	<i>37</i>
<b>ЭФФЕКТ ИСТИННЫХ СОВПАДЕНИЙ ПРИ ГАММА-СПЕКТРОМЕТРИИ ОБЪЕМНЫХ ОБРАЗЦОВ, СОДЕРЖАЩИХ КАСКАДНЫЕ ИЗЛУЧАТЕЛИ .....</b>	<b>38</b>
<i>В.П. Колотов.....</i>	<i>38</i>
<i>Институт геохимии и аналитической химии им. В.И. Вернадского РАН, г. Москва, Россия.....</i>	<i>38</i>
<b>МЕТОДИЧЕСКОЕ И ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ИЗМЕРЕНИЙ РАДИОАКТИВНЫХ ОТХОДОВ И ЗАГРЯЗНЕНИЙ.....</b>	<b>39</b>
<i>Абакумов К.Г., Гуцин Е.В., Друзягин А.В., Исаков А.П., Мелета Д.Е., Романцов В.П. ....</i>	<i>39</i>
<i>НПП “Радиационный контроль. Приборы и методы”, RadiCo .....</i>	<i>39</i>
<b>ПАСПОРТИЗАТОР РАДИОАКТИВНЫХ ОТХОДОВ .....</b>	<b>40</b>
<i>Иванов А.И., Пугачев А.Н., Чернихов А.В., Савин В.М., Горев А.В., Сидоров В.Т. ....</i>	<i>40</i>
<i>НПЦ Аспект, г. Дубна, Россия .....</i>	<i>40</i>
<i>В.Н.Даниленко, С.Ю.Федоровский.....</i>	<i>40</i>
<i>ООО “ЛСРМ”, п. Менделеево,Россия .....</i>	<i>40</i>
<b>ЖИДКОСЦИНТИЛЛЯЦИОННАЯ АЛЬФА-СПЕКТРОМЕТРИЯ .....</b>	<b>41</b>
<i>В.Н. Егоров, Г.Ю. Коломейцев, П.П. Полуэктов, Н.А. Чирин .....</i>	<i>41</i>
<i>ФГУП ВНИИИМ им. А.А. Бочвара, г. Москва, Россия.....</i>	<i>41</i>
<b>АНАЛИТИЧЕСКИЙ РЕНТГЕНОВСКИЙ КОМПЛЕКС “РЕНОМ” .....</b>	<b>42</b>
<i>Толтекин И.Г., Коваленко П.П., Мартынов В.В., Соколов Н.Г.....</i>	<i>42</i>
<i>ЗАО “НТЦ Экспертцентр”, Москва, Россия.....</i>	<i>42</i>
<b>РАДОН В ВОЗДУХЕ ПРИВОДНОЙ АТМОСФЕРЫ.....</b>	<b>43</b>
<i>Лепешкин В.И., Соловьев В.Г. Фетисов Л.П.....</i>	<i>43</i>
<i>Украинский научный центр экологии моря (УкрНЦЭМ), Одесса, Украина.....</i>	<i>43</i>
<b>ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА “SPECTRADEC” В РЕШЕНИИ ПРИКЛАДНЫХ ЗАДАЧ □-СПЕКТРОМЕТРИИ.....</b>	<b>45</b>
<i>Ермаков А.И., Малиновский С.В., Каширин И.А., Тихомиров В.А., Соболев А.И. ....</i>	<i>45</i>

<i>МосНПО “Радон”, г. Москва, Россия.....</i>	<i>45</i>
<b>ОПЫТ СЕРТИФИКАЦИИ КОМПЛЕКСОВ ИНДИВИДУАЛЬНОГО ДОЗИМЕТРИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ В ГОСУДАРСТВЕННОЙ СИСТЕМЕ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЕДИНСТВА ИЗМЕРЕНИЙ И СИСТЕМЕ СЕРТИФИКАЦИИ ОБОРУДОВАНИЯ, ИЗДЕЛИЙ И ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ ЯДЕРНЫХ УСТАНОВОК, РАДИАЦИОННЫХ ИСТОЧНИКОВ И ПУНКТОВ ХРАНЕНИЯ.....</b>	<b>46</b>
<i>В.П. Шопен, А.А. Козлов, В.Д. Богдан-Курило, М.П. Мурашова .....</i>	<i>46</i>
<i>Ангарский электролизный химический комбинат (АЭХК), г. Ангарск, Россия .....</i>	<i>46</i>
<b>КОМПЛЕКС ИЗМЕРИТЕЛЬНО-ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЙ ДЛЯ РАДИОГРАФИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ ОБРАЗЦОВ АЭРОЗОЛЕЙ, ПОЧВ И ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ.....</b>	<b>48</b>
<i>В. Демчук, А. Мартынюк, В. Деревец .....</i>	<i>48</i>
<i>НТЦ “РАДИОЗОЛЬ”, г. Киев, Украина .....</i>	<i>48</i>
<b>СЕМЕЙСТВО СПЕКТРОМЕТРИЧЕСКИХ АЦП ДЛЯ ШИН PCI, COMPACTPCI И USB.....</b>	<b>50</b>
<i>Е.М. Лизунов, Н.Г. Мазный, А.Н. Пугачев, А.Г. Савушкин, В.Т. Сидоров.....</i>	<i>50</i>
<i>НПЦ “АСПЕКТ”, г. Дубна, Россия.....</i>	<i>50</i>
<b>СИСТЕМА ПРОГРАММНЫХ КОМПОНЕНТОВ SCAR ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДОСТУПА К СПЕКТРОМЕТРИЧЕСКОЙ АППАРАТУРЕ .....</b>	<b>51</b>
<i>Н.Г.Мазный .....</i>	<i>51</i>
<i>НПЦ “Аспект”, г. Дубна, Россия.....</i>	<i>51</i>
<b>ПОРТАТИВНЫЙ ПОЛЕВОЙ ГАММА-СПЕКТРОМЕТР “ГАММА-1С/PS” .....</b>	<b>52</b>
<i>С.В. Алексеев, Н.Г.Мазный, А.Н. Пугачев, В.Т.Сидоров.....</i>	<i>52</i>
<i>НПЦ “Аспект”, г. Дубна, Россия.....</i>	<i>52</i>
<i>В.Н.Даниленко, Е.А. Ковальский.....</i>	<i>52</i>
<i>ООО ЛСРМ, п. Менделеево, Россия.....</i>	<i>52</i>
<b>СПЕКТРОМЕТРИЧЕСКИЕ БЛОКИ ДЕТЕКТИРОВАНИЯ НА ОСНОВЕ МОНОКРИСТАЛЛОВ ВОЛЬФРАМАТА КАДМИЯ. ....</b>	<b>53</b>
<i>Белозуб В.В., Бороденко Ю.А., Некрасов В.В., Пивень Л.А., Селегенов Е.М. ....</i>	<i>53</i>
<i>НИО “СЭЛДИ”, г. Харьков, Украина.....</i>	<i>53</i>
<i>Федоренко В.В., Толпекин И.Г. ....</i>	<i>53</i>
<i>ЗАО НТЦ ЭКСПЕРТЦЕНТР, п. Менделеево, Россия.....</i>	<i>53</i>
<b>СОДЕРЖАНИЕ БЕРИЛЛИЯ-7 В АТМОСФЕРЕ .....</b>	<b>56</b>
<i>Петрова Т. Б., Охрименко С.Е. ....</i>	<i>56</i>
<i>ЦГСЭН в г. Москве, Россия .....</i>	<i>56</i>
<i>Микляев П.С. ....</i>	<i>56</i>
<i>Мосгоргеотрест, г.Москва, Россия.....</i>	<i>56</i>
<b>АППАРАТУРА И КОМПОНЕНТЫ ДЛЯ ПРИКЛАДНОЙ СПЕКТРОМЕТРИИ .....</b>	<b>57</b>
<i>Бровченко В.Г., Петров Н.И., Толпекин И.Г., Кириченко А.Н., Федоренко В.В.....</i>	<i>57</i>
<i>ЗАО НТЦ “ЭКСПЕРТЦЕНТР”, п. Менделеево, Россия .....</i>	<i>57</i>
<b>ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ СИСТЕМЫ СЦИНТИЛЛЯТОР CSJ(TL) PIN – КРЕМНИЕВЫЙ ФОТОДИОД И СОЗДАНИЕ НА ЕЕ ОСНОВЕ СПЕКТРОМЕТРИЧЕСКИХ БЛОКОВ ДЕТЕКТИРОВАНИЯ .....</b>	<b>59</b>
<i>В.В. Белозуб, Ю.А. Бороденко, В.В. Некрасов.....</i>	<i>59</i>
<i>НИО “СЭЛДИ”.....</i>	<i>59</i>
<i>И.Г. Толпекин, В.В. Федоренко.....</i>	<i>59</i>
<i>ЗАО НТЦ ЭКСПЕРТЦЕНТР .....</i>	<i>59</i>
<b>ИДЕНТИФИКАЦИЯ РАДИОНУКЛИДОВ В ГРУЗАХ С ПОВЫШЕННОЙ РАДИОАКТИВНОСТЬЮ ...</b>	<b>61</b>
<i>Дьяконова О.М., Пронина Н.Н., Овчарова Л.А., Михалюк Н.С. ....</i>	<i>61</i>
<i>ГУ “Центр госсанэпиднадзора в г.Новомосковске и Новомосковском районе” .....</i>	<i>61</i>
<b>КОНТРОЛЬ ОТЛОЖЕНИЙ УРАНА В ТЕХНОЛОГИЧЕСКОМ ОБОРУДОВАНИИ С ПОМОЩЬЮ ПЕРЕНОСНОГО СПЕКТРОМЕТРА “КОЛИБРИ” .....</b>	<b>62</b>
<i>А.Б.Дорин, А.И.Громов, А.К. Чураков.....</i>	<i>62</i>
<i>Группа предприятий “Грин Стар”, г. Москва, Россия.....</i>	<i>62</i>
<b>РАСПРЕДЕЛЕННАЯ СИСТЕМА СБОРА СПЕКТРОМЕТРИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ .....</b>	<b>63</b>

<i>Н.Г. Мазный, А.В. Прохоров, А.Н. Пугачев, В.Т. Сидоров</i> .....	63
<i>ЗАО НПЦ "Аспект", г. Дубна, Россия</i> .....	63
<i>В.Н. Даниленко</i> .....	63
<i>ООО "ЛСРМ", п. Менделеево, Россия</i> .....	63
<b>СТАЦИОНАРНАЯ СИСТЕМА РАДИАЦИОННОГО КОНТРОЛЯ "ЯНТАРЬ-2Л"</b> .....	<b>64</b>
<i>Иванов А.И., Хвастунов М. М.</i> .....	64
<i>ЗАО НПЦ "Аспект", г. Дубна, Россия</i> .....	64
<b>КОМПЛЕКС СРЕДСТВ КОНТРОЛЯ РАДИАЦИОННОЙ ОБСТАНОВКИ СКРО-01А</b> .....	<b>65</b>
<i>Иванов А.И., Хвастунов М.М.</i> .....	65
<i>ЗАО НПЦ "Аспект", г. Дубна, Россия</i> .....	65
<b>DEVICES DESIGNED FOR RADIATION MONITORING AND MARINE GAMMA SURVEY IN THE AZERBAIJAN NATIONAL AEROSPACE AGENCY</b> .....	<b>66</b>
<i>Bayramov Z.T.</i> .....	66
<i>Azerbaijan National Aerospace Agency, Azerbaijan, Baku</i> .....	66

# КОМПЛЕКС КАЛИБРОВАННЫХ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ ДЕТЕКТОРОВ ВНИИМ ДЛЯ ТОЧНЫХ РАДИОМЕТРИЧЕСКИХ ИЗМЕРЕНИЙ

*Расько М.А., Терещенко Е.Е., Харитонов И.А.  
ФГУП “ВНИИМ им. Д.И. Менделеева”, г. С.-Петербург, Россия*

Описан комплекс калиброванных полупроводниковых детекторов, используемый в лаборатории Государственных эталонов России в области измерений ионизирующих излучений для:

измерения удельной активности радионуклидов в растворах, предназначенных для сличения национальных эталонов метрологической аттестации образцовых источников (в том числе и капсулированных) рентгеновского и гамма-излучения по активности и потоку фотонов

Комплекс состоит из 5 полупроводниковых детекторов:

рентгеновский SiLi-детектор типа БДПК-00000 фирмы BSI (Рига)

планарный ОЧГ-детектор типа БДРГ-14170 фирмы BSI

ОЧГ-детектор типа БДЕГ фирмы BSI

GeLi- детектор типа ДГДК-160 фирмы BSI

широкополосный германиевый детектор типа GR3019 фирмы Canberra

Зависимость чувствительности от энергии фотонов для комплекса ППД получена с использованием набора эталонных источников, активность радионуклидов в которых измерена (в том числе – при проведении ключевых международных сличений национальных эталонов единиц активности радионуклидов) с неопределённостью 0,3-1,0 % для коэффициента охвата  $K=2$ :

Mn-54 (0,5%), Co-57 (1,0%), Co-60 (0,5%), Ba-133 (1,0%), Cs-134 (1,0%), Ce-139 (0,4%), Eu-152 (1,0%), Eu-154 (0,5%), Au-198 (0,7%) – измеряются различными модификациями метода 4пи-бета-гамма совпадений

Y-88 (0,5%) – методом КХ-гамма совпадений

Cs-137 (0,8%) – методом 4пи-счета

Am-241 (0,3%) – методом 4пи-альфа-LX, гамма совпадений

Ra-226 (0,4%) – методом ограниченного телесного угла

Для обработки аппаратурных распределений импульсов детекторов использовали программное обеспечение:

*Angamma* - для расчета интенсивностей линий;

*AlgTools* - для построения зависимости чувствительности от энергии.

Оцененное значение неопределённости зависимости чувствительности от энергии фотонов для коэффициента охвата  $K=2$  не превышает:

0,6% в диапазоне энергий 20-85 кэВ;

0,8% в диапазоне энергий 85-180 кэВ;

0,4% в диапазоне энергий 180-1450 кэВ;

0,6% в диапазоне энергий 1450-1900 кэВ.

# **МНОГОУРОВНЕВАЯ УНИФИКАЦИЯ КАК ВАЖНЕЙШИЙ ФАКТОР В ПРОЦЕССЕ УСКОРЕННОГО СОЗДАНИЯ ШИРОКОЙ НОМЕНКЛАТУРЫ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОЙ ПРОДУКЦИИ ЯДЕРНОГО ПРИБОРОСТРОЕНИЯ**

*В.А.Кожмякин*

*Научно-производственное унитарное предприятие “Атомтех”, г.Минск, Беларусь*

В докладе приводится обзор и оценка состояния завершаемых в 2002 году разработок и сроков освоения новой продукции, отвечающей требованиям современного пользователя и способной в течение значительного периода времени оставаться востребованной для обеспечения радиационной безопасности и высококачественных измерений.

Важнейшей предпосылкой к этому является завершение этапа разработок узлов и блоков изделий, охваченных унифицированными подходами в части методологии измерений, детекторных узлов, схемотехнических решений, элементной базы, конструкции, программного обеспечения, интерфейсов, метрологического обеспечения и т.д. Использование и развитие созданного продукта позволяет эффективно, оперативно и гибко наращивать или видоизменять конкретные типы изделий (дозиметров, радиометров спектрометров и пр.) и тем самым результативно обеспечивать решение проблем потребителей.

В качестве иллюстрации к реализованному подходу приводится краткая информация о широком спектре новой продукции, предлагаемой потребителям с IV кв. 2002 г., а также о завершаемых в I кв. 2003 г. разработках конкурентоспособной продукции, анализируются принципы построения и общность научно-технических решений.



## ПРОБЛЕМЫ ОПТИМИЗАЦИИ ДОЗОВЫХ НАГРУЗОК

*В.В. Бабенко, М.И. Бабенко  
НПП "АКП" г. Киев, Украина*

Характерной тенденцией в развитии современных концепций радиационной защиты является признание необходимости учета экономических затрат на обеспечение радиационной безопасности ядерных установок и источников ионизирующего излучения. В связи с этим использование концепции анализа соотношения затраты выгода для оптимизации радиационной защиты потребовало введения таких понятий в области радиационной опасности, как эффективная эквивалентная доза, коллективная эффективная доза, коллективная ожидаемая доза и ущерб от облучения. Оптимизация радиационной защиты, несомненно, центральное звено в системе по ограничению доз облучения, которая сформулирована МКРЗ, НРБУ-97 и Законом Украины "Об использовании ядерной энергии и радиационной безопасности".

"Не может быть разрешена никакая деятельность, связанная с ионизирующим излучением, если конечная выгода от такой деятельности не превышает причиненного ею ущерба" – принцип оправданности;

"Величина индивидуальных доз, количество облучаемых лиц и вероятность облучения от любого из видов ионизирующего излучения должны быть самыми низкими из тех, которые можно практически достичь, учитывая экономические и социальные факторы" – принцип оптимизации;

"Облучение отдельных лиц от всех источников и видов деятельности в итоге не должно превышать установленных дозовых пределов" – принцип не превышения.

С оптимизацией радиационной защиты связано выполнение второго из перечисленных трех основных принципов. За рубежом он известен как "принцип ALARA" – аббревиатура из начальных букв слов в выражении "As Low As Reasonably Achievable". Следует отметить, что выполнение оптимизации радиационной защиты переживает сейчас на Украине этап становления, особенно в практическом отношении.

В данном случае представляется целесообразным руководствоваться рекомендациями, данными в параграфах 8, 20 и 24 Публикации 37 МКРЗ:

Пар. 8 "Для оптимизации радиационной защиты на действующих предприятиях обычно обязательна тенденция к меньшему использованию количественных критериев. В этих случаях она включает решения в отношении числа и квалификации персонала, типа используемых средств индивидуальной защиты, организации работы и соответствующего мониторинга. Количественные оценки по оптимизации радиационной защиты не предназначены для каждодневной оперативной практики. В этих случаях лица, ответственные за радиационную безопасность, должны руководствоваться более простыми правилами, устанавливаемыми компетентными органами или администрацией на основе принципа оптимизации...".

