

**Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии
Федеральное государственное унитарное предприятие
«Всероссийский научно-исследовательский институт метрологии
им. Д.И. Менделеева»**

**Уральский научно-исследовательский институт метрологии - филиал
Федерального государственного унитарного предприятия
«Всероссийский научно-исследовательский институт метрологии
им. Д.И. Менделеева»
(УНИИМ – филиал ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева»)**

СОГЛАСОВАНО

Директор УНИИМ – филиала

ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева»

Е.П. Соби́на



12/12 2025 г.

**«ГСИ. Спектрофотометры KREZOL-SPECTRUM.
Методика поверки»**

МП 35-251-2025

г. Екатеринбург

2025 г.

ПРЕДИСЛОВИЕ

1. РАЗРАБОТАНА Уральским научно-исследовательским институтом метрологии – филиалом Федерального государственного унитарного предприятия «Всероссийский научно-исследовательский институт метрологии им. Д.И. Менделеева» (УНИИМ – филиал ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева»)
2. ИСПОЛНИТЕЛЬ – вед. инженер. лаб. 251, Чунихина О.А.
3. СОГЛАСОВАНА директором УНИИМ – филиала ФГУП «ВНИИМ им.Д.И.Менделеева» в 2025 г.

СОДЕРЖАНИЕ

| | | |
|----|--|----|
| 1 | Общие положения..... | 4 |
| 2 | Нормативные ссылки..... | 4 |
| 3 | Перечень операций поверки средства измерений | 5 |
| 4 | Требования к условиям проведения поверки..... | 5 |
| 5 | Требования к специалистам, осуществляющим поверку | 5 |
| 6 | Метрологические и технические требования к средствам поверки | 6 |
| 7 | Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки | 6 |
| 8 | Внешний осмотр средства измерений | 6 |
| 9 | Подготовка к поверке и опробование средства измерений | 7 |
| 10 | Проверка программного обеспечения средства измерений | 7 |
| 11 | Определение метрологических характеристик средства измерений | 7 |
| 12 | Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям | 10 |
| 13 | Оформление результатов поверки | 11 |

1 Общие положения

1.1 Настоящая методика распространяется на спектрофотометры KREZOL-SPECTRUM (далее – спектрофотометры) и устанавливает методы и средства первичной и периодической поверок. Поверка спектрофотометров должна производиться в соответствии с требованиями настоящей методики.

1.2 При проведении поверки обеспечивается прослеживаемость спектрофотометров к ГЭТ 156-2015 «Государственный первичный эталон единиц спектральных коэффициентов направленного пропускания, диффузного и зеркального отражений в диапазоне длин волн от 0,2 до 20,0 мкм» путем применения рабочих эталонов в соответствии с государственной поверочной схемой, утвержденной приказом Росстандарта от 27.11.2018 г. № 2517 «Об утверждении государственной поверочной схемы для средств измерений спектральных, интегральных, редуцированных коэффициентов направленного пропускания, диффузного и зеркального отражений и оптической плотности в диапазоне длин волн от 0,2 до 20,0 мкм».

1.3 В настоящей методике поверки реализована поверка методом прямых измерений.

1.4 Настоящая методика поверки применяется для поверки спектрофотометров, используемых в качестве рабочих средств измерений. В результате поверки должны быть подтверждены метрологические требования, приведенные в таблице 1.

Таблица 1 – Метрологические характеристики

| Наименование характеристики | Значение для модификации | |
|--|--------------------------|----------------|
| | KR-V | KR-UV |
| Спектральный диапазон, нм | от 320 до 1100 | от 190 до 1100 |
| Пределы допускаемой абсолютной погрешности установки длин волн, нм | ±1,0 | |
| Диапазон измерений спектрального коэффициента направленного пропускания, % | от 0 до 100 | |
| Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений спектрального коэффициента направленного пропускания, % | ±1,0 | |

2 Нормативные ссылки

2.1 В настоящей методике поверки использованы ссылки на следующие документы:

- Приказ Росстандарта от 27.11.2018 № 2517 «Об утверждении государственной поверочной схемы для средств измерений спектральных, интегральных, редуцированных коэффициентов направленного пропускания, диффузного и зеркального отражений и оптической плотности в диапазоне длин волн от 0,2 до 20,0 мкм»;

- Приказ Министерства труда и Социальной защиты Российской Федерации от 15.12.2020 № 903н «Об утверждении Правил по охране труда при эксплуатации электроустановок»;

- ГОСТ 12.2.007.0-75 «Система стандартов безопасности труда. Изделия электротехнические. Общие требования безопасности».

