



УТВЕРЖДАЮ
Заместитель директора по инновациям
ФГУП «ВНИИОФИ»

И.С. Филимонов
«17» декабря 2018 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

**Устройство для измерений коэффициента передачи модуляции
(скамья оптическая ОС-2000ВД)**

**Методика поверки
МП 085.М44-18**

Главный метролог
ФГУП «ВНИИОФИ»

С.Н. Негода
«17» декабря 2018 г.

СОДЕРЖАНИЕ

1 ВВЕДЕНИЕ	3
2 ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ.....	3
3 СРЕДСТВА ПОВЕРКИ	4
4 ТРЕБОВАНИЯ К КВАЛИФИКАЦИИ ПОВЕРИТЕЛЕЙ	4
5 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ.....	5
6 УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ.....	5
7 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ.....	5
8 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ.....	6
8.1 Внешний осмотр.....	6
8.4.1 Определение коэффициента передачи модуляции	8
8.4.2 Определение абсолютной погрешности измерений коэффициента передачи модуляции.....	10
9 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ.....	11
ПРИЛОЖЕНИЕ А	12
ПРИЛОЖЕНИЕ Б (Обязательное).....	13

1 ВВЕДЕНИЕ

1.1 Настоящая методика распространяется на устройство для измерений коэффициента передачи модуляции (скамья оптическая ОС-2000ВД) (далее - устройство), предназначенное для измерений коэффициента передачи модуляции (КПМ) объективов различного применения, и устанавливает методы и средства проведения первичной и периодической поверки.

1.2 Интервал между поверками 2,5 года.

2 ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ

2.1 При проведении поверки должны производиться операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1 – Операции при проведении первичной и периодической поверок

№ п/п.	Наименование операций	Номер пункта методики поверки	Проведение операций при	
			первичной поверке	периодической поверке
1	Внешний осмотр	8.1	Да	Да
2	Опробование	8.2	Да	Да
3	Проверка идентификации программного обеспечения	8.3	Да	Да
4	Определение метрологических характеристик	8.4		
5	Определение коэффициента передачи модуляции	8.4.1	Да	Да
6	Определение абсолютной погрешности измерений коэффициента передачи модуляции	8.4.2	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 поверки применяются средства измерений, указанные в таблице 2.

Таблица 2 - Средства поверки

Номер пункта документа по поверке	Наименование и тип основного или вспомогательного средства поверки; обозначение НД, регламентирующего метрологические и основные технические характеристики средства поверки	Основные технические и (или) метрологические характеристики
8.4	Рабочий эталон единицы коэффициента передачи модуляции объективов в диапазоне длин волн от 405 до 1050 нм (регистрационный номер в Федеральном информационном фонде 3.1.ZZA.0115.2018)	приведены в Приложении А
	Вспомогательные: Термогигрометр	<ul style="list-style-type: none"> - диапазон измерений температуры от минус 20 до плюс 60 °С; - пределы допускаемой основной абсолютной погрешности измерения температуры не более $\pm 0,3$ °С; - диапазон измерений относительной влажности от 0 до 98 %; - пределы допускаемой основной абсолютной погрешности измерения относительной влажности при 23 °С: в диапазоне от 0 до 90 % не более ± 2 %; в диапазоне от 90 до 98 % не более ± 3 %. - диапазон измерений атмосферного давления от 700 до 1100 гПа; пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения атмосферного давления не более $\pm 2,5$ гПа.

3.2 Средства измерений, используемые при проведении поверки, должны быть поверены и аттестованы в установленном порядке.

3.3 Допускается применение других средств, не приведенных в таблице 2, но обеспечивающих определение (контроль) метрологических характеристик поверяемого средства измерений с требуемой точностью.

4 ТРЕБОВАНИЯ К КВАЛИФИКАЦИИ ПОВЕРИТЕЛЕЙ

К проведению поверки допускаются лица, изучившие настоящую методику, руководство по эксплуатации скамьи оптической, прошедшие обучение на право поверки по требуемому виду измерений и 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 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. 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.

5.2 Отсоединение и присоединение кабелей, а также замену электрических элементов можно производить только после отключения электропитания.

5.3 Не допускайте перегибание и зажим кабелей питания.

