

Исследование сцинтилляционного спектрометра-дозиметра гамма- квантов и быстрых нейтронов

В статье рассматривается перспективная разработка российских инженеров – спектрометр-дозиметр нейтронного и гамма-излучения SDMF-1206PRO. Рассмотрены актуальные проблемы, касающиеся вопросов измерения параметров полей ионизирующих излучений и используемых для этой цели средств измерений. Описан инновационный принцип идентификации сигналов, поступающих со сцинтилляционного детектора, с использованием современных быстродействующих аналогово-цифровых преобразователей, программируемых логических интегральных схем и разработанных математических алгоритмов и сглаживающих фильтров. Приведены краткие результаты предварительных испытаний спектрометра, осуществленные на базе установок из состава эталонов ГЭТ 10-81, ГЭТ 8-2011 и ГВЭТ-2, хранящихся во ФГУП «ВНИИМ им.Д.И.Менделеева» [1,2].

Ключевые слова: нейтронный спектрометр, сцинтиллятор, гамма-излучение, нейтроны, смешанные поля, цифровая идентификация, нейтронный дозиметр.

Н.Н.Моисеев, А.В.Дидык (ФГУП «ВНИИМ им.Д.И.Менделеева», г.С.-Петербург)

Введение. Измерения в области ионизирующих излучений традиционно условно делят на два направления: радиометрию, связанную с измерением характеристик источников и полей излучения, и дозиметрию, связанную с изучением величин, характеризующих воздействие ионизирующего излучения на физические и биологические объекты. И в радиометрии, и в дозиметрии существует развитый физико-математический аппарат для детального описания источников, полей и процессов взаимодействия излучения с веществом. При этом чем более дифференциальные величины используются для этих целей, тем более точные результаты исследований можно получить, и тем больше трудоемкость исследова-

ний и финансовые затраты на них. Фактически, при планировании измерений с заданной точностью приходится решать оптимизационную задачу, учитывающую одновременно технические и экономические показатели.

Поскольку любые свертки дифференциальных характеристик приводят одновременно и к огрублению, и к удешевлению измерений, приборостроение в области ионизирующих излучений всегда однозначно выбирало в качестве параметров назначения приборов интегральные, более дешевые характеристики в ущерб точности измерений.

Так, например, все дозиметрические характеристики зависят от энергии излучения, то есть было бы более разумно и естественно определять их с учетом спектра.

На практике подавляющее большинство измерений дозиметрических характеристик полей выполняются интегральными дозиметрами без учета спектра, что продиктовано, в том числе, и требованиями существующих нормативных документов.

Для примера приведем выдержку из методических указаний МУ 2.6.1.14-2001 «Контроль радиационной безопасности. Общие требования»:

«8.2. Основные требования к относительной погрешности большинства рабочих средств измерений ионизирующего излучения сформулированы в ГОСТ 29074-91, а требования к основной погрешности даны также в стандартах на поверочные схемы для средств измерений соответствующих вели-

*чин. Предпочтение следует отдавать средствам измерений, имеющим относительную погрешность не более, чем от **-30 % до +50 %.***

В итоге, несмотря на то, что наиболее точную характеристику любого поля можно определить, лишь измерив ее с учетом координаты, угла падения и энергии падающего излучения, приборов такого типа практически не существует. Чувствительность же «интегральных» дозиметров сильно зависит от энергии и угла падения частиц и может меняться в разы при различных энергиях падающего излучения. Использование таких приборов для измерения полей одного вида излучения с неизвестным энергетическим и пространственным распределением («черное» поле) или проведение измерений в смешанных гамма-нейтронных полях зачастую оказывается просто бессмысленным, так как не представляется возможным корректная интерпретация полученных показаний.

Фактически, за последние 50 лет приборостроение в области ионизирующих излучений улучшало только сервисные возможности приборов, а их основная метрологическая характеристика – погрешность – практически не изменилась.

Традиционно существует ряд проблем, для решения которых требуется более высокая точность измерений, чем это могут обеспечить рутинные приборы, но их обычно решают, создавая индивидуальные средства измерений (СИ). В последнее время ситуация несколько изменилась, и в обращении появился новый класс серийных приборов: радиометры-спектрометры и дозиметры-спектрометры, которые позволяют минимизировать погрешность, связанную с зависимостью чувствительности от энергии.

