

УТВЕРЖДАЮ

Первый заместитель генерального
директора-заместителя по научной работе

ФГУП «ВНИИФТРИ»

А.Н. Щипунов



«08» 04 2019 г.

КОМПЛЕКТЫ СВЕТОФИЛЬТРОВ DURAG

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

МП-640-003-19

р.п. Менделеево
2019 г.

Настоящая методика поверки распространяется на комплекты светофильтров DURAG (далее – светофильтры), изготавливаемые компанией «DURAG GmbH», Германия, и устанавливает методы и средства их первичной и периодической поверок.

Интервал между поверками – 2 года.

1 ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ

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

Таблица 1 – Объем поверки

Наименование операций	Номер пункта методики	Проведение операции при	
		первичной поверке	периодической поверке
1 Внешний осмотр	7.1	Да	Да
2 Определение номинального значения спектрального коэффициента направленного пропускания (СКНП) и абсолютной погрешности его воспроизведения	7.2	Да	Да

1.2 Допускается проведение поверки отдельных наборов светофильтров из поверяемого комплекта. Соответствующая запись должна быть сделана в эксплуатационных документах и свидетельстве о поверке на основании решения эксплуатирующей организации.

2 СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

2.1 При поверке должны быть использованы средства, указанные в таблице 2.

Таблица 2 – Средства поверки

Номера 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
6.2	Фотометр фотоэлектрический КФК-3-01-«ЗОМЗ», спектральный диапазон от 320 до 900 нм, диапазон измерений СКНП от 1 до 99 %, пределы допускаемого значения основной абсолютной погрешности измерений СКНП $\pm 0,5$ %

2.2 Все средства поверки должны быть исправны, применяемые при поверке средства измерений должны быть поверены и иметь свидетельства о поверке с не истекшим сроком действия на время проведения поверки или в документации.

2.3 Допускается замена средств поверки, указанных в таблице 2, другими средствами поверки, обеспечивающими определение метрологических характеристик светофильтров с требуемой точностью.

3 ТРЕБОВАНИЯ К КВАЛИФИКАЦИИ ПОВЕРИТЕЛЕЙ

3.1 К проведению поверки допускаются лица, имеющие высшее или среднетехническое образование, аттестованные в качестве поверителя, имеющие опыт проведения измерений СКНП, изучившие настоящую методику поверки и эксплуатационную документацию на комплект светофильтров, прошедшие инструктаж по технике безопасности.

4 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

4.1 При проведении поверки должны соблюдаться правила безопасности, указанные в эксплуатационной документации на средства поверки.

5 УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ

5.1 Поверку проводить в следующих условиях:

- температура окружающего воздуха, °С от 15 до 35;
- относительная влажность окружающего воздуха, %, не более 80;
- атмосферное давление, кПа от 84 до 106,7.

5.2 В помещении не допускаются посторонние источники излучения, мощные постоянные и переменные электрические и магнитные поля.

6 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ

6.1 При необходимости провести очистку рабочей поверхности поверяемых светофильтров согласно рекомендациям эксплуатационной документации комплекта. Поверка загрязненных светофильтров не допускается.

7 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ

7.1 Внешний осмотр

7.1.1 Провести внешний осмотр представленных на поверку наборов светофильтров комплекта, при котором проверить:

- упаковку наборов светофильтров;
- количество светофильтров в наборах;
- отсутствие дефектов светофильтров (трещин, выколов, неоднородностей стекла, неустраняемых пятен, видимых невооруженным взглядом);
- целостность оправ светофильтров (в наборах D-R 290-86, D-R 800-80 и D-R 808-80) вращение поворотной пластины (в наборе D-R 320-80);
- наличие, полноту и целостность маркировки, как на футлярах наборов, так и непосредственно на светофильтрах.

7.1.2 Комплект светофильтров считать пригодным для проведения поверки, если:

- представленные на поверку наборы находятся в плотно закрывающихся футлярах;
- наборы полные;
- светофильтры без видимых дефектов;
- маркировка на футлярах наборов и непосредственно на светофильтрах четкая и включает всю информацию, необходимую для идентификации светофильтров (тип комплекта, обозначение, серийный номер год изготовления наборов/светофильтров, сведения об изготовителе).

В противном случае комплект светофильтров далее к поверке не допускается, результаты поверки считать отрицательными.

7.2 Определение номинального значения спектрального коэффициента направленного пропускания (СКНП) и абсолютной погрешности его воспроизведения

7.2.1 Определение номинального значения СКНП и абсолютной погрешности его воспроизведения наборов светофильтров D-R 800-80, D-R 808-80, D-R 320-80

7.2.1.1 Определить номинальные значения СКНП каждого светофильтра набора на длине волны 650 нм следующим образом:

а) поместить светофильтр в измерительный объем фотометра фотоэлектрического и измерить СКНП светофильтра на длинах волн 650 и 660 нм. Повторить данный пункт 5 раз;

Примечание – При установке светофильтра не должно быть срезания светового потока его оправой.