Пар. 20 "При условиях облучения ниже дозовых пределов, что имеет место при нормальном положении дел, нестохастические эффекты предотвращаются. ... стохастический компонент ущерба пропорционален коллективной эффективной эквивалентной дозе".

Пар. 24 "... С учетом результатов обсуждения в пар. 15-17 объективный компонент ущерба здоровью (если нестохастические эффекты устраняются) в денежном выражении равен  $aS$ , где  $S$  – коллективная эффективная эквивалентная доза от установки, источника или рассматриваемого вида деятельности,  $a$  – используемая при принятии решения по оптимизации защиты цена облучения, соответствующая единице коллективной дозы, например цена 1 чел. Зв".

Исходя из указанных рекомендаций и при условии неперевышения установленных НРБУ-97 дозовых пределов при оптимизации радиационной защиты следует исходить из коллективной эффективной дозы и цены облучения как основных критериев оптимизации.

Таким образом, каждому этапу деятельности должен предшествовать как качественный, так и количественный анализ соотношения затраты-выгода с учетом компонентов системы дозовых ограничений. Цель такого анализа-оптимизация решения стоящих задач на первом этапе принятия стратегических решений, а также оптимизация планируемых доз облучения при проведении работ.

В докладе будет рассмотрено проблема расчета нормируемых годовых дозовых пределов и программно-аппаратные комплексы для контроля концентрации р/н в организме человека и объектах окружающей среды.

## ОСОБЕННОСТИ СПЕКТРОМЕТРИИ АЛЬФА-ИЗЛУЧЕНИЯ В РАСТВОРАХ

*Барков И.П., Газизов И.М., Хрунов В.С.  
ФГУП “ИФТП”, г. Дубна, Россия  
Наумов В.Н., Пасевский Н.А.  
ФГУП “ПО “Маяк”, г. Озерск, Россия*

Для спектрометрии альфа-излучения радионуклидов, находящихся в азотно-кислых растворах, в ИФТП разработан и прошел испытания с целью утверждения типа средства измерения спектрометр типа СЭА-2К, который успешно применяется в ФГУП “ПО “Маяк” для контроля технологических процессов радиохимических производств.

Доработка конструкции и совершенствование технологии изготовления кюветы и корпуса детектора позволили на порядок снизить остаточный фон альфа-излучения после отмывки детектора двухнормальным водным раствором азотной кислоты.

Основные технические характеристики новой модификации спектрометра СЭА-2К:

Энергетическое разрешение по альфа-частицам  
с энергией 5156 кэВ азотнокислого раствора  
радионуклида  $^{239}\text{Pu}$ , кэВ - 40

Чувствительность регистрации альфа-излучения,  
определенная на образцовом растворе радионуклида  
(ОРР) плутония-239, при уровне дискриминации  
1 МэВ,  $\text{Бк}^{-1} \text{см}^3 \text{с}^{-1} - 5 \times 10^{-4}$

Остаточный фон, в диапазоне энергий  
регистрируемого излучения от 4,0 до 6,0 МэВ,  
после отмывки детектора двухнормальным  
водным раствором азотной кислоты,  $\text{с}^{-1} - 0,01$

В докладе приведены спектры альфа-излучения технологических азотно-кислых растворов и результаты по измерению содержания альфа-излучающих радионуклидов.

## **ОПЕРАТИВНЫЙ КОНТРОЛЬ АЛЬФА-ИЗЛУЧАЮЩИХ АЭРОЗОЛЕЙ В ПРИСУТСТВИИ РАДОНА**

*Барков И.П., Газизов И.М., Хрунов В.С.*

*ФГУП “ИФТП”, г. Дубна, Россия*

*Лаушкин А.В., Юферев О.И.*

*ФГУП “ВНИИНМ им. акад. А.А.Бочвара”, г. Москва, Россия*

На многих стадиях технологического процесса на предприятиях ядерно-топливного цикла Минатома России необходимо проводить измерения фонового содержания альфа-излучающих радионуклидов тяжелых элементов. Проведение таких измерений осложняется присутствием в контролируемом воздухе радионуклидов радона, в результате чего содержание альфа-излучающих аэрозолей можно достоверно определить только после распада дочерних продуктов изотопов радона по истечении 7 суток.

В ИФТП разработан и прошел предварительные испытания спектрометр энергий для определения аэрозолей плутония-239 в присутствии радона. В состав спектрометра входят: блок детектирования, включающий в себя вакуумную камеру, кремниевый ионноимплантированный детектор и предварительный усилитель; система контроля вакуума и процессор импульсных сигналов типа SBS-57, установленный в персональный компьютер.

Хорошее энергетическое разрешение спектрометра позволяет определять по альфа-спектру наличие аэрозолей плутония-239 после суточной выдержки фильтров.

В докладе приведены результаты измерений аэрозолей плутония-239 в присутствии дочерних продуктов радона-220 и радона-222 на фильтрах, представленных ФГУП “ВНИИНМ им.акад.А.А.Бочвара”.

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИСПЫТАНИЙ КЛИНИЧЕСКОГО ДОЗИМЕТРА НА ОСНОВЕ АЛМАЗНОГО ДЕТЕКТОРА

*Хрунов В.С., Мартынов С.С., Попов С.А.  
ФГУП "ИФТП", г.Дубна, Россия*

В ИФТП завершена разработка клинического дозиметра типа ДДС-1К на основе алмазного детектора, предназначенного для проведения абсолютных измерений различных видов излучений, используемых в радиотерапевтической технике.

Проведены испытания с целью утверждения типа средства измерения и выполнены медицинские испытания на радиотерапевтических установках в радиологических центрах страны.

Результаты испытаний показали соответствие технических характеристик дозиметра требованиям, предъявляемым к дозиметрической аппаратуре медицинского назначения, дозиметр рекомендован к серийному производству и применению в медицинской практике.

Основные технические характеристики дозиметра:

Диапазон измерения мощности поглощенной дозы в воде  
фотонного, электронного и протонного излучений, Гр/с 0,001-0,15

Диапазон измерения поглощенной дозы фотонного,  
электронного и протонного излучений, Гр 0,1-200

Диапазон регистрируемых энергий, МэВ:

для фотонов 0,08-25

для электронов 4-25

Предел допускаемой основной погрешности, %  $\pm 2$

Энергетическая зависимость чувствительности регистрации, %  $\pm 2$

Доза предварительного облучения, Гр  $\leq 10$

Толщина чувствительного объема детектора, мм 0,1-0,4

Чувствительный объем детектора, мм<sup>3</sup> 1-5

Масса (без соединительного кабеля и фантома), кг, не более 2,0

# ПРОБОПОДГОТОВКА И ИЗМЕРЕНИЕ РАДИОНУКЛИДОВ ЦЕЗИЯ И СТРОНЦИЯ НА ВОЛОКНИСТЫХ ИОНООБМЕННЫХ СОРБЕНТАХ

*Матвейчук С.В., Уголев И.И., Шункевич А.А.*

*Институт физико-органической химии НАН Беларуси, г. Минск, Беларусь*

*Милевский В.С.*

*РУП Белорусский государственный институт метрологии, г. Минск, Беларусь*

Процесс определения содержания радионуклидов в различных объектах включает в себя отбор проб, пробоподготовку, измерение и обработку результатов. Совершенствованию подвергаются все части этого процесса. Применение концентрирования радионуклидов на стадии пробоподготовки позволяет уменьшить нижний предел определения радиационного параметра для объекта контроля (счетного образца, пробы).

В докладе обсуждается применение для данной цели волокнистых ионообменных материалов на основе полипропиленовых и полиакрило-нитрильных волокон (ФИБАН) в различных текстильных и химических формах для анализа радионуклидов цезия и стронция в питьевой воде, молоке и сточных водах. Главное их достоинство по сравнению с известными ионообменными смолами - избирательность по отношению к ионам цезия и стронция, более высокая скорость и полнота (90-95%) сорбционных процессов. Получаемые образцы предназначены как для прямых измерений, так и радиохимических.

Итогом проведенных исследований являются следующие методики:

1. "Методика подготовки проб цельного молока для определения содержания стронция-90", МОПр. МН 2-98, Минск, 1998.

2. "Методика отбора проб питьевой воды и первичной их подготовки посредством концентрирования радионуклида стронция-90 на волокнистом катионите ФИБАН-К-1", МВИ. МН 743-98.

3. "Методика отбора проб питьевой воды и первичной их подготовки посредством концентрирования радионуклидов цезия и стронция на волокнистом катионите ФИБАН-К-1-1", МВИ. МН 742-98.

4. Методика первичной подготовки воды посредством селективного разделения радионуклидов цезия и стронция на волокнистых катионитах типа ФИБАН. (МОПр. МН 04-99)

5. Методика подготовки проб цельного молока для определения содержания стронция-90 путем прямого концентрирования стронция-90 на волокнистом катионите ФИБАН-К-1 (МОПр. МН 03-99)

6. Методика пробоподготовки сточных вод для радиохимического анализа стронция-90.

## УСПЕХИ БЕТА-СПЕКТРОМЕТРИИ ПРИ ОПРЕДЕЛЕНИИ $^{90}\text{Sr}$ В ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОДАХ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ДЛЯ ХОЗЯЙСТВЕННО-ПИТЬЕВОГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ

*Бабенко В.В., Казимиров А.С., Рудык А.Ф.  
НПП "АКП" г.Киев, Украина  
Цыганков Н.Я.  
УЦРМ. г.Киев, Украина*

Успешная и длительная эксплуатация бета –спектромеров СЭБ –01 и СЭБ –02, выпускаемых фирмой АКП г. Киев, позволила практически полностью решить проблему контроля за содержанием радионуклида  $^{90}\text{Sr}$  в продуктах питания, производимых на загрязненных территориях Украины. Чувствительности перечисленных приборов оказалось вполне достаточно для надежной идентификации содержания  $^{90}\text{Sr}$  в продуктах питания не превышающих допустимые уровни (ДУ –97). В тоже время перспектива ужесточения допустимых уровней и недостаток чувствительности при определении содержания  $^{90}\text{Sr}$  в питьевой воде послужило основанием для продолжения исследований направленных на повышение чувствительности и точности измерений бета –спектрометров типа СЭБ.

Решение этой задачи осуществлялось по двум направлениям: совершенствованием математического аппарата обработки спектров и повышением качества спектров измеряемых образцов.

По первому направлению был разработан алгоритм обработки неравновесных  $^{90}\text{Sr}$  – $^{90}\text{Y}$  спектров.

По второму направлению для повышения качества спектров измеряемых образцов использовалась предварительная очистка проб воды от радионуклидов природной активности, представленной дочерними радионуклидами распада урана и тория, на гидроксиде железа с последующим концентрированием радионуклидов  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{90}\text{Sr}$  на ионообменной смоле –сильнокислом катионите типа Ку – 2 или Dowex –50. Активность определяемых радионуклидов определялась путем непосредственного измерения смолы катионита.

Установлена взаимосвязь между жесткостью воды и чувствительностью метода измерений, чем мягче вода тем больше объем пробы используемый для концентрирования, а, следовательно, и выше чувствительность метода. Показано, что для воды с жесткостью 2 -4 мг-экв л<sup>-1</sup>, присущей для большинства поверхностных вод Украины, при объеме пробы воды 5 л для концентрирования потребуется 10 мл катионита. При этом чувствительность метода по  $^{90}\text{Sr}$  составит не ниже 0.2 Бк л<sup>-1</sup>, а по  $^{137}\text{Cs}$  0.5 Бк л<sup>-1</sup>.

Важно отметить, что представленный метод измерения  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{90}\text{Sr}$  на бета –спектромере сопровождается контролем химического выхода по радиоактивной метке, роль которой выполняет  $^{40}\text{K}$ . Он вносится в пробу в виде любой соли в количестве, превышающем природный уровень его активности в воде не менее чем в десять раз. В большинстве источников поверхностных вод: рек, озер и грунтовых вод содержание  $^{40}\text{K}$  изменяется в интервале 0.1 – 0.5 Бк л<sup>-1</sup>. Такое количество не оказывает существенного влияния на точность определения химического выхода при внесении в пробу воды 10 –20 Бк метки  $^{40}\text{K}$ . В определенных случаях в качестве метки может при определении  $^{90}\text{Sr}$  можно использовать также легко доступный  $^{137}\text{Cs}$ .

## ПОСТРОЕНИЕ ПРИБОРОВ ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ НИЗКОЙ АЛЬФА АКТИВНОСТИ МАТЕРИАЛОВ МИКРОЭЛЕКТРОНИКИ

*Манакова А.Ю., Манаков Ю.Г.  
ЗАО “Материалы микроэлектроники”, г. Ижевск, Россия*

Стремительное развитие полупроводниковой технологии имеет тенденцию к дальнейшему уменьшению минимальных размеров элементов схем. При поглощении  $\alpha$  – частицы с энергией 4 Мэв в кремнии может быть интегрировано  $10^6$  электронно-дырочных пар, заряд которых равен или больше накопленного в ячейках динамической памяти. При этом если для реализации 0,18-мкм технологии требуются материалы, активность которых не превышает  $0,02$   $\alpha/\text{час}/\text{см}^2$ , то для 0,15-мкм технологии эта величина не должна быть более  $0,002$   $\alpha/\text{час}/\text{см}^2$ . Сертификацию радиоактивности материалов интегральных схем в основном проводят поверхностными методами. Для определения низкой поверхностной  $\alpha$  – активности при входном контроле материалов микроэлектроники широко используют пропорциональные газовые счётчики. Однако, представленные в настоящее время на рынке приборы такого типа не удовлетворяют современным требованиям.

Важнейшим условием применения детектора для входного контроля является обеспечение устойчиво низкого уровня его фона от  $0,002$  отсчётов/час/см<sup>2</sup> и ниже. Это во многом определяется надёжностью и чистотой газовой системы, а также долговременной стабильностью свойств газа.

Необходимо также увеличение допустимой площади образца выше общепринятой  $1000$  см<sup>2</sup>. Для снижения погрешности измерений, особенно на уровне фона, прибор должен позволять вести длительный попеременный счёт фона и образца без вскрытия камеры.

Принципиальным условием использования прибора в производственных условиях является достаточная электромагнитная и вибрационная помехоустойчивость счётчика.

Простота обслуживания прибора, не требующая высокой квалификации оператора для загрузки образца, сбора и обработки данных, – важный эксплуатационный критерий.

Нерешённой проблемой является задача калибровки детектора, т.к. отсутствует стандартный низко активный эталон и стандартная методика поверки прибора.

Таким образом, в настоящее время актуально создание нового прибора для измерения низкой альфа активности материалов микроэлектроники, удовлетворяющего всем указанным выше требованиям.



# УЧЁТ АКТИВНОСТИ ЛОТКА ПРИ ИЗМЕРЕНИЯХ НИЗКОЙ ПОВЕРХНОСТНОЙ АЛЬФА АКТИВНОСТИ НИЗКОФОНОВЫМ ГАЗОВЫМ ПРОПОРЦИОНАЛЬНЫМ ДЕТЕКТОРОМ МОДЕЛИ 1950 ПРОИЗВОДСТВА ФИРМЫ “SPECTRUM SCIENCE”, США

*Манакова А.Ю., Махнёва О.В.  
ЗАО “Материалы микроэлектроники”, г. Ижевск, Россия*

Низкофоновый пропорциональный газовый детектор модели 1950 производства фирмы “Spectrum Science”, США широко используют для входного контроля поверхностной альфа активности материалов микроэлектроники. Счетчик состоит из двух камер: камеры детектора и камеры образца, разделенных металлизированной майларовой пленкой толщиной 2 мкм. Рабочий газ - P-10 (аргон + 10 % метана). Площадь образца до 1000 см<sup>2</sup> (28см на 35,5см). Средний фон прибора порядка 5 отсчётов в час.

При измерении активности образца площадью 1000 см<sup>2</sup> на приборе модели 1950 результирующая активность складывается из активности проникающего космического излучения, активности конструкционных материалов детектора (катода, анода и стенок), активности рабочего газа и активности образца, отличаясь от фоновых измерений только составляющей активности дна камеры или лотка. Таким образом, при прямом вычитании величины фона для расчета активности образца возникает систематическая ошибка, связанная с ненулевой активностью дна камеры и лотка. Вследствие этого, чтобы не занижать результаты измерений активности образцов, следует при расчетах использовать самый низкий из последовательно измеренных фонов - с лотком или без него

В случае образца площадью менее 1000 см<sup>2</sup> вычисление его активности как простой разницы вносит систематическую ошибку, которая тем меньше, чем меньше площадь образца. Следует отметить, что вычисленная без учёта этой ошибки активность образца будет занижена по сравнению с реальной его активностью. И величина ошибки тем более существенна, чем меньше измеряемая активность, особенно при работе с активностями ниже фона прибора. Но для низких активностей уменьшение общего счёта при малой площади образца значительно увеличивает длительность измерений для набора достаточной статистики.

При выборе методики измерений необходимо учитывать два конкурирующие фактора: 1) уменьшение систематической ошибки при уменьшении площади образца, что резко увеличивает длительность измерений, и 2) сокращение времени измерений при полной площади образца ~ 1000 см<sup>2</sup>, что даёт максимальную систематическую ошибку.

