



УТВЕРЖДАЮ

Заместитель директора  
ФГУП «ВНИИОФИ»

И.С. Филимонов

«09» июля 2020 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

**Фотометры фотоэлектрические КФК-3-«ЗОМЗ»**

**МЕТОДИКА ПОВЕРКИ  
МП 025.М4-20**

Главный метролог  
ФГУП «ВНИИОФИ»

С.Н. Негода  
«09» июля 2020 г.

Главный научный сотрудник  
ФГУП «ВНИИОФИ»

Крутиков В.Н.  
«09» июля 2020 г.

Москва  
2020 г.

## СОДЕРЖАНИЕ

1 ВВЕДЕНИЕ.....	3
2 ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ.....	3
3 СРЕДСТВА ПОВЕРКИ.....	4
4 ТРЕБОВАНИЯ К КВАЛИФИКАЦИИ ПОВЕРИТЕЛЕЙ.....	4
5 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ.....	4
6 УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ.....	5
7 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ.....	5
8 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ.....	5
9 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ.....	14
ПРИЛОЖЕНИЕ А.....	15

## **1 ВВЕДЕНИЕ**

**1.1** Настоящая методика поверки распространяется на фотометры фотоэлектрические КФК-3-«ЗОМЗ» (далее по тексту - фотометры), выпускаемые в модификациях КФК-3-01-«ЗОМЗ», КФК-3-02-«ЗОМЗ» и КФК-3-03-«ЗОМЗ» предназначенные для измерения спектрального коэффициента направленного пропускания (далее по тексту – СКНП) и оптической плотности прозрачных жидкостных растворов, и определяет методы и средства первичной и периодической поверок.

Поверка проводится при вводе фотометра в эксплуатацию и в процессе эксплуатации.

**1.2** Интервал между поверками – 2 года.

## **2 ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ**

**2.1** При проведении первичной и периодической поверок должны быть выполнены следующие операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1 – Операции поверки

Наименование операции	Номер пункта Методики поверки	Проведение операции при	
		первичной поверке	периодической поверке
Внешний осмотр	8.1	Да	Да
Опробование	8.2	Да	Да
Определение метрологических характеристик	8.3		
Определение спектрального диапазона измерений	8.3.1	Да	Да
Определение диапазона измерений СКНП	8.3.2	Да	Да
Определение среднего квадратического отклонения среднего арифметического СКНП	8.3.3	Да	Да
Определение абсолютной погрешности установки длины волны	8.3.4	Да	Да
Определение доверительных границ абсолютной погрешности измерений СКНП	8.3.5	Да	Да

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

**2.3** Поверку средств измерений осуществляют аккредитованные в установленном порядке в области обеспечения единства измерений юридические лица и индивидуальные предприниматели.

### 3 СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

3.1 При проведении первичной и периодической поверок должны быть использованы средства, указанные в таблице 2.

Таблица 2 – Средства поверки

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 средства поверки
8.3	Комплект интерференционных светофильтров «Ф» из состава набора мер КНФ-1-01 (№ ГРСИ 37858-08) (далее – комплект светофильтров «Ф») Рабочий диапазон длин волн от 340 до 895 нм Пределы допускаемой абсолютной погрешности длин волн $\pm 0,5$ нм
	Комплект светофильтров КНФ-1М из состава набора мер КНФ-1-01 (№ ГРСИ 37858-08) (далее – комплект светофильтров КНФ-1М) Рабочий диапазон длин волн от 400 до 780 нм Рабочий диапазон СКНП от 0,01 до 0,93 Пределы допускаемой абсолютной погрешности СКНП $\pm 0,0025$
	Комплект светофильтров КНФ-1Ф-01 из состава набора мер КНФ-1-01 (№ ГРСИ 37858-08) (далее – комплект светофильтров КНФ-1Ф-01) Рабочий диапазон длин волн от 330 до 350 нм Рабочий диапазон СКНП от 0,20 до 0,93 Пределы допускаемой абсолютной погрешности СКНП $\pm 0,003$

3.2 Средства поверки, указанные в таблице 2, должны быть аттестованы (поверены) в установленном порядке. Допускается применение других средств поверки, не приведенных в таблице 2, но обеспечивающих определение (контроль) метрологических характеристик поверяемого фотометра с требуемой точностью.

### 4 ТРЕБОВАНИЯ К КВАЛИФИКАЦИИ ПОВЕРИТЕЛЕЙ

4.1 К проведению поверки допускаются лица, прошедшие обучение на право проведения поверки по требуемому виду измерений, изучившие настоящую методику поверки, Руководство по эксплуатации фотометра, имеющие 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 24.07.13 № 328н.

### 5 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

5.1 При проведении поверки следует руководствоваться «Правилами устройства электроустановок», утвержденными Минэнерго России от 08.07.2002 г., «Правилами технической эксплуатации электроустановок потребителей», утвержденными Минэнерго России № 6 от 13.01.03 г. и приказом Минтруда «Об утверждении правил по охране труда при эксплуатации электроустановок» №328н от 24.07.2013 г.