3 Перечень операций поверки средства измерений

3.1 При поверке должны быть выполнены операции, указанные в таблице 2.

Таблица 2 – Операции поверки

| Наименование операции | Обязательность проведения операций при | | Номер раздела (пункта) методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки |
|---|--|-----------------------|--|
| | первичной поверке | периодической поверке | |
| Внешний осмотр | да | да | 8 |
| Подготовка к поверке и опробование | да | да | 9 |
| Проверка программного обеспечения | да | да | 10 |
| Определение метрологических характеристик средства измерений | - | - | 11 |
| Определение абсолютной погрешности измерений спектрального коэффициента направленного пропускания | да | да | 11.1 |
| Проверка диапазона измерений спектрального коэффициента направленного пропускания | да | да | 11.2 |
| Проверка спектрального диапазона | да | нет | 11.2 |
| Определение абсолютной погрешности установки длин волн | да | да | 11.3 |
| Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям | да | да | 12 |

3.2 В случае невыполнения требований хотя бы к одной из операций, поверка спектрофотометра прекращается, и выполняются операции по п. 13 настоящей методики поверки.

4 Требования к условиям проведения поверки

4.1 При проведении поверки должны быть соблюдены следующие условия:

- температура окружающей среды, °С от +15 до +30
- относительная влажность, %, не более 80

4.2 В помещении, где проводится поверка, должны отсутствовать вибрации и сильные потоки воздуха, мешающие нормальной работе спектрофотометра, отклонения от рабочего положения, а также не допускается наличие пыли и паров агрессивных веществ, вызывающих коррозию.

5 Требования к специалистам, осуществляющим поверку

5.1 К проведению работ по поверке спектрофотометров допускаются лица, прошедшие обучение в качестве поверителя, изучившие руководство по эксплуатации на спектрофотометр (далее – РЭ), руководство пользователя на программное обеспечение (далее – РП) (при комплектации спектрофотометра внешним программным обеспечением) и настоящую методику поверки, прошедшие инструктаж по технике безопасности в установленном порядке и имеющие навыки работы со средствами измерений, основанными на спектрофотометрических методах.

Для получения экспериментальных данных со спектрофотометра допускается участие сервис-инженера или оператора, обслуживающего средство измерений.

6 Метрологические и технические требования к средствам поверки

6.1 При проведении поверки применяют оборудование согласно таблице 3.

Таблица 3 – Средства поверки

| Операции поверки, требующие применения средств поверки | Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки | Перечень рекомендуемых средств поверки |
|---|--|---|
| п. 9 Подготовка к поверке и опробование средства измерений | Средства измерений температуры окружающей среды в диапазоне измерений от плюс 15 °С до плюс 30 °С, с абсолютной погрешностью не более ± 1 °С; Средства измерений относительной влажности воздуха в диапазоне измерений относительной влажности до 80 %, с абсолютной погрешностью не более ± 3 % | Термогигрометры электронные «CENTER» моделей 316, 317, рег. № 22129-09 |
| п.11 Определение метрологических характеристик средства измерений | Рабочий эталон в соответствии с государственной поверочной схемой, утвержденной приказом Росстандарта от 27.11.2018 г. № 2517: - диапазон измерений спектрального коэффициента направленного пропускания от 1 % до 94 %; - пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений спектрального коэффициента направленного пропускания $\pm 0,5$ %; - значения длин волн максимумов полос поглощения от 426 до 690 нм; - пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения длин волн максимумов полос поглощения $\pm 0,5$ нм | Комплект светофильтров КС-105, рег. № 22054-16; Комплект светофильтров КНС-10.5, рег. № 43463-09 |

Примечание – Допускается использовать при поверке другие утвержденные и аттестованные эталоны единиц величин, средства измерений утвержденного типа и поверенные, удовлетворяющие метрологическим требованиям, указанным в таблице.