5.4 Персональный компьютер и блок питания осветителя должны быть подсоединены к сетевому фильтру и далее к источнику переменного тока 220В, 60 Гц.

6 УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ

6.1 При проведении поверки следует соблюдать следующие условия:

- температура окружающей среды, °С	от 18 до 26
- атмосферное давление, мм рт. ст.	от 730 до 790
- относительная влажность воздуха, %	от 50 до 80

6.2 Колебания температуры воздуха при поверке в помещении в течение одного часа не более $\pm 0,5$ °С, наибольшей разностью между температурами прибора, окружающего воздуха и контролируемого изделия не более 1 °С. В воздухе помещения не должно быть паров кислот и щелочей, а также воздушных потоков.

6.3 Устройство не следует подвергать воздействию солнечных лучей и устанавливать на расстоянии менее 2 метров от отопительных приборов.

6.4 Для питания устройства необходимо использовать отдельную электролинию, к которой до распределительного щита не должно подключаться силовое и коммутационное оборудование, рекомендуется применять сетевые фильтры.

7 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ

Перед началом поверки устройство и эталонную меру №1 из состава рабочего эталона 3.1.ZZA.0115.2018 необходимо выдержать в помещении при условиях окружающей среды, со-

ответствующих 6.1 в течение не менее трех часов, если устройство и мера находились в других температурных условиях.

8 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ

8.1 Внешний осмотр

8.1.1 При внешнем осмотре должно быть установлено соответствие поверяемого устройства следующим требованиям:

- соответствие комплектности устройства Руководству по эксплуатации "Устройство для измерений коэффициента передачи модуляции (скамьи оптической ОС-2000ВД)";
- наличие маркировки на устройстве (наименование или товарный знак завода-изготовителя, условное обозначение и заводской номер устройства);
- отсутствие механических повреждений.

8.1.2 Устройство считается прошедшим операцию поверки, если выполняются требования 8.1.1.

8.2 Опробование

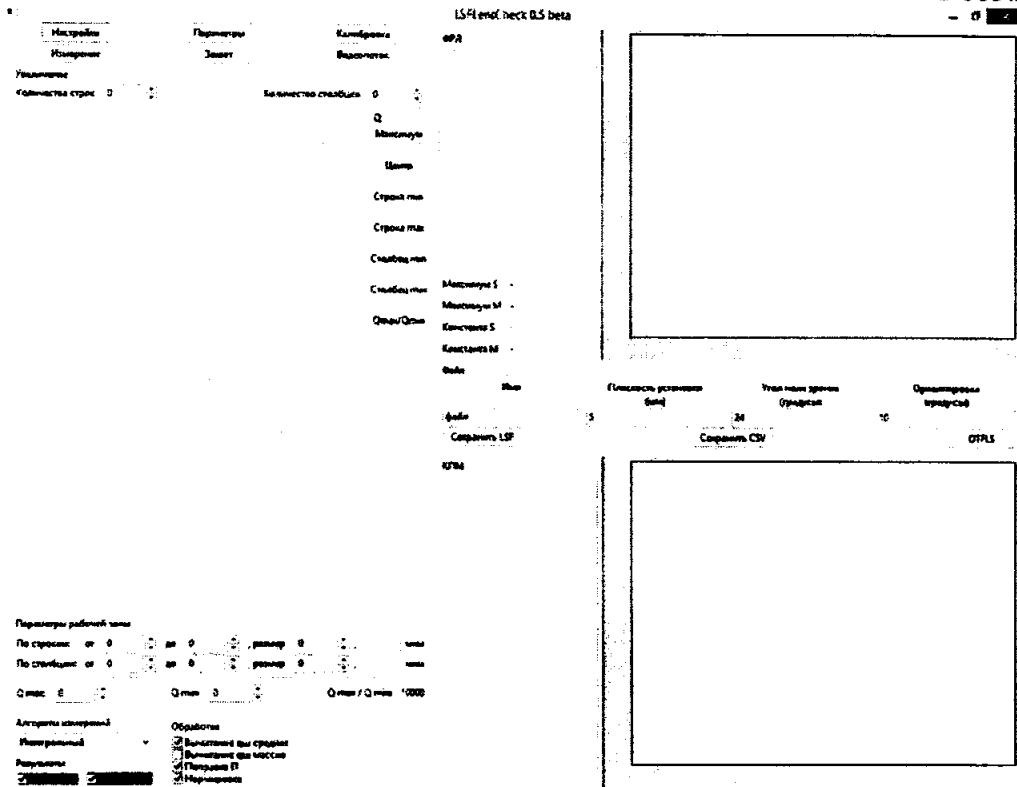
8.2.1 Подготовку к измерениям значений КПМ проводят в соответствии с требованиями п.3.2 Руководства по эксплуатации ЕТВС.202639.000РЭ.

