

УТВЕРЖДАЮ



Директор БелГИМ

В.Л.Гуревич

2021

Система обеспечения единства измерений Республики Беларусь

СПЕКТРОФОТОМЕТРЫ PHOTON RT

Методика поверки

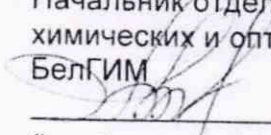
МРБ МП.2627 – 2021

(взамен МРБ МП.2627 - 2016)


Листов 11

Разработчик:

Начальник отдела ПИО физико-химических и оптических измерений  
БелГИМ

  
\_\_\_\_\_ Е.В. Филистович  
«\_\_» \_\_\_\_\_ 2021

Инженер по метрологии 1 категории  
ПИО физико-химических и оптических  
измерений БелГИМ

  
\_\_\_\_\_ А.В. Емельянчик  
«\_\_» \_\_\_\_\_ 2021

Минск 2021



Настоящая методика поверки (далее – МП) распространяется на спектрофотометр PHOTON RT (далее – спектрофотометр), производства ООО "ЭссентОптикс" (Республика Беларусь), и устанавливает методы и средства его поверки.

Спектрофотометр предназначен для измерения и регистрации спектрального коэффициента направленного пропускания, коэффициента отражения, оптической плотности плоских оптических деталей и покрытий на них в поляризованном и не поляризованном свете в области спектра от 185 до 5200 нм с выводом результатов измерения с помощью USB-порта на компьютер. Принцип действия спектрофотометра основан на измерении отношения двух световых потоков, проходящих через исследуемый образец и опорный канал.

Обязательные метрологические требования спектрофотометра приведены в приложении А.

### 1 Операции поверки

При проведении поверки выполняют операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1 – Операции поверки

Наименование операции	Номер пункта методики поверки	Проведение операции при	
		первичной поверке	последующей поверке
1 Внешний осмотр	7.1	Да	Да
2 Опробование	7.2	Да	Да
2.1 Проверка функциональных возможностей спектрофотометра	7.2.1	Да	Да
2.2 Проверка идентификации программного обеспечения	7.2.2	Да	Да
3 Определение метрологических характеристик	7.3	Да	Да
3.1 Определение абсолютной погрешности измерения длины волны	7.3.1	Да	Да
3.2 Определение абсолютной погрешности измерения спектрального коэффициента направленного пропускания	7.3.2	Да	Да
3.3 Определение относительного среднего квадратического отклонения случайной составляющей погрешности измерения спектрального коэффициента направленного пропускания	7.3.3	Да	Да
4 Оформление результатов поверки	8	Да	Да
Примечание – Если при проведении той или иной операции поверки получают отрицательный результат, дальнейшую поверку прекращают.			

## 2 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
7.2.1.3	Фильтр оптический С7, максимумы (минимумы) полос пропускания в диапазоне от 300 до 800 нм, погрешность аттестации по длинам волн не более $\pm 0,2$ нм
7.3.1, 7.2.1.3	Фильтр ТАС-1, максимумы (минимумы) полос пропускания в диапазоне от 202,4 до 2122,5 нм, погрешность аттестации по длинам волн не более $\pm 0,5$ нм
7.3.2, 7.3.3	Комплект светофильтров КСС-04, Спектральный диапазон от 210 до 2500 нм, фотометрический диапазон от 1,2 % до 93,8 %; пределы абсолютной погрешности измерения оптической плотности $\pm 0,43\Delta_T/T$ , где $\Delta_T$ - абсолютная погрешность измерения спектрального коэффициента направленного пропускания, Т – значение спектрального коэффициента направленного пропускания светофильтра; пределы абсолютной погрешности измерения спектрального коэффициента направленного пропускания $\pm 0,25$ %
5	Регистратор температуры и влажности testo 174Н, диапазон измерений температуры: от минус 20 °С до плюс 70 °С; пределы абсолютной погрешности измерения температуры $\pm 0,5$ °С; диапазон измерений влажности от 2 % до 98 %; пределы абсолютной погрешности измерения относительной влажности $\pm 3,0$ %

### Примечания

- 1 Допускается применять другие средства поверки, обеспечивающих определение метрологических характеристик поверяемых средств измерений с требуемой точностью.
- 2 Все эталоны должны иметь действующие клейма и (или) свидетельства о прохождении поверки (калибровки).

