

## ОПИСАНИЕ ТИПА СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

### Система по измерению радиационных характеристик бочек с радиоактивными отходами (система GME)

#### Назначение средства измерений

Система по измерению радиационных характеристик бочек с радиоактивными отходами (система GME) (далее по тексту система GME) предназначена для определения радионуклидного состава и измерения удельной активности радионуклидов в бочках заполненных радиоактивными отходами, а также измерения мощности амбиентного эквивалента дозы гамма-излучения на поверхности бочки и на расстоянии 1 м.

#### Описание средства измерений

Работа системы GME основана на регистрации гамма-излучения радионуклидов, содержащихся в бочке, полупроводниковым гамма-спектрометром и устройствами по измерению мощности амбиентного эквивалента дозы гамма-излучения дозиметрической системы.

Принцип действия измерительной гамма-спектрометрической части системы GME основан на регистрации ОЧГ детектором гамма-излучения, испускаемого радионуклидами, присутствующими в бочке, получении спектра амплитудного распределения и выделении в спектре пиков полного поглощения (ППП) гамма-квантов. По положению ППП в спектре определяют энергии гамма-квантов  $E_i$  (спектрометр предварительно градуируют по энергии с помощью образцовых источников гамма излучения), по значениям энергий  $E_i$  идентифицируют радионуклиды, присутствующие в бочке. Определяют скорости счета импульсов в пиках полного поглощения. Расчет удельной активности радионуклидов, присутствующих в бочке, проводят по скоростям счета импульсов в ППП с учетом абсолютных интенсивностей гамма-излучения и эффективности регистрации гамма-квантов в пиках полного поглощения.

Спектрометр предварительно калибруют по эффективности регистрации гамма-квантов в ППП расчетно-экспериментальным способом. Для этого измеряют отклик детектора от излучения точечного источника, располагаемого на различных расстояниях от детектора и на разных углах относительно его оси. Эффективность регистрации гамма-квантов в ППП для рабочих геометрий измерения получают моделируя процесс измерения методом Монте Карло с использованием измеренных откликов детектора от точечного источника. Полученные таким образом данные по эффективности регистрации для рабочих геометрий измерения в виде рабочих шаблонов хранятся в локальной базе данных спектрометрической программы и используются при расчете удельной активности радионуклидов, по измеренным спектрам излучения бочки.

Все операции по обработке аппаратурных гамма-спектров (идентификация изотопного состава, расчет значений удельной активности отдельных радионуклидов и оценка погрешности определения этих значений) полностью автоматизированы и проводятся с использованием программы локального спектрометрического контроля (LSC).

Управление функционированием и процессом измерения системы GME осуществляется с компьютера пульта управления с помощью управляющей программы ABKL.

Система GME представляет собой автоматизированный измерительный стенд, включающий в себя механические устройства и измерительные системы.

Механические устройства включают в себя:

- систему перемещения бочки, обеспечивающую перемещение бочки в положение для измерения и снятие бочки со стендса, поворот бочки, подъем и опускание бочки при измерении;
- систему перемещения HP-GE детектора по вертикали относительно бочки.

Измерительные системы включают в себя:

- спектрометр гамма-излучения для определения радионуклидного состава отходов и измерения активности радионуклидов в бочке;

- дозиметрическую систему для измерения мощности амбиентного эквивалента дозы гамма излучения  $H^*$  (10) от бочки;
- электронные весы.

Спектрометр гамма-излучения включает:

- полупроводниковый детектор из особо-чистого германия (ОЧГ) фирмы ORTEC типа GEM 40P-PLUS серийный № 44-TP 31877B;
- анализатор DSPEC Plus;
- программное обеспечение – локальная система спектрометрического контроля (LSC) в состав которой входят: программа по обработке спектров Gamma-W и программный пакет по управлению анализатором - ORTEC Maestro.

В дозиметрической системе используются 8 устройств VacuTec GmbH модели Dose Rate Meter 70 090, 70045a, обеспечивающих измерение в широком диапазоне мощностей доз от малых уровней до высоких. Информация от датчиков дозиметрической системы передается на управляющую ЭВМ по каналу связи с интерфейсом RS-485.