8.2.2 Устройство считается прошедшим операцию поверки, если выполняются требования п. 8.2.1.

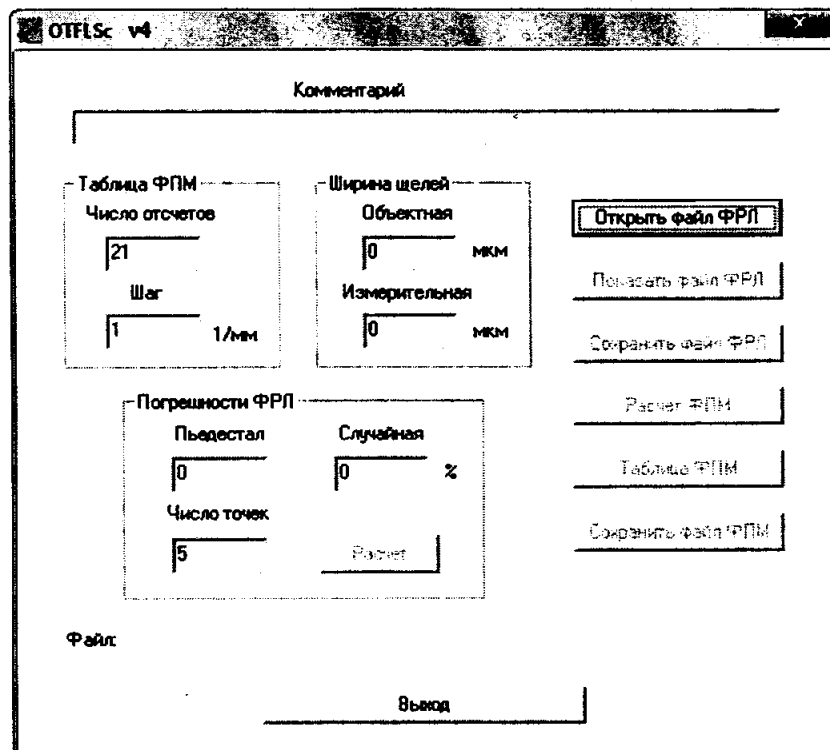
8.3 Проверка идентификации программного обеспечения

Проверить соответствие идентификационных данных программного обеспечения (ПО) сведениям, приведенным в описании типа на устройство.

8.3.1 Для просмотра идентификационных данных программного обеспечения устройства необходимо сначала запустить программу "LSFLensCheck 0.5", затем программу OTFLSc v4. На рабочем окне программ отобразятся наименование и номер версии программного обеспечения (см. рисунок 1 а, б).



а



б

Рисунок 1 - Идентификационные данные программного обеспечения:
а - ПО "LSFLensCheck 0.5"; б - OTFLSc v4

8.3.2 Устройство считается прошедшим операцию поверки, если идентификационные данные программного обеспечения соответствуют значениям, приведенным в таблице 3.

Таблица 3 - Идентификационные данные

Идентификационные данные (признаки)	Значение	
	Идентификационное наименование ПО	OTFLSc
Номер версии (идентификационный номер) ПО, не ниже	4	0.5
Цифровой идентификатор ПО (контрольная сумма исполняемого кода)	-	

8.4 Определение метрологических характеристик

8.4.1 Определение коэффициента передачи модуляции

Проверку устройства на соответствие диапазона и предела допускаемой абсолютной погрешности проводят путем измерения значений КПМ эталонной меры (эталонного объектива) с 3-я разными сменными диафрагмами из состава рабочего эталона 3.1.ZZA.0115.2018 (ЕТВСА0051.0000.005; ЕТВСА0051.0000.004 и ЕТВСА0051.0000.003) и на 4-х разных длинах волн 405, 450, 520 и 950 нм и сравнения полученных результатов измерений КПМ с данными, указанными в сертификате калибровки меры №1 КПМ (эталонного объектива).

