

**УТВЕРЖДЕНО**  
приказом Федерального агентства  
по техническому регулированию  
и метрологии  
от «08» ноября 2024 г. № 2661

Регистрационный № 93750-24

Лист № 1  
Всего листов 6

**ОПИСАНИЕ ТИПА СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ**

**Спектрометры подводные РЭМ-4Х**

**Назначение средства измерений**

Спектрометры подводные РЭМ-4Х (далее – спектрометры) предназначены для регистрации спектров гамма-излучения и измерений активности радионуклидов при исследовании радиационной обстановки в водной среде.

**Описание средства измерений**

Спектрометры представляют собой приборы для регистрации импульсов, возникающих при взаимодействии гамма-излучения с материалом кристалла чувствительного элемента детектора. Амплитуда регистрируемых импульсов пропорциональна энергии вызвавшей их частицы, скорость счета импульсов пропорциональна активности измеряемого счетного образца.

Спектрометры состоят из сцинтилляционного детектора, изготовленного на основе кристалла германата висмута  $\text{Bi}_4\text{Ge}_3\text{O}_{12}$  (BGO), вакуумного фотоэлектронного умножителя (ФЭУ), платы электроники спектрометра, платы питания ФЭУ и литий-полимерного аккумулятора.

Спектрометры имеют три модификации: РЭМ-4-25 «Щуп», РЭМ-4-50 и РЭМ-4-76. Модификации отличаются размерами кристалла BGO, относительным энергетическим разрешением линии 662 кэВ, габаритными размерами и массой.

Принцип действия спектрометров основан на преобразовании энергии гамма-квантов ионизирующего излучения в электрический сигнал, последующем накоплении статистики событий информационного потока (получение спектра) и обработке информации для определения характеристик ионизирующего излучения и радионуклидного состава радиоактивного загрязнения. Под воздействием гамма-излучения в кристалле BGO образуются фотоны световой вспышки, которые пропорциональны энергии гамма-квантов. Образовавшиеся фотоны попадают в ФЭУ, где происходит их преобразование в фотоэлектроны с дальнейшим многократным увеличением их количества системой динодов за счет механизма вторичной электронной эмиссии. В результате этого на аноде ФЭУ регистрируется электрический импульс. Полученный сигнал на плате электроники спектрометра преобразуется в цифровой код. Получаемые коды накапливаются в модуле памяти процессора спектрометра и образуют энергетический спектр излучения – зависимость количества зарегистрированных импульсов от энергии излучения.

Общий вид спектрометров с указанием мест нанесения заводского номера, пломбировки и знака утверждения типа приведен на рисунках 1.1 – 1.3. Заводской номер (в формате XX – две цифры, образующие порядковый номер) на поверхность спектрометров наносится вдоль оси корпуса спектрометра методом гравировки. Пломбирование спектрометров выполняется с помощью свинцовой пломбы. Возможность нанесения знака проверки на спектрометры отсутствует.



Рисунок 1.1 – Общий вид спектрометра РЭМ-4-25 «Щуп»



Рисунок 1.2 – Общий вид спектрометра РЭМ-4-50

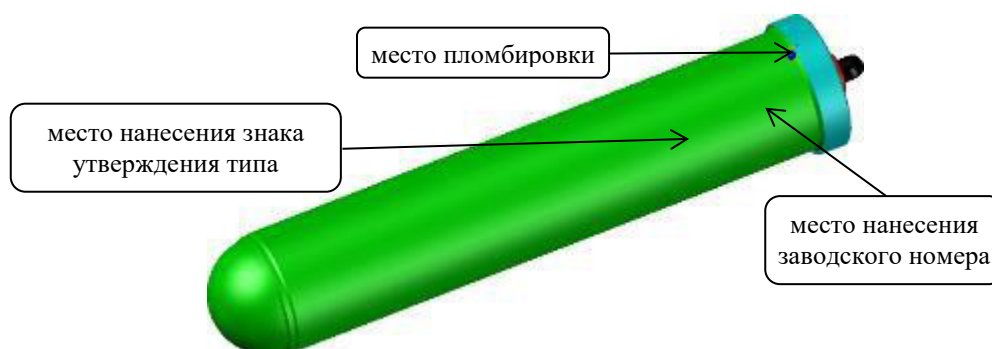


Рисунок 1.3 – Общий вид спектрометра РЭМ-4-76

### Программное обеспечение

Спектрометры управляются с помощью программного обеспечения (далее – ПО) «NewCoPra4X», которое обеспечивает контроль аппаратуры через протоколы связи, а также отображение энергетического распределения (спектров), сохранение и протоколирование результатов. В программном обеспечении «NewCoPra4X» имеется один метрологически значимый модуль newcorga4x.exe.

Модуль может быть проконтролирован на целостность средством подсчета контрольной суммы по методу CRC32. Идентификационные параметры модуля содержатся в таблице 1.

Таблица 1 – Идентификационные параметры модуля

Наименование программного обеспечения	Идентификационное наименование ПО	Номер версии ПО	Контрольная сумма исполняемого кода	Алгоритм вычисления цифрового кода
NewCoPra4X	newcopra4x.exe	4.0 <sup>1)</sup>	507704DB <sup>2)</sup>	CRC32
<sup>1)</sup> Номер версии ПО NewCoPra4X не ниже указанного в таблице до версии 99.0. <sup>2)</sup> Контрольная сумма файла newcopra4x.exe относится к текущей (4.0) версии ПО.				