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.

5.3 Оборудование, применяемое при поверке, должно соответствовать требованиям ГОСТ 12.2.003-91. Воздух рабочей зоны должен соответствовать

требованиям ГОСТ 12.1.005-88 при температуре помещения, соответствующей условиям испытаний для легких физических работ.

## **6 УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ**

6.1 При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

- температура окружающего воздуха, °С от плюс 15 до плюс 25;
- относительная влажность, % от 50 до 80;
- атмосферное давление, кПа от 97,4 до 105,4;
- напряжение питания сети, В (220 ± 22);
- частота питающей сети, Гц (50,0 ± 0,5)

6.2 В помещении, где проводится поверка, содержание пыли, паров кислот и щелочей, агрессивных газов и других вредных примесей, вызывающих коррозию, не должно превышать содержание коррозионно-активных агентов для атмосферы типа 1 по ГОСТ 15150-69.

6.3 В помещении, где проводится поверка, должны соответствовать ГОСТ 8.395-80 механические вибрации, посторонние источники электромагнитного излучения, а также постоянные и переменные электрические и магнитные поля.

## **7 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ**

7.1 Изучите Руководство по эксплуатации фотометров.

7.2 Выдержите фотометр в условиях, указанных в п. 6.1 настоящей методики поверки не менее 2 часов. Если фотометр находился при температуре ниже плюс 10 °С, то время выдерживания необходимо увеличить до 24 часов.

7.3 Включите фотометр.

7.4 Прогрейте фотометр в течение 30 минут.

## **8 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ**

### **8.1 Внешний осмотр**

8.1.1 При внешнем осмотре должно быть установлено:

- отсутствие видимых механических повреждений фотометра, влияющих на его работу;
- наличие маркировки (товарный знак завода-изготовителя, тип и заводской номер фотометра, знак утверждения типа);
- соответствие комплектности, указанной в паспорте фотометра.

8.1.2 Фотометр считается прошедшим операцию поверки, если он соответствует вышеперечисленным требованиям.

### **8.2 Опробование**

8.2.1 Проверка правильности установки осветителя

8.2.1.1 Установить ручку длины волны фотометра в положение (540 ± 5) нм. При этом установку длины волны необходимо выполнять подводкой со стороны коротких длин волн к длинным. Если устанавливаемое значение длины волны превысило требуемое, необходимо вновь вернуться на величину от 20 до 30 нм к более коротким длинам волн и повторно подвести к требуемому значению.

Примечание – Если при этом на дисплее появится мигающая информация «стаб.л.», то следует дождаться исчезновения данной информации.

8.2.1.2 Наблюдать распределение света в плоскости выходного окна кюветного отделения. Должно наблюдаться увеличенное изображение щели.

8.2.2 Проверка правильности обработки вводимой и выводимой на дисплей с

помощью клавиатуры информации.

8.2.2.1 Провести операцию в соответствии с п. 8.2.1.1.

8.2.2.2 Проверить соответствие нажимаемых кнопок и выводимой информации согласно таблице 3.

Таблица 3 – Соответствие кнопок управления отображаемой информации

Нажимаемая кнопка, набор кнопок	Отображаемая информация
Кюветное отделение закрыто	
1. Измерение СКНП	
«А» («В»)	Выбираемый режим «Коэффициент пропускания»
«D»	«Градуировка», через 3-5 с «Коэффициент пропускания $\tau = 100,0 \%$ »
#	Выход из режима
2. Измерение оптической плотности	
«А» («В»)	Выбираемый режим «Оптическая плотность»
«D»	«Градуировка», через 3-5 с «Оптическая плотность $D = 0,000 \text{ Б}$ »
#	Выход из режима
3. Измерение концентрации по фактору	
«В»	Выбираемый режим «Концентрация по фактору»
4. Измерение концентрации по одному стандартному раствору	
«В»	Выбираемый режим «Концентрация по одному стандартному раствору»
5. Измерение концентрации по шести стандартным растворам	
«В»	Выбираемый режим «Концентрация по шести стандартным растворам»
6. Измерение скорости изменения оптической плотности (Кинетика)	
«В»	Выбираемый режим «Кинетика»
7	
«В»	Выбираемый режим Журнал
8	
«В»	Выбираемый режим Информация о приборе
9	
«В»	Выбираемый режим «Коэффициент пропускания»

8.2.3 Определение изменения показаний в режиме измерения СКНП при свободном оптическом канале

8.2.3.1 Провести операцию в соответствии с п. 8.2.1.1.

8.2.3.2 Закрыть крышку кюветного отделения.

8.2.3.3 Выбрать режим «Коэффициент пропускания» нажатием кнопки «А» («В»).

8.2.3.4 Нажать кнопку «D». При этом на дисплее должен отобразиться отсчет « $N_1 = 100,0 \%$ ».

8.2.3.5 Если отображенный отсчет отличается от  $100,0 \%$  более чем на  $\pm 0,2 \%$ , повторно нажать на кнопку «D».