Так, в области измерений характеристик полей гамма- и рентгеновского излучения уже появились и прошли испытания с целью утверждения типа ряд СИ, построенных на описываемом принципе. Например, спектрометр МКС-АТ6101 производства НПУП «Атомтех» или МКС/СРП-08А производства ООО «НТЦ “Амплитуда”».

В настоящей работе описывается один из таких приборов – спектрометр-дозиметр для измерений в смешанных гамма-нейтронных полях SDMF-1206PRO.DB.

Спектрометр был разработан и изготовлен ООО «Центр АЦП» и исследован в НИЦ «Курчатовский институт», ФГУП «ВНИИМ им.Д.И.Менделеева».

Однокристалльный цифровой спектрометр-дозиметр нейтронного и γ -излучения SDMF-1206PRO является сцинтилляционным спектрометром нового поколения, предназначенным для определения параметров и характеристик полей нейтронного и фотонного излучения. Спектрометр построен на одном сцинтилляционном кристалле с фотоэлектронным умножителем, использует современные методы цифровой регистрации и специальные фильтрующие алгоритмы математической обработки поступающих сигналов.

Основным его преимуществом является применение нового подхода для разделения сигналов детектора, образующихся в результате регистрации нейтронов и гамма-квантов. Для этой цели используется метод цифровой идентификации по форме импульса. Внедрение этих методов стало возможным благодаря развитию высокопроизводительных устройств – аналогово-цифровых преобразователей (АЦП), программируемых логических интегральных схем (ПЛИС), микропро-

цессоров. Основное достоинство метода – отсутствие необходимости анализа поступающей информации в режиме “on-line”. Непрерывный (аналоговый) сигнал, поступающий с детектора, подвергается дискретизации по времени и квантованию по уровню (оцифровке), то есть представляется в цифровой форме и запоминается. Дальнейший анализ может производиться неограниченное число раз с использованием различных алгоритмов. Подробному описанию метода посвящены отдельные статьи, книги и даже учебные курсы. В частности, использование метода для разделения вклада нейтронов и гамма-квантов описано в [3,4]. Алгоритм использования метода в описываемом приборе заключается в преобразовании токового импульса, возникающего в анодной цепи фотоэлектронного умножителя (ФЭУ) при регистрации ионизирующего излучения, в цифровую форму с помощью быстродействующего АЦП. Полученный массив данных впоследствии обрабатывается по специальному алгоритму, результатом работы которого является определение типа частицы, попавшей в детектор. В отличие от классического (аналогового) метода разделения частиц, данный подход позволяет применять оптимальные фильтры, производить сложную математическую обработку полученных данных, что обеспечивает более эффективную работу системы разделения импульсов, позволяет управлять ей и производить ее тонкую настройку.

Использование одного кристалла для одновременного измерения параметров фотонного и нейтронного излучения значительно упрощает процедуру проведения измерений. Стоит отметить, что применение других СИ

для проведения измерений в смешанных полях подразумевает использование отдельных блоков для каждого вида излучения, что влечет за собой ряд дополнительных сложностей.

Спектрометр обеспечивает измерение энергетического распределения плотности потока нейтронного излучения в диапазоне энергий нейтронов 0,1–15 МэВ и γ -излучения в диапазоне энергий γ -квантов 0,08–6,5 МэВ в смешанных полях гамма-нейтронного излучения. На основании измеренных спектра и плотности потока рассчитываются следующие значения:

- мощность амбиентного эквивалента дозы нейтронного и гамма-излучений $\dot{H}^*(10)$ (МАЭД);
- мощность кермы в воздухе и мощность экспозиционной дозы гамма-излучения.

В 2015 году во ФГУП «ВНИИМ им.Д.И.Менделеева» были проведены предварительные испытания и калибровка спектрометра в полях фотонного и нейтронного излучений. Измерения проводились в полях установок из состава Государственного первичного эталона единиц потока и плотности потока нейтронов ГЭТ 10-81 и Государственного



Рис. 1. Спектрометр SDMF-1206PRO в малогабаритном кейсе.

