

**Анализатор серы  
рентгенофлуоресцентный  
энергодисперсионный ЭКРОС-7700**

Паспорт

Руководство по эксплуатации

БКРЕ.415312.003ПС

Версия 1.17 от 16.01.2025

Номер по каталогу: 1.15.30.0011





## Содержание

1.	ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ .....	2
2.	НАЗНАЧЕНИЕ .....	2
3.	ОСНОВНЫЕ СВЕДЕНИЯ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ .....	2
4.	ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ .....	3
5.	УСЛОВИЯ ЭКСПЛУАТАЦИИ И ТРЕБОВАНИЯ К ПОМЕЩЕНИЮ .....	4
6.	СВЕДЕНИЯ О СОДЕРЖАНИИ ДРАГОЦЕННЫХ МАТЕРИАЛОВ .....	6
7.	КОМПЛЕКТ ПОСТАВКИ .....	7
8.	ПРИНЦИП ДЕЙСТВИЯ .....	7
9.	УСТРОЙСТВО АНАЛИЗАТОРА .....	9
10.	КОНСТРУКТИВНОЕ ИСПОЛНЕНИЕ .....	10
11.	ВСТРОЕННОЕ ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ И ИНТЕРФЕЙС ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ .....	11
12.	ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ .....	13
13.	ПОРЯДОК РАБОТЫ .....	14
14.	УСТАНОВОЧНЫЕ ОБРАЗЦЫ .....	40
15.	МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПОДГОТОВКЕ И ПРОВЕДЕНИЮ АНАЛИЗА .....	41
16.	РУКОВОДСТВО ПО ИЗМЕРЕНИЮ НИЗКИХ КОНЦЕНТРАЦИЙ СЕРЫ В ДИАПАЗОНЕ ОТ 3 МГ/КГ ДО 100 МГ/КГ .....	42
17.	ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ .....	43
18.	ТЕКУЩИЙ РЕМОНТ .....	44
19.	ВОЗМОЖНЫЕ НЕИСПРАВНОСТИ И СПОСОБЫ ИХ УСТРАНЕНИЯ .....	45
20.	ПРАВИЛА ХРАНЕНИЯ И ТРАНСПОРТИРОВАНИЯ .....	47
21.	СВЕДЕНИЯ ОБ УТИЛИЗАЦИИ .....	47
22.	ГАРАНТИЙНЫЕ ОБЯЗАТЕЛЬСТВА .....	47
23.	СВЕДЕНИЯ О РЕКЛАМАЦИЯХ .....	48
24.	СВИДЕТЕЛЬСТВО О ПРИЁМКЕ .....	48
25.	СВЕДЕНИЯ О ПРОИЗВЕДЁННЫХ РЕМОНТАХ .....	49
	ПРИЛОЖЕНИЕ 1. СБОРКА И РАЗБОРКА КЮВЕТ .....	50

## Перечень принятых сокращений

- CO - стандартный образец массовой доли серы, используется для градуировки анализатора.
- GCO - государственный стандартный образец массовой доли серы, используется для градуировки и поверки анализатора.
- LMO - жидкий установочный образец серы - 0 % (лёгкое минеральное масло с содержанием серы менее 1 мг/кг), используется для корректировки градуировки.
- SU-0S - твёрдый установочный образец серы - приблизительно 0 %, используется для корректировки градуировки.
- SU-05S - твёрдый установочный образец серы - приблизительно 0,5 %, используется для корректировки градуировки.
- SU-15S - твёрдый установочный образец серы - приблизительно 1,5 %, используется для корректировки градуировки.
- SU-35S - твёрдый установочный образец серы - приблизительно 3,5 %, используется для корректировки градуировки.
- SU-Mo - образец контрольный молибден - образец химического элемента молибден, имеющий рентгеновскую линию, по энергии совпадающую с рентгеновской линией серы 2307 эВ (S K-L<sub>2,3</sub>), используется для энергетической калибровки и корректировки градуировки и для проверки скорости счёта.
- SU-Ti - образец контрольный титан (выполнен как защитная задвижка измерительного узла) – образец химического элемента титана, имеющий рентгеновскую линию с энергией 4508 эВ (Ti K-L<sub>2,3</sub>), используется для энергетической калибровки и выполнения АРУ.
- APY - автоматическая регулировка усиления, функция, позволяющая корректировать энергетическую калибровку анализатора.

## Соответствие нормам

Анализатор ЭКРОС-7700 соответствует требованиям нормативных документов по электробезопасности и электромагнитной совместимости:

- ГОСТ 12.2.091-2012 (IEC 61010-1:2001, MOD) Безопасность электрического оборудования для измерения, управления и лабораторного применения. Часть 1. Общие требования.
- ГОСТ Р МЭК 61326-1-2014 (IEC 61326-1:2012, MOD) Оборудование электрическое для измерения, управления и лабораторного применения. Требования электрической совместимости. Часть 1. Общие требования.

**Предупреждение:** анализатор ЭКРОС-7700 не предназначен для использования в промышленных условиях. В промышленных условиях внешние электромагнитные воздействия в окружающей среде могут привести к несоответствию анализатора техническим и метрологическим характеристикам, в этом случае пользователю может потребоваться принять адекватные меры.

## **1. Общие сведения**

- 1.1 Настоящий паспорт, объединённый с руководством по эксплуатации, предназначен для ознакомления с техническими характеристиками, конструкцией и правилами эксплуатации анализатора серы рентгенофлуоресцентного энергодисперсионного ЭКРОС-7700 (далее – «анализатор» или «прибор»).
- 1.2 Опасные и вредные производственные факторы.
- 1.2.1 Функциональные блоки и узлы анализатора являются потенциальным источником опасных производственных факторов:
- повышенного значения напряжения в электрических цепях, замыкание которых может произойти через тело человека;
  - повышенного уровня рентгеновского излучения в рабочей зоне.
- 1.2.2 Анализатор содержит техногенный источник ионизирующего (рентгеновского) излучения. После его наладки и пуска в эксплуатацию проведение дополнительной юстировки и наладки не требуется, поэтому анализатор относится к аппаратам первой группы в соответствии СанПиН 2.6.1.3289-15.
- 1.2.3 Анализатор освобождается от радиационного контроля и учёта в соответствии с «Основными санитарными правилами обеспечения радиационной безопасности» (ОСПОРБ 99/2010) и «Гигиенических требований по обеспечению радиационной безопасности при обращении с источниками, генерирующими рентгеновское излучение при ускоряющем напряжении до 150 кВ» СанПиН 2.6.1.3289-15.

## **2. Назначение**

- 2.1 Анализатор предназначен для определения массовой доли серы от 0,0003 % или 0,0005 % (в зависимости от модификации) до 5,0 % в сырой нефти, бензине (неэтилированном), дизельном топливе, керосине, нефтяных остатках, основах смазочных масел, гидравлических маслах, реактивном топливе и других дистиллятных нефтепродуктах в соответствии с ГОСТ Р 51947, ГОСТ 32139, ГОСТ ISO 8754, ГОСТ ISO 20847, ASTM D 4294, ISO 20847, ISO 8754.
- 2.2 Анализатор может быть использован в лабораториях нефтедобывающей и нефтеперерабатывающей промышленности, лабораториях нефтепроводов и нефтепродуктопроводов, лабораториях научно-исследовательских и учебных заведений, а также для исследований в области экологии и охраны окружающей среды.

## **3. Основные сведения и технические данные**

### **3.1 Сведения о производителе**

- 3.1.1 Анализатор серы рентгенофлуоресцентный энергодисперсионный ЭКРОС-7700 изготовлен:

ООО «ЭКРОСХИМ»

Юридический адрес:

196006, Санкт-Петербург, ул. Коли Томчака, д. 25 Литера Ж.

Почтовый адрес:

199178, а/я №55

Телефон/Факс: (812) 322-9600, 449-3122, 449-3123

E-mail: info@ecohim.ru, URL: https://ecohim.ru

### 3.2 Информация о сертификации

3.2.1 Анализатор ЭКРОС-7700 зарегистрирован в Государственном реестре средств измерений под №74440-19.

3.2.2 Анализатор ЭКРОС-7700 имеет декларацию о соответствии требованиям Технического регламента таможенного союза ТР ТС 004/2011 «О безопасности низковольтного оборудования» и Технического регламента таможенного союза ТР ТС 020/2011 «Электромагнитная совместимость технических средств».

## 4. Технические характеристики

4.1 Питание анализатора осуществляется от сети переменного тока с частотой 50/60 Гц номинальным напряжением от 100 до 240 В.

4.2 Мощность, потребляемая анализатором, В·А, не более.....90

4.3 Габаритные размеры анализатора, мм, не более, ..... 290 x 390 x 145

4.4 Масса анализатора, кг, не более .....8

4.5 Диапазон показаний массовой доли серы..... от 2 мг/кг до 100000 мг/кг

4.6 Диапазон измерений массовой доли серы:

- модификация анализатора S3..... от 3 мг/кг до 50000 мг/кг;
- модификация анализатора S5..... от 5 мг/кг до 50000 мг/кг.

### Примечания:

- Вариант модификации анализатора указывается в свидетельстве о приёмке.
- Для расчёта диапазона определения массовой доли в % необходимо указанные выше значения разделить на 10000.

4.7 Запись результата измерений, фиксируемого в протоколе испытаний, производится с округлением результата анализа по следующим правилам:

- в диапазоне массовой доли серы до 0,0099 % (99 мг/кг) результат округляется до двух значащих цифр;
- в диапазоне массовой доли серы от 0,01 % (100 мг/кг) результат округляется до трёх значащих цифр.

При работе по методике измерений (ГОСТ Р 51947, ГОСТ 32139, ГОСТ ISO 8754, ГОСТ 20847, ASTM D 4294, ISO 20847, ISO 8754) округление результатов проводится по соответствующему пункту МИ.

4.8 Предел допускаемой абсолютной погрешности измерения массовой доли серы, мг/кг:

- в диапазоне от 3 мг/кг до 16 мг/кг включ. ....  $\pm 1,3041 \cdot C^{0,6446}$ ;
  - в диапазоне св. 16 мг/кг до 46000 мг/кг включ.....  $\pm 0,8694 \cdot C^{0,6446}$ ;
  - в диапазоне св. 46000 мг/кг до 50000 мг/кг .....  $\pm 1,7388 \cdot C^{0,6446}$ ,
- где С - измеренное значение массовой доли серы, мг/кг.

**Примечание:** для расчёта предела допускаемой абсолютной погрешности измерения массовой доли в % необходимо указанные выше значения разделить на 10000.

4.9 Относительное среднеквадратичное отклонение СКО случайной составляющей погрешности<sup>1</sup> при измерении массовой доли серы 500 мг/кг: не более 0,5 %.

4.10 Предел повторяемости<sup>2</sup> результатов единичных измерений массовой доли серы  $r$  ( $P=0,95$ ), мг/кг:

- в диапазоне от 3 мг/кг до 16 мг/кг включ.....  $r=0,8694 \cdot C^{0,6446}$ ;
  - в диапазоне св. 16 мг/кг до 46000 мг/кг включ.....  $r=0,4347 \cdot C^{0,6446}$ ;
  - в диапазоне св. 46000 мг/кг до 50000 мг/кг .....  $r=1,3041 \cdot C^{0,6446}$ ,
- где  $C$  - измеренное значение массовой доли серы, мг/кг.

**Примечание:** для расчёта предела допускаемой абсолютной погрешности измерения массовой доли в % необходимо указанные выше значения разделить на 10000.

4.11 Время непрерывной работы анализатора не менее 17 часов.

4.12 Изменение показаний анализатора [скорость счета на контрольном образце (SU-Mo)] при изменении номинального напряжения питающей сети на  $\pm 10\%$  (ГОСТ 29322-2014) не должно превышать  $\pm 1,5\%$ .

4.13 Средняя наработка на отказ не менее 15000 часов.

4.14 Указанная наработка на отказ обеспечивается при соблюдении потребителем условий эксплуатации и выполнении мероприятий, предусматривающих техническое и ремонтное обслуживание анализатора.

4.15 Полный средний срок службы анализатора не менее 8 лет.

4.16 Анализатор имеет встроенное программное обеспечение для управления и обработки данных.

4.17 На задней панели корпуса анализатора размещены соединения следующих коммуникационных интерфейсов:

- две розетки USB «Стандарт «А» – стандарт ГОСТ Р МЭК 62680-4-2015 для подключения внешних устройств и носителей информации;
- розетка USB «Стандарт «В» – стандарт ГОСТ Р МЭК 62680-4-2015 для соединения с ПК по последовательному интерфейсу с эмуляцией COM-порта;
- гнездо 8P8C для присоединения анализатора к ЛВС Ethernet - стандарт IEEE Std 802.3ab-1999.

## 5. Условия эксплуатации и требования к помещению

5.1 Анализатор изготовлен в климатическом исполнении УХЛ категории 4.2 в соответствии с требованиями ГОСТ 15150-69 и предназначен для эксплуатации в лабораторных условиях. Корпус прибора обеспечивает степень защиты IP20ХН в соответствии с ГОСТ 14254-2014.

5.2 Анализатор предназначен для работы в следующих климатических условиях:

<sup>1</sup> В соответствии с п. 6.1.6 ASTM D 4294-16, ГОСТ 32139-2013.

<sup>2</sup> Модуль разности результатов единичных измерений массовой доли серы в двух порциях одной пробы.

- температура окружающего воздуха .....от +10°C до +35°C;
- относительная влажность воздуха.....до 80% при 25°C;
- атмосферное давление ..... от 84 кПа - до 107 кПа.

- 5.3 Пусконаладочные работы и эксплуатация анализатора должны производиться в соответствии с руководством по эксплуатации.
- 5.4 Прибор должен устанавливаться на прочном горизонтальном основании.
- 5.5 Анализатор не должен подвергаться воздействию внезапных перепадов температуры или прямых солнечных лучей (изменение температуры более чем на 2°C в процессе измерения низкой серы может привести к отклонениям в результатах текущих измерений). Нужно избегать установки анализатора вблизи выхода из комнаты, в коридорах или вблизи окна.
- 5.6 При установке анализатора в помещении на высоте более 500 м над уровнем моря требуется произвести новую градуировку анализатора.
- 5.7 При эксплуатации анализатора должно быть обеспечено отсутствие в окружающей среде пыли и химических соединений серы (превышающие стандарты атмосферного воздуха), взрывоопасных или агрессивных газов и паров.
- 5.8 Содержание пыли в воздухе должно быть не более 1 мг/м<sup>3</sup> при размере частиц не более 3 мкм.
- 5.9 Помещение, в котором эксплуатируется анализатор, должно быть сухим и отапливаемым, с естественным и искусственным освещением и соответствовать действующим нормам для лабораторных помещений.

**Внимание:**

1. Влажность в помещении должна быть достаточно низкой во избежание конденсации влаги на входном усилительном элементе рентгеновского детектора.
2. В самом рабочем помещении и в непосредственной близости от него не должны располагаться источники электромагнитных полей (сварочные установки, искровые генераторы, разрядники, мощные электродвигатели и генераторы, компрессоры и т.д.).

- 5.10 Вибрация пола в помещении не должна превышать 0,1 мм с частотой до 25 Гц.
- 5.11 Помещение должно быть оборудовано розеткой с подводкой к ней однофазной электрической сети (L - цепь фазы, N - нулевая рабочая цепь, PE - нулевая защитная цепь) переменного тока частотой 50/60 Гц, напряжение 100÷240 В.
- 5.12 Сопротивление заземляющего устройства (цепь PE) должна быть не более 4 Ом во все времена года.

**Внимание:**

1. При измерении концентрации серы ниже 20 мг/кг необходимо обеспечить сетевое питание анализатора со стабильностью напряжения  $\pm 1\%$ . Например, использовать инверторный (с двойным преобразованием) источник бесперебойного питания мощностью 500 В·А (типа ИМПУЛЬС МИНИ 500).



2. При использовании источника бесперебойного питания или сетевого фильтра категорически запрещается одновременно включать в это устройство другие потребители электрической мощности.

5.13 Эксплуатация анализатора должна производиться в соответствии с требованиями «Правил технической эксплуатации электроустановок потребителей», «Правил по охране труда при эксплуатации электроустановок», «Гигиенических требований по обеспечению радиационной безопасности при обращении с источниками, генерирующими рентгеновское излучение при ускоряющем напряжении до 150 кВ» (СанПиН 2.6.1.3289-15), «Основных санитарных правил обеспечения радиационной безопасности» (ОСПОРБ-99/2010).

5.14 К техническому обслуживанию анализатора следует допускать лиц, имеющих квалификацию в соответствии с указанными документами, прошедших специальное обучение представителями предприятия-изготовителя продукции или другой организации по его доверенности.

**Внимание!** Проведение работ по настройке (юстировке) аналитических параметров анализатора персоналу пользователя запрещается.

5.15 В соответствии с п. 1.7.2 ОСПОРБ-99/2010 обращение с анализатором может быть освобождено от контроля при условии получения пользователем соответствующего санитарно-эпидемиологического заключения, после чего обращение с анализатором производится как с изделием, не представляющим радиационной опасности. Для этого необходимо обратиться в управление Роспотребнадзора по субъекту Российской Федерации, представив им Экспертное заключение на анализатор, копия которого прилагается в комплекте поставки анализатора.

5.16 В случае нарушения указанных выше правил эксплуатации оборудования может ухудшаться защита от опасных и вредных производственных факторов, перечисленных в разделе 1.

## 6. Сведения о содержании драгоценных материалов

Таблица 2

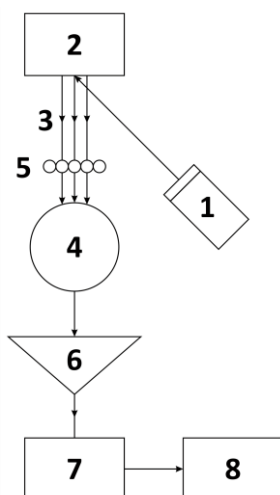
Материал	Содержание
Золото	нет
Серебро	0,091 г
Платина	нет
Иридий	нет
Родий	нет
Палладий	нет
Рутений	нет
Осмий	нет
Алмаз	нет

## 7. Комплект поставки

7.1	Анализатор ЭКРОС-7700.....	1 шт.
7.2	Кабель сетевой <sup>3</sup> .....	1 шт.
7.3	Кювета защитная .....	1 шт.
7.4	Комплект установочных образцов.....	1 шт.
7.5	Кювета измерительная.....	50 шт.
7.6	Плётка майларовая .....	2 рул.
7.7	Термобумага для встроенного принтера .....	6 рул.
7.8	Ключ замка-выключателя .....	2 шт.
7.9	Резервный USB флэш-диск.....	1 шт.
7.10	Устройство для сборки кювет КИ-28.....	1 шт.
7.11	Устройство для разборки кювет КИ-28.....	1 шт.
7.12	Устройство для разборки защитной кюветы.....	1 шт.
7.13	Фильтр воздушный запасной.....	1 шт.
7.14	Стилус для сенсорного экрана .....	1 шт.
7.15	Паспорт Руководство по эксплуатации БКРЕ.415312.003ПС .....	1 экз.
7.16	Копия экспертного заключения о радиационной безопасности .....	1 экз.

## 8. Принцип действия

- 8.1 Анализатор является рентгенофлуоресцентным энергодисперсионным прибором.
- 8.2 Принцип действия анализатора (Рисунок 1) основан на измерении интенсивности рентгенофлуоресцентного излучения серы в измеряемом образце и интенсивности рассеянного излучения углеводородной матрицы, являющейся основой образца. Измеренное значение интегральной интенсивности серы (или отношения интенсивности серы к рассеянному излучению матрицы) пропорционально её концентрации.
- 8.3 Излучение рентгеновской трубки (1) падает на образец (2), возбуждает в нём характеристическое рентгеновское излучение серы и рассеянное излучение (3), которые регистрируются рентгеновским газовым пропорциональным детектором (4).

