

СОГЛАСОВАНО
Директор ЗАО «Спектроскопия,
оптика и лазеры – авангардные
разработки»



А.С. Дворников
2021

УТВЕРЖДАЮ



Первый заместитель директора-
руководитель Центра эталонов,
поверки и калибровки
БелГИМ

А.С. Волынец
2021

Система обеспечения единства измерений Республики Беларусь

СПЕКТРОФОТОМЕТРЫ РВ 2201

Методика поверки

МРБ МП.1822 – 2021

(взамен МРБ МП.1822 – 2008)

Листов 15

Разработчик:
Инженер по стандартизации и
сертификации
ЗАО «Спектроскопия, оптика и
лазеры – авангардные разра-
ботки»


И.В. Козлова
«12» 10 2021 г.

КОПИЯ ВЕРНА
Помощник директора
ЗАО «Спектроскопия, оптика и лазеры – авангардные разработки»
С.В. Борисова



Минск, 2021

Настоящая методика поверки (далее – МП) распространяется на спектрофотометры РВ 2201 (далее – спектрофотометры) производства ЗАО «Спектроскопия, оптика и лазеры – авангардные разработки» и устанавливает методы и средства их поверок.

Обязательные метрологические требования к спектрофотометрам приведены в приложении А.

1 Нормативные ссылки

В настоящей МП использованы ссылки на следующие технические нормативные правовые акты в области технического нормирования и стандартизации (далее – ТНПА):

ТКП 427-2012 Правила техники безопасности при эксплуатации электроустановок

ГОСТ 12.3.019-1980 Система стандартов безопасности труда. Испытания и измерения электрические. Общие требования безопасности.

Примечание – При пользовании настоящей МП целесообразно проверить действие ссылочных документов на официальном сайте Национального фонда технических нормативных правовых актов в глобальной компьютерной сети Интернет.

Если ссылочные документы заменены (изменены), то при пользовании настоящей МП следует руководствоваться действующими взамен документами. Если ссылочные документы отменены без замены, то положение, в котором дана ссылка на них, применяется в части, не затрагивающей эту ссылку.

2 Операции поверки

При проведении поверки выполняют операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1 – Операции поверки

Наименование операции	Номер пункта МП	Проведение операции при	
		первичной поверке	последующей поверке
1	2	3	4
1 Внешний осмотр	8.1	Да	Да
2 Опробование	8.2	Да	Да
2.1 Проверка функциональных возможностей спектрофотометра	8.2.1	Да	Да
2.2 Проверка номера версии (идентификационного номера) программного обеспечения	8.2.2	Да	Нет
2.3 Проверка температуры в термостатируемом держателе кювет спектрофотометра	8.2.3	Да	Да
3 Определение метрологических характеристик	8.3	Да	Да
3.1 Определение абсолютной погрешности установки длины волны	8.3.1	Да	Да
3.2 Определение спектрального диапазона измерений. Определение абсолютной погрешности и среднего квадратического отклонения случайной составляющей погрешности при измерении оптической плотности	8.3.2	Да	Да



Продолжение таблицы 1

1	2	3	4
3.3 Определение диапазона измерений координат цвета и координат цветности. Определение абсолютной погрешности и среднего квадратического отклонения случайной составляющей погрешности при измерении координат цвета и координат цветности	8.3.3	Да	Да
3.4 Определение уровня мешающего излучения	8.3.4	Да	Да
3.5 Проверка предела дрейфа нуля за 1 ч непрерывной работы	8.3.5	Да	Нет
4 Оформление результатов поверки	9	Да	Да
Примечание – Если при проведении той или иной операции поверки получен отрицательный результат, дальнейшую поверку прекращают			

3 Средства поверки

При проведении поверки применяют средства поверки, указанные в таблице 2.

