

СОГЛАСОВАНО

Заместитель директора  
ФГУП «ВНИИОФИ»



И.С. Филимонов

«25» мая 2021 г.



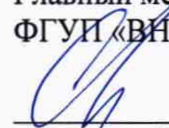
Государственная система обеспечения единства измерений

**Фотометры однолучевые портативные «фотоМЭТ»**

**МЕТОДИКА ПОВЕРКИ**

**МП 13.Д4-21**

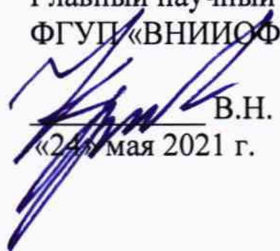
Главный метролог  
ФГУП «ВНИИОФИ»



С.Н. Негода

«24» мая 2021 г.

Главный научный сотрудник  
ФГУП «ВНИИОФИ»



В.Н. Крутиков

«24» мая 2021 г.

Москва  
2021 г.

## 1 Общие положения

Настоящая методика распространяется на фотометры однолучевые портативные «фотоМЭТ» (далее – фотометры) и устанавливает методы и средства их первичной и периодической поверки. Фотометры предназначены для измерений оптической плотности растворов с целью ее последующего пересчета в массовые концентрации веществ по соответствующим методикам измерений с использованием тест-наборов МЭТ (производства ООО «МедЭкоТест»).

По итогам проведения поверки должна обеспечиваться прослеживаемость к Государственному первичному эталону единиц спектральных коэффициентов направленного пропускания в диапазоне длин волн 0,2 – 50 мкм, диффузного и зеркального отражений в диапазоне длин волн 0,2 – 2,5 мкм (ГЭТ 156-2015). Поверка фотометров выполняется методом прямых измерений.

Интервал между поверками – 1 год.

Метрологические характеристики фотометров указаны в таблице 1.

Таблица 1 – Метрологические характеристики фотометров

Наименование характеристики	Значение
Диапазон измерений оптической плотности, Б	от 0,03 до 2,00
Пределы абсолютной погрешности измерений оптической плотности, Б: в диапазоне от 0,03 до 0,5 Б включ., в диапазоне св. 0,5 до 1,1 Б включ., в диапазоне св. 1,1 до 2,0 Б	±0,015 ±0,045 ±0,1

## 2 Перечень операций поверки средства измерений

2.1 При проведении первичной и периодической поверок должны быть выполнены операции, указанные в таблице 2.

Таблица 2 – Операции поверки

Наименование операции	Номер пункта настоящей методики	Проведение операций при	
		Первичной поверке	Периодической поверке
Внешний осмотр средства измерений	7.1	Да	Да
Подготовка к поверке и опробование средства измерений	7.2	Да	Да
Проверка программного обеспечения средства измерений	7.3	Да	Да
Определение метрологических характеристик средства измерений			
Определение диапазона и абсолютной погрешности измерений оптической плотности	7.4	Да	Да

2.2 При получении отрицательных результатов при проведении хотя бы одной операции поверка прекращается.

2.3 Поверку средства измерений осуществляют аккредитованные в области обеспечения единства измерений юридические лица и индивидуальные предприниматели.

### 3 Метрологические и технические требования к средствам поверки

3.1 При проведении первичной и периодической поверок применяются средства поверки, указанные в таблице 3.