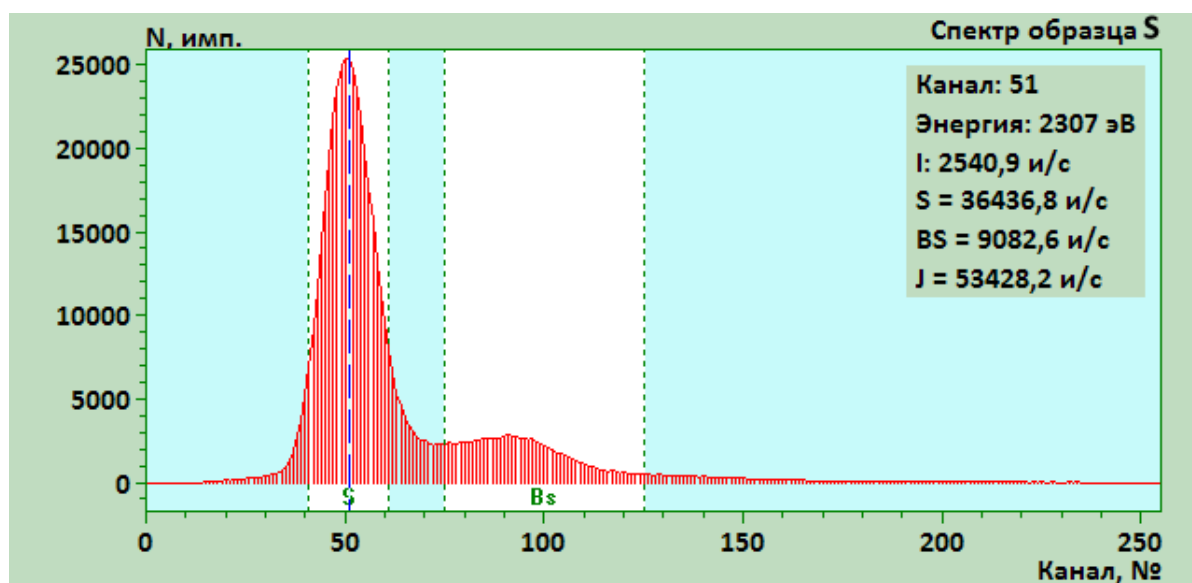


- 1 – рентгеновская трубка;  
2 – образец;  
3 – вторичное излучение;  
4 – детектор;  
5 – селективный фильтр;  
6 – усилитель импульсов;  
7 – многоканальный амплитудный анализатор;  
8 – микропроцессорное устройство.

<sup>3</sup> Кабель сетевой с разъёмом IEC-320 C13 и штепсельным соединителем, соответствующим стандарту страны поставки.

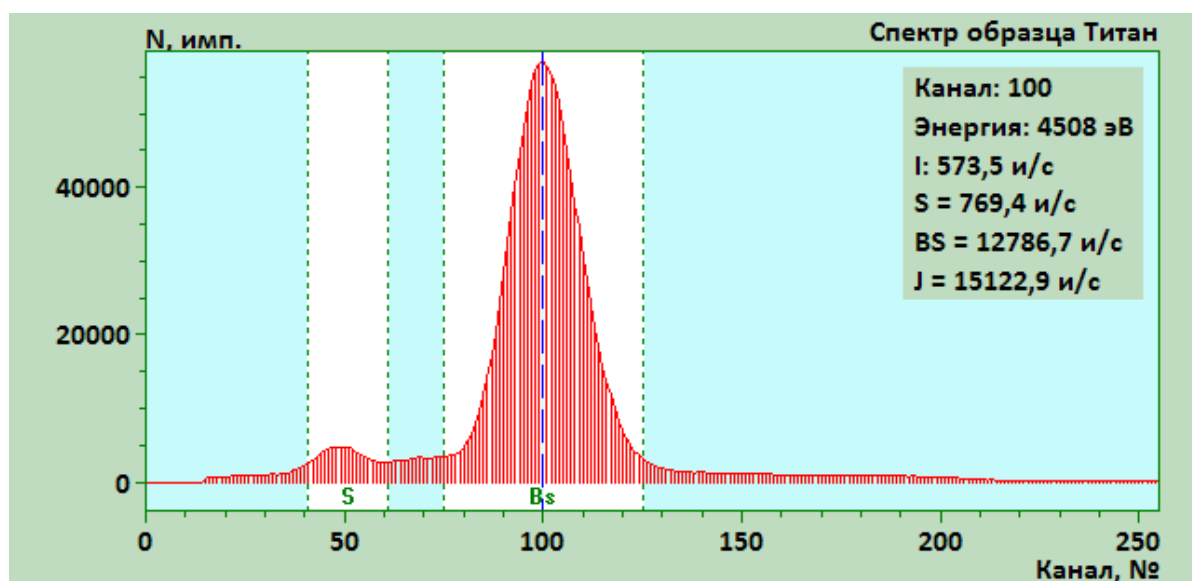
**Рисунок 1**

8.4 Непосредственно перед окном детектора установлен селективный фильтр (5), пропускающий характеристическое излучение серы и ослабляющий характеристическое излучение аргона воздуха и хлора, иногда присутствующего в нефти и некоторых нефтепродуктах.



**Рисунок 2**

8.5 В детекторе возникают электрические импульсы пропорционально энергии рентгеновских лучей. Эти электрические импульсы усиливаются и формируются усилителем (6) и диспергируются по энергии многоканальным амплитудным анализатором (7). Последовательность импульсов различной амплитуды образует спектр излучения образца. Спектр обрабатывается микропроцессорным устройством (8), и в нём определяется количество зафиксированных импульсов определённой амплитуды (энергии), пропорциональное концентрации измеряемого элемента (серы). Далее с помощью предварительно построенных градуировочных уравнений производится количественный расчёт результата измерения.



**Рисунок 3**

8.7 На спектре контрольного образца титан (SU-Ti) (Рисунок 3) наблюдается рентгеновская линия химического элемента титана с энергией 4508 эВ (Ti K-L2,3).

9.1 Структурная схема анализатора приведена на рисунке ниже (Рисунок 4).

9.2 Кювета с измеряемым образцом помещается в кюветное отделение (1). На время измерения кюветное отделение закрывается крышкой с электромагнитным механизмом блокировки (2), при этом открывается титановая заслонка с электромеханическим приводом (3), обеспечивая прохождение рентгеновского излучения между измеряемым образцом и рентгенооптической схемой.

9.3 Температура и атмосферное давление измеряются соответствующими датчиками (4), расположенными в непосредственной близости от рентгенооптического узла, состоящего из рентгеновской трубки (5) и детектора (пропорционального счётчика) (7).

## Рисунок 4

- 9.5 Питание детектора осуществляется управляемым высоковольтным источником питания ВИП Д (8).
- 9.6 Сигнал от детектора усиливается предварительным усилителем ПУ (9) и поступает на цифровой обработчик импульсов ЦОИ (10), выполняющий функции формирующего усилителя, режектора наложений, спектрометрического АЦП и многоканального амплитудного анализатора.
- 9.7 Полученный спектр образца передаётся в микропроцессорное устройство управления МУУ (14) для дальнейшей обработки. Устройство управления представляет собой одноплатный микрокомпьютер на базе микропроцессора архитектуры x86, работающий под управлением операционной системы Microsoft® Windows® Embedded Standard. Все функции управления работой составных частей анализатора, выполнение аналитических и вспомогательных процедур, математические вычисления, обработка, хранение и обмен данными и интерфейс пользователя реализованы во встроенном программном обеспечении (раздел 11).
- 9.8 Программное обеспечение и данные хранятся в энергонезависимой флэш-памяти Disk on Module (DOM) (15), установленной в устройстве управления.
- 9.9 Для взаимодействия с пользователем устройство снабжено цветным сенсорным экраном (16) и звуковым каналом (17). Протоколирование градуировок и результатов измерений осуществляется с помощью присоединённого к устройству управления термического печатающего устройства ТПУ (12) с кнопкой протяжки бумаги (13). Разъёмы внешних интерфейсов (18) служат для подключения внешних устройств и линий передачи данных.
- 9.10 Через подключённый модуль цифровых преобразователей МЦП (11) МУУ осуществляет управление работой кюветного отделения (пп. 9.2, 9.3), программирование режимов высоковольтных источников питания и получение данных мониторинга их параметров (п. 9.4), управление и проверку состояния сигнальных ламп радиационной опасности (19), опрос положения кнопки включения (20), замка-выключателя питания источника рентгеновского излучения (21), а также управление общим импульсным источником питания ИИП (22) с системным вентилятором охлаждения (23).

## **10. Конструктивное исполнение**

- 10.1 Анализатор (Рисунок 5) представляет собой стационарный настольный лабораторный прибор, состоящий из электронных и электромеханических узлов, установленных в едином корпусе (1). На площадке в верхней части корпуса расположено кюветное отделение (2), крышка печатающего устройства (3) и два световых индикатора радиационной опасности (4). На наклонной передней панели анализатора находится цветной сенсорный экран (5), обеспечивающий функции ввода и вывода необходимой информации и кнопка включения (6) со встроенной световой индикацией. В передней части правой боковой стенки корпуса установлен электромеханический замок-выключатель питания источника рентгеновского излучения (7). На задней панели прибора расположены: кнопка протяжки бумаги (8) печатающего устройства, гнездо (9) для подключения сетевого кабеля со встроен-

ным сетевым выключателем (10), дверца для заправки термобумаги (11), а также две розетки USB A (12) для подключения внешних устройств, гнездо 8P8C (13) для присоединения прибора к ЛВС и розетка USB B (14) для соединения с ПК. На дне корпуса имеется съёмная решётка для доступа к фильтру вентилятора охлаждения.

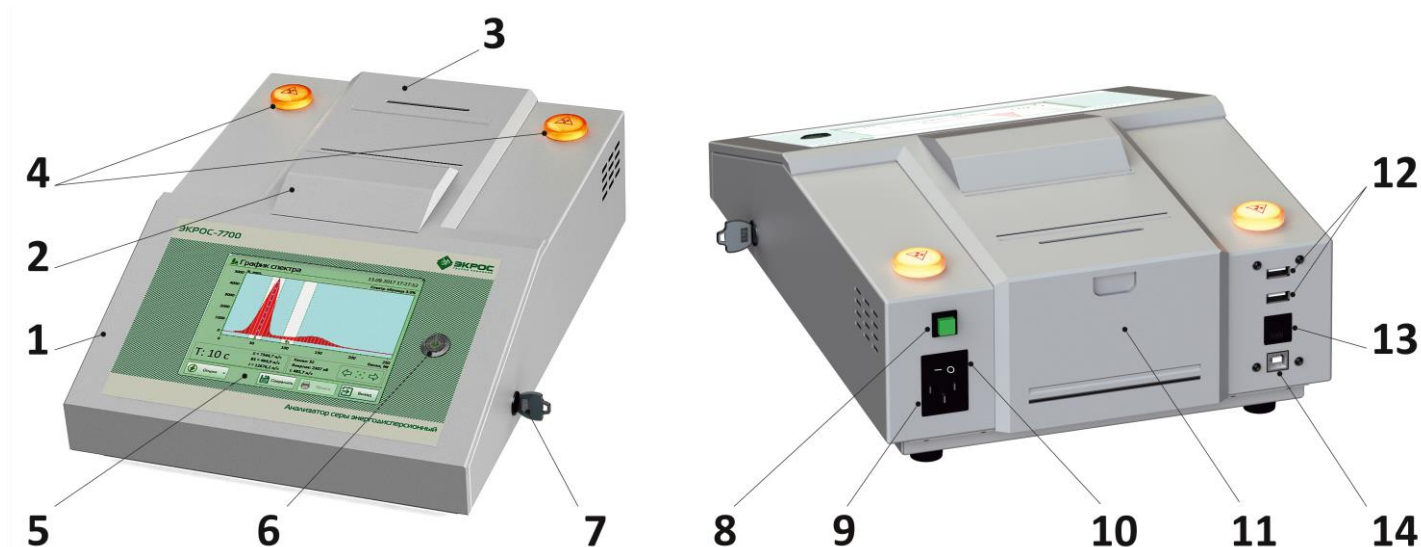


Рисунок 5

## 11. Встроенное программное обеспечение и интерфейс пользователя

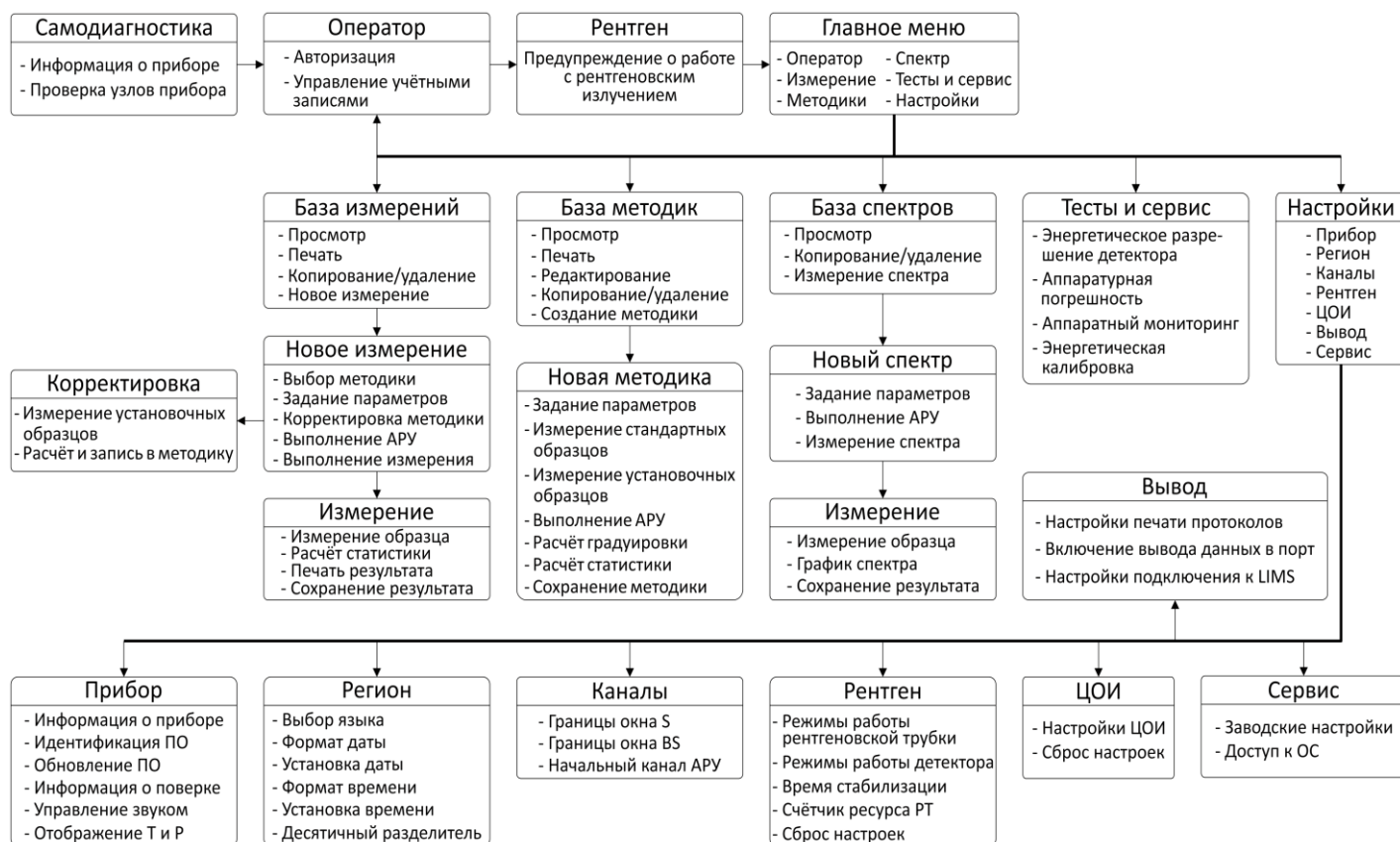


Рисунок 6

11.1 Анализатор работает под управлением встроенного программного обеспечения «PE7700FW», выполняющегося в операционной системе Microsoft® Windows® Embedded Standard, установленной на логическом диске интегрированной энергонезависимой флэш-памяти (п. 9.7).

11.2 Программное обеспечение состоит из двух программных модулей – главного (исполняемый файл «PE7700FW.exe») и вспомогательного (исполняемый файл «FWUpdate.exe»). Главный программный модуль является основной метрологически значимой частью ПО анализатора, второй – вспомогательная программа для выполнения функции обновления главного программного модуля.

11.3 Актуальные версии программных модулей ПО приведены в Таблице 3.

Таблица 3

Программный модуль	Номер версии
PE7700FW.exe	не ниже 1.0.1.0
FWUpdate.exe	не ниже 1.0.0.0

11.4 Структурная схема ПО анализатора приведена на рисунке выше (Рисунок 6). В программном обеспечении реализованы следующие основные группы функций:

11.4.1 Управление аппаратной частью прибора, в частности, функционированием отдельных узлов анализатора для выполнения аналитических и вспомогательных процедур, настройка их параметров, выполнение самодиагностики при включении питания, вывод диагностических сообщений при возникновении сбоев в работе, а также мониторинг текущих параметров.

11.4.2 Авторизация пользователей, управление учётными записями, разграничение прав доступа к настройкам, процедурам и данным.

11.4.3 Основные метрологические функции: создание и сохранение методик измерения, выполнение измерения образцов, вывод и сохранение данных измерения, корректировка методик измерения. Расчётные алгоритмы для данных процедур описаны ниже в разделе 13.

11.4.4 Вспомогательные аналитические и диагностические процедуры: энергетическая калибровка анализатора, снятие энергетического спектра образца, определение инструментальной ошибки в соответствии с ГОСТ 24745-81, измерение энергетического разрешения детектора.

11.4.5 Группа функций отображения информации об анализаторе и настройки его параметров: вывод информации об анализаторе, его программном и метрологическом обеспечении, выполнение обновления ПО со съёмного носителя; настройки некоторых параметров интерфейса пользователя; язык и региональные настройки; настройки параметров функционирования узлов аппаратной части; настройки вывода данных на печать и в последовательный порт, а также заводские настройки анализатора (доступны только на этапе производства и в сервисном режиме).

- 11.4.6 Встроенное программное обеспечение идентифицируется по следующим признакам: название исполняемого файла, номер версии, контрольная сумма исполняемого файла, вычисляемая по алгоритму CRC32. Номер версии ПО содержится в самом исполняемом файле, в нём же содержится процедура вычисления собственной контрольной суммы. При выполнении процедуры самотестирования ПО сравнивает вычисленную контрольную сумму с ранее сохранённым в недоступной пользователю области энергонезависимой памяти значением и в случае обнаружения расхождения выдаёт соответствующее предупреждение и блокирует дальнейшую работу с анализатором.
- 11.4.7 Все данные получаемые при создании методик, выполнении измерений образцов и измерениях спектров хранятся в энергонезависимой памяти в виде двоичных файлов. Файлы настроек, список пользователей, языковые ресурсы имеют текстовый формат и также хранятся в энергонезависимой памяти анализатора. При этом пользователь не имеет непосредственного доступа к файловой системе, что обеспечивает защиту данных от несанкционированного изменения. Работа пользователей с полученными данными ограничена средствами, предоставляемыми интерфейсом анализатора, в котором отсутствует возможность их модификации.
- 11.4.8 Данные методик и результатов измерений не могут передаваться через присоединяемые к анализатору внешние запоминающие устройства. Реализовано только два вида передачи этих наборов данных из прибора – через печатающее устройство на бумажный носитель и через последовательный порт по интерфейсу RS-232. Возможность передачи данных и команд в анализатор отсутствует. Параметры интерфейса для передачи данных: 19200, 8, 1, none. Данные передаются в текстовом виде, структура передаваемых данных полностью соответствует структуре данных печатных отчётов.