6.2 Средства измерений, применяемые для поверки, должны быть поверены.

7 Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки

7.1 При проведении поверки должны быть соблюдены требования Приказа Министерства труда и Социальной защиты Российской Федерации от 15.12.2020 № 903н «Об утверждении Правил по охране труда при эксплуатации электроустановок», требования ГОСТ 12.2.007.0.

8 Внешний осмотр средства измерений

8.1 При внешнем осмотре устанавливают:

- соответствие внешнего вида спектрофотометра сведениям, приведенным в описании типа;

- наличие обозначения и серийного номера, четкость маркировки, наличие предусмотренных пломб, а также отсутствие повреждений и дефектов, влияющих на работоспособность спектрофотометра.

8.2 В случае, если при внешнем осмотре спектрофотометра выявлены повреждения или дефекты, способные оказать влияние на безопасность проведения поверки или результаты поверки, поверка прекращается, спектрофотометр бракуется.

9 Подготовка к поверке и опробование средства измерений

9.1 Проводят контроль условий поверки с помощью термогигрометра в соответствии с п.6.1 настоящей методики поверки.

9.2 Перед проведением поверки следует выдержать спектрофотометр не менее 60 минут во включенном состоянии.

9.3 Перед проведением поверки спектрофотометр готовят к работе в соответствии с РЭ, проверяют работоспособность органов управления и регулировки спектрофотометра.

9.4 При включении спектрофотометра должны отсутствовать сообщения об ошибках.

9.5 Средства измерений, используемые при поверке, подготавливают согласно их эксплуатационной документации.

10 Проверка программного обеспечения средства измерений

10.1 Проводят проверку идентификационных данных встроенного программного обеспечения (далее – ПО) спектрофотометра.

Для спектрофотометров с ЖК-дисплеем идентификационные данные ПО невозможно идентифицировать.

Для спектрофотометров с сенсорным экраном информация о номере версии встроенного ПО отображается при включении спектрофотометра в левом нижнем углу экрана. Номер версии ПО должен соответствовать данным, приведенным в таблице 4.

Таблица 4 - Идентификационные данные встроенного ПО

| Идентификационные данные (признаки) | Значение |
|---|----------|
| Идентификационное наименование ПО | - |
| Номер версии (идентификационный номер) ПО | 25XXXX* |
| Цифровой идентификатор ПО | - |

* «X» не относится к метрологически значимой части ПО и принимает значение от 0 до 9

10.2 Проводят проверку идентификационных данных внешнего ПО спектрофотометра в том случае, если спектрофотометр укомплектован внешним ПО по требованию заказчика.

Информация об идентификационном наименовании и номере версии внешнего ПО для спектрофотометров определяется при выборе в меню внешнего ПО вкладки «Help» → «About». Идентификационное наименование и номер версии внешнего ПО должны соответствовать данным, приведенным в таблице 5.

Таблица 5 - Идентификационные данные внешнего ПО

| Идентификационные данные (признаки) | Значение | |
|---|-----------------------------------|----------|
| | Идентификационное наименование ПО | UV Basic |
| Номер версии (идентификационный номер) ПО | V1.X.X* | V1.X.X* |
| Цифровой идентификатор ПО | - | - |

* «X» не относится к метрологически значимой части ПО и принимает значение от 0 до 999

11 Определение метрологических характеристик средства измерений

11.1 Определение абсолютной погрешности измерений спектрального коэффициента направленного пропускания

11.1.1 Определение абсолютной погрешности измерений спектрального коэффициента направленного пропускания проводят с использованием светофильтров со значениями спектрального коэффициента направленного пропускания из комплекта светофильтров.

11.1.2 Определение абсолютной погрешности измерений спектрального коэффициента направленного пропускания для спектрофотометров проводят с помощью встроенного ПО или внешнего ПО.

