

## ОПИСАНИЕ ТИПА СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

### Спектрометры - радиометры МКГ-01Гр-1

#### Назначение средства измерений

Спектрометры-радиометры МКГ-01Гр-1 (далее спектрометры - радиометры) предназначены для измерений энергетического распределения гамма-излучения, объемной активности гамма-излучающих радионуклидов, скорости счета импульсов в четырех энергетических диапазонах от 0,1 до 1,3 МэВ, от 1,3 до 1,8 МэВ, от 1,8 до 3,0 МэВ, от 0,1 до 3,0 МэВ и идентификации гамма излучающих радионуклидов, содержащихся в водной среде на глубине до 600 м.

#### Описание средства измерений

Принцип действия спектрометра-радиометра основан на регистрации гамма - излучения сцинтилляционным детектором. Гамма - кванты взаимодействуют с веществом сцинтиллятора. При этом их энергия преобразуется в энергию световой вспышки. Фотоэлектронный умножитель преобразует регистрируемые световые вспышки в импульсы электрического тока. Спектрометрический тракт преобразует эти импульсы в импульсы напряжения соответствующей амплитуды. Затем методами цифровой обработки принятый сигнал формируется и фильтруется с целью определения амплитуды сигнала, которая пропорциональна энергии зарегистрированного гамма - кванта. Коды измеренных амплитуд накапливаются в памяти спектрометрического тракта в виде спектра.

Спектрометр-радиометр МКГ-01Гр-1 представляет собой многофункциональное устройство и состоит из прибора УДЛГ-05С-К-1, управляющей ЭВМ с установленным на ней специализированным программным обеспечением и подключаемой к прибору УДЛГ-05С-К-1 с помощью кабеля.

Прибор УДЛГ-05С-К-1 выполнен в виде выносного забортного устройства в герметичном и вибропрочном исполнении.

В приборе УДЛГ-05С-К-1 установлены два блока детектирования, в состав каждого из которых входят:

- сцинтиллятор из ортогерманата висмута  $\text{Bi}_3\text{Ge}_4\text{O}_{12}$  (BGO) диаметром 75 мм и длиной 150 мм;
- фотоэлектронный умножитель (фэу);
- делитель напряжения фэу;
- преобразователь напряжения для питания электроники и фэу;
- цифровой спектрометрический тракт;
- цифровой сигнальный процессор и память спектра.

Спектрометр-радиометр управляет командами, выдаваемыми с управляющей ЭВМ по каналу связи с интерфейсом RS-422 (RS-485).

Все операции по регистрации и обработке аппаратурных гамма-спектров полностью автоматизированы и проводятся с использованием специально разработанного программного обеспечения.

Общий вид и место пломбирования спектрометра-радиометра МКГ-01Гр-1 представлен на рисунке 1. Знак поверки наносится на свидетельство о поверке.



Рисунок 1 - Общий вид спектрометра - радиометра МКГ-01Гр-1

### Программное обеспечение

Спектрометры - радиометры МКГ-01Гр-1 содержат как микроконтроллерное программное обеспечение (ПО), установленное непосредственно в корпусе прибора УДЛГ-05С-К-1, так и прикладное программное обеспечение, установленное на управляющей ЭВМ.

Микроконтроллерное ПО полностью закрыто и защищено от стороннего вмешательства. Оно обеспечивает собственный самоконтроль, а также самоконтроль аппаратных узлов, стабилизацию спектрометрического тракта, измерение энергетического распределения гаммаизлучения и передачу его в управляющую ЭВМ.

Прикладное ПО обеспечивает: функции передачи данных и команд через протоколы связи; контроль аппаратного обеспечения; управление режимами функционирования спектрометра - радиометра; отображение энергетического распределения; расчет и отображение значений объемной активности радионуклидов; сохранение результатов в архиве и возможность последующей работы с ними; исключение возможности несанкционированного доступа к настроенным параметрам и результатам работы спектрометра - радиометра.

Прикладное ПО позволяет проводить как раздельную, так и одновременную работу спектрометра-радиометра в двух режимах:

- в режиме «Спектрометр», позволяющем проводить циклический процесс измерения за установленное оператором время набора спектра, осуществлять обработку спектра и получать информацию о регистрируемом гамма-излучении в виде энергетического спектра, разбитого на 1024 канала в энергетическом диапазоне от 0,1 до 3,0 МэВ; проводить автоматический поиск пиков полного поглощения, идентифицировать радионуклидный состав по пикам полного поглощения, измерять объемную активность  $^{24}\text{Na}$  и  $^{40}\text{K}$  в воде при их обнаружении, отображать и сохранять в архиве ЭВМ результаты измерения и обработки;

- в режиме «Радиометр», позволяющем проводить циклический процесс измерения скорости счета импульсов в четырех энергетических диапазонах от 0,1 до 1,3 МэВ, от 1,3 до 1,8 МэВ, от 1,8 до 3,0 МэВ, от 0,1 до 3,0 МэВ за установленное оператором время измерения, отображать текущую информацию на мониторе ЭВМ в графическом и цифровом виде в течение всего периода наблюдения, сохранять получаемую информацию в архиве данных; осуществлять по окончании наблюдения статистическую обработку результатов измерений, как по всему массиву полученных данных, так и по выбранному (представляющему интерес) временному интервалу внутри периода наблюдения, устанавливать пороги “реагирования” звуковой и световой сигнализации о превышении установленных порогов скорости счета импульсов в четырех энергетических диапазонах.

