

**УТВЕРЖДЕНО**  
приказом Федерального агентства  
по техническому регулированию  
и метрологии  
от «2» декабря 2021 г. № 2697

Регистрационный № 83867-21

Лист № 1  
Всего листов 6

**ОПИСАНИЕ ТИПА СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ**

**Анализатор 4К-М**

**Назначение средства измерений**

Анализатор 4К-М предназначен для автоматического измерения массовой концентрации урана и/или массовой концентрации изотопа урана-235.

**Описание средства измерений**

Измерение массовой концентрации урана производится гамма-абсорбционным методом, массовой концентрации изотопа урана-235 производится автоэмиссионным методом. Контроль концентрации урана и/или изотопа урана-235 производится в технологических азотно-кислых и/или органических растворах с целью контроля технологических параметров и/или параметров ядерной безопасности при работе с ядерно-опасным оборудованием.

Принцип работы Анализатора 4К-М основан на регистрации фотонного (рентгеновского и гамма-) излучения в диапазоне энергий от 50 до 600 кэВ сцинтилляционными спектрометрическими блоком детектирования, входящими в состав устройства измерения. Импульсные сигналы от блока детектирования с амплитудой, пропорциональной энергии зарегистрированного фотона, поступают на аналогово-цифровой преобразователь модуля сбора спектра. Суммарные совокупности сигналов блоков детектирования за время измерения преобразуются микроконтроллерами соответствующих измерительных каналов в цифровые спектры, поступающие в микрокомпьютер по шине USB.

Полученные спектры обрабатываются в микрокомпьютере и преобразуются в значения массовой концентрации урана и/или массовой концентрации изотопа урана-235 по гамма-абсорбционному и автоэмиссионному методу измерений.

Анализатор 4К-М может изготавливаться в 15-ти модификациях в соответствии с таблицей 1

Таблица 1

Комплектация Анализатора	Количество функциональных узлов, шт. (комплектация)					
	Гамма-абсорбционный узел измерения	Авто-эмиссионный узел измерения	Блок детектирования			Вторичный преобразователь
			БДСУ-3 с кристаллом NaI(Tl) СДН. 52.16.16	БДСУ-2 с кристаллом NaI(Tl) СДН. 52.25.40	БДСУ-1 с кристаллом LaBr3(Ce) 25x25	
4Я	—	4	—	4	—	1
3Я1М	—	4	—	3	1	1
2Я2М	—	4	—	2	2	1
1Я3М	—	4	—	1	3	1
4М	—	4	—	—	4	1
1С3Я	1	3	1	3	—	1
1С2Я1М	1	3	1	2	1	1
1С1Я2М	1	3	1	1	2	1
1С3М	1	3	1	—	3	1
2С2Я	2	2	2	2	—	1
2С1Я1М	2	2	2	1	1	1
2С2М	2	2	2	—	2	1
3С1Я	3	1	3	1	—	1
3С1М	3	1	3	—	1	1
4С	4	—	4	—	—	1

Общий вид средства измерений, схема пломбировки от несанкционированного доступа, и обозначение места нанесения знака поверки представлен на рисунке 1.