# **СПЕКТРАЛЬНАЯ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТЬ ГАЗОВОГО ПРОПОРЦИОНАЛЬНОГО СЧЁТЧИКА МОДЕЛИ 1950 ПРОИЗВОДСТВА ФИРМЫ “SPECTRUM SCIENCE”, США**

*Манакова А.Ю., Манаков Ю.Г., Мельгунов М.С. (ОИГГМ СО РАН)  
ЗАО “Материалы микроэлектроники”, г. Ижевск, Россия*

Пропорциональный газовый счетчик модели 1950 “Spectrum Sciences” (США) предназначен для измерения низкой поверхностной альфа активности материалов, применяемых в микроэлектронной промышленности. Рабочий газ - P-10 (аргон + 10 % метана). Диапазон энергий регистрируемых частиц от 1 до 10 МэВ по паспорту.

Для определения спектральной чувствительности прибора использовался эталонный источник Pu-239 (1,59 имп/сек). Были определены его эталонные спектральные характеристики (интенсивность от 0,2 до 10 МэВ, положение пика) в зависимости от количества покрывавших его слоёв металлизированной майларовой плёнки полупроводниковым альфа спектрометром.

Сравнение интенсивностей источника: полученной на приборе модели 1950 и эталонной, показало, что исследуемая интенсивность меньше эталонной в диапазоне от 1 до 10 МэВ для покрытого 2-6 слоями плёнки источника. Это соответствует положению пика источника от 4,44 МэВ до 0,98 МэВ. При 9 слоях покрывающей источник майларовой плёнки, что соответствует положению пика 0,84 МэВ, наблюдается значительное превышение измеренной интенсивности над эталонной. Это свидетельствует о чувствительности прибора модели 1950 к альфа-частицам с энергией менее 1 МэВ.

Такое несоответствие спектральных характеристик паспортным может приводить к завышению результатов измерений.

## **НОВЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ МОДИФИКАЦИИ РАДИОМЕТРА РАДОНА РАА-10**

*А.Д.Курепин, А.А.Мавлютов*  
*ООО “НТМ-Защита”, г. Москва, Россия*  
*Ю.В.Кузнецов*  
*ГП “ВНИИФТРИ”, п. Менделеево, Россия*

Описываются возможности применения модификаций аэрозольного радиометра РАА-10, предназначенного для измерения дочерних продуктов распада (ДПР) радона-220 (торона) и радона-222.

1. Приведены характеристики радиометра РАА-10М. Радиометр сертифицирован и может использоваться в качестве рабочего эталона для поверки рабочих средств измерения эквивалентной равновесной объемной активности (ЭРОА) радона в воздухе в диапазоне от 500 до 20000 Бк/м<sup>3</sup>.

2. Описан опыт применения радиометра в качестве монитора. Радиометр дополнительно комплектуется энергонезависимой памятью для хранения результатов измерений, программой работы в режиме монитора и программой передачи результатов из памяти радиометра в компьютер. Цикл работы радиометра в режиме монитора: контрольное измерение фильтра; отбор пробы, измерение пробы, возврат в начало цикла. Цикл работы задается пользователем в диапазоне 1 □ 24 часа. Время работы в режиме монитора от внутренних аккумуляторов при продолжительности цикла 3 часа – 150 часов. В память радиометра записываются: время измерения, значения ЭРОА радона и торона, концентрации отдельных изотопов ДПР, величина сдвига равновесия. Результаты передаются в компьютер в формате, воспринимаемом широко распространенной программой EXCEL, средствами которой можно оформить результаты мониторинга в табличном и графическом виде, а также организовать их дополнительную обработку. Приводятся примеры результатов мониторинга.

3. Описываются варианты использования РАА-10 с внешним устройством детектирования на базе штатного полупроводникового детектора (ППД) радиометра в качестве низкофонового альфа-спектрометра. Выход ППД, расположенный в отдельной вакуумируемой камере, подключался к входу предусилителя РАА-10. Выход RS232 радиометра подключался к компьютеру по обычной схеме. При измерении проб изотопов плутония фон составил 0,1 имп/час. Приводятся некоторые результаты полученных альфа-спектров.

## ТОЛЩИНОМЕР ПОКРЫТИЙ ВЫБОРОЧНОГО КОНТРОЛЯ РТВК-4М

*А. А. Симанавичус*

*“LEMIS Baltic”*

*В. Я. Крон*

*“РНИИРП”*

Толщиномер РТВК-4М, производимый совместно АО “LEMIS Baltic” и Центром технологий радиационной и ядерной безопасности “РНИИРП”, позволяет в производственных условиях определять толщину покрытия без разрушения самого покрытия и детали. Толщиномер используется при измерениях на плоских, выпуклых и вогнутых изделиях, может быть применен для контроля в гальваническом производстве, на предприятиях строительной, машиностроительной, авиационной, энергетической промышленности.

Толщиномер РТВК-4М работает на основе принципа регистрации обратно рассеянного бета-излучения и состоит из измерительного преобразователя и электронного блока соединенных гибким кабелем длиной 180см.. В конструкцию преобразователя входит система возбуждения на основе бета-источника Криптон-85 и блок детектирования на основе Теллурид Кадмиевого детектора. Электронный блок включает в себя систему преобразования полученного сигнала в абсолютные значения толщин контролируемого покрытия, которые индицируются на цветном жидкокристаллическом дисплее встроенного портативного компьютера работающего под управлением ОС “Windows CE 3.0”.

Основные параметры толщиномера:

Диапазон толщин измеряемых покрытий до 130 г/м<sup>2</sup>.

Основная погрешность  $0,24+0,08X$ , где X-показание толщиномера при доверительной вероятности 0,95

Время измерения – не более 50 с.

Площадь контроля 0,9х2,5мм

Потребляемая мощность 10вт

Габаритные размеры измерительного преобразователя 20х60мм

Габаритные размеры электронного блока 160х200х100мм

Соответствие требованиям НРБ-99

В случае применения микрогабаритных источников ИИ прометий-147, таллий-204, стронций-иттрий-90 можно перекрыть диапазон значений измеряемой поверхностной плотности от 1 до 1000г/м<sup>2</sup>.

# СТАТИСТИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ФЛУКТУАЦИЙ ГАММА- И НЕЙТРОННОГО ФОНА

*В.С.Андреев, Л.В.Викторов, В.Л.Петров, А.С.Шеин*  
*УГТУ-УПИ, г. Екатеринбург*

Для решения задач обнаружения слабых источников нейтронного и (или) гамма-излучения на основе использования оптимальных алгоритмов обнаружения [1] ключевыми исходными данными являются данные о реальных статистических характеристиках флуктуаций фона. Причем в отличие от известных по литературе исследований фона в диапазонах  $\geq 1$  часа [2], в задачах обнаружения важны характеристики так называемых “коротковременных” флуктуаций фона (т.е. в диапазоне времен усреднения  $1 \div 10^3$  с).

Результаты систематических исследований *нейтронного фона*, проведенных в условиях г. Екатеринбурга и на Черноморском побережье при помощи системы из трех детекторов нейтронов на основе  $^3\text{He}$ -счетчиков (по 23 шт. в каждом), позволили выявить, что гипотеза о стационарности и эргодичности флуктуаций нейтронного фона может считаться справедливой, если при измерении соблюдать правило, чтобы интервал времени между двумя контрольными замерах фона не превышал 2 – 2,5 часов. В этом случае при регистрации слабых источников нейтронов могут использоваться оптимальные критерии обнаружения, соответствующие теории [1]; при этом пороги обнаружения также будут соответствовать минимальным теоретическим значениям. Сформулированный вывод подтвержден многочисленными прямыми испытаниями аппаратуры с обнаружителем, работающим по алгоритму [1].

Аналогичные исследования характеристик *гамма-фона* проводились многократно в различное время суток и время года; исследования проведены в Екатеринбурге при помощи сцинтилляционного блока детектирования на основе монокристалла NaI-Tl 63x63 мм.

Указанные исследования выявили, что зависимость флуктуаций гамма-фона от времени – процесс нестационарный и существенно неэргодический. Поэтому теоретические алгоритмы обнаружения слабых гамма-источников необходимо корректировать; в частности, порог обнаружения увеличивать не менее, чем в 1,4 – 2 раза, в зависимости от конкретной оперативной обстановки и с учетом опыта эксплуатации системы обнаружения.

Список литературы

Способ обнаружения слабых потоков ионизирующих излучений. //Викторов Л.В., Кружалов А.В., Шеин А.С., Шульгин Б.В., Шульгин Д.Б. Патент РФ № 2140660. от 27.10.1999

Викторов Л.В., Могильникова Ю.А. Вариации нейтронного поля Земли. //В сб.: “Проблемы спектроскопии и спектрометрии”. Екатеринбург. УГТУ. 2000. С.95-104.

## УСТАНОВКА СИЧ-ЭКСПРЕСС

*Бабенко В.В. Казимиров А.С.  
НПП "АКП" г.Киев*

Фирмой НПП "АКП" разработан Спектрометр Излучения Человека (СИЧ) для контроля ингаляционной составляющей внутреннего облучения (СИЧ-ЭКСПРЕСС). Для определения ингаляционной составляющей использован принцип "линейной геометрии", при которой детекторы расположены по продольной оси один под другим, а для уменьшения зависимости регистрации от перераспределения активности в теле и обеспечения заданного LLD(МДА) использована многодетекторная система регистрации, состоящая из 2 детекторов NaJ (Тl) диаметром 12 см и толщиной 5 ÷ 10см и фосфич детектора на основе CsJ и NaJ (Тl).

При проектировании такой многодетекторной системы мы исходили из того, что минимальная область, в которой необходимо обеспечить изочувствительность, - это та часть тела, где размещаются органы, в которых могут быть локализованы радионуклиды. Отношение активностей, определяемых верхними и нижним детекторами, и будет индикатором ингаляционной составляющей. Для снижения глубинной зависимости и уменьшения погрешности суммируются спектры, измеренные со стороны груди и спины.

В "СИЧ-ЭКСПРЕСС" используются три сцинтилляционных блока детектирования типа БДЭГ - с разрешающей способностью 8.5% по пику  $^{137}\text{Cs} = 662\text{кэВ}$ , расположенные попарно на вертикальной оси со стороны спины и фосфич-детектор со стороны груди. Внутри каждого блока находятся высоковольтный источник питания, предусилитель и усилитель. Сигналы с выхода блока детектирования поступают на соответствующий вход МСА (АЦП) блока спектрометрического процессора. Для регистрации  $^{241}\text{Am}$  и  $^{131}\text{I}$  в присутствии  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{40}\text{K}$ ,  $^{60}\text{Co}$  и других радионуклидов используется фосфич-детектор. Разработано программное обеспечение для управления спектрометром и автоматической обработки спектров, записи полученной информации и передачи ее в базы данных. Нижний предел обнаружения (LLD) для 3-х детекторной системы ( $P=0.95$ ,  $T=300\text{ с}$ ) 120 Бк при внешнем фоне 12  $\mu\text{ кр/час}$ .

Конфигурация и архитектура СИЧ-системы дополнительно согласовывается с заказчиком.

## МАЛОГАБАРИТНЫЙ МОНИТОР РАДОНА “ДГА-400”

*Мисевич О.В., Федоров А.А.*

*НИИ Ядерных проблем Белгосуниверситета, г. Минск, Беларусь*

*Соколовский А.С., Уголев И.И.*

*Институт физико-ограниченной химии НАН Б, Беларусь*

Разработанный в рамках Государственной научно-технической программы “Радиоэкология” монитор радона “ДГА-400” предназначен для интегральных измерений объемной активности радона  $^{222}\text{Rn}$  в воздухе жилых и производственных помещений, а также для изучения временных вариаций объемной активности радона. Измерения объемной активности проводятся в режиме пассивного отбора проб воздуха за счет свободной диффузии через объем измерительной камеры с полупроводниковым детектором, регистрирующим альфа-излучение радона  $^{222}\text{Rn}$  и дочерних продуктов его распада (ДПР) с энергиями от 4.5 до 7.6 МэВ.

Конструктивно монитор выполнен в виде блока размерами 160x160x110 мм<sup>3</sup>. На верхней панели блока размещены органы управления и жидкокристаллический дисплей (ЖКД). Внутри блока размещаются аккумуляторы питания, детектирующий модуль, включающий полупроводниковый детектор, зарядочувствительный преусилитель, формирующий спектрометрический усилитель и плата обработки. Непосредственно прилегающий к полупроводниковому детектору объем воздуха образует измерительную камеру прибора. Диффузия воздуха во внутренний объем прибора и к его измерительной камере осуществляется через систему светонепроницаемых отверстий и щелей на дне и стенках блока.

Сигнал со спектрометрического усилителя поступает на дифференциальный дискриминатор, расположенный на плате обработки и, далее, на микропроцессор (PIC16F84 фирмы MicroChip). Прибор осуществляет вывод показаний на ЖКД в режиме текущего среднего в единицах Бк/м<sup>3</sup> при времени усреднения от 1 часа до 1 недели (168 часов). Диапазон измеряемых активностей – от 100 до 10<sup>5</sup> Бк/м<sup>3</sup>. Показания на ЖКД обновляются каждый час. При времени измерения более 168 часов прибор осуществляет сохранение в энергонезависимом запоминающем устройстве результатов недельных замеров в количестве до 30-ти с возможностью их просмотра на ЖКД.

Суммарный потребляемый прибором ток составляет 0.9мА, что обеспечивает продолжительность автономной работы более 1000 часов от четырех встроенных Ni-Cd аккумуляторов размера АА. Прибор имеет возможность работы от внешнего источника питания, включаемого в сеть переменного тока 220В/50Гц. Данный источник питания также выполняет роль зарядного устройства аккумуляторов прибора. Время зарядки составляет 8 часов на каждые 100 часов автономной работы. Дозарядка аккумуляторов может проводиться без прерывания процесса измерения.

Проведенные метрологические исследования, совместно с радон-монитором “AlphaGUARD 2000” показывают, что в диапазоне объемной активности радона в воздухе 200-3000 Бк/м<sup>3</sup>, суммарная относительная погрешность измерений составляет 30% (0.95), при времени измерений более 16 часов.

## ЭТАЛОННЫЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ОБЪЕМНОЙ АКТИВНОСТИ РАДОНА

*Жагора Н.А., Милевский В.С.*

*РУП БелГИМ, Беларусь*

*Уголев И.И.*

*ИФОХ НАН Б, Беларусь*

*Сэпман С.В., Харитонов И.А.*

*ФГУП “ВНИИМ им. Д.И. Менделеева”, г.С.-Петербург, Россия*

В рамках Государственной программы Республики Беларусь по преодолению последствий катастрофы на Чернобыльской АЭС (раздел “Радиационная безопасность”) в Республике Беларусь создается комплекс аппаратуры для метрологического обеспечения измерений объемной активности (ОА) радона в воздухе жилых и производственных помещений. Комплекс разрабатывается совместно сотрудниками РУП БелГИМ, ИФОХ НАН Б и ФГУП “ВНИИМ им. Д.И. Менделеева”. В состав комплекса входит измерительная камера объемом 0.142 м<sup>3</sup> с системой коммуникаций, измерительная камера объемом ~ 1 м<sup>3</sup> с системой коммуникаций, источники радона (генераторы радона) и радон-монитор “AlphaGUARD”.

В настоящее время изготовлена и аттестована ВНИИМ им Д.И.Менделеева установка “РАДОН-1” на базе измерительной камеры объемом 0.142 м<sup>3</sup>.

Для аттестации установки ФГУП “ВНИИМ им. Д.И. Менделеева” разработаны и изготовлены жидкостные источники радона (барботеры) на основе образцового раствора Ra-226. Проведены исследования установки РАДОН-1 с жидкостными и твердотельными генераторами радона с применением радон-монитора “AlphaGUARD”. Диапазон воспроизведения объемной активности радона в воздухе установки РАДОН –1 составляет 50-50<sup>5</sup>Бк/м<sup>3</sup>. Погрешность воспроизведения ОА радона в воздухе составляет 10% (0.95).

К концу 2002 года будет изготовлена камера объемом ~ 1 м<sup>3</sup> с системой коммуникаций, в 2003 году – приобретен радон-монитор и проведены метрологические исследования камеры, в 2004 году – разработаны методики поверки и калибровки аппаратуры измерения ОА радона, в 2005 году эталонный комплекс будет введен в эксплуатацию.

Диапазон измерений комплекса 15-10 000 Бк/м<sup>3</sup>, погрешность 10-15% (0.95). Комплекс должен обеспечить калибровку и поверку рабочих средств измерений с погрешностью измерения 15-50% (0.95).



## MGP INSTRUMENTS: РАЗВИТИЕ КОМПАНИИ И РАСШИРЕНИЕ ДИАПАЗОНА ПРОДУКЦИИ

С.А. Виженский, Г.А. Дугинец

Московское представительство компании MGP Instruments и SILENA International, г. Москва, Россия

MGP Instruments (Франция) является ведущим в мире производителем оборудования для систем индивидуального дозиметрического контроля и радиационного мониторинга. Диапазон продукции фирмы включает в себя:

Стационарные измерительные каналы и комплексные системы радиационного мониторинга;

Дозиметры, считыватели и радиометры;

Портативные и мобильные мониторы радиационного фона и газо-аэрозольных выбросов;

Приборы для контроля загрязнения поверхностей;

Системы оборонного и гражданского назначения для идентификации и определения рисков ядерного, биологического и химического воздействия (NBC).

Важные события в истории компании:

1965 г. Начало деятельности в ядерном приборостроении

1977 г. Разработка первых стационарных измерительных каналов СРК

1980 г. Производство первых систем ИДК на базе электронных дозиметров

1988 г. Создание американского отделения в Атланте (Джорджия, США)

Начало деятельности в области NBC

2000 г. Внешний рост компании:

Создание совместного предприятия в Китае (Shenzhen)

MGP Instruments приобретает фирму *Hartman & Braun* (Мюнхен, Германия) и образует свой немецкий филиал - MGP Instruments GmbH (Мюнхен, Германия)

- MGP Instruments подписывает соглашение о сотрудничестве с фирмой *RADOS* (Финляндия) и присоединяет ее американское отделение в состав MGP Instruments Inc. (Атланта, США)

2002 г. - MGP Instruments покупает немецкое и финское отделения компании *RADOS Technology Group*.

