

УТВЕРЖДАЮ  
Руководителя ГЦИ СИ ФГУП  
«ВНИИМ им. Д.И. Менделеева»



Государственная система обеспечения единства измерений

**СПЕКТРОМЕТРЫ ЭМИССИОННЫЕ  
«ПАПУАС-4»**

**МЕТОДИКА ПОВЕРКИ**

**МП-242-1153-2011**

СОГЛАСОВАНО

Руководитель научно-исследовательского отдела  
государственных эталонов в области физико-  
химических измерений

ГЦИ СИ ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева»

 Л.А. Конопелько

" 04 04 2011 г.

Разработал:

Ведущий инженер

ГЦИ СИ ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева»

 Т. М. Эннанова

Санкт-Петербург  
2011 г.

Настоящая методика распространяется на спектрометры эмиссионные «ПАПУАС-4» (далее в тексте - спектрометр), модификаций «ПАПУАС-4ИР», «ПАПУАС-4ДИР», «ПАПУАС-4ДД», «ПАПУАС-4ИМР», «ПАПУАС-4И», «ПАПУАС-4ДИ», «ПАПУАС-4ИМ», выпускаемых ООО «Спектроприбор-2», п. Курилово, Подольский р-н, Московской области, включая спектрометры «ПАПУАС-4» введенные в эксплуатацию начиная с 01.06.2005 г., и устанавливает методы их первичной поверки при выпуске из производства и после ремонта, периодической поверки в процессе эксплуатации.

Межповерочный интервал - один год.

## 1. ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ

1.1. При проведении поверки должны быть выполнены операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1.

№ п./п.	Наименование операций	Номер пункта методики	Проведение операций поверки при	
			периодической поверке	первичной поверке
1.	Внешний осмотр.	6.1	да	да
2.	Опробование.	6.2	да	да
3.	Определение метрологических характеристик.	6.3	да <sup>1)</sup>	да <sup>1)</sup>
4.	Определение метрологических характеристик по документу на методику измерений	-	да <sup>2)</sup>	нет

Примечания: <sup>1)</sup> Проводится:

- при первичной поверке;
- при периодической.

<sup>2)</sup> Допускается проводить при наличии стандартизированной (аттестованной) методики измерений с использованием спектрометра эмиссионного «ПАПУАС-4».

Согласно МИ 2531-99 «ГСИ. Анализаторы состава веществ и материалов универсальные. Общие требования к методикам поверки в условиях эксплуатации», допускается проводить периодическую поверку в соответствии с разделами «Контроль точности» аттестованных государственными научными метрологическими центрами методик измерений или разделов «Контроль точности (погрешности, прецизионности, неопределенности)» или «Обработка результатов измерений» стандартизированных (принятых в виде ГОСТ и введенных в действие постановлением Росстандарта или постановлением Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии.), реализованных на поверяемом приборе.

1.2. Если при проведении той или иной операции поверки получен отрицательный результат, дальнейшая поверка прекращается.

## 2. СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

2.1. При проведении поверки должны быть применены средства, указанные в таблице 2.

Таблица 2.

№ п/п	Номер пункта МП	Наименование, тип, марка эталонного средства измерений или вспомогательного средства поверки.	ГОСТ, ТУ или основные технические и (или) метрологические характеристики
1.	6	Барометр-анероид контрольный М-67	ТУ 2504-1797-75, диапазон измерений давления от 610 до 790 мм рт.ст., погрешность $\pm 0,8$ мм рт.ст.
2.	6	Психрометр аспирационный М-34-М	ТУ 52.07-(ГРПИ.405 132.001)-92, диапазон относительной влажности от 10 до 100 % при температуре от 5 до 40°C

№ п/п	Номер пункта МП	Наименование, тип, марка эталонного средства измерений или вспомогательного средства поверки.	ГОСТ, ТУ или основные технические и (или) метрологические характеристики
3.	6	Термометр ртутный стеклянный лабораторный ТЛ-4	ТУ 25-2021.003-88, ГОСТ 28498-90, диапазон измерений (0-55) °С, цена деления 0,1 °С, погрешность ± 0,2 °С
4.	6.2, 6.3	Контрольный образец для профилирования алюминия марки Д16, входящий в комплект поставки прибора.	ГОСТ 21488-97
5.	6.3	ГСО состава алюминия	№ по Госреестру 8658-2005 (комплект VSA-1)
6.	6.3	ГСО состава меди черновой	№ по Госреестру 8381-2003 (комплект VSM1)
7.	6.3	ГСО состава цинка	№ по Госреестру 8743-2006 (комплект VSZ1)
8.	6.3	ГСО состава стали углеродистой и легированной типов 13Х, 60С2, 05кп, 11ХФ, 60С2Г, 12Х1МФ, 30ХН2МФА, 12МХ, В2Ф	№ по Госреестру 4165-91П, ГСО 2489-91П÷2497-91П(комплект УГ0д-УГ9д)
9.	6.3	ГСО состава свинца марок С0-С3	KZ.03.01.00057-2007(комплект № 1)

2.2. Допускается применение других средств поверки, обеспечивающих определение указанных в таблице 1 характеристик поверяемого спектрометра «ПАПУАС-4» с требуемой точностью.

2.3. Все средства поверки должны иметь действующие свидетельства о поверке, а СО, - действующие свидетельства об аттестации.