б) рассчитать среднее значение СКНП по формуле (1):

$$\bar{\tau}_{650} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \tau_{650i}, \quad (1)$$

где τ_{650i} - i -й результат измерений СКНП на длине волны 650 нм, %;
 n - количество проводимых измерений, равное 5.

Полученное значение $\bar{\tau}_{650}$ принимается за номинальное значение СКНП на длине волны 650 нм испытываемого светофильтра.

7.2.1.2 Определить абсолютную погрешность воспроизведения СКНП каждого светофильтра набора на длине волны 650 нм следующим образом:

а) вычислить среднее квадратическое отклонение результатов измерений по формуле (2):

$$S(\bar{\tau}_{650}) = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\tau_{650i} - \bar{\tau}_{650})^2}{n(n-1)}}, \quad (2)$$

б) определить границы неисключенной систематической погрешности воспроизведения СКНП на длине волны 650 нм по формуле (3):

$$\Theta_{650\Sigma} = \pm \sum_{i=1}^2 |\Theta_{650i}|, \quad (3)$$

где Θ_{6501} - составляющая неисключенной систематической погрешности измерений СКНП на длине волны 650 нм, определяемая погрешностью измерений СКНП фотометра, указанная в свидетельстве о поверке на фотометр, %;

Θ_{6502} - составляющая неисключенной систематической погрешности измерений СКНП на длине волны 650 нм, зависящая от точности установки длины волны фотометра, %, и определяемая по формуле (4):

$$\Theta_{6502} = \frac{\bar{\tau}_{660} - \bar{\tau}_{650}}{660 - 650} \cdot \Delta\lambda_{650} \quad (4)$$

где $\Delta\lambda_{650}$ - точность установки длины волны фотометра на длине волны 650 нм, нм;

$\bar{\tau}_{660}$ - среднее значение результата измерений СКНП на длине волны 660 нм, %, рассчитываемое по формуле (5):

$$\bar{\tau}_{660} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \tau_{660i}, \quad (5)$$

где τ_{660i} - i -й результат измерений СКНП на длине волны 660 нм полученный в п. 7.2.1.1, %;

в) вычислить случайную погрешность измерений СКНП (без учета знака) по формуле (6):

$$\varepsilon_{650} = t \cdot S(\bar{\tau}_{650}) \quad (6)$$

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

г) вычислить среднее квадратическое отклонение суммы случайных и неисключенных систематических погрешностей измерений СКНП на длине волны 650 нм по формуле (7):

$$S_{\Sigma 650} = \sqrt{\frac{\Theta_{650\Sigma}^2}{3} + S^2(\bar{\tau}_{650})} \quad (7)$$

д) вычислить коэффициент соотношения случайной и систематической составляющих абсолютной погрешности воспроизведения СКНП светофильтра на заданной волне, определяемый по формуле (8):

$$K_{650} = \frac{\varepsilon_{650} + \Theta_{650\Sigma}}{S(\bar{\tau}_{650}) + \frac{\Theta_{650\Sigma}}{\sqrt{3}}} \quad (8)$$

е) определить абсолютную погрешность воспроизведения СКНП светофильтра по формуле (9):

$$\Delta(\bar{\tau}_{650}) = K_{650} \cdot S_{\Sigma 650}. \quad (9)$$

7.2.2 Определение номинальных значений СКНП и абсолютной погрешности их воспроизведения для наборов светофильтров D-R 290-86

7.2.2.1 Определить номинальные значения СКНП каждого светофильтра набора в диапазоне длин волн от 380 до 780 нм следующим образом:

а) поместить светофильтр в измерительный объем фотометра фотоэлектрического и измерить СКНП светофильтра в диапазоне длин волн от 380 до 780 с шагом 10 нм. Повторить данный пункт пять раз;

б) рассчитать среднее значение СКНП на каждой длине волны по формуле (10):

$$\bar{\tau}_{\lambda} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \tau_{\lambda i}, \quad (10)$$

где $\tau_{\lambda i}$ - i -й результат измерений СКНП на длине волны λ , %.

Полученное значение $\bar{\tau}_{\lambda}$ принимается за номинальное значение СКНП на длине волны λ испытываемого светофильтра.