- Образование **Корпорации S.....** (имя будет сообщено в октябре 2002 г. на конгрессе ENC в г. Лиль, Франция) на базе всех дочерних предприятий компании MGP Instruments.

Приобретение новых предприятий в состав MGP Instruments имеет целью поднять на новый качественный уровень обслуживание наших текущих и потенциальных заказчиков, расширить выбор предлагаемого оборудования и предоставляемых услуг.

## **SILENA INTERNATIONAL: НОВОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ЯДЕРНЫХ СПЕКТРОМЕТРИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ**

*С.А. Виженский*

*Московское представительство компании MGP Instruments и SILENA International, г.Москва, Россия*

Традиционный спектр продукции фирмы SILENA International (Италия) включает в себя электронные блоки в стандарте NIM, CAMAC, VME (АЦП, спектрометрические усилители и др.), многоканальные анализаторы (МКА) на платах PC, портативные системы и блоки детектирования, программное обеспечение и мониторы радиационного контроля.

В 2002 году фирма значительно обновила перечень электронных спектрометрических блоков, дополнив его устройствами с применением новых технологий, в т.ч.:

SI 7864 (модуль NIM) – высокоскоростной многозадачный многоканальный буфер с 4 входами для использования с внешними АЦП;

DSP-PCI – многоканальный анализатор со встроенным цифровым процессором DSP для организации до 4 независимых МКА на 1 плате PC;

DSP-Pro – многоканальный анализатор со встроенными блоками питания предусилителя и высокого напряжения детекторов HPGe на 1 плате PC.

Разработан новый универсальный портативный многоканальный анализатор WALKLAB II с использованием технологии DSP. Анализатор представляет собой компьютер типа “notebook”, имеющий все необходимые электронные устройства для построения спектрометрического тракта.

Специальные функции и параметры WALKLAB II:

подключаемые детекторы: HPGe, Si(Li), CZT и сцинтилляторы;

режим дисплея осциллографа для регулировки и окно разделения мультиплетов, спектральная память – 256к, непрерывные измерения;

встроенные блоки питания предусилителя, высокого напряжения, запрет высокого напряжения, программируемые параметры усиления и обработки сигналов, временное разрешение  $\leq 0,8$  мкс, возможность работы в сети;

USB и Serial интерфейсы, встроенная батарея питания (до 14 часов работы).

WALKLAB II оснащается программным обеспечением нового поколения EMCA2000/GAMMA2000 для выполнения измерений и спектрометрического анализа.

# АВТОМОБИЛЬНЫЙ СЦИНТИЛЛЯЦИОННЫЙ СПЕКТРОМЕТР ЭНЕРГИИ ГАММА-ИЗЛУЧЕНИЯ

*В.Н. Даниленко, С.Ю. Федоровский  
ООО “ЛСРМ”, п. Менделеево, Россия*

*В.В. Синуцкий, С.Н. Мироненко, Ю.С. Мухачев, Э.А. Минаев  
ФГУП “Иркутский спецкомбинат “Радон””, г. Иркутск, Россия*

Представляемый автомобильный сцинтилляционный спектрометр гамма-излучения позволяет непосредственно, во время движения автомобиля регистрировать экспозиционную дозу, удельную активность ЕРН и Cs-137, географические координаты точек измерения; в реальном времени, графически представлять результаты измерений на экране монитора и записывать их в базу данных. В состав спектрометра входят: детектор на основе двух сцинтилляционных блоков детектирования с высокой эффективностью регистрации на основе кристаллов NaJ-Tl размером 100x200мм; высоковольтный источник питания; амплитудный анализатор импульсов на основе двухходовой платы АЦП-1К-2м и промышленного компьютера “Advantech”; приемник спутниковой системы навигации “Garmin GPS II Plus”; преобразователь напряжения позволяющий осуществлять питания системы как от бортовой сети автомобиля, так и переменным напряжением 220В; комплекс программного обеспечения “LsrnCar”. В спектрометре реализованы: автоматический режим накопления и обработки спектров, сохранение спектров и результатов их обработки на гибком и жестком дисках; возможности измерения спектров от каждого блока детектирования с экспозицией по “живому” и “реальному” времени, суммирования аппаратных спектров обоих детекторов с коррекцией их сдвигов по энергетической шкале. В конструкции спектрометра максимально используются типовые функциональные блоки, что уменьшает стоимость и увеличивает надежность работы прибора. Детектор и электронные блоки крепятся в салоне автомобиля на подрессоренных стойках.

Основные метрологические характеристики спектрометра:

диапазон энергий регистрируемого гамма-излучения –(50-3000) кэВ;

энергетическое разрешение по линии 661,66 кэВ (<sup>137</sup>Cs) – 14%;

интегральная нелинейность – 2%;

эффективность регистрации в пике полного поглощения по линии 661,66 кэВ (<sup>137</sup>Cs) на расстоянии 1м от кожуха детектора 0,21±0,02%;

нижний предел измеряемой удельной активности в геометрии “протяженный объект” при уровне внешнего гамма-фона 16мкР/ч за время 1 мин, не более: <sup>40</sup>K - 100, <sup>232</sup>Th - 10, <sup>226</sup>Ra - 10, <sup>137</sup>Cs - 10 Бк/кг.

## ДЕТЕКТИРУЮЩЕЕ УСТРОЙСТВО ДЛЯ СОВМЕСТНОЙ И РАЗДЕЛЬНОЙ РЕГИСТРАЦИИ В - И Г -ИЗЛУЧЕНИЙ

*Ю.Т.Выдай, Л.С.Гордиенко, Л.А.Андрющенко, В.А. Тарасов, А.А.Ананенко  
НТК "Институт монокристаллов" Украина, Харьков*

Для одновременной регистрации  $\beta$  - и  $\gamma$  - излучений широкое применение приобретают фосвич-детекторы, состоящие из органических и неорганических сцинтилляторов [1-4]. Известны разработки [2-3], где в качестве детекторов  $\beta$  -излучения применялась сцинтилляционная пластмасса (СП) или тонкая плёнка паратерфенила (ПТФ). Использование тонкой плёнки ПТФ (толщина  $d=60$  мкм) на порядок уменьшало фон от регистрируемого  $\gamma$  - излучения по сравнению с СП ( $d=5$  мм), но не обеспечивало получение достаточного светового выхода. Увеличения толщины плёнок ПТФ более 100 мкм не давало положительных результатов из-за значительного поглощения собственного светового излучения.

Получение тонких пластин ПТФ большого диаметра ( $>100$  мм) методом горячего прессования [5] позволило использовать в качестве основы  $\beta$  -детектора прессованные диски толщиной  $3 \div 5$  мм. Такой детектор имеет световой выход в 2 раза больше, чем СП при регистрации конверсионных электронов  $^{137}\text{Cs}$  (624 кэВ). При этом максимум спектра ралиолюминисценции ( $\lambda_{\text{max}}=420$  нм) близок к максимуму спектра ралиолюминисценции натрия йодистого, активированного таллием. Этот факт и применение специальных композиций для оптического контакта, обеспечило уменьшение на  $\sim 20\%$ , по сравнению с СП, потерь света при прохождении его через NaI(Tl) как световод. Значение длительности времени высвечивания прессованного ПТФ несколько меньше, чем монокристалла ( $\tau=2,5$  нс), что создаёт хорошие условия для разделения сигналов, одновременно идущих от ПТФ и NaI(Tl). Удельная чувствительность при регистрации излучения от радионуклида  $^{90}\text{Sr} + ^{90}\text{Y}$  таким фосвич-детектором составляет  $0,09$  имп/с\*Бк\*см<sup>2</sup>.

Использование в двухоконном детекторе на основе NaI(Tl) низкофоновых материалов обеспечило высокие технические характеристики изготавливаемого фосвич-детектора.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

А.А. Курашов, Идентификация ионизирующих излучений средних и низких энергий. Атомиздат, М. 1979 г. с.264.

Y.T.Vidaj, A.A.Ananenko, L.B.Zagarij., Functional Materials, 1999, 6, #4, p.801-803.

А.А.Ананенко, Ю.Т.Выдай, В.П.Гаврилюк, ПТЭ, №2, 2002 г., с.37-41.

Л.Б.Загарий, Ю.Т.Выдай, ПТЭ, 1993, №4, с.50-53.

Л.А.Андрющенко и др., ПТЭ, 1999, №6, с.30-36.

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ МАЛЫХ АКТИВНОСТЕЙ $^{90}\text{Sr}$ И $^{137}\text{Cs}$ В ПОВЕРХНОСТНЫХ, ГРУНТОВЫХ И СТОЧНЫХ ВОДАХ

*В.В. Бабенко, А.Г. Исаев, А.С. Казимиров, А.Ф. Рудык  
НПП "АКП", г. Киев, Украина  
Н.Я. Цыганков  
УЦРМ г. Киев, Украина*

Из-за низкого содержания  $^{90}\text{Sr}$  и  $^{137}\text{Cs}$  в большинстве водных объектов окружающей среды определение их активности невозможно без предварительного концентрирования. В настоящее время для водоподготовки широко используются сравнительно недорогие и доступные ионообменные технологии, которые благодаря селективности позволяют очистить счетный образец от природных радионуклидов.

Украинским центром радиационной медицины совместно с НПП АтомКомплексПрибор разработана методика селективного концентрирования  $^{90}\text{Sr}$  и  $^{137}\text{Cs}$  на ионообменной смоле и измерения их активности с помощью серийного бета-спектрометра СЭБ-01. Счетный образец представляет собой 10г ионообменной смолы, через которую в зависимости от степени минерализации пропускается 5...10л воды.

Контроль химического выхода осуществляется по внесенной в пробу воды 1г соли KCl, что эквивалентно 16.5 Бк активности  $^{40}\text{K}$ . Расчет активности  $^{90}\text{Sr}$  осуществляется по измеренной активности неравновесного  $^{90}\text{Y}$ , который накапливается в достаточном количестве на 2-3 сутки после окончания операции концентрирования.

В таблицах, представленных ниже, приведена минимальная измеряемая активность (МИА)  $^{90}\text{Sr}$  в зависимости от активности  $^{137}\text{Cs}$  (Таблица 1) и МИА  $^{137}\text{Cs}$  в зависимости от активности  $^{90}\text{Sr}$  (Таблица 2) в присутствии в измеряемых пробах  $^{40}\text{K}$  (20Бк/пр.). Значения МИА получены для времени измерения 3000 сек.

Таблица 1

Активность $^{137}\text{Cs}$ , Бк/проба	1	2	5	10	20	50	100	200
МИА $^{90}\text{Sr}$ , Бк/проба ( $\delta=50\%$ , $P=0.95$ )	1.5	$\leq 2$	$\leq 2$	$\leq 2$	$\leq 2$	$\leq 2$	$\leq 2$	2

Таблица 2

Активность $^{90}\text{Sr}$ , Бк/проба	1	2	5	10	20	50	100
МИА $^{137}\text{Cs}$ , Бк/проба ( $\delta=50\%$ , $P=0.95$ )	6	7.5	8	8.5	9	11	18

# КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ РАДИАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ МЕТАЛЛОЛОМА В УКРАИНЕ

*Костенецкий М.И.*

*Запорожская областная санитарно-эпидемиологическая станция, Украина*

Единые критерии оценки радиационной безопасности лома черных и цветных металлов до настоящего времени не разработаны не только в странах бывшего СССР, но и мировым сообществом в целом.

В большинстве стран ЕС используется показатель удельной гамма - активности, а также поверхностная бета-загрязненность.

В то же время на практике значительно чаще применяется показатель мощности дозы гамма-излучения при отсутствии поверхностной альфа- и бета - загрязненности. При этом, в частности в России, уровнем радиационной безопасности принята мощность дозы гамма-излучения 0,2мкЗв/час без учета естественного гамма фона /1/.

В Украине в 2002 году впервые разработаны и внедрены в действие “Государственные санитарно-экологические правила и нормы радиационной безопасности при осуществлении операций с металлоломом” /2/.

В правилах установлены два уровня радиационной безопасности металлолома: первый уровень для использования без ограничений предусматривает мощность поглощенной дозы в воздухе менее 0,26мкГр/час и плотность потока бета-частиц менее 30 част/мин.см.кв, а второй, для использования только в пределах Украины, мощность поглощенной дозы в воздухе менее 0,43 мкГр/час и плотность потока бета-частиц менее 100 част/мин.см.кв. При этом в обоих случаях должна отсутствовать снимаемая загрязненность.

В правилах изложены требования к дозиметрическим приборам, предназначенным для дозиметрического контроля металлолома. а также организация работы предприятий по радиационному контролю.

Использование санитарно-экологических правил в работе предприятий Украины, осуществляющих операции с металлоломом, позволит повысить радиационную безопасность лома черных и цветных металлов и обеспечить выполнение в полном объеме требований Закона Украины “О металлоломе”.

Литература:

1. Гигиенические требования к обеспечению радиационной безопасности при заготовке и реализации металлолома. СанПиН 2.6.1.993-00.М, 2001г.

2. Государственные санитарно-экологические правила и нормы радиационной безопасности при осуществлении операций с металлоломом. ДСЭПиН 6.6.1.-079/211.3.9. 001-02.К.2002 г.

## **МНОГОРАЗОВЫЙ КАЛИБРАТОР ТРИТИЕВОГО ЖИДКОСТНОГО СЦИНТИЛЛЯЦИОННОГО РАДИОМЕТРА**

*Ю.В.Дубасов, С.А.Пахомов*

*НПО “Радиевый институт им. В.Г.Хлопина”, С.-Петербург, Россия*

*С.В. Сэпман*

*ФГУП “ВНИИМ им. Д.И.Менделеева”, С.-Петербург, Россия*

*Ю.В.Кулишов, Ю.А.Дубовцев*

*ПО “МАЯК”, г. Челябинск, Россия*

Предложен оригинальный калибратор жидкостного сцинтилляционного радиометра обеспечивающий проведение процедуры калибровки эффективности регистрации низкоэнергетического бета-излучения в широком диапазоне его вариаций. Принцип работы калибратора основан на моделировании эффекта тушений сцинтилляций с помощью специально подобранной светопоглощающей инертной микропримеси заданной дисперсности. Важная отличительная особенность калибратора – неизменность его метрологических характеристик на протяжении всего срока службы (2 – 3 года).

С использованием предлагаемого калибратора разработана методика выполнения измерений активности трития в водных пробах на установке Бета-2, отличающаяся возможностью контролировать величину эффекта тушения сцинтилляций индивидуально для каждой пробы. Применение методики позволяет упростить процедуру измерений и одновременно повысить качество получаемых результатов.

Разработанный авторами подход к решению проблемы калибровки тритиевого жидкостного радиометра может быть использован при измерениях активности других низкоэнергетических бета-излучателей (таких, как никель-63, углерод-14 и т.д.) методом жидкостной сцинтилляционной радиометрии, а также стронция-90 (в смеси с равновесным иттрием-90) Черенковским методом.

## МНОГОСЕКЦИОННЫЕ БЛОКИ ДЕТЕКТИРОВАНИЯ НА ОСНОВЕ КРЕМНИЕВЫХ ДИОДОВ

*О.С.Фролов, А.А.Садовничий, В.А.Шевченко, Р.Б.Подвиянюк, И.Л.Зайцевский, Д.О.Фролов  
Киевский НИИ микроприборов, НПО "Детектор", ВНИИТ "Полином и К"*

Предложен новый метод конструирования блоков детектирования ионизирующих излучений, заключающийся в разделении детектора на секции, усилении сигналов каждой секции в отдельных каналах усилителей-формирователей и суммировании их в специальном сумматоре. Используя определенный алгоритм суммирования, можно на выходе сумматора получить уровень шума, близкий к шуму в одном канале усиления. Таким способом возможно резко снизить шум как детектора, так и предусилителя.

Предлагаемый блок детектирования реализован на кремниевых диодах. Детектор представляет из себя кремниевую матрицу  $6 \times 6$  элементов с независимыми выводами. Из этих элементов можно составлять необходимое число секций. Разработаны кремниевые матрицы двух типов: с площадью элемента  $0,5 \text{ см}^2$  (общая площадь  $18 \text{ см}^2$ ) и  $1 \text{ см}^2$  (общая площадь  $36 \text{ см}^2$ ). Ток утечки при глубине обеднения в кремнии  $200 \text{ мкм}$  в матрицах первого типа составляет около  $0,5 \text{ мкА}$ , в матрицах второго типа - около  $0,4 \text{ мкА}$ . Шум элемента матрицы (ПШПВ генераторного сигнала) в обоих случаях около  $5 \text{ кэВ}$ . Напряжение полного обеднения  $80\text{-}100 \text{ В}$  при толщине пластины кремния  $350 \text{ мкм}$ .

Разработаны многоканальные усилители-формирователи, имеющие начальный шум  $3 \text{ кэВ}$  и наклон шумовой характеристики  $30\text{-}40 \text{ эВ/пФ}$ . На плате с размерами  $13 \times 14 \text{ см}^2$  размещаются 8 каналов, содержащих предусилители и спектрометрические усилители. Допускаются изменения  $\square$  формирования выше  $1 \text{ мкс}$ . Чувствительность канала  $0,3\text{-}0,5 \text{ В/МэВ}$ . Потребляемая мощность канала  $150\text{-}200 \text{ мВт}$ .

Разработан специальный сумматор сигналов многосекционного детектора. Он имеет каналы дополнительного усиления, позволяющие проводить спектрометрию малых сигналов, устройство суммирования сигналов и дискриминатор двух уровней. Последний дает возможность, например, одновременно проводить спектрометрию  $\square$ -частиц и радиометрию электронов.

