

## ОПИСАНИЕ ТИПА СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

### Мониторы спектрометрические МАРС-012-СУГ

#### Назначение средства измерений

Мониторы спектрометрические МАРС-012-СУГ (далее мониторы МАРС-012-СУГ) предназначены для автоматизированного измерения удельной активности гамма-излучающих радионуклидов, присутствующих в водных технологических средах (технологических контурах) атомных электростанций или других объектов атомной энергетики.

#### Описание средства измерений

Принцип действия монитора МАРС-012-СУГ основан на отборе проб контролируемой водной среды в измерительную камеру заданного объема (КИ1 или КИ2), регистрации спектра амплитудного распределения гамма-излучения, испускаемого радионуклидами, присутствующими в пробе, определении скорости счета импульсов в пиках полного поглощения гамма-квантов с энергиями  $E_i$  и расчета удельной активности идентифицированных по  $E_i$  радионуклидов с учетом эффективности регистрации гамма-квантов в пиках полного поглощения, которая устанавливается предварительно экспериментальным путем. Все операции производятся на ЭВМ с помощью программного обеспечения ЛКВШ 98.368.00.000.01.

Монитор МАРС-012-СУГ представляет собой гамма-спектрометр, имеющий две рабочие геометрии измерения и оснащенный системами коллимации и подготовки контролируемой среды (СПКС), а также электронными блоками для управления исполнительными механизмами указанных систем и арматурой на линиях подачи контролируемой среды.

Измерительный гамма-спектрометрический тракт монитора МАРС-012-СУГ включает:

- спектрометрический технологический анализатор СТА-01;
- устройство детектирования гамма-излучения, состоящее из блока детектирования на основе ППД из особо чистого германия и системы электроохлаждения (криогенератора).

Монитор МАРС-012-СУГ выпускается в трех исполнениях, отличающихся применяемым устройством детектирования:

- УДЕГ 10190 - основное исполнение;
- СЕГ-ГЗ-4К - исполнение 01,
- GEM10P-4 - исполнение 02.

Измерительные камеры (КИ1 и КИ2) и свинцовая защита, состоящая из неподвижной и подвижной (коллиматор) частей, размещены сверху на столешнице блока измерительных камер и коллимации (БИКК). К этой же столешнице снизу крепится блок детектирования. Перемещение коллиматора в положение, соответствующее заполненной контролируемой средой измерительной камере, осуществляется автоматически по команде от ЭВМ.

В коллиматоре также предусмотрено место для размещения образцового источника гамма-излучения – бленкера, предназначенного для проверки работоспособности монитора.

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

Режимы функционирования предусматривают либо последовательный отбор проб теплоносителя из заданных точек пробоотбора с циклическим повторением режима, либо отбор пробы из заданной точки контроля и двойного измерения этой пробы с заданным интервалом между измерениями.

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).



Рис. 1. Фотография общего вида монитора спектрометрического МАРС-012-СУГ

### **Программное обеспечение**

Программное обеспечение мониторов спектрометрических МАРС-012-СУГ является распределенным и включает контроллерную часть, функционирующую на микроконтроллере СТА и прикладное ПО, работающее на ПЭВМ монитора (или ЭВМ верхнего уровня при использовании монитора в составе системы).

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 ПО, функционирующее на ПЭВМ, обеспечивает:

- передачу данных и команд по каналу связи RS-485 с ПЭВМ на СТА ;
- контроль аппаратных средств (блоков ) монитора;
- управление режимами функционирования монитора;
- отображение полученного (измеренного) энергетического распределения регистрируемого излучения;
- расчет и отображение на экране оператора значений объемной активности обнаруженных в контролируемой среде радионуклидов;
- сохранение результатов в локальной базе данных (ЛБД) и возможность последующего доступа к ним;

- предотвращение несанкционированного доступа к настроечным параметрам монитора MAPC-012-СУГ и полученным результатам измерений.

Программное обеспечение монитора MAPC-012-СУГ с точки зрения влияния на его метрологические характеристики разделено на две части:

- метрологически значимые модули (компоненты);
- метрологически не значимые модули (компоненты) .

Метрологически значимые модули являются постоянно работающими модулями ПО. Перечень метрологически значимых модулей ПО приведен в таблице 1

Таблица 1 Метрологически значимые модули ПО MAPC-012-СУГ

№	Наименование программного модуля	Идентификационное обозначение программного обеспечения
1	Программный модуль диспетчеризации данных	MAPC12.EXE
2	Программный модуль для автоматической обработки аппаратурных гамма-спектров	AUTOSP12.EXE
3	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
4	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
5	Программный модуль для проведения периодической поверки монитора	Metrol.exe

