

УТВЕРЖДАЮ



\_\_\_\_\_  
Заместитель Генерального директора  
ФГУП «ФТИ СПб»

\_\_\_\_\_  
А.И. Рагулин

\_\_\_\_\_  
2010 г.

КОМПЛЕКТ СВЕТОФИЛЬТРОВ

КОФ-02

Методика поверки

240.24.00.00.00 МП1

и.р. 45802-10

Настоящая методика поверки распространяется на комплект светофильтров КОФ-02, предназначенный для поверки анализаторов жидкости типа «Флюорат-02» (далее – анализаторов), а также для поверки фотометров и спектрофотометров в видимой области спектра и устанавливает методику его первичной и периодической поверок.

Межповерочный интервал – один год.

## 1 ОПЕРАЦИИ И СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

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

Таблица 1

Наименование операции	Номер пункта методики поверки	Проведение операций при	
		первичной поверке	периодической поверке
Внешний осмотр	5.1	Да	Да
Определение метрологических характеристик:	5.2		
– определение длины волны максимального значения коэффициента направленного пропускания вспомогательного светофильтра	5.2.1	Да	Да
– определение спектральных коэффициентов направленного пропускания на длине волны 520 нм и редуцированных коэффициентов направленного пропускания нейтральных светофильтров	5.2.2	Да	Да
– определение пределов допускаемой абсолютной погрешности измерения спектрального и редуцированного коэффициентов направленного пропускания светофильтров	5.2.3	Да	Нет
– определение длин волн максимумов полос поглощения светофильтров ПС7 и пределов допускаемой абсолютной погрешности определения длин волн максимумов полос поглощения	5.2.4	Да	Да

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

## 2 СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

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

Таблица 2

Номер пункта методики поверки	Наименование и тип (условное обозначение) основного или вспомогательного средства поверки; обозначение нормативного документа, регламентирующего технические требования, и/или метрологические и основные технические характеристики СИ
5.2	Термометр ТЛ-4, ГОСТ 28498-90, 0 – 50°С, цена деления 0,1°С
	Психрометр аспирационный МЗ4, от минус 25 до 50°С, от 10 до 100% при температуре от 5 до 40°С
	Барометр-анероид БАММ-1, диапазон измерения от 80 до 106 кПа, ПГ ±0,2 кПа;
	Вторичный эталон единицы спектрального коэффициента направленного пропускания в соответствии с ГОСТ 8.557-2007
Примечание – Перечисленные оборудование и средства измерений могут быть заменены другими, обеспечивающими требуемую точность измерений.	

### 3 УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ

При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

- температура окружающего воздуха, °С 15 – 25;
- относительная влажность воздуха, % 45 – 80;
- атмосферное давление, кПа 84 – 106.

### 4 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ

Перед проведением поверки должны быть выполнены следующие подготовительные работы:

- вторичный эталон подготовить к работе в соответствии с правилами хранения и применения;
- светофильтры выдерживаются в помещении, где проводится поверка, не менее 1 часа;
- светофильтры должны быть предварительно очищены согласно Приложению А.

### 5 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ

#### 5.1 Внешний осмотр

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

- комплектность набора светофильтров должна соответствовать указанной в эксплуатационной документации;

- на рабочей поверхности светофильтров не должно быть механических повреждений (царапин, выколок, неоднородностей стекла), неустранимых пятен, видимых невооруженным глазом.

## 5.2 Определение метрологических характеристик

5.2.1 Определение длины волны максимального значения коэффициента направленного пропускания вспомогательного светофильтра

5.2.1.1 Установить вспомогательный светофильтр К1 в кюветное отделение вторичного эталона перпендикулярно световому потоку.

5.2.1.2 Зарегистрировать спектр пропускания вспомогательного светофильтра в диапазоне 400 – 780 нм с шагом 2 нм и шириной щели 1 нм.

5.2.1.3 Определить длину волны максимального значения коэффициента направленного пропускания светофильтра.

5.2.1.4 Результаты поверки считаются положительными, если длина волны максимального значения коэффициента направленного пропускания вспомогательного светофильтра К1 находится в пределах  $520 \pm 10$  нм и отсутствуют дополнительные полосы пропускания.

