

ОПИСАНИЕ ТИПА СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

Радиометры-спектрометры для контроля объемной активности йода МГГ-021

Назначение средства измерений

Радиометр-спектрометр для контроля объемной активности йода МГГ-021 (далее радиометр-спектрометр МГГ-021) предназначен для автоматизированного измерения объёмной активности радионуклидов йода находящихся в газообразной фазе (молекулярный йод, йодорганические соединения).

Описание средства измерений

Принцип действия радиометра-спектрометра МГГ-021 основан на регистрации спектра амплитудного распределения гамма-излучения, испускаемого радионуклидами йода находящимися в газовой фазе и осажденными в сорбционной колонке, определении скорости счета импульсов в пиках полного поглощения гамма-квантов с энергиями E_i и расчета объемной активности идентифицированных по E_i радионуклидов, с учетом эффективности регистрации гамма-квантов в пиках полного поглощения, которая устанавливается предварительно экспериментальным путем. Все операции производятся с использованием программного обеспечения ЛКВШ 10.359.0000.00 01.

Применяется «совмещенный» режим измерения, т.е. когда одновременно с накоплением активности на сорбенте ведется измерение. Алгоритм вычисления значений объемной активности включает и определение объема контролируемой среды, прокачанного через сорбционную колонку на каждом шаге цикла измерений, на основании измеренных значений объемного расхода.

Радиометр-спектрометр изготавливается в двух модификациях (исполнениях) МГГ-021 и МГГ-021-01, которые имеют унифицированное конструктивное исполнение и отличаются только типом используемого устройства детектирования.

В состав радиометра-спектрометра входят следующие основные модули:

- сорбционная колонка со специальным сорбентом для улавливания йода;
- модуль свинцовой пассивной защиты от внешнего фонового излучения с геометрией 4π , закрепленный на стальной рамной конструкции;
- фильтродержатель с аэрозольным фильтром АФА;
- устройство детектирования гамма-излучения сцинтилляционное цифровое:
 - УДС-ГЦ-В380-38х38-485-АС – модификация МГГ-021;
 - УДС-ГЦ-63х63-485-АС – модификация МГГ-021-01;
- устройство измерения объемного расхода контролируемой среды (расходомер);
- спектрометрический технологический многоканальный анализатор (СТМА) с встроенным технологическим контроллером.

Радиометр-спектрометр относится к изделиям мелкосерийного производства, для которых операции по окончательной сборке, наладке и настройке могут быть проведены только на месте эксплуатации в составе конкретного производственного объекта.

Для каждого варианта исполнения радиометра-спектрометра предусмотрено специальное «посадочное место» для размещения источников гамма-излучения типа ОСГИ-Р (№ г/р 40714-09), предназначенных для выполнения процедур периодической поверки.

Работа радиометра-спектрометра осуществляется под управлением оператора с ЭВМ (или оператором АРМ, при использовании радиометра-спектрометра в составе системы радиационного контроля).

Все операции по обработке аппаратурных гамма-спектров (построение математической модели спектра, идентификация изотопного состава, расчет значений объемной активности отдельных радионуклидов и оценка погрешности определения этих значений при доверительной вероятности $P=0.95$) полностью автоматизированы и проводятся в СТМА-01 с использованием специально разработанного программного обеспечения - СПО.

Общий вид радиометра-спектрометра представлен на рисунке 1.



Рис. 1. Общий вид радиометра-спектрометра МГГ-021 (МГГ-021-01)

Программное обеспечение

Программное обеспечение (ПО) радиометра-спектрометра включает встроенное ПО, установленное на контроллере технологического анализатора СТМА-01 и прикладные программы, входящие в состав комплекса ПО для технического обслуживания (ТО) и установленные на внешней (по отношению к изделию) ПЭВМ.

Встроенное программное обеспечение полностью закрыто и защищено от стороннего вмешательства. Оно обеспечивает собственный самоконтроль, а также самоконтроль аппаратных узлов, выход на рабочий режим, измерение энергетического распределения гамма-излучения и обработку гамма-спектров, передачу от подчиненного узла результатов обработки по технологической сети RS-485 с использованием протокола Modbus/RTU в ПК.

Прикладное ПО для технического обслуживания, функционирующее на ПЭВМ, обеспечивает:

- передачу данных и команд по технологической сети RS-485 с ПЭВМ на СТМА-01;
- контроль аппаратных средств (блоков) радиометра-спектрометра;
- управление режимами функционирования радиометра-спектрометра;
- отображение полученного (измеренного) энергетического распределения регистрируемого излучения;
- расчет и отображение на экране оператора значений объемной активности радионуклидов;
- предотвращение несанкционированного доступа к настроечным параметрам радиометра-спектрометра.