### 3. ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

3.1. Требования безопасности должны соответствовать рекомендациям, изложенным в руководстве по эксплуатации на спектрометр эмиссионный «ПАПУАС-4» СПИ.001.00.000.06 РЭ и технических условиях на спектрометр «ПАПУАС-4» ТУ 4434-005-86712431-2011.

3.2. При выполнении поверки должны соблюдаться «Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей», утвержденные 13.01.2003 г., и «Правила безопасности при эксплуатации электроустановок», утвержденные 05.01.2003 г.

3.3. Общие требования безопасности при проведении поверки – по ГОСТ 12.3.019-80.

3.4. К проведению измерений при поверке допускаются лица:

- обученные в соответствии с ССБТ по ГОСТ 12.0.004-79 и имеющие квалификационную группу не ниже III, согласно «Правилам технической эксплуатации электроустановок потребителей», утвержденным 13.01.2003 г.;
- знающие основы эмиссионного спектрального анализа;
- имеющие опыт работы с оптико-эмиссионными спектральными средствами измерений;
- изучившие Руководство по эксплуатации поверяемого прибора и методику поверки.

3.5. Все блоки спектрометра должны быть заземлены.

3.6. При проведении работ по подготовке проб следует руководствоваться правилами и нормами, регламентированными инструкциями по безопасности труда для лабораторий атомно-эмиссионного спектрального анализа, действующими на предприятии.

### 4. УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ

4.1. При проведении поверки должны быть соблюдены следующие условия:

- температура окружающего воздуха, (15 – 25) °С;
- атмосферное давление, (86,0 – 106,7) кПа;
- относительная влажность воздуха, (30 – 80) %;
- напряжение питания переменного тока, (220<sup>+22</sup><sub>-33</sub>) В;
- частота переменного тока, (50±1) Гц.

4.2. Перед проведением поверки спектрометр следует выдержать при условиях поверки (см. п. 4.1) не менее 2 часов.

## 5. ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ

- 5.1. Установка и подготовка прибора к поверке, включение соединительных устройств, заземление, выполнение операций при проведении контрольных измерений осуществляется в соответствии с правилами эксплуатации, изложенными в руководстве по эксплуатации СПП.001.00.000.06 РЭ.
- 5.2. Включить питание всех блоков спектрометра от сети переменного тока и подготовить спектрометр к работе в соответствии с п. 4.2 руководства по эксплуатации СПП.001.00.000.06 РЭ либо разделом 7 паспорта ПС 4434-003-86712431-2011. Осуществить прогрев прибора в течение не менее 20 мин.
- 5.3. Подготовить для анализа выбранные стандартные образцы в соответствии с инструкцией по применению соответствующего комплекта стандартных образцов, являющейся Приложением к Свидетельству на комплект СО. На заточенной поверхности образца не допускаются раковины, поры, трещины, шлаковые включения, цвета побежалости и другие дефекты. Заточенные поверхности образцов не следует трогать руками. В ожидании обыскривания образцы должны лежать заточенными поверхностями вверх. Для выполнения измерений следует использовать только свежезаточенные образцы ( не позднее 1 часа после заточки).

## 6. ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ

### 6.1. Внешний осмотр.

При проведении внешнего осмотра должно быть установлено:

- наличие эксплуатационной документации;
- соответствие комплектности прибора спецификации (без запасных частей);
- наличие на всех блоках спектрометра обозначения (наименования), заводских номеров, обозначений переключателей и гнезд;
- отсутствие механических повреждений корпусов блоков и загрязнений, влияющих на работоспособность спектрометра;
- целостность показывающих приборов;
- надежность крепления соединительных элементов;
- правильность размещения спектрометра в лаборатории (согласно руководства по эксплуатации).

Спектрометр «ПАПУАС-4» считается выдержавшим внешний осмотр удовлетворительно, если он соответствует всем перечисленным выше требованиям

### 6.2. Опробование.

Опробование (контроль работоспособности) спектрометра производится в следующем порядке:

- 6.2.1. Включить спектрометр «ПАПУАС-4» и провести профилирование, как указано в п. 7.4 паспорта на прибор ПС 4434-003-86712431-2011 и п. 3.3.9.1 Руководства по эксплуатации спектрометра «ПАПУАС-4» СПП.001.00.000.06 РЭ.
- 6.2.2. Провести проверку работоспособности оптического блока и источника возбуждения спектра, как указано в п.п. 4.2.3 и 4.2.4 Руководства по эксплуатации СПП.001.00.000.06 РЭ.
- 6.2.3. Провести градуировку спектрометра по государственным стандартным образцам (ГСО) в соответствии с руководством по эксплуатации (РЭ) на анализ по одной из методик выполнения измерений, разрешенной к применению в установленном порядке. Градуировку провести по методике с искровым источником возбуждения спектра.

Результаты опробования считаются удовлетворительными, если спектрометр «ПАПУАС-4» соответствует требованиям ТУ 4434-005-86712431-2011.