5.2.2 Определение спектральных коэффициентов направленного пропускания на длине волны 520 нм и редуцированных коэффициентов направленного пропускания нейтральных светофильтров

5.2.2.1 Светофильтр № 1 установить в кюветное отделение вторичного эталона перпендикулярно световому потоку.

5.2.2.2 Произвести 10-кратное измерение спектрального коэффициента направленного пропускания на длине волны 520 нм.

5.2.2.3 Повторить п. 5.2.2.2 для всех нейтральных светофильтров.

5.2.2.4 Рассчитать среднее арифметическое значение спектрального коэффициента направленного пропускания для каждого светофильтра по формуле:

$$\bar{T}_i(\lambda) = \frac{\sum_{n=1}^{10} T_{in}}{10}, \% \quad (1)$$

где:  $T_{in}$  - значение спектрального (редуцированного) коэффициента направленного пропускания при  $n$ -ом наблюдении для данного светофильтра, %;

$i$  - номер светофильтра.

5.2.2.5 Полученные средние арифметические значения принимают за действительные значения спектрального коэффициента направленного пропускания.

5.2.2.6 Установить вспомогательный светофильтр К1 в кюветное отделение вторичного эталона перпендикулярно световому потоку.

5.2.2.7 Произвести запись спектра пропускания светофильтра в диапазоне 400 – 780 нм с шагом 10 нм.

5.2.2.8 Поочередно устанавливая в кюветное отделение вторичного эталона перпендикулярно световому потоку светофильтры № 1 - № 6, произвести 10-кратную запись спектров пропускания светофильтров в диапазоне 400 – 780 нм с шагом 10 нм.

5.2.2.9 По программе работы вторичного эталона определить редуцированный коэффициент направленного пропускания каждого светофильтра.

5.2.2.10 Рассчитать среднее арифметическое полученных значений по формуле (1).

5.2.2.11 Полученные средние арифметические значения принять за действительные значения редуцированного коэффициента направленного пропускания светофильтров.

5.2.2.12 Результаты поверки считаются положительными, если действительные значения спектральных коэффициентов направленного пропускания на длине волны 520 нм и редуцированных коэффициентов направленного пропускания нейтральных светофильтров находятся в пределах  $(1,5 \pm 0,5) \%$ ,  $(10 \pm 5) \%$ ,  $(27 \pm 5) \%$ ,  $(40 \pm 5) \%$ ,  $(71 \pm 5) \%$ ,  $(92 \pm 5) \%$ .

Примечание – Допускается измерение спектральных коэффициентов направленного пропускания дополнительно на других длинах волн в диапазоне спектра 400 – 780 нм.

5.2.3 Определение пределов допускаемой абсолютной погрешности измерения спектрального и редуцированного коэффициентов направленного пропускания светофильтров

5.2.3.1 Используя результаты измерений, полученные при выполнении п. 5.2.2, рассчитать среднее квадратическое отклонение результатов измерения по формуле:

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

где:  $T_i$  - значение спектрального (редуцированного) коэффициента направленного пропускания при  $n$ -ом наблюдении для  $i$ -го светофильтра, %;

$\bar{T}_i$  - среднее арифметическое значение спектрального (редуцированного) коэффициента направленного пропускания для  $i$ -го светофильтра, %;

$n$  - число наблюдений.

5.2.3.2 Вычислить доверительные границы случайной погрешности результата измерений спектрального коэффициента направленного пропускания на длине волны 520 нм и редуцированного коэффициента направленного пропускания по формуле:

$$\varepsilon = t \times S_{\max}(T) \quad (3)$$

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

$S_{\max}(T)$  - максимальное значение СКО результатов измерения, %.

5.2.3.3 По данным, полученным при выполнении п. 5.2.2.8, определить максимальное значение градиента спектрального коэффициента направленного пропускания  $\left(\frac{\partial T}{\partial \lambda}\right)_{\max, i}$ .

5.2.3.4 Рассчитать значение неисключенной систематической погрешности измерений, обусловленной погрешностью установки длины волны, по формуле:

$$\theta_{\lambda} = \left(\frac{\partial T}{\partial \lambda}\right)_{\max} \times \Delta \lambda, \% \quad (4)$$

где:  $\left(\frac{\partial T}{\partial \lambda}\right)_{\max}$  - наибольшее для всех нейтральных светофильтров значение градиента спектрального коэффициента направленного пропускания,  $\% \cdot \text{нм}^{-1}$ ;

$\Delta \lambda$  - погрешность установки длины волны эталона, нм.