ПО радиометра-спектрометра с точки зрения влияния на его метрологические характеристики разделено на две части:

- метрологически значимые модули;
- метрологически не значимые модули.

Перечень метрологически значимых модулей ПО приведен в таблице 1.

Таблица 1 - Метрологически значимые модули ПО радиометра-спектрометра

–	Наименование программного модуля	Идентификационное наименование программного обеспечения
1	«Встроенное ПО», установленное на контроллере технологического анализатора СТМА-01	MGG-021
2	Комплекс программ для выполнения полного гамма-спектрометрического анализа аппаратурных спектров с визуальным контролем всех этапов и может быть использован как для непосредственного выполнения процедур поверки измерительного канала и процедур настройки при техническом обслуживании, так и для инспекционной или ретроспективной обработки градуировочных и архивных гамма-спектров. Входит в состав комплекса ПО для технического обслуживания (ТО) и установлен на внешней ПЭВМ	SPEKTR_M.exe
3	Программный модуль для автоматизации процедур периодической поверки радиометра-спектрометра. Входит в состав комплекса ПО для технического обслуживания (ТО) и установлен на внешней ПЭВМ	Poverka R-S.exe

Перечень метрологически не значимых модулей ПО приведен в таблице 2.

Таблица 2 - Метрологически не значимые модули ПО радиометра-спектрометра

–	Наименование программного модуля	Идентификационное наименование программного обеспечения
1	Программный модуль для управления режимами функционирования радиометра-спектрометра. Входит в состав комплекса ПО для технического обслуживания (ТО) и установлен на внешней ПЭВМ	ctrlstma.exe

Идентификационные данные метрологически значимых модулей ПО радиометра-спектрометра представлены в таблице 3.

Таблица 3 - Идентификационные данные метрологически значимых модулей ПО радиометра-спектрометра

Наименование программного обеспечения	Идентификационное наименование программного обеспечения	Номер версии	Цифровой идентификатор программного обеспечения	Алгоритм вычисления цифрового идентификатора ПО
«Встроенное ПО», установленное на контроллере технологического анализатора СТМА-01	MGG-021	1.0 и выше (до 1.9)	ABE0	CRC16 для MODBUS/RTU
Комплекс программ для выполнения полного гамма-спектрометрического анализа аппаратурных спектров	SPEKTR_M.exe	2.0 и выше (до 2.9)	D659	CRC16 для MODBUS/RTU
Программный модуль для автоматизации процедур периодической поверки радиометра-спектрометра.	Poverka R-S.exe	1.0 и выше (до 1.9)	FAF2	CRC16 для MODBUS/RTU

Примечание. Контрольные суммы файлов относятся к текущим версиям программного обеспечения.

Уровень защиты программного обеспечения радиометра-спектрометра от непреднамеренных и преднамеренных изменений соответствует классу С в соответствии с МИ 3286-2010.

Метрологические и технические характеристики

Основные метрологические и технические характеристики радиометра-спектрометра МГГ-021 представлены в таблице 4.