## **12. Требования безопасности**

- 12.1 Конструкция анализатора обеспечивает защиту обслуживающего персонала от опасных и вредных производственных факторов в соответствии с ГОСТ 12.0.003:
- повышенное значение напряжения в электрических цепях, замыкание которых может произойти через тело человека;
  - повышенный уровень рентгеновского излучения в рабочей зоне.
- 12.2 Конструкция анализатора предусматривает подключение анализатора к розетке с подводкой к ней электрической сети цепи (L - цепь фазы, N - нулевая рабочая цепь, PE - нулевая защитная цепь) переменного тока частотой 50/60 Гц, напряжением 100÷240 В.
- 12.3 Источники вредных и опасных факторов.
- 12.3.1 Источниками опасного электрического напряжения являются:
- источник питания рентгеновской трубки;
  - источник питания детектора.



12.3.2 Источником рентгеновского излучения в анализаторе является рентгеновская трубка.

12.3.3 На анализаторе нанесён знак радиационной опасности ЗРО-2 по ГОСТ 17925.

12.3.4 Включение источника рентгеновского излучения сопровождается автоматическим включением двух световых индикаторов жёлтого цвета с нанесёнными на них знаками радиационной опасности.

Мигание световых индикаторов предупреждает о работе источника питания рентгеновской трубки при открытой верхней крышке измерительной камеры.

Дополнительно предусмотрена блокировка включения источника рентгеновского излучения механическим замком-выключателем с ключом; замок расположен на правой боковой поверхности анализатора.

12.3.5 Мощность эквивалентной дозы рентгеновского излучения, измеренная при максимальном режиме рентгеновской трубки:

- напряжение – 10 кВ, ток – 200 мкА;
- напряжение – 8 кВ, ток – 500 мкА;
- напряжение – 6 кВ, ток – 600 мкА

в любом доступном для оператора месте на расстоянии 0,1 м от поверхности конструктивной защиты анализатора, не превышает 1,0 мкЗв/ч (0,03 мкР/с). Это условие выполняется при всех режимах работы анализатора, включая смену образцов.

12.3.6 Конструкция анализатора исключает возможность включения генерации рентгеновского излучения при снятых элементах корпуса или открытых технологических дверцах, обеспечивающих радиационную защиту персонала.

**Внимание!** Проведение работ по настройке (юстировке) аналитических параметров анализатора персоналу пользователя запрещается.

12.3.7 Защитный плавкий предохранитель размещён внутри анализатора, и его замена предусмотрена только в условиях технического обслуживания обученными специалистами или в условиях ремонта на предприятии-изготовителе.

## 13. Порядок работы

13.1 Анализатор поставляется Заказчику подготовленным для проведения количественного определения массовой доли серы в нефти и нефтепродуктах энергодисперсионным методом, изложенным в ГОСТ Р 51947-02, ГОСТ 32139-13, ГОСТ ISO 8754-13, ASTM D 4294-16, ISO 8754-2003.

13.2 В общей области памяти анализатора сохранены заводские методики (градуировки), охватывающие диапазон определения массовой доли серы в соответствии с вариантом модификации анализатора и требованиями потребителя.

13.3 Заводские градуировки выполнены с помощью стандартных образцов (СО) массовой доли серы в минеральном масле. Поверка анализатора выполняется с помо-

щью Государственных стандартных образцов, изготовленных на основе белого минерального масла с содержанием серы меньше 1 мг/кг.

#### 13.4 Подготовительные работы

13.4.1 Перед началом работ необходимо установить бумагу для печати в принтер. Для этого следует откинуть крышки принтера (поз. 3 и 11, Рисунок 5) в задней части анализатора. В рулон с бумагой продеть съёмную ось принтера, свободный конец бумаги продеть в принтер и вывести через прорезь между корпусом анализатора и крышкой принтера. Для продвижения бумаги служит кнопка (поз. 8, Рисунок 5), расположенная в левой части задней стенки анализатора.

13.4.2 Установить полиэфирную или полипропиленовую плёнку в наружную защитную кювету. Перед установкой следует обратить особое внимание на чистоту. Для очистки кювет следует использовать только сухую и мягкую ткань или фильтровальную бумагу.

Для сборки наружной кюветы на внутреннюю часть корпуса кюветы положить плёнку, сверху положить наружную часть корпуса и, нажатием руки, соединить корпуса. Лишнюю часть плёнки срезать. Плёнка должна быть натянута равномерно, без морщин. Если на кювете видны пылинки грязи или морщины, плёнку следует сменить.

Установить защитную кювету в кюветное отделение. Красные точки на корпусе анализатора, корпусе защитной кюветы должны совпадать.

13.4.3 В измерительную кювету указанная выше плёнка устанавливается при сборке кюветы, описанной в Приложении 1.

Заливать исследуемый образец в измерительную кювету следует непосредственно перед началом измерений. Перед установкой измерительной кюветы в защитную кювету, убедиться, что она не протекает. Объем заливаемого образца должен не менее 10 мл, оптимально 2/3 объёма измерительной кюветы.

**Внимание!** Если для создания новой градуировки или для анализа будут использоваться СО или пробы, матрица которых значительно отличается от углеводородного состава белого минерального масла (например, СО на основе изооктана, толуола; пробы бензина, с большим содержанием ароматических соединений и др.), необходимо учитывать растворимость плёнок, используемых в окнах измерительных кювет.

13.4.4 На задней панели анализатора перевести выключатель «СЕТЬ» в положение I. Ключ-замок включения источника питания рентгеновской трубки перевести в положение ВКЛЮЧЕНО.

Нажать кнопку включения, которая расположена на передней панели корпуса анализатора. Произойдёт загрузка операционной системы и ПО анализатора и начнётся процедура самотестирования, в ходе которой проверяется и отображается состояние основных узлов прибора (Рисунок 7).

13.4.5 При обнаружении каких-либо неполадок, соответствующий пункт списка будет отмечен красным значком, и будет подан кратковременный звуковой сигнал.

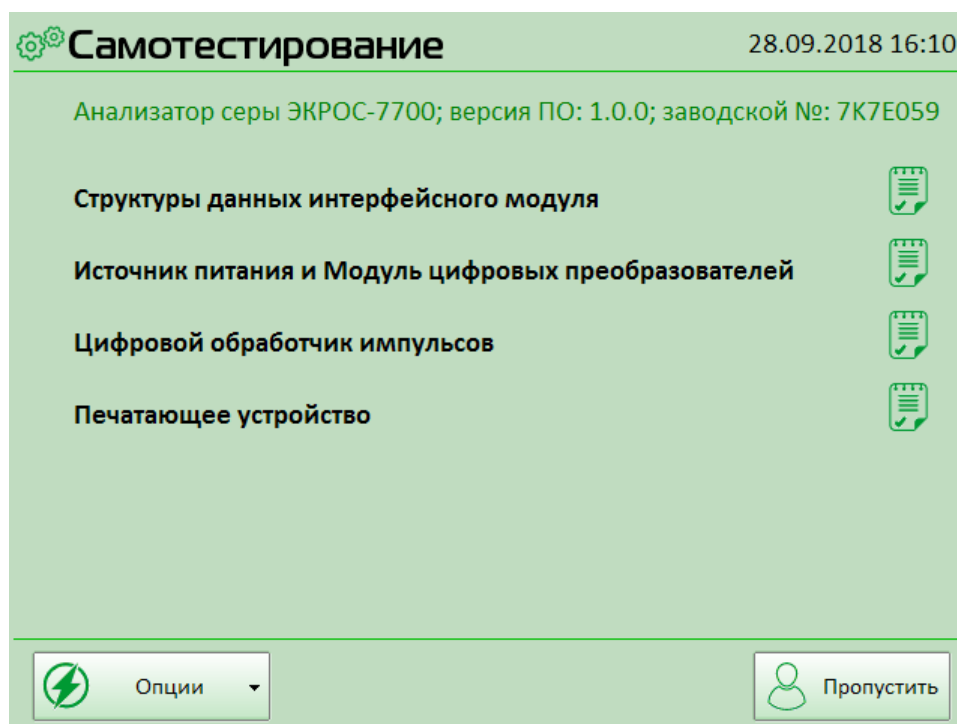


Рисунок 7

В случае если неполадка не является критической, в правой нижней части экрана будет активирована кнопка «Пропустить», нажатием на которую можно продолжить работу, перейдя к выбору оператора.

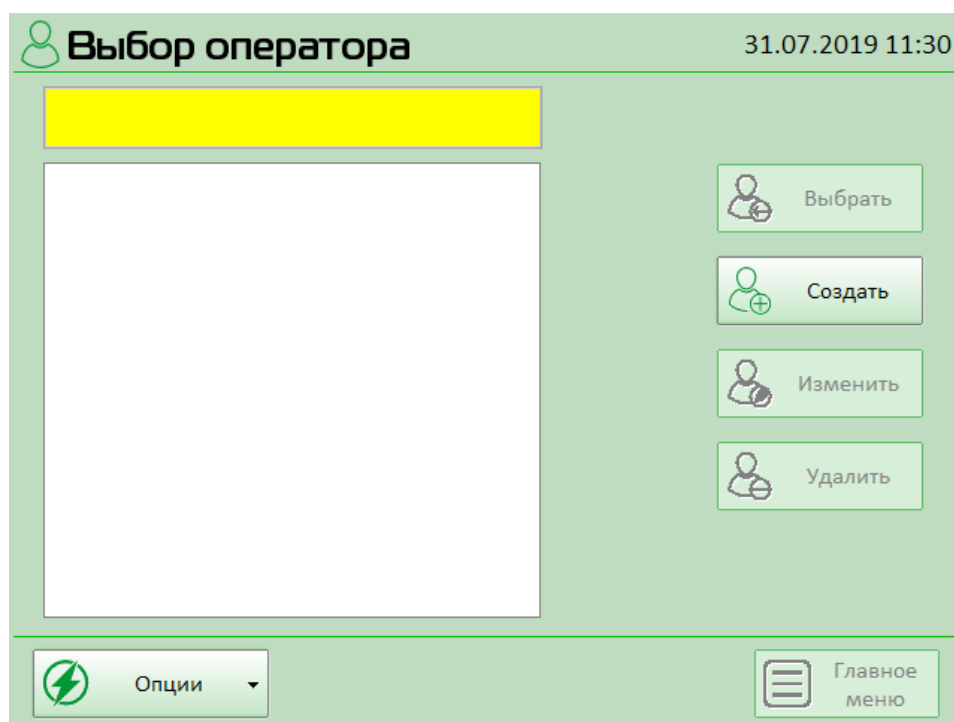


Рисунок 8

В противном случае следует завершить работу анализатора с помощью выбора пункта «Выключение» меню, вызываемого нажатием кнопки «Опции» и отклю-

чить электропитание выключателем «СЕТЬ», расположенным на задней стенке прибора. Для продолжения работы с анализатором необходимо устранить выявленную неисправность.

- 13.4.6 При успешном прохождении самотестирования появится окно «Выбор оператора» (Рисунок 8).

**Выбор оператора** 31.07.2019 11:35

**Новый оператор**

Имя:  (минимум 3 символа)

Уровень доступа:

☐ Стандартный

☒ Администратор

Введите пароль:

Подтвердите пароль:

Рисунок 9

**Выбор оператора** 31.07.2019 11:35

**Администратор**

Запись оператора Администратор создана успешно.

Рисунок 10

В этом окне при первом включении необходимо создать оператора с уровнем доступа «Администратор», имеющего право:

- создавать учётные записи других операторов в меню **Оператор**;
- выполнять настройки параметров анализатора в меню **Настройки**;
- выполнять и изменять градуировки анализатора в меню **Методики**;
- проверять параметры анализатора в меню **Тесты и сервис**.

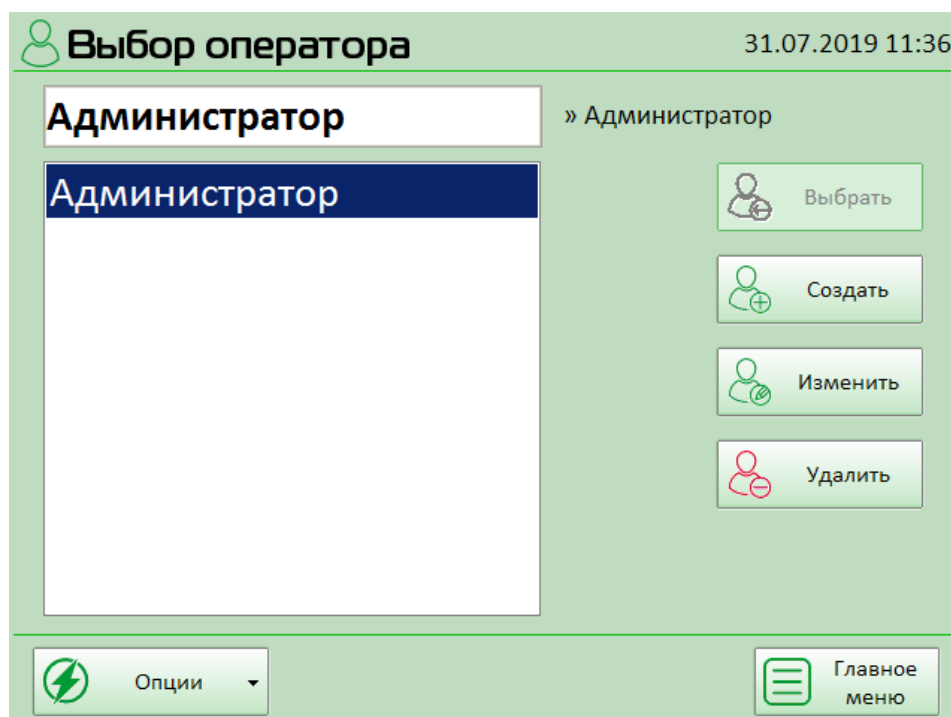


Рисунок 11

13.4.7 Нажмите кнопку **Создать**. Отобразится панель создания учётной записи оператора. Наберите имя пользователя с правами администратора, например, Администратор. Задайте пароль для входа пользователя Администратор (Рисунок 9).

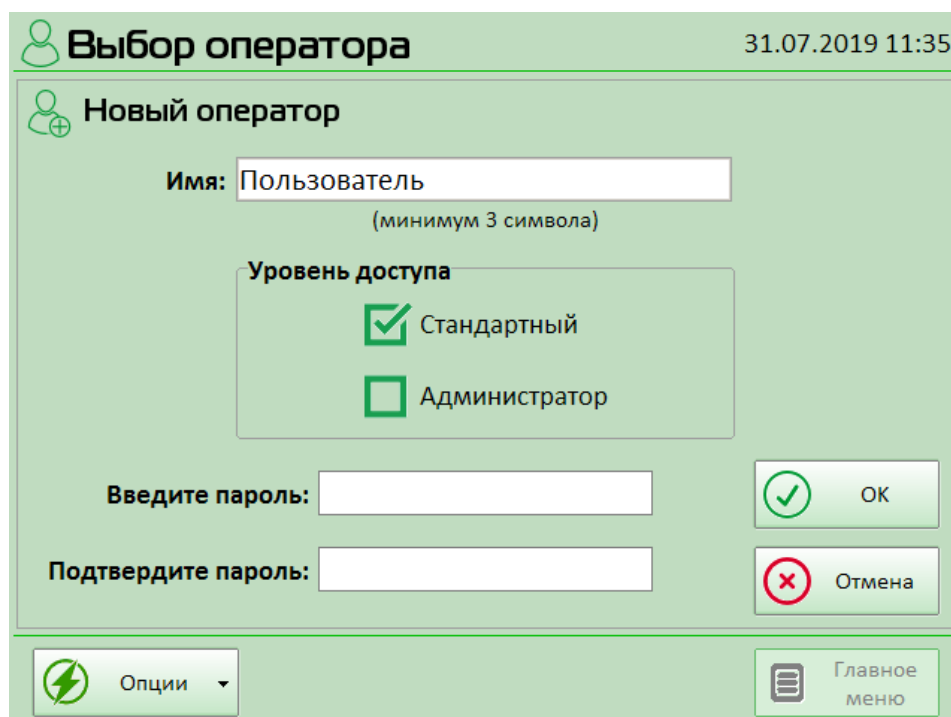
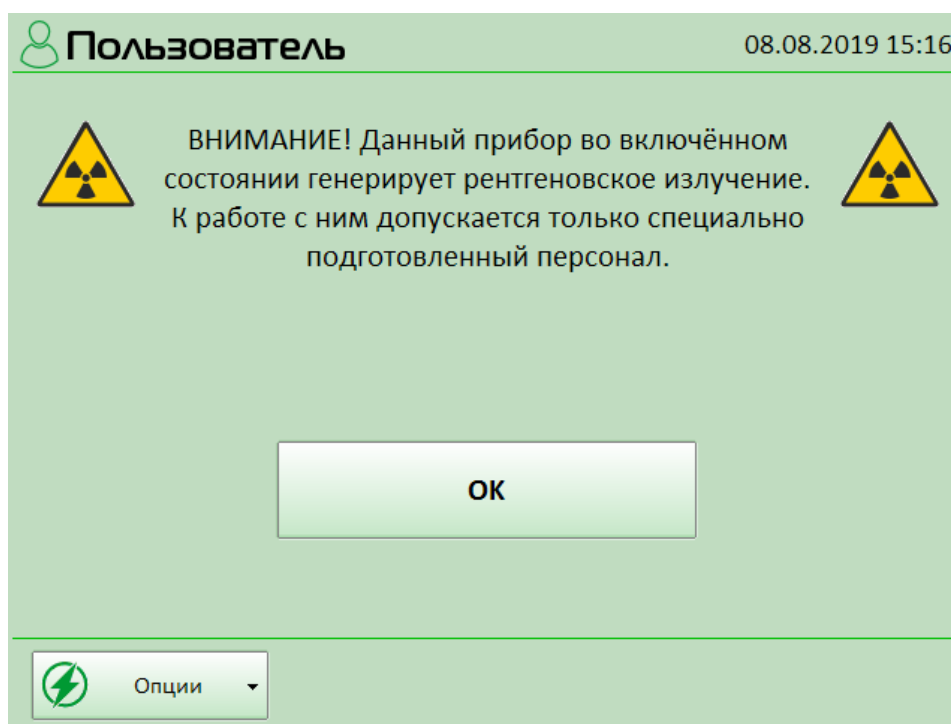


Рисунок 12

Нажмите кнопку ОК. Появится сообщение об успешном создании учётной записи нового оператора (Рисунок 10). Нажмите кнопку **ОК**.



**Рисунок 13**

13.4.8 Выберите в списке нужного оператора и нажмите кнопку **Выбрать**.

В появившемся окне наберите ранее заданный пароль. Нажмите **ОК**.

Вы войдёте в систему. Уровень доступа будет отображаться с правой стороны от имени выбранного оператора (Рисунок 11).

13.4.9 После создания оператора с правами администратора аналогичным образом можно создать пользователя со стандартными правами оператора для работы в меню **Измерение** и **Спектр**, например, «Пользователь» (Рисунок 12).

Для оператора с уровнем доступа «Стандартный» пароль можно не создавать. Достаточно нажать кнопку ОК.

13.4.10 Выберите оператора Пользователь, если нужно проводить только измерения образцов в режиме **Измерение** и **Спектр**. Выберите оператора Администратор, если нужно выполнять другие функции.

При выборе оператора с правами администратора необходимо по запросу ввести пароль.

При регистрации в учётной записи оператора активируется кнопка **Главное меню**. Нажмите кнопку, чтобы войти в окно **Главное меню**.

Сначала появится окно предупреждения о работе с рентгеновским излучением (Рисунок 13). Нажмите кнопку **ОК** чтобы подтвердить свою ответственность при работе с источником рентгеновского излучения. Появится окно **Главное меню** (Рисунок 14).

После прогрева в течение 40 минут анализатор готов к работе.