Таблица 3 – Средства поверки

Операция поверки	Средство поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки	Рекомендуемые типы средств поверки
Определение метрологических характеристик средства измерений	Наборы мер спектральных коэффициентов и оптической плотности в ранге рабочего эталона согласно государственной поверочной схемы для средств измерений спектральных, интегральных, редуцированных коэффициентов направленного пропускания, диффузного и зеркального отражений и оптической плотности в диапазоне длин волн от 0,2 до 20,0 мкм, утверждённой приказом Росстандарта №2517 от 27.11.2018	Диапазон оптической плотности от 0,01 до 1,00 Б и от 1,00 до 2,00 Б; Пределы допускаемых абсолютных погрешностей оптической плотности от 0,001 до 0,022 Б в диапазоне измерений от 0,01 до 1,00 Б и от 0,01 до 0,22 Б в диапазоне измерений от 1,00 до 2,00 Б в диапазоне длин волн от 0,38 до 0,78 мкм; от 0,001 до 0,043 Б в диапазоне измерений от 0,01 до 1,00 Б и от 0,01 до 0,14 Б в диапазоне измерений от 1,00 до 1,50 Б в диапазонах длин волн от 0,20 до 0,38 мкм и от 0,78 до 20,0 мкм	Комплекты светофильтров КНС-10.2 <sup>1)2)</sup> (регистрационный номер 64279-16);  Комплекты светофильтров КНС-10.5 <sup>1)2)</sup> (регистрационный номер 65272-16)
<p><sup>1)</sup> действительные (номинальные) значения СКНП для каждого светофильтра в диапазоне длин волн от 250 до 2500 нм указываются в протоколе поверки;</p> <p><sup>2)</sup> значение оптической плотности D, Б, рассчитывают по формуле <math>D = -\lg T</math>, где T – значение спектрального коэффициента направленного пропускания, %, взятое из действующего свидетельства о поверке комплекта светофильтров КНС-10.2, КНС-10.5; Абсолютная погрешность измерений оптической плотности (<math>\Delta D</math>, Б) определяется по формуле <math>\Delta D = 0,43(\Delta T/T)</math>, где <math>\Delta T</math> – абсолютная погрешность измерений СКНП, %, T – значение СКНП, %. Значения D, <math>\Delta D</math>, T, <math>\Delta T</math> приведены в протоколе поверки на комплект светофильтров КНС-10.2, КНС-10.5</p>			

3.2 Допускается применение других средств поверки, обеспечивающих определение метрологических характеристик поверяемого средства измерений с требуемой точностью.

3.3 Средства поверки должны быть аттестованы (поверены) в установленном порядке.

#### **4 Требования к специалистам, осуществляющим поверку**

К проведению поверки допускают лиц, изучивших настоящую методику поверки и руководства по эксплуатации (далее – РЭ) фотометра и средств поверки, а также их правила хранения и применения, имеющих квалификационную группу не ниже III в соответствии с правилами по охране труда при эксплуатации электроустановок, указанных в приложении к приказу Министерства труда и социальной защиты РФ от 15.12.2020 № 903н, и имеющих опыт работы с высокоточными средствами измерений в области волоконно-оптических систем передачи информации; прошедших обучение на право проведения поверки по требуемому виду измерений.

#### **5 Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки**

5.1 При проведении поверки следует соблюдать требования, установленные ГОСТ 12.1.040-83, правилами по охране труда при эксплуатации электроустановок, указанных в приложении к приказу Министерства труда и социальной защиты РФ от 15.12.2020 № 903н. Воздух рабочей зоны должен соответствовать ГОСТ 12.1.005-88 при температуре помещения, соответствующей условиям испытаний для легких физических работ.

5.2 Помещение, в котором проводится поверка, должно соответствовать требованиям пожарной безопасности по ГОСТ 12.1.004-91 и иметь средства пожаротушения по ГОСТ 12.4.009-83.

#### **6 Требования к условиям проведения поверки**

6.1 Все этапы поверки проводят при следующих условиях:

- |  |              |
|--|--------------|
| - температура окружающего воздуха, °С  | 20 ± 5       |
| - относительная влажность, %, не более | 80           |
| - атмосферное давление, кПа            | от 94 до 106 |

#### **7 Проведение поверки**

##### **7.1 Внешний осмотр средства измерений**

7.1.1 Комплектность поверяемого фотометра должна соответствовать комплектности, приведенной в описание типа.

7.1.2 При внешнем осмотре должно быть установлено:

- наличие маркировки, подтверждающей тип и идентифицирующей поверяемый фотометр;
- отсутствие на наружных поверхностях поверяемого фотометра повреждений, влияющих на его работоспособность.

7.1.3 Фотометр считается прошедшим операцию поверки с положительным результатом, если корпус, внешние элементы, органы управления и индикации не повреждены, отсутствуют механические повреждения, а комплектность соответствует разделу «Комплектность» описания типа.

##### **7.2 Подготовка к поверке и опробование средства измерений**

7.2.1 Подготовить поверяемый фотометр к работе согласно его РЭ.

7.2.2 Опробование фотометра заключается в проверке выхода на рабочий режим путём включения фотометра в соответствии с указаниями, приведёнными в руководстве по эксплуатации и прогрева в течение 20 минут.

7.2.3 Фотометр считается прошедшим операцию поверки с положительным результатом, если после прогрева фотометра (выхода на режим) на его дисплее отображается главное меню (рисунки 1).

