



## 1 Общие положения

1.1 Настоящая методика поверки (далее по тексту – МП) распространяется на комплекты нейтральных ослабителей КНО-6 (далее по тексту – комплекты), используемых в качестве рабочих средств измерений, и устанавливает порядок и методы проведения первичной и периодической поверок.

1.2 Для обеспечения реализации методики поверки при определении метрологических характеристик применяется метод прямых измерений.

1.3 При проведении поверки обеспечивается прослеживаемость к Государственному первичному эталону ГЭТ 156-2015 в соответствии с «Государственной поверочной схемой 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» утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 27 ноября 2018 г. № 2517.

1.4 МП разработана в соответствии с требованиями приказа Министерства промышленности и торговли Российской Федерации от 28.08.2020 № 2907 «Об утверждении порядка установления и изменения интервала между поверками средств измерений, порядка установления, отмены методик поверки и внесения изменений в них, требований к методикам поверки средств измерений», МИ 3650-2022 «ГСИ. Рекомендация по оформлению заявок, заявлений и прилагаемых к ним документов при утверждении типа средств измерений и внесении изменений в сведения о них, содержащиеся в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений».

## 2 Перечень операций поверки средства измерений

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

Таблица 1 – Операции поверки

Наименование операции	Обязательность выполнения операций поверки при		Номер раздела (пункта) методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки
	первичной поверке	периодической поверке	
Внешний осмотр средства измерений	Да	Да	6
Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям			8
Определение спектральных коэффициентов направленного пропускания и отклонения их действительных значений от номинальных	Да	Да	8.1
Определение предела допускаемой абсолютной погрешности измерения спектрального коэффициента направленного пропускания	Да	Нет	8.2
Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	Да	Да	8.3

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

### 3 Требования к условиям проведения поверки

При проведении поверки необходимо соблюдать следующие условия:

- температура окружающего воздуха, °С 20 ± 5;
- относительная влажность воздуха, %, не более 80;
- атмосферное давление, кПа от 84,0 до 106,0.

### 4 Требования к специалистам, осуществляющим поверку

4.1 Поверку может проводить только специалист, допущенный к проведению измерений на вторичном эталоне, ознакомившийся с эксплуатационной документацией на применяемые средства измерений, настоящей методикой, прошедший инструктаж по охране труда, обучение на право проведения измерений по требуемому виду измерений.

### 4 Метрологические и технические требования к средствам поверки

4.1 Метрологические и технические требования к средствам поверки приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Метрологические и технические требования к средствам поверки

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
п. 3 Контроль условий поверки (при подготовке к поверке и поверке средства измерений)	Средства измерений температуры окружающей среды в диапазоне измерений от плюс 15 °С до плюс 25 °С, ПГ ±1 °С. Средства измерений относительной влажности воздуха в диапазоне от 20 % до 90 %, ПГ ±3 %; Средства измерений атмосферного давления в диапазоне от 80 до 107 кПа, ПГ ±0,5 кПа	Прибор комбинированный Testo 622, от 10 % до 95 %, ПГ ±3 %; от минус 10 °С до плюс 60 °С, ПГ ±0,4 °С; от 300 до 1200 гПа, ПГ ±5 гПа, рег. № 53505-13
п. 8 Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	Государственный вторичный эталон в соответствии с Государственной поверочной схемой для средств измерений спектральных коэффициентов направленного пропускания, оптической плотности, диффузного и зеркального отражения в диапазоне длин волн от 0,2 до 20,0 мкм, утвержденной приказом Росстандарта от 27 ноября 2018 г. № 2517: в диапазоне длин волн 0,2-2,5 мкм, диффузного отражения в диапазоне длин волн 0,4-0,78 мкм, ПГ ±0,15 % в диапазоне от 400 до 780 нм; ПГ ±0,3 % в остальном спектральном диапазоне. Спектрофотометрическая установка. Спектральный диапазон от 700 до 1050 нм, ПГ ±0,3 %	Государственный вторичный эталон спектральных коэффициентов направленного пропускания в диапазоне длин волн 0,2-2,5 мкм, диффузного отражения в диапазоне длин волн 0,4-0,78 мкм, ПГ ±0,15 % в диапазоне от 400 до 780 нм; ПГ ±0,3 % в остальном спектральном диапазоне, рег. № 2.1.ZСП.1440.2018
<p>Примечание – Средства поверки должны быть поверены и аттестованы в установленном порядке. Допускается также применение других средств, обеспечивающих определение (контроль) метрологических характеристик поверяемых приборов с требуемой точностью.</p>		

4.2 Светофильтры должны быть установлены перпендикулярно световому потоку.

4.3 Перед проведением поверки должны быть выполнены следующие подготовительные работы:

4.3.1 Светофильтры выдерживаются в помещении, где проводится поверка не менее 1 часа;

4.3.2 Светофильтры должны быть предварительно очищены, как указано в инструкции по чистке оптических деталей (см. Руководство по эксплуатации).