8.2.3.6 В течение 5 минут через каждую минуту нажимая кнопку «D» снять соответственно отсчеты  $N_2, N_3, N_4, N_5$ .

8.2.3.7 Рассчитать изменения показаний в течение времени наблюдения по формуле (1):

$$\Delta N_i = N_1 - N_i, \quad (1)$$

где  $N_1$  - результат измерений СКНП, полученный в п. 8.2.3.4, %;

$N_i$  -  $i$ -й результат измерений, полученный в п. 8.2.3.6, %.

8.2.3.8 Изменение показаний фотометра в течение 5 минут должно быть не более

± 0,4 %.

8.2.4 Фотометр считается прошедшим операцию поверки, если выполняются операции пп. 8.2.1 – 8.2.3.

### **8.3 Определение метрологических характеристик**

#### **8.3.1 Определение спектрального диапазона измерений**

8.3.1.1 Определение спектрального диапазона измерений совпадает с определением доверительных границ абсолютной погрешности измерений СКНП.

8.3.1.2 Фотометр считается прошедшим операцию поверки, если спектральный диапазон измерений составляет от 330 до 780 нм.

#### **8.3.2 Определение диапазона измерений СКНП**

8.3.2.1 Определение диапазона измерений СКНП совпадает с определением доверительных границ абсолютной погрешности измерений СКНП на длине волны 540 нм п. 8.3.5.3.

8.3.2.2 Фотометр считается прошедшим операцию поверки, если диапазон измерений СКНП составляет не менее от 1 до 93 %.

#### **8.3.3 Определение среднего квадратического отклонения среднего арифметического СКНП**

8.3.3.1 Установить ручку длины волны фотометра в положение (340 ± 0,5) нм. При этом установку длины волны необходимо выполнять подводкой со стороны коротких длин волн к длинным. Если устанавливаемое значение длины волны превысило требуемое, необходимо вновь вернуться на величину от 20 до 30 нм к более коротким длинам волн и повторно подвести к требуемому значению.

Примечание – Если при этом на дисплее появится мигающая информация «стаб.л.», то следует дождаться исчезновения данной информации.

8.3.3.2 Закрывать крышку кюветного отделения.

8.3.3.3 Выбрать режим «Коэффициент пропускания» нажатием кнопки «А» («В»).

8.3.3.4 Нажать на кнопку «D», на дисплее должна отобразиться надпись «Градуировка», а в течение промежутка времени от 3 до 5 с должна отобразиться надпись «Коэффициент пропускания τ = 100,0 %».

8.3.3.5 Если значение τ отличается от 100,0 % более чем на 0,2 % повторно нажать на кнопку «D».

8.3.3.6 Открывая и закрывая крышку кюветного отделения, снять десять отсчетов СКНП τ, %.

8.3.3.7 Рассчитать среднее значение СКНП по формуле (2):

$$\bar{\tau}_{100\%} = \frac{1}{10} \sum_{i=1}^{10} \tau_{100\% i}, \quad (2)$$

где  $\tau_{100\% i}$  - i-й результат измерений СКНП, полученный в п. 8.3.3.6, %.

8.3.3.8 Рассчитать среднее квадратическое отклонение среднего арифметического СКНП по формуле (3):

$$S(\bar{\tau}_{100\%}) = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{10} (\tau_{100\% i} - \bar{\tau}_{100\%})^2}{90}} \quad (3)$$

8.3.3.9 Фотометр считается прошедшим операцию поверки, если среднее квадратическое отклонение среднего арифметического СКНП не превышает 0,15 %.

### 8.3.4 Определение абсолютной погрешности установки длины волны

8.3.4.1 Закрывать крышку кюветного отделения фотометра.

8.3.4.2 Выбрать режим «Коэффициент пропускания» нажатием кнопки «А» («В»).

8.3.4.3 Нажать на кнопку «D», на дисплее должна отобразиться надпись «Градуировка», а в течение промежутка времени от 3 до 5 с должна отобразиться надпись «Коэффициент пропускания  $\tau = 100,0\%$ ».

8.3.4.4 Установить в кюветное отделение вплотную к входному окну светофильтр №1 из состава комплекта светофильтров «Ф».

8.3.4.5 Закрывать крышку кюветного отделения.

8.3.4.6 Ручкой установки длины волны установить длину волны в диапазоне от 10 до 15 нм меньше значения длины волны максимума полосы пропускания светофильтра №1 из состава комплекта светофильтров «Ф», указанного в свидетельстве о проверке комплекта.

Примечание – Если при этом на дисплее появится мигающая информация «стаб.л.», то следует дождаться исчезновения данной информации.

8.3.4.7 Плавно поворачивать ручку установки длины волны по часовой стрелке, пока значение СКНП, отображаемое на дисплее фотометра, не достигнет максимума.

8.3.4.8 Зафиксировать отображаемое на дисплее значение длины волны  $\lambda_i$ , нм, соответствующее данному максимуму.

