

ФБУ «Тюменский ЦСМ»

СОГЛАСОВАНО

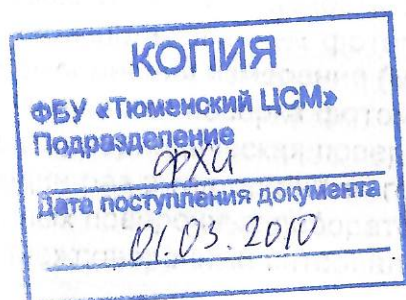
ФГУП «ВНИИОФИ»

Российская Федерация

УТВЕРЖДЕНО

РУП «Белорусский государственный
институт метрологии»

Республика Беларусь



Система обеспечения единства измерений
Республики Беларусь

Система обеспечения единства измерений
Российской Федерации

Фотометр РМ 2111

**МЕТОДИКА ПОВЕРКИ
МП.МН 705-2002
(взамен МП.МН 705-99)**

**РЕСПУБЛИКА БЕЛАРУСЬ
МИНСК**

Настоящая методика поверки распространяется на фотометр РМ 2111 ТУ РБ 14515311.009-99 (в дальнейшем – фотометр) и устанавливает методы и средства первичной и периодической поверок.

Фотометр предназначен для измерения оптической плотности, коэффициента пропускания и определения концентрации веществ в жидких и твердых образцах в ближней ультрафиолетовой, видимой и ближней инфракрасной областях спектра (340 – 850 нм) с выводом результатов измерения на встроенный индикатор, принтер и внешнюю ЭВМ. Погрешность определения концентрации веществ в исследуемом образце с использованием фотометра определяется погрешностью аттестованной методики выполнения измерений (МВИ).

Первичная поверка фотометров проводится при выпуске из производства и после ремонта, периодическая поверка фотометров производится при эксплуатации и хранении один раз в год органами государственной метрологической службы или в аккредитованных поверочных лабораториях.

Межповерочный интервал – 1 год.

1 ОПЕРАЦИИ И СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

1.1 При проведении поверки должны быть выполнены следующие операции и применены средства поверки, указанные в таблице 1.

Таблица 1

Наименование операции	Пункт методики поверки	Наименование образцового или вспомогательного средства измерения	Обязательность проведения операции при поверке	
			первичной	периодической
1	2	3	4	5
1 Внешний осмотр	5.1	Визуально	Да	Да
2 Опробование	5.2	–	–	–
2.1 Проверка электрического сопротивления изоляции цепи сетевого питания	5.2.1	Мегаомметр типа М 1101М-500 В ТУ 25-04-798-78. Диапазон измерений от 0 до 500 МОм, класс точности 1,0	Да	Нет
2.2 Проверка работоспособности	5.2.2	Визуально	Да	Да
2.3 Проверка температуры термостатируемого кюветного отделения	5.2.3	Термометр ртутный типа СП-73 ТУ 25-11.931-74. Диапазон измерений от 8 до 38 °С, цена деления шкалы 0,2 °С, пределы допускаемой погрешности $\pm 0,2$ °С	Да	Да

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4	5
3 Определение метрологических характеристик	5.3	—	—	—
3.1 Проверка диапазонов измерений оптической плотности А и коэффициента пропускания Т	5.3.1	Комплект светофильтров для поверки фотометра РМ 2111, аттестованных с погрешностью не более $\pm 0,5\%$ по коэффициенту пропускания в диапазоне длин волн от 340 до 850 нм	Да	Нет
3.2 Проверка спектрального диапазона работы	5.3.2	То же	Да	Нет
3.3 Определение абсолютной погрешности при измерении оптической плотности А	5.3.3	То же	Да	Да
3.4 Определение среднего квадратического отклонения случайной составляющей погрешности при измерении оптической плотности А	5.3.4	То же	Да	Да
3.5 Проверка дрейфа нуля за 1 ч непрерывной работы	5.3.5	Визуально	Да	Да

Примечания

1 Допускается применять другие средства измерений, обеспечивающие требуемые нормативно-технические характеристики и аттестованные в установленном порядке.

2 Если при проведении той или иной операции поверки получен отрицательный результат, дальнейшая поверка прекращается, фотометр бракуется.

2 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

2.1 При проведении поверки должны быть соблюдены требования безопасности согласно ГОСТ 12.3.019-80, а также выполнены требования раздела 5 паспорта СОЛ 2.850.007 ПС.

