

## ОПИСАНИЕ ТИПА СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

### Мониторы спектрометрические МАРС-010-СГГ

#### Назначение средства измерений

Мониторы спектрометрические МАРС-010-СГГ (далее по тексту мониторы) предназначены для автоматизированного измерения объёмной активности гамма-излучающих радионуклидов инертных газов в технологических газовых средах АЭС, в воздухе помещений и вентиляционных систем, а также в газообразных выбросах в окружающую среду.

#### Описание средства измерений

Мониторы спектрометрические МАРС-010-СГГ представляют собой стационарное спектрометрическое средство измерения.

В состав монитора входят следующие блоки:

- устройство детектирования (УД) гамма-излучения типа УДЕГ 10190;
- анализатор спектрометрический технологический (СТА-01);
- блок подготовки контролируемой среды (БПКС);
- блок измерительных камер (БИК);
- блок управления электромагнитными клапанами (БУ1-01);
- ЭВМ монитора.

Работа монитора основана на регистрации гамма-излучения радиоактивного газа, непрерывно протекающего через заданную измерительную камеру, полупроводниковым гамма-спектрометром, работающим в автоматическом режиме в составе монитора.

Монитор обеспечивает выполнение измерений при соблюдении условия оптимальности статистической загрузки спектрометрического тракта путем автоматического выбора нужной “геометрии” измерений (одной из трех измерительных камер).

Переключение потока поданной на вход монитора контролируемой среды на нужную измерительную камеру и необходимые продувки соответствующих камер осуществляются дистанционно (автоматически или по команде оператора) с последовательным использованием шести электромагнитных клапанов, расположенных в блоке БПКС. Кроме того, блок БПКС обеспечивает очистку поступающей в монитор контролируемой газообразной среды от капельной влаги, аэрозолей и йода.

Автоматическое управление электромагнитными клапанами обеспечивается блоком БУ1-01 по командам, поступающим от СТА-01 по линии связи на основе интерфейса RS-485. Алгоритм функционирования БУ1-01 предусматривает контроль режима работы клапанов (открыт, закрыт, неисправен) и предоставление этой диагностической информации в СТА-01.

Блок СТА-01 представляет собой специализированный спектрометрический технологический анализатор, имеющий в своем составе технологический контроллер и обеспечивающий автоматическое управление процессом измерения, предварительную обработку, хранение и протоколирование поступающей от УД информации, формирование сигналов самодиагностики ТС монитора и обмен информацией с удаленной ЭВМ монитора. СТА-01 также обеспечивает детектор и предусилитель УД низковольтным и высоковольтным электрическим стабилизированным напряжением питания; осуществляет выдачу необходимых команд в БУ1-01 на переключение электромагнитных клапанов монитора.

Определение состава радионуклидов проводится по результатам измерения энергии фотонов в спектре гамма-излучения источника. Энергия фотонов измеряется по положению пиков в

амплитудном распределении импульсов, регистрируемых многоканальным анализатором амплитуд и соответствующих полному поглощению энергии фотонов в детекторе.

Расчет значений объемной активности радионуклидов в источниках проводится по результатам прямого измерения скорости счета импульсов в пиках амплитудного распределения с учетом выхода фотонов с энергией  $E_i$  на один акт распада ядра радионуклида, вместимости и формы измерительной ёмкости, а также эффективности регистрации гамма-квантов с энергией  $E_i$ , которая устанавливается экспериментальным путем.

Все операции по обработке аппаратурных гамма-спектров (идентификация изотопного состава, расчет значений активности отдельных радионуклидов и оценка погрешности определения этих значений полностью автоматизированы и проводятся с использованием специально разработанного СПО.

Монитор обеспечивает как функционирование по специальным алгоритмам от ЭВМ верхнего уровня системы радиационного контроля (СРК), так и автономное функционирование под управлением с ЭВМ монитора (в случае отказа канала связи с ЭВМ верхнего уровня СРК). Основными режимами работы монитора являются:

- автоматический режим работы (по заданной последовательности операций);
- автоматизированный режим работы (под управлением оператора).