11.1.3 Общие требования к проведению измерений

11.1.3.1 Руководствуясь РЭ, с помощью клавиатуры (или сенсорного экрана) спектрофотометра, управляемого встроенным ПО, или руководствуясь РП на внешнее ПО UV Basic, главным в меню спектрофотометра выбирают режим измерения спектрального коэффициента направленного пропускания. Устанавливают длину волны, значение которой соответствует началу спектрального диапазона спектрофотометра. Проводят калибровку нуля с пустым кюветным отделением.

11.1.3.2 Поочередно устанавливают светофильтры, имеющие значения коэффициентов направленного пропускания в начале, в середине и в конце диапазона измерений спектрального коэффициента направленного пропускания в кюветное отделение и проводят измерения спектрального коэффициента направленного пропускания на заданной длине волны. Выполняют не менее двух измерений на заданной длине волны, каждый раз вновь устанавливая светофильтр в кюветное отделение спектрофотометра и проводя предварительное обнуление.

11.1.3.3 Проводят операции по п.11.1.3.1 - 11.1.3.2 при длинах волн, значения которых соответствуют середине спектрального диапазона и концу спектрального диапазона.

11.1.4 Рекомендуемый выбор светофильтров

11.1.4.1 При использовании комплекта светофильтров КС-105 выбирают светофильтры: из стекла КУВИ: 90 %; 50 %; 10 %;

- для спектрофотометров модификации KR-UV измерения проводят на длинах волн: 220 нм, 400 нм, 550 нм, 750 нм, 1100 нм;

- для спектрофотометров модификации KR-V измерения проводят на длинах волн: 400 нм, 550 нм, 750 нм, 1100 нм.

11.1.4.2 При использовании комплекта светофильтров КНС-10.5 выбирают светофильтры:

- светофильтр №1, светофильтр №2 или №3, светофильтр №4 или №5, светофильтр №7 или №8. Дополнительно для проведения измерений при установке длины волны 250 нм для спектрофотометров модификации KR-UV, а также для проведения измерений при установке длины волны 1000 нм для спектрофотометров всех модификаций выбирают светофильтр №9, светофильтр №10 или №11;

- для спектрофотометров модификации KR-UV измерения проводят на длинах волн: 250 нм, 400 нм, 550 нм, 750 нм, 1000 нм;

- для спектрофотометров модификации KR-V измерения проводят на длинах волн: 400 нм, 550 нм, 750 нм, 1000 нм.

11.1.5 Определение абсолютной погрешности измерений спектрального коэффициента направленного пропускания для спектрофотометров с помощью встроенного ПО

11.1.5.1 Руководствуясь РЭ, в главном меню выбирают режим измерения коэффициента направленного пропускания, устанавливают длину волны, значение которой соответствует началу спектрального диапазона спектрофотометра. Проводят калибровку нуля с пустым кюветным отделением (0Abs/100%T).

11.1.5.2 Устанавливают поочередно светофильтры, имеющие значения коэффициентов направленного пропускания в начале, середине и конце диапазона измерений спектрального коэффициента направленного пропускания в кюветное отделение и проводят измерения спектрального коэффициента направленного пропускания на заданной длине волны. Выполняют не менее двух измерений для каждого светофильтра, каждый раз вновь устанавливая светофильтр в кюветное отделение спектрофотометра и проводя калибровку нуля.

11.1.5.3 Повторяют операции п.11.1.5.1 - п. 11.1.5.2 при длинах волн, значения которых соответствуют середине спектрального диапазона и концу спектрального диапазона.

11.1.6 Определение абсолютной погрешности измерений спектрального коэффициента направленного пропускания для спектрофотометров с помощью внешнего ПО UV Basic и UV Professional

11.1.6.1 Руководствуясь РП на ПО, на панели управления работой спектрофотометра выбирают вкладку «Установка длины волны», устанавливают длину волны, значение которой соответствует началу спектрального диапазона спектрофотометра. Проводят калибровку нуля с пустым кюветным отделением (0Abs/100%Т). Далее проводят операции по п. 11.1.3.2-11.1.3.3. Светофильтры и устанавливаемые длины волн выбирают, руководствуясь п.11.1.4.