7.2.2.2 Определить абсолютную погрешность воспроизведения СКНП светофильтров набора D-R 290-86 в диапазоне длин волн от 380 до 780 нм следующим образом:

а) вычислить среднее квадратическое отклонение результатов измерений СКНП на каждой длине волны по формуле (11):

$$S(\bar{\tau}_{\lambda}) = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\tau_{\lambda i} - \bar{\tau}_{\lambda})^2}{n(n-1)}}, \quad (11)$$

б) определить границы неисключенной систематической погрешности воспроизведения СКНП на каждой длине волны по формуле (12):

$$\Theta_{\lambda\Sigma} = \pm \sum_{i=1}^2 |\Theta_{\lambda i}|, \quad (12)$$

где $\Theta_{\lambda 1}$ – составляющая неисключенной систематической погрешности измерений СКНП на длине волны λ , определяемая погрешностью измерений СКНП фотометра, указанная в свидетельстве о поверке на фотометр, %;

$\Theta_{\lambda 2}$ – составляющая неисключенной систематической погрешности измерений СКНП на длине волны λ , зависящая от точности установки длины волны фотометра, %, и определяемая по формуле (13):

$$\Theta_{\lambda 2} = \frac{\bar{\tau}_{\lambda+10} - \bar{\tau}_{\lambda}}{10} \cdot \Delta\lambda, \quad (13)$$

где $\Delta\lambda$ – точность установки длины волны фотометра на длине волны λ ;

в) вычислить случайную погрешность измерений СКНП на каждой длине волны (без учета знака) по формуле (14):

$$\varepsilon_{\lambda} = t \cdot S(\bar{\tau}_{\lambda}), \quad (14)$$

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

г) вычислить среднее квадратическое отклонение суммы случайных и неисключенных систематических погрешностей измерений СКНП на каждой длине волны по формуле (15):

$$S_{\Sigma\lambda} = \sqrt{\frac{\Theta_{\lambda\Sigma}^2}{3} + S^2(\bar{\tau}_{\lambda})} \quad (15)$$

д) вычислить коэффициент соотношения случайной и систематической составляющих абсолютной погрешности воспроизведения СКНП на каждой длине волны светофильтра, определяемый по формуле (16):

$$K_{\lambda} = \frac{\varepsilon_{\lambda} + \Theta_{\lambda\Sigma}}{S(\bar{\tau}_{\lambda}) + \frac{\Theta_{\lambda\Sigma}}{\sqrt{3}}} \quad (16)$$

д) определить доверительные границы абсолютной погрешности измерений СКНП на каждой длине волны по формуле (17):

$$\Delta(\bar{\tau}_{\lambda}) = K_{\lambda} \cdot S_{\Sigma\lambda}. \quad (17)$$

Принять за абсолютную погрешность воспроизведения СКНП набора светофильтров максимальное значение доверительных границ абсолютной погрешности измерений СКНП для всех светофильтров на всех длинах волн.

7.2.3 Результаты поверки считать положительными, если номинальные СКНП светофильтров соответствуют нормированным значениям, указанным в таблице 3, абсолютная погрешность воспроизведения СКНП светофильтров находятся в допускаемых пределах $\pm 1,2\%$. В противном случае результаты поверки считать отрицательными.

Таблица 3

Наименование характеристики	Значение
Номинальные значения СКНП для всех длин волн светофильтров в наборе D-R 290-86, %:	
– фильтр № 1	90 – 94
– фильтр № 2	82 – 88
– фильтр № 3	71 – 79
– фильтр № 4	32 – 48
Номинальные значения СКНП светофильтров в наборах D-R 800-80 и D-R 808-80 на длине волны 650 нм, %:	
– фильтр № 1	43 – 57
– фильтр № 2	35 – 45
– фильтр № 3	16 – 24
– фильтр № 4	7 – 13
Номинальные значения СКНП светофильтров в наборе D-R 320-80 на длине волны 650 нм, %:	
– фильтр № 1	74 – 84
– фильтр № 2	58 – 68
– фильтр № 3	36 – 44
– фильтр № 4	18 – 22

8 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

8.1 Результаты поверки оформить протоколом произвольной формы.

8.2 При положительных результатах поверки комплекты светофильтров признаются годными и допускаются к применению. На них выдаётся свидетельство о поверке установленной формы с указанием полученных по пп. 7.2.1 – 7.2.2 фактических значений метрологических характеристик наборов и наносят 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», и наборы светофильтров допускают к эксплуатации.

8.3 При отрицательных результатах поверки комплект к дальнейшей эксплуатации не допускается и на него выписывается «Извещение о непригодности» установленного образца с указанием причин непригодности в соответствии с требованиями Приказа Министерства промышленности и торговли Российской Федерации №1815 от 02.07.2015 г.

Начальник НИО-6
ФГУП «ВНИИФТРИ»

В.И. Добровольский

Начальник лаборатории 640
ФГУП «ВНИИФТРИ»

Д.М. Балаханов

Ведущий инженер
лаборатории 640
ФГУП «ВНИИФТРИ»

Н.Б. Потапова