## 3 Требования к квалификации поверителей

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

## 4 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 для работы со спектрофотометром, используемыми эталонами и вспомогательными средствами поверки.

Все работы по эксплуатации и поверке спектрофотометра должны проводиться с соблюдением требований ТКП 181 – 2009 и ТКП 427 – 2012.

## 5 Условия поверки

При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:  
– температура окружающего воздуха от 19 °С до 25 °С;



- относительная влажность воздуха от 30 % до 80 %;
- отсутствие механических воздействий, вибрации, тряски, ударов, сильных электромагнитных полей, влияющих на работу спектрофотометра;
- попадание на спектрофотометр прямых солнечных лучей должно быть исключено;
- спектрофотометр должен быть установлен на гладкой горизонтальной поверхности;
- избегать большой разницы температур (нагреватели, открытые окна и т.д.).

## **6 Подготовка к поверке**

Перед проведением поверки выполняют следующие подготовительные работы:

- подготовить спектрофотометр к работе в соответствии с ЭД;
- подготовить эталоны и вспомогательные средства поверки к работе в соответствии с их ЭД.

## **7 Проведение поверки**

### **7.1 Внешний осмотр**

При проведении внешнего осмотра устанавливают соответствие спектрофотометра следующим требованиям:

- комплект поставки должен соответствовать ЭД;
- наличие маркировки (наименование или товарный знак изготовителя, тип и заводской номер спектрофотометра);
- отсутствие внешних повреждений, влияющих на работоспособность спектрофотометра;
- надежность крепления соединительных элементов.

Результаты внешнего осмотра считают положительными, если спектрофотометр удовлетворяет перечисленным требованиям.

### **7.2 Опробование**

#### **7.2.1 Проверка функциональных возможностей спектрофотометра**

**7.2.1.1** Спектрофотометр подготовить к работе согласно руководству по эксплуатации (далее - РЭ).

**7.2.1.2** Включить компьютер, спектрофотометр. После включения спектрофотометра автоматически запускается самотестирование.

Провести полное тестирование работы спектрофотометра в соответствии с РЭ на него. Спектрофотометр допускается к дальнейшему проведению работ по поверке, если все результаты тестирования положительные.

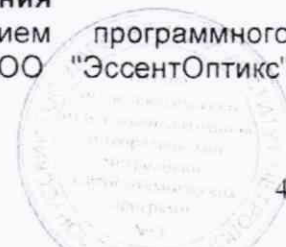
**7.2.1.3** При отсутствии в кюветном отделении образцов произвести запись спектра во всей рабочей области. Амплитуда отклонения зарегистрированной линии 100 % пропускания (базовая линия) от прямолинейной не должна превышать значения, указанного в руководстве по эксплуатации.

Записать спектр поглощения фильтра оптического С7.

Результаты проверки считаются положительными, если число и форма линий, записанных на спектрограмме, соответствуют контрольной записи, прилагаемой к спектрофотометру или (при ее отсутствии) соответствуют марке стекла ПС7 по ГОСТ 9411-91.

#### **7.2.2 Проверка идентификации программного обеспечения**

Спектрофотометр должен работать под управлением программного обеспечения EssentSoft не ниже v3.13 производства ООО "ЭссентОптикс" (Республика Беларусь).



### 7.3 Определение метрологических характеристик

#### 7.3.1 Определение абсолютной погрешности измерения длины волны

7.3.1.1 Абсолютную погрешность измерения длины волны определяют как разность между установленным спектрофотометром значением длины волны, соответствующей максимальной (или минимальной) ординате спектральной линии и действительным значением длины волны максимума (или минимума) этой же линии.