Проводится разработка спектрометрического АЦП, который согласован с многосекционным детектором, но может быть также широко использован в различной спектрометрической аппаратуре. Он имеет  $16\text{К}$  каналов, допускает загрузку до  $100 \text{ кГц}$ , имеет современный интерфейс. Для уменьшения дифференциальной нелинейности используется статистическое усреднение ширины каналов (метод скользящей шкалы).

Работа финансируется по проекту №2431 Украинского научно-технологического центра.



# ЯЗЫК XML И ПРЕДСТАВЛЕНИЕ СПЕКТРОМЕТРИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ

Даниленко В.Н., Ковальский Е.А.  
ООО "ЛСРМ", п. Менделеево, Россия

Спектрометрическое программное обеспечение различных разработчиков, как правило, использует не совместимое друг с другом представление спектрометрической информации. Отчасти это связано с историческим процессом развития программных продуктов и требованием обеспечения совместимости с предыдущими версиями отчасти с особенностями реализации спектрометрических алгоритмов в каждом конкретном продукте. С нашей точки зрения становится актуальным рассмотреть использование стандартизованного подхода к представлению спектрометрической информации. Одним из вариантов на базе, которого возможен подобный подход, является язык *XML*.

Первоначально созданный для использования в приложениях Интернет язык *XML* (*Extensible Markup Language*) является мощным средством описания структурированных данных. Язык *XML* представляет собой набор правил для описания грамматики других языков и контроля над правильностью документов. Язык *XML* позволяет также осуществлять контроль над корректностью данных хранящихся в документах, производить проверки иерархических соотношений внутри документа и устанавливать единый стандарт на структуру документов, содержимым которых могут быть самые различные данные. Одним из достоинств *XML* является то, что программы-обработчики *XML* документов не сложны и имеется достаточное количество свободно распространяемых программных продуктов для работы с *XML* документами. В настоящее время на базе *XML* разработаны несколько специализированных языков разметки (например, *MatML*, *CML*).

В работе рассматривается возможность создания стандартизованного языка описания спектрометрической информации основанного на *XML*. Основные разновидности спектрометрических данных, а именно: спектр, калибровки, данные об эталонных источниках, библиотеки радионуклидов могут быть представлены в структурированном иерархическом виде. Предлагаются варианты структуры представления данных в *XML* виде.

## ПРОГРАММА ОБРАБОТКИ СПЕКТРОВ ОТ ПОГРУЖНЫХ ДЕТЕКТОРОВ АЛЬФА- ИЗЛУЧЕНИЯ

*В.Н.Даниленко, С.Ю.Федоровский, А.Ю.Юферов  
ООО “ЛСРМ”, п. Менделеево, Россия*

Погружные детекторы альфа-излучения, разработанные в ИФТП (см.настоящий сборник “**Ошибка! Источник ссылки не найден.**”, нашли применение при контроле технологических процессов, а также при экспресс-анализах на различных стадиях радиохимического производства.

Спектры таких детекторов в отличие от традиционных линейчатых альфа-спектров имеют квазилинейчатый характер, а именно:

резкий край со стороны высоких энергий, который соответствует энергии альфа-перехода

длинный “хвост” со стороны низких энергий, обусловленный регистрацией альфа-частиц, потерявших часть энергии в веществе раствора до регистрации в детекторе.

Характерный спектр альфа-излучения раствора, содержащего смесь радионуклидов, измеренный с помощью погружного детектора, приведен на рисунке.

Разработанное нами программное обеспечение позволяет производить качественный и количественный анализ содержания альфа-излучающих нуклидов:

идентификацию

расчет удельной активности растворов.

## СПЕЦИАЛЬНЫЕ ПРИЛОЖЕНИЯ LSRM2000

*В.Н. Даниленко, С.Ю. Федоровский*  
*ООО “ЛСРМ”, п. Менделеево Московской обл., Россия*

Разработаны некоторые приложения базового комплекса LsrM2000 для решения специальных задач:

**LsrMCar** – контроль и обследование загрязненности территорий естественными и техногенными радионуклидами.

Предназначена для обеспечения измерений с помощью гамма-спектрометров совмещенных с GPS-приемником для определения координат местности в составе передвижной лаборатории. Гамма-спектрометр может состоять из нескольких независимых блоков детектирования для увеличения чувствительности.

“**LsrMCar**” обеспечивает - накопление, визуализацию, обработку гамма-спектров, в том числе:

суммирование аппаратных спектров нескольких детекторов с коррекцией их возможных сдвигов по энергетической шкале;

определение активности открытых источников точечной геометрии;

определение удельной активности в протяженных объектах;

определение мощности эквивалентной дозы (МЭД) гамма-излучения;

регистрация при движении автомобиля экспозиционной дозы, удельной активности ЕРН и Cs-137, географических координат точек измерения, времени измерения, запись результатов в базу данных.

**LsrMRadon** – измерение содержания радона.

Предназначена для определения объемной активности, а также потока радона методом экспонирования сорбционных колонок СК-13 с активированным углем.

Обеспечивает измерение активности короткоживущих дочерних продуктов радона в угле сорбционной колонки с помощью полупроводниковых или сцинтилляционных гамма-спектрометров с последующим пересчетом на объемную активность, либо поток радона.

**LsrMRadon** реализует следующие методики, разработанные НТЦ “НИТОН”:

измерений средней за время экспозиции объемной активности радона в воздухе жилых и служебных помещений

измерений объемной активности радона в воздухе жилых и служебных помещений, а также в рудниках всех типов, путём отбора пробы воздуха

измерения плотности потока радона с поверхности земли и строительных конструкций.

## НОВЫЙ ДИЗАЙН ПОРТАТИВНОГО БД НА ОСНОВЕ ОЧГ ДЕТЕКТОРОВ

*А. Д. Соколов, А. Б. Пчелинцев, А. В. Лупилов  
Baltic Scientific Instruments, г. Рига, Латвия*

Представлены результаты разработки нового дизайна портативного блока детектирования (БД) на основе ОЧГ детекторов и портативного спектрометра на его основе для оперативных измерений по международным гарантиям, контролю объектов окружающей среды, предприятий по хранению и переработке радиоактивных отходов, обеспечению транспортировки радиоактивных материалов и других аналогичных задач.

Криостат БД рассчитан на установку планарных детекторов из ОЧГ площадью до 2000 мм<sup>2</sup> и коаксиальных детекторов с эффективностью регистрации до 20%. Время заполнения сосуда Дьюара жидким азотом не превышает 8-10 мин. Через час после заливки детектор достигает температуры, при которой возможна его работа, а через полтора часа характеристики детектора полностью соответствуют паспортным. Объем сосуда Дьюара равен 0.6 л, а скорость испарения азота составляет 0.025 л/час, что обеспечивает работу детектора в течение не менее 20 часов без дозаправки. Общие размеры БД составляют 270x190x95 мм при весе 2.4 кг.

С планарным детектором из ОЧГ площадью 500 мм<sup>2</sup> и толщиной 15 мм энергетическое разрешение разработанного БД на оптимальной постоянной времени формирования 10 мкс при скорости счета 10<sup>3</sup> с<sup>-1</sup> составило 275, 434, 560 и 1231 эВ для энергий 5.9, 59.6, 122 и 662 кэВ соответственно. Спектры изотопов Fe-55, Am-241 и Co-57 представлены.

Разработанный БД новой конструкции может применяться в составе портативных спектрометров на основе различных портативных МКА. В данной работе был использован миниатюрный многоканальный анализатор МСА-166. Представлены спектры Co-57, зарегистрированные разработанным спектрометром. Энергетическое разрешение по энергии 122 кэВ составило 640 и 600 эВ на постоянных времени 1 и 2 мкс соответственно.

Транспортировка разработанного спектрометра осуществляется в кейсе размером 460x330x150 мм, а полный вес кейса со спектрометром составляет 6.5 кг.

Данная разработка выполнена в рамках заказа МАГАТЭ N99-1817-1.

# СОВРЕМЕННЫЕ МНОГОКАНАЛЬНЫЕ АНАЛИЗАТОРЫ С ЦИФРОВОЙ ОБРАБОТКОЙ СИГНАЛА

*Федотов А.А.*

*PRIBORI OY, г. Москва, Россия*

Использование цифровой обработки сигналов (DSP) стало стандартом для высокопроизводительных лабораторных приборов для измерений в ядерной спектрометрии. Во всех приложениях они обеспечивают высокую стабильность, улучшенное разрешение и более высокую пропускную способность по сравнению с традиционными аналоговыми конструкциями. Все вышеперечисленное обеспечивает улучшенное качество спектра и результатов анализа. Прогресс в создании модулей цифровой обработки сигналов с малым энергопотреблением позволил внедрить DSP в портативные устройства и построить на их основе анализаторы в стандарте платы персонального компьютера. В настоящее время разработаны и поставлены в серийное производство цифровые анализаторы двух известных фирм-производителей: ORTEC и Canberra.

Рассмотрены сравнительные характеристики следующих цифровых процессоров:

1. Производства ORTEC: DSPec, DSPec+, DSPec jr, DSP-Scint, digiDART
2. Производства Canberra: 2060, 9660, DSA-2000, InSpector-2000, DSA-1000

# ЭФФЕКТ ИСТИННЫХ СОВПАДЕНИЙ ПРИ ГАММА-СПЕКТРОМЕТРИИ ОБЪЕМНЫХ ОБРАЗЦОВ, СОДЕРЖАЩИХ КАСКАДНЫЕ ИЗЛУЧАТЕЛИ

*В.П. Колотов*

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

Для уменьшения времени счета и достижения максимально низкого предела обнаружения обычно используют детекторы высокой эффективности, а сами образцы размещают как можно ближе к детектору. В этих условиях неучет эффекта истинных совпадений, наблюдаемого в случае измерения каскадных излучателей может приводить к заметной систематической погрешности измерения абсолютной активности радионуклидов и, соответственно, результатов изотопной идентификации. Величина систематической погрешности (как в сторону завышения, так и занижения результатов) может достигать десятков процентов.

Для расчета поправочного коэффициента эффекта истинных совпадений в случае измерения объемных образцов разработан алгоритм интегрирования, использующий карту эффективности пика полного поглощения детектора, калибровку внутренней (т.е. без учета рассеяния на окружающих материалах и пробе) общей эффективности детектора (Р/Т-калибровка) и библиотеку каскадных переходов.

Работоспособность метода протестирована на стандартных образцах различной геометрической формы (стаканы Маринелли, цилиндры и др.) и различной плотности. Построена двумерная карта распределения поправочных коэффициентов в окрестностях детектора для некоторых излучателей.

Приведена информация о некоторых зарубежных национальных программах обеспечения качества результатов гамма-спектрометрии, нацеленных на учет эффекта каскадного суммирования.

## **МЕТОДИЧЕСКОЕ И ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ИЗМЕРЕНИЙ РАДИОАКТИВНЫХ ОТХОДОВ И ЗАГРЯЗНЕНИЙ**

*Абакумов К.Г., Гущин Е.В., Друзягин А.В., Исаков А.П., Мелета Д.Е., Романцов В.П.  
НПП “Радиационный контроль. Приборы и методы”, RadiCo*

Разработано программное и методическое обеспечение выполнения измерений содержания гамма-излучающих радионуклидов (их объемной или массовой активности) в объектах сложной геометрической формы в предположении гомогенного или гетерогенного распределения активности внутри объектов. Система может быть применена для выполнения рутинных измерений однотипных источников и для проведения экспертных измерений при сложных распределениях активности по объему или по поверхности объекта контроля.

Решаемые задачи:

- измерение содержания гамма-излучающих радионуклидов в радиоактивных отходах, размещенных в контейнерах, бочках, мешках и т.п. без их вскрытия;
- измерение активности в трубопроводах и другом технологическом оборудовании как на ядерных объектах, так и на объектах добычи и переработки минерального сырья;
- радиационное обследование технологического оборудования перед его утилизацией или переработкой.

Разработан алгоритм расчетной калибровки по эффективности регистрации для гамма-спектрометрических измерений с большими поглощающими объемными источниками. Это повышает оперативность проведения измерений и расширяет диапазон применения методики. Основные особенности по сравнению с традиционными методами калибровки по эффективности регистрации:

- производится учет анизотропии чувствительности спектрометра как для открытого детектора, так и для коллимированного;
- рассчитывается доля объема источника, обуславливающая основное поступление излучения в детектор (по заданной доле от полного интеграла эффективности регистрации);
- рассчитываются верхняя и нижняя границы возможного значения эффективности регистрации, связанные с неравномерным распределением радионуклидов по объему;
- имеется возможность комбинаций объемных, линейных и точечных источников для обработки измеренных спектров по принципу “а что если?”, позволяющая по излучению радионуклидов с несколькими гамма-линиями скорректировать объемное распределение активности.

Произведена модернизация программного комплекса “Spectrum-5” для прямых измерений и обработки спектров. При этом предусмотрена возможность предварительной оценки содержания радионуклидов в измеряемом объекте непосредственно в процессе измерений. Одновременно рассчитывается статистическая погрешность и время, необходимое для измерений с заданной точностью. Программное обеспечение ориентировано на измерение загрязнений и отходов в соответствии с требованиями ОСПОРБ-99.

## ПАСПОРТИЗАТОР РАДИОАКТИВНЫХ ОТХОДОВ

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

*НПЦ Аспект, г. Дубна, Россия*

*В.Н.Даниленко, С.Ю.Федоровский*

*ООО "ЛСРМ", п. Менделеево, Россия*

В соответствии с требованиями новых нормативных документов (ОСПОРБ-99) при паспортизации радиоактивных отходов необходимо определение не только мощности дозы на поверхности контейнера, но и парциальных активностей, содержащихся в ней радионуклидов. С этой целью в НПЦ "Аспект" разработана гамма-спектрометрическая установка паспортизации радиоактивных отходов в стандартных бочках объёмом 200 литров - "УСКГ-02".

Паспортизатор построен на базе трехканального сцинтилляционного гамма-спектрометра на основе NaI(Tl)-детекторов в защите. Измерительная платформа позволяет размещать бочки высотой до 870 мм и диаметром 600 мм и определять массу бочки на встроенных в установку весах с диапазоном измерения до 600 кг. Для уменьшения погрешности, обусловленной возможным несимметричным расположением активности, бочка в процессе измерения вращается со скоростью 2 оборота в минуту.

Значения минимально измеряемой удельной активности для 200-литровой бочки за время измерения 10 минут составляют:

Цезий-137 ( $^{137}\text{Cs}$ ) < 25 Бк/кг

Кобальт-60 ( $^{60}\text{Co}$ ) < 20 Бк/кг.

Для измерения высокоактивных отходов предусмотрена возможность коллимирования измеряемого гамма-излучения.

Обработка данных и подготовка отчетов включает в себя:

расчет удельной активности и определение мощности дозы гамма-излучения на поверхности бочки;

вывод результатов обработки на принтер в принятом на предприятии формате;

хранение результатов на диске в базе в соответствии с требованиями предприятия;

создание итоговых сопроводительных документов для транспортировки отходов.



# ЖИДКОСЦИНТИЛЛЯЦИОННАЯ АЛЬФА-СПЕКТРОМЕТРИЯ

*В.Н. Егоров, Г.Ю. Коломейцев, П.П. Полуэктов, Н.А. Чирин  
ФГУП ВНИИНМ им. А.А. Бочвара, г. Москва, Россия*

Изучены закономерности, присущие жидкосцинтилляционной альфа-спектрометрии, и, в частности, форма контуров альфа-пиков, взаимное расположение и полуширины альфа-пиков различных изотопов в зависимости от степени светопоглощения в растворах жидкого сцинтиллятора с определяемыми радионуклидами. Для идентификации альфа-спектров проб с неизвестным изотопным составом в раствор проб вводят метку – какой-либо изотоп одного из актиноидов (например, плутоний-236). Положение альфа-пика метки в спектре пробы устанавливается с помощью специально разработанной компьютерной программы вычитания альфа-спектра пробы из альфа-спектра пробы с меткой. Изученные закономерности жидкосцинтилляционной альфа-спектрометрии позволяют по установленному положению пика метки в альфа-спектре пробы определить положение пиков определяемых изотопов и их полуширины. Для разложения альфа-спектров проб разработана компьютерная программа, в которую заложены результаты изучения закономерностей жидкосцинтилляционной альфа-спектрометрии. Программа определяет амплитуды и площади альфа-пиков и рассчитывает абсолютные и относительные активности присутствующих в пробе изотопов. Кроме того, программа дает информацию об эксцентриситете и полуширине контуров альфа-пиков и положении их центров.

Разработанный метод позволяет преодолеть известные недостатки жидкосцинтилляционной альфа-спектрометрии (низкий предел энергетического разрешения (6%) и неконтролируемое смещение альфа-спектра проб вдоль шкалы амплитудного анализатора) и сохранить существенные достоинства (экспрессность, меньшая трудоемкость, низкий предел определения, измерение абсолютных активностей).

Основные характеристики метода:

- число определяемых изотопов: 8-10
- нижний предел определения:  $3 \times 10^{-3}$  Бк/проба
- относительная погрешность: 5-15 %
- предел энергетического разрешения: 1-2 % или 50-100 кэВ
- продолжительность пробоподготовки: 1-2 часа.

Метод жидкосцинтилляционной альфа-спектрометрии в предложенном варианте может быть применен для экспрессного одновременного определения основных наиболее распространенных актиноидов в пробах технологических растворов радиохимического производства и объектов окружающей среды.

## **АНАЛИТИЧЕСКИЙ РЕНТГЕНОВСКИЙ КОМПЛЕКС “РЕНОМ”**

*Толпекин И.Г., Коваленко П.П., Мартынов В.В., Соколов Н.Г.  
ЗАО “НТЦ Экспертцентр”, Москва, Россия*

Разработан аналитический рентгеновский комплекс позволяющий исследовать элементный состав (от  $Al^{13}$  до  $U^{92}$ ) веществ, методом рентгенофлюоресцентного анализа, и их структурное состояние рентгенодифракционными методами.