Значения КПМ измеряются на 10-ти пространственных частотах 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90 и 100 мм⁻¹ в плоскости наилучшего изображения эталонного объектива, определенной для пространственной частоты 50 мм⁻¹.

8.4.1.1 Закрепить в объективодержателе эталонный объектив с первой сменной диафрагмой ЕТВСА0051.0000.005.

8.4.1.2 Установить поворотный рычаг в нулевое положение.

8.4.1.3 Установить в узле крепления осветителя лазерный модуль, входящий в комплектацию устройства, с рабочей длиной волны излучения 405 нм, на которой измеряется КПМ эталонного объектива.

8.4.1.4 Включить персональный компьютер (ПК) и запустить программное обеспечение "LSFLensCheck 0.5".

8.4.1.5 Включить блок питания лазерного модуля.

8.4.1.6 Перемещая ПЗС камеру в трех взаимно перпендикулярных направлениях добиться получения резкого изображения тест – объекта и его совмещения с крестообразным красным маркером в кадре на экране монитора ПК.

8.4.1.7 Разворотами тест – объекта добиться параллельности его изображения столбцам матрицы.

8.4.1.8 Провести настройки и установки чувствительности ПЗС камеры в соответствии пп. 8.6-8.10 руководства пользователя по программному обеспечению "LSFLensCheck 0.5" (ЕТВС.202639.000РППО(ФРЛ)).

8.4.1.9 Провести измерения функции рассеяния линии (ФРЛ) и расчет значений КПМ объектива для пространственной частоты 50 мм^{-1} в нескольких плоскостях установки, близких к фокальной (в пределах падения значения КПМ до 40% от максимального с шагом по глубине 0,02-0,03 мм), в соответствии с п.9 Руководства пользователя по ПО "LSFLensCheck 0.5" (ЕТВС.202639.000РППО(ФРЛ)) и пп. 5.8-5.10 Руководства пользователя по ПО OTFLSc (ЕТВС.202639.000РППО(КПМ)).

8.4.1.10 По результатам измерений построить фокусирующую кривую как зависимость измеренных значений КПМ на пространственной частоте 50 мм^{-1} от величины расфокусировки изображения (вдоль оптической оси).

8.4.1.11 По фокусирующей кривой определить положение плоскости наилучшего изображения (ПНИ), соответствующее максимальному значению КПМ на пространственной частоте 50 мм^{-1} , и выставить ПЗС камеру в это положение.

8.4.1.12 В выбранной плоскости провести не менее 5 раз измерения ФРЛ и расчет КПМ объектива на 10-ти пространственных частотах $\nu_i = 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90, 100 \text{ мм}^{-1}$, $i=1, 2, \dots, 10$ в соответствии с п.9 Руководства пользователя по ПО "LSFLensCheck 0.5" (ЕТВС.202639.000РППО(ФРЛ)) и пп. 5.8-5.10 Руководства пользователя по ПО OTFLSc (ЕТВС.202639.000РППО(КПМ)).

8.4.1.13 За результат измерения КПМ на каждой пространственной частоте ν_i принимают среднее арифметическое значение, вычисленное по формуле (1):

$$\overline{\text{КПМ}}(\nu_i) = \frac{\sum_n^N \text{КПМ}_n(\nu_i)}{N}, \quad (1)$$

где $\text{КПМ}_n(\nu_i)$ - измеренное значение КПМ на пространственной частоте ν_i ;

$$n = 1, 2, \dots, N=5,$$

n – номер измерения;

N – общее число измерений.

8.4.1.14 Повторить операции по пп. 8.4.1.1 - 8.4.1.13 для длин волн 450 нм, 520 нм и 950 нм.

8.4.1.15 Повторить операции по пп. 8.4.1.1 - 8.4.1.13 для диафрагм ЕТВСА0051.0000.004 и ЕТВСА0051.0000.003.

8.4.1.16 Устройство считается прошедшим операцию поверки, если диапазон измерений коэффициента передачи модуляции составляет от 1 до 0.