7.3.1.2 Абсолютную погрешность измерения длины волны определяют при помощи фильтров оптических (далее – фильтр) ТАС-1 или С7.

7.3.1.3 Включить спектрофотометр в соответствии с РЭ на него. Спектрофотометр должен прогреться не менее 30 мин

7.3.1.4 Запустить программу «EssentSoft».

7.3.1.5 Задать необходимые параметры измерения в соответствии с РЭ на спектрофотометр:

- 1) диапазон сканирования;
- 2) шаг сканирования;
- 3) количество усреднений;
- 4) метод сглаживания;
- 5) поляризация;
- 6) ширина щели;
- 7) дополнительные источники в зависимости от спектрального диапазона.

Убедиться, что в оптическом канале в измерительном отсеке нет никаких предметов. Закрывать крышку спектрофотометра. Нажать кнопку «Применить», далее кнопку «Калибровка». После окончания сканирования спектра на экране должна отобразиться спектральная кривая, со значением спектра пропускания 100 %.

7.3.1.6 Открывают крышку спектрофотометра и устанавливают фильтр ТАС-1 (С7) в посадочное место для образцов, расположенное в измерительном отсеке спектрофотометра.

7.3.1.7 Убеждаются, что поток излучения проходит через окно оправы фильтра.

7.3.1.8 Параметры регистрации спектра выбирают с условием обеспечения наиболее точного определения положения максимума (минимума) спектральной линии.

7.3.1.9 Запускают процесс измерения нажатием кнопки «Измерение». По завершении процесса на экране отобразится график спектра пропускания образца.

7.3.1.10 Снять показания длин волн полос поглощения в диапазоне длин волн, который указан в свидетельстве на фильтр ТАС-1 (С7). Провести измерение 5 раз, каждый раз вновь устанавливая фильтр ТАС-1 (С7). Найти среднее арифметическое длин волн полос поглощения из измеренных 5-ти значений для каждого  $j$ -го максимума  $\bar{\lambda}_j$ , нм, по формуле

$$\bar{\lambda}_j = \frac{\sum_i^n \lambda_{ji}}{n}, \quad (1)$$

где  $\lambda_{ji}$  - единичное измерение длины волны  $j$ -го максимума, полосы поглощения, нм;

$n$  – количество измерений,  $n \geq 5$ .



**7.3.1.11** Абсолютную погрешность измерения длины волны  $\Delta\lambda_j$ , нм, для каждой длины волны вычисляют по формуле

$$\Delta\lambda_j = \bar{\lambda}_j - \lambda_{ja}, \quad (2)$$

где  $\lambda_{ja}$  - значение длины волны, соответствующее j-му максимуму (минимуму) полосы пропускания фильтра, указанное в свидетельстве на фильтр ТАС-1 (С7), нм.

**7.3.2 Определение абсолютной погрешности измерения спектрального коэффициента направленного пропускания**

**7.3.2.1** Для определения абсолютной погрешности измерения спектрального коэффициента направленного пропускания (далее – СКНП) используются светофильтры из комплекта светофильтров КСС-04 на длинах волн:

$\lambda = 220; 250; 340; 400; 540; 700; 1000$  нм и далее в зависимости от спектрального диапазона измерения спектрофотометра до 1600 нм.

Длины волн могут отличаться от указанных, если комплект светофильтров поверен на других длинах волн, но равномерно распределяться в диапазоне измерений спектрофотометра.

Измерительный отсек спектрофотометра должен быть пустым, прохождение потока излучения в измерительном отсеке свободным и не диафрагмироваться посадочным местом для образцов.

Провести измерение базовой линии (100 % пропускание).

Установить светофильтр в место установки образцов спектрофотометра. Светофильтр должен размещаться в месте установки образцов таким образом, чтобы падающее на него излучение проходило в центре рабочей зоны.

Количество измерений должно быть не менее 5.

Повторить процедуру измерений, приведенную выше, с остальными светофильтрами, входящими в комплект КСС-04.

