

СОГЛАСОВАНО



Заместитель директора
ФГБУ «ВНИИОФИ»

Е.А. Гаврилова

«22» апреля 2025 г.

**«ГСИ. Спектрофотометры МС 311.
Методика поверки»
МП 010.Д4-25**

Главный метролог
ФГБУ «ВНИИОФИ»

С.Н. Негода

«22» апреля 2025 г.

Москва
2025 г.

1 Общие положения

Настоящая методика поверки распространяется на Спектрофотометры МС 311 (далее – спектрофотометры), предназначенные для измерений спектрального коэффициента направленного пропускания и регистрации спектров пропускания и поглощения жидких и твердых прозрачных образцов в рабочей области спектра от 800 до 3200 нм, и устанавливает методы и средства их первичной и периодической поверки.

По итогам проведения поверки должна обеспечиваться прослеживаемость согласно:

- государственной поверочной схеме, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии № 2517 от 27.11.2018 «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» к Государственному первичному эталону единиц спектральных коэффициентов направленного пропускания, диффузного и зеркального отражений в диапазоне длин волн от 0,2 до 20,0 мкм ГЭТ 156-2015.

Поверка спектрофотометров выполняется методом прямых измерений.

Метрологические характеристики спектрофотометров указаны в таблице 1.

Таблица 1 - Метрологические характеристики

Наименование характеристики	Значение
Диапазон измерений спектрального коэффициента направленного пропускания (СКНП), абс. ед. (%)	от 0,010 до 0,940 (от 1,0 до 94,0)
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений СКНП, абс. ед. (%)	$\pm 0,012 (\pm 1,2)$
Предел допускаемого абсолютного среднеквадратического отклонения измерений СКНП, %	0,5
Спектральный диапазон измерений, нм	от 850,0 до 2500,0
Пределы допускаемой абсолютной погрешности установки длины волны, нм	$\pm 1,5$

2 Перечень операций поверки средства измерений

2.1 При проведении первичной и периодической поверок должны быть выполнены операции, указанные в таблице 2.

Таблица 2 – Операции поверки

Наименование операции поверки	Обязательность выполнения операций поверки при		Номер раздела (пункта) методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки
	первичной поверке	периодической поверке	
Внешний осмотр средства измерений	Да	Да	7
Подготовка к поверке и опробование средства измерений	Да	Да	8
Проверка программного обеспечения средства измерений	Да	Да	9
Определение метрологических характеристик средства измерений			10

Наименование операции поверки	Обязательность выполнения операций поверки при		Номер раздела (пункта) методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки
	первичной поверке	периодической поверке	
Проверка диапазона измерений спектрального коэффициента направленного пропускания (СКНП), определение абсолютной погрешности измерений СКНП, определение абсолютного СКО измерений СКНП	Да	Да	10.1
Проверка спектрального диапазона измерений, определение абсолютной погрешности установки длины волны	Да	Да	10.2
Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	Да	Да	11

2.2 При получении отрицательных результатов при проведении хотя бы одной операции поверка прекращается.

2.3 Первичная (периодическая) поверка, проводится на основании письменного заявления владельца средств измерений или лица, представившего их на поверку, оформленного в произвольной форме.

2.4 Допускается проведение периодической поверки только в части проверки диапазона измерений СКНП, определения абсолютной погрешности измерений СКНП, определения абсолютного СКО измерений СКНП спектрофотометров в соответствии с заявлением владельца средства измерений, с обязательным указанием информации об объеме проведенной поверки в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений, а также в Свидетельстве о поверке в случае его выдачи.

3 Требования к условиям проведения поверки

3.1 При проведении поверки следует соблюдать следующие условия:

- температура окружающего воздуха, °С от плюс 15 до плюс 25
- относительная влажность воздуха, %, не более 70
- атмосферное давление, кПа от 94,0 до 106,0

Примечание – При определении метрологических характеристик спектрофотометров необходимо соблюдать условия эксплуатации эталонного оборудования.