При необходимости результаты измерения, полученные в любом режиме работы спектрометра, могут быть переданы по линии связи в центральную ЭВМ комплекса.

Таблица 1 - Идентификационные данные метрологически значимого ПО

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Идентификационное наименование ПО	RAD.EXE
Номер версии (идентификационный номер) ПО	1.0
Цифровой идентификатор ПО (MD5)	78dbdf5c2ffbec527975dd0ffbca95b4
Цифровой идентификатор приведен для текущей версий ПО	

Влияние ПО учтено при нормировании метрологических характеристик.

В соответствии с Р 50.2.077-2014 уровень защиты программного обеспечения спектрометров - радиометров МКГ-01Гр-1 от непреднамеренных и преднамеренных изменений соответствует уровню «средний».

## Метрологические и технические характеристики

Таблица 2 - Метрологические характеристики

Наименование характеристики	Значение
Энергетический диапазон регистрируемого гамма-излучения, МэВ	от 0,1 до 3,0
Энергетические диапазоны регистрации скорости счета импульсов, МэВ	от 0,1 до 1,3 от 1,3 до 1,8 от 1,8 до 3,0 от 0,1 до 3,0
Пределы допускаемой погрешности характеристики преобразования каждого блока детектирования спектрометра-радиометра, %	±1
Относительное энергетическое разрешение каждого блока детектирования спектрометра-радиометра для гамма-излучения энергии 0,662 МэВ радионуклида цезия-137, %, не более	12
Чувствительность каждого блока детектирования к гамма-излучению при расположении источника типа ОСТИ на боковой поверхности спектрометра-радиометра по центру сцинтиллятора: - для радионуклида $^{137}\text{Cs}$ , $\text{с}^{-1}\cdot\text{Бк}^{-1}$ - для радионуклида $^{152}\text{Eu}$ , $\text{с}^{-1}\cdot\text{Бк}^{-1}$	$(5,6 \pm 1,12) \times 10^{-2}$ $(1,2 \pm 0,24) \times 10^{-2}$
Чувствительность спектрометра-радиометра при измерении объемной активности радионуклида $^{24}\text{Na}$ в водной среде по пику полного поглощения гамма-излучения энергии 2,754 МэВ, $\text{с}^{-1}\cdot\text{Бк}^{-1}\cdot\text{м}^3$	$(1,3 \pm 0,26) \times 10^{-3}$
Чувствительность спектрометра-радиометра при измерении объемной активности радионуклида $^{40}\text{K}$ в водной среде по пику полного поглощения гамма-излучения энергии 1,461 МэВ, $\text{с}^{-1}\cdot\text{Бк}^{-1}\cdot\text{м}^3$	$(1,3 \pm 0,26) \times 10^{-4}$

Наименование характеристики	Значение
Диапазон измерений объемной активности радионуклида $^{24}\text{Na}$ в водной среде: - при времени измерения 300 с, Бк/м <sup>3</sup> - при времени измерения 3600 с, Бк/м <sup>3</sup>	от $5 \cdot 10^2$ до $1 \cdot 10^6$ от $5 \cdot 10^1$ до $1 \cdot 10^6$
Диапазон измерений объемной активности радионуклида $^{40}\text{K}$ в водной среде: - при времени измерения 300 с, Бк/м <sup>3</sup> - при времени измерения 3600 с, Бк/м <sup>3</sup>	от $1 \cdot 10^4$ до $7 \cdot 10^4$ от $1 \cdot 10^3$ до $7 \cdot 10^4$
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений объемной активности радионуклида $^{24}\text{Na}$ и $^{40}\text{K}$ в водной среде, %	$\pm 30$
Максимальная входная статистическая загрузка (при изменении статистической загрузки от $1 \times 10^3$ до $5 \times 10^4$ относительное смещение положения центроиды пика полного поглощения гамма-излучения энергии 0,662 МэВ радионуклида $^{137}\text{Cs}$ - не более 1%, а относительное изменение разрешения для гамма-излучения энергии 0,662 МэВ радионуклида $^{137}\text{Cs}$ - не более 15%), с <sup>-1</sup> , не менее	$5 \times 10^4$
Время установления рабочего режима, мин, не более	30
Нестабильность показаний (скорости счета импульсов в четырех энергетических диапазонах от 0,1 до 1,3 МэВ, от 1,3 до 1,8 МэВ, от 1,8 до 3,0 МэВ и от 0,1 до 3,0 МэВ) в течение 72 ч непрерывной работы, %, не более	10
Отклонение скорости счета импульсов в четырех энергетических диапазонах от 0,1 до 1,3 МэВ, от 1,3 до 1,8 МэВ, от 1,8 до 3,0 МэВ и от 0,1 до 3,0 МэВ относительно нормальных условий во время воздействия каждого из факторов, %, не более: - синусоидальная вибрация с амплитудой ускорения $9,8 \text{ м} \cdot \text{с}^{-2}$ (1,0 g) в диапазоне частот от 1 до 35 Гц (виброустойчивость) - повышенная температура среды (теплоустойчивость) 35 °C - пониженная температура среды (холодоустойчивость) -2 °C	$\pm 10$ $\pm 10$ $\pm 10$