Уровень защиты ПО и измерительной информации спектрометров от непреднамеренных и преднамеренных изменений соответствует уровню «низкий» согласно Р 50.2.077-2014.

### Метрологические и технические характеристики

Основные метрологические и технические характеристики спектрометров приведены в таблицах 2 и 3.

Таблица 2 – Метрологические характеристики

Наименование	Значение
Диапазон энергий регистрируемого гамма-излучения, МэВ	от 0,1 до 3,0
Пределы допускаемой относительной погрешности характеристики преобразования (интегральная нелинейность), %	±1
Относительное энергетическое разрешение линии 662 кэВ, %, не более	
- РЭМ-4-25 «Щуп»	15
- РЭМ-4-50	10
- РЭМ-4-76	12
Диапазон измерений активности радионуклида <sup>137</sup> Cs <sup>1)</sup> , Бк	от 5·10 <sup>3</sup> до 10 <sup>5</sup>
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений активности радионуклида <sup>137</sup> Cs, %	±30
<sup>1)</sup> Приведен для радионуклидного точечного источника, размещаемого в середине торцевой поверхности спектрометра.	

Таблица 3 – Технические характеристики

Наименование	Значение
Максимальная входная статистическая нагрузка <sup>1)</sup> , с <sup>-1</sup>	5·10 <sup>4</sup>
Число каналов преобразования, не менее	512
Время установления рабочего режима, мин, не более	30
Время непрерывной работы, ч, не менее	8
Нестабильность показаний за 8 часов непрерывной работы, %	±2
Условия эксплуатации: температура окружающей среды, °С давление окружающей среды, кПа	от -4 до +20 от 84 до 4053
Предельная глубина погружения, м, не более	400
Питание спектрометров производится от сети постоянного тока с напряжением, В	12
Потребляемая мощность, В·А, не более	1,5
Средняя наработка до отказа, ч, не менее	10000
Средний срок службы до первого капитального ремонта, лет	10
Габаритные размеры, мм, не более - РЭМ-4-25 «Щуп» диаметр длина - РЭМ-4-50 диаметр длина - РЭМ-4-76 диаметр длина	 150 1208  76 477  105 531
Масса, кг, не более - РЭМ-4-25 «Щуп» - РЭМ-4-50 - РЭМ-4-76	 6,8 4,2 12
<sup>1)</sup> При значении «мертвого» времени не более 10 %.	

**Знак утверждения типа**

наносится на боковую поверхность спектрометров методом гравировки.

### Комплектность средства измерений

В комплект поставки спектрометров входят составные части и эксплуатационная документация, указанные в таблице 4.

Таблица 4 – Комплектность средства измерений

Наименование	Обозначение	Количество	Примечание
Спектрометр подводный	РЭМ-4Х	1 шт.	
Программное обеспечение NewCoPra4X	-	1 экз.	1)
Паспорт	КУМП.6170.00.000 ПС	1 экз.	
Руководство по эксплуатации	КУМП.6219.00.000 РЭ	1 экз.	
1) Поставляется на флэш-накопителе.			

### Сведения о методиках (методах) измерений

приведены в разделах «Описание и работа» и «Использование по назначению» документа КУМП.6219.00.000 РЭ «Спектрометры подводные РЭМ-4Х. Руководство по эксплуатации».

### Нормативные документы, устанавливающие требования к средству измерений

ГОСТ 4.59-79 «СПКП. Средства измерений ионизирующих излучений. Номенклатура показателей»;

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

ГОСТ 8.033-2023 «Государственная система обеспечения единства измерений. Государственная поверочная схема для средств измерений активности радионуклидов, удельной активности радионуклидов, потока и плотности потока альфа-, бета-частиц и фотонов радионуклидных источников»;

КУМП.6219.00.000 ТУ «Спектрометры подводные РЭМ-4Х. Технические условия».

### Правообладатель

Федеральное государственное бюджетное учреждение «Национальный исследовательский центр «Курчатовский институт» (НИЦ «Курчатовский институт»)  
ИНН 7734111035

Адрес юридического лица: 123182, г. Москва, пл. Академика Курчатова, д. 1

### Изготовитель

Федеральное государственное бюджетное учреждение «Национальный исследовательский центр «Курчатовский институт» (НИЦ «Курчатовский институт»)  
ИНН 7734111035

Адрес: 123182, г. Москва, пл. Академика Курчатова, д. 1

**Испытательный центр**

Федеральное государственное унитарное предприятие «Всероссийский научно-исследовательский институт физико-технических и радиотехнических измерений» (ФГУП «ВНИИФТРИ»)

Адрес юридического лица: 141570, Московская обл., г. Солнечногорск, рп. Менделеево, промзона ФГУП «ВНИИФТРИ», к. 11

Адрес места осуществления деятельности: 141570, Московская обл., г. Солнечногорск, рп. Менделеево, промзона ФГУП «ВНИИФТРИ», к. 11

Уникальный номер записи в реестре аккредитованных лиц № 30002-13.