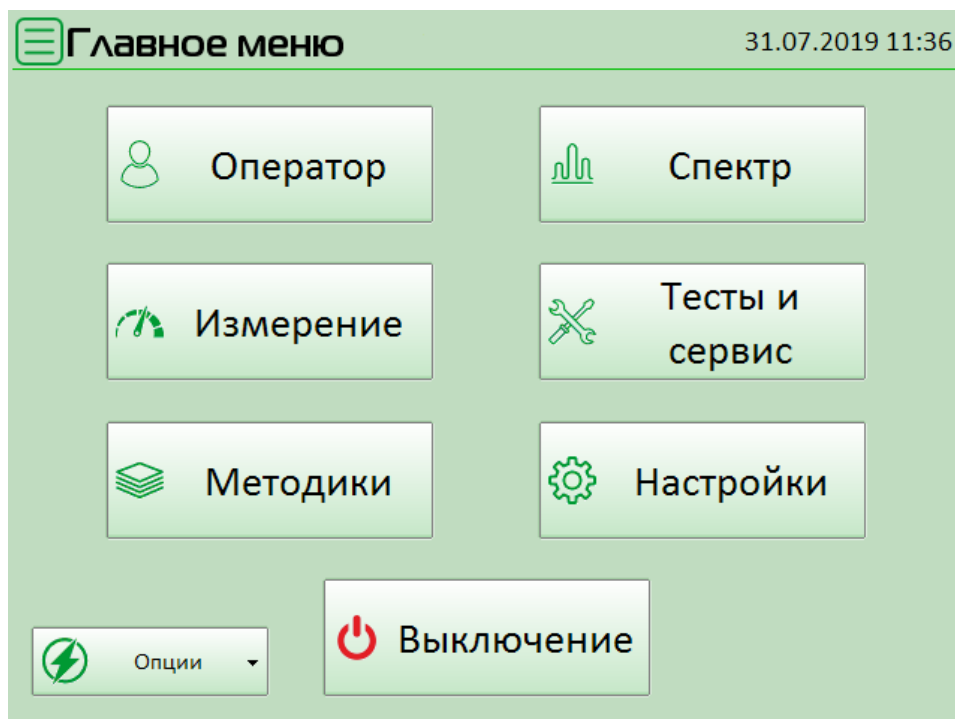


Рисунок 14

### 13.5 Настройка анализатора

13.5.1 Находясь в Главном меню (Рисунок 14), нажмите кнопку **Настройки**. Отобразится окно настроек анализатора (Рисунок 15).

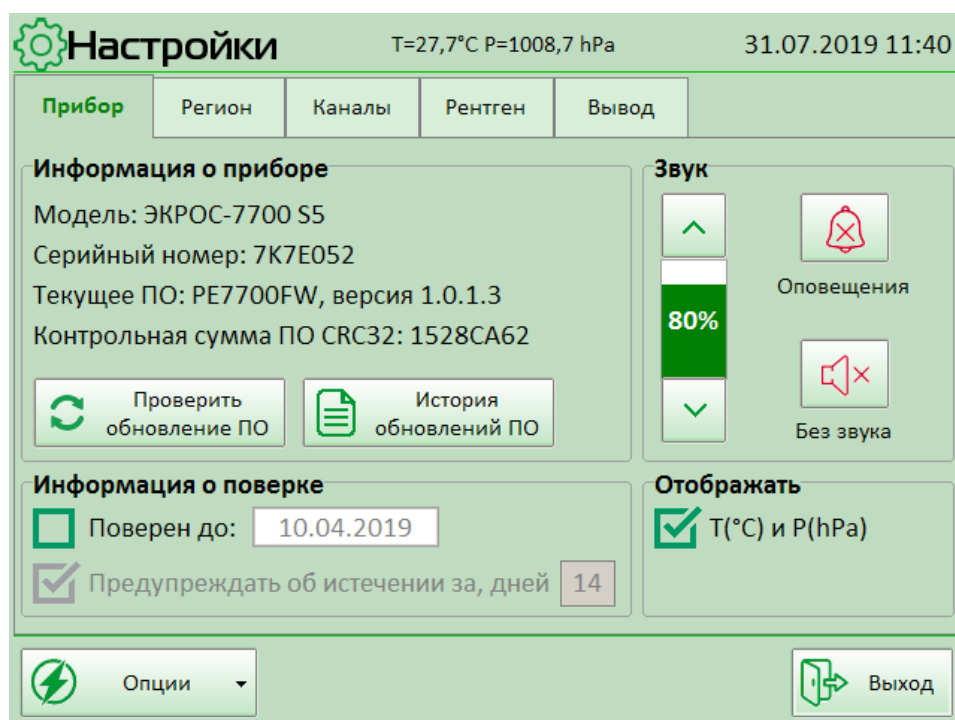


Рисунок 15

13.5.2 Вкладка **Прибор** в окне **Настройки** содержит следующие элементы:

- информацию об анализаторе включая идентификационную информацию о его программном обеспечении (текущую версию и контрольную сумму);
- кнопку запуска процедуры обновления ПО со съёмного носителя;
- кнопку вывода истории обновлений программного обеспечения (выводится

- информация обо всех попытках обновления, в том числе и неудачных);
- информацию о дате поверки прибора и средства для включения информирования о приближении даты её истечения;
- настройки уровня громкости звуковых оповещений и кнопки отключения звуковых оповещений и общего звукового канала;
- включение отображения текущих значений температуры в кюветном отделении и атмосферного давления.

**Настройки** T=27,7°C P=1008,7 hPa 31.07.2019 11:40

Прибор **Регион** Каналы Рентген Вывод

Язык:

Формат даты:  
 Установить дату

Формат времени:  
 Установить время

Десятичный разделитель:

Опции Выход

Рисунок 16

**Настройки** T=27,7°C P=1008,6 hPa 31.07.2019 11:41

Прибор Регион **Каналы** Рентген Вывод

**Энергетические окна**

Окно S:

Центр, кан.:

Полуширина, кан.:

Окно Bs:

Центр, кан.:

Полуширина, кан.:

**Энергетическая калибровка**

Номер канала Мо:

Номер канала Ti:

**Процедура АРУ**

Начальный канал:

Применить и Сохранить

Опции Выход

Рисунок 17

13.5.3 Вкладка **Регион** (Рисунок 16) содержит набор региональных настроек интерфейса анализатора:



- выбор языка интерфейса;
- задание формата отображения даты и кнопку задания текущей даты;
- задание формата отображения времени и кнопку установки текущего времени;
- выбор десятичного разделителя.

Рисунок 18

13.5.4 На вкладке **Каналы** (Рисунок 17) можно отрегулировать положение и ширину энергетических окон спектра серы и рассеянного излучения для выполнения измерений, а также начальный предел процедуры автоматической регулировки усиления (АРУ).

Рисунок 19

Эта вкладка доступна только пользователям с уровнем доступа администратора.

**Внимание.** Эти параметры влияют на работу анализатора, не изменяйте их без необходимости.

- 13.5.5 Вкладка **Рентген** (Рисунок 18) предназначена для установки параметров рентгеновской трубки и детектора в различных режимах. На ней также отображаются наработка рентгеновской трубки и начальное значение энергетического разрешения детектора. Эта вкладка доступна только администраторам.

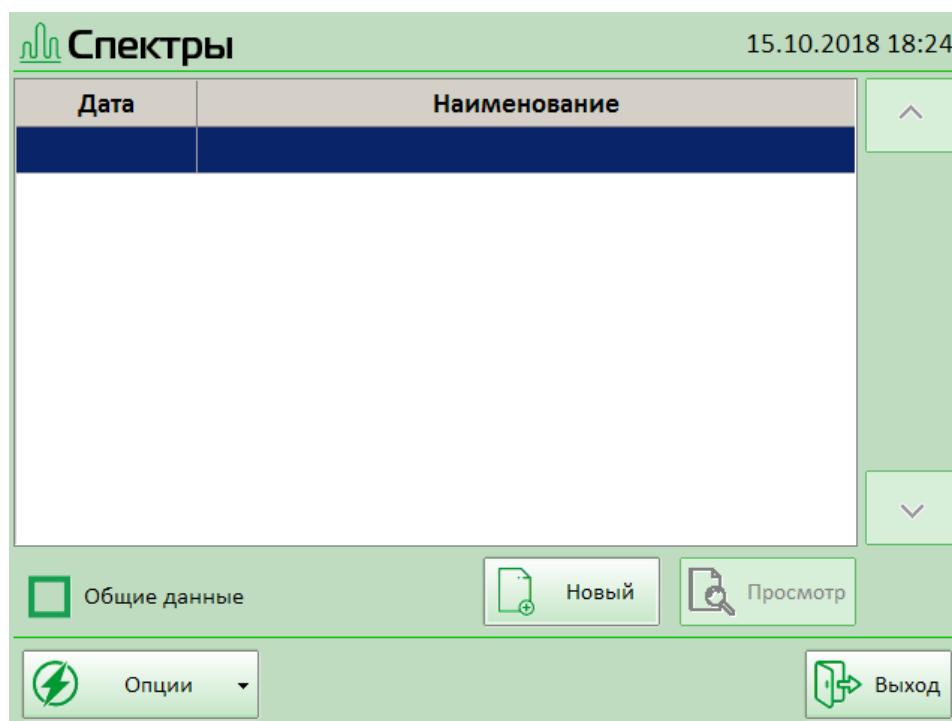
**Внимание!** Эти параметры влияют на работу анализатора, не изменяйте их без необходимости.

- 13.5.6 Вкладка **Вывод** содержит настройки печатных отчётов, вывода данных в последовательный порт, а также средства подключения анализатора к системе LIMS (Рисунок 19).

Другие вкладки в окне **Настройки** предназначены для конфигурации аппаратных и аналитических параметров анализатора, поэтому они доступны только в сервисном режиме.

## 13.6 Режим «Спектр»

- 13.6.1 В режиме Спектр можно снять рентгеновский спектр любого образца, в том числе контрольного образца молибден (SU-Mo), у которого рентгеновская (характеристическая) L-линия по энергии соответствует рентгеновской (характеристической) K-линии серы (2307эВ).



**Рисунок 20**

Снятие спектра SU-Mo позволяет определить возможные причины неисправности анализатора. Успешно определить по спектру молибдена исправность анализатора может специалист, проводящий техническое обслуживание анализатора.

Рисунок 21

- 13.6.2 Для снятия спектра установите измеряемый образец, например, SU-Mo, в измерительную камеру. Красные точки на образце, защитной кювете и корпусе измерительной камеры должны совпадать.

Рисунок 22

- 13.6.3 В Главном меню нажмите кнопку **Спектр**. Появится экран базы спектров (Рисунок 20). Нажмите кнопку **Новый**. Отобразится окно задания параметров спектра (Рисунок 21).
- 13.6.4 Прикоснитесь к строке Шифр образца, после появления буквенно-цифровой клавиатуры, дайте шифр образцу, например, Мо.

Аналогично задайте время экспозиции, например, 100 сек. При необходимости также введите комментарий.

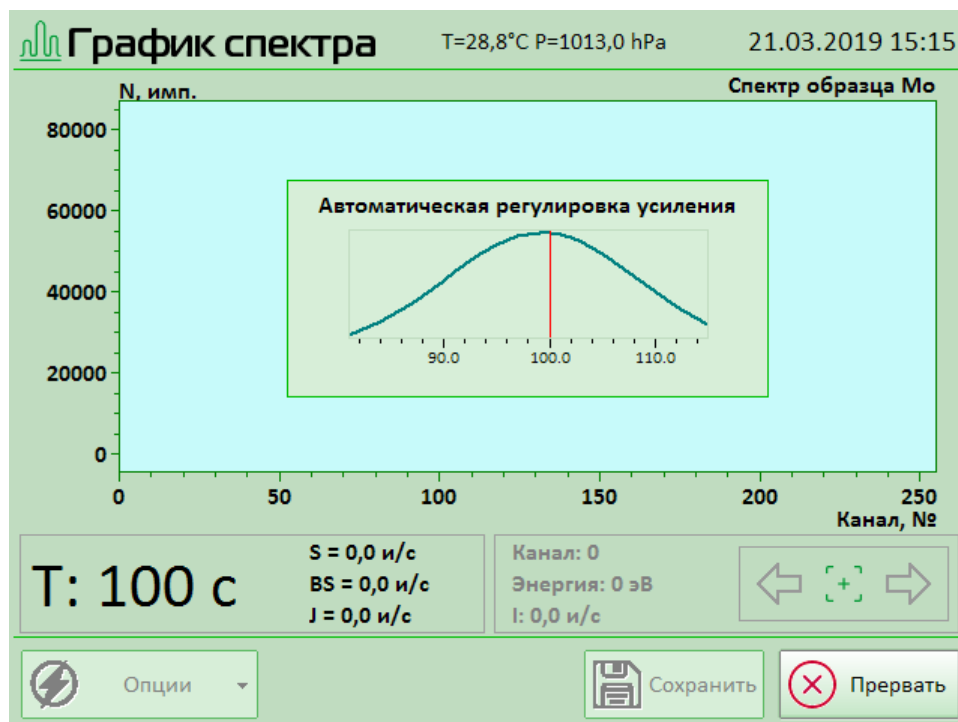


Рисунок 23

- 13.6.5 При открытой крышке измерительной камеры (т.е. используя закрытую за-  
слонку, изготовленную из титана, как образец для измерения), нажмите кноп-  
ку **Измерить спектр**. Анализатор начнёт шагами менять коэффициент усиления  
спектрального усилителя, до момента попадания центра спектрального пика  
титана в канал 100 (данный канал имеет энергию рентгеновской характери-  
стической К-линии излучения  $Ti = 4508$  эВ).

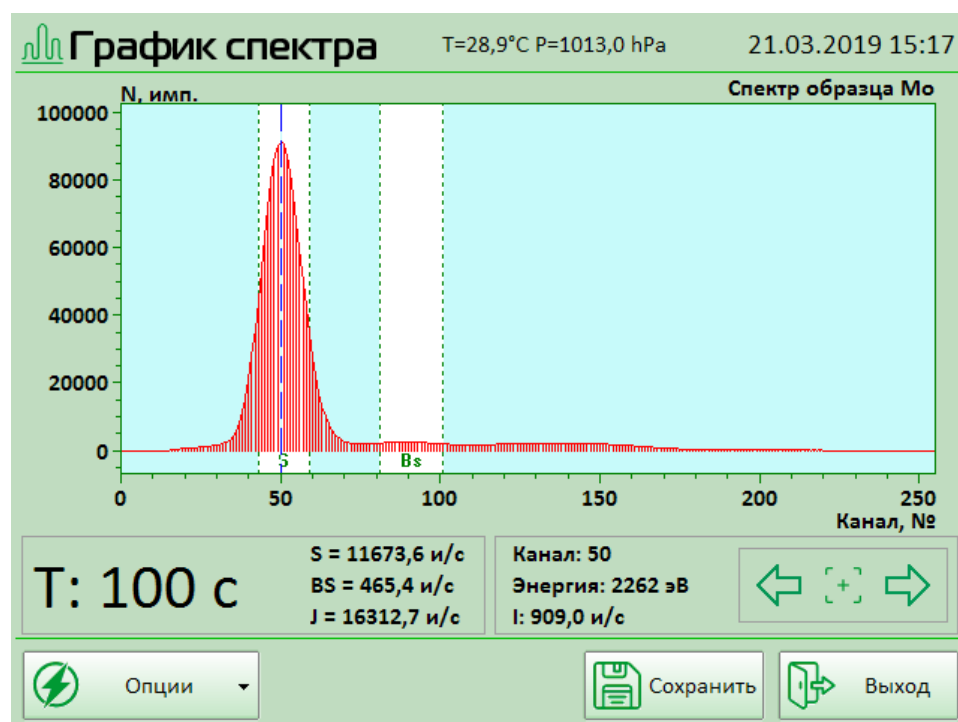
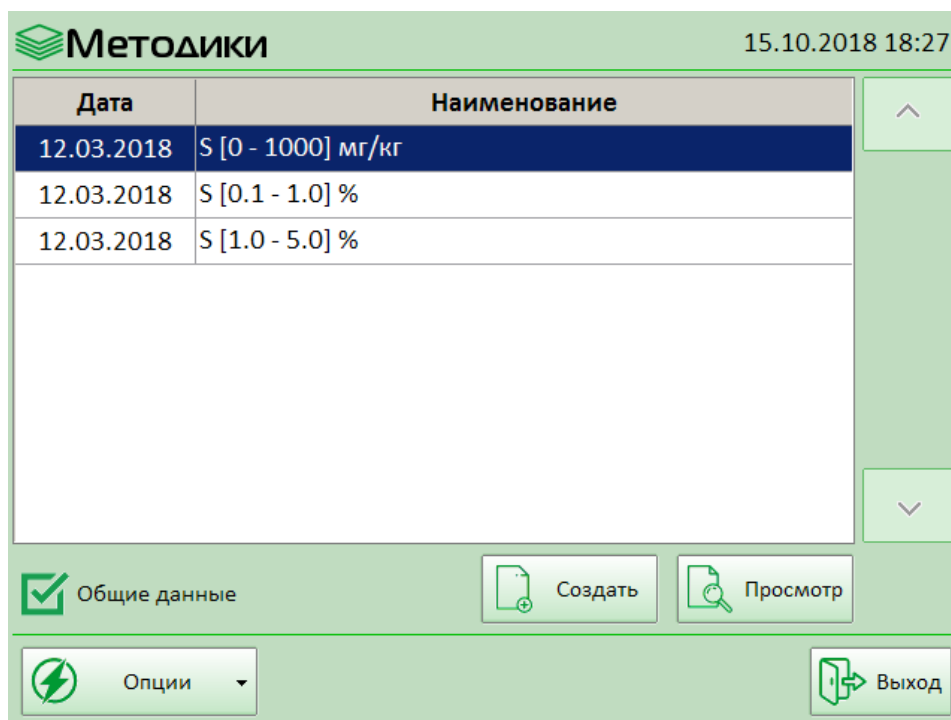


Рисунок 24

Данная операция (Автоматическая регулировка усиления – АРУ) позволяет учитывать дрейф анализатора, который влияет на заводскую калибровку анализатора по энергии (Рисунок 23).



**Рисунок 25**

13.6.6 По окончании выполнения АРУ закройте крышку, нажав кнопку **Ок**. Начнётся установка параметров измерения, после этого будет выполнена операция измерения спектра образца молибдена.

Процесс измерения энергетического спектра отображается в окне «График спектра» (Рисунок 24).

В данном окне отображается информация об общей интенсивности спектра, интенсивностях энергетических окон S и BS (серы и рассеянного излучения), в нём можно передвигая маркер по графику просматривать скорость счёта в каждом канале. Чтобы сохранить данные спектра для дальнейшего просмотра, нажмите кнопку **Сохранить**.

Чтобы вернуться окно базы сохранённых спектров нажмите кнопку **Выход**.

13.7 Режим «Методики».

13.7.1 Режим Методики позволяет провести градуировку анализатора для измерения массовой доли серы в неизвестном образце.

13.7.2 В Главном меню нажмите кнопку **Методики**, откроется окно базы методик (Рисунок 25).

13.7.3 Прикоснитесь к строке с названием нужной методики, активируя методику. Нажмите кнопку **Просмотр**, появится панель просмотра методики (Рисунок 26).

В этой панели можно редактировать, копировать, удалять и распечатывать выбранную градуировку. Также в этом окне выбранную градуировку можно пе-

ремещать из списка текущего пользователя в список Общие данные. Чтобы закрыть панель и вернуться к списку методик нажмите кнопку **Заккрыть**.

The screenshot shows a window titled 'Методики' (Methods) with a timestamp '15.10.2018 19:26'. The window contains the following fields and controls:

- Создана:** 20.07.2018 18:00:57
- Корректировка:** ----
- Наименование:** S [0 - 0.1] % пленка майлар 3.0 мкм
- Примечание:** (empty text area)
- Параметр X:** S/BS
- Коррекция отношения:** 1,0
- Уравнение:**  $C, m/m\% = -0,02608 + 0,13350 \cdot X$
- $\sigma = 0,00063$
- СО всего/включено:** 10/6
- ☒ SU измерены
- ☒ Законченная
- Buttons:** Изменить, Копировать, Переместить, Удалить, Печать, Заккрыть (with a red X icon).
- Footer:** Оpciones (with a lightning bolt icon) and Выход (with a door icon).

