ОПИСАНИЕ ТИПА СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

# Радиометры-спектрометры для контроля объемной активности инертных газов МГГ-010

**Назначение средства измерений**

Радиометры-спектрометры для контроля объемной активности инертных газов МГГ-010 (далее радиометры-спектрометры МГГ-010) предназначены для автоматизированного измерения объемной активности радионуклидов ИРГ, присутствующих в воздухе технологических помещений, в вытяжных системах вентиляции и в выбросах через вентиляционную трубу атомной электростанции или других объектов атомной энергетики.

**Описание средства измерений**

Принцип действия радиометра-спектрометра МГГ-010 основан на регистрации спектра амплитудного распределения гамма-излучения, испускаемого радионуклидами присутствующими в непрерывно протекающем через заданную измерительную емкость контролируемом воздухе, определении скорости счета импульсов в пиках полного поглощения гамма-квантов с энергиями Ei и расчета объемной активности идентифицированных по Ei 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.

Радиометр-спектрометр изготавливается в двух модификациях (исполнениях) МГГ-010 и МГГ-010-01.

В состав модификации МГГ-010 входят следующие блоки:

- Спектрометрическое технологическое устройство (СТУ-010), имеющее в своем составе: два устройства детектирования гамма-излучения сцинтилляционных цифровых (УДС-ГЦ-В380-38х38-485-АС и УДС-ГЦ-В380-25х25-485-АС), две последовательно соединенные проточные измерительные емкости (ИЕ1 и ИЕ2), два модуля пассивной защиты от внешнего фонового излучения с геометрией близкой к 4π и устройство контроля наличия расхода контролируемой газообразной среды (реле потока), спектрометрический технологический многоканальный анализатор (СТМА) с встроенным технологическим контроллером.

В состав модификации МГГ-010-01 входят следующие блоки:

- Спектрометрическое технологическое устройство (СТУ-010-01), имеющее в своем составе: устройство детектирования гамма-излучения сцинтилляционное цифровое УДС-ГЦ-В380-40х40-485-АС, проточную измерительную емкость (ИЕ1), модуль пассивной защиты от внешнего фонового излучения с геометрией близкой к 4π и устройство контроля наличия расхода контролируемой газообразной среды (реле потока), 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 управлению измерениями и 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.

Исполнение МГГ-010 Исполнение МГГ-010-01

Рис. 1. Общий вид двух исполнений радиометра-спектрометра МГГ-010

**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-010 |
| 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-010 | 1.0 и выше (до 1.9) | 9B21 | 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-010 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), %:<br>- для исполнения МГГ-010, не более<br>- для исполнения МГГ-010-01, не более | <br><br>3,5<br>7,5 |
| 4. | Нестабильность характеристики преобразования спектрометрического тракта за 24 ч непрерывной работы, %, не более | 2 |
| 5. | Максимальная входная статистическая загрузка 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.:<br><br>- в ИК1 исполнения МГГ-010<br><br><br><br><br><br><br>- в ИК2 исполнения МГГ-010<br><br><br><br><br><br>- для исполнения МГГ-010-01 | <br><br><br>$4{,}4\cdot10^{-4}$; $1{,}45\cdot10^{-3}$; $1{,}27\cdot10^{-3}$; $1{,}28\cdot10^{-3}$; $7{,}3\cdot10^{-4}$; $6{,}2\cdot10^{-4}$; $5{,}3\cdot10^{-4}$; $4{,}3\cdot10^{-4}$; $3{,}97\cdot10^{-4}$.<br><br>$8{,}6\cdot10^{-4}$; $8{,}9\cdot10^{-4}$; $6{,}8\cdot10^{-4}$; $6{,}7\cdot10^{-4}$; $3{,}2\cdot10^{-4}$; $2{,}60\cdot10^{-4}$; $2{,}11\cdot10^{-4}$; $1{,}63\cdot10^{-4}$; $1{,}53\cdot10^{-4}$.<br><br>$5{,}7\cdot10^{-4}$; $1{,}63\cdot10^{-3}$; $1{,}33\cdot10^{-3}$; $1{,}30\cdot10^{-3}$; $6{,}8\cdot10^{-4}$; $5{,}4\cdot10^{-4}$; $4{,}5\cdot10^{-4}$; $3{,}5\cdot10^{-4}$; $3{,}07\cdot10^{-4}$. |