Комплекс позволяет производить неразрушающий анализ состава и концентрации химических элементов в твердых, порошкообразных, осажденных на пленках или фильтрах, жидких проб.

Основной особенностью комплекса является возможность исследования микроучастков размером 150x150 мкм и сканирования образцов размером до 15мм.

Комплекс состоит из блока рентгеновского излучения, системы коллимации, системы выбора микроучастков и сканирования, тракта регистрации рентгенофлюоресцентного излучения, устройства углового сканирования для измерений дифракционных спектров и тракта регистрации дифрагировавшего излучения.

Комплекс управляется ПЭВМ, программное обеспечение позволяет задавать рабочие режимы источника рентгеновского излучения, управления шаговыми двигателями систем сканирования, регистрацию и обработку спектрометрических и дифракционных спектров, вывод полученной информации в любом удобном для пользователя виде.

## РАДОН В ВОЗДУХЕ ПРИВОДНОЙ АТМОСФЕРЫ

*Лепешкин В.И., Соловьев В.Г. Фетисов Л.П.*

*Украинский научный центр экологии моря (УкрНЦЭМ), Одесса, Украина*

Как известно, естественная радиоактивность атмосферы обусловлена радиоактивными веществами, содержащимися в земной коре (так называемыми “первичными” радионуклидами - ряды урана, тория), а также космогенными радионуклидами, образующимися в результате взаимодействия космического излучения с газовыми составляющими атмосферы - бериллием-7, фосфором-32, фосфором-33, натрием-22.

В докладе приводятся данные, полученные авторами и другими исследователями о содержании естественных радионуклидов в атмосфере морей и океанов.

Уран-238, содержащийся в земной коре, является источником радона-222. Радон-222 - инертный радиоактивный газ, а продукты его распада - это аэрозоли.

Основной вклад (97-99%) в естественную радиоактивность приводной атмосферы над океанами и морями вносят радон-222, торон-220 ( $^{220}\text{Rn}$ ) и короткоживущие продукты их распада - полоний-228, свинец-214, висмут-214, свинец-212 и висмут-212.

Концентрация радона-222 над океанами и морями в десятки и тысячи раз ниже, чем над сушей. Если его концентрация в воздухе над континентами колеблется от 10 до 3000 Бк/м<sup>3</sup>, то ее среднее значение в приводной атмосфере (по нашим многолетним наблюдениям на судах УкрНЦЭМ), например, Центральной Атлантики составляет - 0,01 - 0,02 Бк/м<sup>3</sup>.

Вследствие малого периода полураспада торона (51 с) его дочерний изотоп свинец-212 регистрируется на расстояниях, не превышающих 500 - 1000 км от континента, поэтому он часто используется в качестве метки близости района наблюдений к побережью.

Свинец-214 – продукт распада радона-222 (период полураспада - 3,8 сут.) регистрируется повсеместно и его концентрация зависит, в основном, от циркуляции воздушных масс. Как правило, он используется в качестве трассера континентальных воздушных масс при исследовании дальнего трансграничного переноса загрязняющих веществ.

Регулярные наблюдения за содержанием радона в приводной атмосфере показали, что его концентрация в зафронтальной зоне могут возрастать до значений порядка 0,8-0,9 Бк/м<sup>3</sup>. В период работ на океанской станции “С” (52° 45' с.ш. 35° 30' з.д., январь 1980 г.) концентрация радона-222 после прохождения холодного фронта циклона увеличилась со значений порядка 0,06 Бк/м<sup>3</sup> до 2,0 Бк/м<sup>3</sup>, т.е. возросла почти в 30 раз.

Над Черным морем средняя концентрация радона в приводной атмосфере несколько выше, чем над Атлантическим океаном, и составляет, по нашим наблюдениям, величину порядка 1,3-2,0 Бк/м<sup>3</sup> (результаты исследований 1992 года), что связано с относительно небольшим расстоянием от суши до района наблюдений - менее 200 км.

Исследования показывают, что эксхалация радона-222 с поверхности океана (моря) может достигать в некоторых районах Земного шара 135 атом/м<sup>2</sup>с - Антарктика, 11 и 47 атом/м<sup>2</sup>с - Атлантический и Тихий океаны соответственно. Вместе с тем, средняя эксхалация радона-222 поверхностью континентов составляет 7 400 атом/м<sup>2</sup>с, т.е. более чем в 50 - 500 раз мощнее, чем водной поверхностью.

В таблице, приведенной ниже, представлены средние концентрации некоторых естественных радионуклидов в приводной атмосфере различных районов Мирового океана, полученные в период наших последних исследований в 1992-1998 годах.

Таблица

Средние значения концентрации радионуклидов естественного и космогенного происхождения в приводной атмосфере различных

## районов Мирового океана

Район работ	Концентрация x 10 <sup>-4</sup> Бк/м <sup>3</sup>		
	Радон-222	Свинец-214	Бериллий-7
Черное море (июль 1992)	20000 ± 3600	20000 ± 3500	36 ± 4
Черное море(сентябрь 1992)	16000 ± 800	12000 ± 1600	32 ± 2
Атлантический океан (февраль 1997)	3400 ± 990	2500 ± 860	33± 2.6
Атлантический океан (февраль-март 1998)	1800 ± 330	2000 ± 540	36 ± 2.9
Антарктическая станция “Академик Вернадский” (28.02 - 08.03.1997)	290 ± 50	330 ± 57	11 ± 1.8
Антарктическая станция “Академик Вернадский” (16.03 - 21.03.1998)	810 ± 190	670 ± 200	12 ± 2.4
Работы в районе Антарктического полуострова (21.03 - 15.04.1998)	550 ± 110	480 ± 120	12 ± 1.1
Район острова Мордвинова (24.03 - 26.03.1998)	210 ± 36	300 ± 34	7.1 ± 1.7

# ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА “SPECTRADEC” В РЕШЕНИИ ПРИКЛАДНЫХ ЗАДАЧ $\alpha$ -СПЕКТРОМЕТРИИ

*Ермаков А.И., Малиновский С.В., Каширин И.А., Тихомиров В.А., Соболев А.И.  
МосНПО “Радон”, г. Москва, Россия*

Представлено программное обеспечение “RadSpectraDec”, позволяющее использовать жидкосцинтилляционные счётчики в качестве полноценных  $\beta$ - $\alpha$ -спектрометров.

Рассмотрены области применения спектрометрического комплекса “RadSpectraDec”+ЖСС при проведении радиоэкологических исследований, в радиационной гигиене и медицине, в технологических процессах. Это:

мониторинг естественных (изотопы Ra, Rn, U, Th,  $^{210}\text{Pb}$ ,  $^{210}\text{Po}$ .) и техногенных ( $^3\text{H}$ ,  $^{90}\text{Sr}$ ,  $^{241}\text{Pu}$ ) радионуклидов в объектах окружающей среды на фоновых уровнях;

экспресс-анализ различных радионуклидов в объектах окружающей среды при контроле выбросов и сбросов предприятий неядерного цикла – угольные, нефтяные, газовые месторождения, ТЭЦ;

контроль техногенных радионуклидов ( $^3\text{H}$ ,  $^{85}\text{Kr}$ ,  $^{89}\text{Sr}$ ,  $^{90}\text{Sr}$ ,  $^{99}\text{Tc}$ ,  $^{129}\text{I}$ ,  $^{234}\text{U}$ ,  $^{238}\text{U}$ ,  $^{241}\text{Pu}$ ) в выбросах и сбросах предприятий ядерного цикла;

радиационный контроль источников питьевого водоснабжения - экспресс-анализ содержания альфа- и бета- излучателей с одновременным определением основных компонентов, анализ отдельных нормируемых радионуклидов ( $^{90}\text{Sr}$ ,  $^{226}\text{Ra}$ ,  $^{228}\text{Ra}$ ,  $^{210}\text{Pb}$ ,  $^{210}\text{Po}$ ,  $^{234}\text{U}$ ,  $^{238}\text{U}$ );

прецизионный анализ содержания радона и торона в воздухе помещений; контроль содержания в воздухе, а также внутреннего содержания различных радионуклидов персонала на предприятиях ядерного цикла;

контроль радиоизотопных трассеров в медицинских и биологических исследованиях;

контроль содержания различных радионуклидов (учитывая специфику предприятия) в технологических средах на предприятиях ядерного цикла;

контроль выбросов и сбросов предприятий ядерного цикла и исследовательских организаций;

контроль качества изотопной продукции.

Приведены примеры и методы практического использования комплекса при решении перечисленных задач.

# **ОПЫТ СЕРТИФИКАЦИИ КОМПЛЕКСОВ ИНДИВИДУАЛЬНОГО ДОЗИМЕТРИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ В ГОСУДАРСТВЕННОЙ СИСТЕМЕ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЕДИНСТВА ИЗМЕРЕНИЙ И СИСТЕМЕ СЕРТИФИКАЦИИ ОБОРУДОВАНИЯ, ИЗДЕЛИЙ И ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ ЯДЕРНЫХ УСТАНОВОК, РАДИАЦИОННЫХ ИСТОЧНИКОВ И ПУНКТОВ ХРАНЕНИЯ**

*В.П. Шопен, А.А. Козлов, В.Д. Богдан-Курило, М.П. Мурашова  
Ангарский электролизный химический комбинат (АЭХК), г. Ангарск, Россия*

Ангарский электролизный химический комбинат более семи лет занимается разработкой и выпуском автоматизированных комплексов для индивидуального дозиметрического контроля. Комплексы относятся к средствам измерений, применяемым для контроля внешнего облучения персонала объектов атомной энергетики, радиохимических и разделительных производств, рентгенологов, радиологов медицинских учреждений, персонала предприятий, организаций, институтов и других учреждений, работающих с источниками ионизирующих излучений, а также населения проживающего на территориях с повышенным радиационным фоном.

Закон Российской Федерации “Об обеспечении единства измерений”(1994г.) определил, что средства измерений (СИ) применяемые в этих областях, подвергаются обязательным испытаниям для целей утверждения типа и внесения их в Государственный Реестр средств измерений РФ. Испытания для целей утверждения типа проводят Государственные центры испытаний, аккредитованные в установленном порядке на право проведения испытаний. Госстандартом РФ в качестве центров испытаний средств измерений ионизирующих излучений аккредитованы НМЦ ФГУП “ВНИИМ им. Д.И. Менделеева” и ГЦИ ГП “ВНИИФТРИ”.

Первым на испытания с целью утверждения типа средства измерений в 1995 году в ГЦИ ГП “ВНИИФТРИ” был представлен разработанный и изготовленный нами комплекс автоматизированный АКЖДК-201. На испытания предъявлялись образцы СИ и набор документов соответствующий требованиям ПР 50.2.009-94 “Порядок проведения испытаний и утверждения типа средств измерений”. Комплекс создавался в соответствии с требованиями ГОСТ Р МЭК 1066 "Системы дозиметрические термолуминесцентные для индивидуального контроля и мониторинга окружающей среды".

При испытаниях проверялись соответствие технической документации и технических характеристик комплекса требованиям технического задания, технических условий и эксплуатационных документов, а также обеспеченность комплекса методами и средствами поверки. По результатам испытаний был составлен Акт, и Госстандарт РФ утвердил тип средства измерений – “Комплексы автоматизированные индивидуального дозиметрического контроля АКЖДК-201”, внес его в Госреестр и в ноябре 1995 года выдал Ангарскому электролизному химическому комбинату сертификат установленной формы сроком на 5 лет. По окончании срока действия сертификата в 2000 году комплекс АКЖДК-201 прошел испытания на соответствие утвержденному типу и решением Госстандарта срок действия сертификата был продлен еще на пять лет до 2006 года.

По завершению нашим комбинатом в 2001 году работ по созданию еще одного комплекса автоматизированного индивидуального дозиметрического контроля АКЖДК-301, предназначенного для измерения индивидуального эквивалента дозы внешнего облучения в смешанных гамма - нейтронных полях и в полях фотонного излучения, была подана заявка в

Госстандарт, а комплекс АКЖДК-301 представлен на испытания с целью утверждения типа средств измерений.

Комплекс разработан в соответствии с требованиями НРБ-99, ОСПОРБ-99 и МУ 2.6.1.45-2001 "Дозиметрия. Определение индивидуальных эффективных доз нейтронного излучения". Разработка велась совместно с Государственным научным центром РФ "Институтом физики высоких энергий" в г. Протвино. В конце 2001 года испытания были успешно проведены в ГЦИ ГП "ВНИИФТРИ". Госстандарт РФ утвердил еще один тип средства измерений – "Комплексы автоматизированные индивидуального дозиметрического контроля АКЖДК-301", внес его в Госреестр и в феврале 2002 года выдал Ангарскому электролизному химическому комбинату сертификат установленной формы сроком на 5 лет.

Другой Закон Российской Федерации "Об использовании атомной энергии" предусматривает наличие такого механизма обеспечения гарантий безопасности в атомной области как сертификация. В соответствии с этим с первого января 1999 года вступила в действие созданная совместно Минатомом России, Госстандартом России и Госатомнадзором России Система сертификации оборудования, изделий и технологий для ядерных установок, радиационных источников и пунктов хранения (Система сертификации ОИТ). Система сертификации ОИТ зарегистрирована Госстандартом РФ и является системой обязательной сертификации продукции атомной отрасли. В системе ОИТ аккредитован целый ряд сертификационно-экспертных центров (СЭЦ) и испытательных лабораторий (ИЛ). В Системе создан Рабочий орган – фонд "Атомсертифика", который осуществляет все текущие работы и взаимосвязь Центрального органа, Органа по сертификации, СЭЦ и ИЛ, Заявителя.

В настоящее время существует документ ОИТ-0013-2000 "Номенклатура ОИТ, подлежащих обязательной сертификации". Выпускаемые нашим комбинатом комплексы автоматизированные для индивидуального дозконтроля включены в "Номенклатуру..." и подлежат сертификации в Системе ОИТ. В июне 2001 года нами была подана заявка на сертификацию комплекса АКЖДК-201. В Системе действует несколько различных схем сертификации. Нами при подаче заявки была предложена третья схема сертификации для сложных видов оборудования и изделий. В "Решении органа по сертификации по заявке" эта схема была утверждена и для проведения экспертизы документов был назначен аккредитованный в Системе СЭЦ "Изотоп".

Документы для экспертизы готовились в соответствии ОИТ-004-1999 "Порядок проведения сертификации". Работы в целях сертификации проводились по договору в два этапа. В результате первого этапа было подготовлено ТЗ на проведение работ. Все работы по сертификации на втором этапе проводились согласно ТЗ, где указан их перечень и порядок. Результатом выполнения второго этапа договора явилось "Экспертное заключение" о возможности выдачи сертификата, подготовленное СЭЦ.

Выполнив все процедуры сертификации в Системе ОИТ, Орган по сертификации принял решение о выдаче сертификата. В марте этого года АЭХК получил уведомление о выдаче сертификата на изделие – "Комплекс автоматизированный индивидуального дозиметрического контроля АКЖДК-201" сроком на три года.. В апреле 2002 года был получен сертификат соответствия Системы сертификации ОИТ за номером РОСС.RU.0001.01.01АЭ00.38.10.0014 с приложением к нему условий выдачи.

С июня 2002 года нашим комбинатом продолжены работы по сертификации выпускаемых изделий в Системе сертификации ОИТ, теперь предстоит сертификация комплекса автоматизированного индивидуального дозиметрического контроля АКЖДК-301.

# КОМПЛЕКС ИЗМЕРИТЕЛЬНО-ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЙ ДЛЯ РАДИОГРАФИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ ОБРАЗЦОВ АЭРОЗОЛЕЙ, ПОЧВ И ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ

*В. Демчук, А. Мартынюк, В. Деревец  
НТЦ “РАДИОЗОЛЬ”, г. Киев, Украина*

До 90% радиоактивности, выброшенной из 4-го блока ЧАЭС расплыено в окружающей среде в составе радиоактивных частиц. Другие ядерно-технологические циклы, также, сопровождаются выходом в среду радиоактивных частиц. Радиоактивные частицы – вторичный источник загрязнения среды, перераспределения радиоактивности, ингаляционного и перорального дозообразования населения и персонала.

*Для принятия мер по защите персонала АЭС и населения необходимо измерять концентрацию, радионуклидный, дисперсный состав частиц, а также источники их поступления и механизмы образования.*

*Традиционные радиометрические и радиохимические измерения содержания радиоактивности контролируют лишь интегральные показатели.*

В научно-техническом центре “Радиозоль” (г. Киев) разработан **комплекс измерительно-вычислительный радиографический** для измерения радиоактивных частиц в образцах окружающей среды методами регистрации на рентгеновской пленке и твердотельных трековых детекторах ядер (CR-39, LR-115).

Комплекс предназначен для обработки радиографических изображений радиоактивных частиц на рентгеновской пленке и позволяет:

- измерять количество (концентрацию) радиочастиц и их радиографические размеры;
- проводить калибровку размер – активность радиочастиц;
- измерять физические размеры радиочастиц;

- строить дисперсное распределение активности и размеров радиочастиц и оценивать их параметры;

- расчитывать стойкость радиочастиц в условиях естественной среды;

- проводить регистрацию и автоматизированный компьютерный подсчет размеров и активности радиочастиц до 20000 частиц в образце.

**В состав комплекса входят:** персональный компьютер (ПК); программный продукт “Радиография-3”; сканер; источник бесперебойного питания; внешнее осветительное устройство сканера; блок питания осветительного устройства.

Практическое применение комплекса поддерживается следующими документами:

- “Руководство по эксплуатации комплекса и его программного обеспечения”;

- “Определение размеров, активности и параметров дисперсного распределения радиоактивных частиц. Методика выполнения измерений”;

- “Определение параметров дисперсного распределения радиоактивных частиц. Методика выполнения измерений”;

- “Методика создания радиограмм образцов аэрозолей, почвы и донных отложений”.