8.3.4.9 Повторить измерения по п.п. 8.3.4.6 – 8.3.4.8 пять раз.

8.3.4.10 Извлечь из кюветного отделения фотометра светофильтра №1 из состава комплекта светофильтров «Ф».

8.3.4.11 Рассчитать среднее значение результата измерений длины волны максимума полосы пропускания светофильтра №1 из состава комплекта светофильтров «Ф» по формуле (4):

$$\bar{\lambda} = \frac{1}{5} \sum_{i=1}^5 \lambda_i, \quad (4)$$

где  $\lambda_i$  –  $i$ -й результат измерений длины волны максимума полосы пропускания светофильтра №1 из состава комплекта светофильтров «Ф», полученный в п. 8.3.4.9, нм.

8.3.4.12 Определить среднее квадратическое отклонение среднего арифметического результата измерений длины волны максимума полосы пропускания светофильтра №1 из состава комплекта светофильтров «Ф» по формуле (5):

$$S(\bar{\lambda}) = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^5 (\lambda_i - \bar{\lambda})^2}{20}} \quad (5)$$

8.3.4.13 Определить неисключенную систематическую погрешность результата измерений длины волны максимума полосы пропускания  $\theta_{\lambda\Sigma}$ , нм, путем суммирования неисключенных систематических погрешностей средств измерений, метода и погрешностей  $\theta_{\lambda i}$ , нм, вызванных другими источниками по формуле (6):

$$\theta_{\lambda\Sigma} = \pm \sum_{i=1}^m |\theta_{\lambda i}|, \quad (6)$$

где  $m$  – количество учитываемых неисключенных систематических погрешностей измерений, равное 2;

$\theta_{\lambda 1}$  – неисключенная систематическая погрешность результата измерений длины волны максимума полосы пропускания, определяемая пределами допускаемой абсолютной погрешности длины волны светофильтра №1 из состава комплекта светофильтров «Ф», указанная в свидетельстве о проверке комплекта мер, нм;

$\theta_{\lambda 2}$  – неисключенная систематическая погрешность результата измерений длины волны максимума полосы пропускания, нм, определяемая по формуле (7):



$$\theta_{\lambda 2} = \bar{\lambda} - \lambda_{\text{эт}}, \quad (7)$$

где  $\lambda_{\text{эт}}$  – значение длины волны максимума полосы пропускания светофильтра №1 из состава комплекта светофильтров «Ф», указанное в свидетельстве о поверке комплекта, нм.

8.3.4.14 Определить случайную погрешность результата измерений длины волны максимума полосы пропускания  $\varepsilon_{\lambda}$ , нм, (без учета знака) по формуле (8):

$$\varepsilon_{\lambda} = t \cdot S(\bar{\lambda}), \quad (8)$$

где  $t$  – коэффициент Стьюдента, который при количестве измерений  $n = 5$  и доверительной вероятности  $P = 0,95$  составляет 2,776.

8.3.4.15 Доверительные границы абсолютной погрешности результата измерений длины волны максимума полосы пропускания светофильтра №1 из состава комплекта светофильтров «Ф» (без учета знака) определить по формуле (9):

$$\Delta(\bar{\lambda}) = K_{\lambda} \cdot S_{\lambda\Sigma}, \quad (9)$$

где  $S_{\lambda\Sigma}$  – среднее квадратическое отклонение суммы случайных и неисключенных систематических погрешностей измерений длины волны максимума полосы пропускания светофильтра №1 из состава комплекта светофильтров «Ф», нм, определяемое по формуле (10):

$$S_{\lambda\Sigma} = \sqrt{\frac{\theta_{\lambda\Sigma}^2}{3} + S^2(\bar{\lambda})} \quad (10)$$

$K_{\lambda}$  – коэффициент, зависящий от соотношения случайной и неисключенной систематической погрешностей измерений длины волны максимума полосы пропускания светофильтра №1 из состава комплекта светофильтров «Ф», рассчитываемый по формуле (11):

$$K_{\lambda} = \frac{\varepsilon_{\lambda} + \theta_{\lambda\Sigma}}{S(\bar{\lambda}) + \frac{\theta_{\lambda\Sigma}}{\sqrt{3}}} \quad (11)$$

8.3.4.16 Повторить измерения по п.п. 8.3.4.1 – 8.3.4.15 для всех светофильтров из состава комплекта светофильтров «Ф».

8.3.4.17 За результат измерений абсолютной погрешности установки длины волны фотометра принять максимальное значение доверительных границ абсолютной погрешности результата измерений длины волны максимума полосы пропускания для всех светофильтров из состава комплекта светофильтров «Ф».

8.3.4.18 Фотометр считается прошедшим операцию поверки, если абсолютная погрешность установки длины волны не превышает  $\pm 3$  нм.