Таблица 4 - Основные характеристики радиометра-спектрометра

№	Наименование характеристики	Значение
1.	Диапазон регистрируемых энергий гамма-излучения, кэВ	от 50 до 3000
2.	Пределы допускаемой основной относительной погрешности характеристики преобразования (интегральная нелинейность), %	± 1
3.	Относительное энергетическое разрешение гамма-спектрометра для энергии 662 кэВ (по линии Cs-137), %: - для исполнения МГГ-021, не более - для исполнения МГГ-021-01, не более	3,5 8
4.	Нестабильность характеристики преобразования спектрометрического тракта за 24 ч непрерывной работы, %, не более	2
5.	Максимальная входная статистическая нагрузка спектрометрического тракта, имп/с, не менее	100 000
6.	Базовые значения эффективности регистрации (для энергий: 81,0 кэВ, 121,8 кэВ, 344,3 кэВ, 356,0 кэВ, 661,7 кэВ, 778,9 кэВ, 964,0 кэВ, 1173,2 кэВ и 1332,5 кэВ) в пике полного поглощения для положения «Калибровка», отн. ед.: - для исполнения МГГ-021 - для исполнения МГГ-021-01	2,73·10 ⁻² ; 2,85·10 ⁻² ; 1,46·10 ⁻² ; 1,42·10 ⁻² ; 7,3·10 ⁻³ ; 5,7·10 ⁻³ ; 4,8·10 ⁻³ ; 3,6·10 ⁻³ ; 3,28·10 ⁻³ . 4,4·10 ⁻² ; 4,8·10 ⁻² ; 2,99·10 ⁻² ; 2,96·10 ⁻² ; 1,64·10 ⁻² ; 1,32·10 ⁻² ; 1,10·10 ⁻² ; 8,5·10 ⁻³ ; 7,4·10 ⁻³
7.	Базовые значения эффективности регистрации (для энергий: 81,0 кэВ, 165,9 кэВ, 356,0 кэВ, 661,7 кэВ, 1173,2 кэВ и 1332,5 кэВ) в пике полного поглощения для рабочей геометрии измерения, отн. ед.: - для исполнения МГГ-021 - для исполнения МГГ-021-01	2,08·10 ⁻² ; 2,05·10 ⁻² ; 1,10·10 ⁻² ; 6,4·10 ⁻³ ; 3,45·10 ⁻³ ; 2,93·10 ⁻³ . 2,66·10 ⁻² ; 3,55·10 ⁻² ; 2,02·10 ⁻² ; 1,38·10 ⁻² ; 7,7·10 ⁻³ ; 6,6·10 ⁻³ .
8.	Диапазон измерений объемной активности радионуклида I-131, Бк/м ³	от 2·10 ⁻² до 1·10 ⁶
9.	Пределы допускаемой относительной погрешности при измерении объемной активности, %	± 60
10.	Пределы допускаемой относительной не исключенной систематической погрешности при измерении объемной активности, %	± 7
11.	Пределы допускаемой дополнительной относительной погрешности характеристики преобразования: - при изменении температуры, %/°C - при изменении напряжения питания от 176 до 253 В, %	$\pm 0,1$ ± 1
12.	Время установления рабочего режима, минут, не более	30

Продолжение таблицы 4

13.	Напряжение питания от промышленных сетей переменного тока частотой 50 (± 1) Гц, В	220 ⁺³³ ₋₄₄
14.	Потребляемая мощность, В·А, не более	100
15.	Условия эксплуатации: - температура окружающего воздуха, °С - атмосферное давление, кПа - относительная влажность воздуха, %	от 5 до 50 от 84 до 106,7 до 80 при +35°С
16.	Средняя наработка на отказ, ч Средний срок службы, лет	20 000 30 (при условии замены отдельных составных частей по мере выработки их ресурса)

Радиометр-спектрометр имеет сейсмостойкое исполнение по категории по категории I согласно НП-031-01. По месту установки радиометр-спектрометр соответствует группе А, а по функциональному назначению исполнению 1 - по РД 25 818-87 (землетрясение 7 баллов по шкале MSK-64, высота размещения до +50 м от нулевой отметки).

По устойчивости к воздействию атмосферного давления радиометр-спектрометр соответствует группе Р1 по ГОСТ Р 52931-2008 (давление от 84 до 106.7 кПа, размещение до 1000 м над уровнем моря).

По устойчивости к воздействиям температуры и влажности окружающего воздуха ТС радиометра-спектрометра соответствуют группе В4 по ГОСТ Р 52931-2008 (температурный диапазон от плюс 5 °С до плюс 50 °С; относительная влажность окружающего воздуха до 80 % при температуре плюс 35 °С).

По устойчивости к воздействию синусоидальных вибраций радиометр-спектрометр относится к группе V4 по ГОСТ Р 52931-2008 (диапазон частот от 10 до 120 Гц, амплитуда смещения 0,15мм).

По устойчивости к электромагнитным воздействиям радиометр-спектрометр соответствует группе исполнения III и критерию качества функционирования А по ГОСТ Р 50746-2000 в условиях эксплуатации при электромагнитной обстановке средней жесткости.

По устойчивости к воздействию пыли и воды устройства детектирования радиометра-спектрометра соответствуют исполнению IP55, а СТМА-01 соответствует исполнению IP54 по ГОСТ 14254.

Знак утверждения типа

Знак утверждения типа наносится:

- на маркировочную табличку (шильд), прикрепленную к корпусу радиометра-спектрометра;
- на титульный лист руководства по эксплуатации методом компьютерной графики.

Комплектность средства измерений

В комплект поставки радиометра-спектрометра МГГ-021 входят составные части и эксплуатационная документация, указанные в таблице 5.