**7.3.2.2** Абсолютную погрешность измерения на данной длине волны по фотометрической шкале  $\Delta T_\lambda$ , %, определяют по формуле

$$\Delta T_\lambda = T_i - T_d, \quad (3)$$

где  $T_i$  – i-ый результат наблюдения значения при измерении СКНП, %;

$T_d$  – значение СКНП светофильтра, %.

**7.3.3 Определение относительного среднего квадратического отклонения случайной составляющей погрешности измерения спектрального коэффициента направленного пропускания**

Провести измерения на спектрофотометре согласно п. 7.3.2.

Относительное среднее квадратическое отклонение при измерении СКНП светофильтров ОСКО, %, рассчитывают по формуле

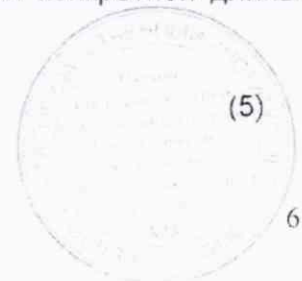
$$\text{ОСКО} = \frac{100}{\bar{T}_\lambda} \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (T_{\lambda i} - \bar{T}_\lambda)^2}{n-1}}, \quad (4)$$

где  $T_{\lambda i}$  - результат i-го измерения, %;

$n$  - количество измерений, равно 10;

$\bar{T}_\lambda$  - среднее арифметическое СКНП светофильтра для конкретной длины волны, %, рассчитываемое по формуле

$$\bar{T}_\lambda = \frac{\sum_{i=1}^n T_{\lambda i}}{n}, \quad (5)$$



7.3.4 Результаты поверки считают положительными, если абсолютная погрешность, ОСКО случайной составляющей погрешности измерения СКНП на спектрофотометре не превышают значения, указанные в приложении А.

## 8 Оформление результатов поверки

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

8.2 Если по результатам поверки спектрофотометр признан пригодным к применению, то на него и (или) на эксплуатационную документацию наносят знак поверки и (или) выдают свидетельство о поверке по форме, установленной Правилами осуществления метрологической оценки в виде работ по государственной поверке средств измерений, утвержденными [1] и (или) техническими нормативными правовыми актами в области технического нормирования и стандартизации по вопросам обеспечения единства измерений.

8.3 Если по результатам поверки спектрофотометр признан непригодным к применению, ранее нанесенный знак поверки подлежит уничтожению путем приведения его в состояние, непригодное для дальнейшего применения, предыдущее свидетельство прекращает свое действие, и выписывают заключение о непригодности по форме, установленной правилами, утвержденными [1] и (или) техническими нормативными правовыми актами в области технического нормирования и стандартизации по вопросам обеспечения единства измерений.

Спектрофотометр к применению не допускается.



**Приложение А**  
(обязательное)

**Обязательные метрологические требования спектрофотометра**  
Обязательные метрологические требования спектрофотометра должны соответствовать значениям, приведенным в таблице А.1.

Таблица А.1

Наименование и единица измерений	Значение характеристик спектрофотометра PHOTON RT для исполнений					
	Исполнение 1	Исполнение 2	Исполнение 3	Исполнение 4	Исполнение 5	Исполнение 6
Спектральный диапазон показаний, нм	от 185 до 1700	от 185 до 3500	от 185 до 5200	от 380 до 1700	от 380 до 3500	от 380 до 5200
Спектральный диапазон измерений, нм	от 220 до 1600	от 220 до 1600	от 220 до 1600	от 380 до 1600	от 380 до 1600	от 380 до 1600
Диапазон измерений спектрального коэффициента направленного пропускания, %	От 0 до 100					
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения длины волны, нм	± 1,0					
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения спектрального коэффициента направленного пропускания, %	± 0,5					
Предел допускаемого относительного среднего квадратического отклонения случайной составляющей погрешности измерения спектрального коэффициента направленного пропускания, %	2,0					
Версия программного обеспечения EssentSoft, не ниже	v3.13					





