

ОПИСАНИЕ ТИПА СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

Радиометры-спектрометры для контроля объемной активности аэрозолей МАГ-030

Назначение средства измерений

Радиометр-спектрометр для контроля объемной активности аэрозолей МАГ-030 (далее радиометр-спектрометр МАГ-030) предназначен для автоматизированного измерения объемной активности реперных радионуклидов в аэрозольной фазе в газоаэрозольном выбросе в окружающую среду через вентиляционную трубу.

Описание средства измерений

Принцип действия радиометра-спектрометра МАГ-030 основан на регистрации спектра амплитудного распределения гамма-излучения, испускаемого радионуклидами находящимися в аэрозольной фазе и осажденными на аналитическом фильтре АФА, 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 «размещенный» режим измерения, т.е. когда непрерывный отбор проб производится поочередно через соответствующий аналитический аэрозольный фильтр одного из двух устройств детектирования (УД), а измерение аналитического фильтра ведется в том УД, которое в этот период времени отключено от пробоотборной линии и до старта измерения продуто чистым воздухом.

Радиометр-спектрометр изготавливается в двух модификациях (исполнениях) МАГ-030 и МАГ-030-01, которые имеют унифицированное конструктивное исполнение и отличаются только типом используемых устройств детектирования.

В состав радиометра-спектрометра входят следующие основные модули:

- два модуля свинцовой пассивной защиты от внешнего фонового излучения с геометрией 4л, закрепленных на стальной рамной конструкции;
- два фильтродержателя для аналитических аэрозольных фильтров;
- два устройства детектирования гамма-излучения сцинтилляционных цифровых:
 - 2 шт. УДС-ГЦ-В380-38х38-485-АС – модификация МАГ-030;
 - 2 шт. УДС-ГЦ-В380-63х63-485-АС – модификация МАГ-030-01;
- 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 МАГ-030 (МАГ-030-01)

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	MAG-030
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	MAG-030	1.0 и выше (до 1.9)	9D20	CRC16 для MODBUS/R TU
Комплекс программ для выполнения полного гамма-спектрометрического анализа аппаратурных	SPEKTR_M.exe	2.0 и выше (до 2.9)	D659	CRC16 для MODBUS/R TU
Программный модуль для автоматизации процедур периодической поверки радиометра-спектрометра.	Poverka R-S.exe	1.0 и выше (до 1.9)	FAF2	CRC16 для MODBUS/R TU

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 МАГ-030 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 МАГ-030, не более - для исполнения МАГ-030-01, 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 МАГ-030 - для исполнения МАГ-030-01	1,08·10 ⁻³ ; 1,16·10 ⁻³ ; 8,2·10 ⁻⁴ ; 8,0·10 ⁻⁴ ; 5,5·10 ⁻⁴ ; 4,7·10 ⁻⁴ ; 4,1·10 ⁻⁴ ; 3,5·10 ⁻⁴ ; 3,08·10 ⁻⁴ . 2,10·10 ⁻³ ; 2,30·10 ⁻³ ; 1,93·10 ⁻³ ; 1,90·10 ⁻³ ; 1,32·10 ⁻³ ; 1,20·10 ⁻³ ; 1,10·10 ⁻³ ; 9,9·10 ⁻⁴ ; 9,1·10 ⁻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 азрозольного фильтра АФА, отн. ед.: - для исполнения МАГ-030 - для исполнения МАГ-030-01	5,5·10 ⁻² ; 6,1·10 ⁻² ; 3,07·10 ⁻² ; 1,75·10 ⁻² ; 8,8·10 ⁻³ ; 7,6·10 ⁻³ . 6,2·10 ⁻² ; 9,0·10 ⁻² ; 4,6·10 ⁻² ; 3,0·10 ⁻² ; 1,65·10 ⁻² ; 1,40·10 ⁻² .
8.	Диапазон измерений объёмной активности радионуклида Cs-137, Бк/м ³	от 1·10 ⁻¹ до 1·10 ⁶
9.	Пределы допускаемой относительной погрешности при измерении объёмной активности, %	±60
10.	Пределы допускаемой относительной не исключенной систематической погрешности при измерении объёмной активности, %	±7
11.	Пределы допускаемой дополнительной относительной погрешности характеристики преобразования: - при изменении температуры, %/°С - при изменении напряжения питания от 176 до 253 В, %	±0,1 ±1

Продолжение таблицы 4

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: - 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 оС 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 МАГ-030 входят составные части и эксплуатационная документация, указанные в таблице 5.

Таблица 5 - Комплект поставки радиометра-спектрометра.

Обозначение	Наименование	Кол-во	Примечание
ЛКВШ 06.360.0000.00 ТУ	Модификация МАГ-030		
	Устройство спектрометрическое технологическое СТУ-030 ДЦКИ.412131.018, в составе:	1	См. примечание
	Устройство детектирования гамма-излучения сцинтилляционное цифровое УДС-ГЦ-В380-38х38-485-АС	2	
	Устройство измерения объемного расхода газообразной среды, имеющее утвержденный тип средства измерений	1	
	Экран защитный ДЦКИ.305179.040	2	
	Платформа ДЦКИ.301224.024	1	
	Фильтродержатель ДЦКИ.301111.071	4	
	Анализатор спектрометрический СТМА-01 ДЦКИ.412131.023	1	
ЛКВШ 06.360.0000.00 ТУ	Модификация МАГ-030-01		
	Устройство спектрометрическое технологическое СТУ-030-01 ДЦКИ.412131.018-01, в составе:	1	См. примечание
	Устройство детектирования гамма-излучения сцинтилляционное цифровое типа УДС-ГЦ-63х63-485-АС	2	
	Устройство измерения объемного расхода газообразной среды, имеющее утвержденный тип средства измерений	1	
	Экран защитный ДЦКИ.305179.040	2	
	Платформа ДЦКИ.301224.024	1	
	Фильтродержатель ДЦКИ.301111.071	4	
	Анализатор спектрометрический СТМА-01 ДЦКИ.412131.023	1	
ЛКВШ 10.359.0000.00 01	Программное обеспечение	к-т	
	Комплект эксплуатационных документов согласно ведомости ЛКВШ 06.360.0000.00 ВЭ (включая Методику поверки ЛКВШ 06.360.0000.00 ДЗ)	1	
ЛКВШ 06.360.0000.00 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.

Для обеспечения автоматического функционирования радиометра-спектрометра МАГ-030 на объекте применения должно быть дополнительно установлено следующее оборудование, изготавливаемое и поставляемое отдельно: блок управления электромагнитными клапанами типа БУ4К01 (ЛКВШ 08.351.0000.00 ТУ) и стенд для отбора проб типа СА-II (ДЦКИ.302389.001 ТУ)

Поверка

осуществляется по документу ЛКВШ 06.360.0000.00 ДЗ «Радиометр-спектрометр для контроля объёмной активности аэрозолей МАГ-030. 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 06.360.0000.00 РЭ «Радиометр-спектрометр для контроля объёмной активности аэрозолей МАГ-030. Руководство по эксплуатации».

Нормативные и технические документы, устанавливающие требования к радиометрам-спектрометрам МАГ-030

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 06.360.0000.00 ТУ «Радиометр-спектрометр для контроля объёмной активности аэрозолей МАГ-030. 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.