Таблица 5 - Комплект поставки радиометра-спектрометра

Обозначение	Наименование	Кол-во	Примечание
ЛКВИШ 06.359.0000.00 ТУ	Модификация МГГ-021		
	Устройство спектрометрическое технологическое СТУ-021 ДЦКИ.412131.017, в составе:	1	

Продолжение таблицы 5

	Устройство детектирования гамма-излучения сцинтилляционное цифровое типа УДС-ГЦ-В380-38х38-485-АС	1	См. примечание
	Устройство измерения объемного расхода газообразной среды, имеющее утвержденный тип средства измерений	1	
	Экран защитный ДЦКИ.305179.039	1	
	Колонка сорбционная ДЦКИ.301111.091	2	
	Платформа ДЦКИ.301224.025	1	
	Фильтродержатель ДЦКИ.301111.072	1	
	Анализатор спектрометрический СТМА-01 ДЦКИ.412131.023	1	
ЛКВШ 06.359.0000.00 ТУ	Модификация МГГ-021-01		
	Устройство спектрометрическое технологическое СТУ-021-01 ДЦКИ.412131.017-01, в составе:	1	См. примечание
	Устройство детектирования гамма-излучения сцинтилляционное цифровое типа УДС-ГЦ-63х63-485-АС	1	
	Устройство измерения объемного расхода контролируемой среды, имеющее утвержденный тип средства измерений	1	
	Экран защитный ДЦКИ.305179.039	1	
	Колонка сорбционная ДЦКИ.301111.091	2	
	Платформа ДЦКИ.301224.025	1	
	Фильтродержатель ДЦКИ.301111.072	1	
	Анализатор спектрометрический СТМА-01 ДЦКИ.412131.023	1	
ЛКВШ 10.359.0000.00 01	Программное обеспечение	к-т	
	Комплект эксплуатационных документов согласно ведомости ЛКВШ 06.359.0000.00 ВЭ (включая Методику поверки ЛКВШ 06.359.0000.00 ДЗ)	1	
ЛКВШ 06.359.0000.00 ВЭ	Ведомость эксплуатационных документов	1	

Примечание – Технические средства радиометра-спектрометра поставляются в упаковке и таре предприятия-изготовителя с комплектом монтажных частей и комплектом ЗИП-О.

Поверка

осуществляется по документу ЛКВШ 06.359.0000.00 ДЗ «Радиометр-спектрометр для контроля объёмной активности йода МГГ-021. Методика поверки», утвержденному ГЦИ СИ ФГУП «ВНИИМ им. Д.И.Менделеева» в ноябре 2013 г.

При поверке применяются источники фотонного излучения радионуклидные спектрометрические закрытые типа ОСГИ-Р, № г/р 40714-09 с активностью от 10^4 до 10^5 Бк и погрешностью не более $\pm 3\%$.

Сведения о методиках (методах) измерений

ЛКВШ 06.359.0000.00 РЭ «Радиометр-спектрометр для контроля объёмной активности йода МГГ-021. Руководство по эксплуатации».

Нормативные и технические документы, устанавливающие требования к радиометрам-спектрометрам МГГ-021

1. ГОСТ 4.59-79 «Система показателей качества продукции. Средства измерений ионизирующих излучений. Номенклатура показателей».
2. ГОСТ 27451-87 «Средства измерений ионизирующих излучений. Общие технические условия».
3. ГОСТ 26874-86 «Спектрометры энергий ионизирующих излучений. Методы измерения основных параметров».
4. ГОСТ 8.033-96 «ГСИ. Государственная поверочная схема для средств измерений активности радионуклидов, потока и плотности потока альфа-, бета-частиц и фотонов радионуклидных источников».
5. ЛКВШ 06.359.0000.00 «Радиометр-спектрометр для контроля объёмной активности йода МГГ-021. Технические условия».

Рекомендации по области применения в сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений

- при осуществлении деятельности в области использования атомной энергии;
- при осуществлении производственного контроля за соблюдением установленных законодательством Российской Федерации требований промышленной безопасности к эксплуатации опасного производственного объекта.

Изготовитель

Федеральное государственное унитарное предприятие «НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ имени А.П. Александрова»
(ФГУП «НИТИ им. А.П. Александрова»),
188540, г. Сосновый Бор, Ленинградской обл.
Тел.: (813-69) 2-26-67, факс: (813-69) 2-36-72

Испытательный центр

ГЦИ СИ ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева»,
Россия, 190005, г. Санкт-Петербург, Московский пр., д. 19.
Тел.: (812) 251-76-01; факс: (812) 713-01-14
Аттестат аккредитации ГЦИ СИ ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева» по проведению испытаний средств измерений в целях утверждения типа № 30001-10 от 20.12.2010 г.

Заместитель Руководителя
Федерального агентства
по техническому регулированию
и метрологии

Ф.В. Булыгин

М.п.

«_____» _____ 2014 г.