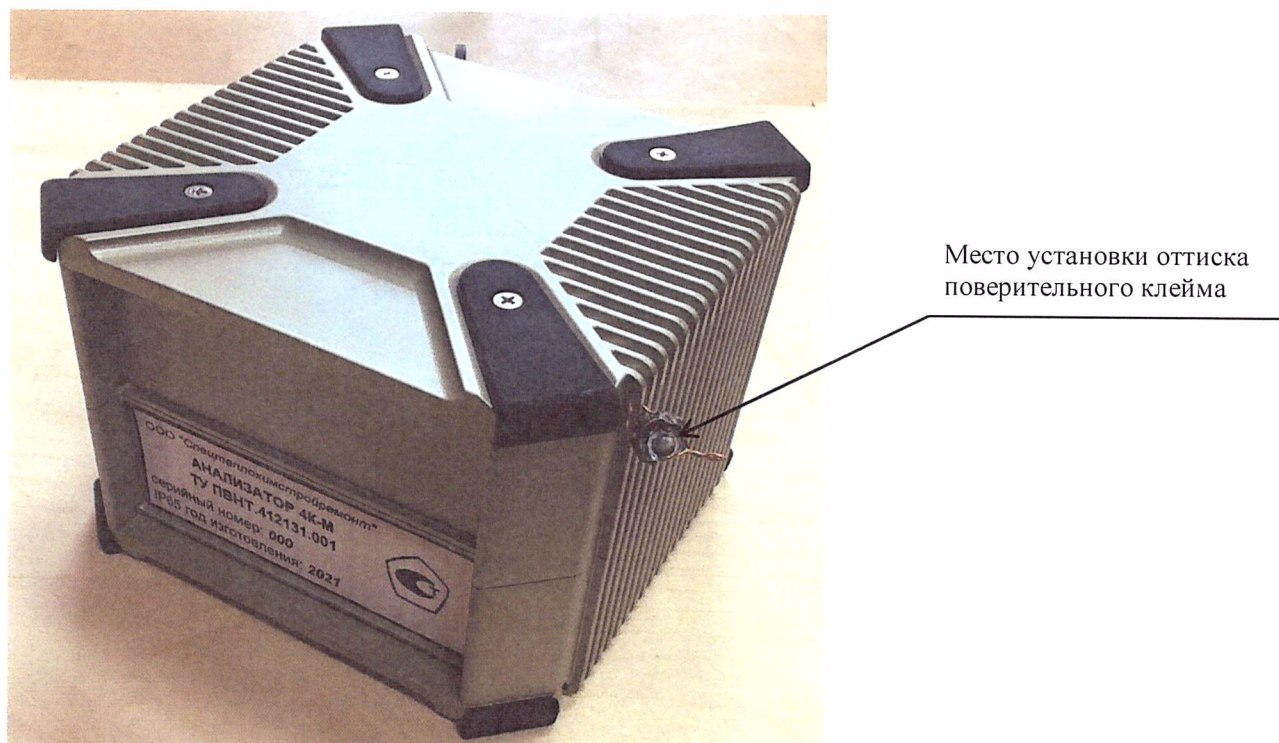


Рисунок 1

Заводской номер в виде цифрового обозначения, состоящий из арабских цифр, наносится на табличку, расположенную на корпусе Анализатора 4К-М.

На рисунке 2 представлен внешний вид автоэмиссионного УИ с блоками детектирования (справа) и гамма-абсорбционного УИ с блоком детектирования (слева).

