

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель ГЦИ СИ

И.о. зам. генерального директора

ФБУ «Тест-С.-Петербург»

Т.М. Козлякова

2015 г.



## КОМПЛЕКТЫ СВЕТОФИЛЬТРОВ

КС-105

Методика поверки

Ю-42.82.465 РЭ1

и.р. 22054-16

Настоящая методика поверки распространяется на комплект светофильтров КС-105, производства ООО «ЛОМО ФОТОНИКА плюс» (Санкт-Петербург) и устанавливает методы их первичной поверки при выпуске и периодической поверки в процессе эксплуатации.

Интервал между поверками – один год.

## 1. ОПЕРАЦИИ И СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

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

Таблица 1

Наименование операции	Номер пункта методики поверки	Проведение операций при	
		первичной поверке	периодической поверке
1. Внешний осмотр	7.1	да	да
2. Определение метрологических характеристик	7.2		
2.1 Определение спектральных коэффициентов направленного пропускания и отклонения их действительных значений от номинальных	7.2.1	да	да
2.2 Определение пределов допускаемой абсолютной погрешности спектрального коэффициента направленного пропускания	7.2.2	да	нет
2.3 Определение длин волн полос поглощения светофильтров ПС7 и ТОСП и отклонения их действительных значений от номинальных	7.2.3	да	да
2.4 Определение предела допускаемой абсолютной погрешности определения длин волн полос поглощения светофильтров ПС7 и ТОСП	7.2.4	да	нет

1.2 При получении отрицательного результата при проведении какой-либо из операций поверка прекращается.

1.3 Допускается проведение периодической поверки отдельных светофильтров на основании письменного заявления владельца комплекта.

## 2. СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

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

Таблица 2

Номер пункта методики поверки	Наименование образцового средства измерений или вспомогательного оборудования, номер документа, регламентирующего технические требования, основные технические характеристики
7.2	Психрометр аспирационный М34, ТУ 25-2607.054-85, температура от минус 25°С до 50°С, влажность от 10 до 100 %. Барометр-анероид БАММ-1, ТУ 25-04-1513-79, от 80 до 106 кПа, ПГ ±0,2 кПа. Государственный вторичный эталон единиц спектральных коэффициентов направленного пропускания, ПГ ±0,15 % в диапазоне длин волн 0,4 – 0,78 мкм; ПГ ±0,3 % в диапазоне длин волн 0,2 – 0,4 мкм и

	0,78 – 2,5 мкм; ПГ ±0,15 нм
Примечания: Перечисленное оборудование и средства измерений могут быть заменены другими, обеспечивающими требуемую точность измерений.	

### 3. ТРЕБОВАНИЯ К КВАЛИФИКАЦИИ ПОВЕРИТЕЛЕЙ

3.1 Поверку комплекта светофильтров имеет право осуществить лицо, имеющее высшее образование, практический опыт работы с приборами данного класса и аттестованное в качестве поверителя.

3.2 Перед началом поверки поверитель должен ознакомиться с Руководством по эксплуатации на комплект светофильтров КС-105.

### 4. ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

При проведении поверки должны соблюдаться требования безопасности, изложенные:

- в Руководстве по эксплуатации комплектов;
- в эксплуатационных документах средств измерений, используемых при поверке.

### 5. УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ

При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

- температура окружающего воздуха, °С  $(20 \pm 5)$ ;
- относительная влажность воздуха, % до 80;
- атмосферное давление, кПа 84 – 106.

### 6. ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ

Перед проведением поверки должны быть выполнены следующие подготовительные работы:

- светофильтры выдерживаются в помещении, где проводится поверка не менее 1 часа;
- светофильтры должны быть предварительно очищены, как указано в инструкции по чистке оптических деталей (см. Приложение А к Руководству по эксплуатации);
- вторичный эталон подготовить к работе в соответствии с Правилами хранения и применения.

### 7. ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ

#### 7.1 Внешний осмотр

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

- состав комплекта светофильтров должен соответствовать указанному в эксплуатационной документации;
- на рабочей поверхности нейтральных светофильтров не должно быть механических повреждений (царапин, выколок, неоднородностей стекла), неустраняемых пятен, видимых невооруженным глазом.

#### 7.2 Определение метрологических характеристик.

7.2.1 Определение спектральных коэффициентов направленного пропускания нейтральных светофильтров.