### 8.3.5 Определение доверительных границ абсолютной погрешности измерений СКНП

8.3.5.1 Определение доверительных границ абсолютной погрешности измерений СКНП на длине волны 330 нм

8.3.5.1.1 Установить ручку длины волны фотометра в положение  $(330,0 \pm 0,5)$  нм. При этом установку длины волны необходимо выполнять подводкой со стороны коротких длин волн к длинным. Если устанавливаемое значение длины волны превысило требуемое, необходимо вновь вернуться на величину от 20 до 30 нм к более коротким длинам волн и повторно подвести к требуемому значению.

Примечание – Если при этом на дисплее появится мигающая информация «стаб.л.»,

то следует дождаться исчезновения данной информации.

8.3.5.1.2 Закрывать крышку кюветного отделения.

8.3.5.1.3 Выбрать режим «Коэффициент пропускания» нажатием кнопки «А» («В»).

8.3.5.1.4 Нажать на кнопку «D», на дисплее должна отобразиться надпись «Градуировка», а в течение промежутка времени от 3 до 5 с должна отобразиться надпись «Коэффициент пропускания  $\tau = 100,0 \%$ ».

8.3.5.1.5 Если значение  $\tau$  отличается от  $100,0 \%$  более чем на  $0,2 \%$  повторно нажать на кнопку «D».

8.3.5.1.6 Открыть крышку кюветного отделения.

8.3.5.1.7 В кюветное отделение установить светофильтр №1 из состава комплекта светофильтров КНФ-1Ф-01.

8.3.5.1.8 Закрывать крышку кюветного отделения.

8.3.5.1.9 На дисплее должен отобразиться отсчет СКНП  $\tau_i, \%$ .

8.3.5.1.10 Повторить измерения по пунктам 8.3.2.1.6 – 8.3.2.1.9 пять раз.

8.3.5.1.11 Извлечь из кюветного отделения светофильтр №1 из состава комплекта светофильтров КНФ-1Ф-01.

8.3.5.1.12 Рассчитать среднее значение СКНП по формуле (12):

$$\bar{\tau} = \frac{1}{5} \sum_{i=1}^5 \tau_i, \quad (12)$$

где  $\tau_i$  -  $i$ -й результат измерений СКНП, полученный в п. 8.3.5.1.10, %.

8.3.5.1.13 Определить среднее квадратическое отклонение среднего арифметического результата измерений СКНП светофильтра №1 из состава комплекта светофильтров КНФ-1Ф-01 по формуле (13):

$$S(\bar{\tau}) = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^5 (\tau_i - \bar{\tau})^2}{20}} \quad (13)$$

8.3.5.1.14 Определить неисключенную систематическую погрешность результата измерений СКНП  $\theta_\Sigma, \%$ , измерений путем суммирования неисключенных систематических погрешностей средств измерений, метода и погрешностей  $\theta_i, \%$ , вызванных другими источниками по формуле (14):

$$\theta_\Sigma = \pm \sum_{i=1}^m |\theta_i|, \quad (14)$$

где  $m$  - количество учитываемых неисключенных систематических погрешностей измерений, равное 2;

$\theta_1$  - неисключенная систематическая погрешность результата измерений СКНП, %, определяемая по формуле (15):

$$\theta_1 = \bar{\tau} - \tau_{\text{КНФ-1Ф-01 эт}} \cdot 100 \%, \quad (15)$$

где  $\tau_{\text{КНФ-1Ф-01 эт}}$  - эталонное значение СКНП на длине волны 330 нм светофильтра №1 из состава комплекта светофильтров КНФ-1Ф-01, приведенное в его свидетельстве о поверке, безразмерная величина;

$\theta_2$  - неисключенная систематическая погрешность результата измерений СКНП, зависящая от пределов допускаемой абсолютной погрешности эталонного значения СКНП светофильтра №1 из состава комплекта светофильтров КНФ-1Ф-01, приведенных в свидетельстве о его поверке, %.

8.3.5.1.15 Определить случайную погрешность результата измерений СКНП  $\varepsilon, \%$ , (без учета знака) по формуле (16):

$$\varepsilon = t \cdot S(\bar{\tau}), \quad (16)$$

где  $t$  - коэффициент Стьюдента, который при количестве измерений  $n = 5$  и доверительной вероятности  $P = 0,95$  составляет 2,776.

8.3.5.1.16 Доверительные границы абсолютной погрешности результата измерений СКНП светофильтра №1 из состава комплекта светофильтров КНФ-1Ф-01 (без учета знака) определить по формуле (17):

$$\Delta(\bar{\tau}) = K \cdot S_{\Sigma}, \quad (17)$$

где  $S_{\Sigma}$  - среднее квадратическое отклонение суммы случайных и неисключенных систематических погрешностей результата измерений СКНП  $\bar{\tau}$ , %, определяемое по формуле (18):

$$S_{\Sigma} = \sqrt{\frac{\theta_{\Sigma}^2}{3} + S^2(\bar{\tau})} \quad (18)$$

$K$  - коэффициент, зависящий от соотношения случайной и неисключенной систематической погрешностей измерений СКНП светофильтра №1 из состава комплекта светофильтров КНФ-1Ф-01, рассчитываемый по формуле (19):

$$K = \frac{\varepsilon + \theta_{\Sigma}}{S(\bar{\tau}) + \frac{\theta_{\Sigma}}{\sqrt{3}}} \quad (19)$$

8.3.5.1.17 Повторить измерения и расчеты по п.п. 8.3.5.1.6 – 8.3.5.1.16 для всех светофильтров из состава комплекта светофильтров КНФ-1Ф-01.