Рисунок 26

- 13.7.4 Перед началом измерения массовой доли серы в образце неизвестного состава следует выбрать существующую заводскую методику (градуировку) или создать новую методику (градуировку) по стандартным образцам (СО) с известным содержанием серы.

The screenshot shows a window titled 'Методика' (Method) with a timestamp '21.03.2019 11:33' and environmental data 'T=25,5°C P=1013,1 hPa'. The window contains the following fields and controls:

- Создана:** 02.04.2019 11:43:23
- Корректировка:** (empty text field)
- Наименование:** S [0 - 500] мг/кг
- Примечание:** кювета измерительная КИ-28, майлар 2.4 мкм
- Buttons:** A vertical column of buttons numbered 1 through 6, with an up arrow at the top and a down arrow at the bottom.
- Footer:** Оpciones (with a lightning bolt icon), Сохранить (with a floppy disk icon), and Выход (with a door icon).

Рисунок 27

- 13.7.5 Для создания новой методики (градуировки) следует нажать кнопку **Создать**. Появится окно задания параметров новой методики (Рисунок 27).

Прикоснитесь к строке «Наименование» и дайте название новой градуировке, например, S[0-500] мг/кг. Также можно ввести описание методики.

**Методика** T=30,8°C P=1009,5 hPa 24.09.2024 17:12

**Единица концентрации:** ☐ м/м% ☒ мг/кг

**Параметр X:** ☒ S/Bs ☐ S ☐ S-So

**Уравнение:** ☒  $= a + b \cdot X$  ☐  $= a + b \cdot X + c \cdot X^2$  ☐  $a + b \cdot X + c \cdot X^2 + d \cdot X^3$

**Отношение:** 0,5

**Измерение:** Экспозиция (с): 200 Кратность: 1

**Режим рентгеновской трубки:** Напряжение (В): 5500 Ток эмиссии (мкА): 400

**Измерение СО (текущая процедура):** Экспозиция (с): 200

Опции Сохранить Выход

Рисунок 28

13.7.6 Нажмите на кнопку  $\nabla$ . Появится окно настройки параметров создаваемой градуировки (Рисунок 28). В этом окне задайте:

- единицы концентрации, параметр X, вид уравнения, экспозицию в режиме градуировки;
- экспозицию и кратность измерения в режиме измерения;
- напряжение и ток эмиссии, в режимах градуировки и измерения;
- экспозицию в режиме градуировки.

**Методика** 22.03.2019 15:31

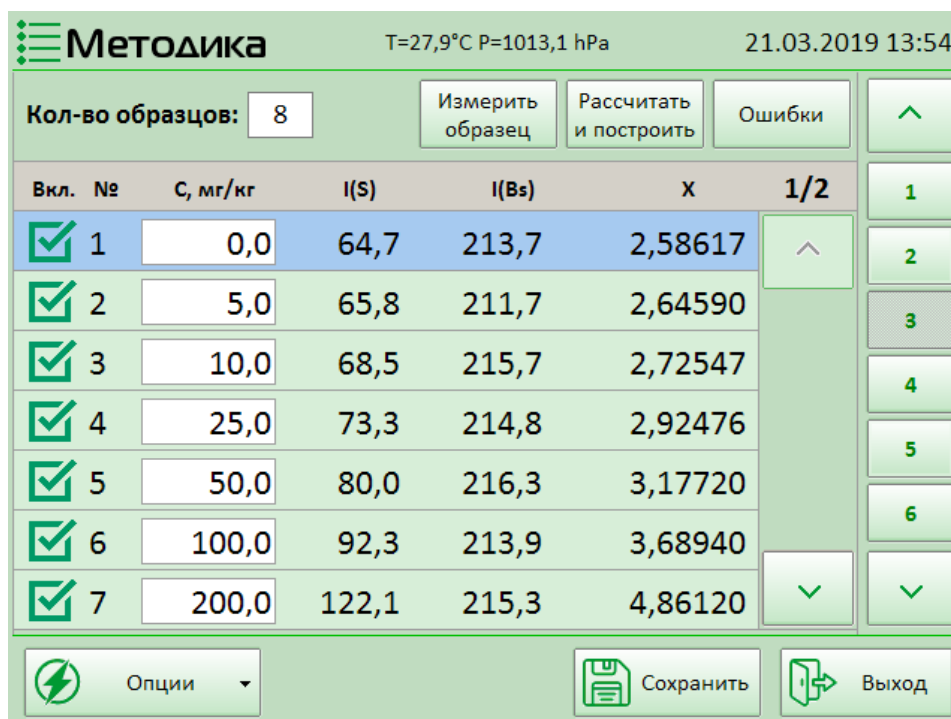
Кол-во образцов: 8 Измерить образец Рассчитать и построить Ошибки

Вкл.	№	С, мг/кг	I(S)	I(Bs)	X	1/2
<input checked="" type="checkbox"/>	1	0,0	-----	-----	-----	-----
<input checked="" type="checkbox"/>	2	5,0	-----	-----	-----	-----
<input checked="" type="checkbox"/>	3	10,0	-----	-----	-----	-----
<input checked="" type="checkbox"/>	4	25,0	-----	-----	-----	-----
<input checked="" type="checkbox"/>	5	50,0	-----	-----	-----	-----
<input checked="" type="checkbox"/>	6	100,0	-----	-----	-----	-----
<input checked="" type="checkbox"/>	7	200,0	-----	-----	-----	-----

Опции Сохранить Выход

Рисунок 29

- 13.7.7 Нажмите на кнопку ▾. Появится окно задания набора градуировочных образцов (СО) (Рисунок 29). В этом окне задайте количество (например, 9) и концентрации градуировочных (стандартных) образцов СО.



**Методика** T=27,9°C P=1013,1 hPa 21.03.2019 13:54

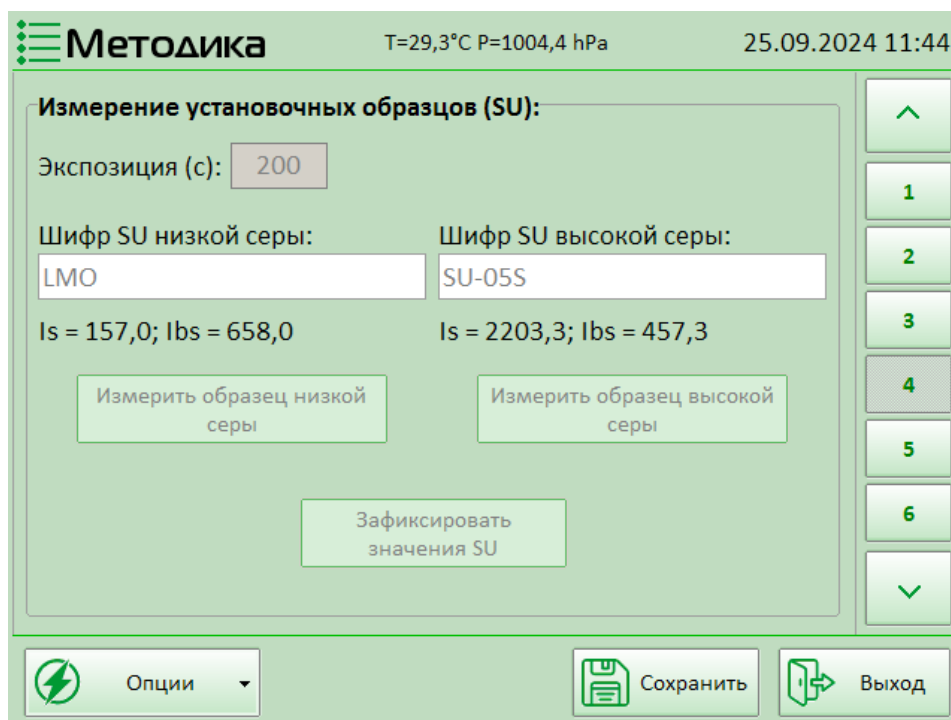
Кол-во образцов: 8 Измерить образец Рассчитать и построить Ошибки

Вкл.	№	C, мг/кг	I(S)	I(Bs)	X	1/2
<input checked="" type="checkbox"/>	1	0,0	64,7	213,7	2,58617	1
<input checked="" type="checkbox"/>	2	5,0	65,8	211,7	2,64590	2
<input checked="" type="checkbox"/>	3	10,0	68,5	215,7	2,72547	3
<input checked="" type="checkbox"/>	4	25,0	73,3	214,8	2,92476	4
<input checked="" type="checkbox"/>	5	50,0	80,0	216,3	3,17720	5
<input checked="" type="checkbox"/>	6	100,0	92,3	213,9	3,68940	6
<input checked="" type="checkbox"/>	7	200,0	122,1	215,3	4,86120	7

Опции Сохранить Выход

**Рисунок 30**

Это можно сделать с помощью буквенно-цифровой клавиатуры, прикоснувшись к соответствующим белым строкам этих позиций. 8 образец можно задать, передвинув список с помощью кнопки прокрутки.



**Методика** T=29,3°C P=1004,4 hPa 25.09.2024 11:44

Измерение установочных образцов (SU):

Экспозиция (с): 200

Шифр SU низкой серы: LMO Шифр SU высокой серы: SU-05S

I<sub>s</sub> = 157,0; I<sub>bs</sub> = 658,0 I<sub>s</sub> = 2203,3; I<sub>bs</sub> = 457,3

Измерить образец низкой серы Измерить образец высокой серы

Зафиксировать значения SU

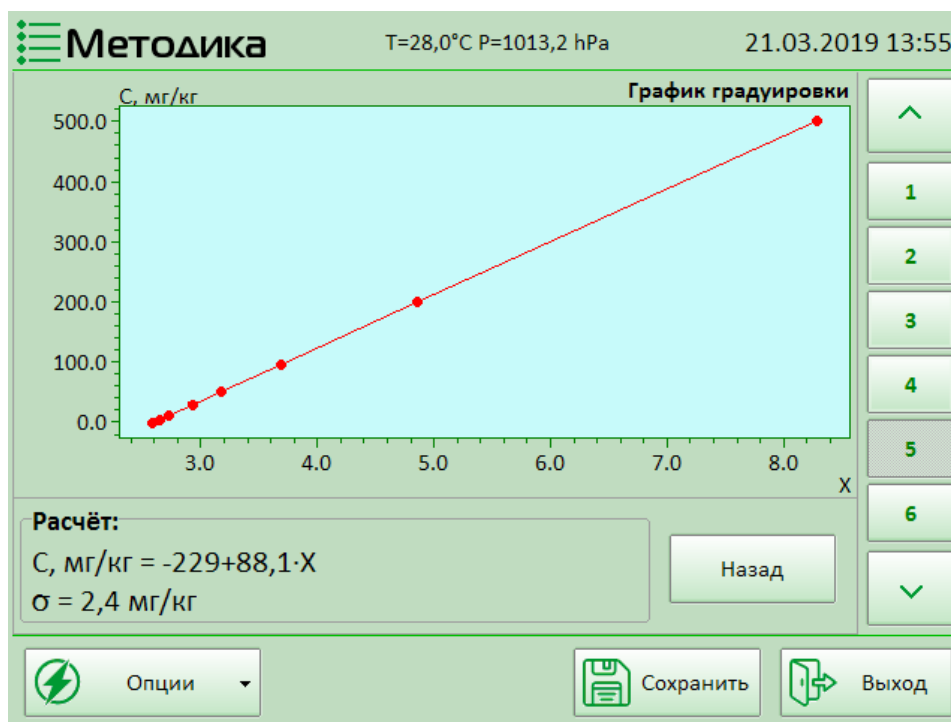
Опции Сохранить Выход

**Рисунок 31**

Задавать концентрации стандартных образцов следует с последовательным увеличением, начиная с наименьшей.



Выделяя нажатием строку заданного образца и нажимая кнопку **Измерить образец**, последовательно выполните измерения всех заданных градуировочных образцов (Рисунок 30).



**Рисунок 32**

- 13.7.8 Нажмите на кнопку  $\nabla$ . Появится окно Измерение установочных образцов, предназначенное для задания Установочных образцов, необходимых для корректировки аппаратного дрейфа созданной градуировки (Рисунок 31). Задайте экспозицию корректировки и название необходимых установочных образцов.

**Методика** T=28,1°C P=1013,2 hPa 21.03.2019 14:04

№	C, мг/кг	C_расч., мг/кг	Ошибка	1/2
1	0,0	-1,1	-1,1	^
2	5,0	4,2	-0,8	1
3	10,0	11,2	1,2	2
4	25,0	28,7	3,7	3
5	50,0	51,0	1,0	4
6	100,0	96,1	-3,9	5
7	200,0	199,3	-0,7	6

Назад

Опции Сохранить Выход

**Рисунок 33**

Измерьте эти образцы, последовательно нажимая на кнопки измерения заданных образцов. Зафиксируйте значения измеренных установочных образцов, нажав кнопку **Зафиксировать значения SU** (Рисунок 31).

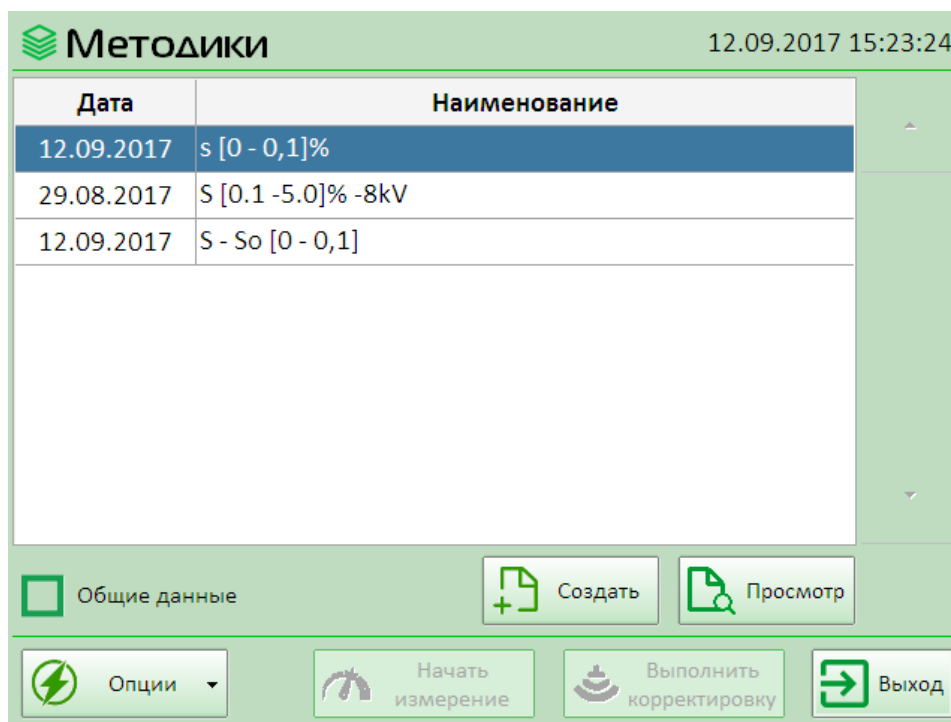


Рисунок 34

13.7.9 Нажмите на кнопку  $\nabla$ . Появится окно расчёта градуировочного уравнения (Рисунок 32). В данном окне можно видеть коэффициенты градуировочного уравнения и значение СКО для выполненной градуировки.

13.7.10 Нажмите на кнопку  $\nabla$ . Появится окно ошибок измеренных образцов относительно паспортных данных (Рисунок 33).

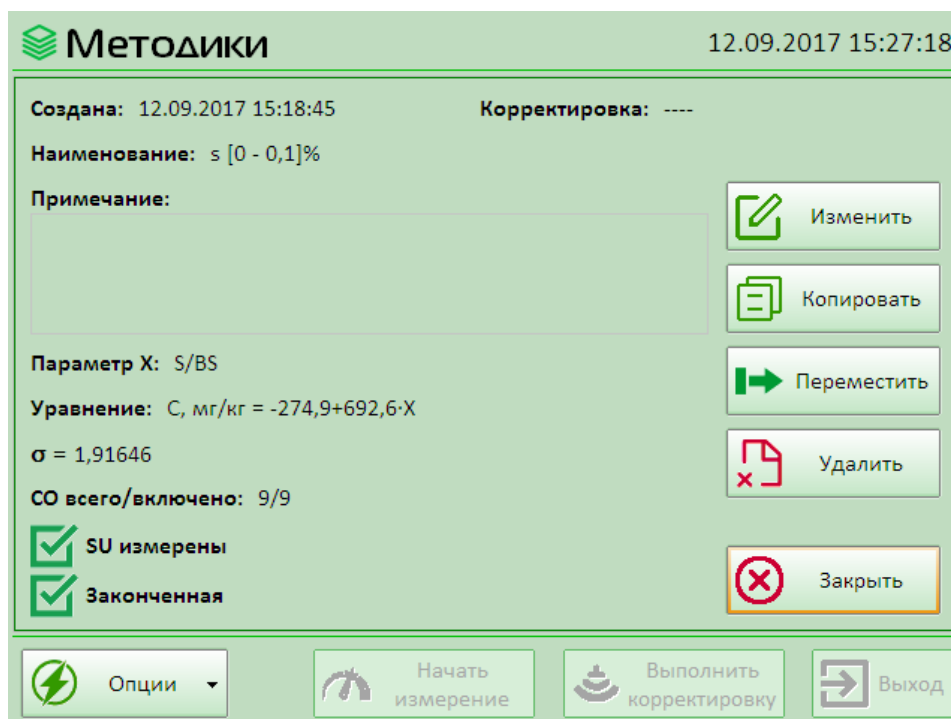


Рисунок 35

Образец с большой ошибкой можно исключить из расчёта градуировки на странице задания образцов (3), сняв для него галочку в графе «Вкл.» списка. При этом обязательно нужно выполнить новый расчёт уравнения, нажав кнопку **Рассчитать и построить**.

Дата	Наименование
18.03.2019	S [0 - 500] мг/кг
18.03.2019	S [0.05 - 1.0] %
18.03.2019	S [1.0 - 5.0] %

☒ Общие данные

**Рисунок 36**

Выполнив все необходимые действия, сохраните созданную градуировку, нажав кнопку **Сохранить**. Нажмите кнопку **Выход**, чтобы вернуться к списку методик. Созданная методика теперь будет отображена в данном списке. (Рисунок 34).

Дата	Наименование
------	--------------

☐ Общие данные

**Рисунок 37**

13.7.11 Если необходимо, чтобы созданной методикой могли пользоваться все операторы, нажмите кнопку **Просмотр**, в окне просмотра методики (Рисунок 35) нажмите кнопку **Переместить** и переместите созданную градуировку в общую область данных (Рисунок 36).

**Измерение** T=30,0°C P=1013,0 hPa 21.03.2019 14:31

**Методика**

Наименование:

Описание:

**Образец**

Наименование:

Описание:

Экспозиция (с):  Кратность:

Опции Выполнить корректировку Начать измерение Выход

Рисунок 38

## 13.8 Режим «Измерение»

13.8.1 Режим Измерение предназначен для измерения концентрации неизвестных образцов по ранее созданным градуировкам.

**Методики** T=29,1°C P=1012,8 hPa 21.03.2019 15:35

Дата	Наименование
18.03.2019	S [0 - 500] мг/кг
18.03.2019	S [0.05 - 1.0] %
18.03.2019	S [1.0 - 5.0] %

Общие данные ☒ Создать Просмотр Выход

Рисунок 39

В Главном меню нажмите кнопку **Измерение**, появится окно базы измерений (Рисунок 37).

Нажмите кнопку **Новое** – отобразится окно задания параметров нового измерения (Рисунок 38).