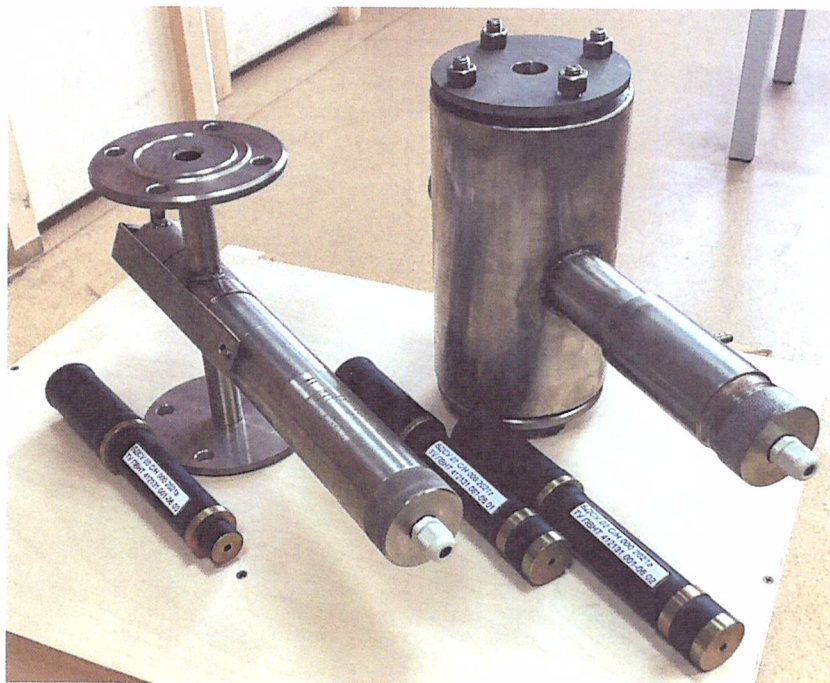


Рисунок 2

### Программное обеспечение

Анализаторы имеют встроенное программное обеспечение (ПО) «Радуга», которое работает в операционной системе Linux и хранится на microSD-Card. Метрологически значимый модуль является фиксированным, его аутентичность контролируется хэш кодом, указанным в формуляре ПВНТ.412131.001 ФО и, таким образом, гарантируется его сохранность. Калибровочные коэффициенты и настройки Анализатора хранятся на NAND-флэш и доступны только через ПО «Радуга Настройка». Доступ к калибровочным коэффициентам и настройкам Анализатора с персонального компьютера технологического персонала исключен. Идентификационные данные метрологически значимой части ПО представлены в таблице 2. Уровень защиты программного обеспечения «высокий» в соответствии с Р 50.2.077-2014.

Таблица 2

Идентификационные данные	Значение
Идентификационное наименование ПО	«Радуга»
Цифровой идентификатор (хэш-код) метрологического модуля	Указывается в Формуляре
Наименование файла метрологического модуля	4kcore.so

### Метрологические и технические характеристики

Таблица 3 – Метрологические характеристики

Метод измерений	Объект контроля, измеряемая величина	Диапазон измерений, г/дм <sup>3</sup>	Пределы допускаемых значений абсолютной погрешности измерений массовой концентрации урана (изотопа урана-235) в растворах без мешающих примесей, г/дм <sup>3</sup>	Пределы допускаемых значений абсолютной погрешности измерений массовой концентрации урана (изотопа урана-235) в растворах с примесями**, г/дм <sup>3</sup>
Гамма-абсорбционный	Азотнокислые растворы, массовая концентрация урана	от 0 до 200,0	±6,0	±8,0
	Органические растворы, массовая концентрация урана	от 0 до 90,0	±6,0	±8,0
Автоэмиссионный метод	Азотнокислые растворы, массовая концентрация урана-235	от 0 до 0,250 включ.	±0,025	
		от 0,250 до 1,000 включ.*	±0,070	
		от 1,00 до 10,00 включ.	±0,60	

Примечание:

\*- автоэмиссионное устройство измерения в диапазоне измерений массовой концентрации изотопа урана-235 от 0,250 до 1,000 включ. г/дм<sup>3</sup> может быть использовано для контроля параметров ядерной безопасности при работе с ядерно-опасным оборудованием;

\*\* - мешающими примесями в азотнокислых технологических растворах для гамма-абсорбционного метода измерений являются примеси железа, а также массовая концентрация азотной кислоты свыше 200 г/дм<sup>3</sup>, а в органических технологических растворах - массовая концентрация трибутилфосфата (ТБФ) свыше 200 г/дм<sup>3</sup>.

Таблица 4 – Основные технические характеристики

Наименование характеристики	Значение
Температура технологического раствора при охлаждении блока детектирования автоэмиссионного измерительного узла сжатым воздухом, с объемным расходом не менее 1 м <sup>3</sup> /мин, °С	от +15 до +100
Температура технологического раствора гамма-абсорбционного измерительного узла, °С	от +15 до +60
Избыточное давление в технологическом трубопроводе, кПа, не более	98
Массовая концентрация урана в азотнокислых растворах, г/дм <sup>3</sup> , не более	200
Массовая концентрация урана в органических растворах, г/дм <sup>3</sup> , не более	90
Массовая концентрация изотопа урана-235 в азотнокислых растворах, г/дм <sup>3</sup> , не более	10