вторичного эталона единиц кермы в воздухе, мощности кермы в воздухе, экспозиционной дозы, мощности экспозиционной дозы, амбиентного, направленного и индивидуального эквивалентов дозы, мощностей амбиентного, направленного и индивидуального эквивалентов дозы гамма-излучения ГВЭТ 8-2.

Результаты предварительных испытаний и проведенная калибровка позволяют сделать выводы о возможности использования прибора в качестве:

- средства измерения энергетического распределения плотности потока нейтронов и γ -квантов за биологической защитой ядерно-энергетических установок;
- устройства для обнаружения и идентификации источников гамма-излучения;

- дозиметра МАЭД нейтронного и гамма-излучения;
- средства передачи размера единицы плотности потока и МАЭД нейтронов.

Состав спектрометра. Спектрометр состоит из следующих составных частей:

- блок детектирования (БД), изготовленный на основе органического сцинтиллятора 25×25 мм;
- фотоумножитель с электронным модулем высокого напряжения;
- блок быстродействующего АЦП;
- ноутбук с установленным программным обеспечением для управления работой спектрометра.

Весь комплект оборудования удобно располагается в небольшом кейсе (рис.1).

Описание спектрометра. Восстановление истинного спектра нейтронов и γ -квантов проводится методом сглаживающего дифференцирования аппаратных распределений с учетом поправок на многократное рассеяние излучения в кристалле сцинтиллятора и краевые эффекты (выход протонов и электронов за пределы сцинтиллятора).

Основное внимание в работе было уделено характеристикам АЦП и программе идентификации оцифрованных сигналов, что функционально соответствует схеме разделения сигналов от нейтронов и γ -излучения в аналоговых вариантах такого типа

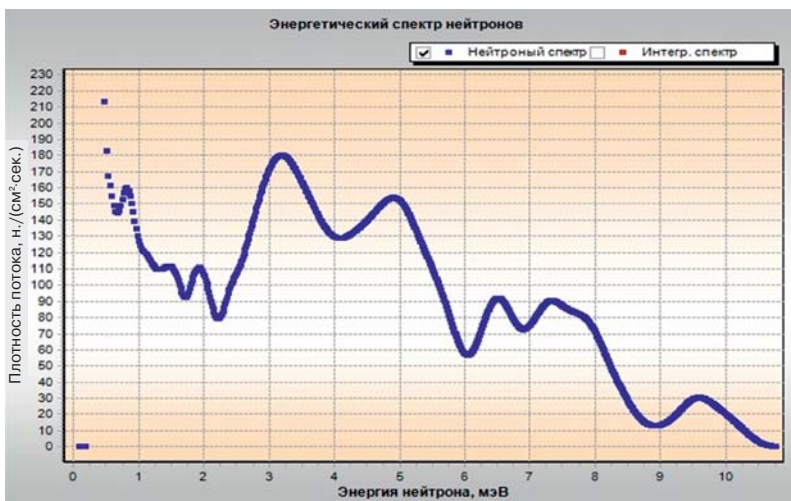


Рис. 2. Спектр радионуклидного Pu-Be (α, n) источника нейтронов.

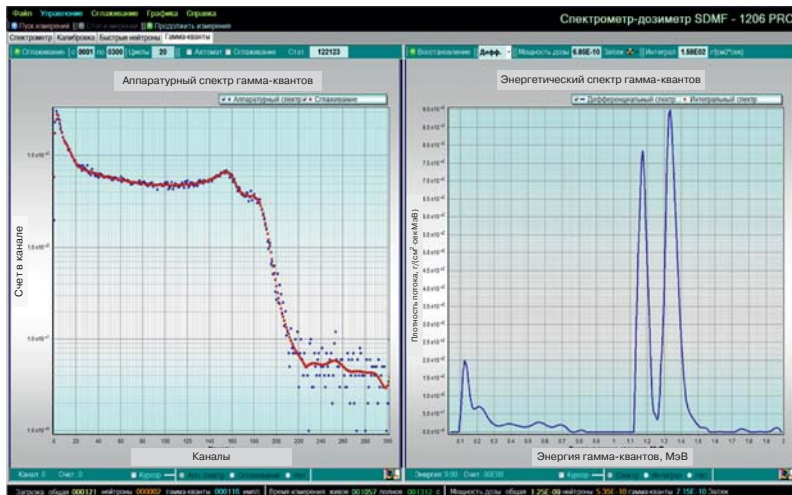


Рис.3. Энергетический спектр гамма-излучения радионуклида кобальт-60. Левый рисунок – аппаратный спектр, правый – восстановленный спектр.