8.3.5.2 Определение доверительных границ абсолютной погрешности измерений СКНП на длине волны 345 нм

8.3.5.2.1 Установить ручку длины волны фотометра в положение  $(345,0 \pm 0,5)$  нм. При этом установку длины волны необходимо выполнять подводкой со стороны коротких длин волн к длинным. Если устанавливаемое значение длины волны превысило требуемое, необходимо вновь вернуться на величину от 20 до 30 нм к более коротким длинам волн и повторно подвести к требуемому значению.

Примечание – Если при этом на дисплее появится мигающая информация «стаб.л.», то следует дождаться исчезновения данной информации.

8.3.5.2.2 В кюветное отделение установить вплотную к входному окну светофильтр №1 из состава комплекта светофильтров КНФ-1Ф-01.

8.3.5.2.3 Закрыть крышку кюветного отделения.

8.3.5.2.4 Выбрать режим «Коэффициент пропускания» нажатием кнопки «А» («В»).

8.3.5.2.5 Нажать на кнопку «D», на дисплее должна отобразиться надпись «Градуировка», а в течение промежутка времени от 3 до 5 с должна отобразиться надпись «Коэффициент пропускания  $\tau = 100,0$  %».

8.3.5.2.6 Если значение  $\tau$  отличается от 100,0 % более чем на 0,2 % повторно нажать на кнопку «D».

8.3.5.2.7 Открыть крышку кюветного отделения.

8.3.5.2.8 Извлечь из кюветного отделения светофильтр №1 из состава комплекта светофильтров КНФ-1Ф-01.

8.3.5.2.9 Установить в кюветное отделение светофильтр №2 из состава комплекта светофильтров КНФ-1Ф-01.

8.3.5.2.10 Закрыть крышку кюветного отделения.

8.3.5.2.11 Записать результат измерения редуцированного СКНП  $\tau_{редi}$ , %, который отобразится на дисплее.

8.3.5.2.12 Повторить измерения по пунктам 8.3.5.2.9 – 8.3.5.2.11 пять раз.

8.3.5.2.13 Рассчитать среднее значение редуцированного СКНП по формуле (20):

$$\bar{\tau}_{ред} = \frac{1}{5} \sum_{i=1}^5 \tau_{редi}, \quad (20)$$

где  $\tau_{редi}$  -  $i$ -й результат измерений редуцированного СКНП, полученный в п. 8.3.5.2.12, %

8.3.5.2.14 Определить среднее квадратическое отклонение среднего арифметического результата измерений редуцированного СКНП светофильтра №2 из состава комплекта светофильтров КНФ-1Ф-01 по формуле (21):

$$S(\bar{\tau}_{ред}) = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^5 (\tau_{редi} - \bar{\tau}_{ред})^2}{20}} \quad (21)$$

8.3.5.2.15 Определить неисключенную систематическую погрешность результата измерений редуцированного СКНП  $\theta_{ред\Sigma}$ , %, измерений путем суммирования неисключенных систематических погрешностей средств измерений, метода и погрешностей  $\theta_{редi}$ , %, вызванных другими источниками по формуле (22):

$$\theta_{ред\Sigma} = \pm k \sqrt{\sum_{i=1}^l \theta_{редi}^2}, \quad (22)$$

где  $l$  - количество учитываемых неисключенных систематических погрешностей измерений, равное 3;

$k$  - коэффициент равный 1,1 при доверительной вероятности  $P = 0,95$ ;

$\theta_{ред1}$  - неисключенная систематическая погрешность результата измерений редуцированного СКНП, %, определяемая по формуле (23):

$$\theta_{ред1} = \bar{\tau}_{ред} - \frac{\tau_{1Ф2эт}}{\tau_{1Ф1эт}} \cdot 100 \%, \quad (23)$$

где  $\tau_{1Ф1эт}$  - эталонное значение СКНП на длине волны 345 нм светофильтра №1 из состава комплекта светофильтров КНФ-1Ф-01, приведенное в его свидетельстве о поверке, безразмерностная величина;

$\tau_{1Ф2эт}$  - эталонное значение СКНП на длине волны 345 нм светофильтра №2 из состава комплекта светофильтров КНФ-1Ф-01, приведенное в его свидетельстве о поверке, безразмерностная величина;

$\theta_{ред2}$  - неисключенная систематическая погрешность результата измерений редуцированного СКНП, зависящая от абсолютной погрешности эталонного значения СКНП светофильтра №1 из состава комплекта светофильтров КНФ-1Ф-01, %, определяемая по формуле (24):

$$\theta_{ред2} = - \frac{100 \% \cdot \tau_{1Ф2эт}}{\tau_{1Ф1эт}^2} \cdot \Delta\tau_{1Ф1эт}, \quad (24)$$