Таблица 2 – Средства поверки

Номер раздела, пункта методики поверки	Наименование и тип (условное обозначение) эталонов и вспомогательных средств поверки, их метрологические и основные технические характеристики
8.3.1 8.3.2 8.3.4 8.3.5	Комплект светофильтров КСС-04. Диапазон измерений оптической плотности от 0 до 2 Б. Допускаемая абсолютная погрешность: $\Delta D = \pm 0,43 \cdot \Delta t / t$; $\Delta t = \pm 0,25 \%$; $\Delta \lambda = \pm 0,2$ нм, где D – оптическая плотность; t – спектральный коэффициент направленного пропускания.
8.3.3	Меры цвета и цветности прозрачные. Допускаемая абсолютная погрешность при измерении координат цвета: $\pm 0,5$. Допускаемая абсолютная погрешность при измерении координат цветности: $\pm 0,005$
8.2.3	Термометр электронный лабораторный ЛТ-300. Диапазон измерений от минус 50 °С до плюс 300 °С, пределы допускаемой абсолютной погрешности $\Delta = \pm 0,05$ °С в диапазоне температур от минус 50 °С до плюс 199 °С; $\Delta = \pm 0,2$ °С в диапазоне температур от плюс 200 °С до плюс 300 °С
6	Барометр БАММ-1, диапазон измерений от 80 до 106 кПа, пределы допускаемой абсолютной погрешности $\Delta = \pm 0,2$ кПа
6	Комбинированный прибор testo 625, диапазон измерений относительной влажности от 5 % до 95 %, пределы допускаемой абсолютной погрешности $\Delta = \pm 3 \%$; диапазон измерений температуры от 0 °С до плюс 60 °С, пределы допускаемой абсолютной погрешности $\Delta = \pm 0,5$ °С.
Примечания	
1 Допускается применять другие средства поверки, обеспечивающие определение метрологических характеристик спектрофотометров с требуемой точностью	
2 Все средства измерений должны иметь действующие клейма и (или) свидетельства о поверке (калибровке)	



4 Требования к квалификации поверителей

К проведению измерений при поверке и (или) обработке результатов измерений допускают лиц, имеющих необходимую квалификацию в области обеспечения единства измерений.

5 Требования безопасности

При проведении поверки должны быть соблюдены требования безопасности, приведенные в эксплуатационной документации (далее – ЭД) на спектрофотометр.

Поверку спектрофотометра должен выполнять персонал, прошедший инструктаж по технике безопасности, имеющий необходимую подготовку к работе со спектрофотометром, используемыми эталонами и вспомогательными средствами поверки.

При проведении поверки должны быть соблюдены требования безопасности согласно ТКП 427, ГОСТ 12.3.019.

6 Условия поверки

При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

- температура окружающего воздуха от 15 °С до 30 °С;
- относительная влажность воздуха не более 90 %;
- атмосферное давление от 84,0 до 106,0 кПа (от 630 до 800 мм рт. ст.).

7 Подготовка к поверке

Перед проведением поверки выполняют следующие подготовительные работы:

- подготавливают спектрофотометр согласно ЭД, [1];
- подготавливают эталоны и вспомогательные средства поверки к работе в соответствии с их ЭД.

8 Проведение поверки

8.1 Внешний осмотр

8.1.1 При проведении внешнего осмотра устанавливают соответствие спектрофотометра следующим требованиям:

- комплект поставки должен соответствовать ЭД, [1];
- отсутствие механических повреждений спектрофотометра, влияющих на его работоспособность;
- наличие маркировки (наименование или товарный знак изготовителя, тип и заводской номер спектрофотометра).

8.1.2 Результаты внешнего осмотра считают положительными, если спектрофотометр соответствует всем требованиям п. 8.1.1.

8.2 Опробование

8.2.1 Проверка функциональных возможностей спектрофотометра

При проверке включают спектрофотометр с помощью выключателя на задней панели. На экране спектрофотометра появится главное меню.

Результаты проверки считают положительными, если на экране спектрофотометра не появится сообщение об ошибках.

8.2.2 Проверка номера версии (идентификационного номера) программного обеспечения

8.2.2.1 В спектрофотометре используется встроенное программное обеспечение (далее – ПО) согласно [2]. Идентификацию данных ПО осуществляют на предприятии изготовителя.