**а** – пульт управления

**б, в, г** – измерительный стенд

Рис. 1. Фотография общего вида системы по измерению радиационных характеристик бочек с радиоактивными отходами (система GME)

### Программное обеспечение

Программное обеспечение локальной системы спектрометрического контроля обеспечивает: функции передачи данных и команд через протоколы связи; управление режимами работы анализатора DSPEC Plus; выполнение спектрального анализа в режиме пакетной обработки; сохранение настроек параметров в локальной базе данных (ЛБД), сохранение ре-

зультатов обработки в ЛБД и возможность последующей работы с ними; исключение возможности несанкционированного доступа к настроенным параметрам и результатам работы локальной системы спектрометрического контроля.

Описание основных функций и идентификационные данные модулей прикладного программного обеспечения для локальной системы спектрометрического контроля представлены в таблице 1.

Таблица 1. Идентификационные данные программного обеспечения

Наименование программного обеспечения	Идентификационное наименование программного обеспечения	Номер версии	Цифровой идентификатор программного обеспечения
Программный модуль управления локальной системой спектрометрического контроля: управляет всеми модулями системы, сохраняет результаты измерений и параметров в ЛБД	SpectrometryControl.exe	1.2.3.14949	9b2de25d642035ab7f56773649053bad
Программный модуль управления анализатором DSPEC Plus	Mca32.exe	6.0.4	c84ca774b9d04074b400bc23fe0b82c9
Программный модуль для автоматической обработки аппаратурных гамма-спектров	Gamma-W.exe	2.06	c7c250a7b681524e69f5478eb7e71385

Все указанные в таблице 1 модули могут быть проконтролированы на целостность посредством подсчета контрольной суммы по методу MD5.

Уровень защиты программного обеспечения локальной системы спектрометрического контроля от непреднамеренных и преднамеренных изменений соответствует классу С в соответствии с МИ 3286-2010.

### Метрологические и технические характеристики

Основные метрологические и технические характеристики системы GME представлены в таблице 2.

Таблица 2

Наименование характеристики	Значение
Диапазон измерений удельной активности в 200 л бочках (по Cs-137 при равномерном распределении активности и плотности и состава материала матрицы), кБк/кг	от 0,1 до $1,6 \cdot 10^4$
Пределы допускаемой относительной погрешности измерения удельной активности в 200 л бочках (по Cs-137 при равномерном распределении активности и плотности и состава материала матрицы), %	60
Характеристики спектрометра гамма-излучения	
Диапазон регистрируемых энергий гамма-излучения, кэВ	от 50 до 2000
Пределы допускаемой основной относительной погрешности характеристики преобразования (интегральная нелинейность), %	$\pm 0,05$
Значение энергетического разрешения спектрометра, кэВ, не более:	
— для энергии 122 кэВ (Со-57)	0,95
— для энергии 1332 кэВ (Со-60)	2,0
Относительная эффективность для Со-60 1,33 Мэв, %, не менее	40
Нестабильность показаний (энергетической характеристики) в течение времени непрерывной работы (24 часа), %, не более	0,05
Максимально допустимая статистическая загрузка спектрометрического тракта, $\text{с}^{-1}$ , не менее	50000
Характеристики гамма-датчиков по измерению мощности дозы от бочки с ТРО	
Dose Rate Meter 70 090	
Диапазон измерений мощности амбиентного эквивалента дозы $\text{H}^{*}(10)$	от 300 нЗв/ч до 30 мЗв/ч
Пределы допускаемой основной относительной погрешности измерения, %	$\pm 30$

Наименование характеристики	Значение
Время измерения	1-3600 с
Масса, кг	0,8
Габаритные размеры ( длина x диаметр), мм	180x82
<b>Dose Rate Meter 70 045a</b>	
Диапазон измерений мощности амбиентного эквивалента дозы $H^{\star}$ (10)	от 300 нЗв/ч до 10 мЗв/ч
Пределы допускаемой основной относительной погрешности измерения, %	±30
Время измерения	1-3600 с
Масса, кг	4,1
Габаритные размеры ( длина x диаметр), мм	310x110

### Знак утверждения типа

Знак утверждения типа наносится на титульном листе Руководства по эксплуатации системы по измерению радиационных характеристик бочек с радиоактивными отходами.

### Комплектность средства измерений

В комплект поставки системы по измерению радиационных характеристик бочек с радиоактивными отходами (система GME) входят составные части и эксплуатационная документация, указанные в таблице 3.