Монитор имеет сейсмостойкое исполнение по категории Пб согласно ПН АЭ Г-5-006-87; по способу монтажа - соответствует группе А; по функциональному назначению - исполнению 3 по РД 25 818-87 (проектное землетрясение 7 баллов по шкале MSK-64, высота размещения до +20 м от нулевой отметки).

Монитор соответствует климатическому исполнению М и категории 4 по ГОСТ 15150.

По устойчивости к воздействиям температуры и влажности окружающего воздуха ТС монитора соответствуют группе В4 по ГОСТ Р 52931-2008, для электронных блоков входящих в состав монитора (СТА, БУ, УД) допускается соответствие группе В3 по ГОСТ Р 52931-2008.

## **Программное обеспечение**

Мониторы спектрометрические МАРС-010-СГГ содержат как микроконтроллерное, так и прикладное программное обеспечение.

Микроконтроллерное 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, передачу от подчиненного узла результатов по протоколу RS-485, Modbus в ПК.

Прикладное программное обеспечение обеспечивает: функции передачи данных и команд через протоколы связи; контроль аппаратного обеспечения; управление режимами функционирования монитора; отображение энергетического распределения; расчет и отображение значений объемной активности радионуклидов инертных радиоактивных газов (ИРГ); сохранение результатов в локальной базе данных (ЛБД) и возможность последующей работы с ними; исключение возможности несанкционированного доступа к настройкам параметров и результатам работы монитора.

Описание основных функций и идентификационные данные модулей прикладного программного обеспечения для мониторов спектрометрических МАРС-010-СГГ 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
Программный модуль для запуска постоянно работающих программных модулей СПО	STARTM10.EXE	2.0	78dbdf5c2ffbec527975dd0ffbca95b4	MD5
Программный модуль диспетчеризации данных	MAPC10.EXE	2.0	00758a713ffd8a19b4f391ae5a4bac93	MD5
Программный модуль для автоматической обработки аппаратурных гамма-спектров	AUTOSPEC.EXE	2.0	20de5b0262ba3e4010e064e2381b5987	MD5
Программный модуль для взаимодействия с внешними программами-клиентами посредством специального протокола и управления клапанами на пробоотборных линиях	KopfSS.exe	2.0	e8c80b438452422d63c4baf1e5785bf3	MD5
Программный модуль для трансляции пакетов из ЛВС (EtherNet) в последовательный порт (преобразования пакетов в формате протокола ModBus в пакеты TCP/IP) и обратно, выполняющий функции сервера	MB2TCPS.EXE	2.0	a99c161adca807fb1adf90e8876f60ac	MD5
Программный модуль для редактирования параметров обработки аппаратурных гамма-спектров и других параметров, необходимых для обеспечения связи с программными модулями СПО	CUSTAUTO.EXE	2.0	2f58651ace56974263286c50a54548e8	MD5
Программный модуль управления ЛБД	MAPC10DB.EXE	2.0	0b7beb20ee578c3a0fff5c3dd1472e4c	MD5
Программный модуль для оперативной визуализации результатов обработки спектров	DialogPrOper.exe	2.0	f927270c13c31a8a08e8def11cfdd94d	MD5
Программный модуль для исключения возможности несанкционированного доступа к настроечным параметрам и результатам работы монитора	PrPass.exe	2.0	84c94fea34b7b1f88656a905231939a9	MD5
Программный модуль экспорта содержимого таблиц ЛБД в текстовый файл	PREXPTXT.EXE	2.0	46a1e5f7ec0a7d50179ec65074aee714	MD5
Программный модуль регламентной очистки ЛБД	PRDELLBD.EXE	2.0	d7afa11805d638ba330400b2e70620dd	MD5