7.2.1.1 Произвести измерения спектральных коэффициентов направленного пропускания нейтральных светофильтров следующим образом:

- установить длину волны 550 нм;
- установить светофильтр таким образом, чтобы не было срезания светового потока оправой светофильтра;
- произвести измерение спектрального коэффициента направленного пропускания 5 раз.

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

$$\bar{\tau} = \frac{\sum_{i=1}^5 \tau_i}{n}, \% \quad (1)$$

где  $n$  – количество наблюдений,

$\tau_i$  – значение спектрального коэффициента направленного пропускания при  $i$ -м измерении.

Отклонения действительных значений спектральных коэффициентов направленного пропускания на длине волны 550 нм от номинальных значений не должны превышать допустимых отклонений, указанных в таблице 3.

Таблица 3

Допускаемое отклонение, %	
для светофильтров из стекла НС8	для светофильтров из стекла КУВИ
50,0±10,0	93,0±5,0
18,0±5,0	50,0±10,0
7,0±2,0	10,0±2,0
2,5±1,0	2,5±1,0

7.2.1.2 Определить спектральные коэффициенты направленного пропускания для всех нейтральных светофильтров на длинах волн 400 и 750 нм.

7.2.1.3 Определить спектральные коэффициенты направленного пропускания для светофильтров из стекла КУВИ на длинах волн 220, 300, 1100, 1500, 2000 и 2500 нм.

**П р и м е ч а н и е** – Допускается выбор других длин волн в диапазоне спектра 200 – 2500 нм.

7.2.2 Определение пределов допускаемой абсолютной погрешности спектрального коэффициента направленного пропускания.

7.2.2.1 По результатам испытаний по п. 7.2.1.1 рассчитывается среднее квадратическое отклонение результатов измерения по формуле:

$$S(\bar{\tau}) = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^5 (\tau_i - \bar{\tau})^2}{n(n-1)}}, \quad (2)$$

где  $n$  – количество наблюдений, равное 5.

7.2.2.2 В спектральном диапазоне от 200 до 400 нм и от 750 до 2500 нм произвести запись спектра пропускания нейтрального светофильтра из стекла КУВИ с коэффициентом пропускания 93 %, а в спектральном диапазоне от 200 до 2500 нм – остальных нейтральных светофильтров из стекла КУВИ.

7.2.2.3 Рассчитать значение неисключенной систематической погрешности, обусловленной погрешностью установки длины волны вторичного эталона по формуле:

$$\theta_{\lambda} = \frac{\partial \tau}{\partial \lambda} \Delta \lambda, \quad (3)$$

где  $\Delta \lambda$  – граница погрешности результата измерений длины волны вторичного эталона, нм;  
 $\partial \tau$  – разность между наибольшим и наименьшим значениями коэффициентов пропускания светофильтра для наиболее крутого участка спектра,  
 $\partial \lambda$  – разность между соответствующими этим коэффициентам длинами волн.  
 $\frac{\partial \tau}{\partial \lambda}$  – для нейтральных светофильтров НС8 и КУВИ с номиналом 93 % принимается равным  $0,2 \frac{\%}{\text{нм}}$ .

7.2.2.4 Повторить п. 7.2.1 для четырех разных зонах рабочей поверхности всех светофильтров и рассчитать погрешность, обусловленную зонной неравномерностью по формуле:

$$\theta_z = \frac{\Delta \tau_z}{2}, \% \quad (4)$$

где  $\Delta \tau_z$  – разность между наибольшим и наименьшим средними значениями по поверхности каждого светофильтра, %.

7.2.2.5 Определить границу погрешности результата измерений спектральных коэффициентов направленного пропускания по формуле:

$$\Delta_{\tau} = \frac{\xi + \theta}{S(\bar{\tau}) + \sqrt{(\theta_a^2 + \theta_z^2 + \theta_{\lambda}^2)/3}} \times S_{\Sigma}, \% \quad (5)$$

где  $\xi$  – доверительные границы случайной погрешности вычисляются по формуле:

$$\xi = t \times S(\bar{\tau}), \% \quad (6)$$

$t$  – коэффициент Стьюдента ( $t=2,776$  при доверительной вероятности  $P=0,95$  и числа наблюдений  $n=5$ );