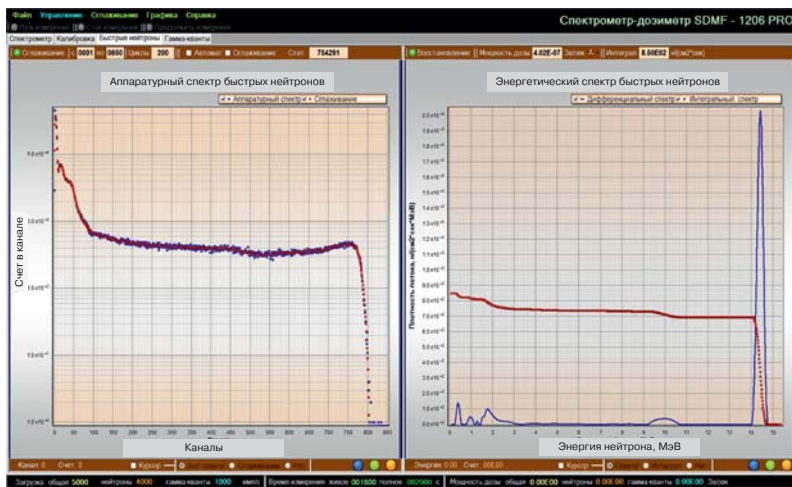


Рис.4. Энергетический спектр моноэнергетических нейтронов из реакции $T(d,n)^4\text{He}$. Левый рисунок – аппаратный спектр, правый – восстановленный спектр.

спектрометра, например, в спектрометре НС-3 [5].

Программное обеспечение спектрометра обеспечивает в реальном масштабе времени измерение аппаратных распределенных импульсов и их последующую идентификацию, восстановление энергетических спектров быстрых нейтронов и γ -квантов и определение МАЭД обоих видов излучения в любом выбранном пользователем диапазоне энергий нейтронов и γ -квантов. Переход от плотности потока к МАЭД осуществляется с использованием конверсионных коэффициентов, значения которых приведены в

международных нормативных документах (ISO 4037 [6], ISO 8529 [7]). В полях гамма-излучения предусмотрена возможность расчета значений мощности экспозиционной дозы и мощности кермы в воздухе.

Функция световыхода, связывающая амплитуду сигнала с энергией нейтронов, задается аналитически. Параметры функции световыхода определяются экспериментально на основе анализа аппаратного спектра радионуклидного источника нейтронов типа Pu-Be(α,n), имеющего хорошо известную резонансную структуру (рис.2).

Энергетическая калибровка спектрометра осуществляется с использованием набора радионуклидных источников гамма-излучения. Предусмотрена возможность оперативной калибровки с использованием двух достаточно распространенных энергий – 0,661 МэВ (гамма-излучение радионуклида ^{137}Cs) и 4,43 МэВ (гамма-излучение радионуклидного источника нейтронов типа Pu-Be(α,n)). Реализована также возможность проведения энергетической калибровки на произвольном источнике γ -квантов. Энергетическое разрешение спектрометра составляет:

- 7–7,5 % по линии 0,661 МэВ (^{137}Cs);
- 4,5–5 % по линии 1,33 МэВ (^{60}Co , рис.3).

Энергетическое разрешение нейтронного канала спектрометра определялось с использованием моноэнергетических нейтронов с энергией $\sim 14,5$ МэВ из реакции $T(d,n)^4\text{He}$ и оказалось равным 2,5–3 % (рис.4).