3 УСЛОВИЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

3.1 При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

- температура окружающего воздуха (20 ± 5) °С;
- относительная влажность от 45 до 80 % при температуре воздуха (20 ± 5) °С;
- атмосферное давление от 84,0 до 106,7 кПа (от 630 до 800 мм рт. ст.);
- напряжение питающей сети (220 ± 22) В;
- скорость изменения температуры окружающего воздуха не должна превышать 5 °С/ч.

3.2 Средства измерений, используемые при поверке, должны иметь действующие поверительные клейма или свидетельства об аттестации.

4 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ

4.1 Прежде чем приступить к работе с фотометром, необходимо изучить паспорт СОЛ 2.850.007 ПС.

4.2 Перед проведением поверки необходимо подготовить фотометр к работе в соответствии с разделом 6 паспорта СОЛ 2.850.007 ПС.

5 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ

5.1 Внешний осмотр

5.1.1 При проведении внешнего осмотра должно быть установлено:

- соответствие комплектности представленного в поверку фотометра прилагаемой документации;
- отсутствие механических повреждений фотометра, влияющих на работоспособность и нормированные метрологические характеристики;
- наличие четких обозначений условного наименования фотометра, товарного знака предприятия-изготовителя, порядкового номера по системе нумерации предприятия-изготовителя и года выпуска;
- наличие всех органов управления и регулировки;
- отсутствие внутри фотометра посторонних элементов.

5.2 Опробование

5.2.1 Проверка электрического сопротивления изоляции цепи сетевого питания

5.2.1.1 Проверку электрического сопротивления изоляции цепи сетевого питания проводят мегаомметром М 1101М-500 В в соответствии с эксплуатационной документацией на него по методике раздела 4 ГОСТ 12.2.025-76.

5.2.1.2 Закоротить штыри сетевого шнура фотометра гибкой проволокой или шиной. Сетевой выключатель фотометра установить во включенное положение.

5.2.1.3 Подать испытательное напряжение 500 В от мегаомметра между закороченными штырями вилки сетевого шнура фотометра и его любой доступной для прикосновения металлической частью.

5.2.1.4 Через 1 мин после приложения испытательного напряжения произвести отсчет по шкале мегаомметра.

5.2.1.5 Проверку считают удовлетворительной, если измеренное значение сопротивления изоляции не менее 2,0 МОм.

5.2.2 Проверка работоспособности

5.2.2.1 Подсоединить фотометр к сети переменного тока номинальным напряжением 220 В и частотой 50 Гц.

5.2.2.2 Включить сетевой выключатель на боковой стенке фотометра. При этом раздастся звуковой сигнал и на индикаторе фотометра появится сообщение «Пододите пожалуйста!». Далее произойдет калибровка механизма смены интерференционных светофильтров (в рабочее положение установится четвертый интерференционный светофильтр).

5.2.2.3 После прогрева термостатируемого кюветного отделения до температур 37 °С раздастся продолжительный звуковой сигнал и на индикаторе фотометра появится сообщение «Выберите режим кнопками F1 – F5». Фотометр готов к работе.

5.2.2.4 Выключить фотометр с помощью сетевого выключателя.

5.2.3 Проверка температуры термостатируемого кюветного отделения

5.2.3.1 Подсоединить фотометр к сети и включить сетевой выключатель.

5.2.3.2 Установить в гнездо кюветного отделения лабораторный термометр с ценой деления не более 0,2 °С.

5.2.3.3 Дождаться появления сообщения «Выберите режим кнопками F1 – F5» на индикаторе фотометра и через 20 мин снять показания термометра.

5.2.3.4 Снять показания термометра с периодичностью 15 мин еще 4 раза.

5.2.3.5 Результаты проверки считают положительными, если показания термометра находятся в диапазоне от 36,5 до 37,5 °С.

5.3 Определение метрологических характеристик**5.3.1 Проверка диапазонов измерений оптической плотности А и коэффициента пропускания Т**

5.3.1.1 Проверку диапазонов измерений оптической плотности А и коэффициента пропускания Т проводят при определении абсолютной погрешности по методике п.5.3.

Диапазон измерений оптической плотности А должен быть от минус 0,501 до 2,500 Б с номинальной ступенью квантования 0,001 Б.

Коэффициент пропускания Т (в %) рассчитывается по формуле

$$T = \frac{1}{10^A} \times 100,$$

где А – измеренное значение оптической плотности светофильтра, Б

Диапазон измерений коэффициента пропускания Т должен быть от 0,4 до 100,0 с номинальной ступенью квантования 0,1 %.