Примечание – Для спектрофотометров с помощью внешнего ПО UV Professional допускается проводить измерения на нескольких длинах волн. Для этого выбирают метод «Измерения на нескольких длинах волн» («Multi Wavelength»), выбирают длины волн таким образом, чтобы значения были равномерно распределены внутри спектрального диапазона поверяемого спектрофотометра. Проводят калибровку нуля с пустым кюветным отделением (0Abs/100%Т). Выбирают светофильтры, руководствуясь п. 11.1.4.

11.2 Проверка диапазона измерений спектрального коэффициента направленного пропускания и спектрального диапазона

11.2.1 Проверку диапазона измерений спектрального коэффициента направленного пропускания и спектрального диапазона проводят одновременно с определением абсолютной погрешности измерений спектрального коэффициента направленного пропускания по п.11.1.

11.3 Определение абсолютной погрешности установки длин волн

11.3.1 Определение абсолютной погрешности установки длины волны проводят с использованием светофильтра ПС7 из комплекта светофильтров, со значениями длин волн максимумов полос поглощения, находящихся в начале, середине и конце спектрального диапазона.

11.3.2 Определение абсолютной погрешности установки длины волны для спектрофотометров проводят с помощью встроенного ПО или внешнего ПО.

11.3.3 Рекомендуемый выбор номинальных значений длин волн максимумов полос поглощения

11.3.3.1 При использовании комплекта светофильтров КС-105: (431±5) нм, (586±5) нм, (684±5) нм.

11.3.3.2 При использовании комплекта светофильтров КНС-10.5: (431±5) нм, (530±5) нм, (685±5) нм.

11.3.4 Определение абсолютной погрешности установки длин волн для спектрофотометров, не имеющих функцию автоматического сканирования спектра (с помощью встроенного ПО и с помощью внешнего ПО UV Basic)

11.3.4.1 Руководствуясь РЭ, с помощью клавиатуры (или сенсорного экрана) спектрофотометра, управляемого встроенным ПО, или руководствуясь РП на внешнее ПО UV Basic, в главном меню спектрофотометра выбирают режим измерения оптической плотности, устанавливают длину волны (для спектрофотометров с помощью встроенного ПО: на панели управления выбирают «длина волны», нажатием кнопок «вверх»/«вниз» устанавливают требуемое значение длины волны, нажимают «ввод»; для спектрофотометров с помощью внешнего ПО: выбирают вкладку «Установка длины волны»), значение которой на 2 нм меньше действительного значения длины волны максимума полосы поглощения светофильтра, указанного в протоколе поверки на светофильтр, проводят калибровку нуля («0Abs/100%Т»). Устанавливают светофильтр ПС7 в кюветное отделение и проводят измерение оптической плотности. Далее последовательно изменяя длину волны на шаг (0,2 - 0,5) нм до значения на 2 нм больше действительного значения длины волны максимума полосы поглощения светофильтра, указанного в протоколе поверки, проводят измерения оптической плотности при каждой смене длины волны. Находят значение длины волны максимума полосы поглощения (соответствующее максимальному значению оптической плотности).

Примечание – Если при определении абсолютной погрешности установки длин волн для спектрофотометров, не имеющих функцию автоматического сканирования спектра и соответственно не имеющих автоматического поиска пиков, получают серию одинаковых значений максимумов оптической плотности, то находят среднее арифметическое значение длин волн для этих значений и принимают за λ_{ij} - j -ое измеренное значение i -ой длины волны максимума полосы поглощения светофильтра, нм.

11.3.4.2 Операции п.11.3.4.1 повторяют еще раз.

11.3.4.3 Проводят операции по п.11.3.4.1 - 11.3.4.2 для значений длин волн максимумов полос поглощения, указанных в протоколе поверки на светофильтр, находящихся в других частях спектрального диапазона спектрофотометра.