5.2.3.5 Измерить согласно п. 5.2.2 спектральные коэффициенты направленного пропускания нейтральных светофильтров в 4 зонах рабочей поверхности светофильтра.

5.2.3.6 Рассчитать зонную неравномерность для каждого светофильтра по формуле:

$$\Delta T_z = (T_{\max} - T_{\min}), \% \quad (5)$$

где:  $T_{\max}$ ,  $T_{\min}$  - максимальное и минимальное значения спектральных коэффициентов направленного пропускания, полученные при различных положениях светового пятна на поверхности светофильтров.

5.2.3.7 Рассчитать значение неисключенной систематической погрешности, обусловленной зонной неравномерностью светофильтра, по формуле:

$$\theta_z = \frac{\Delta T_{z \max}}{2}, \% \quad (6)$$

где:  $\Delta T_{z \max}$  - максимальное для всех светофильтров значение зонной неравномерности, %.

5.2.3.8 Вычислить границу неисключенной систематической погрешности по формуле:

$$\theta = 1,1 \cdot \sqrt{\theta_{\lambda}^2 + \theta_3^2 + \theta_3^2} \approx 1,1 \cdot \sqrt{\sum_i \theta_i^2}, \% \quad (7)$$

где:  $\theta_3$  - суммарное среднее квадратическое отклонение результатов измерений вторичного эталона, %;

$\theta_i$  - предел  $i$ -ой составляющей неисключенной систематической погрешности, %.

5.2.3.9 Рассчитать границу абсолютной погрешности измерения в соответствии с ГОСТ 8.207 по формуле:

$$\Delta_T = \frac{\varepsilon + \theta}{S(T) + \sqrt{\frac{\sum \theta_i^2}{3}}} \times \sqrt{S^2(T) + \frac{\sum \theta_i^2}{3}}, \% \quad (8)$$

5.2.3.10 Принять пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения спектрального и редуцированного коэффициента направленного пропускания равными границе погрешности результата измерения.

5.2.3.11 Результаты поверки считаются положительными, если пределы абсолютной погрешности измерения спектрального и редуцированного коэффициента направленного пропускания  $\pm 0,5$  %.

5.2.4 Определение длин волн максимумов полос поглощения светофильтров ПС7 и пределов абсолютной погрешности определения длин волн максимумов полос поглощения

5.2.4.1 Произвести 5-кратную регистрацию спектра пропускания светофильтров ПС-7-Р и ПС-7В в диапазонах 420 – 440, 520 – 540 и 680 – 690 нм с шагом 0,1 нм и шириной щели 1 нм.

5.2.4.2 Используя программное обеспечение вторичного эталона, определить длины волн максимумов поглощения в каждом из указанных диапазонов.

5.2.4.3 Вычислить среднее арифметическое значение длин волн полос поглощения в каждом из указанных диапазонов и принять их за действительное значение.

5.2.4.4 Определить среднее квадратическое отклонение для каждой длины волны по формуле:

$$S(\lambda) = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{10} (\lambda_i - \bar{\lambda})^2}{n(n-1)}}, \text{ нм} \quad (9)$$

5.2.4.5 Определить отношение  $\frac{\Delta\lambda}{S_{\max}(\lambda)}$ , (10)

где:  $\Delta\lambda$  - погрешность установки длины волны вторичного эталона, нм;

$S_{\max}(\lambda)$  - максимальное значение СКО, полученное при выполнении п. 5.2.4.4.

5.2.4.6 Если  $\frac{\Delta\lambda}{S_{\max}(\lambda)} > 8$ , то, согласно ГОСТ 8.207, случайной погрешностью можно пренебречь и пределы абсолютной погрешности определения длины волны принимаются равными  $\Delta\lambda$ . Если соотношение  $\frac{\Delta\lambda}{S_{\max}(\lambda)} > 8$  не выполняется, то следует увеличить количество измерений по п. 5.2.4.

5.2.4.7 Результаты поверки считаются положительными, если значения длин волн максимумов поглощения светофильтров находятся в пределах  $(431 \pm 5)$  нм,  $(529 \pm 5)$  нм и  $(685 \pm 5)$  нм.