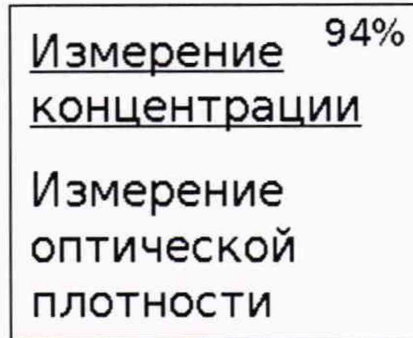


Рис. 1 – Главное меню фотометра

### 7.3 Проверка программного обеспечения средства измерений

7.3.1 Проверить соответствие заявленных идентификационных данных ПО сведениям, приведенным в описании типа на фотометр.

Информация об идентификационных данных (признаков) фотометра отображается при включении фотометра в течение 5 секунд (рисунок 2).

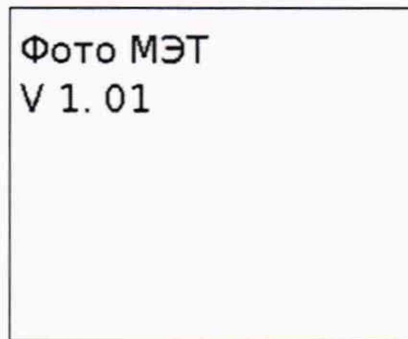


Рис. 2 – Проверка наименования и версии ПО фотометра

7.3.2 Фотометр считается прошедшим операцию поверки с положительным результатом, если идентификационные данные ПО соответствуют значениям, приведенным в таблице 4.

Таблица 4 – Идентификационные данные ПО

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Идентификационное наименование ПО	ФотоМЭТ
Номер версии (идентификационный номер) ПО, не ниже	не ниже 1.01
Цифровой идентификатор ПО	-

### 7.4 Определение метрологических характеристик средства измерений

#### Определение диапазона и абсолютной погрешности измерений оптической плотности

7.4.1 Провести по 5 измерений оптической плотности светофильтров №№ 1-8 из комплекта КНС 10.2 на длинах волн 430, 525, 570, 610 нм в соответствии с руководством по эксплуатации фотометра.

7.4.2 Провести обработку результатов измерений в соответствии с п. 8.1.

7.4.3 Фотометры считают прошедшими операцию поверки с положительным результатом, если диапазон измерений оптической плотности составляет от 0,03 до 2,00 Б.

## 8 Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

8.1 Обработка результатов измерений оптической плотности.

8.1.1 Результатом определения оптической плотности является среднее арифметическое значений оптической плотности, полученные в п. 7.4, для каждого светофильтра на каждой длине волны, рассчитываемое по формуле

$$\bar{D} = \frac{\sum_{i=1}^n D_i}{n} \quad (1)$$

где  $D_i$  – измеренное фотометром значение оптической плотности, Б;  
 $n$  – количество измерений.

8.1.2 Рассчитать среднее квадратическое отклонение среднего арифметического результата измерений оптической плотности по формуле

$$S_{\bar{D}} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (D_i - \bar{D})^2}{n(n-1)}} \quad (2)$$

8.1.3 Рассчитать значение границы случайной погрешности результата измерений оптической плотности по формуле

$$\varepsilon = t \cdot S_{\bar{D}} \quad (3)$$

где  $t$  – коэффициент Стьюдента (значение коэффициента Стьюдента  $t = 2,776$  при  $P=0,95$ ,  $n-1 = 4$  по ГОСТ Р 8.736-2011).

8.1.4 Рассчитать границу неисключенной систематической погрешности результата измерений оптической плотности при доверительной вероятности  $P = 0,95$  по формуле

$$Q_D = \pm (|\bar{D} - D_{3j}| + |\Delta D_3|) \quad (4)$$

$D_3$  – значение оптической плотности светофильтра на рабочей длине волны на длине волны 430, 525, 570, 610 нм, взятое из свидетельства о поверке, Б.

где  $\Delta D_3$  – абсолютная погрешность воспроизведения оптической плотности светофильтра, Б; по формуле 5;

$$\Delta D = 0,43 \left( \frac{\Delta T}{T} \right) \quad (5)$$

где  $\Delta T$  - абсолютная погрешность измерений СКНП, %,   
 $T$  – значение СКНП, %.