8.2.2.2 Результаты проверки считаются положительными, если ПО соответствует данным, приведенным в таблице 3.

Таблица 3 – Идентификационные данные ПО

Идентификационные данные	Значение
Идентификационное наименование ПО	PB 2201
Контрольная сумма	65650C03 (по файлу PB2201.HEX)
Алгоритм вычисления цифрового идентификатора ПО	CRC 32
Версия ПО платы управления (ПО спектрофотометра)	не ниже 8.1
Версия ПО индикатора	не ниже 02.30

8.2.3 Проверка температуры в термостатируемом держателе кювет спектрофотометра

8.2.3.1 Проверка температуры в термостатируемом держателе кювет спектрофотометра проводится с помощью термометра электронного лабораторного ЛТ-300 (далее – термометр).

Открывают крышку термостатируемого держателя кювет и устанавливают в гнездо держателя кювет термометр. В главном меню спектрофотометра выбирают клавишу «Установка термостата», далее устанавливают значение температуры для спектрофотометров:

- исполнения PB 2201B значение температуры 20 °С, затем 35 °С и 40 °С;
- исполнения PB 2201C значение температуры 37°С;
- исполнения PB 2201C01 значение температуры 70 °С.

Затем нажимают кнопку «Ввод». После установления требуемой температуры на спектрофотометре снимают показания температуры с термометра. Далее снимают показания с термометра с периодичностью 10 мин четыре раза.

8.2.3.2 Результаты поверки считают положительными, если показания термометра для спектрофотометров:

- исполнения PB 2201B находятся в диапазоне температур от плюс 19,5 °С до плюс 20,5 °С (для температуры 20 °С), от плюс 34,0 °С до плюс 36,0 °С (для температуры 35 °С), от плюс 39,0 °С до плюс 41,0 °С (для температуры 40 °С);
- исполнения PB 2201C находятся в диапазоне температур от плюс 36,5 °С до плюс 37,5 °С;
- исполнения PB 2201C01 находятся в диапазоне температур от плюс 68,0 °С до плюс 72,0 °С.

8.3 Определение метрологических характеристик

8.3.1 Определение абсолютной погрешности установки длины волны

8.3.1.1 В главном меню спектрофотометра выбирают клавишу «Сканирование». В появившемся окне устанавливают параметры сканирования:

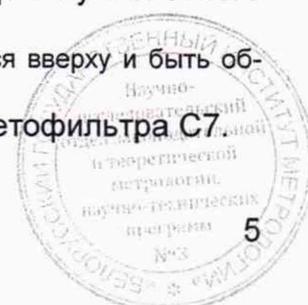
- длина волны – от 345 до 360 нм;
- шаг – 0,2 нм;
- скорость – «медленно».

Нажимают клавишу «Ноль».

8.3.1.2 Открывают крышку кюветного отделения спектрофотометра и устанавливают в держатель кювет светофильтр С7. Закрывают крышку кюветного отделения. Нажимают клавишу «Старт».

Примечание – Маркировка на оправе светофильтра должна находиться сверху и быть обращена в сторону знака «∇», указывающего направление светового пучка.

8.3.1.3 Определяют длину волны максимума поглощения светофильтра С7.



D_i – результат i -го измерения оптической плотности светофильтра на заданной длине волны, Б.

8.3.2.7 Результаты поверки считают положительными, если полученные значения абсолютной погрешности и СКО случайной составляющей погрешности не превышают значений, указанных в приложении А.

8.3.3 Определение диапазона измерений координат цвета и координат цветности. Определение абсолютной погрешности и среднего квадратического отклонения случайной составляющей погрешности при измерении координат цвета и координат цветности

8.3.3.1 Определение проводят с помощью мер цвета и цветности прозрачных.

8.3.3.2 В главном меню спектрофотометра выбирают клавишу «Сканирование», далее вкладку «Цвет». В появившемся окне выбирают шкалы измерения координат цвета и координат цветности, далее нажимают клавишу «Ноль».