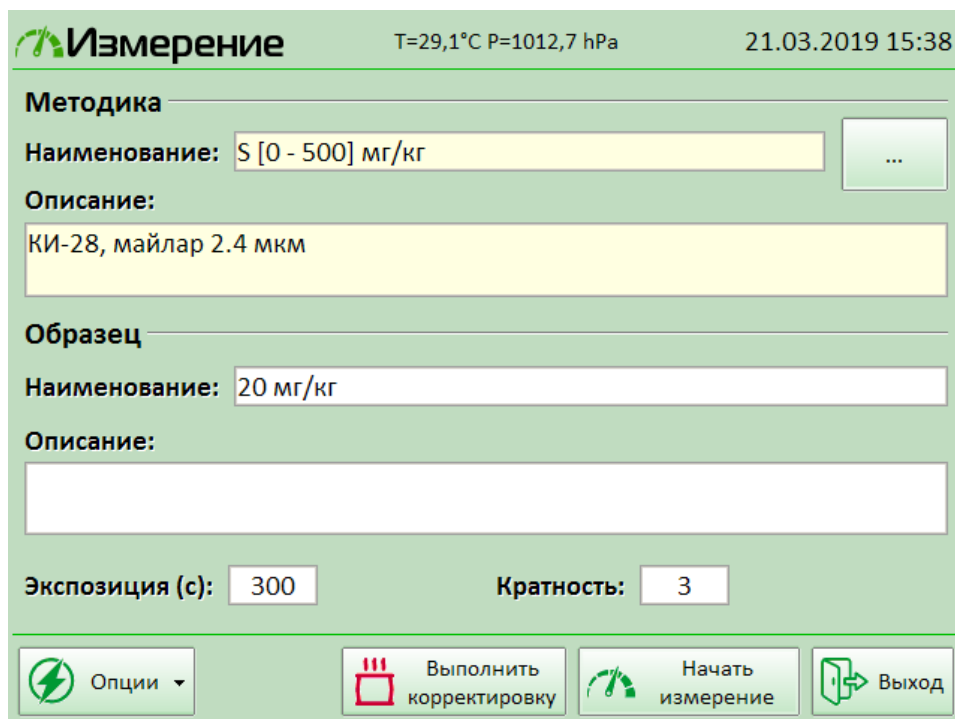
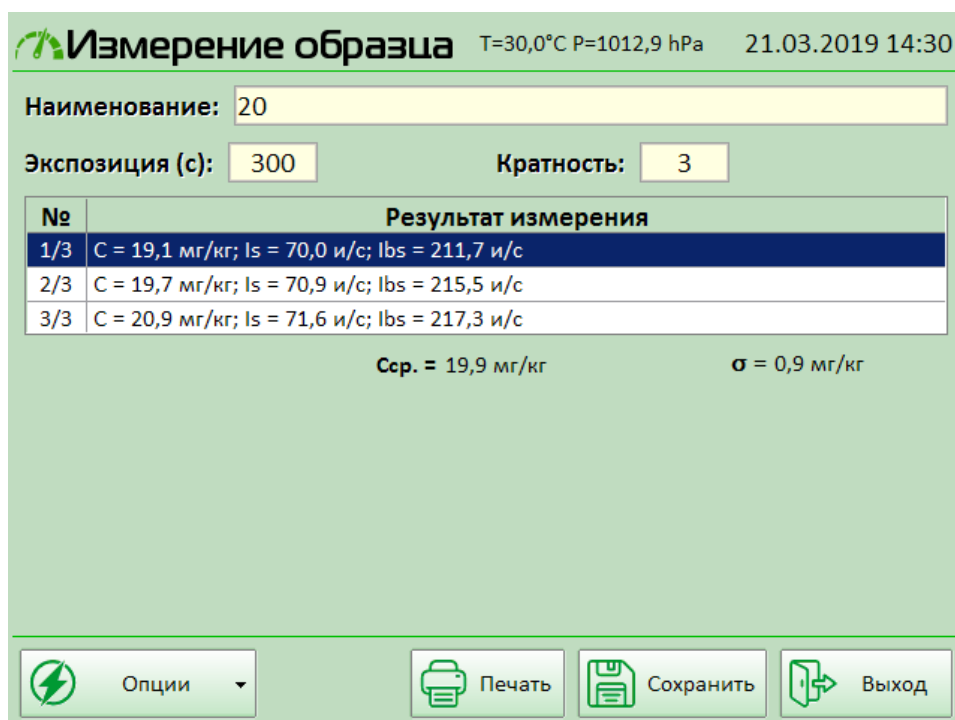


Рисунок 40

- 13.8.2 Для того чтобы выбрать методику, содержащую градуировку, по которой будет выполняться измерение, нажмите кнопку «...». Откроется база методик с возможностью просмотра существующих градуировок (Рисунок 39).



№	Результат измерения
1/3	C = 19,1 мг/кг; Is = 70,0 и/с; lbs = 211,7 и/с
2/3	C = 19,7 мг/кг; Is = 70,9 и/с; lbs = 215,5 и/с
3/3	C = 20,9 мг/кг; Is = 71,6 и/с; lbs = 217,3 и/с

Рисунок 41

Активируйте нужную методику и нажмите кнопку **Выбрать**. Произойдёт переход обратно в окно конфигурации измерения с выбранной методикой (Рисунок 40).

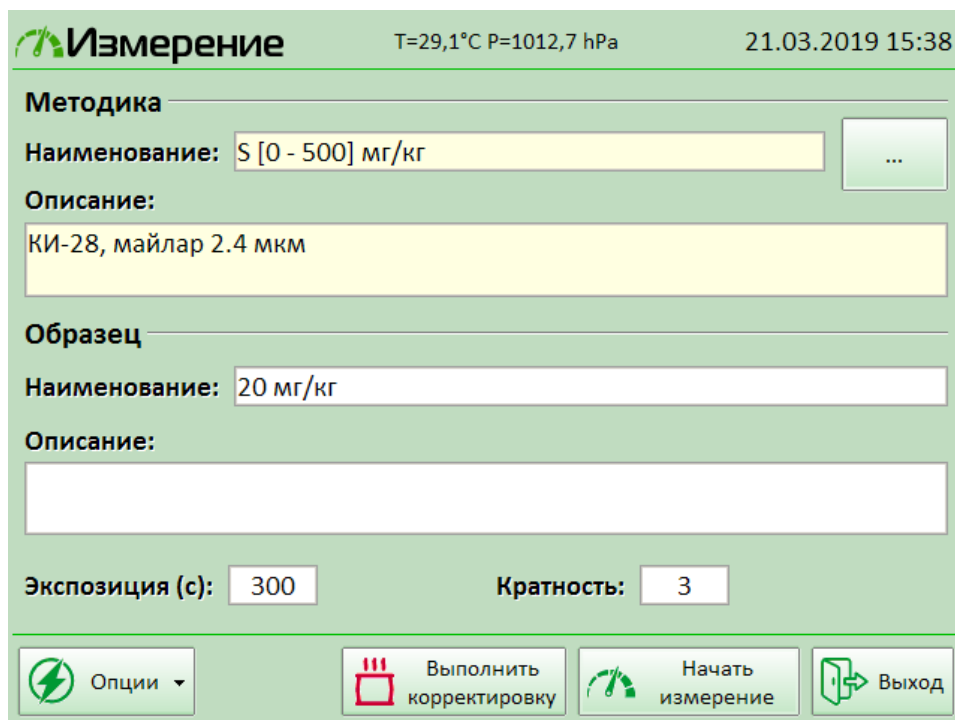


Рисунок 42

- 13.8.3 Задайте идентификатор измеряемого образца, например, «20 мг/кг». Введите описание образца. Экспозиция и кратность измерения будут автоматически подставлены из методики, но при необходимости их можно изменить.

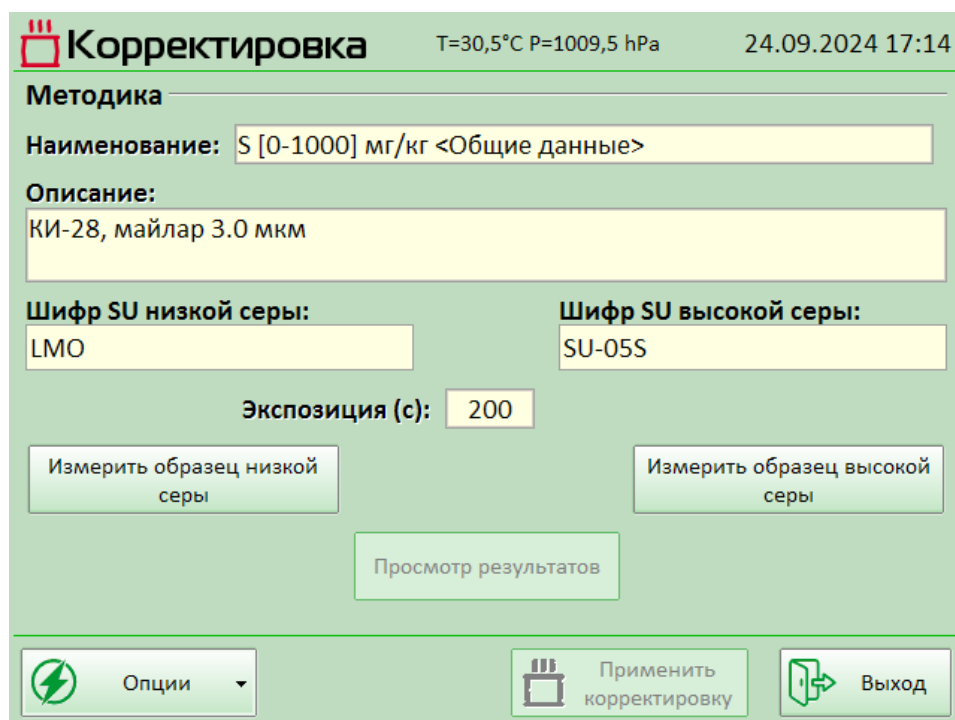


Рисунок 43

- 13.8.4 Нажмите кнопку **Начать измерение**, установите образец и нажмите кнопку **ОК**. Образец будет измеряться с указанной Экспозицией и Кратностью (Рисунок 41). Для сохранения результатов нажмите кнопку **Сохранить**. Для выполнения следующего измерения нажмите кнопку **Выход**.


**Корректировка**

T=31,5°C P=1004,7 hPa
25.09.2024 11:10

**Методика**

Наименование: S [0 - 100] мг/кг <Общие данные>

Описание:  
Пленка - майлар 2.5 мкм


**Шифр SU низкой серы:**  
LMO

**Шифр SU высокой серы:**  
SU-05S

Значение	I(S)	I(BS)
Начальное	165,4	827,1
Текущее	164,1	828,0
Изменение	-0,8 %	0,1 %

Значение	I(S)	I(BS)
Начальное	2878,6	572,8
Текущее	2880,2	561,8
Изменение	0,1 %	-1,9 %

Изменение наклона Is: -0,111 %  
Изменение наклона Ibs: -4,481 %


Заккрыть


Опции


Применить  
корректировку


Выход

Рисунок 44

## 13.9 Режим «Корректировка»

- 13.9.1 Для компенсации изменений условий текущих измерений относительно условий при градуировке (изменение температуры воздуха, давления, изменения интенсивности излучения рентгеновской трубки, параметров детектора и др.) необходимо выполнять функцию Корректировки градуировки по Установочным образцам.
- 13.9.2 Установочные образцы входят в комплект анализатора (гл. 14 Установочные образцы).
- 13.9.3 Корректировка выполняется, если измерения контрольных образцов на рабочей градуировке не удовлетворяют требованиям лаборатории.
- 13.9.4 Для выполнения корректировки необходимо войти в окно Измерение (Рисунок 42), выбрать необходимую градуировку, нажать кнопку **Выполнить корректировку**.
- 13.9.5 В открывшемся окне **Корректировка** (Рисунок 43) нажать кнопку **Измерить образец низкой серы**, предварительно установив в измерительную камеру необходимый Установочный образец низкой серы.
- 13.9.6 По окончании измерения установочного образца низкой серы аналогично измерить установочный образец высокой серы.
- По окончании измерений нажать кнопку **Просмотр результатов**. Отобразится панель просмотра результатов корректировки (Рисунок 44).

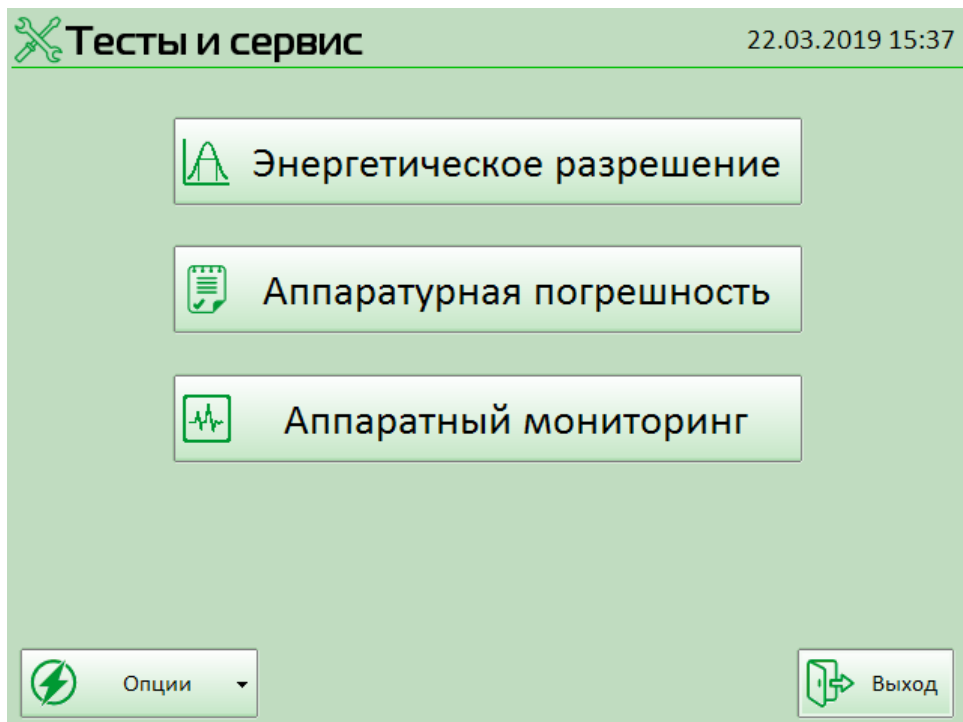


Рисунок 45

13.9.7 Убедившись в правильности измеренных значений установочных образцов, нажать кнопку **Применить корректировку**.

13.9.8 Продолжить измерения неизвестных образцов.

13.10 Режим «Тесты и сервис».

13.10.1 В главном меню нажмите кнопку **Тесты и сервис**, появится окно проверочных режимов (Рисунок 45).

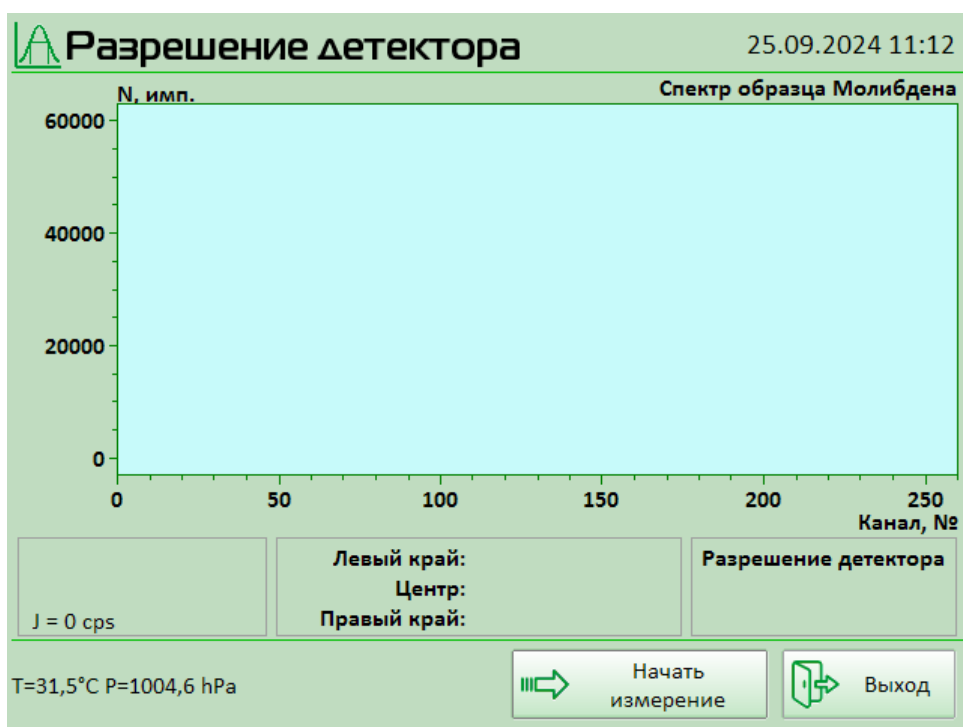


Рисунок 46



13.10.2 Для проверки энергетического разрешения детектора нажмите кнопку **Энергетическое разрешение**, откроется окно для измерения энергетического разрешения детектора (Рисунок 46).

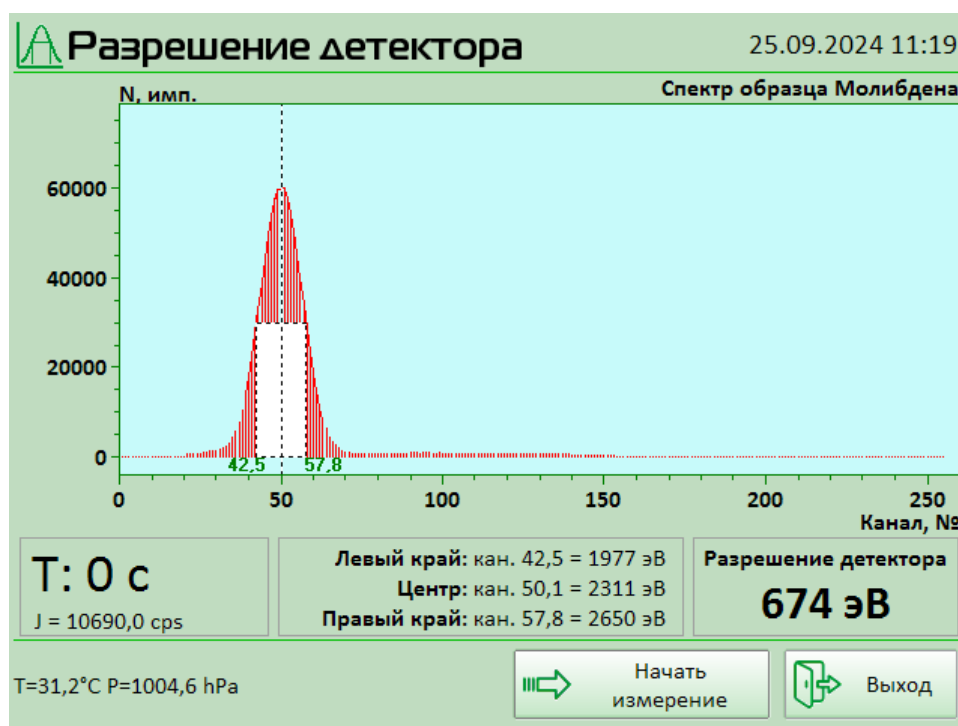


Рисунок 47

13.10.3 Установите в измерительную камеру установочный образец молибдена и нажмите кнопку **Начать измерение**.

13.10.4 Анализатор начнёт выполнять измерение спектра молибдена, и через 200 секунд будет рассчитано энергетическое разрешение детектора в электронвольтах, эВ (Рисунок 47).

Рисунок 48

13.10.5 Для проверки аппаратурной ошибки нажмите на кнопку Аппаратурная погрешность, откроется окно выполнения проверки (Рисунок 48).