8.1.5 Рассчитать абсолютную погрешность измерений оптической плотности по формуле

$$\Delta D = k_D \cdot S_{D \text{ сумм}} \quad (6)$$

где  $S_{D \text{ сумм}}$  – суммарное СКО измерений оптической плотности, Б, рассчитанное по формуле (14)

$k_D$  – коэффициент, зависящий от соотношения случайной составляющей погрешности и НСП, рассчитывается формуле

$$k_D = \frac{\varepsilon_D + Q_D}{S_D + \frac{Q_D}{\sqrt{3}}} \quad (7)$$

8.1.6 Суммарное СКО измерений оптической плотности рассчитывается по формуле

$$S_{D \text{ сумм}} = \sqrt{\left( \frac{Q_D}{\sqrt{3}} \right)^2 + S_D^2} \quad (8)$$

8.1.7 Фотометры считают прошедшими операцию поверки с положительным результатом, если полученные значения метрологических характеристик соответствуют значениям, указанным в таблице 5.

Таблица 5 – Значения метрологических характеристик фотометров

Наименование характеристики	Значение
Диапазон измерений оптической плотности, Б	от 0,03 до 2,00
Пределы абсолютной погрешности измерений оптической плотности, Б в диапазоне от 0,03 до 0,5 Б:	± 0,015
в диапазоне св. 0,5 до 1,1 Б:	± 0,045
в диапазоне св. 1,1 до 2,0 Б:	± 0,100

8.2 Фотометры считаются прошедшими поверку с положительным результатом и допускаются к применению, если все операции поверки пройдены с положительным результатом. В ином случае фотометры считаются прошедшими поверку с отрицательным результатом и не допускаются к применению.

## 9 Оформление результатов поверки

9.1 Результаты поверки оформляются протоколом поверки. Рекомендуемая форма протокола поверки приведена в приложении А. Протокол может храниться на электронных носителях.

9.2 При положительных результатах поверки по запросу заказчика может быть оформлено свидетельство о поверке в установленной форме.

9.3 При отрицательных результатах поверки по запросу заказчика может быть оформлено извещение о непригодности в установленной форме с указанием причин непригодности.

9.4 Сведения о результатах поверки передаются в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений.

Начальник отдела Д-4



А.В. Иванов

Начальник сектора отдела Д-4

Н.Ю. Грязских



**Приложение А**

(Рекомендуемое)

Форма протокола поверки

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ УНИТАРНОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ  
«ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ  
ОПТИКО-ФИЗИЧЕСКИХ ИЗМЕРЕНИЙ»  
(ФГУП «ВНИИОФИ»)**

Россия, 119361, г. Москва  
ул. Озерная, д. 46

Телефон: (495) 437-56-33; факс: (495) 437-31-47  
e-mail: [vniofi@vniofi.ru](mailto:vniofi@vniofi.ru)  
web-сайт: [www.vniofi.ru](http://www.vniofi.ru)

**ПРОТОКОЛ ПЕРВИЧНОЙ  
ПЕРИОДИЧЕСКОЙ ПОВЕРКИ**

**Фотометры однолучевые портативные «фотоМЭТ»**

(наименование, тип СИ и модификации в соответствии с описанием типа, в единственном числе)

Заводской номер:

Владелец СИ:

ИНН владельца СИ:

Применяемые эталоны:

Применяемая методика поверки:

МП \_\_,Д4-21 «ГСИ. Фотометры однолучевые  
портативные «фотоМЭТ». Методика поверки»

Условия поверки:

- температура окружающей среды:
- относительная влажность воздуха:
- атмосферное давление:

Проведение поверки:

1. Внешний осмотр:
2. Опробование:
3. Идентификация программного обеспечения:
4. Определение метрологических характеристик:

Метрологическая характеристика	Требования технической документации	Полученные значения	Результат (соответствие)
Диапазон измерений оптической плотности, Б	От 0,3 до 2,0 Б		
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений оптической плотности, Б	в диапазоне от 0,03 до 0,5 Б $\pm 0,015$ в диапазоне св. 0,5 до 1,1 Б $\pm 0,045$ в диапазоне св. 1,1 до 2,0 Б $\pm 0,1$		

5 Заключение по результатам поверки:

Начальник  
отдела:

\_\_\_\_\_

Подпись

\_\_\_\_\_

Фамилия И.О.

Дата поверки:

Поверитель:

\_\_\_\_\_

Подпись

\_\_\_\_\_

Фамилия И.О.