

ОПИСАНИЕ ТИПА СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

Гамма - спектрометры СЕГ-02Гр

Назначение средства измерений

Гамма - спектрометры СЕГ-02Гр предназначены для измерения энергетического распределения гамма-излучения, объемной активности гамма-излучающих радионуклидов, скоростей счета импульсов в четырех энергетических диапазонах от 0,1 до 1,3 МэВ, от 1,3 до 1,8 МэВ, от 1,8 до 3,0 МэВ и от 0,1 до 3,0 МэВ и идентификации гамма излучающих радионуклидов, содержащихся в водной среде на глубине до 600 м.

Описание средства измерений

Принцип действия гамма - спектрометра основан на регистрации гамма – излучения сцинтилляционным детектором. Гамма – кванты взаимодействуют с веществом сцинтиллятора ортогерманата висмута $\text{Bi}_3\text{Ge}_4\text{O}_{12}$ (BGO). При этом их энергия преобразуется в энергию световой вспышки. Фотоэлектронный умножитель преобразует регистрируемые световые вспышки в импульсы электрического тока. Спектрометрический тракт преобразует эти импульсы в импульсы напряжения соответствующей амплитуды. Затем методами цифровой обработки принятый сигнал формируется и фильтруется с целью определения амплитуды сигнала, которая пропорциональна энергии зарегистрированного гамма – кванта. Коды измеренных амплитуд накапливаются в памяти спектрометрического тракта в виде спектра.

Гамма - спектрометр СЕГ-02Гр функционирует под управлением ЭВМ с установленным на ней специализированным программным обеспечением и подключаемой к гамма – спектрометру с помощью кабеля.

В состав гамма – спектрометра СЕГ-02Гр входят:

- сцинтиллятор BGO диаметром 75 мм и длиной 150 мм;
- фотоэлектронный умножитель (ФЭУ);
- делитель напряжения ФЭУ;
- преобразователь напряжения для питания электроники и ФЭУ;
- цифровой спектрометрический тракт;
- цифровой сигнальный процессор.

Гамма - спектрометр управляется командами, выдаваемыми с управляющей ЭВМ по каналу связи с интерфейсом RS-422 (RS-485).

Все операции по регистрации и обработке аппаратурных гамма-спектров полностью автоматизированы и проводятся с использованием специально разработанного программного обеспечения.



Рис. 1. Фотография общего вида гамма - спектрометра СЕГ-02Гр

Программное обеспечение

Гамма - спектрометры СЕГ-02Гр содержат как микроконтроллерное программное обеспечение, установленное непосредственно в гамма - спектрометре, так и прикладное программное обеспечение, установленное на управляющей ЭВМ.

Микроконтроллерное программное обеспечение полностью закрыто и защищено от стороннего вмешательства. Оно обеспечивает собственный самоконтроль, а также самоконтроль аппаратных узлов, стабилизацию спектрометрического тракта, измерение энергетического распределения гамма-излучения и передачу его в управляющую ЭВМ.

Прикладное программное обеспечение обеспечивает: функции передачи данных и команд через протоколы связи; контроль аппаратного обеспечения; управление режимами функционирования гамма - спектрометра; отображение энергетического распределения гамма - излучения; расчет и отображение значений объемной активности радионуклидов; сохранение результатов в архиве и возможность последующей работы с ними; исключение возможности несанкционированного доступа к настроечным параметрам и результатам работы гамма - спектрометра.

Прикладное программное обеспечение позволяет проводить как отдельную, так и одновременную работу гамма - спектрометра в двух режимах:

- в режиме «Спектрометр», позволяющем проводить измерение за установленное оператором время набора спектра, осуществлять обработку спектра и получать информацию о регистрируемом гамма-излучении в виде энергетического спектра, разбитого на 1024 канала в энергетическом диапазоне от 0,1 до 3,0 МэВ; проводить автоматический поиск пиков полного поглощения, идентифицировать радионуклидный состав по пикам полного поглощения, измерять объемную активность ^{24}Na и ^{40}K в воде при их обнаружении, отображать и сохранять в архиве ЭВМ результаты измерения и обработки;

- в режиме «Радиометр», позволяющем проводить циклический процесс измерения скорости счета импульсов в четырех энергетических диапазонах от 0,1 до 1,3 МэВ, от 1,3 до 1,8 МэВ, от 1,8 до 3,0 МэВ, от 0,1 до 3,0 МэВ за установленное оператором время измерения, отображать текущую информацию на мониторе ЭВМ в графическом и цифровом виде в течение всего периода наблюдения, сохранять получаемую информацию в архиве данных; осуществлять по окончании наблюдения статистическую обработку результатов измерений, как по всему

массиву полученных данных, так и по выбранному (представляющему интерес) временному интервалу внутри периода наблюдения, устанавливать пороги “реагирования” звуковой сигнализации о превышении установленных порогов скорости счета импульсов в четырех энергетических диапазонах.