5.3.1.2 Результаты проверки считают положительными, если полученные значения абсолютной погрешности фотометра при измерении оптической плотности спектральных светофильтров С1...С6 на всех интерференционных светофильтрах, установленных в фотометре и указанных в разделе 2 паспорта СОЛ 2.850.007 ПС, не превышают значений, указанных в п.5.3.3.4.

5.3.2 Проверка спектрального диапазона работы

5.3.2.1 Проверку спектрального диапазона работы проводят при определении абсолютной погрешности по методике п.5.3.3.

Спектральный диапазон работы фотометра должен быть от 340 до 850 нм с селекцией длин волн интерференционными светофильтрами с характеристиками, указанными в разделе 2 паспорта СОЛ 2.850.007 ПС.

5.3.2.2 Результаты проверки считают положительными, если полученные значения абсолютной погрешности фотометра при измерении оптической плотности поверочных светофильтров С1...С6 на всех интерференционных светофильтрах, установленных на фотометре и указанных в разделе 2 паспорта СОЛ 2.850.007 ПС, не превышают значений, указанных в п.5.3.3.4.

5.3.3 Определение абсолютной погрешности при измерении оптической плотности А

5.3.3.1 При необходимости включить фотометр, дождаться появления на индикаторе сообщения «Выберите режим кнопками F1 – F5» и прогреть фотометр в течение не менее 20 мин с момента включения.

5.3.3.2 Определение абсолютной погрешности фотометра при измерении оптической плотности А для установленного интерференционного светофильтра

5.3.3.2.1 В режиме работы «Конечноточечные измерения» установить интерференционный светофильтр с наименьшей длиной волны максимума полосы пропускания, указанной в разделе 2 паспорта СОЛ 2.850.007 ПС, и измеряемый параметр «Оптическая плотность» в соответствии с разделом 7 паспорта СОЛ 2.850.007 ПС.

5.3.3.2.2 Измерить базовую величину оптической плотности на установленном интерференционном светофильтре (при этом крышка кюветного отделения должна быть закрыта). Появление на табло сообщения «Проба» будет означать, что базовая величина оптической плотности определена.

При всех измерениях, производимых на фотометре, крышка кюветного отделения должна быть закрыта.

5.3.3.2.3 Открыть крышку кюветного отделения и установить поверочный светофильтр С1 из комплекта светофильтров для поверки фотометра РМ 2111 так, чтобы маркировка на оправе находилась вверху и была обращена к знаку, указывающему направление светового пучка на кюветном отделении.

При всех измерениях, производимых на фотометре, поверочные светофильтры должны устанавливаться так, чтобы маркировка на оправе светофильтра находилась вверху и была обращена к знаку, указывающему направление светового пучка на кюветном отделении.

5.3.3.2.4 Закрыть крышку кюветного отделения и произвести измерение оптической плотности поверочного светофильтра С1 в соответствии с разделом 7 паспорта СОЛ 2.850.007 ПС, записав показания фотометра. Достать светофильтр и закрыть крышку кюветного отделения.

5.3.3.2.5 Повторить операции согласно пп.5.3.3.2.3, 5.3.3.2.4 еще 4 раза.

5.3.3.2.6 Рассчитать оптическую плотность поверочного светофильтра \bar{A}_5 как среднее из пяти измерений по формуле

5.3.2 Проверка спектрального диапазона работы

5.3.2.1 Проверку спектрального диапазона работы проводят при определении абсолютной погрешности по методике п.5.3.3.

Спектральный диапазон работы фотометра должен быть от 340 до 850 нм с селекцией длин волн интерференционными светофильтрами с характеристиками, указанными в разделе 2 паспорта СОЛ 2.850.007 ПС.

5.3.2.2 Результаты проверки считают положительными, если полученные значения абсолютной погрешности фотометра при измерении оптической плотности поверочных светофильтров С1...С6 на всех интерференционных светофильтрах, установленных в фотометре и указанных в разделе 2 паспорта СОЛ 2.850.007 ПС, не превышают значений, указанных в п.5.3.3.4.

5.3.3 Определение абсолютной погрешности при измерении оптической плотности А

5.3.3.1 При необходимости включить фотометр, дождаться появления на индикаторе сообщения «Выберите режим кнопками F1 – F5» и прогреть фотометр в течение не менее 20 мин с момента включения.