**Аппаратурная погрешность** 22.03.2019 12:16

T=30,5°C P=1011,8 hPa

Серия 1	Серия 2	Серия 3
1. 1160669	1. 1179830	1. 1178392
2. 1164916	2. 1177070	2. 1171393
3. 1169193	3. 1179420	3. 1172520
4. 1173508	4. 1180592	4. 1170953
5. 1171879	5. 1183711	5. 1173940
6. 1174916	6. 1180561	6. 1177268
7. 1175715	7. 1182711	7. 1175831
8. 1179589	8. 1179629	8. 1176453
9. 1176913	9. 1180869	9. 1173842
10. 1181538	10. 1181053	10. 1173430
11. 1178849	11. 1180710	11. 1171803

S^2=16685967,5  
A=0,335 %  
G=0,816  
Gt=0,674

S^2=40829420,3 A=0,537 %  
S^2=2979701,7 A=0,114 %  
S^2=6248780,5 A=0,192 %

Опции Старт Выход

Рисунок 49

13.10.6 Установите в кюветное отделение установочный образец молибдена и нажмите кнопку **Старт**.

**Мониторинг** 25.09.2024 11:20

**Монитор состояния**

- ☐ Кнопка питания вкл.
- ☒ Лампа 1
- ☒ Лампа 2
- ☐ Высокое напряжение трубки вкл.
- ☒ Напряжение детектора вкл.
- ☒ Питание принтера вкл.
- ☒ Аналоговое +12 В вкл.
- ☒ Аналоговое -12 В вкл.
- ☒ Сервисное +12 В вкл.
- ☒ Крышка открыта
- ☐ Заслонка открыта
- ☒ Цепь электромагнита ОК
- ☒ Шаговый двигатель ОК
- ☒ Механизм заслонки ОК

Коэффициент усиления ЦОИ = 17,15  
Версия ЦОИ = ODPP1 ver.1.0

**Монитор трубки**

Заданное напряжение 7000  
Измеренное напряжение 0  
Заданный ток эмиссии 100  
Измеренный ток эмиссии 0  
Измеренный ток накала 76

**Монитор детектора**

Заданное напряжение 300

**Монитор корпуса**

- ☐ Нет ключа или открыт корпус

Температура 31,2°C  
Давление 1004,6 hPa  
Температура ЦОИ 24°C  
Скорость вентилятора 7

Выход

Рисунок 50

13.10.7 Анализатор начнёт выполнять измерение спектра молибдена, и примерно через 4 часа будет рассчитана аппаратурная погрешность анализатора А в соответствии с ГОСТ 24745-81 (Рисунок 49).

13.10.8 Выберите режим контроля параметров анализатора, нажав на кнопку Аппаратный мониторинг, откроется окно мониторинга (Рисунок 50). Данное окно позволит проверить состояние отдельных узлов и значения рабочих параметров анализатора.

## 14. Установочные образцы

14.1 Установочные образцы являются важной частью количественного анализа для EDXRF анализаторов серы в нефти и нефтепродуктах.

14.2 Установочные образцы поставляются вместе с анализатором.

14.3 Установочные образцы имеют спектры излучения, подобные градуировочным стандартам.

14.4 Во время создания градуировки производится измерение двух установочных образцов – одного для нижней, другого – для верхней части заданного градуировочного диапазона. При этом в данных градуировки сохраняются интенсивности серы  $I_s$  и рассеянного излучения  $I_{bs}$  для каждого из этих образцов.

14.5 По мере эксплуатации анализатора меняются параметры детектора, рентгеновской трубки и других элементов анализатора, а также плотность воздуха в измерительной камере. Поскольку градуировка используется на протяжении длительного времени, необходимо компенсировать дрейф, наблюдаемый у анализатора, даже если он небольшой.

14.6 Для компенсации аппаратного дрейфа без новой градуировки должны быть заново измерены скорости счета установочных образцов, измерявшихся при создании градуировки. По сохранённым в процессе создания градуировки и вновь полученным значениям интенсивности серы  $I_s$  и рассеянного излучения  $I_{bs}$  для каждого из этих образцов рассчитываются коэффициенты коррекции интенсивностей  $I_s$  и  $I_{bs}$ , подставляемых в градуировочное уравнение при измерении образцов неизвестной концентрации. Данная процедура называется корректировкой градуировки (п. 13.9).

14.7 В комплект входит четыре установочных образца для охвата всего диапазона измерений серы в нефти и нефтепродуктах:

- SU-0S – твёрдый установочный образец серы - приблизительно 0 %, используется для корректировки градуировки;
- SU-05S – твёрдый установочный образец серы - приблизительно 0,5 %, используется для корректировки градуировки;
- SU-15S – твёрдый установочный образец серы - приблизительно 1,5 %, используется для корректировки градуировки;
- SU-35S – твёрдый установочный образец серы - приблизительно 3,5 %, используется для корректировки градуировки.

14.8 Обращение с установочными образцами:

14.8.1 Брать образец только за боковые поверхности, избегать прикосновения к рабочей поверхности (стекловидная торцовая поверхность, противоположная поверхности с нанесённой маркировкой).

- 14.8.2 Не класть установочный образец рабочей поверхностью вниз.
- 14.9 Измерение установочных образцов.
- 14.9.1 Перед измерением протереть рабочую поверхность образца тканью, смоченной спиртом и высушить её.
- 14.9.2 Каждый установочный образец имеет красную контрольную метку на верхнем ободе. При установке в анализатор для измерения выровнять эту метку с аналогичными метками на защитной кювете и корпусе анализатора.
- 14.9.3 Выполнить измерение, убедиться, что рабочая поверхность образца не загрязнилась и убрать образец в эксикатор для хранения.
- 14.10 Хранение установочных образцов.
- 14.10.1 Установочные образцы следует хранить в эксикаторе в сухой стабильной атмосфере рабочими поверхностями вверх.
- 14.11 Меры предосторожности
- 14.11.1 Не допускать смачивания рабочей поверхности установочного образца любой жидкостью (за исключение процесса очистки).
- 14.11.2 Не позволять установочному образцу находиться во влажной атмосфере – воздействие влаги приводит к выветриванию кристаллов.
- 14.11.3 Не прикасаться пальцами к рабочей поверхности образца – пот от пальцев может вызвать загрязнение хлором и коррозию поверхности.
- 14.11.4 Очистка установочных образцов.
- 14.11.5 Незначительное потускнение рабочей поверхности образца при хранении можно устранить путём её энергичной полировки абразивной пастой, нанесённой на ватный тампон, смоченный деионизированной (или дистиллированной) водой.
- 14.11.6 Эта паста готовится из порошка тетрабората лития особой чистоты и деионизированной (или дистиллированной) воды. В тетраборате лития не содержится каких-либо мешающих элементов. Удалить остатки пасты с помощью ткани, смоченной деионизированной (или дистиллированной) водой, после чего протереть поверхность тканью, смоченной спиртом.
- Примечание:** рекомендуется использовать чистый тетраборат лития ( $\text{Li}_2\text{B}_2\text{O}_7$ ) с содержанием примесей не более 0,03 % и размером частиц не более 0,05 микрон.
- 14.12 Если в установочном образце произошли какие-либо изменения, это повлияет на весь последующий анализ, и потребуются повторное выполнение полной градуировки анализатора по всем исходным стандартным образцам.

## 15. Методические рекомендации по подготовке и проведению анализа

- 15.1 Основная рекомендация при использовании анализатора для анализа различных видов нефти и нефтепродуктов - это хороший подбор матрицы стандартных образцов для градуировки анализатора и измеряемой пробы либо дополнительные мероприятия по учёту различия их матриц. Неверный подбор матриц связан с различием углеводородного соотношения С/Н стандартных градуировочных

образцов и измеряемых проб или наличие других гетероатомов приводит к дополнительной ошибки в результатах измерений.

- 15.2 Так как в анализаторе ЭКРОС-7700 автоматически выполняется поправка на отношение С/Н, эта ошибка мала, и ею можно пренебречь при обычных измерениях, например, разных видов нефти (а градуировка выполнена на масляных стандартах). Однако если выполняется измерение образца, в котором отношение С/Н сильно отличается от градуировочных образцов, следует контролировать значения С/Н и принимать адекватные меры.
- 15.3 Как правило, анализатор градуируется и поверяется с помощью стандартных образцов на основе белого масла, с содержанием серы меньше 1 мг/кг. Данные градуировки позволяют проводить анализ основной группы нефти и нефтепродуктов при содержании серы от 0,01 % до 5,0 % массовой доли.
- 15.4 Современное моторное и реактивное топливо (бензин, дизельное топливо и керосин) должны содержать серы, как правило, меньше 10 мг/кг. При анализе таких проб необходимо делать градуировку по стандартным образцам с углеводородной матрицей, приближенной к составу пробы.

Например:

- бензин можно имитировать смешиванием изооктана и толуола в соотношении, приближенном к подлинному содержанию ароматических веществ исследуемой пробы;
- дизельное топливо лучше анализировать, используя для градуировки стандартные образцы на основе синтетического дизельного топлива с содержанием серы меньше 1 мг/кг;
- целесообразно использовать готовые сертифицированные комплекты таких стандартных образцов, например:
  - для дизельного топлива - комплект ГСО9321-2009 (ULSD) на основе синтетического дизельного топлива;
  - для бензина – комплект Сертифицированных образцов S (BS) IT 10 на основе изооктан/толуол американской фирмы ASI Standards.

Также можно при измерении бензина использовать градуировку, с градуировочным уравнением  $C=A+ B(S-S_0)$ ,

где  $S$  - площадь пика серы;

$S_0$  - площадь того же пика для образца с нулевым содержанием серы.

При этом градуировка делается с помощью стандартных образцов на основе белого масла, а при измерении пробы используется в качестве нулевой пробы смесь изооктан и белого масла в соотношении 1:1.

## **16.Руководство по измерению низких концентраций серы в диапазоне от 3 мг/кг до 100 мг/кг**

### **16.1 Подготовка пробы.**

- 16.1.1 Подготовить пробы и измерительные кюветы в чистом помещении без пыли вдали от инструмента и любых проб или стандартных образцов с содержанием

высоких концентраций серы. Также убедиться, что до использования кюветы и плёнка хранятся в чистых условиях (например, в запаянном пластиковом пакете).

16.1.2 Никогда не использовать одноразовые кюветы повторно.

16.1.3 При сборке кювет избегать касаний пальцами части плёнки, образующей окно кюветы. После сборки кювет убедиться, что окно не имеет складок и что оно не контактирует ни с какой поверхностью перед проведением измерений (например, плёнка не выдавливается газом пробы).

16.1.4 Убедиться, что в защитной кювете установлена свежая плёнка соответствующей толщины.

16.2 Измерение пробы.

16.2.1 Градуировку и анализ проб с низким содержанием серы проводить в условиях, исключающих колебания плотности воздуха в помещении, где установлен анализатор, что исключает работу в это время приточно-вытяжной вентиляции.

16.2.2 Перед измерением проб с малым содержанием серы рекомендуется выполнить корректировку градуировки с помощью установочных образцов.

16.2.3 Наливать пробу в кювету непосредственно перед измерением (чтобы свести к минимуму возможную протечку, провисание окна или испарение пробы).

16.2.4 Для летучих проб (например, моторного бензина) использовать кювету с вентиляционным отверстием, чтобы свести к минимуму провисание плёнки из-за давления паров.

16.2.5 Проверить окно кюветы на незначительные течи или провисание непосредственно перед установкой кюветы с пробой в прибор и вновь непосредственно после измерения. При наличии таких дефектов любое измерение не учитывать и подготовить новую кювету для выполнения (или повторения) измерения. Также проверить вторичное окно (в защитной кювете) непосредственно после измерения и не учитывать любые результаты в случае любых признаков жидкости на окне (повторить измерение с новой кюветой и новым вторичным окном).

## 17. Техническое обслуживание

17.1 Техническое обслуживание производится с целью обеспечения работоспособности и соответствия анализатора паспортным характеристикам.

17.2 Работы по техническому обслуживанию выполняются персоналом, осуществляющим эксплуатацию прибора, при необходимости с привлечением технических специалистов.

17.3 Порядок и периодичность проведения работ по техническому обслуживанию.

17.3.1 При многократном использовании измерительных кювет тщательно отмывать и высушивать кюветы перед повторным использованием.

- 17.3.2 По окончании каждого измерения немедленно удалять рабочую кювету с образцом из кюветного отделения во избежание вытекания образца в защитную кювету.
- 17.3.3 В течение рабочей смены после каждого измерения проверять состояние плёнки в защитной кювете. В случае её загрязнения или повреждения, немедленно заменять плёнку.
- 17.3.4 После окончания каждой рабочей смены заменять плёнку в защитной кювете.  
**Примечание:** заменять плёнку в защитной кювете на аналогичную по составу и толщине.
- 17.3.5 Один раз в неделю при замене плёнки очищать корпус защитной кюветы и место её установки в приборе любым способом, исключая попадание любых загрязнений на заслонку кюветного отделения.
- 17.3.6 Один раз в неделю проверять состояние пылеулавливающего фильтра, установленного под вентиляционной решёткой на дне анализатора.  
При его загрязнении следует извлечь фильтр, открутив четыре гайки, крепящие вентиляционную решётку, произвести его очистку или замену и установить на прежнее место.  
Пылезащитный фильтр, устанавливаемый в прибор, допускается промывать мыльной водой с последующим споласкиванием и высушиванием.
- 17.3.7 Один раз в месяц, а также после длительного хранения проводить внешний осмотр анализатора с проверкой крепления винтов и состояния лакокрасочных покрытий.
- 17.4 Не допускается сокращать объём и увеличивать период работ по техническому обслуживанию.

## 18. Текущий ремонт

- 18.1 Текущий ремонт анализатора производится при возникновении мелких незначительных неисправностей или ухудшении параметров прибора, влияющих на результаты измерений.
- 18.2 Ремонт должен осуществляться специально подготовленным персоналом с соблюдением всех требований безопасности, приведённых в данном руководстве и в документах, на которые даны ссылки в настоящем РЭ.  
**Внимание!** Ремонт анализатора, связанный с заменой рентгеновской трубки или детектора, а также любые другие работы, связанные с настройкой и юстировкой рентгенооптической схемы должны производиться представителем предприятия-изготовителя или представителями другой организации, имеющей лицензию на деятельность в области обращения с источниками рентгеновского излучения. Данные представители должны относиться к персоналу группы «А» своей организации.
- 18.3 По окончании ремонта представителем организации, осуществляющей ремонт, должна быть проведена проверка мощности дозы рентгеновского излучения.

## 19. Возможные неисправности и способы их устранения

- 19.1 Анализатор является современным сложным электронно-механическим устройством, способным длительное время работать без возникновения неисправностей.
- 19.2 В том случае, если энергетическое разрешение анализатора, измеряемое в режиме «Энергетическое разрешение», превышает величину 800 эВ, следует обратиться к предприятию-изготовителю.
- 19.3 Неисправности различных систем анализатора могут устраняться только подготовленными специалистами.
- 19.4 Если измеренное значение массовой доли серы значительно отличается от аттестованного значения массовой доли серы в образце, возможны следующие причины и способы их устранения:
- 19.4.1 Пузырьки воздуха в пробе.  
*Рекомендация:* Удалить воздух из пробы открытием крышки кюветы.
- 19.4.2 Ошибочно использован образец с отличающейся массовой долей серы.  
*Рекомендация:* Проверить, что в кювету был налит нужный образец.
- 19.4.3 Использовали устаревший образец.  
*Рекомендация:* Использовать образец с действующим сроком годности в чистой кювете.
- 19.4.4 Загрязнение плёнок защитной и измерительной кювет.  
*Рекомендация:* Поменять плёнку на одной или обеих кюветах, провести, при необходимости, «Корректировку» согласно п. 13.9 РЭ.
- 19.4.5 Загрязнена измерительная кювета.  
*Рекомендация:* Использовать чистую кювету.
- 19.4.6 Кювета собрана неаккуратно.  
*Рекомендация:* Проверить сборку кювет.
- 19.4.7 Неверно выполнена процедура «Корректировка».  
*Рекомендация:* Заново повторить «Корректировку» на прогретом приборе согласно п. 13.9 РЭ.
- 19.4.8 Методика, созданная ранее, не соответствует метрологическим характеристикам.  
*Рекомендация:* Создать новую методику согласно п. 13.7 РЭ.
- 19.4.9 Окно кюветы расширилось из-за высокого давления паров образца или резкого защёлкивания крышки кюветы.  
*Рекомендация:* Закрывать крышку кюветы плавно.
- 19.4.10 Неисправная работа ВИП и РТ.  
*Рекомендация:* Провести контроль «Аппаратурной погрешности» согласно п. 13.10.5 РЭ, о неудовлетворительных результатах сообщить предприятию-изготовителю аппарата.
- 19.5 Если появляется сообщение «Ошибка интерполяции пика  $T_i$ », возможны следующие причины и способы их устранения:



- 19.5.1 Изменилось рабочее напряжение детектора.  
*Рекомендация:* Измерить «Энергетическое разрешение» согласно п. 13.10.2 РЭ. Связаться с предприятием-изготовителем.
- 19.5.2 Детектор вышел из строя.  
*Рекомендация:* Убедиться в том, что индикаторы радиационной опасности светятся. Измерить спектр от образца SU-Mo, пропустив процедуру АРУ. Если спектр отсутствует, перейти в режим контроля параметров анализатора согласно п. 13.10.8 РЭ. Если значение параметра «Измеренный ток накала» отлично от 0, то неисправна детекторная часть анализатора. Связаться с предприятием-изготовителем.
- 19.5.3 Выход из строя ВИП или РТ.  
*Рекомендация:* Перейти в режим контроля параметров анализатора согласно п. 13.10.8 РЭ. Если значение параметра «Измеренный ток накала» равно 0, то неисправна рентгеновская часть анализатора. Связаться с предприятием-изготовителем.
- 19.6 Если появляется ошибка о неисправности цепи сигнальной лампы 1 или лампы 2, возможны следующие причины и способы их устранения:
- 19.6.1 Перегорела светодиодная лампа.  
*Рекомендация:* Связаться с предприятием-изготовителем.
- 19.6.2 Вышел из строя ВИП или РТ.  
*Рекомендация:* Необходимо перейти в режим контроля параметров анализатора согласно п. 13.10.8. Если значение параметра «Измеренный ток накала» равно 0, то неисправна рентгеновская часть анализатора. Свяжитесь с предприятием изготовителем аппарата.
- 19.7 Если печатный отчёт не выводится на печать, возможны следующие причины и способы их устранения:
- 19.7.1 Термобумага установлена некорректно.  
*Рекомендация:* Проверить, что термобумага установлена так, чтобы свободная часть рулона выходила из термопринтера, загибаясь назад. В случае необходимости перевернуть рулон.
- 19.7.2 Вышел из строя термопринтер.  
*Рекомендация:* Связаться с предприятием-изготовителем.

**Внимание!** Операции диагностики, требующие вскрытия аппарата, следует производить только после окончания гарантийного срока. При выходе из строя анализатора в период действия гарантийного срока, перед проведением операций диагностики, требующих вскрытия аппарата, следует уведомить об этом предприятие-изготовитель.

В случае вскрытия пользователем аппарата во время действия срока гарантийного обслуживания без предварительного согласования с предприятием-изготовителем, гарантия на анализатор прекращается.

## 20. Правила хранения и транспортирования

- 20.1 Анализатор должен храниться в закрытом помещении в заводской упаковке при температуре воздуха от +5 до +40°C и относительной влажности воздуха не более 80%.
- 20.2 Хранение прибора без упаковки следует производить при температуре окружающего воздуха от +10 до +35°C и относительной влажности до 80%.
- 20.3 Анализатор может транспортироваться всеми видами транспорта в крытых транспортных средствах в диапазоне температур от -40 до +50°C и относительной влажности не более 95%.