При необходимости результаты измерения, полученные в любом режиме работы спектрометра, могут быть переданы по линии связи во внешнюю ЭВМ.

Описание основных функций и идентификационные данные прикладного программного обеспечения гамма - спектрометров СЕГ-02Гр представлены в таблице 1.

Таблица 1. Идентификационные данные программного обеспечения

Наименование программного обеспечения	Идентификационное наименование программного обеспечения	Номер версии	Цифровой идентификатор программного обеспечения	Алгоритм вычисления цифрового идентификатора ПО
Программный модуль для запуска постоянно работающего ПО	RAD.EXE	1.0	5817ef4f87fc38567ce018f3d18273cc	MD5

Уровень защиты программного обеспечения гамма - спектрометров СЕГ-02Гр от непреднамеренных и преднамеренных изменений соответствует классу С в соответствии с МИ 3286-2010.

Метрологические и технические характеристики

Таблица 2

Наименование характеристики	Значение
Энергетический диапазон регистрируемого гамма-излучения, МэВ	от 0,1 до 3,0
Энергетические диапазоны регистрации скорости счета импульсов, МэВ	от 0,1 до 1,3 от 1,3 до 1,8 от 1,8 до 3,0 от 0,1 до 3,0
Пределы допускаемой основной погрешности характеристики преобразования гамма - спектрометра, %.	±1
Относительное энергетическое разрешение гамма - спектрометра для гамма-излучения энергии 0,662 МэВ радионуклида ¹³⁷ Cs, %, не более.	12
Чувствительность к гамма-излучению при расположении источника типа ОСГИ на боковой поверхности гамма - спектрометра по центру сцинтиллятора: - для радионуклида ¹³⁷ Cs, с ⁻¹ ·Бк ⁻¹ - для радионуклида ¹⁵² Eu, с ⁻¹ ·Бк ⁻¹	(1,2 ± 0,24)·10 ⁻¹ (2,3 ± 0,46)·10 ⁻²
Чувствительность гамма - спектрометра при измерении объемной активности радионуклида ²⁴ Na в водной среде по пику полного поглощения гамма-излучения энергии 2,754 МэВ, с ⁻¹ ·Бк ⁻¹ ·м ³	(9,2±1,8)·10 ⁻⁴
Чувствительность гамма - спектрометра при измерении объемной активности радионуклида ⁴⁰ K в водной среде по пику полного поглощения гамма-излучения энергии 1,461 МэВ, с ⁻¹ ·Бк ⁻¹ ·м ³	(9,4±1,9)·10 ⁻⁵
Диапазон измерений объемной активности радионуклида ²⁴ Na в водной среде: - при времени измерения 300 с, Бк/м ³ - при времени измерения 3600 с, Бк/м ³	от 1·10 ³ до 1·10 ⁶ от 2·10 ² до 1·10 ⁶
Диапазон измерений объемной активности радионуклида ⁴⁰ K в водной среде: - при времени измерения 300 с, Бк/м ³ - при времени измерения 3600 с, Бк/м ³	от 2·10 ⁴ до 7·10 ⁴ от 2·10 ³ до 7·10 ⁴
Пределы допускаемой основной относительной погрешности измерения объемной активности радионуклида ²⁴ Na и ⁴⁰ K в водной среде, %.	±30

Отклонение скорости счета импульсов гамма - спектрометра в четырех энергетических диапазонах от 0,1 до 1,3 МэВ, от 1,3 до 1,8 МэВ, от 1,8 до 3,0 МэВ и от 0,1 до 3,0 МэВ относительно нормальных условий во время воздействия на него каждого из факторов, приведенных в таблице 3, не превышает $\pm 10\%$.

Таблица 3

Воздействующий фактор	Характеристика воздействующего фактора	Значение воздействующего фактора
1 Синусоидальная вибрация в диапазоне частот (виброустойчивость)	Амплитуда ускорения, m/c^2 (g) Диапазон частот, Гц	19,6 (2,0) 1-60
2 Повышенная температура среды (теплоустойчивость)	Рабочая температура, °С	35
3 Пониженная температура среды (холодоустойчивость)	Рабочая температура, °С	Минус 4

Максимальная статистическая нагрузка гамма - спектрометра не менее $5 \cdot 10^4$ s^{-1} (при изменении статистической нагрузки от $1 \cdot 10^3$ до $5 \cdot 10^4$ относительное смещение положения центроиды пика полного поглощения гамма-излучения энергии 0,662 МэВ радионуклида ^{137}Cs – не более 1%, а относительное изменение разрешения для гамма-излучения энергии 0,662 МэВ радионуклида ^{137}Cs - не более 15%).