Продолжение таблицы 4

| | | |
|---|---|---|
| 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 «ИЕ», отн. ед.:<br>- «ИЕ1» в ИК1 исполнения МГГ-010<br><br><br><br>- «ИЕ2» в ИК2 исполнения МГГ-010<br><br><br><br>- «ИЕ1» для исполнения МГГ-010-01 | <br><br>$1{,}25\cdot10^{-2}$; $1{,}54\cdot10^{-2}$; $7{,}3\cdot10^{-3}$; $4{,}2\cdot10^{-3}$; $2{,}15\cdot10^{-3}$; $1{,}80\cdot10^{-3}$.<br><br>$4{,}1\cdot10^{-2}$; $4{,}7\cdot10^{-2}$; $2{,}12\cdot10^{-2}$; $9{,}2\cdot10^{-3}$; $4{,}1\cdot10^{-3}$; $3{,}6\cdot10^{-3}$.<br><br>$1{,}82\cdot10^{-2}$; $1{,}67\cdot10^{-2}$; $6{,}9\cdot10^{-3}$; $3{,}8\cdot10^{-3}$; $1{,}69\cdot10^{-3}$; $1{,}38\cdot10^{-3}$. |
| 8. | Диапазон измерений объёмной активности радионуклида Хе-135, Бк/м$^3$:<br>- для МГГ-010<br>- для МГГ-010-01 | <br>от $1\cdot10^2$ до $1\cdot10^{11}$<br>от $1\cdot10^2$ до $1\cdot10^8$ |
| 9. | Пределы допускаемой относительной погрешности при измерении объемной активности, % | ±50 |
| 10. | Пределы допускаемой относительной не исключенной систематической погрешности при измерении объемной активности, % | ±7 |
| 11. | Пределы допускаемой дополнительной относительной погрешности характеристики преобразования:<br>- при изменении температуры, %/$^o$C<br>- при изменении напряжения питания от 176 до 253 В, % | <br>±0,1<br>±1 |
| 12. | Время установления рабочего режима, минут, не более | 30 |
| 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:<br>- температура окружающего воздуха, °С<br>- атмосферное давление, кПа<br>- относительная влажность воздуха, % | <br>от 5 до 50<br>от 84 до 106,7<br>до 80 при +35°С |
| 16. | Средняя наработка на отказ, ч<br>Средний срок службы, лет | 20 000<br>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-01соответствует 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-010 входят составные части и эксплуатационная документация, указанные в таблице 5.

Таблица 5 - Комплект поставки радиометра-спектрометра

| Обозначение | Наименование | Кол-во | Примечание |
|---|---|---|---|
| ЛКВШ 10.355.0000.00 ТУ | Модификация МГГ-010 | | |
| | Устройство спектрометрическое технологическое СТУ-010 ДЦКИ.412131.027, в составе: | 1 | |
| | Устройство детектирования гамма-излучения сцинтилля-ционное цифровое УДС-ГЦ-В380-25х25-485-АС | 1 | См. примечание |
| | Устройство детектирования гамма-излучения сцинтилля-ционное цифровое УДС-ГЦ-В380-38х38-485-АС | 1 | |
| | Набор защитных блоков в соответствии с ДЦКИ. 412131.027 | 1 | |
| | Емкость (ИЕ1) ДЦКИ.306128.003 | 1 | |
| | Платформа ДЦКИ.301224.029 | 1 | |
| | Трубопровод измерительный (ИЕ2) ДЦКИ.307641.001 | 1 | |
| | Реле потока | 1 | |
| | Анализатор спектрометрический СТМА-01 ДЦКИ.412131.023 | 1 | |

Продолжение таблицы 5

| | | | |
|---|---|---|---|
| ЛКВШ 10.355.0000.00 ТУ | Модификация МГГ-010-01 | | |
| | Устройство спектрометрическое технологическое СТУ-010-01 ДЦКИ.412131.027-01, в составе: | 1 | См. примечание |
| | Устройство детектирования гамма-излучения сцинтилляционное цифровое УДС-ГЦ-40х40-485-АС | 1 | |
| | Набор защитных блоков в соответствии с ДЦКИ. 412131.027-01 | 1 | |
| | Емкость (ИЕ1) ДЦКИ.306128.003 | 1 | |
| | Платформа ДЦКИ.301224.032 | 1 | |
| | Реле потока | 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 10.355.0000.00 ВЭ (включая Методику поверки ЛКВШ 10.355.0000.00 Д3) | 1 | |
| ЛКВШ 10.355.0000.00 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 10.355.0000.00 Д3 «Радиометр-спектрометр для контроля объёмной активности инертных газов МГГ-010. 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 ±3 %.

**Сведения о методиках (методах) измерений**

ЛКВШ 10.355.0000.00 РЭ «Радиометр-спектрометр для контроля объёмной активности инертных газов МГГ-010. Руководство по эксплуатации».

**Нормативные и технические документы, устанавливающие требования к радиометрам-спектрометрам МГГ-010**

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 10.355.0000.00 ТУ «Радиометр-спектрометр для контроля объёмной активности инертных газов МГГ-010. Технические условия».

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

- при осуществлении деятельности в области использования атомной энергии;
- 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**

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.