4.4 Все средства измерений, применяемые при поверке, должны быть исправны и иметь действующую запись о положительных результатах поверки в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений.

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

5.1 При проведении поверки должны соблюдаться требования пожарной безопасности, установленные для работы с легковоспламеняющимися жидкостями, к которым относится спирт изопропиловый по ГОСТ 9805-84, используемый для промывки. Спирт хранят в стеклянном или полиэтиленовом флаконе с навинчивающимся пластмассовым колпачком, снабженным полиэтиленовой прокладкой для герметизации, или с полиэтиленовой пробкой. Промывку производят в резиновых технических перчатках типа II по ГОСТ 20010-93 «Перчатки резиновые технические. Технические условия».

## **6 Внешний осмотр средства измерений**

6.1 При внешнем осмотре должно быть установлено соответствие комплекта следующим требованиям:

- в комплект поставки входят: девять светофильтров, держатель для светофильтров и футляр;

- маркировка соответствует требованиям Руководства по эксплуатации: имеет наименование и обозначение типа, название фирмы-изготовителя, порядковый номер, год изготовления, знак утверждения типа соответствует требованиям к знакам утверждения типа стандартных образцов или типа средств измерений и порядку их нанесения, утвержденными приказом Министерства промышленности и торговли РФ от 28.08.2020 № 2905.

Результат внешнего осмотра считается положительным, если механические повреждения, трещины, сколы, дефекты отсутствуют, а надписи и обозначения на комплекте четкие и соответствуют эксплуатационным документам.

Результат внешнего осмотра считается положительным, если механические повреждения, трещины, сколы, дефекты отсутствуют, а надписи и обозначения на комплекте четкие и соответствуют эксплуатационным документам.

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

7.1 При подготовке к поверке, опробовании и проведении поверки необходимо проконтролировать условия поверки в соответствии с п. 3 настоящей методики.

7.2 Произвести подготовку вторичного эталона к работе в соответствии с правилами хранения и применения вторичного эталона.

## **8 Определение метрологических характеристик средства измерений и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям**

8.1 Определение спектральных коэффициентов направленного пропускания

8.1.1 Вторичный эталон единиц спектрального коэффициента направленного пропускания подготовить к работе в соответствии с правилами хранения и применения вторичного эталона.

8.1.2 Произвести определение спектральных коэффициентов направленного пропускания светофильтров на длинах волн 700; 750; 800; 850; 900; 950; 1000 и 1050 нм.

Светофильтр устанавливается в кюветное отделение перед выходным окном кюветного отделения таким образом, чтобы номер был направлен к источнику излучения.

Повторить операции по определению спектрального коэффициента направленного пропускания десять раз для каждого светофильтра из комплекта.

За действительное значение спектрального коэффициента направленного пропускания принимается среднее арифметическое значение показаний из десяти измерений для каждого светофильтра, рассчитанное по формуле

$$T_{oi} = \frac{\sum_{i=1}^{10} T_i}{10}, \quad (1)$$

где  $T_i$  – значение спектрального коэффициента направленного пропускания при  $i$ -том измерении.

8.2 Определение предела допускаемой абсолютной погрешности измерения спектральных коэффициентов направленного пропускания

По результатам испытаний по п. 8.1 рассчитывается среднее квадратическое отклонение результатов измерения по формуле

$$S(T) = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (T_i - T_{cp})^2}{n(n-1)}}, \quad (2)$$

где  $T_i$  – значение спектрального коэффициента направленного пропускания при  $i$ -том измерении;

$n$  – количество измерений ( $n = 10$ ).

#### 8.2.1 Исследование зонной неравномерности светофильтра

Проводятся измерения спектрального коэффициента направленного пропускания в четырех диаметрально противоположных положениях спектрального пятна на поверхности ослабителей.

Для проведения измерений в кюветное отделение устанавливается светофильтр номером к приемнику освещения таким образом, чтобы световой поток проходил через одну из исследуемых зон светофильтра без срезания. Измерения проводятся по 10 раз для каждой зоны светофильтра.

Рассчитывается среднее арифметическое значение спектрального коэффициента пропускания для каждой зоны светофильтра.

Определяется неисключенная систематическая погрешность, обусловленная зонной неравномерностью светофильтров следующим образом:

Рассчитывается максимальное отклонение по формуле

$$T_3 = \max(T_{\max} - T_{\min}), \quad (3)$$

где  $T_{\max}$ ,  $T_{\min}$  – соответственно максимальное и минимальное средние арифметические значения спектральных коэффициентов направленного пропускания, полученные при различных положениях спектрального пятна на поверхности светофильтров.