Таблица 3 - Основные технические характеристики

Наименование характеристики	Значение
Потребляемая мощность от внешнего источника питания постоянного тока напряжением 27 В, В·А, не более	5
Габаритные размеры (без учета управляющей ЭВМ), мм, не более: - длина - ширина - высота	1040 270 200
Масса (без учета управляющей ЭВМ), кг, не более	60
Условия эксплуатации: - при температуре водной среды, °C - при погружении в воду на глубину, м, не более	от -4 до +35 600
Средняя наработка на отказ, ч	10000

#### Знак утверждения типа

наносится на титульный лист Руководства по эксплуатации НМИУ.412131.010РЭ спектрометра-радиометра, а также наносится методом гравировки на планке, закрепленной на ребре корпуса спектрометра - радиометра.

## Комплектность средства измерений

Таблица 4 - Комплектность средства измерений

Наименование	Обозначение	Количество	Примечание
Спектрометр-радиометр МКГ-01Гр-1, в том числе:	НМИУ.412131.010	1	
Прибор УДЛГ-05С-К-1	НМИУ.412131.014	1	
ПЭВМ типа Pentium с частотой процессора не менее 1ГГц с операционной системой типа Windows XP/Windows 7 ОЗУ не менее 1 Гб, дополнительная плата расширения с двумя последовательными портами RS -422/485		1	Необходимость поставки и условия эксплуатации управляющей ЭВМ определяются договором поставки Допускается замена на другой тип ПЭВМ с эквивалентными характеристиками
Комплект монтажных частей			
Жгут	НМИУ.685623.018	1	
Эксплуатационная документация согласно ведомости эксплуатационных документов НМИУ.412131.010ВЭ		1 комплект	
Методика поверки	НМИУ.412131.010Д	1	
Эксплуатационная документация на программу «МКГ-01Гр-1» согласно ведомости эксплуатационных документов 589.6378.00831-01 91 01		1 комплект	

## Проверка

осуществляется по документу НМИУ.412131.010Д «Спектрометр-радиометр МКГ-01Гр-1. Методика поверки», утвержденному ГЦИ СИ ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева» в октябре 2012 г.

Основные средства поверки:

- рабочие эталоны 2-го разряда по ГОСТ 8.033-96 - источники фотонного излучения спектрометрические эталонные типа ОСГИ, погрешность аттестации по активности не более  $\pm 4\%$ .

Допускается применение аналогичных средств поверки, обеспечивающих определение метрологических характеристик поверяемых СИ с требуемой точностью.

Знак поверки наносится на свидетельство о поверке.

## Сведения о методиках (методах) измерений

приведены в эксплуатационном документе.

## Нормативные и технические документы, устанавливающие требования к спектрометрам - радиометрам МКГ-01Гр-1

ГОСТ 4.59-79 Система показателей качества продукции. Средства измерений ионизирующих излучений. Номенклатура показателей

ГОСТ 27451-87 Средства измерений ионизирующих излучений. Общие технические условия

ГОСТ 26874-86 Спектрометры энергий ионизирующих излучений. Методы измерения основных параметров

ГОСТ 8.033-96 ГСИ. Государственная поверочная схема для средств измерений активности радионуклидов, потока и плотности потока альфа-, бета-частиц и фотонов радионуклидных источников

НМИУ.412131.010ТУ Спектрометр - радиометр МКГ-01Гр-1. Технические условия

### **Изготовитель**

АО «Морские неакустические комплексы и системы»

ИНН 7815003736

Юридический адрес: 191014, г. Санкт - Петербург, ул. Госпитальная, д.3

Почтовый адрес: 193091, г. Санкт - Петербург, Октябрьская наб., д. 6

Телефон: (812) 676-33-99; факс: (812) 676-32-52

### **Испытательный центр**

ГЦИ СИ Федеральное государственное унитарное предприятие «Всероссийский научно-исследовательский институт метрологии им. Д.И. Менделеева»

Адрес: 190005, Россия, г. Санкт- Петербург, Московский пр. д. 19

Телефон: (812) 251-76-01; факс: (812) 713-01-14

Web-сайт: <http://www.vniim.ru>

E-mail: [info@vniim.ru](mailto:info@vniim.ru)

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

С.С. Голубев

М.п.                  « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2017 г.