8.4.2 Определение абсолютной погрешности измерений коэффициента передачи модуляции

8.4.2.1 Провести обработку результатов измерений по ГОСТ Р 8.736-2011 "Прямые измерения с многократными наблюдениями. Методы обработки результатов измерений. Основные положения".

8.4.2.2 Среднее квадратическое отклонение (СКО) $S(\nu_i)$ измерений КПМ на пространственной частоте ν_i , обусловленное источниками погрешности, имеющими случайный характер, определяют по формуле (2):

$$S(\nu_i) = \sqrt{\frac{\sum_{n=1}^N [\text{КПМ}_n(\nu_i) - \overline{\text{КПМ}}(\nu_i)]^2}{N \cdot (N-1)}} \quad (2)$$

8.4.2.3 Доверительные границы ε случайной абсолютной погрешности оценки КПМ объектива вычисляем по формуле (3):

$$\varepsilon = t \cdot S(\nu_i), \quad (3)$$

где t - коэффициент Стьюдента, равный 2,776 для 5 измерений и доверительной вероятности $P=0,95$.

8.4.2.4 За границу неисключенной систематической погрешности прибора $\theta_n(\nu_i)$ на пространственной частоте ν_i принимается разность между средним значением КПМ на данной пространственной частоте ν_i и расчетным значением КПМ_р на той же пространственной частоте:

$$\theta_n(\nu_i) = |\overline{\text{КПМ}}(\nu_i) - \text{КПМ}_p(\nu_i)| \quad (4)$$

8.4.2.5 Граница неисключенной систематической погрешности результата измерений КПМ $\theta(\nu_i)$ вычисляется по формуле (5):

$$\theta(\nu_i) = \pm |\theta_n(\nu_i) + \theta_m(\nu_i)|, \quad (5)$$

где $\theta_m(\nu_i)$ - неисключенная систематическая погрешность эталонной меры (эталонного объектива), равная половине расширенной неопределенности расчета КПМ эталонного объектива $U_p[\text{КПМ}(\nu_i)]$, взятой из сертификата его калибровки:

$$\theta_m(\nu_i) = \frac{1}{2} U_p[\text{КПМ}(\nu_i)]. \quad (6)$$

8.4.2.6 Доверительные границы допускаемой абсолютной погрешности оценки КПМ объектива на пространственной частоте ν_i вычисляются по формуле (7):

$$\Delta(\nu_i) = K \cdot \sqrt{\frac{\theta(\nu_i)^2}{3} + S(\nu_i)^2}, \quad (7)$$

где коэффициент K вычисляется по формуле (8):

$$K = \frac{\varepsilon + \theta(\nu_i)}{S(\nu_i) + \frac{\theta(\nu_i)}{\sqrt{3}}}. \quad (8)$$

8.3.7 Устройство считается прошедшим операцию поверки, если полученные значения доверительной границы допускаемой абсолютной погрешности измерений коэффициента передачи модуляции на 10-ти пространственных частотах 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90 и 100 мм⁻¹ для всех 3-х сменных диафрагм и на всех 4-х разных длинах волн, не превышают величины $\pm 0,08$.

9 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

9.1 Результаты поверки оформляются протоколом поверки (приложение Б).

9.2 Устройство, прошедшее поверку с положительным результатом, признается годным, допускается к применению, на него выдается свидетельство о поверке, и наносится знак поверки на свидетельство о поверке в соответствии с приказом Минпромторга России от 02.07.2015 № 1815.

9.3 Устройство, не прошедшее поверку, признается непригодным, не допускается к применению и на него выдается извещение о непригодности с указанием причин в соответствии с приказом Минпромторга России от 02.07.2015 № 1815.

Начальник отделения ФГУП «ВНИИОФИ»

Г.Г. Левин

Начальник лаборатории ФГУП «ВНИИОФИ»

Г.Н. Вишняков

(обязательное)
 к Методике поверки МП 085.М44-18
 «ГСИ. Устройство для измерений коэффициента передачи модуляции (скамья оптическая ОС-2000ВД)»

Основные технические и (или) метрологические характеристики рабочего эталона единицы коэффициента передачи модуляции объективов в диапазоне длин волн от 405 до 1050 нм

Наименование аттестованных характеристик: коэффициент передачи модуляции, безразмерная единица, эталонной меры №1 (эталонного объектива) с 3-мя сменными диафрагмами на 4-х длинах волн 405, 450, 520 и 950 нм.