5.3.3.2 Определение абсолютной погрешности фотометра при измерении оптической плотности А для установленного интерференционного светофильтра

5.3.3.2.1 В режиме работы «Конечноточечные измерения» установить интерференционный светофильтр с наименьшей длиной волны максимума полосы пропускания, указанной в разделе 2 паспорта СОЛ 2.850.007 ПС, и измеряемый параметр «Оптическая плотность» в соответствии с разделом 7 паспорта СОЛ 2.850.007 ПС.

5.3.3.2.2 Измерить базовую величину оптической плотности на установленном интерференционном светофильтре (при этом крышка кюветного отделения должна быть закрыта). Появление на табло сообщения «Проба» будет означать, что базовая величина оптической плотности определена.

При всех измерениях, производимых на фотометре, крышка кюветного отделения должна быть закрыта.

5.3.3.2.3 Открыть крышку кюветного отделения и установить поверочный светофильтр С1 из комплекта светофильтров для поверки фотометра РМ 2111 так, чтобы маркировка на оправе находилась вверху и была обращена к знаку, указывающему направление светового пучка на кюветном отделении.

При всех измерениях, производимых на фотометре, поверочные светофильтры должны устанавливаться так, чтобы маркировка на оправе светофильтра находилась вверху и была обращена к знаку, указывающему направление светового пучка на кюветном отделении.

5.3.3.2.4 Закрыть крышку кюветного отделения и произвести измерение оптической плотности поверочного светофильтра С1 в соответствии с разделом 7 паспорта СОЛ 2.850.007 ПС, записав показания фотометра. Достать светофильтр и закрыть крышку кюветного отделения.

5.3.3.2.5 Повторить операции согласно пп.5.3.3.2.3, 5.3.3.2.4 еще 4 раза.

5.3.3.2.6 Рассчитать оптическую плотность поверочного светофильтра \overline{A}_5 как среднее из пяти измерений по формуле

$$\bar{A}_5 = \frac{1}{5} \sum_{i=1}^5 A_i \quad (2)$$

где i – номер измерения;
 A_i – результат i -го измерения оптической плотности поверочного светофильтра, Б.

5.3.3.2.7 Поочередно установить в кюветное отделение остальные поверочные светофильтры С2...С6, измерить их оптическую плотность на установленном интерференционном светофильтре и произвести расчет по формуле (2) в соответствии с пп.5.3.3.2.3 – 5.3.3.2.6.

5.3.3.2.8 Определить абсолютную погрешность фотометра Δ_j при измерении оптической плотности каждого поверочного светофильтра на установленном интерференционном светофильтре по формуле

$$\Delta_j = \bar{A}_j - A_{jn} \quad (3)$$

где Δ_j – абсолютная погрешность фотометра при измерении оптической плотности j -го поверочного светофильтра на установленном интерференционном светофильтре, Б;
 \bar{A}_j – оптическая плотность j -го поверочного светофильтра на установленном интерференционном светофильтре, рассчитанная по формуле (2), Б;
 A_{jn} – паспортное (аттестованное) значение оптической плотности j -го поверочного светофильтра на установленной длине волны, Б.

5.3.3.3 Определить абсолютную погрешность фотометра при измерении оптической плотности поверочных светофильтров С1...С6 на всех интерференционных светофильтрах, установленных в фотометре и указанных в разделе 2 паспорта СОЛ 2.850.007 ПС, в соответствии с п.5.3.3.2.

5.3.3.4 Результаты определения считают положительными, если полученные значения абсолютной погрешности фотометра при измерении оптической плотности поверочных светофильтров С1...С6 на всех интерференционных светофильтрах, установленных в фотометре и указанных в разделе 2 паспорта СОЛ 2.850.007 ПС, не превышают значений, Б:

± 0,015	при	- 0,501 ≤ A ≤ 0,500 ;
± 0,025	при	0,500 < A ≤ 1,000 ;
± 0,060	при	1,000 < A ≤ 2,000 ;
± 0,150	при	2,000 < A ≤ 2,500 .

5.3.4 Определение среднего квадратического отклонения случайной составляющей погрешности при измерении оптической плотности А

5.3.4.1 При необходимости включить фотометр, дождаться появления на индикаторе сообщения «Выберите режим кнопками F1 – F5» и прогреть фотометр в течение не менее 20 мин с момента включения.

5.3.4.2 В режиме работы «Конечноточечные измерения» установить интерференционный светофильтр с наименьшей длиной волны максимума полосы пропускания, указанной в разделе 2 паспорта СОЛ 2.850.007 ПС, и измеряемый параметр «Оптическая плотность» в соответствии с разделом 7 паспорта СОЛ 2.850.007 ПС.