### 6.3. Определение метрологических характеристик.

#### 6.3.1. Определение рабочего спектрального диапазона спектрометра «ПАПУАС-4».

- a) Подготовить спектрометр к работе в соответствии с Руководством по эксплуатации.
- b) Провести профилирование прибора согласно Руководства по эксплуатации.
- c) Установить в источнике подставной электрод и стандартный образец. В качестве источника излучения для проверки спектрального диапазона используется искровой разряд, генерируемый в штативе спектрометра «ПАПУАС-4» между стандартным подставным угольным электродом марки **ЕС-12** диаметром 6 мм, заточенным на полусферу, и контрольным образцом для профилирования алюминия марки Д16, входящий в комплект поставки прибора.
- d) Переключиться на аналитическую методику «Проверка спектрального диапазона» согласно Руководству по эксплуатации.
- e) Очистить таблицу результатов измерения, нажав кнопку **Новый** (или клавишу **<Ctrl+N>**). Затем произвести одно измерение контрольного образца для профилирования, входящего в комплект поставки прибора с помощью кнопки **Измерение** (или клавиши **Enter**).
- f) Отметить мышкой столбец таблицы с результатом только что произведенного измерения и перейти в режим просмотра спектра с помощью команды **Методика/Задача** (либо клавиши **F9**). Переключиться в режим отображения длин волн по оси X.
- g) Для проверки нижней границы спектрального диапазона, составляющей для всех модификаций спектрометра «ПАПУАС-4» **210 нм**, вывести в окне спектра спектральный диапазон **201-212 нм** (позиция № 1). Сравнивая визуально картинку спектра на экране со стандартной распечаткой, приведенной ниже на *рисунке 1*, убеждаемся в наличии контрольной линии **Cu 204,379 нм**.
- h) На следующем этапе на экран выводится спектральный диапазон **344-348 нм** (позиция № 4) и проверяется наличие контрольной линии **Mn 346,033 нм** с целью проверки верхней границы рабочего спектрального диапазона для модификаций спектрометра «ПАПУАС-4И», «ПАПУАС-4ДИ», «ПАПУАС-4ИМ», соответствующей 350 нм (см. *Рис. 2*).
- i) Для проверки верхней границы спектрального диапазона для модификаций спектрометра «ПАПУАС-4ИР», «ПАПУАС-4ДИР», «ПАПУАС-4ДД», «ПАПУАС-4ИМР», составляющей **410 нм**, выводится на экран спектральная область **404 - 412 нм** (позиция № 5) и проверяется наличие контрольной линии **C 407,585 нм** (см. *Рис. 3*).
- j) Спектрометр считается выдержавшим поверку, если, значение нижней границы спектрального диапазона прибора не более **210 нм**, а значения верхних границ спектрального диапазона прибора не менее **350 нм** для модификаций «ПАПУАС-4И», «ПАПУАС-4ДИ», «ПАПУАС-4ИМ» и не менее **410 нм** для модификаций «ПАПУАС-4ИР», «ПАПУАС-4ДИР», «ПАПУАС-4ДД», «ПАПУАС-4ИМР».