Перечень метрологически не значимых модулей ПО приведен в таблице 2

Таблица 2. Метрологически не значимые модули ПО MAPC-012-СУГ

№	Наименование программного модуля	Идентификационное наименование программного обеспечения
1	Программный модуль для исключения возможности несанкционированного доступа к настроечным параметрам и результатам работы монитора	PrPass.exe
2	Программный модуль экспорта содержимого таблиц ЛБД в текстовый файл	PREXPTXT.EXE
3	Программный модуль регламентной очистки ЛБД	PRDELLBD.EXE
4	Программный модуль для редактирования параметров обработки аппаратурных гамма-спектров и других параметров, необходимых для обеспечения связи с программными модулями СПО	CUSTOM12.EXE
5	Программный модуль управления ЛБД	MAPC12DB.EXE
6	Программный модуль для взаимодействия с внешними программами-клиентами посредством специального протокола и управления клапанами на пробоотборных линиях	KopfSS.exe
6	Программный модуль для запуска постоянно работающих программных модулей СПО	STARTM12.EXE
7	Программный модуль для управления режимами функционирования монитора и клапанами на пробоотборных линиях	cpSTA12.exe
8	Программный модуль для корректного завершения работы постоянно работающих программных модулей СПО	STOPM12.EXE

Идентификационные данные метрологически значимых модулей ПО мониторов спектрометрических МАРС-012-СУГ представлены в таблице 3.

Таблица 3. Идентификационные данные метрологически значимых модулей ПО МАРС-012-СУГ

Наименование программного обеспечения	Идентификационное наименование программного обеспечения	Номер версии	Цифровой идентификатор программного обеспечения
Программный модуль диспетчеризации данных	МАРС12.EXE	2.0 и выше (до 2.9)	cad09399358894bdb36d2f3b08926d78
Программный модуль для автоматической обработки аппаратурных гамма-спектров	AUTOSP12.EXE	2.0 и выше (до 2.9)	999410b741aa3c8e6400c035f5c19724
Программный модуль для трансляции пакетов из ЛВС (EtherNet) в последовательный порт (преобразования пакетов в формате протокола ModBus в пакеты ТСР/Р) и обратно, выполняющий функции сервера	МВ2ТСРС.EXE	2.0 и выше (до 2.9)	e236efa587d22fee725c9c7feec30a44
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	СПЕКТР_М.exe	2.0 и выше (до 2.9)	3bd838192b0f2a88b8dfe0e6a1694b87
Программный модуль для проведения периодической поверки монитора	Metrol.exe	1.0 и выше (до 1.9)	dfd5d36af847ee33dc046e0f9beded3

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

Уровень защиты программного обеспечения мониторов спектрометрических МАРС-012-СУГ от непреднамеренных и преднамеренных изменений соответствует классу С в соответствии с МИ 3286-2010.

### Метрологические и технические характеристики

Основные метрологические и технические характеристики монитора спектрометрического МАРС-012-СУГ представлены в таблице 4.

Таблица 4

Наименование характеристики	Значение
1. Диапазон регистрируемых энергий гамма-излучения, кэВ	от 50 до 2000
2. Пределы допускаемой основной относительной погрешности характеристики преобразования (интегральная нелинейность), %	±0,05
3. Энергетическое разрешение спектрометрического тракта монитора (при загрузке не более 1000 имп./с), кэВ, не более:	
– по линии 121,8 кэВ (Eu-152)	1,5
– по линии 778,8 кэВ (Eu-152)	2,0
– по линии 1408 кэВ (Eu-152)	2,5

Продолжение таблицы 4

Наименование характеристики	Значение
4. Эффективность регистрации в пике полного поглощения для рабочих геометрий «КИ1» и «КИ2» соответственно, отн. ед.: – по линии 121,8 кэВ (Eu-152) – по линии 778,8 кэВ (Eu-152) – по линии 1408 кэВ (Eu-152)	$1,5 \cdot 10^{-4} \div 3,5 \cdot 10^{-4}$ и $4,0 \cdot 10^{-6} \div 1,0 \cdot 10^{-5}$ $9,0 \cdot 10^{-5} \div 1,5 \cdot 10^{-4}$ и $2,0 \cdot 10^{-6} \div 4,0 \cdot 10^{-6}$ $6,3 \cdot 10^{-5} \div 1,1 \cdot 10^{-4}$ и $1,5 \cdot 10^{-6} \div 3,5 \cdot 10^{-6}$
5. Диапазон измерений удельной активности одиночного радионуклида Со-60, Бк/кг (Ки/кг)	$3,7 \cdot 10^1 \div 3,7 \cdot 10^8$ ( $1 \cdot 10^{-9} \div 1 \cdot 10^{-2}$ )
6. Пределы допускаемой основной относительной погрешности измерения удельной активности одиночного радионуклида (Со-60), %	$\pm 50$
7. Пределы допускаемых дополнительных погрешностей измерения удельной активности одиночного радионуклида в пределах рабочих условий эксплуатации, %: – для погрешности, обусловленной воздействием вибрации – для погрешности, обусловленной воздействием температуры – для погрешности, обусловленной изменением напряжения в сети питания (в допустимых пределах)	$\pm 30$ $\pm 10$ $\pm 10$
8. Время непрерывной работы, ч, не менее	24
9. Нестабильность показаний (амплитуды сигнала во времени) в течение времени непрерывной работы, %, не более	$\pm 0,05$
10. Напряжение питания от промышленных сетей переменного тока частотой 50 ( $\pm 1$ ) Гц, В	$220_{-33}^{+22}$ и $380_{-57}^{+38}$
11. Потребляемая мощность при номинальном значении напряжения питания не превышает, В·А: – по сети 220В – по сети 380В	1000 100
12. Рабочие условия эксплуатации: – температура окружающего воздуха, °С для блоков БУ2-01, БУЗ, БСБУЗ, БИКК и устройства СПКС для блока СТА-01 и устройства детектирования УДЕГ 10190  – относительная влажность воздуха, % для блоков БУ2-01, БУЗ, БСБУЗ, БИКК и устройства СПКС для блока СТА-01 и устройства детектирования  – атмосферное давление, кПа  – синусоидальные вибрации	от 5 до 50 от 5 до 40  до 80 при +35°С до 95 при +30°С  от 84 до 106,7  диапазон частот от 10 до 55 Гц, амплитуда 0,15мм
13. Средняя наработка на отказ, ч Средний срок службы, лет	10000 30 (при условии замены отдельных составных частей по мере выработки их ресурса)