Предлагаемые средства измерения и методы могут служить средством технологического контроля в системе защитных сооружений, коммуникациях и оборудовании АЭС.

Методы измерений могут применяться в различных отраслях народного хозяйства - радиационная защита персонала АЭС, радиационно-гигиенические условия труда в угольной, горно-обогатительной, металлургической промышленности, сельскохозяйственной деятельности на загрязненных территориях и пр.



**Метод контактной автордиографии** - отработан и откалиброван на пробах радиоактивных аэрозолей, почв, донных отложений, органических пробах по всем типам выбросов активности на Чернобыльской АЭС (топливные, конденсационные “горячие” частицы).

**Контролируемые среды:** приземный слой атмосферы, вода, почва, донные отложения, органические образцы.

**Основные характеристики:**

неразрушающий контроль образца, использование нормативных методов пробоотбора, исследование озоленных материалов;

определение дисперсного состава и активности радиочастиц;

диапазон регистрируемых размеров радиочастиц (от 0,15 мкм до 300 – 500 мкм) и их активностей (от  $10^{-2}$  до  $10^3$  Бк) при экспозиции 14 сут.;

возможность регистрации и компьютерной обработки автордиографических снимков до 20000 радиоактивных частиц в образце;

наглядность изображения и возможность его долговременного сохранения;

погрешность метода 15 - 20%;

простота и относительная дешевизна автордиографических исследований.

*Компьютерная обработка снимка. Дисперсное распределение радиочастиц*

**Метод регистрации твердотельными трековыми детекторами ядер (CR-39, LR-115)**

**Основные характеристики:**

неразрушающий прямой контроль образцов детекторами CR-39 и LR-115;

диапазон энергий регистрации  $\alpha$  -излучения: для CR-39 0.1-8.5 Мэв;

для LR-115 0.1-5.0 Мэв;

эффективность регистрации 35% при геометрии экспонирования  $2\pi$  ;

минимальная детектируемая активность  $2 \cdot 10^{-6}$  Бк/см<sup>2</sup> при месячной экспозиции;

возможность исследования дисперсного состава и активности радиочастиц;

компьютерная обработка снимка ТТДЯ;

**Треки  $\alpha$  - частиц в детекторе CR-39.**

## **СЕМЕЙСТВО СПЕКТРОМЕТРИЧЕСКИХ АЦП ДЛЯ ШИН PCI, COMPACTPCI И USB**

*Е.М. Лизунов, Н.Г. Мазный, А.Н. Пугачев, А.Г. Савушкин, В.Т. Сидоров  
НПЦ "АСПЕКТ", г. Дубна, Россия*

Семейство спектрометрических АЦП построено на основе базовой ("материнской") платы и одной или двух дополнительных плат ("мезонинов"), образуя одно- или двухканальные АЦП

Материнская плата содержит: контроллер шины, процессор с памятью, который обеспечивает прием данных от мезонинов, формирование и накопление спектров; 2 пары счетчиков реального и живого времени; 2 интенсиметра; логические схемы управления и синхронизации.

Мезонинные платы содержат собственно спектрометрические амплитудно-цифровые преобразователи различных типов:

**1К/8К – В** – 1К/ 8К, преобразование по методу Вилкинсона, 100 МГц.

**1К – В8** – 1К, преобразование по методу Вилкинсона, 100 МГц, 8 входов с мультиплексором.

**8К – П** – 8К, преобразование методом последовательных приближений, время преобразования 3.5 мкс.

Материнские платы выпускаются 3-х видов: для шины PCI в конструктиве IBM PC, в евромеханическом конструктиве типоразмером 3U для шины CompactPCI, АЦП с шиной USB размещается в корпусе размером 100\*200\*35 мм. .

На материнскую плату конструктива CompactPCI устанавливается только один мезонин, на другие – 1 или 2.

# **СИСТЕМА ПРОГРАММНЫХ КОМПОНЕНТОВ SCAR ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДОСТУПА К СПЕКТРОМЕТРИЧЕСКОЙ АППАРАТУРЕ**

*Н.Г.Мазный*  
*НПЦ "Аспект", г. Дубна, Россия*

Система предназначена для обеспечения унифицированного доступа прикладного программного обеспечения к широкому кругу спектрометрической аппаратуры.

Система обеспечивает единые интерфейсы для доступа к аппаратуре:

встраиваемой в компьютер, и имеющие свои драйверы нижнего уровня, выполненные в различных драйверных моделях Windows (VXD, NT, WDM);

подключаемой к внешним разъемам компьютера и работающей с различными протоколами обмена (ULAN, MODBUS, Aspect-MODBUS, NSIX);

подключаемой к удаленным компьютерам, связанными локальными вычислительными сетями.

Использование SCAR позволяет существенно упрощает разработку прикладных программ в части взаимодействия с аппаратурой. Программное обеспечение, использующее SCAR, без перекомпиляции сможет работать с аппаратурой любого класса и на любой платформе семейства Microsoft Windows при наличии соответствующих компонентов системы. Для использования нового устройства или класса устройств следует лишь установить соответствующие компоненты SCAR.

## **ПОРТАТИВНЫЙ ПОЛЕВОЙ ГАММА-СПЕКТРОМЕТР “ГАММА-1С/PS”**

*С.В. Алексеев, Н.Г.Мазный, А.Н. Пугачев, В.Т.Сидоров  
НПЦ “Аспект”, г. Дубна, Россия  
В.Н.Даниленко, Е.А. Ковальский  
ООО ЛСРМ, п. Менделеево, Россия*

Портативный полевой гамма-спектрометр предназначен для идентификации радионуклидного состава различных образцов, оценки их активности и определения изотопного состава урана и плутония. Спектрометр состоит из устройства детектирования типа УДС-Г с детектором на основе NaI(Tl) и соединенного с ним по последовательному каналу промышленного микрокомпьютера типа Psion Workabout.

Спектрометр работает в диапазоне температур  $-20\dots+50^{\circ}\text{C}$ , имеет пылевлагозащищенное исполнение. Применение достаточно мощного микрокомпьютера позволяет реализовывать в спектрометре сложные алгоритмы обработки, а защищенное от воздействия внешних факторов исполнение прибора дает возможность получать результаты обработки прямо на месте измерений, часто проводимых в жестких полевых условиях.

Встроенное программное обеспечение позволяет выполнять измерения, производить обработку полученных данных, визуализировать полученные данные и результаты обработки. В процессе обработки производится поиск пиков, идентификация радионуклидов, расчет дозы и дозовых вкладов радионуклидов. Обработка выполняется с использованием сформированных пользователем библиотек радионуклидов.

## СПЕКТРОМЕТРИЧЕСКИЕ БЛОКИ ДЕТЕКТИРОВАНИЯ НА ОСНОВЕ МОНОКРИСТАЛЛОВ ВОЛЬФРАМАТА КАДМИЯ.

*Белогуб В.В., Бороденко Ю.А., Некрасов В.В., Пивень Л.А., Селегенов Е.М.*

*НИО “СЭЛДИ”, г. Харьков, Украина*

*Федоренко В.В., Толпекин И.Г.*

*ЗАО НТЦ ЭКСПЕРТЦЕНТР, п. Менделеево, Россия*

Монокристаллы  $CdWO_4$  по своей природе обладают рядом уникальных физико-химических свойств с точки зрения сцинтилляционной техники.

Это высокая конверсионная эффективность, низкое фоновое излучение, высокая прозрачность в спектральной области (300 – 600 нм), максимум спектра излучения лежит в области от 480 до 540 нм, что позволяет использовать сцинтилляторы  $CdWO_4$  в сочетании как с ФЭУ, так и с ФД. В интервале температур  $-50^\circ \div +70^\circ C$ , световой выход сцинтилляторов  $CdWO_4$  практически не изменяется, эти монокристаллы радиационно стойки вплоть до  $5 * 10^4$  Грей.

Отмеченные выше физико-химические свойства сцинтилляторов  $CdWO_4$  создают предпосылки для разработки блоков детектирования, работающих в экстремальных условиях. В частности на объектах АЭС для контроля активных парогазовых технологических сред, регистрации загрязненности пищевых продуктов радионуклидами с уровнем содержания  $\leq 1$  Бк/кг и т.д.

В таблицах 1 и 2 приведены характеристики разработанных блоков детектирования как в сочетании с ФЭУ, так и с ФД.

Таблица 1.

**Основные параметры спектрометрических блоков детектирования на основе сцинтиллятор  $CdWO_4$  - ФЭУ**

№п/п	Параметры	Радионуклид	Сцинтиллятор Ø 40×40 мм	Сцинтиллятор Ø 63×63 мм
1.	Амплитудное разрешение R, %	Cs-137	9 – 12	9 – 12
2.	Эффективность регистрации гамма-излучения в пике полного поглощения, %	Cs-137	42	56
3.	Чувствительность, см <sup>2</sup>	Cs-137	5,5	17,4
4.	Уровень собственного фона в “окнах нуклидов”, имп./сек а) без защиты б) с пассивной защитой	Cs-137 K-40 Cs-137 K-40	5,2 2,0 0,52 0,20	20 7,8 1 0,7

5.	Интегральная нелинейность, %		0,30	2,0 – 2,4
6.	Минимальная детектируемая активность, Бк (с защитой, $t_{\text{эксп}} = 1\text{ч}$ )	Cs-137	5,3	1,3
7.	Основная погрешность измерения активности Cs-137, %		20	15
8.	Дополнительная погрешность за счет изменения температуры в диапазоне $-20 \pm 50^\circ\text{C}$ , на $10^\circ\text{C}$	-	0,1%	0,1%
9.	Габариты, $\varnothing \times L$ , мм		$65 \times 335$	$90 \times 360$
10.	Масса, кг		1,52	

Таблица 2.

**Основные параметры блока детектирования на основе сцинтиллятор – ФД**

№ п/п	Параметры	Величина
		<b>SB.CWO.23.23</b>
1	Размеры кристалла, см - сцинтиллятор	$2,3 \times 2,3 \times 2,3$ (CWO)
2	Фотодиод фирмы Hamamatsu	S 3590 – 08 S 3590 - 18
3	Диапазон энергий, мэВ	0,2 - 6
4	Энергетическое разрешение, не хуже, % $^{137}\text{Cs}$ $^{241}\text{Am}$ $^{60}\text{Co}$	$22,5^{(1)}15^{(2)}$ - $11,5^{(1)}8^{(2)}$
5	Амплитуда выходного сигнала для $^{137}\text{Cs}$ , В	$0,5 \times 1,5$
6	Длительность фронта выходного сигнала (0,1-0,9), мкс	$20^{(3)}$

7	Длительность спада, не более, мкс	40 <sup>(3)</sup>
8	Напряжение питания, В	$\pm 9^{(4)}$
9	Напряжение смещения фотодиода, В	50
10	Потребляемый ток, мА	$\leq 5$
11	Габариты, не более, мм	$\text{Ø } 50 \times 75$

1 – измерения при  $t = 22^\circ \text{C}$

2 - измерения при  $t = 4^\circ \text{C}$

3 – может изменяться

4 -  $\pm 5 \pm 12$

## СОДЕРЖАНИЕ БЕРИЛЛИЯ-7 В АТМОСФЕРЕ

*Петрова Т. Б., Охрименко С.Е.*

*ЦГСЭН в г. Москве, Россия*

*Микляев П.С.*

*Мосгоргеотрест, г.Москва, Россия*

В радиологии необходимо хорошо знать фоновые содержания естественных радионуклидов в окружающей среде (грунте, атмосфере, растительности, воде и т.д.) То есть нужно иметь достоверные результаты измерений, большой статистический материал и уметь объяснять флуктуации естественного фона для того, чтобы отделить загрязнение от фона. В Московском центре ГСЭН в течение 5,5 лет проводились измерения радиоактивности атмосферного воздуха гамма - спектрометрическим методом, определялись средние значения и флуктуации содержания  ${}^7\text{Be}$ . Пробы воздуха отбирались на “фильтр Петрянова-Соколова” ( $S = 2205 \text{ см}^2 V_{\text{возд.}} = 30000 \text{ м}^3, \tau = 3 \text{ сут.}$ ), расположенный на высоте 50 м над уровнем земли. Измерения проводились на гамма –спектрометрической установке “Силена” на основе ППД из сверхчистого германия с относительной эффективностью регистрации 25%. Относительная погрешность измерений составляла 10-15 %.

Среднее значение (с 1996 по 2001 осень) составило  $4,3 \cdot 10^{-3} \text{ Бк/м}^3$ , приводимое в справочниках –  $3 \cdot 10^{-3} \text{ Бк/м}^3$ . Минимальное содержание  ${}^7\text{Be}$  -  $1,0 \cdot 10^{-3} \text{ Бк/м}^3$  зарегистрировано 08.12.2000 г., максимальное –  $12,2 \cdot 10^{-3} \text{ Бк/м}^3$  - 9.06.1999 г., т. е. содержание  ${}^7\text{Be}$  варьирует в пределах порядка. Прослеживается чёткая зависимость между содержанием  ${}^7\text{Be}$  и временем года. Зима, осень – низкие значения, лето, весна – высокие. Это может быть связано с вымыванием зимой и осенью из атмосферы аэрозолей, на которых сорбируется  ${}^7\text{Be}$ . По нашим данным доза внутреннего облучения, создаваемая  ${}^7\text{Be}$  составляет  $H = 2,4 \cdot 10^{-6} \text{ мЗв/год}$ . Увеличение содержания  ${}^7\text{Be}$  на порядок при солнечных вспышках даст увеличение внутренней дозы не более чем на порядок, однако, доза остается пренебрежимо малой величиной по сравнению с дозой внутреннего облучения, получаемой от радона.



## АППАРАТУРА И КОМПОНЕНТЫ ДЛЯ ПРИКЛАДНОЙ СПЕКТРОМЕТРИИ

*Бровченко В.Г., Петров Н.И., Толпекин И.Г., Кириченко А.Н., Федоренко В.В.  
ЗАО НТЦ “ЭКСПЕРТЦЕНТР”, п. Менделеево, Россия*

“НТЦ ЭКСПЕРТЦЕНТР” совместно НПО “СЭЛДИ”, представляет компоненты для спектрометрической аппаратуры, включающие малогабаритный блок детектирования кристалл-фотодиод, зарядо-чувствительный усилитель-фильтр, источник питания и узел-“посредник”, вырабатывающий строб-сигнал в момент вершины аналитического сигнала. Посредник позволяет использовать в качестве АЦП не только спектрометрические (типа Санина-Вилкинсона), но и обычные серийные, в том числе встроенные в процессор, АЦП, оцифровывающие непрерывные кривые напряжения по внешнему строб-сигналу.

Все узлы выполняются на малогабаритных платах с использованием поверхностного монтажа, или в виде гибридных микросхем в металло-керамическом корпусе. Собственное среднеквадратичное значение шума нормализованного по сигналу усилителя составляет около 400 электронов. Длительность сигнала составляет 25 мкс на уровне 0,1 от амплитуды. Максимальная амплитуда выходного сигнала 5В. С типовым блоком детектирования энергетическое разрешение  $35 \square 45$  кэВ.

При небольшом изменении типовой схемы включения, соответствующим изменением внешней обвязки “посредник” может использоваться в сцинтилляционных трактах с ФЭУ, а разработанный усилитель-фильтр может использоваться с полупроводниковыми детекторами.

В первом квартале 2002 года планируется серийный выпуск очередной модификации узлов со среднеквадратичным значением шума усилителя-фильтра на уровне 200 электронов + (2 – 3) электрона/пФ и энергетическим разрешением не хуже 20 кэВ.

Типовые значения тракта “ФОДИС – ЭЦ1” с блоком детектирования при обратном напряжении на фотодиоде 50 В составили:

энергетическое разрешение - 40 КэВ (при  $\square = 25$ эВ/эл );

$\square$  - коэффициент конверсии (отношение энергии регистрируемого излучения к числу фотоэлектронов фотодиода), эВ/электрон 22 – 35 (измерения выполнены в РИЦ “КИ”)

диапазон регистрации кэВ:

Выход 1 40/2500

Выход 2 160/10000

Динамическая ёмкость входа, пФ	6000
Диапазон В	$\square$ 6
Формирование, мкс	4
- дифференцирующая CR - цепь	4
- две интегрирующих RC - цепи	
Длительность, мкс.	7
- фронта до вершины	28
- импульса на уровне 0,1 от амплитуды, мкс	

Уход “нуля” на вых. в % от амплитуды	0,1
на частоте $5 \cdot 10^3$ имп/с	2,0
на частоте $10^4$ имп/с	

Средне квадратичная величина нормализованного шума в ед. электронов 400 +5,5 эл/пФ

Питание В/мА	+ 9/18
	- 9/14

Типовые параметры отдельных узлов спектрометрических трактов имеют следующие технические характеристики:

**Усилитель-формирователь УФ-1**

Тип входного каскада – зарядочувствительный.

**Посредник:**

Параметры входного сигнала:	7
фронт до вершины, мкс	28
длительность на уровне. 0.1, мкс	
Коэфф. усиления	1 или 4
Диапазон выходного сигналов, В	□ 6
Уход “нуля” на аналоговом выходе в % от амплитуды сигнала:	
на частоте $5 \cdot 10^3$ имп/с	0,1
на частоте $10^4$ имп/с	2,0
допустимое сопротивление нагрузки, Ом	$5 \cdot 10^3$
Диапазон порогов срабатывания, В	0,05 – 0,5
Параметры строб-сигнала:	ТТЛ
уровни	отрицательна
полярность	я
длительность, мкс	2
Сдвиг фронта строб-сигнала при изменении амплитуды аналогового сигнала от 0,1 до 5,0 В, (нс)	20

# ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ СИСТЕМЫ СЦИНТИЛЛЯТОР CSJ(TL) PIN – КРЕМНИЕВЫЙ ФОТОДИОД И СОЗДАНИЕ НА ЕЕ ОСНОВЕ СПЕКТРОМЕТРИЧЕСКИХ БЛОКОВ ДЕТЕКТИРОВАНИЯ

*В.В. Белозуб, Ю.А. Бороденко, В.В. Некрасов  
НИО "СЭЛДИ"*

*И.Г. Толпекин, В.В. Федоренко  
ЗАО НТЦ ЭКСПЕРТЦЕНТР*

Целью данной работы было детальное изучение системы сцинтиллятор – фотодиод – предусилитель и создание на основе полученных данных спектрометрических блоков детектирования.