Нормированные метрологические характеристики приведены в таблице А1.

Таблица А1 – Нормированные метрологические характеристики

Пространственная частота, ν_i , мм ⁻¹	Заводской номер диафрагмы ЕТВСА0051.0000.005				Заводской номер диафрагмы ЕТВСА0051.0000.004				Заводской номер диафрагмы ЕТВСА0051.0000.003			
	Длина волны, нм				Длина волны, нм				Длина волны, нм			
	405	450	520	950	405	450	520	950	405	450	520	950
10	0,955	0,950	0,943	0,897	0,934	0,930	0,924	0,897	0,4409	0,457	0,468	0,524
20	0,907	0,897	0,881	0,795	0,826	0,821	0,814	0,7856	0,369	0,383	0,389	0,388
30	0,858	0,844	0,826	0,698	0,709	0,708	0,708	0,691	0,300	0,303	0,305	0,343
40	0,810	0,793	0,768	0,604	0,598	0,603	0,614	0,610	0,267	0,276	0,279	0,279
50	0,764	0,744	0,713	0,514	0,494	0,509	0,533	0,540	0,235	0,230	0,233	0,229
60	0,719	0,697	0,658	0,426	0,402	0,425	0,462	0,481	0,210	0,208	0,198	0,194
70	0,675	0,652	0,606	0,341	0,322	0,354	0,403	0,430	0,174	0,177	0,177	0,170
80	0,633	0,608	0,556	0,261	0,255	0,293	0,354	0,387	0,158	0,143	0,156	0,156
90	0,592	0,566	0,508	0,187	0,201	0,244	0,313	0,348	0,144	0,121	0,134	0,148
100	0,553	0,526	0,464	0,121	0,159	0,205	0,281	0,308	0,122	0,108	0,116	0,142
U_p [КПМ(ν_i)]	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03	0,03	0,03	0,04	0,04	0,04	0,04

к Методике поверки МП 085.М44-18
«ГСИ. Устройство для измерений коэффициента передачи модуляции
(скамья оптическая ОС-2000ВД)»

ПРОТОКОЛ
первичной / периодической поверки
от «_____» _____ **201** года

Средство измерений: Устройство для измерений коэффициента передачи модуляции
(Наименование СИ, тип (если в состав СИ входит несколько автономных блоков)

(скамья оптическая ОС-2000ВД)
то приводят их перечень (наименования) и типы с разделением знаком «косая дробь» /)

Зав.№ _____ **№/№** _____
Заводские номера блоков

Принадлежащее _____
Наименование юридического лица, ИНН

Поверено в соответствии с методикой поверки МП 085.М44-18 «ГСИ. Устройство для измерений коэффициента передачи модуляции (скамья оптическая ОС-2000ВД). Методика поверки», утвержденной ФГУП «ВНИИОФИ» 17 декабря 2018 года
Наименование документа на поверку, кем утвержден (согласован), дата

С применением эталонов _____
(наименование, заводской номер, разряд, класс точности или погрешность)

При следующих значениях влияющих факторов:
(приводят перечень и значения влияющих факторов, нормированных в методике поверки)

- температура окружающего воздуха, °С
- относительная влажность воздуха, %, не более
- атмосферное давление, кПа

Внешний осмотр: _____

Проверка идентификации программного обеспечения:

Таблица Б1 - Идентификационные данные программного обеспечения

Идентификационные данные (признаки)	Значение	
	Идентификационное наименование ПО	OTFLSc
Номер версии (идентификационный номер) ПО, не ниже	4	0.5
Цифровой идентификатор ПО (контрольная сумма исполняемого кода)	-	

Опробование: _____

Получены результаты поверки метрологических характеристик:

Таблица Б2 - Результаты измерений средства измерений

Характеристика	Результат	Требования методики поверки
Диапазон измерений коэффициента передачи модуляции		от 1 до 0
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений коэффициента передачи модуляции		±0,08

Рекомендации _____
Средство измерений признать пригодным (или непригодным) для применения

Исполнители: _____
подписи, ФИО, должность