Результаты исследований спектрометра. Исследования основных характеристик спектрометра проводились в отделе измерений ионизирующих излучений ФГУП «ВНИИМ им. Д.И.Менделеева» в полях установок из состава ГЭТ 10-81 и ГВЭТ 8-2.

Были определены основные метрологические и эксплуатационные характеристики спектрометра:

- время установления рабочего режима не более 15 минут;
- нестабильность в течение рабочего дня не более 0,5 %;
- интегральная нелинейность в канале регистрации гамма-излучения не более 0,3 %;
- температурная нестабильность коэффициента усиления не превышает $5 \cdot 10^{-4}$ на 1°C ;
- коэффициент n - γ -разделения (вероятность регистрации гамма-

квантов в нейтронном канале) не превышает $1,5 \cdot 10^{-3}$;

- рабочий диапазон скоростей счета от 1 до 10^5 с^{-1} ;
- диапазон измерения энергии нейтронов – от 0,25 до 15 МэВ;
- диапазон измерения энергии гамма-квантов – от 0,08 до 6,5 МэВ.

Результаты исследований времени установления рабочего режима и долговременной стабильности представлены на рис.5 и 6.

По горизонтальной оси – время работы в часах, по вертикальной – нормированное значение скорости счета.

Эффективность работы схемы n - γ -разделения спектрометра определялась следующим образом.

Источник гамма-излучения ^{226}Ra устанавливается на таком расстоянии от блока детектирования, чтобы скорость счета в гамма-канале спектрометра составляла примерно 10^3 с^{-1} . Затем измеряется скорость счета в нейтронном и гамма-каналах. По полученным значениям вычисляется значение коэффициента K :

$$K = \frac{N_n - N_{n\phi}}{N_\gamma - N_{\gamma\phi}}, \quad (1)$$

где N_n – скорость счета в нейтронном канале; $N_{n\phi}$ – скорость счета фона в нейтронном канале; N_γ – скорость счета в гамма-канале; $N_{\gamma\phi}$ – скорость счета фона в гамма-канале.

Источник приближается к блоку детектирования таким образом, чтобы скорость счета в гамма-канале увеличилась примерно

Табл. 1. Определение коэффициента K n - γ -разделения для источника ^{226}Ra .

$N_\gamma, \text{ с}^{-1}\text{см}^{-2}$	$N_n, \text{ с}^{-1}\text{см}^{-2}$	$K, \text{ отн.ед.}$
3270	4,8	$1,47 \cdot 10^{-3}$
4430	6,5	$1,47 \cdot 10^{-3}$
5270	7,9	$1,50 \cdot 10^{-3}$
6420	9,6	$1,49 \cdot 10^{-3}$
9180	13,3	$1,45 \cdot 10^{-3}$
11800	17,3	$1,50 \cdot 10^{-3}$

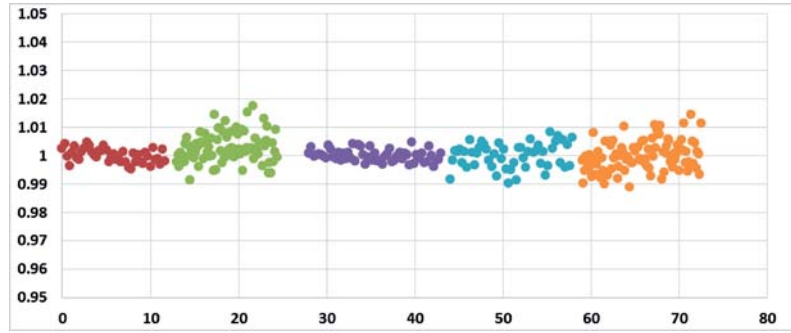


Рис.5. Долговременная нестабильность спектрометра. Нейтронный канал.