$\theta$  – граница неисключенной систематической погрешности результата измерения коэффициента направленного пропускания, рассчитываемая по формуле:

$$\theta = 1,1 \times \sqrt{(\theta_a^2 + \theta_z^2 + \theta_{\lambda}^2)}, \% \quad (7)$$

$S_{\Sigma}$  – оценка суммарного среднего квадратического отклонения результата измерения вычисляется по формуле:

$$S_{\Sigma} = \sqrt{\frac{(\theta_a^2 + \theta_z^2 + \theta_{\lambda}^2)}{3} + S^2(\bar{\tau})}, \% \quad (8)$$

$\theta_a$  – суммарная среднеквадратическая погрешность вторичного эталона, %;

$\theta_z$  – максимальное значение неисключенной систематической погрешности, обусловленной зонной неравномерностью светофильтров, %;

$\theta_{\lambda}$  – максимальное значение неисключенной систематической погрешности, обусловленной погрешностью установки длины волны, %.

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

7.2.2.7 Результаты поверки считаются положительными, если абсолютная погрешность коэффициента направленного пропускания находится в пределах:

- $\pm 0,25$  % в спектральном диапазоне от 400 до 750 нм для светофильтров из стекла НС8 и светофильтра из стекла КУВИ с коэффициентом пропускания 93 %,
- $\pm 0,5$  % в спектральном диапазоне от 200 до 400 нм и от 750 до 2500 нм для

светофильтра из стекла КУВИ с коэффициентом пропускания 93 % и в спектральном диапазоне от 200 до 2500 нм для всех остальных светофильтров из стекла КУВИ.

7.2.3 Определение длин волн полос поглощения светофильтров ПС7 и ТОСП и отклонения их действительных значений от номинальных.

7.2.3.1 Произвести 5 раз запись спектра пропускания каждого стекла в спектральном диапазоне  $\pm 10$  нм от номинального значения длины волны с шагом дискретизации 0,1 нм и шириной щели не более 1 нм.

7.2.3.2 Определить значения длин волн, соответствующие минимумам коэффициентов пропускания.

7.2.3.3 Рассчитать среднее арифметическое значение для каждой длины волны, соответствующей минимуму коэффициентов пропускания, по формуле:

$$\bar{\lambda} = \frac{\sum_{i=1}^5 \lambda_i}{n}, \% \quad (9)$$

где  $n$  – количество наблюдений.

7.2.3.4 За действительное значение принимается среднее арифметическое значение длин волн полос поглощения.

7.2.3.5 Результаты поверки считаются положительными, если длины волн полос поглощения для светофильтров из стекла ПС7 находятся в пределах  $(431 \pm 5)$ ,  $(586 \pm 5)$  и  $(684 \pm 5)$  нм, а из стекла ТОСП -  $(1170 \pm 5)$ ,  $(1679 \pm 5)$  и  $(2135 \pm 5)$  нм.

7.2.4 Определение предела допускаемой абсолютной погрешности определения длин волн полос поглощения светофильтров ПС7 и ТОСП.

7.2.4.1 Определить среднее квадратическое отклонение результата измерений по формуле:

$$S(\bar{\lambda}) = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^5 (\lambda_i - \bar{\lambda})^2}{n(n-1)}}, \text{ нм} \quad (10)$$

7.2.4.2 Пределы допускаемой абсолютной погрешности определения длин волн полос поглощения светофильтров ПС7 и ТОСП принимаются равными границе погрешности вторичного эталона  $\Delta\lambda$ , если  $\Delta\lambda/S(\bar{\lambda}) > 8$ , если это соотношение не выполняется, то следует увеличить количество измерений и повторить операции по п. 7.2.3.

7.2.4.3 Результаты поверки считаются положительными, если допускаемая абсолютная погрешность длин волн полос поглощения находится в пределах  $\pm 0,5$  нм.

## 8. ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

8.1 Положительные результаты первичной поверки оформляются записью в разделе «Свидетельство о приемке» руководства по эксплуатации и свидетельством установленной формы.

8.2 Положительные результаты периодической поверки оформляются свидетельством о поверке установленной формы. При периодической поверке отдельных светофильтров из комплекта в свидетельстве о поверке должна быть сделана соответствующая запись.

8.3 При отрицательных результатах поверки поверенные средства измерения признаются не пригодными к применению, на них выдаётся извещение о непригодности с указанием причин, в паспорте также делается запись о непригодности к дальнейшему применению, ранее выданное свидетельство аннулируется.