8.3.3.3 Открывают крышку кюветного отделения спектрофотометра и устанавливают меру, закрывают крышку кюветного отделения, нажимают клавишу «Старт».

Примечание – Меру установить в спектрофотометр так, чтобы луч проходил посередине меры.

Записывают значения координат цвета (X, Y, Z) и координат цветности (x, y).

Проводят измерения мер на спектрофотометре по десять раз.

8.3.3.4 Определяют абсолютную погрешность измерения координат цвета (координат цветности) ΔX , по формуле

$$\Delta X = X_{\text{изм}} - X, \quad (6)$$

где $X_{\text{изм}}$ – i -й результат измеренного значения координат цвета (координат цветности) спектрофотометром;

X – числовое значение координат цвета (координат цветности), указанное в свидетельстве о поверке.

8.3.3.5 Определяют СКО случайной составляющей погрешности при измерении координат цвета (координат цветности) $\sigma[\Delta X]$, по формуле

$$\sigma[\Delta X] = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\Delta X_i - \bar{\Delta}_s X)^2}{n}}, \quad (7)$$

$$\bar{\Delta}_s X = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \Delta X_i, \quad (8)$$

$$\Delta X_i = X_i - X, \quad (9)$$

где n – количество измерений, $n = 10$;

$\bar{\Delta}_s X$ – систематическая составляющая абсолютной погрешности при измерении координат цвета (координат цветности);

ΔX_i – абсолютная погрешность при измерении координат цвета (координат цветности);

X_i – результат i -го измерения координат цвета (координат цветности).

8.3.3.6 Результаты поверки считают положительными, если все значения абсолютной погрешности и СКО случайной составляющей погрешности, не превышают значений, указанных в приложении А.



8.3.4 Определение уровня мешающего излучения

8.3.4.1 Для определения уровня мешающего излучения используют светофильтры ЖС4 и С3 из комплекта мер спектральных коэффициентов направленного пропускания и оптической плотности на длинах волн 220 и 340 нм.

8.3.4.2 В главном меню спектрофотометра нажимают клавишу «Фотометрия». В появившемся окне устанавливают параметры:

- «Т»;
- 220; 340 нм.

Нажимают клавишу «Ноль».

8.3.4.3 Открывают крышку кюветного отделения спектрофотометра и устанавливают в держатель кювет светофильтр С3 (ЖС4) из комплекта мер спектральных коэффициентов направленного пропускания и оптической плотности. Закрывают крышку кюветного отделения. Нажимают клавишу «Старт».

8.3.4.4 Определяют среднее арифметическое $\bar{T}_{С3}$ ($\bar{T}_{ЖС}$), %, спектрального коэффициента направленного пропускания светофильтра на заданной длине волны по формуле

$$\bar{T}_{С3(ЖС)} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n T_i, \quad (10)$$

где T_i – i -е измеренное значение спектрального коэффициента направленного пропускания светофильтра С3 (ЖС4) на заданной длине волны, %;

n – количество измерений, $n = 3$.

8.3.4.5 Определяют значение уровня мешающего излучения SL , %, по формуле

$$SL = \frac{\bar{T}_{С3} \cdot \bar{T}_{ЖС}}{100}. \quad (11)$$

8.3.4.6 Результаты поверки считают положительными, если значение уровня мешающего излучения не превышает значение, указанное в приложении А.

8.3.5 Проверка предела дрейфа нуля за 1 ч непрерывной работы

8.3.5.1 В главном меню спектрофотометра нажимают клавишу «Фотометрия». В появившемся окне устанавливают параметры:

- «D»;
- 500 нм.

Нажимают клавишу «Ноль».

8.3.5.2 В течение 1 ч через каждые 15 мин, не устанавливая в кюветное отделение светофильтров, измеряют оптическую плотность, нажимая кнопку «Старт».

8.3.5.3 Результаты поверки считают положительными, если полученные значения оптической плотности не превышают значения, указанного в приложении А.