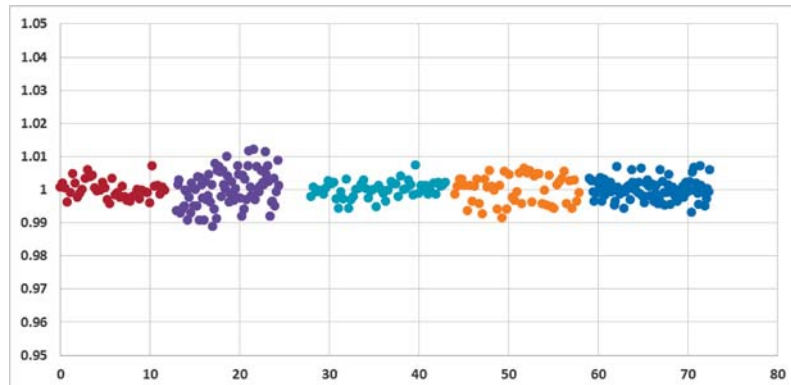


Рис.6. Долговременная нестабильность спектрометра. Гамма-канал.

вдвое, после чего вычисляют новое значение K . Процедура повторяется несколько раз. Результаты определения коэффициента K n - γ -разделения для источника ^{226}Ra приведены в табл.1.

Аналогичные измерения были проведены с источниками гамма-излучения на основе радионуклидов ^{137}Cs и ^{60}Co . Значения K не превышают $1,5 \cdot 10^{-3}$ в диапазоне скоростей счета до $3 \cdot 10^4$.

Измерение плотности потока и мощности амбиентного эквивалента дозы $H^*(10)$ нейтронного излучения проводились на установке УЭППН №01 из состава Государственного первичного эталона единиц потока и плотности потока нейтронов. Переход от плотности потока нейтронов к мощности амбиентного эквивалента дозы $H^*(10)$ выполнялся с использованием коэффициентов, значения которых приведены в международных рекомендациях ISO-8529 «Reference neutron radia-

tions». Измерения проводились в следующей последовательности:

- спектрометр устанавливался на передвижную подставку эталонной установки УЭППН таким образом, чтобы расстояние R между источником нейтронов и детектором было не менее 0,7 м;
- проводилось измерение плотности потока и мощности дозы таким образом, чтобы суммарное число событий, зарегистрированных в нейтронном канале спектрометра, было не менее 10^5 ;
- между источником и блоком детектирования устанавливался экранирующий конус таким образом, чтобы он полностью перекрывал прямое излучение; параметры и методика использования экранирующего конуса описаны в рекомендациях ISO-8529 «Reference neutron radiations»;
- проводилось измерение плотности потока и мощности дозы таким образом, чтобы суммарное число событий, зарегист-

рированных в нейтронном канале спектрометра, было не менее 10^5 .

Описанная процедура выполнялась в 6 позициях в диапазоне расстояний от 0,7 до 1,6 м.

Результаты исследований приведены в табл.2–5. В таблицах приняты следующие обозначения:

Φ_0 – условно истинное значение плотности потока нейтронов, $\text{с}^{-1}\text{см}^{-2}$;

Φ – измеренное значение плотности потока нейтронов, $\text{с}^{-1}\text{см}^{-2}$;

Φ_k – измеренное значение плотности потока нейтронов при установленном экранирующем конусе, $\text{с}^{-1}\text{см}^{-2}$;

$\Phi_{\text{пр}} = \Phi - \Phi_k$ – измеренное значение плотности потока нейтронов, обусловленное только прямой компонентой нейтронного излучения, $\text{с}^{-1}\text{см}^{-2}$;

H_0 – условно истинное значение мощности дозы нейтронов, мкЗв/ч;

H – измеренное значение мощности дозы нейтронов, мкЗв/ч;

H_k – измеренное значение мощности дозы нейтронов при установленном экранирующем конусе, мкЗв/ч;

$H_{\text{пр}} = H - H_k$ – измеренное значение мощности дозы нейтронов, обусловленное только прямой компонентой нейтронного излучения, мкЗв/ч;

δ – отклонение показаний спектрометра от истинного значения, %.

Измерения мощности амбиентного эквивалента дозы $H^*(10)$ (мощности дозы) гамма-излучения проводились на установке УИЭЗ №01 из состава ГВЭТ-8-2 в следующей последовательности:

- спектрометр устанавливался на передвижную подставку эталонной установки УЭИЗ в точку измерения;
- проводилось измерение мощности дозы таким образом, чтобы суммарное число событий, зарегистрированных в гамма-канале спектрометра, было не менее 10^5 .