Время установления рабочего режима гамма - спектрометра не более 30 мин.

Нестабильность показаний гамма - спектрометра (нестабильность характеристики преобразования) в течение 72 ч непрерывной работы не более 2 %.

Потребляемая гамма - спектрометром мощность от внешнего источника питания постоянного тока напряжением 27 В, не более 5 В·А (без учета управляющей ЭВМ).

Масса гамма - спектрометра не более 30 кг (без учета управляющей ЭВМ).

Габаритные размеры гамма - спектрометра не более 630 × 140 мм (без учета управляющей ЭВМ).

Средняя наработка на отказ гамма - спектрометра (при доверительной вероятности 0,9) 10000 ч.

Знак утверждения типа

Знак утверждения типа наносится на титульный лист Руководства по эксплуатации НМИУ.412131.013РЭ гамма - спектрометра, а также наносится методом гравировки на табличку, которая механическим способом крепится к корпусу спектрометра.

Комплектность средства измерений

Комплектность гамма - спектрометра приведена в таблице 4.

Таблица 4

Наименование	Обозначение	Количество	Примечание
Гамма - спектрометр СЕГ-02Гр, в том числе:	НМИУ.412131.013	1	Необходимость поставки и условия эксплуатации управляющей ЭВМ определяются договором поставки. Допускается замена на другой тип ЭВМ с эквивалентными характеристиками
ЭВМ типа Pentium с частотой процессора не менее 1ГГц с операционной системой типа Windows XP/Windows 7 ОЗУ не менее 1 Гб, дополнительная плата расширения с последовательным портом RS -422/485		1	
Комплект монтажных частей Жгут Комплект принадлежностей	НМИУ.685623.018	1	

Наименование	Обозначение	Количество	Примечание
Контрольный источник гамма-излучения радионуклида ^{137}Cs типа ОСГИ-3-1	ТУ 7018-001-138050760-04	1	Имеет минимально значимую активность, не требующую принятия специальных мер безопасности при использовании
Методика поверки Эксплуатационная документация на программу "СЕГ-02Гр" согласно ведомости эксплуатационных документов 589.6378.00829-01 20 01	НМИУ.412131.013Д	1 комплект	

Поверка

осуществляется по документу НМИУ.412131.013Д «Гамма - спектрометр СЕГ-02Гр. Методика поверки», утвержденному ГЦИ СИ «ВНИИМ им. Д.И.Менделеева» в октябре 2012 г.

При поверке применяются источники фотонного излучения спектрометрические эталонные типа ОСГИ-3 № г/р 46383-11 активностью от 10^4 до 10^5 Бк, аттестованные с погрешностью не более $\pm 4\%$.

Сведения о методиках (методах) измерений

НМИУ.412131.013РЭ «Гамма - спектрометр СЕГ-02Гр. Руководство по эксплуатации».

Нормативные и технические документы, устанавливающие требования к гамма - спектрометрам СЕГ-02Гр

- ГОСТ 4.59-79 «Система показателей качества продукции. Средства измерений ионизирующих излучений. Номенклатура показателей».
- ГОСТ 27451-87 «Средства измерений ионизирующих излучений. Общие технические условия».
- ГОСТ 26874-86 «Спектрометры энергий ионизирующих излучений. Методы измерения основных параметров».
- ГОСТ 8.033-96 «ГСИ. Государственная поверочная схема для средств измерений активности радионуклидов, потока и плотности потока альфа-, бета-частиц и фотонов радионуклидных источников»
- НМИУ.412131.013ТУ «Гамма - спектрометр СЕГ-02Гр. Технические условия».

Рекомендации по областям применения в сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений

- при осуществлении деятельности в области охраны окружающей среды;
- при осуществлении деятельности по обеспечению безопасности при чрезвычайных ситуациях;
- при выполнении работ по обеспечению безопасных условий и охраны труда.

Изготовитель

ЗАО «Гранит-7»,
191014, г. Санкт – Петербург, ул. Госпитальная, д.3
тел. 578-98-57, факс 274-01-26

Испытательный центр

ГЦИ СИ ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева»,
регистрационный номер 30001-10
Россия, 190005, г. Санкт-Петербург, Московский пр., д. 19.
Тел.: (812) 251-76-01; факс:(812) 713-01-14

Заместитель Руководителя
Федерального агентства
по техническому регулированию
и метрологии

Ф.В. Булыгин

М.п.

« ____ » _____ 2013 г.