Продолжение таблицы 4

Наименование характеристики	Значение
Массовая концентрация азотной кислоты в азотнокислых растворах, г/дм <sup>3</sup> , не более	300
Массовая концентрация трибутилфосфата (ТБФ) в органических растворах, г/дм <sup>3</sup> , не более	250
Массовая концентрация железа в азотнокислых растворах, г/дм <sup>3</sup> , не более	6
Измерительные узлы анализатора приспособлены для подключения к трубопроводу с внутренним диаметром, мм	от 25 до 50
Нормально замкнутые релейные выходы анализатора предназначены для подключения к обмоткам управления релейных цепей с максимальными параметрами: - напряжение постоянного тока, В, не более - сила постоянного тока, мА, не более	24 80
Аналоговые выходы, мА	от 4 до 20 от 0 до 5
Сопротивление нагрузки, кОм, не менее	1,0
Длина соединительного кабеля между вторичным преобразователем и измерительным узлом, м, не более	150
Электропитание от источника постоянного тока: - номинальное напряжение, В; - потребляемая мощность, Вт, не более	24
Габаритные размеры (высота×ширина×глубина), мм, не более: - гамма-абсорбционный измерительный узел; - автоэмиссионный измерительный узел;	220x500x140
Масса, кг, не более: - гамма-абсорбционный измерительный узел; - автоэмиссионный измерительный узел;	3,0
Вместимость проточной кюветы, дм <sup>3</sup> , не более: - гамма-абсорбционный измерительный узел; - автоэмиссионный измерительный узел.	0,015
Номинальная вместимость контрольной кюветы, дм <sup>3</sup> , не более: - гамма-абсорбционный измерительный узел; - автоэмиссионный измерительный узел.	0,015
Условия эксплуатации: - температура окружающего воздуха, °С; - относительная влажность окружающего воздуха, %, не более; - атмосферное давление, кПа.	от +15 до +40 80 от 84 до 106
На месте установки измерительных узлов наличие: - вибрация с частотой, Гц, не более; - амплитуда, мм, не более	25 0,1
Мощность поглощенной дозы гамма излучения для измерительных узлов с источником ионизирующего излучения, мкГр/час, не более: - у поверхности измерительного узла; - на расстоянии 1 м от него	100 3
Время установления рабочего режима измерений, мин, не более	3
Режим работы Анализатора	непрерывный
Срок службы, лет, не менее	10

#### Примечание

1 Узел измерения подключается к технологическому трубопроводу в вертикальном положении так, что бы поток контролируемого раствора двигался снизу вверх (при этом не происходит зависание воздушных пузырей в зоне измерений)

2 Контролируемые среды должны быть гомогенными по урану и устойчивыми к расслоению.

3 Условная массовая доля изотопа урана-232 в уране технологических растворов не более  $2 \cdot 10^{-7}$  %, содержание (массовая концентрация) дочерних продуктов распада может изменяться от нуля до равновесного значения.

#### Знак утверждения типа

Знак наносится фотоспособом в правой части таблички Анализаторов 4К-М и методом штемпелевания на титульный лист руководства по эксплуатации "Анализатор 4К" ПВНТ.412131.001 РЭ

#### Комплектность средства измерений

Таблица 5 – Комплектность средства измерений

ОБОЗНАЧЕНИЕ	НАИМЕНОВАНИЕ	КОЛИЧЕСТВО, ШТ.
	Анализатор 4К-М	1
	Комплект эксплуатационных документов	
РЭ	Руководство по эксплуатации ПВНТ.412131.001 РЭ	1
ФО	Формуляр ПВНТ.412131.001 ФО	1
РО	Руководство оператора ПВНТ.412131.001 РО	1
ДММ	ПО «Радуга» Метрологический модуль. ПВНТ.412131.001ДММ	1

#### Сведения о методиках (методах) измерений

Сведения приведены в эксплуатационном документе: раздел 1.4 «Устройство и работа анализатора» руководства по эксплуатации ПВНТ.412131.001 РЭ «Анализатор 4К-М».

#### Нормативные документы, устанавливающие требования к Анализатору 4К-М.

Технические условия Анализатор 4К-М ПВНТ.412131.001 ТУ

#### Изготовитель

Общество с ограниченной ответственностью «Спецтеплохимстройремонт» (ООО «Спецтеплохимстройремонт»)

Адрес: РФ, 144001, г. Электросталь, Московская область, улица Трудовая, д. 1В

ИНН 5053014782

Телефон: 8(49657)-50317 доб.133

Электронная почта: [sthsr@mail.ru](mailto:sthsr@mail.ru).

#### Испытательный центр

Акционерное общество «Машиностроительный завод» (АО «МСЗ»)

Адрес: РФ, 144001, г. Электросталь, Московская область, ул. К. Маркса, д. 12.

ИНН 5053005918

Телефон: (495) 702-99-01, (495) 702-99-70

Телефакс: (495) 702-90-68

Электронная почта: [zymasz@elemash.ru](mailto:zymasz@elemash.ru).

Номер аттестата аккредитации № RA.RU.310693, дата внесения в реестр сведений об аккредитованном лице 20 апреля 2015 г.