Продолжение таблицы 1

Наименование программного обеспечения	Идентификационное наименование программного обеспечения	Номер версии	Цифровой идентификатор программного обеспечения	Алгоритм вычисления цифрового идентификатора
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	SPEKTR_M.exe		9b279ed8ef0d939de02049d7b58a1342	MD5
Программный модуль для проведения периодической поверки монитора	Poverka.exe	2.0	b677de84f08c0ab1ca9fac2ad87cb628	MD5
Программный модуль для управления режимами функционирования монитора и клапанами на пробоотборных линиях	cpSTA.exe	2.0	446f66f4c6f7a1cf80497861c3ee62fe	MD5
Программный модуль для корректного завершения работы постоянно работающих программных модулей СПО	STOPM10.EXE	2.0	b824e84c21652e7c63d4d370a760bfc3	MD5

Уровень защиты программного обеспечения мониторов спектрометрических МАРС-010-СГГ от непреднамеренных и преднамеренных изменений соответствует классу С в соответствии с МИ 3286-2010.



Рис. 1. Фотография общего вида монитора спектрометрического МАРС-010-СГГ

### Метрологические и технические характеристики

Основные метрологические и технические характеристики монитора спектрометрического МАРС-010-СГГ представлены в таблице 2.

Таблица 2

Наименование характеристики	Значение
Диапазон регистрируемых энергий гамма-излучения, кэВ	от 50 до 3000
Предел основной относительной погрешности характеристики преобразования (интегральная нелинейность), %	не более 0,05
Значение энергетического разрешения спектрометра, кэВ, не более: – для энергии 122 кэВ (Co-57) – для энергии 1332 кэВ (Co-60)	3,0 5,0
Диапазон измерений объемной активности радионуклидов ИРГ, Бк/м <sup>3</sup>	$3,7 \times 10^2 \div 3,7 \times 10^{12}$
Предел допускаемой относительной погрешности результата измерений объемной активности, %	$\pm 50$
Время установления рабочего режима: – при охлажденном ППД, не более – после включения криогенератора системы охлаждения, не более	30 мин 10 часов
Нестабильность показаний (амплитуды сигнала во времени) в течение времени непрерывной работы (24 часа), %	не более 0,05
Максимально допустимая статистическая нагрузка спектрометрического тракта монитора, с <sup>-1</sup>	30000
Питание от однофазной сети переменного тока частотой $50_{-2,5}^{+1}$ Гц	$220_{-33}^{+22}$ В
Потребляемая мощность, ВА (не более): в стационарном режиме работы в момент переключения клапанов	800 3400

### Знак утверждения типа

Знак утверждения типа наносится на эксплуатационные документы монитора (на титульные листы) и на лицевой стороне блока измерительных камер (БИК) монитора на наклейку с наименованием предприятия-разработчика монитора ФГУП «НИТИ имени А.П.Александрова» (слева от наименования).

### Комплектность средства измерений

В комплект поставки мониторов спектрометрических МАРС-010-СГГ входят составные части и эксплуатационная документация, указанные в таблице 3.

Таблица 3

Наименование	Обозначение, ТУ	Количество	Примечание
Устройство детектирования гамма-излучения с электромашинным охлаждением ППД из ОЧГ (типа УДЕГ 10190) в составе: - блок детектирования (типа «GCP-10190»); - криогенератор (типа «РСС»); - адсорбер типа Т4102-14.	BSI 1.048.001 ПС	1 1 1	1
Спектрометрический технологический анализатор СТА-01	ДЦКИ.412131.010 ТУ	1	1
Блок подготовки контролируемой среды и блок измерительных камер (БПКС и БИК)	ЛКВШ 306558.001 ТУ	1 комплект	1
Блок управления клапанами БУ1-01	МНИК.468332.014-01 ТУ	1	1
Комплект соединительных кабелей		1 комплект	3
ССД - промышленная ПЭВМ (Pentium III 500 Mhz, ОЗУ 128 MB, HDD 8 Gb, FDD, Video 8 Mb, Ethernet 10/100, клавиатура, Mouse или Track Ball, Дисплей 15")		1	
<b>ДОКУМЕНТАЦИЯ</b>			
Документация на монитор в целом			
Паспорт	ЛКВШ 98.366.00.000 ПС-РА	1	4
Инструкция по монтажу	ЛКВШ 98.366.00.000 ИМ	1	4
Руководство по эксплуатации	ЛКВШ 98.366.00.000 РЭ	1	4
Методика поверки	ЛКВШ 98.366.00.000 ДЗ	1	4
Документация на составные блоки монитора			
Устройство детектирования гамма-излучения с электромашинным охлаждением ППД из ОЧГ (типа УДЕГ 10190). Руководство по эксплуатации	BSI 1.048.001 РЭ	1	4
Спектрометрический технологический анализатор СТА-01. Руководство по эксплуатации	ДЦКИ.412131.010 РЭ	1	4
Блок управления клапанами БУ1-01. Руководство по эксплуатации	МНИК.468332.014 РЭ	1	4