где  $\Delta\tau_{1Ф1эт}$  - пределы допускаемой абсолютной погрешности СКНП светофильтра №1 из состава комплекта светофильтров КНФ-1Ф-01, указанное в его свидетельстве о поверке, безразмерностная величина;

$\theta_{ред3}$  - неисключенная систематическая погрешность результата измерений редуцированного СКНП, зависящая от абсолютной погрешности эталонного значения СКНП светофильтра №2 из состава комплекта светофильтров КНФ-1Ф-01, %, определяемая по формуле (25):

$$\theta_{\text{редЗ}} = \frac{100\%}{\tau_{1\Phi 1 \text{эт}}} \cdot \Delta\tau_{1\Phi 2 \text{эт}}, \quad (25)$$

где  $\Delta\tau_{1\Phi 2 \text{эт}}$  – пределы допускаемой абсолютной погрешности СКНП светофильтра №2 из состава комплекта светофильтров КНФ-1Ф-01, указанное в его свидетельстве о поверке, безразмерная величина.

8.3.5.2.16 Определить случайную погрешность результата измерений редуцированного СКНП  $\varepsilon_{\text{ред}},\%$  (без учета знака) по формуле (26):

$$\varepsilon_{\text{ред}} = t \cdot S(\bar{\tau}_{\text{ред}}), \quad (26)$$

где  $t$  – коэффициент Стьюдента, который при количестве измерений  $n = 5$  и доверительной вероятности  $P = 0,95$  составляет 2,776.

8.3.5.2.17 Доверительные границы абсолютной погрешности результата измерений редуцированного СКНП светофильтра №2 из состава комплекта светофильтров КНФ-1Ф-01 из состава набора мер КНФ-1-01 (без учета знака) определить по формуле (27):

$$\Delta(\bar{\tau}_{\text{ред}}) = K_{\text{ред}} \cdot S_{\text{ред}\Sigma}, \quad (27)$$

где  $S_{\text{ред}\Sigma}$  – среднее квадратическое отклонение суммы случайных и неисключенных систематических погрешностей измерений результата измерений редуцированного СКНП  $\bar{\tau}_{\text{ред}},\%$ , определяемое по формуле (28):

$$S_{\text{ред}\Sigma} = \sqrt{\frac{\theta_{\text{ред}\Sigma}^2}{3k^2} + S^2(\bar{\tau}_{\text{ред}})} \quad (28)$$

$K_{\text{ред}}$  – коэффициент, зависящий от соотношения случайной и неисключенной систематической погрешностей измерений редуцированного СКНП светофильтра №2 из состава комплекта светофильтров КНФ-1Ф-01, рассчитываемый по формуле (29):

$$K_{\text{ред}} = \frac{\varepsilon_{\text{ред}} + \theta_{\text{ред}\Sigma}}{S(\bar{\tau}_{\text{ред}}) + \frac{\theta_{\text{ред}\Sigma}}{k\sqrt{3}}} \quad (29)$$

8.3.5.2.18 Повторить измерения и расчеты по п.п. 8.3.5.2.2 – 8.3.5.2.17 для светофильтров № 3 и 4 состава комплекта светофильтров КНФ-1Ф-01 используя в качестве опорного светофильтр №1.

8.3.5.3 Определение доверительных границ абсолютной погрешности измерений СКНП на длинах волн 540 и 780 нм

8.3.5.3.1 Установить ручку длины волны фотометра в положение  $(540,0 \pm 0,5)$  нм. При этом установку длины волны необходимо выполнять подводкой со стороны коротких длин волн к длинным. Если устанавливаемое значение длины волны превысило требуемое, необходимо вновь вернуться на величину от 20 до 30 нм к более коротким длинам волн и повторно подвести к требуемому значению.

Примечание – Если при этом на дисплее появится мигающая информация «стаб.л.», то следует дождаться исчезновения данной информации.

8.3.5.3.2 Закрывать крышку кюветного отделения.

8.3.5.3.3 Выбрать режим «Коэффициент пропускания» нажатием кнопки «А» («В»).

8.3.5.3.4 Нажать на кнопку «D», на дисплее должна отобразиться надпись «Градуировка», а в течение промежутка времени от 3 до 5 с должна отобразиться надпись «Коэффициент пропускания  $\tau = 100,0\%$ ».

8.3.5.3.5 Если значение  $\tau$  отличается от 100,0 % более чем на 0,2 % повторно нажать на кнопку «D».

8.3.5.3.6 Открыть крышку кюветного отделения.

8.3.5.3.7 В кюветное отделение установить светофильтр №1 из состава комплекта светофильтров КНФ-1М.

8.3.5.3.8 Закрыть крышку кюветного отделения.

8.3.5.3.9 На дисплее должен отобразиться отсчет СКНП  $\tau_i$ , %.