Поскольку система сцинтиллятор – фотодиод многофакторная, то исследования проводились в следующих направлениях:

- получение кристаллов CsJ(Tl) со сцинтилляционными характеристиками, максимально согласованными со спектральными характеристиками фотодиодов;
- изучение условий светособирания в сцинтилляторе в зависимости от формы, объема и места расположения фотодиода;
- оптимизация процесса обработки и упаковки сцинтиллятора;
- разработка малошумящих зарядочувствительных предусилителей и формирователей.

Проведенный комплекс исследований позволил создать номенклатуру спектрометрических блоков детектирования с различной чувствительностью. Спектр пиков  $\square$  - излучения от  $^{241}\text{Am}$ ,  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{60}\text{Co}$  в блоке детектирования объемом  $1\text{ см}^3$  представлены на рисунке.

Технические характеристики блоков детектирования приведены в таблице 1.

Таблица 1

Параметры блока детектирования	Тип базового блока				
	1	2	3	4	5
Объем сцинтиллятора, $\text{см}^3$	1	5	10	20	90
Диапазон энергий, МэВ	0,0 3-3	0,0 4-3	0,0 4-3	0,0 4-3	0,06 -3
Энергетическое разрешение, не хуже %	38	42	45	50	60
$^{241}\text{Am}$	5,2	5,5	6	7,5	8,5
$^{137}\text{Cs}$	4,1	4,1	4,3	4,4	5,4
$^{60}\text{Co}$					
Отношение пик-долина для $^{60}\text{Co}$ , не хуже	29	20	14	11	8,2
Амплитуда выходного сигнала для $^{137}\text{Cs}$ , В	0,5 $\square$ 1,5	0,5 $\square$ 1,5	0,5 $\square$ 1,5	3,5 $\square$ 10	3,5 $\square$ 10

Длительность фронта выходного сигнала, мкс	3,5 □ 10	3,5 □ 10	3,5 □ 10	3,5 □ 10	3,5 □ 10
Длительность спада, не более, мкс	7□ 20	7□ 20	7□ 20	7□ 20	7□ 20
Напряжение питания, В	□ 9	□ 9	□ 9	□ 9	□ 9
Потребляемый ток, мА	□ 3	□ 3	□ 3	□ 5	□ 5
Напряжение смещения, В	-50	-50	-50	-50	-50
Габариты, не более, мм	22 □ 22□ 37	22 □ 22□ 75	22 □ 22□ 75	□ 35□ 75	□ 50□ 100

Величины: энергетическое разрешение, отношение пик-долина для  $^{60}\text{Co}$ , потребляемый ток в блоках детектирования вызывают особый интерес, так как представляют достаточно широкие возможности при разработке различной радиометрической и спектрометрической аппаратуры нового поколения.

## ИДЕНТИФИКАЦИЯ РАДИОНУКЛИДОВ В ГРУЗАХ С ПОВЫШЕННОЙ РАДИОАКТИВНОСТЬЮ

*Дьяконова О.М., Пронина Н.Н., Овчарова Л.А., Михалюк Н.С.  
ГУ “Центр госсанэпиднадзора в г.Новомосковске и Новомосковском районе”*

Нормы радиационной безопасности НРБ-99, действующие в настоящее время, применяются для обеспечения радиационной безопасности человека во всех условиях воздействия на него ионизирующего излучения искусственного или природного происхождения.

Наибольшее количество вопросов возникает у практиков при контроле радиационной безопасности при использовании природных источников излучения.

В августе 2002г. в центр ГСЭН поступил запрос от таможенной службы о проведении радиационного контроля импортного груза, который при прохождении через автоматическую систему дозиметрического контроля “Янтарь-2С” был определен как “радиоактивный”. В представленных документах груз обозначался как “препарат для травления металлических поверхностей”, название “Nocoloc Flux”, страна отправитель – Германия. Груз транспортировался в автомашине в количестве 6 тонн, упаковка – картонные барабаны с металлическими крышками. Таможенной службой были поставлены вопросы:

является ли данный груз радиоактивным материалом,  
относится ли груз к радиоактивным отходам,  
какова удельная активность радионуклидов в грузе и соответствует ли он действующим нормативам.

Специалисты аккредитованной радиологической лаборатории центра ГСЭН провели радиационный контроль груза:

1-й этап – проведены дозиметрические измерения мощности эквивалентной дозы гамма-излучения на поверхности кузова автомашины (до 0,4мкЗв/час), на поверхности отдельной тары с грузом от 0.24 до 0.36 мкЗв/час.

2-й этап – учитывая неизвестный радионуклидный состав груза с целью своевременного обнаружения и предотвращения распространения радиоактивных веществ были исследованы уровни загрязнения поверхностей альфа- и бета- активными нуклидами. Прямые измерения показали отсутствие загрязнения.

3-й этап – спектрометрические исследования счетного образца, подготовленного из отобранных проб. Идентификация радионуклидов проводилась на аттестованном гамма-спектрометре с ППД с программным обеспечением “LSRM” в геометрии “Маринелли”, время измерения – 2 часа. Определены 2 радионуклида: калий-40 (7402 Бк/кг), торий-232 (35 Бк/кг).  $A_{эфф.} = 675$  Бк/кг (погрешность измерения 25% при доверительной вероятности 0.95).

В таможенную службу представлено заключение:

Груз не является радиоактивным отходом.

В соответствии с СП 2.6.1.798-99 груз относится к материалам с повышенным содержанием природных радионуклидов 1 класс (применение в производстве без ограничений). Выдан протокол измерений для дальнейшего следования груза по территории России.

# **КОНТРОЛЬ ОТЛОЖЕНИЙ УРАНА В ТЕХНОЛОГИЧЕСКОМ ОБОРУДОВАНИИ С ПОМОЩЬЮ ПЕРЕНОСНОГО СПЕКТРОМЕТРА “КОЛИБРИ”**

*А.Б.Дорин, А.И.Громов, А.К.Чураков  
Группа предприятий “Грин Стар”, г. Москва, Россия*

В докладе описывается методика использования переносного гамма-спектрометра “Колибри” с коллимированным детектором NaI для анализа поверхностной плотности отложений урана в технологическом оборудовании. Специально для измерения отложений был создан ряд компактных и относительно легких коллиматоров из вольфрамового сплава.

Анализ поверхностной плотности отложений в геометрии “плоского источника” проводится, на основе предварительно проведенной калибровки детектора, известной толщины стенки оборудования и степени обогащения урана в отложении.

В переносном спектрометре предусмотрены специальные возможности для проведения массовых измерений по заранее разработанному плану. Перед сеансом измерений в спектрометр загружается план, в котором для каждого объекта, подлежащего измерению, предусмотрена запись. Каждая запись содержит информацию, позволяющую идентифицировать объект, корректно провести измерения и произвести расчеты плотности отложения.

Программное обеспечение спектрометра включает в свой состав:

Программу эмулятор спектрометра для персонального компьютера, позволяющую производить регулировку и настройку спектрометра.

Программу обслуживания измерений для персонального компьютера, обеспечивающую процедуры калибровки спектрометра, подготовку и загрузку плана измерений в спектрометр, считывание, накопление и анализ измеренных с помощью спектрометра данных.

Управляющую программу спектрометра, обеспечивающую работу прибора в автономном режиме и режиме управления от персонального компьютера.

Программное обеспечение персонального компьютера может работать в среде Windows 95, Windows 98, Windows ME, Windows 2000.

## **РАСПРЕДЕЛЕННАЯ СИСТЕМА СБОРА СПЕКТРОМЕТРИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ**

*Н.Г. Мазный, А.В. Прохоров, А.Н. Пугачев, В.Т. Сидоров*

*ЗАО НПЦ “Аспект”, г. Дубна, Россия*

*В.Н. Даниленко*

*ООО “ЛСРМ”, п. Менделеево, Россия*

Спектрометрическое оборудование и программное обеспечение, разрабатываемое НПЦ “Аспект”, позволяют создавать распределенные системы сбора спектрометрической информации. Такие системы могут быть использованы для построения стационарных измерительных систем в технологических циклах предприятий Минатома, на радиационно-опасных объектах, в научных экспериментах.

При построении систем могут использоваться протокол Ethernet, позволяющий объединять компьютеры в локальные сети, и промышленный интерфейс RS-485. При сочетании этих двух технологий возможно построение систем различной конфигурации.

При построении распределенных спектрометрических систем в их состав могут включаться спектрометрические устройства производства НПЦ “Аспект”, как выпущенные ранее, так и выпускаемые в настоящее время.

# СТАЦИОНАРНАЯ СИСТЕМА РАДИАЦИОННОГО КОНТРОЛЯ "ЯНТАРЬ-2Л"

*Иванов А.И., Хвастунов М. М.  
ЗАО НПЦ "Аспект", г. Дубна, Россия*

Стационарная система радиационного контроля "Янтарь-2Л" предназначена для обнаружения радиоактивных вложений в грузах, перевозимых автомобильным или железнодорожным транспортом. Система "Янтарь-2Л" может эффективно использоваться в системе физической защиты ядерноопасных объектов, в том числе: в ядерно-физических центрах, на атомных электростанциях, на военных объектах, предприятиях ядерного цикла.

Кроме того, высокая чувствительность систем "Янтарь-2Л" позволяет успешно применять их для контроля на радиационную загрязненность металлолома на металлургических комбинатах, наличие радиоактивных вложений в промышленных и бытовых отходах, поступающих на свалки или мусороперерабатывающие предприятия.

Установка системы "ЯНТАРЬ-2Л" при въезде на территории таких предприятий поставит заслон ввозу радиоактивного сырья и обезопасит от возможного радиоактивного загрязнения продукции, производственных площадей и окружающей среды. Система "ЯНТАРЬ-2Л" может эффективно использоваться для обнаружения радиационного загрязнения различного сырья, готовой продукции, а также отходов, направляемых в переработку и на свалки.

Минимальная конфигурация системы "ЯНТАРЬ-2Л", позволяющая решать вопросы локального радиационного контроля, включает две стойки "ЯНТАРЬ-2Л" и пульт управления ПВЦ-01. Стойки устанавливаются друг напротив друга по обеим сторонам транспортного прохода на расстоянии 3-8 м. Стойки связаны между собой сигнальным кабелем и подключены к пульта управления ПВЦ-01. Внутри стоек размещены по два детектора гамма-излучения на основе пластического сцинтиллятора, блок питания и обработки. На стойках установлены устройства световой и звуковой сигнализации, датчик присутствия. Датчик присутствия обнаруживает появление в зоне контроля объекта и по его команде начинается процесс измерения.

Программно-аппаратные решения системы "ЯНТАРЬ-2Л" позволяют объединять до 16 систем в единую измерительную сеть без дополнительных средств. В состав системы могут быть включены: комплекс видеорегистрации, модем, радиомодем.

Система обеспечивает архивирование информации о времени факта срабатывания и его уровне, вскрытии прибора, отключении-включении питания, регистрирует скорость перемещения объекта в зоне контроля. Данные архива можно наблюдать на экране ПВЦ-01, либо вывести на принтер.

Система имеет встроенные средства самодиагностики: контроль напряжения питания сети 220В и аварийной сети 12В (аккумулятор), контроль канала связи, контроль конфигурации системы и контроль величины гамма фона в случае отсутствия объекта в зоне контроля.

Система внесена в Госреестр средств измерений России, имеет европейский сертификат.



# КОМПЛЕКС СРЕДСТВ КОНТРОЛЯ РАДИАЦИОННОЙ ОБСТАНОВКИ СКРО-01А

*Иванов А.И., Хвастунов М.М.  
ЗАО НПЦ "Аспект", г. Дубна, Россия*

Назначение комплекса:  
стационарный контроль радиационной обстановки на объекте  
автоматическая регистрация контролируемых параметров  
отображение мнемосхем контролируемого объекта с указанием точек расположения датчиков и их параметров

архивирование данных и генерация отчетов по принятой форме  
выдача сигналов (световых и звуковых) тревоги

Комплекс имеет распределенную структуру и разделен на два уровня: верхний и нижний. Верхний уровень обеспечивает отображение и детализацию полной мнемосхемы контролируемого объекта, ведение текущего архива и архива тревог, протоколирование данных и обмен информацией с нижним уровнем. Программно-аппаратная реализация верхнего уровня основана платформе РС, операционная система WINDOWS NT4.

Нижний уровень обеспечивает измерение мощности дозы гамма и нейтронного излучения, объемной активности аэрозолей в воздухе, активности гамма-нуклидов в жидких средах, поверхностное загрязнение бета-активными веществами изотопами, сбор и первичную обработку значений контролируемых параметров, местную сигнализацию, и обмен информацией с верхним уровнем. Каждый блок детектирования комплекса является отдельным сетевым устройством. Вся первичная обработка информации (расчет мощности дозы, формирование сигнала тревоги) осуществляется самим блоком детектирования. Все параметры и режим работы блоков детектирования задаются программным способом.

Состав комплекса

Комплекс может включать следующие устройства:

- блок локального контроллера БЛК-01 для организации сетевой структуры системы;
  - блок локального контроллера БЛК-01-01 для организации радиометрического поста;
  - блок детектирования гамма-излучения БДГ-02 (или УБДГ-02 с кронштейнами и клеммной коробкой);
  - блок детектирования бета-излучения БДБ-01;
  - блок детектирования нейтронного излучения БДН-01 (или УБДН-01 с кронштейнами и клеммной коробкой);
  - радиометр-спектрометр жидких сред РСКВ-01
  - монитор аэрозолей УДАС-01А (в разработке)
  - блок сигнализатора БС-01 с двумя светофорами (зеленый и красный) и звуковым сигнализатором;
  - блоки питания и коммутации БПК-01 и БПК-02
- Комплекс внесен в Госреестр средств измерений.

# DEVICES DESIGNED FOR RADIATION MONITORING AND MARINE GAMMA SURVEY IN THE AZERBAIJAN NATIONAL AEROSPACE AGENCY

*Bayramov Z.T.*

*Azerbaijan National Aerospace Agency, Azerbaijan, Baku*

The new global projects in the Eurasia region are realized. The production and transportation of Caspian energy resources, restoration of Great Silk Way, exploitation of Nuclear reactors and Radiation technology requests to organize of permanent Radiation monitoring for Environment. The new apparatus and equipment for Radiation Monitoring has been designed in the Azerbaijan National Aerospace Agency at the last years.

**Airgammasspectrometer.** Spectrometer of full absorption on the basis of scintillation block of detection NaI (TI) is used as device for displaying, processing and storage of information. Flights must take irregular tacks 200 meters above, at 300 km/hour. Reliability and possibility of a long and continuous work allows to create maps of radiation's condition along predetermined route. The coordinates are determined by helicopter's high-precision navigational satellite system DGPS. Data received from synchronous measurements of natural radio-nuclides U(Ra), Th and K in three working energetic windows 1,35-1,55 MeV, 1,65-1,85 MeV and 2,5-2,8 MeV and geodesy coordinates are brought in on-board computer's data base. The special software of processing makes possible to create the map of radiation's situation for determined area and to record the condition in the initial stage of environment.

**Dose rate meter DRG-01 Az.** The scintillation device **DRG-01 Az** is designed for searching of radioactive sources and for measurements of the dose rate of the gamma radiation. The device is a portable dose rate meter with the remote block of detection. Distinguishing features of the device **DRG-01 Az** are following □ high speed of work operations; high sensitivity; easiness of using; portable construction. Presence of features makes it possible to carry out concealed inspection of objects moving with small speed in the custom's point, realized by one operator, even if these objects are hidden under natural radiation. Upon exceeding of natural radiation the operator detects the source of additional gamma radiations. Low value of main error of measurements makes it possible to measure with high accuracy the dose rate of gamma radiation's sources situated within the halted object.

**Gate for radiation control.** The device was designated for tracking the radioactive materials during transferring of them via custom post. High sensitivity of GRC guarantees reliability of radiation control.

This complex consists of two identical props-detectors, which are arranged at a five meters distance, in front of each other. These detectors are joined with cable, which leads out the information about background conditions on the computer.

**Marine gamma survey.** At the beginning of the oil well's drilling the realization of gamma survey of the seabed makes possible to determine initial background of the seabed's gamma radiation field. Further periodical monitoring of radiation situation will be based on results of initial condition of seabed's gamma-field. By this purpose we developed an original device for determination of percentage content of major components of gamma field, namely, of natural radio-nuclides U-238, Th-232 and K-40 in three working energetically windows: 1,65-1,85 MeV. 2,5-2,8 MeV and 1,35-1,55 MeV using calibration on isotope Cs-137 (0,662 MeV).

The detection unit is standard scintillation block developed on the basis of crystal NaJ (TI), having sizes □ 150 x 200 mm, protected by sealed water-tight capsule made of sheet of steel, having width equal to 10 mm, designed for pressure of sea media up to 100 atm, i.e. for depth nearly equal

to 1000 m. A cable-rope with length equal to 1000 m connects this capsule with ship's board. The capsule is mounted on the carrying frame of transportation structure, pulled by towing cable-rope along the seabed.

Gamma survey is carried out on the basis of the landscape map of the seabed.