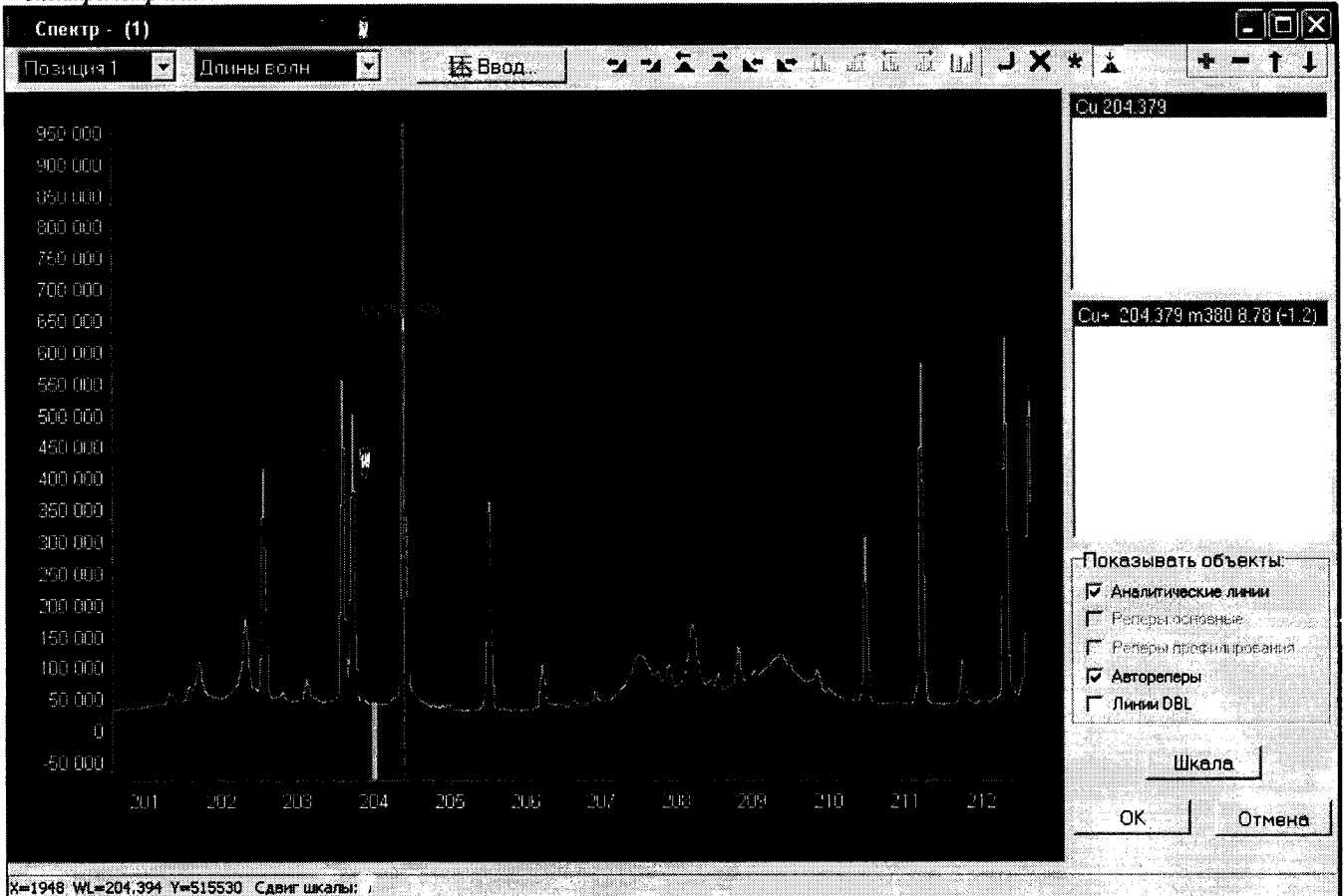


Рис. 1. Проверка нижней границы спектрального диапазона.

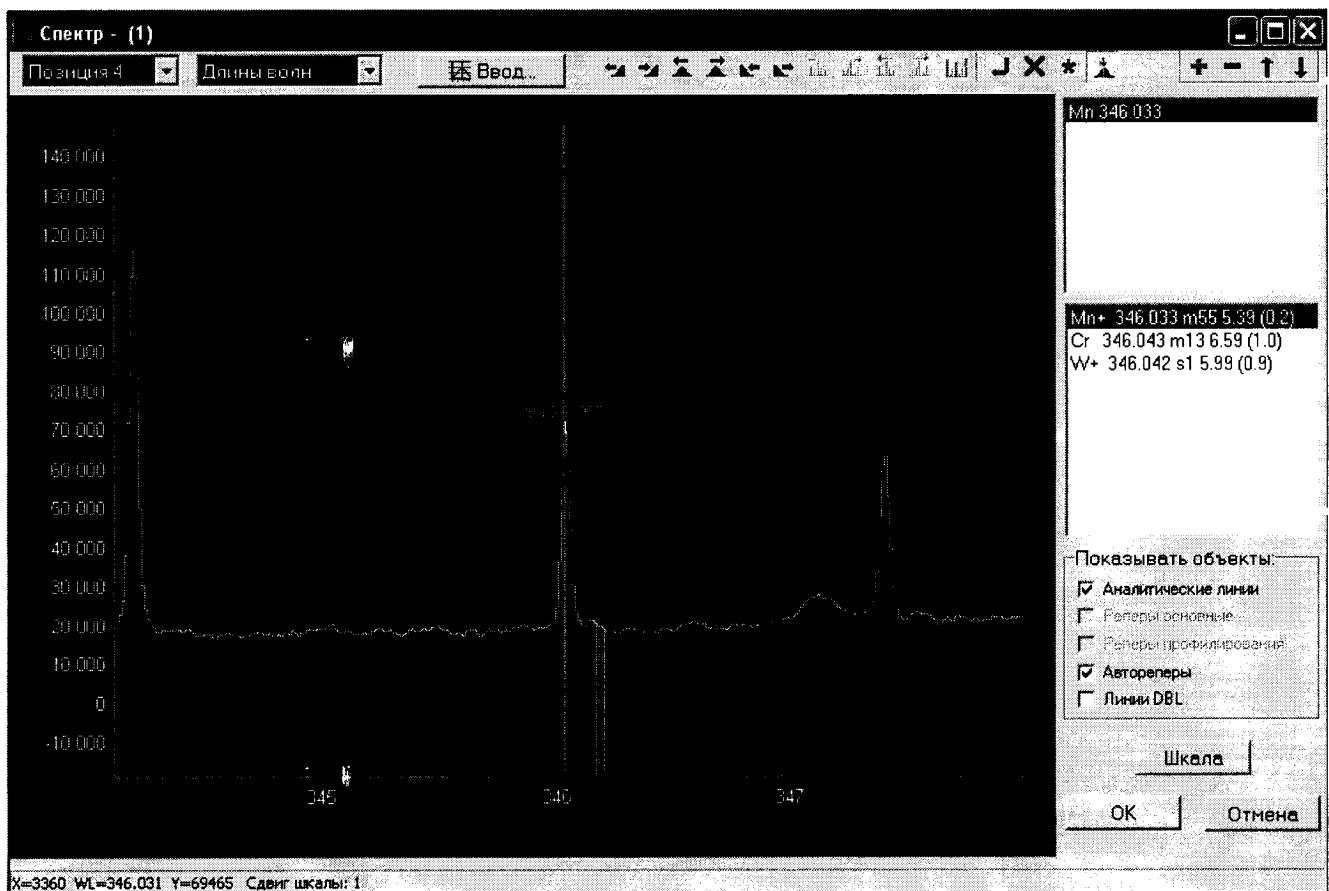
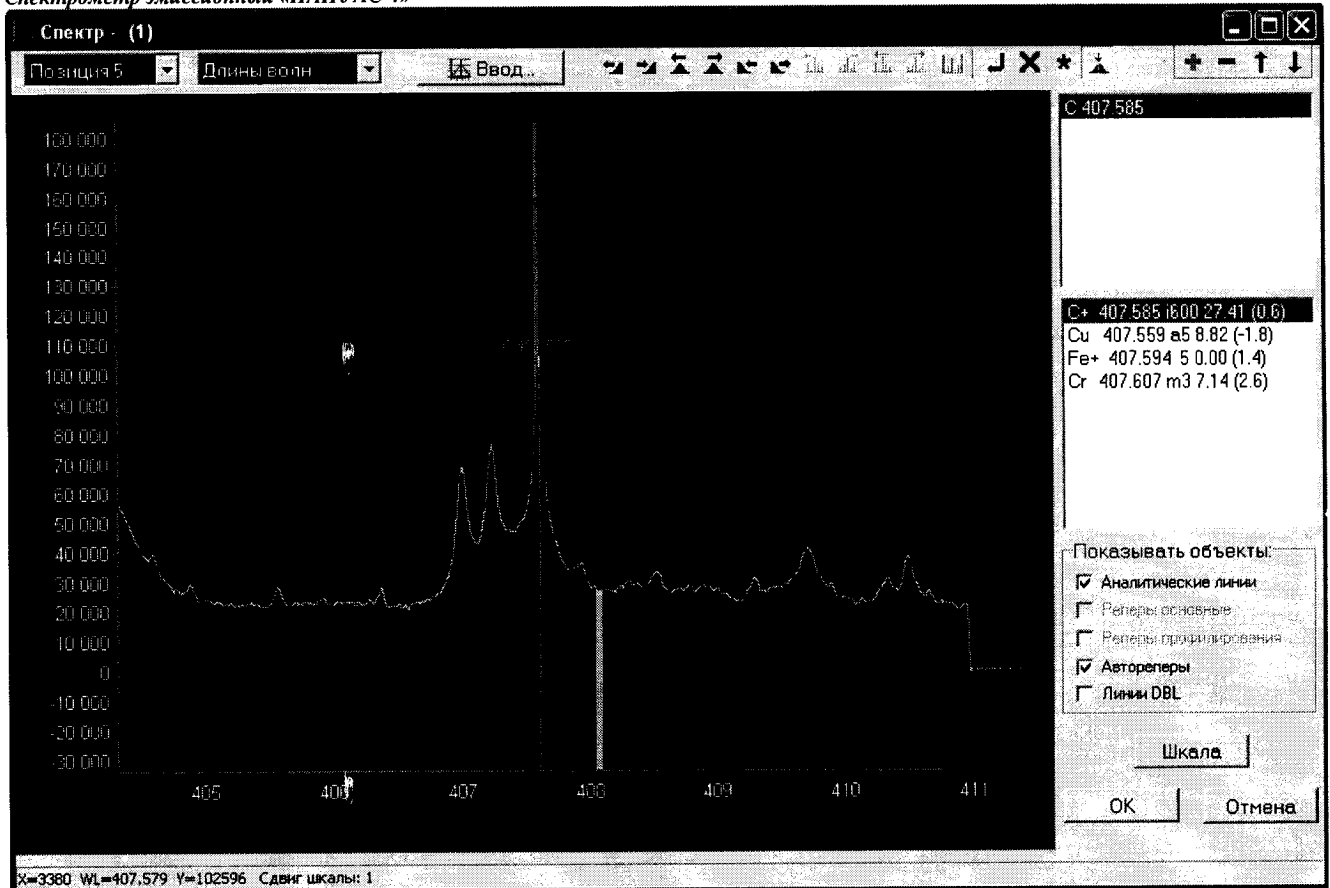