Продолжение таблицы 3

Наименование	Обозначение, ТУ	Количество	Примечание
Документация на специальное программное обеспечение (СПО) монитора			
Специальное программное обеспечение (СПО) монитора МАРС-010-СГГ. Руководство программиста	ЛКВШ 98.366.00.000 33 01	1	2
Программа оперативной визуализации результатов измерений. Руководство оператора	ЛКВШ 98.366.00.000 34 01	1	2
Комплекс программ SPEKTR_M для автоматизированной обработки гамма-спектров. Руководство оператора.	ЛКВШ 98.366.00.000 34 02	1	2
Программа управления локальной базой данных (ЛБД). Руководство оператора	ЛКВШ 98.366.00.000 34 03	1	2
Комплекс программ обработки данных. Руководство оператора	ЛКВШ 98.366.00.000 34 04	1	2
Программа управления режимами функционирования монитора. Руководство оператора	ЛКВШ 98.366.00.000 34 05	1	2

Примечания:

1. Блоки поставляются в упаковке предприятий-изготовителей с комплектом запасных частей, инструмента и принадлежностей.
2. Указанная документация сброшюрована в альбоме ЛКВШ 98.366.00.000 ОП, программное обеспечение поставляется на компакт-диске.
3. В состав комплекта входят:
  - кабель, соединяющий БПКС и БУ – 6шт. (L=3 м);
  - кабель, соединяющий БУ и СТА – 1шт. (L=3 м).

По согласованию между заказчиком и поставщиком возможна поставка кабелей другой длины, но не более 15 м, либо поставка монитора без соединительных кабелей.

Кабель (до 1000 м), необходимый для соединения СТА и ЭВМ в комплект поставки не входит.

4. Эксплуатационная документация на монитор поставляется в количествах, оговоренных в Контракте или договоре

### Поверка

осуществляется в соответствии с документом ЛКВШ 98.366.00.000 ДЗ "Монитор спектрометрический МАРС-010-СГГ. Методика поверки", утвержденным ГЦИ СИ "ВНИИМ им. Д.И.Менделеева" в октябре 2011 г.

При поверке применяются источники фотонного излучения радионуклидные спектрометрические закрытые эталонные ОСГИ-3 ТУ 7018-001-138050760-04 активностью от  $10^4$  до  $10^5$  Бк с погрешностью не более  $\pm 4$  %;

### Сведения о методиках (методах) измерений

ЛКВШ 98.366.00.000 РЭ «Спектрометрический монитор для контроля объемной активности радионуклидов инертных газов МАРС-010-СГГ. Руководство по эксплуатации».

**Нормативные и технические документы, устанавливающие требования к мониторам спектрометрическим МАРС-010-СГГ:**

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 98.366.00.000 ТУ «Спектрометрический монитор для контроля объемной активности радионуклидов инертных газов МАРС-010-СГГ. Технические условия».

**Рекомендации по области 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;
- 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»,  
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

Е.Р. Петросян  
М.п.

«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2012 г.