## 6 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

6.1 Положительные результаты первичной поверки оформляются записью в паспорте и свидетельством о поверке установленной формы.

6.2 Положительные результаты периодической поверки оформляются свидетельством о поверке установленной формы.

6.3 При отрицательных результатах поверки комплект нейтральных светофильтров признается непригодным к применению, на него выдается извещение о непригодности с указанием причин, в паспорте также делается запись о непригодности к дальнейшему применению, ранее выданное свидетельство аннулируется.



ПРИЛОЖЕНИЕ А  
(обязательное)

**Инструкция по чистке оптических деталей**

Чистка оптических деталей заключается в удалении с их поверхности растворителями и их смесями следов жира, пыли, ворсинок и прочих загрязнений.

Для очистки используется смесь (далее именуемая растворителем), в состав которой входит диэтиловый эфир ОСТ 84-2006-88 и ректификованный этиловый спирт по ГОСТ 18300-87 в соотношении 85:15 объемных частей.

Чистку оптических деталей производить в чистом помещении при температуре от 18 до 20°С и относительной влажности воздуха не более 70 %.

Для чистки оптических деталей использовать следующие инструменты и материалы:

- палочки деревянные или металлические с заостренными концами;
- кисточка беличья (обезжиренная) для смахивания пыли;
- груша резиновая для сдувания пыли;
- коробка стеклянная или пластмассовая для хранения обезжиренной ваты;
- подставка с замшей для наворачивания ваты на палочку;
- пинцет;
- подставка для палочек, кисточек, пинцета (например, стеклянный стакан);
- посуда стеклянная с притертой или завинчивающейся пробкой для хранения растворов и их смесей на рабочем месте;
- колпак стеклянный для предохранения от пыли и грязи инструментов и материалов для чистки оптических деталей;
- салфетки батиновые и салфетки фланелевые (обезжиренные);
- напалечники резиновые;
- вата для оптической промышленности ТУ 17 РСФСР 10.1-11891-92;
- спирт этиловый ректификованный ГОСТ 18300-87 (0,15 л на 1 л смеси);
- эфир диэтиловый технический ОСТ 84-2006-88 (0,85 л на 1 л смеси).

Перед тем как приступить к чистке оптических деталей, необходимо привести в порядок рабочее место, протереть стол салфеткой, смоченной водой, вымыть руки теплой водой с мылом и обезжирить растворителем все приспособления и инструмент для чистки.

Оптические детали при чистке следует брать пинцетом или пальцами в обезжиренных напалечниках, не касаясь рабочих участков поверхности детали. Пинцет, кисточка, палочки всегда должны находиться на подставке. Палочки для чистки следует изготавливать из дерева, не содержащего смолы, например березы, дуба, осины; металлические палочки рекомендуется делать из латуни. Концы металлической палочки должны быть обдuty песком.

Вату на палочку следует наворачивать на специальной подставке (например, стеклянной банке, обтянутой замшей, батистом или бязью), предварительно обмакнув концы палочки в растворитель, чтобы вата не соскальзывала с палочки.

Растворитель для чистки оптических деталей и для смачивания палочки следует держать в различной посуде. Наворачивая вату, надо следить за тем, чтобы конец палочки не был оголен, так как им можно поцарапать поверхность оптической детали.

Поверхности оптической детали следует протирать сначала навернутым на палочку ватным тампоном, смоченным растворителем, затем салфеткой. Количество сменяемых тампонов (и салфеток) зависит от степени загрязнения детали и от размера ее поверхности. Для протирки следует пользоваться только внутренней поверхностью салфетки, к которой не прикасались пальцы.

Ватный тампон не следует обильно смачивать растворителем, чтобы избежать подтеков. Рекомендуется встряхивать палочку с тампоном после обмакивания в растворитель.

При чистке ватный тампон, смоченный растворителем, приводят в соприкосновение с деталью между центром и краем и ведут через центр детали к противоположному краю, затем быстро отрывают его от поверхности детали.

Материалы, применяемые для чистки оптических деталей – легковоспламеняющиеся вещества, поэтому при работе с ними необходимо соблюдать правила безопасности, предусмотренные для работы с легковоспламеняющимися веществами.