## 21. Сведения об утилизации

- 21.1 При утилизации анализатора необходимо строго соблюдать соответствующие законы и правила, действующие в стране, в которой производится утилизация данного анализатора.
- 21.2 Рентгеновская трубка и детектор рентгеновского излучения содержат бериллий, который относится к группе опасных химических веществ.
- 21.3 Убедитесь в соблюдении законов по утилизации компонентов, содержащих бериллий.
- 21.4 Порядок утилизации определяет организация, эксплуатирующая прибор.

## 22. Гарантийные обязательства

- 22.1 ООО «ЭКРОСХИМ» гарантирует соответствие анализатора характеристикам, указанным в пункте 4 настоящего документа при соблюдении покупателем условий эксплуатации, транспортирования и хранения.
- 22.2 Гарантийный срок эксплуатации анализатора составляет 12 месяцев со дня ввода анализатора в эксплуатацию. Ввод в эксплуатацию производит представитель завода-изготовителя или его представитель, авторизованный им на данный вид работ. Факт ввода в эксплуатацию оформляется двусторонним актом.
- 22.3 Гарантийные обязательства на рентгеновскую трубку и детектор – в соответствии с нормативно-технической документацией предприятия-изготовителя.
- 22.4 Гарантийный срок хранения – 18 месяцев со дня изготовления.
- 22.5 Срок ввода в эксплуатацию не должен превышать 6 месяцев со дня отгрузки.
- 22.6 При вводе в эксплуатацию после 6 месяцев со дня отгрузки соответственно сокращается гарантийный срок эксплуатации.
- 22.7 Гарантийное обслуживание производится только авторизованными сервисными центрами производителя.

**Внимание!** Производитель принимает оборудование для гарантийного обслуживания только в заводской упаковке или (по согласованию с производителем) в упаковке, надёжно обеспечивающей сохранность изделия при транспортировке.

## 23. Сведения о рекламациях

23.1 В случае выявления неисправностей в период гарантийного срока эксплуатации, а также обнаружения некомплектности при распаковывании изделия, потребителю следует направить рекламационный акт по адресу производителя:

ООО «ЭКРОСХИМ»

199178, а/я №55

Телефон (812) 322-96-00, факс (812) 448-76-00

E-mail: info@ecohim.ru

URL: www.ecohim.ru

23.2 Рекламацию на изделие не предъявляют:

23.2.1 по истечении гарантийного срока;

23.2.2 при нарушении потребителем правил эксплуатации, хранения, транспортирования, предусмотренных эксплуатационной документацией.

## 24. Свидетельство о приёмке

Анализатор серы рентгеновский энергодисперсионный ЭКРОС-7700 заводской номер **7K7E** \_\_\_\_\_ модификация \_\_\_\_\_ проверен в соответствии с техническими условиями БКРЕ.415312.003ТУ, обязательными требованиями государственных стандартов и признан годным для эксплуатации.

Дата выпуска \_\_\_\_\_

Штамп ОТК

Контролёр \_\_\_\_\_

## 25. Сведения о произведённых ремонтах

Дата	Описание неисправности	Ремонт произвёл	Примечание

## Приложение 1. Сборка и разборка кювет

### Сборка кюветы измерительной КИ-28

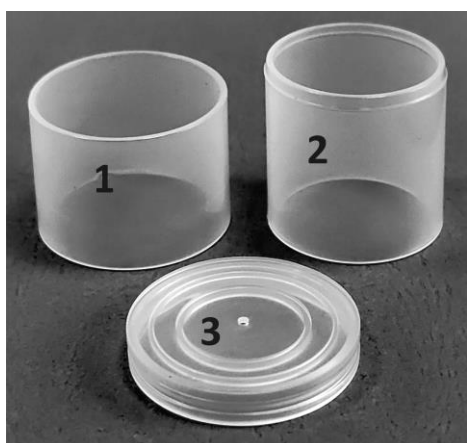


Рисунок 51

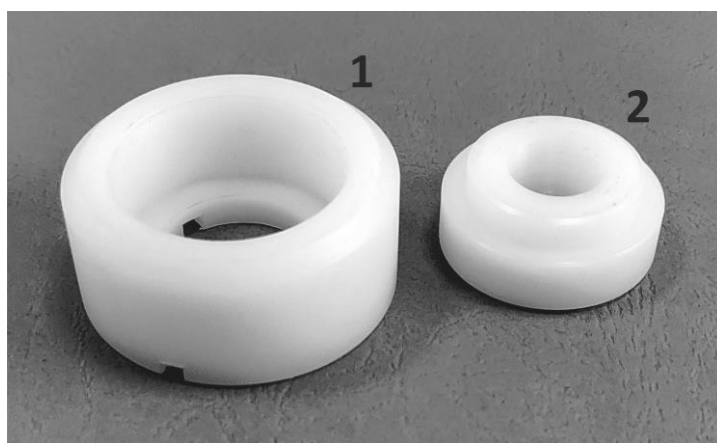
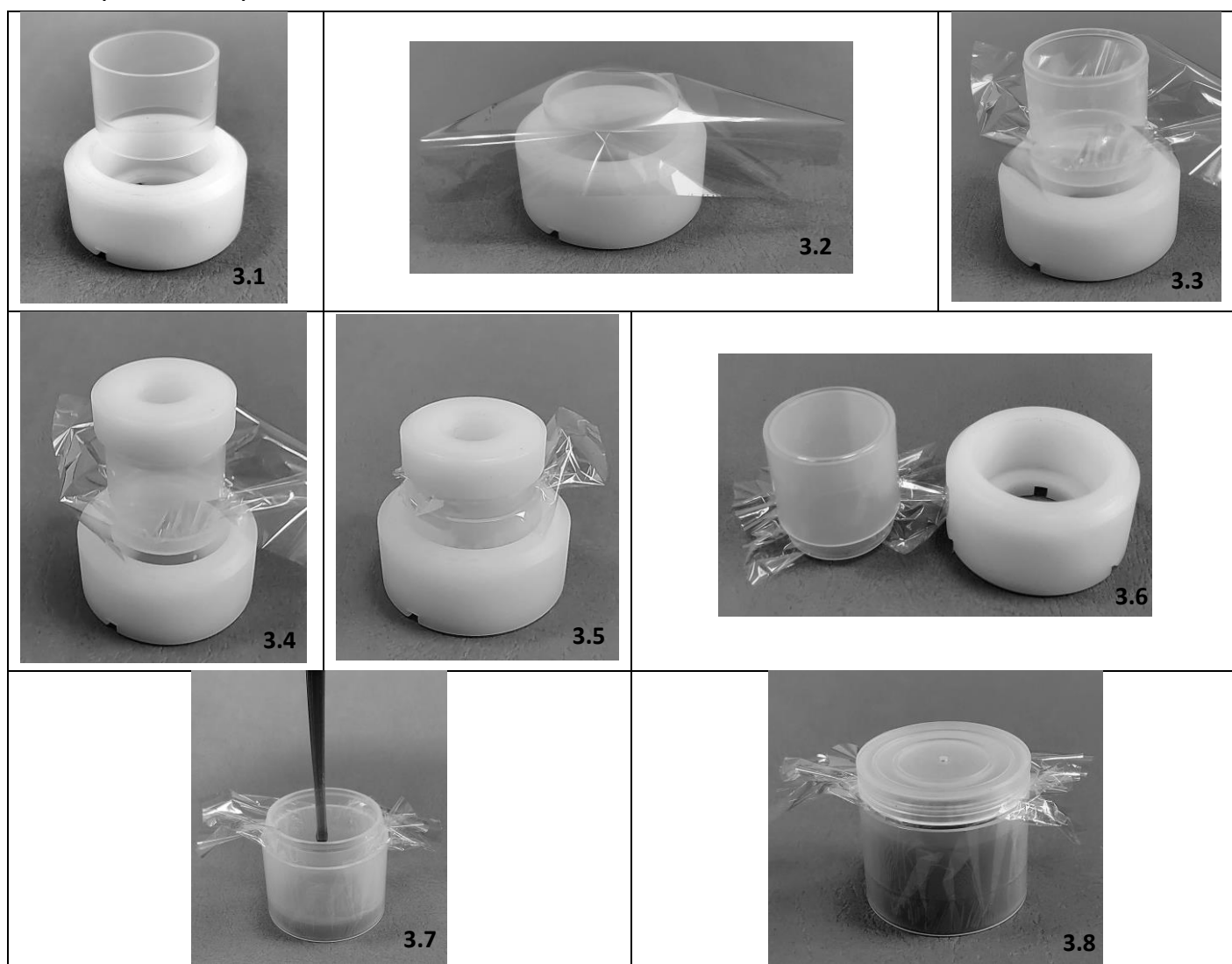


Рисунок 52

1. Кювета измерительная КИ-28 (Рисунок 51) состоит из 3 частей: внешняя втулка (1), внутренняя втулка (2), крышка (3).
2. Устройство для сборки кювет (Рисунок 52) состоит из 2 частей: опора (1) и толкатель (2).
3. Порядок сборки:



3.1. Установить внешнюю втулку кюветы в опору устройства для сборки кювет.

**ВНИМАНИЕ!** На внутренней поверхности внешней втулки имеется уплотнительное кольцо, представляющее собой риск. Внешнюю втулку следует располагать таким образом, чтобы уплотнительное кольцо было ближе к нижнему краю.

3.2. Дно кюветы представляет собой плёнку, зажатую между двумя втулками. Для того чтобы зажать плёнку между двумя втулками, необходимо отрезать небольшой фрагмент плёнки ( $\approx 10$  см), положить её поверх внешней втулки и расправить.

3.3. Вставить внутреннюю втулку во внешнюю и немного надавить.

**ВНИМАНИЕ!** На одном из краёв внутренней втулки имеется защёлка, на которую надевается крышка. Во время сборки располагать втулку защёлкой вверх.

3.4. Установить толкатель во внутреннюю втулку.

3.5. Плавна надавить пальцами на толкатель до упора.

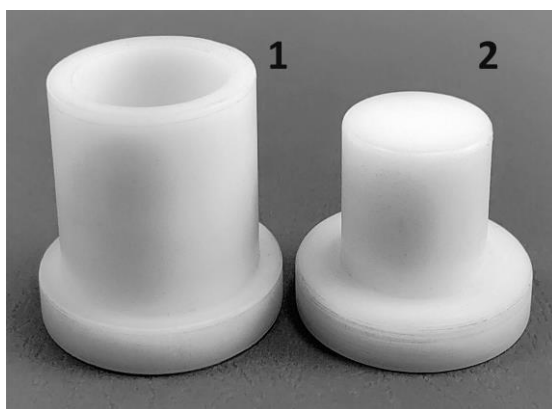
**ВНИМАНИЕ!** Во избежание выдавливания плёнки, убедиться, что отверстие в толкателе остаётся открытым в процессе сборки кювет.

3.6. После того, как плёнка закреплена между двумя втулками, убедиться в том, что на плёнке нет складок и морщин, поверхность плёнки должна быть ровной и не загрязнённой. Эти обстоятельства важны для проведения корректного проведения анализа. Проверить целостность плёнки между втулками. Наличие надрывов в этой области может привести к разливу анализируемого продукта и загрязнению анализатора. При наличии дефектов кювету разобрать и собрать заново.

3.7. Заполнить кювету исследуемым образцом на  $3/4$  высоты и плавна (чтобы воздух над образцом не выдавил плёнку) закрыть крышкой до щелчка.

3.8. При необходимости нанести маркировку образца на крышку кюветы.

### Разборка кюветы измерительной КИ-28



**Рисунок 53**

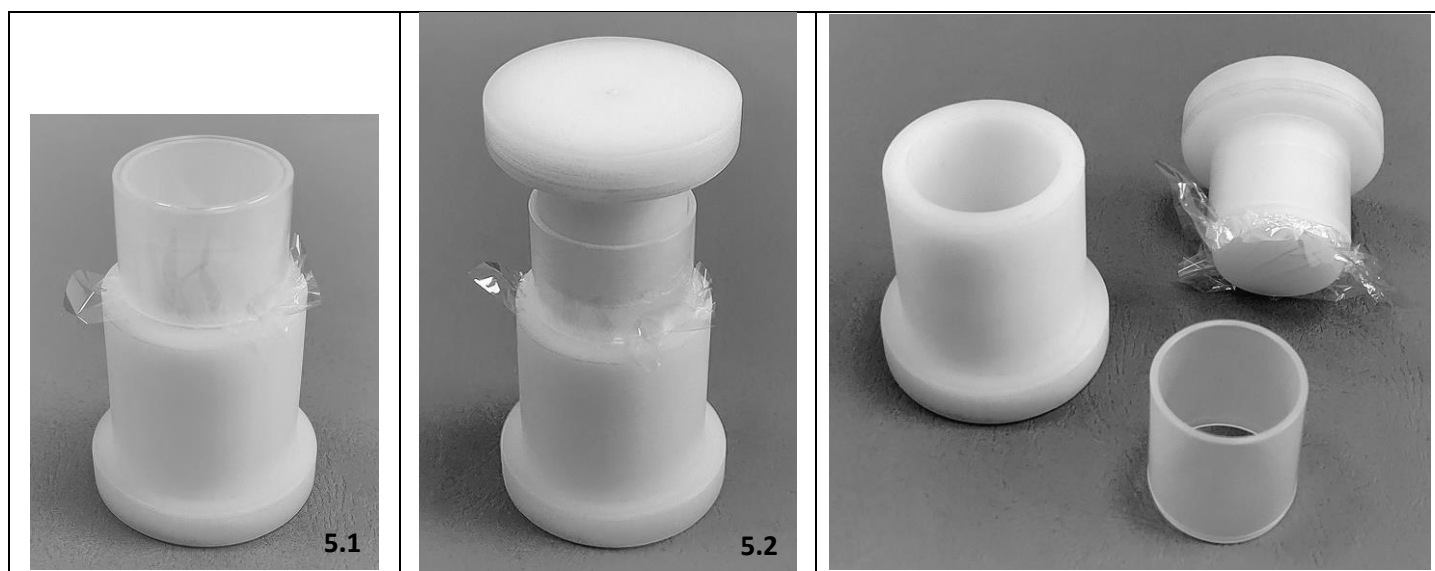
4. Устройство для разборки кювет КИ-28 (Рисунок 53) состоит из 2 частей: опора (1) и толкатель (2).

5. Порядок разборки:

5.1. Установить кювету в толкатель таким образом, чтобы плёнка располагалась сверху.

5.2. Выдавить внутреннюю втулку при помощи толкателя.

**ВНИМАНИЕ!** Следует соблюдать осторожность в процессе разборки кювет.



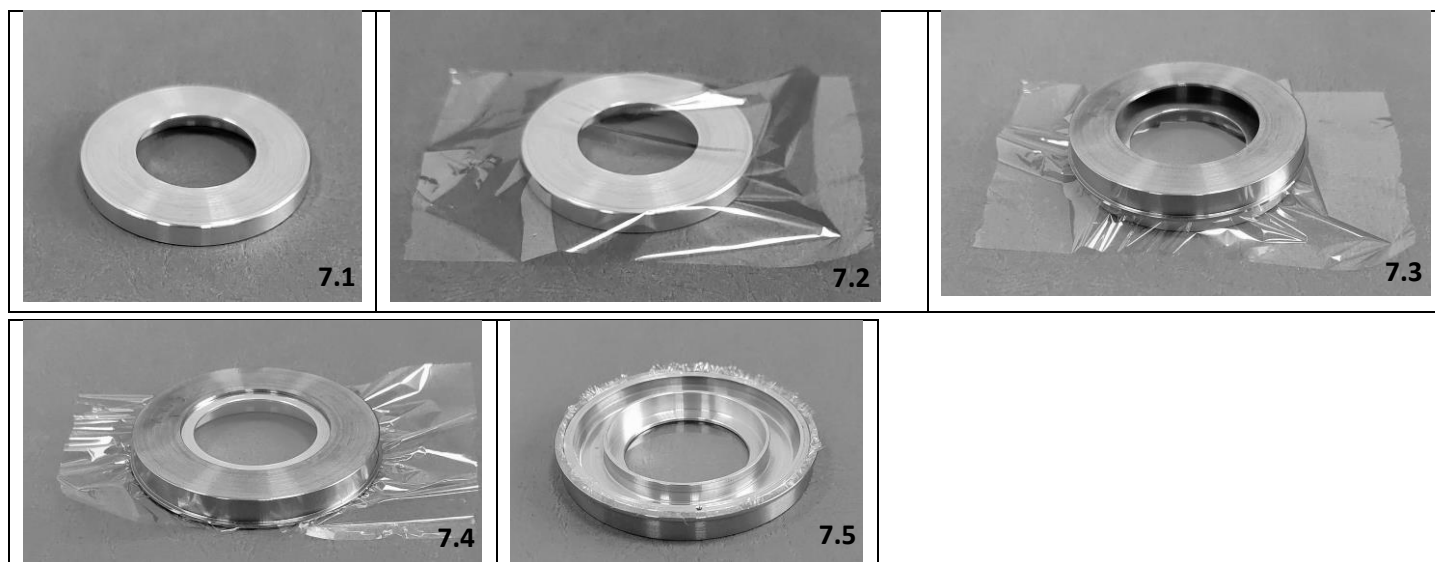
### Сборка кюветы защитной



**Рисунок 54**

6. Защитная кювета (Рисунок 54) состоит из 2 частей: внутренняя оправа (1) и внешняя оправа (2).

7. Порядок сборки:



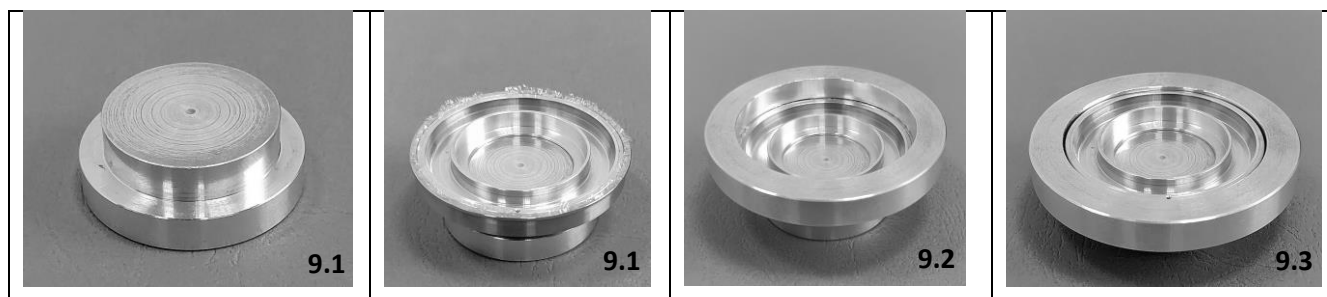
- 7.1. Установить внутреннюю оправу защитной кюветы рабочей частью вниз.
- 7.2. Отрезать фрагмент плёнки ( $\approx 10$  см) и положить плёнку на внутреннюю оправу защитной кюветы. Расправить плёнку.
- 7.3. Надеть внешнюю оправу защитной кюветы так, чтобы плёнка располагалась между оправами.
- 7.4. Плавнo надавить на внешнюю оправу защитной кюветы до упора.  
После сборки кюветы убедиться в том, что на плёнке, расположенной в области центрального отверстия кюветы нет складок и морщин, поверхность плёнки должна быть ровной и не загрязнённой. При наличии дефектов плёнки защитную кювету разобрать и собрать заново.
- 7.5. Срезать лишнюю плёнку с краёв кюветы острыми ножницами.

### Разборка кюветы защитной



Рисунок 55

8. Устройство для разборки защитной кюветы (Рисунок 55) состоит из 2 частей: опоры (1) и съёмник (2).
9. Порядок разборки:



- 9.1. Установить защитную кювету на опору.
- 9.2. Установить съёмник на защитную кювету.

**ВНИМАНИЕ!** На съёмнике имеется проточка, предотвращающая соскальзывание съёмника с оправы в процессе разборки защитной кюветы.

- 9.3. Плавнo надавить на съёмник до упора.



## Лист регистрации изменений

[illegible]