Таблица 3

Наименование	Обозначение	Количе- ство	Приме- чание
Полупроводниковый детектор из особо-чистого германия (ОЧГ)	GEM 40P-PLUS № 44-TP 31877B	1	
Спектрометрическое устройство	DSPEC Plus серийный № 510	1	
Устройство измерения мощности дозы гамма-излучения Dose Rate Meter	Vacutec Typ 70 090 №№ W_CR9501-BO1 W_CR9502-BO1 W_CR9503-BO1 W_CR9504-BO1 W_CR9505-BO1	5	
Устройство измерения мощности дозы гамма-излучения Dose Rate Meter	Vacutec Typ 70 045A №№ W_CR9506-BO1 W_CR9507-BO1 W_CR9508-BO1	3	
Комплект соединительных кабелей		1 комплект	
Промышленная ПЭВМ (Pentium IV 2,86 Ghz, ОЗУ 224 MB, HDD 82 Gb, Ethernet 10/100, клавиатура, Mouse, Дисплей 19")		1	
<b>ДОКУМЕНТАЦИЯ</b>			
Паспорт	DNR 102044-01	1	2
Руководство по эксплуатации	DNR-110003-0	1	4
Методика поверки	МП 2104-001-2012	1	2
<b>Документация на специальное программное обеспечение (СПО) монитора</b>			
Описание программы локального спектрометрического контроля (LSC)	DNR 108618-0	1	2

---

**Примечания:**

1. Блоки поставляются в упаковке предприятий-изготовителей с комплектом запасных частей, инструмента и принадлежностей.
2. Указанная документация сброшюрована в альбоме, программное обеспечение поставляется на компакт-диске.

**Проверка**

осуществляется по документу МП 2104-001-2012 «Система по измерению бочек с радиоактивными отходами (система GME). Методика поверки», утвержденным ГЦИ СИ "ВНИИМ им. Д.И.Менделеева" в августе 2012 г.

При поверке применяются:

- источники фотонного излучения радионуклидные спектрометрические закрытые эталонные ОСГИ-3 № г/р 46383-11 активностью от  $10^4$  до  $10^5$  Бк с погрешностью не более  $\pm 4\%$ ;
- рабочий эталон третьего разряда – переносная дозиметрическая установка СИМА-ПДУ с набором источников Cs-137, диапазон мощности амбиентного эквивалента дозы от 100 нЗв/ч до 130 мЗв/ч, погрешность определения не более 12 %.

**Сведения о методиках (методах) измерений**

DNR 110003-0 «Система по измерению бочек с радиоактивными отходами (система GME). Руководство по эксплуатации».

DNR 108618-0 «Система по измерению бочек с радиоактивными отходами (система GME). Описание программы локального спектрометрического контроля (LSC)».

**Нормативные и технические документы, устанавливающие требования к системе по измерению радиационных характеристик бочек с радиоактивными отходами (система GME):**

1. ГОСТ 27451-87 «Средства измерений ионизирующих излучений. Общие технические условия».
2. ГОСТ 26874-86 «Спектрометры энергий ионизирующих излучений. Методы измерения основных параметров».
3. ГОСТ 8.033-96 «ГСИ. Государственная поверочная схема для средств измерений активности радионуклидов, потока и плотности потока альфа-, бета-частиц и фотонов радионуклидных источников».
4. ГОСТ Р 8.034-2012 «ГСИ. Государственная поверочная схема для средств измерений 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 и потока энергии рентгеновского и гамма-излучений».

**Рекомендации по областям применения в сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений**

- при выполнении работ по обеспечению безопасных условий и охраны труда;
- при осуществлении производственного контроля за соблюдением установленных законодательством Российской Федерации требований промышленной безопасности к эксплуатации опасного производственного объекта.

**Изготовитель**

Фирма «NUKEM Technologies GmbH»  
Industriestrasse 13, 63755, Alzenau, Germany  
T: +49 6023 91 04, F: +49 6023 91 1188  
[E:info@nukemtechnologies.de](mailto:E:info@nukemtechnologies.de)

**Заявитель**

Филиал ОАО «Концерн Росэнергоатом» «Ленинградская атомная станция»  
188540, Ленинградская область, г. Сосновый Бор, промзона  
Тел.: (81369) 225-18; факс:( 81369) 225-18

**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

М.п.

Ф.В. Булыгин  
«\_\_\_\_»\_\_\_\_ 2012 г.