Рис. 2. Проверка верхней границы спектрального диапазона для модификаций «ПАПУАС-4И», «ПАПУАС-4ДИ», «ПАПУАС-4ИМ».



*Рис. 3.* Проверка верхней границы спектрального диапазона для модификаций «ПАПУАС-4ИР», «ПАПУАС-4ДИР», «ПАПУАС-4ДД», «ПАПУАС-4ИМР».

### 6.3.2. Определение спектрального разрешения.

- а) Провести подготовительные операции, как описано в п. 6.3.1 (а - б).
- б) Провести измерение спектра контрольного образца для профилирования, входящего в комплект прибора, как описано в п.п. 6.3.1 (с - f) или воспользоваться результатом измерения спектра указанного выше образца, проведенного по п.п. 6.3.1 (с - f).
- в) Вывести в рабочем окне спектральный диапазон **323-326 нм** (позиция № 4). Сравнивая визуально картинку спектра на экране со стандартной распечаткой, приведенной ниже на *рис. 4*, находим контрольную линию **Cu 324,754 нм**.
- г) Установив мышкой спектральный курсор (вертикальная линия серого цвета) на максимум линии **Cu 324,754 нм**, нажать сочетание клавиш **Ctrl+W**. В появившейся справке считать измеренное значение ширины линии на полувысоте, которое принимаем за спектральное разрешение прибора.
- е) Спектрометр считается выдержавшим поверку, если, спектральное разрешение прибора не превышает **0,09 нм**.