5.3.4.3 Измерить базовую величину оптической плотности на установленном интерференционном светофильтре (при этом крышка кюветного отделения должна быть закрыта). Появление на табло сообщения «Проба» будет означать, что базовая величина оптической плотности определена.

5.3.4.4 Установить в кюветное отделение поверочный светофильтр С1 из комплекта светофильтров СОЛ 2.700.005 и произвести измерение его оптической плотности в соответствии с разделом 7 паспорта СОЛ 2.850.007 ПС, записав показания фотометра. Достать светофильтр и закрыть крышку кюветного отделения.

5.3.4.5 Повторить операции согласно п.5.3.4.4 еще 9 раз.

5.3.4.6 Определить оценку среднего квадратического отклонения случайной составляющей погрешности при измерении оптической плотности поверочного светофильтра С1 на установленном интерференционном светофильтре по формуле

$$\tilde{\delta}[\Delta_i] = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{10} (\Delta_i - \tilde{\Delta}_s)^2}{9}} \quad (4)$$

$$\tilde{\Delta}_s = \frac{1}{10} \sum_{i=1}^{10} \Delta_i \quad (5)$$

$$\Delta_i = A_i - A_n \quad (6)$$

где $\tilde{\delta}[\Delta_i]$ – оценка среднего квадратического отклонения случайной составляющей погрешности, Б;

i – номер измерения;

$\tilde{\Delta}_s$ – оценка систематической составляющей погрешности, Б;

Δ_i – i -я реализация (отсчет) погрешности, Б;

A_i – результат i -го измерения оптической плотности поверочного светофильтра, Б;

A_n – паспортное (аттестованное) значение оптической плотности поверочного светофильтра, Б.

5.3.4.7 Поочередно установить в кюветное отделение остальные поверочные светофильтры С2...С6, измерить их оптическую плотность и определить оценку среднего квадратического отклонения случайной составляющей погрешности по методике пп.5.3.4.4 – 5.3.4.6 для каждого поверочного светофильтра.

5.3.4.8 Результаты определения считают положительными, если полученные значения оценки среднего квадратического отклонения случайной составляющей погрешности при измерении оптической плотности поверочных светофильтров С1...С6 не превышают значений, Б:

0,007	при	$- 0,501 \leq A \leq 0,500$;
0,012	при	$0,500 < A \leq 1,000$;
0,025	при	$1,000 < A \leq 2,000$;
0,070	при	$2,000 < A \leq 2,500$.

5.3.5 Проверка дрейфа нуля за 1 ч непрерывной работы

5.3.5.1 При необходимости включить фотометр, дождаться появления на индикаторе сообщения «Выберите режим кнопками F1 – F5» и прогреть фотометр в течение не менее 20 мин с момента включения.

5.3.5.2 В режиме работы «Конечноточечные измерения» установить любой интерференционный светофильтр с длиной волны максимума полосы пропускания, указанной в разделе 2 паспорта СОЛ 2.850.007 ПС, и измеряемый параметр «Оптическая плотность» в соответствии с разделом 7 паспорта СОЛ 2.850.007 ПС.

5.3.5.3 Измерить базовую величину оптической плотности на установленном интерференционном светофильтре (при этом крышка кюветного отделения должна быть закрыта). Появление на табло сообщения «Проба» будет означать, что базовая величина определена.

5.3.5.4 В течение одного часа через каждые 15 мин, не устанавливая в кюветное отделение фотометра поверочных светофильтров, измерить в соответствии с разделом 7 паспорта СОЛ 2.850.007 ПС оптическую плотность А. Контролировать значение оптической плотности.

5.3.5.5 Результаты проверки считают положительными, если полученные значения оптической плотности находятся в диапазоне от минус 0,002 до 0,002 Б.

6 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

6.1 Положительные результаты поверки должны оформляться выдачей свидетельства о государственной поверке по форме приложения В СТБ 8003-93.

6.2 По результатам проведения поверки фотометра государственным поверителем заполняется протокол государственной поверки, рекомендуемая форма которого приведена в приложении А.

6.3 Отрицательные результаты поверки должны оформляться выдачей извещения о непригодности по форме приложения Г СТБ 8003-93, ранее выданное свидетельство о поверке должно аннулироваться.

6.4 Фотометры, прошедшие поверку с отрицательными результатами, запрещаются к применению.