Неисключенная систематическая погрешность, обусловленная зонной неравномерностью принимается равной

$$\theta_3 = T_3/2, \quad (4)$$

#### 8.2.2 Исследование неселективности светофильтров

Проводится запись спектров пропускания светофильтров в спектральном диапазоне от 700 до 1050 нм.

Рассчитывается значение для области спектра с наибольшим значением градиента спектрального коэффициента направленного пропускания.

Для области спектра с наибольшим градиентом спектрального коэффициента направленного пропускания определяется значение  $\frac{\partial T}{\partial \lambda}$ , где  $\delta T$  разность между наибольшим и наименьшим значениями коэффициентов пропускания светофильтра для наиболее крутого участка спектра, а  $\delta \lambda$  - разность между соответствующими этим коэффициентам длинами волн.

Рассчитывается неисключенная систематическая погрешность измерений, обусловленная неселективностью светофильтров, по формуле

$$\theta_{\lambda} = \frac{\partial T}{\partial \lambda} \cdot \Delta \lambda, \quad (5)$$

где  $\Delta \lambda$  – граница погрешности результата измерения длины волны вторичного эталона.

### 8.2.3 Исследование стабильности светофильтров методами ускоренного старения

Производится воздействие на светофильтры факторами, вызывающими ускоренное старение, а именно: повышенной влажностью в диапазоне от 85 % до 95 %, температурой минус 50 °С, плюс 50 °С.

Воздействие каждым фактором осуществляется в течение 24 часов.

Светофильтры выдерживаются при нормальных климатических условиях не менее 8 часов, после чего производится определение спектральных коэффициентов направленного пропускания.

Неисключенная систематическая погрешность, обусловленная нестабильностью светофильтров в результате воздействия на них факторов ускоренного старения, принимается равной

$$\theta_{t1} = \max(\theta_{t_i}), \quad (6)$$

где

$$\theta_{t1} = T_{oi} - T_i, \quad (7)$$

где  $T_{oi}$  и  $T_i$  – спектральные коэффициенты направленного пропускания светофильтров до и после воздействия факторов старения.

### 8.2.4 Определение предела допускаемой абсолютной погрешности измерения спектрального коэффициента направленного пропускания

Рассчитывается граница погрешности результата измерений спектральных коэффициентов направленного пропускания по следующей формуле

$$\Delta = \frac{\xi + \theta}{S(T) + \sqrt{(\theta_a^2 + \theta_3^2 + \theta_{\lambda}^2 + \theta_t^2) / 3}} \cdot S_{\Sigma}, \quad (8)$$

где  $S_{\Sigma}$  – суммарное среднее квадратическое отклонение результата измерения спектрального коэффициента направленного пропускания.

$$S_{\Sigma} = \sqrt{\frac{(\theta_a^2 + \theta_3^2 + \theta_{\lambda}^2 + \theta_t^2)}{3} + S^2(v)},$$

$$\xi = t \cdot S(T),$$

где  $t$  – коэффициент Стьюдента (при доверительной вероятности  $P = 0,95$ ,  $t = 2,26$ );

$\theta_a$  – абсолютная погрешность измерения спектральных коэффициентов направленного пропускания вторичного эталона;

$\theta$  – граница неисключенной систематической погрешности результата измерения спектрального коэффициента направленного пропускания.

$$\theta = 1,1 \cdot \sqrt{(\theta_a^2 + \theta_3^2 + \theta_{2\lambda}^2 + \theta_{tv}^2)},$$

Если  $\frac{\theta}{S(\bar{T})} > 8$ , то  $\frac{\theta}{S(\bar{T})}$  можно пренебречь, за границу погрешности результата измерения принимается граница неисключенной систематической погрешности измерения спектрального коэффициента направленного пропускания  $\theta$ .

Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения спектрального коэффициента направленного пропускания принимаются равными границе погрешности результата измерения спектрального коэффициента направленного пропускания.

### 8.3 Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

8.3.1 Отклонения действительных значений спектральных коэффициентов направленного пропускания от номинальных значений, указанных в эксплуатационной документации, на длине волны 900 нм не должны превышать 2,0 % для светофильтров с номинальным значением 98 % и 5,0 % для остальных светофильтров.

8.3.2 Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения спектральных коэффициентов направленного пропускания по абсолютному значению не должны превышать 0,5 %.

## 9 Оформление результатов поверки

9.1 Результаты поверки комплектов подтверждаются сведениями, включенными в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений в соответствии с порядком, установленным действующим законодательством.

9.2 Положительные результаты поверки (когда комплект подтверждает соответствие метрологическим требованиям) оформляют свидетельством о поверке по форме, установленной в соответствии с действующим законодательством.

9.3 По заявлению владельца комплекта отрицательные результаты поверки (когда комплект не подтверждает соответствие метрологическим требованиям) оформляют извещением о непригодности к применению средства измерений по форме, установленной в соответствии с действующим законодательством.

9.4 По результатам поверки комплекта оформляется протокол.