### Знак утверждения типа

Знак утверждения типа наносится:

- на корпус монитора МАРС-012-СУГ методом офсетной печати;
- на титульный лист руководства по эксплуатации методом компьютерной графики.

### Комплектность средства измерений

В комплект поставки мониторов спектрометрических МАРС-012-СУГ входят составные части и эксплуатационная документация, указанные в таблице 5.

Таблица 5

Наименование	Обозначение, ТУ	Количество	Примечание
Монитор спектрометрический МАРС-012-СУГ в составе:	ЛКВШ 98.368.00.000ТУ	1	
Блок измерительных камер и коллимации БИКК	00.083.0100.00	1	
Система подготовки контролируемой среды СПКС	00.083.0300.00	1	
Анализатор спектрометрический технологический СТА-01	ДЦКИ 412131.010 ТУ	1	
Блок управления БУ2-01	МНИК 468332.015 ТУ	1	
Блок управления БУ3	МНИК 468332.016 ТУ	1	
Блок силовой БСБУ3	МНИК 641182.001 ТУ	1	
Устройство детектирования:			
- УДЕГ 10190	bsi1.048.001		основное исполнение исполнение 01 исполнение 02
- СЕГ-ГЗ-4К	УЛКА.412161.002ТУ	1	
- GEM-10P-4	-		
Блоки управления		3	
ЭВМ		1	1)
Комплект соединительных кабелей		1	1)
Комплект соединительных трубопроводов		1	1)
Программное обеспечение	ЛКВШ 98.368.00.000.01		2)
Комплект эксплуатационных документов согласно ведомости ЭД (включая Методике поверки ЛКВШ 98.368.00.000 Д2)		1	3)
Ведомость эксплуатационных документов	ЛКВШ 98.368.00.000 ВЭ	1	4)
Ведомость ЗИП	ЛКВШ 98.368.00.000 ЗИ	1	5)

Примечания:

1) Поставляется по отдельному заказу или при оформлении карты заказа. Составы комплектов уточняются при заключении договора на поставку или на стадии проектно-монтажных работ и включают:

- кабели межблочных соединений;
- кабели силовые для подключения монитора;
- кабели интерфейсные для связи с ПЭВМ или пультом;
- трубопроводы для соединения блоков БИКК и СПКС.

2) Адаптируется для конкретного объекта применения монитора. Поставляется на компакт-диске.

3) При поставке на экспорт комплектность ЭД оговаривается в контракте на поставку.

4) При поставке на экспорт исключается.

5) В ведомости ЛКВШ 98.368.00.000 ЗИ содержатся сведения о комплектах ЗИП, поставляемых с составными частями монитора.

## **Поверка**

осуществляется по документу ЛКВШ 98.368.00.000 Д2 «Монитор спектрометрический МАРС-012-СУГ. Методика поверки», утвержденному ГЦИ СИ ФГУП «ВНИИМ им. Д.И.Менделеева» в октябре 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  $\pm 4$  %.

## **Сведения о методиках (методах) измерений**

ЛКВШ 98.368.00.000 РЭ «Монитор спектрометрический МАРС-012-СУГ. Руководство по эксплуатации».

## **Нормативные и технические документы, устанавливающие требования к мониторам спектрометрическим МАРС-012-СУГ:**

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 98.368.00.000 ТУ «Монитор спектрометрический МАРС-012-СУГ. Технические условия».

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

- при осуществлении деятельности в области охраны окружающей среды;
- 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  
по техническому регулированию  
и метрологии

Ф.В. Булыгин

М.п.

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2013 г.