8.3.5.3.10 Повторить измерения по пунктам 8.3.5.3.7 – 8.3.5.3.9 пять раз.

8.3.5.3.11 Извлечь из кюветного отделения светофильтр №1 из состава комплекта светофильтров КНФ-1М.

8.3.5.3.12 Рассчитать среднее значение СКНП по формуле (12).

8.3.5.3.13 Определить среднее квадратическое отклонение среднего арифметического результата измерений СКНП светофильтра №1 из состава комплекта светофильтров КНФ-1М по формуле (13).

8.3.5.3.14 Определить неисключенную систематическую погрешность результата измерений СКНП  $\theta_\Sigma$ , %, путем суммирования неисключенных систематических погрешностей средств измерений, метода и погрешностей  $\theta_i$ , %, вызванных другими источниками по формуле (14).

8.3.5.3.15 Определить случайную погрешность результата измерений СКНП  $\varepsilon$ ,% (без учета знака) по формуле (16).

8.3.5.3.16 Доверительные границы абсолютной погрешности результата измерений СКНП светофильтра №1 из состава комплекта светофильтров КНФ-1М (без учета знака) определить по формуле (17).

8.3.5.3.17 Повторить измерения и расчеты по п.п. 8.3.5.3.6 – 8.3.5.3.16 для всех светофильтров из состава комплекта светофильтров КНФ-1М.

8.3.5.3.18 Повторить измерения и расчеты по п.п. 8.3.5.3.1 – 8.3.5.3.17 для длины волны 780 нм.

8.3.5.4 За результат измерений доверительных границ абсолютной погрешности измерений СКНП фотометра принять максимальное значение доверительных границ абсолютной погрешности СКНП и редуцированного СКНП для всех длин волн для всех светофильтров из состава комплектов светофильтров КНФ-1Ф-01 и КНФ-1М.

8.3.5.5 Фотометр считается прошедшим операцию поверки, если доверительные границы абсолютной погрешности измерений СКНП не превышают  $\pm 0,6$  %.

## 9 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

9.1 Результаты поверки заносятся в протокол (приложение А).

9.2 Фотометры, прошедшие поверку с положительным результатом, признаются годным и допускаются к применению. На них выдаётся свидетельство о поверке установленной формы и наносится знак поверки (место нанесения указано в описании типа) согласно Приказу Министерства промышленности и торговли Российской Федерации №1815 от 02.07.2015 г. «Об утверждении Порядка проведения поверки средств измерений, требования к знаку поверки и содержанию свидетельства о поверке».

9.2 При отрицательных результатах поверки фотометры признаются негодными, не допускаются к применению и на них выписывают «Извещение о непригодности» с указанием причин в соответствии с требованиями Приказа Министерства промышленности и торговли Российской Федерации №1815 от 02.07.2015 г.

Начальник отделения М-4  
ФГУП «ВНИИОФИ»

 В.Р. Гаврилов

Н.с. подразделения М-4  
ФГУП «ВНИИОФИ»

 А.А. Ерикова

**ПРИЛОЖЕНИЕ А (рекомендуемое)**  
**к МП 025.М4-20 «ГСИ. Фотометры фотоэлектрические КФК-3-«ЗОМЗ»**

**ПРОТОКОЛ № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_**  
**Поверки СИ**

*Общие данные о поверяемом средстве измерения:*

Наименование \_\_\_\_\_  
 Тип \_\_\_\_\_  
 Зав. № \_\_\_\_\_  
 Хранитель средства измерения \_\_\_\_\_  
 ИНН \_\_\_\_\_

*Метрологические характеристики:*

Единица \_\_\_\_\_  
 Размерность \_\_\_\_\_  
 Спектральный диапазон \_\_\_\_\_

*Условия измерений:*

- температура окружающего воздуха, °С
- относительная влажность воздуха, %
- атмосферное давление, кПа
- напряжение питания сети, В
- частота питающей сети, Гц

*Результаты измерений.*

A.1 Внешний осмотр: \_\_\_\_\_

A.2 Опробование: \_\_\_\_\_

A.4 Определение характеристик фотометра

Таблица А.1 - Характеристики фотометра.

Характеристика	Результат	Требования методики поверки
Спектральный диапазон измерений, нм		от 330 до 780
Диапазон измерений СКНП, %		от 1 до 93
Пределы допускаемого абсолютной погрешности установки длины волны, нм		±3,0
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения СКНП, %		±0,6
Предел допускаемого значения среднего квадратического отклонения среднего арифметического СКНП, %		0,15

Поверка проведена с применением \_\_\_\_\_

Поверено в соответствии с методикой поверки МП 025.М4-20 «ГСИ. Фотометры фотоэлектрические КФК-3-«ЗОМЗ». Методика поверки», утвержденной ФГУП «ВНИИОФИ» \_\_\_\_\_.

По результатам поверки средство измерений признано соответствующим описанию утвержденного типа ГРСИ № \_\_\_\_\_.

Поверку проводил \_\_\_\_\_