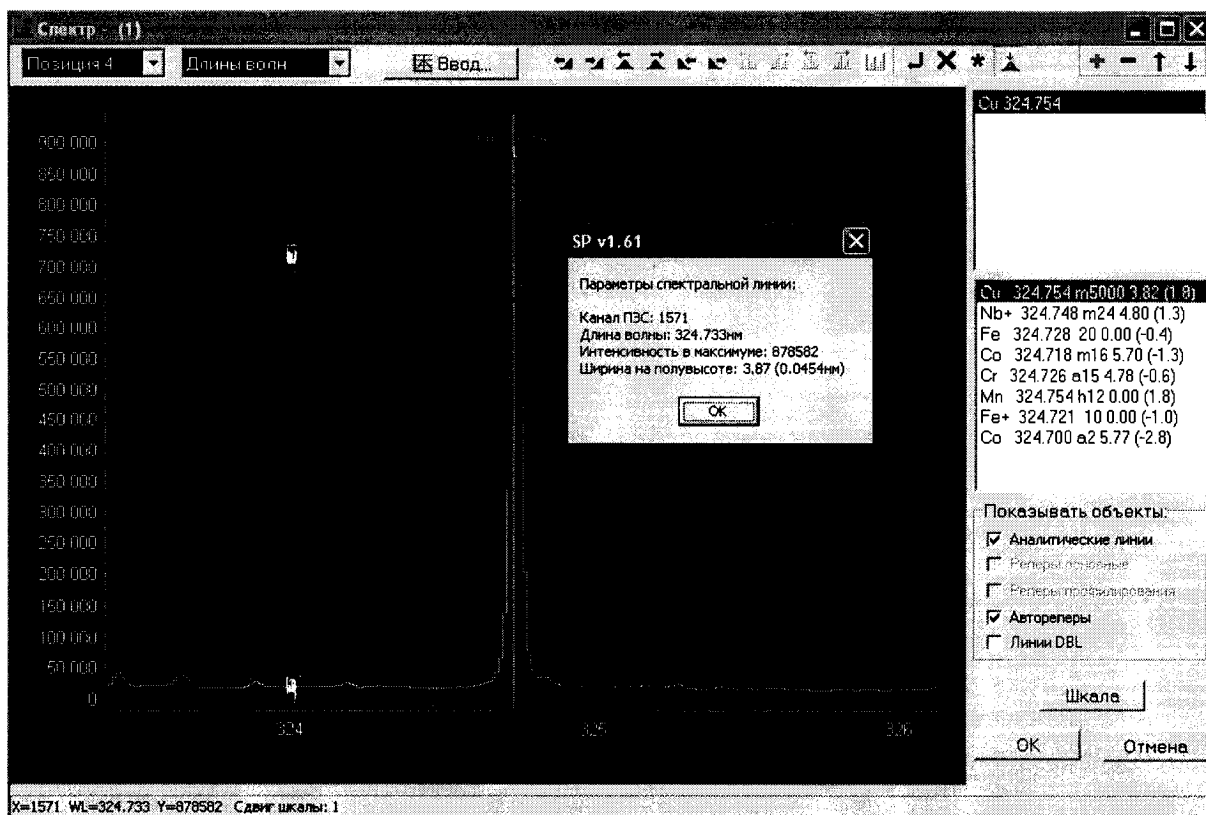


Рис. 4. Проверка спектрального разрешения спектрометра по линии Cu 324,754 нм.

### 6.3.3. Определение дрейфа положения спектральных линий.

- Провести подготовительные операции, как описано в п. 6.3.1 (а - б).
- Провести серию из 8 измерений контрольного образца для профилирования алюминия марки Д16, входящего в комплект поставки прибора с интервалом в 1 час между последовательными измерениями.
- По окончании серии измерений выполнить команду меню **Измерение->Метрология->Расчет дрейфа..**
- В появившемся окне считать значения максимального сдвига (в нанометрах).
- Спектрометр считается выдержавшим испытание, если, максимальное значение не компенсированного дрейфа для всей совокупности контрольных линий не превышает **0,09 нм**.

### 6.3.4. Определение пределов детектирования элементов в образцах алюминия, меди, цинка, стали, свинца.

- Провести подготовительные операции, как описано в п. 6.3.1 (а - б).
- В зависимости от выбранной для проведения поверки основы сплава в программном обеспечении SP переключиться на одну из методик: «Проверка пределов детектирования-Ал», «Проверка пределов детектирования-Сu», «Проверка пределов детектирования-Zn», «Проверка пределов детектирования-Fe» или «Проверка пределов детектирования-Pb».
- В зависимости от выбранной для проверки основы сплава провести корректировку соответствующей аналитической методики спектрометра по ГСО алюминия, меди, цинка, стали, свинца согласно Руководству по эксплуатации СПП.001.00.000.11 РЭ. Для проведения корректировки следует использовать комплекты стандартных образцов, указанных в п.п. 5 ÷ 9 таблицы 2 настоящей МП, либо руководствоваться требованиями п. 2.2 настоящей МП.

д) По окончании корректировки провести серию из 10 параллельных измерений, в зависимости от выбранной для проверки основы сплава, образца с минимальным содержанием примесей из комплектов, указанных в п.п. 5 ÷ 9 таблицы 2 настоящей МП.

е) Выполнить команду меню **Измерение->Метрология->Пределы детектирования..** В появившемся окне протокола считываем значения пределов детектирования контролируемых элементов которые рассчитываются программой автоматически.