9 Оформление результатов поверки

9.1 Результаты поверки заносят в протокол, форма которого приведена в приложении Б.

9.2 При положительных результатах поверки спектрофотометра на него и (или) эксплуатационную документацию наносят знак поверки и (или) выдают свидетельство о поверке:

– для средств измерений, применяемых при измерениях в сфере законодательной метрологии, по форме, установленной [3];

– для средств измерений, применяемых при измерениях вне сферы законодательной метрологии, по форме, установленной в технических нормативных правовых актах в области технического нормирования и стандартизации по вопросам обеспечения единства измерений, локальных правовых актах юридического лица или индивидуального предпринимателя, осуществляющих поверку.

9.3 При отрицательных результатах первичной поверки спектрофотометра выдают заключение о непригодности:

– для средств измерений, применяемых при измерениях в сфере законодательной метрологии, по форме, установленной [3];

– для средств измерений, применяемых при измерениях вне сферы законодательной метрологии, по форме, установленной в технических нормативных правовых актах в области технического нормирования и стандартизации по вопросам обеспечения единства измерений, локальных правовых актах юридического лица или индивидуального предпринимателя, осуществляющих поверку.

9.4 При отрицательных результатах последующей поверки спектрофотометра выдают заключение о непригодности:

– для средств измерений, применяемых при измерениях в сфере законодательной метрологии, по форме, установленной [3];

– для средств измерений, применяемых при измерениях вне сферы законодательной метрологии, по форме, установленной в технических нормативных правовых актах в области технического нормирования и стандартизации по вопросам обеспечения единства измерений, локальных правовых актах юридического лица или индивидуального предпринимателя, осуществляющих поверку.

Ранее нанесенный знак поверки подлежит уничтожению путем приведения его в состояние, непригодное для дальнейшего применения, предыдущее свидетельство прекращает свое действие.



Приложение А
(обязательное)
Обязательные метрологические требования

Таблица А.1

Наименование характеристики, единица величины	Значение для исполнений	
	РВ 2201А, РВ 2201В, РВ 2201С	РВ 2201С01
Спектральный диапазон измерений, нм	от 200 до 1000	от 250 до 1000
Пределы допускаемой абсолютной погрешности установки длины волны, нм	±1	
Диапазон измерений оптической плотности, Б	от 0 до 2,000	
Пределы допускаемой абсолютной погрешности при измерении оптической плотности, Б	$\Delta_p D = \pm(0,005 + 0,05 \cdot D)$ где D – числовое значение оптической плотности светофильтра, Б	
Предел допускаемого среднего квадратического отклонения случайной составляющей погрешности при измерении оптической плотности, Б	$\sigma_p[\Delta D] = 0,002 + 0,015 \cdot D$ где D – числовое значение оптической плотности светофильтра, Б	
Диапазон измерений координат цвета: X Y Z	–	от 2,5 до 95,0 от 1,4 до 98,0 от 0,0 до 107,0
Пределы допускаемой абсолютной погрешности при измерении координат цвета	–	±3,0
Предел допускаемого среднего квадратического отклонения случайной составляющей погрешности при измерении координат цвета	–	0,2
Диапазон измерений координат цветности: x y	–	от 0,137 до 0,778 от 0,050 до 0,728
Пределы допускаемой абсолютной погрешности при измерении координат цветности	–	±0,015
Предел допускаемого среднего квадратического отклонения случайной составляющей погрешности при измерении координат цветности	–	0,001
Уровень мешающего излучения, %, не более	0,05	
Пределы дрейфа нуля за 1 ч непрерывной работы, Б	±0,002	



Приложение Б
(рекомендуемое)
Форма протокола поверки

_____ наименование организации, проводящей поверку

ПРОТОКОЛ №

поверки Спектрофотометра _____

тип РВ 2201А наименование средства измерений № _____

принадлежащего _____ наименование организации

Изготовитель _____ наименование

Место проведение поверки _____ наименование организации

Дата проведения поверки _____ с.....по

Поверка проводится по _____ обозначение документ, по которому проводится поверка

Средства поверки:
Таблица Б.1

Наименование средства измерений, тип	Заводской номер

Условия поверки:

- температура окружающего воздуха _____
- относительная влажность воздуха _____
- атмосферное давление _____

Результаты поверки

Б.1 Внешний осмотр: _____
(соответствует/не соответствует)

Б.2 Опробование _____
(соответствует/не соответствует)

Б.2.1 Проверка функциональных возможностей: _____
(соответствует/не соответствует)

Б.2.2 Проверка номера версии (идентификационного номера) программного обеспечения: _____
(соответствует/не соответствует)

Б.2.3 Проверка температуры в термостатируемом держателе кювет спектрофотометра

Таблица Б.2

Номер измерения	Показания термометра $\Delta t_i, ^\circ\text{C}$	Допускаемый диапазон температуры термостатируемого держателя кювет, $^\circ\text{C}$	Заключение о соответствии



Б.3 Определение метрологических характеристик

Б.3.1 Определение абсолютной погрешности установки длины волны

Таблица Б.3

j -е измеренное значение длины волны максимума поглощения светофильтра С7 λ_j , нм	Длина волны максимума поглощения, указанная в свидетельстве о поверке светофильтра С7 λ_{0j} , нм	Абсолютная погрешность установки длины волны $\Delta\lambda_j$, нм	Предел допускаемой абсолютной погрешности установки длины волны, нм

Б.3.2 Определение спектрального диапазона измерений. Определение абсолютной погрешности и среднего квадратического отклонения случайной составляющей погрешности при измерении оптической плотности

Таблица Б.4

Результат измеренного значения оптической плотности светофильтра $D_{изм}$, Б	Числовое значение оптической плотности светофильтра, указанное в свидетельстве о поверке D , Б	Абсолютная погрешность при измерении оптической плотности светофильтра ΔD , Б	Предел допускаемой абсолютной погрешности при измерении оптической плотности $\Delta_p D$, Б	СКО случайной составляющей погрешности при измерении оптической плотности светофильтра $\sigma[\Delta D]$, Б	Предел допускаемого СКО случайной составляющей погрешности при измерении оптической плотности $\sigma_p[\Delta D]$, Б

Б.3.3 Определение диапазона измерений координат цвета и координат цветности. Определение абсолютной погрешности и среднего квадратического отклонения случайной составляющей погрешности при измерении координат цвета и координат цветности

Таблица Б.5

i -й результат измеренного значения координат цвета (координат цветности) спектрофотометром $X_{изм}$	Значение координат цвета (координат цветности), указанное в свидетельстве о поверке X	Абсолютная погрешность измерения координат цвета (координат цветности) ΔX	Предел допускаемой абсолютной погрешности при измерении координат цвета (координат цветности)	СКО случайной составляющей погрешности при измерении координат цвета (координат цветности) $\sigma[\Delta X]$	Предел СКО случайной составляющей погрешности при измерении координат цвета (координат цветности)

Б.3.4 Определение уровня мешающего излучения

Таблица Б.6

i -е измеренное значение спектрального коэффициента направленного пропускания светофильтра ЖС4 на заданной длине волны T_i , %	Среднее арифметическое спектрального коэффициента направленного пропускания светофильтра на заданной длине волны $\bar{T}_{ЖС}$, %	i -е измеренное значение спектрального коэффициента направленного пропускания светофильтра С3 на заданной длине волны T_i	Среднее арифметическое спектрального коэффициента направленного пропускания светофильтра на заданной длине волны $\bar{T}_{С3}$, %	Значение уровня мешающего излучения SL , %	Допускаемое значение уровня мешающего излучения, % не более



Библиография

- [1] СИДТ 2.850.002 РЭ Спектрофотометры РВ 2201. Руководство по эксплуатации
- [2] СИДТ 2.850.002 РП Руководство пользователя и программное обеспечение
- [3] Правила осуществления метрологической оценки в виде работ по государственной поверке средств измерений, утвержденные постановлением Госстандарта от 21 апреля 2021 г. № 40