Табл.2. Результаты измерения плотности потока нейтронов $^{238}\text{Pu-Be}(\alpha, n)$ -источника.

R, м	$\Phi_0, \text{с}^{-1}\text{см}^{-2}$	$\Phi, \text{с}^{-1}\text{см}^{-2}$	$\Phi_k, \text{с}^{-1}\text{см}^{-2}$	$\Phi_{\text{пр}}, \text{с}^{-1}\text{см}^{-2}$	$\delta, \%$
0,7	660,2	631,0	52,1	578,9	-12,3
0,8	505,5	489,0	49,6	439,4	-13,1
0,9	399,4	397,0	46,7	350,3	-12,3
1,1	267,4	276,0	45,1	230,9	-13,6
1,3	191,4	208,0	42,1	165,9	-13,3
1,6	126,4	150,0	38,9	111,1	-12,1

Табл.3. Результаты измерения плотности потока нейтронов ^{252}Cf -источника.

R, м	$\Phi_0, \text{с}^{-1}\text{см}^{-2}$	$\Phi, \text{с}^{-1}\text{см}^{-2}$	$\Phi_k, \text{с}^{-1}\text{см}^{-2}$	$\Phi_{\text{пр}}, \text{с}^{-1}\text{см}^{-2}$	$\delta, \%$
0,7	436,8	417,0	50,0	367,0	-16,0
0,8	334,4	319,0	44,9	274,1	-18,0
0,9	264,2	258,0	41,3	216,7	-18,0
1,1	176,9	181,0	37,4	143,6	-18,8
1,3	126,6	137,0	34,8	102,2	-19,3
1,6	83,6	99,1	31,1	68,0	-18,7

Табл.4. Результаты измерения мощности амбиентного эквивалента дозы нейтронов $^{238}\text{Pu-Be}(\alpha, n)$ -источника.

R, м	$H_0, \text{мкЗв/ч}$	$H, \text{мкЗв/ч}$	$H_k, \text{мкЗв/ч}$	$H_{\text{пр}}, \text{мкЗв/ч}$	$\delta, \%$
0,7	929,4	930,0	64,4	865,6	-6,9
0,8	711,5	721,0	61,7	659,3	-7,3
0,9	562,2	583,0	57,6	525,4	-6,5
1,1	376,4	403,0	55,6	347,4	-7,7
1,3	269,5	301,0	51,8	249,2	-7,5
1,6	177,9	213,0	47,5	165,5	-7,0

Табл.5. Результаты измерения мощности амбиентного эквивалента дозы нейтронов ^{252}Cf -источника.

R, м	$H_0, \text{мкЗв/ч}$	$H, \text{мкЗв/ч}$	$H_k, \text{мкЗв/ч}$	$H_{\text{пр}}, \text{мкЗв/ч}$	$\delta, \%$
0,7	605,4	509,0	52,0	457,0	-4,5
0,8	463,5	391,0	45,3	345,7	-5,4
0,9	366,2	316,0	41,5	274,5	-5,0
1,1	245,1	220,0	37,6	182,4	-5,6
1,3	175,5	164,0	34,7	129,3	-6,3
1,6	115,9	117,0	30,9	86,1	-5,7

Описанная процедура выполнялась в диапазоне мощностей доз от 200 до 700 мкЗв/ч.

Результаты исследований приведены в табл.6. В таблице приняты следующие обозначения:

H_0 – условно истинное значение мощности дозы гамма-излучения, мкЗв/ч;

H – измеренное значение мощности дозы гамма-излучения, мкЗв/ч;

δ – отклонение показаний спектрометра от истинного значения, %.

Аналогичные измерения были проведены с источником гамма-излучения на основе радионуклида ^{241}Am с основной линией гамма-квантов $E_\gamma = 59$ кэВ. Было выяснено, что спектрометр не регистрирует гамма-излучение с этой энергией, т.е. порог регистрации гамма-излучения выше 60 кэВ. Для оценки действительной величины порога были проведены аналогичные измерения в поле рентгеновской установки из состава ГЭТ 8-2011. Результаты представлены в табл.7.