**Приложение Б**  
(рекомендуемое)  
**Форма протокола поверки**

Наименование организации проводящей поверку \_\_\_\_\_

**ПРОТОКОЛ № \_\_\_\_\_**

поверки \_\_\_\_\_  
 тип \_\_\_\_\_ наименование средства измерений \_\_\_\_\_  
 № \_\_\_\_\_  
 Принадлежащего \_\_\_\_\_  
 Изготовитель \_\_\_\_\_ наименование организации \_\_\_\_\_  
 Место проведения поверки \_\_\_\_\_ наименование изготовителя \_\_\_\_\_  
 Дата проведения поверки \_\_\_\_\_ наименование организации \_\_\_\_\_  
 Методика поверки \_\_\_\_\_ с... по... \_\_\_\_\_  
 обозначение документа, по которому проводят поверку \_\_\_\_\_

Средства поверки

Таблица 1

Наименование средства измерений, тип	Заводской номер

Условия проведения поверки:  
 - температура окружающего воздуха, °С  
 - относительная влажность воздуха, %

Результаты поверки

1 Внешний осмотр \_\_\_\_\_  
 соответствует / не соответствует

2 Опробование \_\_\_\_\_  
 соответствует / не соответствует

2.1 Проверка функциональных возможностей спектрофотометра \_\_\_\_\_  
 соответствует / не соответствует

2.2 Проверка идентификации программного обеспечения

Версия: \_\_\_\_\_  
 соответствует / не соответствует



3 Определение метрологических характеристик

3.1 Определение абсолютной погрешности измерения длины волны

Таблица 2

Значение длины волны, соответствующее $j$ -му максимуму (минимуму) полосы пропускания фильтра, указанное в свидетельстве на фильтр ТАС-1 (С7), $\lambda_{ja}$ , нм	Результат единичного измерения длины волны $j$ -го максимума полосы пропускания, $\lambda_{j}$ , нм	Среднее арифметическое длин волн полос пропускания из измеренных 5-ти значений для каждого $j$ -го максимума $\bar{\lambda}_j$ , нм	Абсолютная погрешность измерения длины волны $\Delta\lambda_j$ , нм	Допускаемое значение абсолютной погрешности измерения длины волны $\Delta\lambda$ , нм

3.2 Определение абсолютной погрешности и относительного среднего квадратического отклонения случайной составляющей погрешности измерения СКНП

Таблица 3

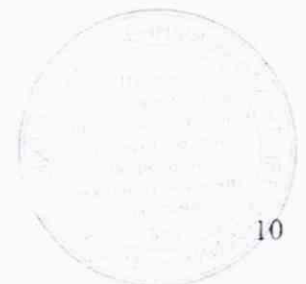
Длина волны, нм					
Номер светофильтра					
Значение СКНП $T_{att}$ , %					
$i$ -й результат наблюдения значения при измерении спектрального коэффициента направленного пропускания $T_{i}$ , %	1				
	2				
	3				
	4				
Среднее арифметическое результатов наблюдений в $i$ -ой точке диапазона измерения $\bar{T}_{\lambda}$ , %					
Абсолютная погрешность измерения спектрального коэффициента направленного пропускания $\Delta T_{\lambda}$ , %					
Допускаемое значение абсолютной погрешности измерения спектрального коэффициента направленного пропускания, %					
Относительное среднее квадратическое отклонение случайной составляющей погрешности (ОСКО) измерения спектрального коэффициента направленного пропускания, %					
Допускаемое значение относительного среднего квадратического отклонения случайной составляющей погрешности измерения спектрального коэффициента направленного пропускания, %					

Заключение: \_\_\_\_\_

Свидетельство (заключение о непригодности) № \_\_\_\_\_

Поверитель \_\_\_\_\_  
подпись

\_\_\_\_\_ расшифровка подписи



**Библиография**

- [1] Об осуществлении метрологической оценки в виде работ по государственной поверке средств измерений, утвержденные постановлением Госстандарта от 21 апреля 2021 г. № 40.