При выполнении этой команды сначала для каждой из аналитических линий программой рассчитывается СКО относительного аналитического сигнала анализируемой аналитической линии. Далее определяется относительный аналитический сигнал, соответствующий пределу детектирования каждого из элементов, путем умножения полученной величины СКО относительного аналитического сигнала на три:

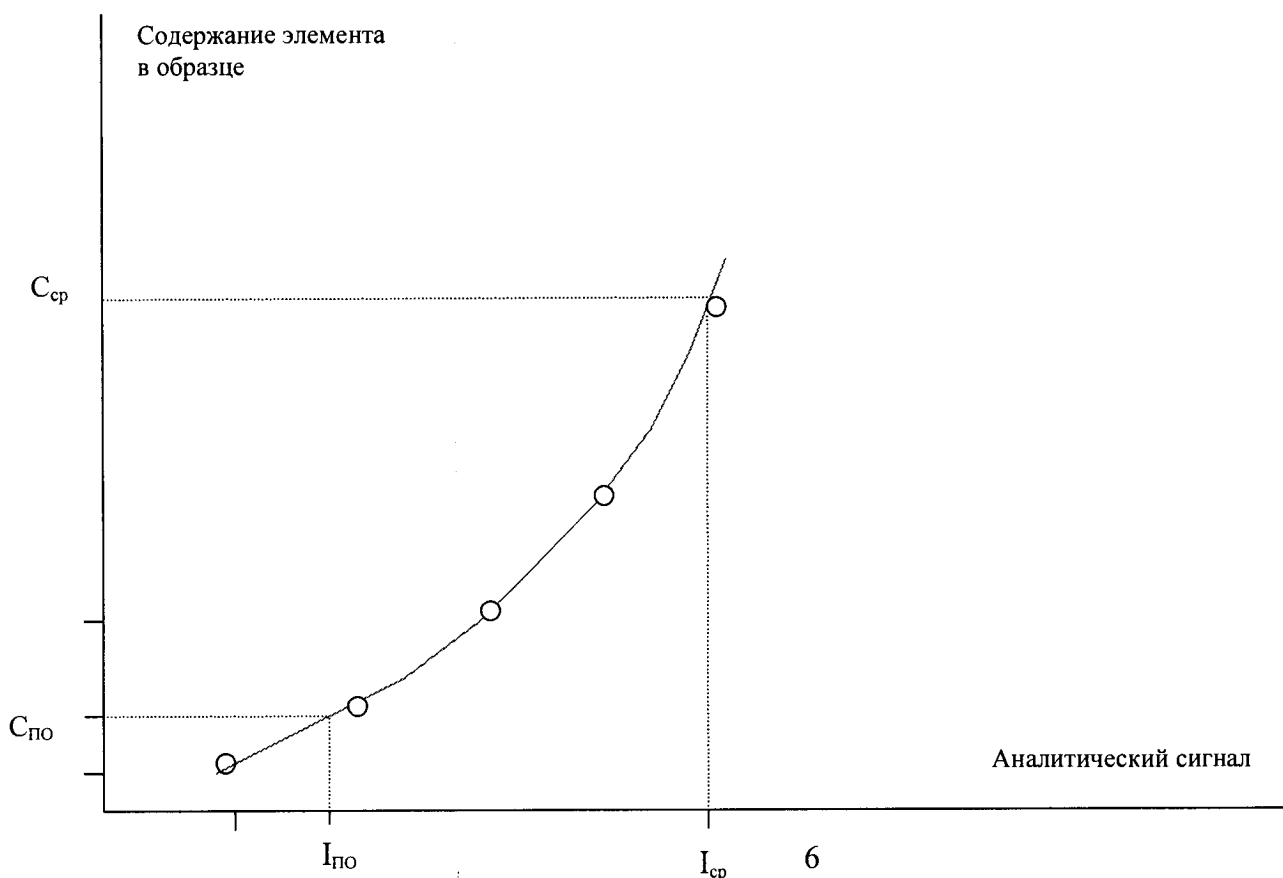
$$I_{по} = 3 \times \sigma_0$$

где:  $I_{по}$  - аналитический сигнал, соответствующий пределу детектирования;  
 $\sigma_0$  - СКО относительного аналитического сигнала.

По построенной и откорректированной концентрационной кривой, которая представляет из себя зависимость содержания анализируемого элемента в образце от относительного аналитического сигнала спектральной линии, соответствующей конкретному химическому элементу, определяется по графику предел детектирования элемента, как функция относительного аналитического сигнала, соответствующего пределу детектирования:

$$C_{по} = F(I_{по}).$$

Это проиллюстрировано на *рисунке 5*, расположенном ниже:



*Рис. 5.* Определение предела детектирования элемента по концентрационной кривой.

f) Прибор считается прошедшим поверку по п.6.3.4, если значения пределов детектирования элементов не превышают значений, указанных в *таблице 3*:

Таблица 3.

Анализируемый тип сплава	Определяемый элемент	Предел детектирования, %
Алюминий	Cu	0,05
	Si, Fe	0,07
	Zn	0,05
Медь	Zn, Sn, Pb, Fe, Ni	0,10
Цинк	Al,Cu,Pb,Sn	0.05
Стали углеродистые	Cr, Ni,Mn	0,05
	Si	0,10
Свинец	Cu,Sn,Sb,Ag	0.05

6.3.5. *Определение относительного СКО выходного сигнала спектрометра в режиме измерения относительных интенсивностей.*

- Провести подготовительные операции, как описано в п. 6.3.1 (а - b) и переключиться на режим измерения относительной интенсивности.
- Очистить таблицу результатов измерения, нажав кнопку **Новый** (или клавишу <Ctrl+N>). Затем произвести 10 (десять) параллельных, т.е. следующих друг за другом, измерений контрольного образца алюминия марки Д16 с помощью кнопки **Измерение** (или клавиши **Enter**).
- В последнем столбце таблицы, озаглавленном «**Отн.СКО**», для аналитической линии **Си – 324,754 нм** определяем относительное СКО выходного сигнала по шкале интенсивности. Относительное СКО вычисляется программой автоматически по формуле:

$$S_r = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (I_i^{отн} - I_{средн}^{отн})^2}{n}} \times 100\%$$

где:  $S_r$  - относительное СКО относительного аналитического сигнала аналитической линии **Си – 324,754 нм**;

$n$  - число параллельных измерений (в данном случае  $n = 10$ );

$I_i^{отн}$  - значение относительного аналитического сигнала для  $i$ -го измерения аналитической линии **Си – 324,754 нм**;

$I_{средн}^{отн}$  - среднее значение относительных аналитических сигналов аналитической линии **Си – 324,754 нм** (вычисляется программой и берется из столбца «Среднее»).