11.3.5 Определение абсолютной погрешности установки длин волн для спектрофотометров, имеющих функцию автоматического сканирования спектра (с помощью внешнего ПО UV Professional)

11.3.5.1 Руководствуясь РП на внешнее ПО UV Professional, в главном меню выбирают режим «Сканирование по длинам волн» («Wavelength Scan»), режим измерения оптической плотности, вводят нижнюю границу сканирования ($\lambda_n = \lambda_A - 2$ нм, где λ_A - действительное значение длины волны максимума полосы поглощения светофильтра, указанное в протоколе поверки на светофильтр, нм) и верхнюю границу сканирования ($\lambda_b = \lambda_A + 2$ нм, где λ_A - действительное значение длины волны максимума полосы поглощения светофильтра, указанное в протоколе поверки на светофильтр, нм) (например: задают диапазон длин волн от 429,0 до 433,0 нм, если действительное значение длины волны максимума полосы поглощения светофильтра, указанное в протоколе поверки на светофильтр, 431,0 нм), минимальный шаг сканирования, среднюю скорость сканирования. Проводят обнуление «0Abs/100%Т». Устанавливают светофильтр ПС7 в кюветное отделение. Проводят сканирование спектра в заданном диапазоне. Находят значение длины волны максимума полосы поглощения (соответствующее максимальному значению оптической плотности), нажав «Search Peak» (Поиск пиков).

11.3.5.2 Операции п.11.3.5.1 повторяют еще раз.

11.3.5.3 Проводят операции по п.11.3.5.1 - п.11.3.5.2 для значений длин волн максимумов полос поглощения, указанных в протоколе поверки на светофильтр, находящихся в других частях спектрального диапазона спектрофотометра.

12 Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

12.1 По результатам измерений по п.11.1 рассчитывают абсолютную погрешность измерений спектрального коэффициента направленного пропускания по формуле

$$\Delta_{T_{ijk}} = T_{ijk} - T_{dik}, \quad (1)$$

где T_{ijk} - j -ый результат измерения спектрального коэффициента направленного пропускания i -го светофильтра на k -ой длине волны, %;

T_{dik} - действительное значение спектрального коэффициента направленного пропускания i -го светофильтра на k -ой длине волны, указанное в протоколе поверки на светофильтры, %.

12.2 Полученные значения абсолютной погрешности измерений спектрального коэффициента направленного пропускания по формуле (1) не должны превышать значений, указанных в таблице 1.

12.3 За диапазон измерений спектрального коэффициента направленного пропускания принимают диапазон, приведенный в таблице 1, если по п.12.1 получены положительные результаты.

12.4 За спектральный диапазон принимают диапазон, приведенный в таблице 1, если по п.12.1 получены положительные результаты.

12.5 По результатам измерений по п.11.3 рассчитывают абсолютную погрешность установки длин волн по формуле

$$\Delta\lambda_{ij} = \lambda_{ij} - \lambda_{A_i}, \quad (2)$$

где λ_{ij} – j -ое измеренное значение i -ой длины волны максимума полосы поглощения светофильтра, нм;

λ_{A_i} – действительное значение i -ой длины волны максимума полосы поглощения светофильтра, указанное в протоколе поверки на светофильтр, нм.

Примечание – При определении абсолютной погрешности установки длин волн для спектрофотометров, не имеющих функцию автоматического сканирования спектра, при расчетах действительное значение длины волны максимума полосы поглощения светофильтра, указанное в протоколе поверки на светофильтр, округляют до целого числа.

12.6 Полученные значения абсолютной погрешности установки длин волн по формуле (2) не должны превышать значений, указанных в таблице 1.

13 Оформление результатов поверки

13.1 Результаты поверки оформляются протоколом в произвольной форме.

13.2 При положительных результатах поверки спектрофотометр признают пригодным к применению.

13.3 Нанесение знака поверки на спектрофотометры не предусмотрено.

13.4 При отрицательных результатах поверки спектрофотометр признают непригодным к применению.

13.5 По заявлению владельца средства измерений или лица, представившего его на поверку, аккредитованное на поверку лицо, проводившее поверку, в случае положительных результатов поверки выдает свидетельство о поверке или в случае отрицательных результатов поверки выдает извещения о непригодности к применению средства измерений.

13.6 Сведения о результатах поверки передают в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений в соответствии с установленным порядком.

Ведущий инженер лаб. 251 УНИИМ – филиала
ФГУП «ВНИИМ им.Д.И.Менделеева»



О.А. Чунихина