Табл.6. Результаты измерения мощности амбиентного эквивалента дозы гамма-излучения.

¹³⁷ Cs			⁶⁰ Co		
H ₀ , мкЗв/ч	H, мкЗв/ч	δ, %	H ₀ , мкЗв/ч	H, мкЗв/ч	δ, %
200,0	205,3	2,7	200,0	218,7	9,3
400,0	425,0	6,3	400,0	435,0	8,7
700,0	764,3	9,2	700,0	757,7	8,2

Табл.7. Результаты измерения мощности амбиентного эквивалента дозы рентгеновского излучения.

Режим	Средняя энергия, кэВ	H ₀ , мкЗв/ч	H, мкЗв/ч	δ, %
L55	48	17,5	3,5	-89
L70	61	21,8	8,3	-69
L100	88	19,3	18,9	-10
L125	111	20,2	22,3	3
L170	152	19,5	22,5	8
L210	191	13,8	10,6	-34
L240	222	10,4	12,1	2

Данные табл.7 демонстрируют, что прибор пригоден для измерения плотности потока фотонов и

мощности амбиентного эквивалента дозы фотонного излучения с энергиями выше 100 кэВ.

Резюме. ООО “Центр АЦП” разработал компактный многофункциональный прибор для определения основных характеристик полей гамма- и нейтронного излучений.

Прибор может быть использован в научно-исследовательских, испытательных и калибровочных лабораториях, на объектах использования атомной энергии, предприятиях, выпускающих радионуклидную продукцию и т.д.

В ближайшем будущем планируется проведение дополнительных исследований метрологических и технических характеристик прибора с последующим проведением процедуры утверждения типа средства измерения.

Литература

1. Российская метрологическая энциклопедия, т.1. Санкт-Петербург, 2015. С.676.
2. Российская метрологическая энциклопедия, т.1. Санкт-Петербург, 2015. С.689.
3. P.J.Sellin, G.Jaffar and S.D.Jastaniah. Performance of digital algorithms for n/γ pulse shape discrimination using a liquid scintillation detector, 2003. IEEE Nuclear Science Symposium and Medical Imaging Conference Record.
4. Application Note AN2506. Digital Gamma Neutron discrimination with Liquid Scintillators rev.3, 09 September 2016. 001117-10-DGT20-ANXX.
5. I.A.Kharitonov, N.N.Moiseev. Experimental investigation of the metrological characteristics of the scintillation spectrometer in mixed gamma-neutron fields. «NEUSPEC 2000». P.476.
6. ISO 4037. X and gamma reference radiation for calibrating dosimeters and dose rate meters and for determining their response as a function of photon energy.
7. ISO 8529. Reference neutron radiations.
8. Сайт ООО “Центр АЦП” www.centeradc.ru. Описание “Спектрометр-дозиметр SDMF-1206”.

Gamma and Neutron Scintillation Spectrometer-Dosimeter Investigation

Nikolay Moiseev, Andrey Didyk (D.I. Mendeleev Institute for Metrology, St.-Petersburg, Russia)

Abstract. The perspective device developed by a group of Russian engineers – spectrometer-dosimeter of neutron and gamma rays SDMF-1206PRO is discussed. The article contains an overview of important issues related to ionizing radiation fields parameters measurement and the measurement means used for this purpose. The innovative approach to scintillation detector signals identification by means of modern high-speed analog-to-digital converters, field programmable gateway array logic, developed mathematical algorithms and smoothing filters is described. Spectrometers preliminary investigations using the Russian state standards in the field of photon dosimetry and neutron measurements equipment [1,2] were performed at D.I.Mendeleev institute for metrology. These investigations results summary are presented.

Key words: neutron spectrometer, scintillator, gamma-rays, neutrons, mixed fields, digital identification, neutron dosimeter.

Н.Н.Моисеев (рук.лаб.), А.В.Дидык (н.с.) – ФГУП “ВНИИМ им.Д.И.Менделеева”, г. С.-Петербург.
Контакты: тел.: +7 (812) 323-96-14; e-mail: n.n.moiseev@vniim.ru.