- Прибор считается прошедшим поверку по п. 6.3.5, если значение относительного СКО выходного сигнала спектрометра в режиме измерения относительной интенсивности, полученное в соответствии с указаниями п. 6.3.5 (с) не превышает 9 %.

## 7. ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ.

- 7.1 При проведении поверки спектрометра «ПАПУАС-4» оформляют протокол результатов поверки произвольной формы. В протоколе поверки должны быть указаны следующие данные:
- дата проведения поверки;
  - обозначение модификации поверяемого спектрометра;
  - заводской номер поверяемого спектрометра;
  - условия проведения поверки;
  - используемые средства поверки;
  - результаты проведения поверки;
  - подпись поверителя.
- 7.2 Спектрометр эмиссионный «ПАПУАС-4», удовлетворяющие требованиям настоящей методики поверки, признают годными к применению, делают соответствующую отметку в технической документации (при первичной поверке) и/или выдают свидетельство о поверке (при первичной и периодической поверке) согласно ПР 50.2.006-94.
- 7.3 На оборотной стороне свидетельства о поверке должны быть указаны следующие данные:
- наименование документа, в соответствии с которым проведена поверка;
  - результаты внешнего осмотра;
  - результаты опробования;
  - результаты определения метрологических характеристик с указанием максимальных значений контролируемых характеристик, полученных в ходе поверки;
  - основные средства поверки;
  - условия, при которых проведена поверка;
  - подпись поверителя.
- 7.4 При отрицательных результатах спектрометры не допускают к применению и направляют в ремонт. В технической документации спектрометра делают отметку о непригодности, выдают извещение установленной формы согласно ПР 50.2.006-94 и аннулируют свидетельство о поверке.

**ПРИЛОЖЕНИЕ А**  
**(обязательное)**  
**Форма протокола поверки**

Протокол № \_\_\_\_\_  
поверки Спектрометра эмиссионного  
«ПАПУАС-4»

Зав.№ \_\_\_\_\_  
Изготовитель \_\_\_\_\_  
Дата выпуска \_\_\_\_\_  
Дата поверки \_\_\_\_\_

Условия поверки:

температура окружающей среды \_\_\_\_\_ °С,  
атмосферное давление \_\_\_\_\_ кПа,  
относительная влажность \_\_\_\_\_ %.  
напряжение питания \_\_\_\_\_ В

**Результаты поверки.**

1. Результаты внешнего осмотра \_\_\_\_\_
2. Результаты опробования \_\_\_\_\_
3. Результаты определения метрологических характеристик:

Метрологическая характеристика	Значение характеристики	
	по НД на прибор	действительное

4. Поверка проведена с помощью комплекта ГСО \_\_\_\_\_  
(указывают номера комплектов используемых образцов)

5. Заключение \_\_\_\_\_

Поверитель \_\_\_\_\_  
(подпись) (И.О. Фамилия)

**ПРИЛОЖЕНИЕ Б**  
**(обязательное)**  
**Форма оборотной стороны свидетельства о поверке**

**ПОВЕРКА ПРОИЗВЕДЕНА**

**с применением стандартных образцов:**

ГСО \_\_\_\_\_ состава \_\_\_\_\_.

**при следующих значениях влияющих факторов:**

Температура —

Относительная влажность —

Атмосферное давление —

Напряжение питания —

**Внешний осмотр.**

Спектрометр эмиссионный «ПАПУАС-4», модификация \_\_\_\_\_, зав. № \_\_\_\_\_ соответствует требованиям технической документации (техническим условиям ТУ 4434-005-86712431-2011 и паспорту ПС 4434-003-86712431-2011), дефекты отсутствуют.

**Опробование.**

Опробование. Прибор функционирует нормально, - в соответствии с требованиями ТУ 4434-005-86712431-2011.

**Метрологические характеристики:**

Метрологическая характеристика	Значение метрологической характеристики	
	Требования по НД	Фактическое значение МХ
Рабочий спектральный диапазон, нм		
Спектральное разрешение (на линии Cu 324,754 нм), нм	не более	
Не скомпенсированный дрейф для совокупности контрольных линий	не более	
Пределы детектирования элементов в образцах _____, % по массе	не более	
Относительное СКО выходного сигнала спектрометра в режиме измерения относительных интенсивностей, %	не более	

**Вывод:** метрологические характеристики спектрометра эмиссионного «ПАПУАС-4», модификация \_\_\_\_\_ зав. № \_\_\_\_\_, не превышают пределов, нормированных в технической документации (ТУ 4434-005-86712431-2011 и руководстве по эксплуатации СПП.001.00.000.11 РЭ) и соответствуют требованиям утвержденной методики поверки МП-242-1153-2011.

Поверитель

(Дата поверки)