4 Требования к специалистам, осуществляющим поверку

4.1 К проведению поверки допускаются лица:

- прошедшие обучение на право проведения поверки по требуемому виду измерений и знающие основы метрологического обеспечения средств измерений;
- изучившие настоящую методику поверки, руководство по эксплуатации (далее – РЭ) на спектрофотометры и руководство пользователя (далее – РП) специализированного программного обеспечения «PSI-MC 2» для спектрофотометров серии MC.

4.2 Поверку средства измерений осуществляют аккредитованные в области обеспечения единства измерений юридические лица и индивидуальные предприниматели.

5 Метрологические и технические требования к средствам поверки

5.1 При проведении первичной и периодической поверок применяются средства поверки, указанные в таблице 3.

Таблица 3 – Средства поверки

Операция поверки, требующая применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
п. 10 Определение метрологических характеристик (п.10.1)	Средства измерений температуры окружающей среды в диапазоне от плюс 15 до плюс 25 °С с абсолютной погрешностью не более 0,2 °С; Средства измерений относительной влажности воздуха в диапазоне от 5 до 97 % с абсолютной погрешностью не более 3 %; Средства измерений атмосферного давления в диапазоне от 84 до 110 кПа с абсолютной погрешностью не более 0,13 кПа	Измеритель параметров микроклимата «Метеоскоп-М», рег. № 32014-11
п. 10 Определение метрологических характеристик	Рабочий эталон согласно 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, утверждённой приказом Росстандарта № 2517 от 27.11.2018 Диапазон спектральных коэффициентов направленного пропускания от 0,01 до 0,94 в диапазоне длин волн от 850 до 2500 нм ; Пределы допускаемых абсолютных погрешностей спектральных коэффициентов направленного пропускания $\pm 0,005$ Пределы допускаемой абсолютной погрешности воспроизведения длин волн максимумов полос поглощения $\pm 0,3$ нм	Комплект светофильтров КНС-10.5 ¹⁾ рег. № 65272-16
¹⁾ Действительные (номинальные) значения СКНП (оптической плотности) для каждого светофильтра указываются в протоколе поверки		

5.2 Допускается применение других средств поверки, не приведенных в таблице 3, но обеспечивающих определение метрологических характеристик поверяемого средства измерений с требуемой точностью.

6 Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки

6.1 При проведении поверки следует соблюдать требования, установленные ГОСТ 12.1.040-83, правилами по охране труда при эксплуатации электроустановок, указанных в приложении к приказу Министерства труда и социальной защиты РФ от 15.12.2020 № 903н. Воздух рабочей зоны должен соответствовать ГОСТ 12.1.005-88 при температуре помещения, соответствующей условиям испытаний для легких физических работ.

6.2 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.

6.3 При проведении поверки должны быть соблюдены требования безопасности, приведенные в РЭ на спектрофотометры.

7 Внешний осмотр средства измерений

7.1 Проверку внешнего вида спектрофотометра проводят путем визуального осмотра. Проводят сравнение фотографических изображений, приведенных в описании типа на данный спектрофотометр, и образца, представленного на поверку.

7.2 Провести визуальный осмотр спектрофотометра на отсутствие видимых повреждений, влияющих на его работоспособность. Убедиться в наличии маркировки с ясным указанием типа и серийного номера спектрофотометра.

7.3 Проверить комплектность спектрофотометра (без запасных частей и расходных материалов) на соответствие требованиям, указанным в описании типа на данный спектрофотометр.

7.4 Спектрофотометр считают прошедшим операцию поверки, если:

- внешний вид спектрофотометра соответствует изображениям, указанным в описании типа на данный спектрофотометр;
- корпус, внешние элементы, элементы управления и индикации не повреждены;
- комплектность соответствует разделу «Комплектность», указанному в описании типа на данный спектрофотометр;
- маркировка спектрофотометра содержит сведения о типе и серийном номере прибора.

8 Подготовка к поверке и опробование средства измерений

8.1 Опробование спектрофотометров включает в себя следующие операцию проверки выхода на рабочий режим.

8.1.1 Подготовить спектрофотометр к использованию в соответствии с подразделами 2.1.2 и 2.1.3 РЭ, а также, при необходимости, выполнить действия, указанные в разделах 3 и 4 РП программного обеспечения.

8.1.2 Включить сетевой выключатель на боковой панели спектрофотометра. При этом начнет светиться индикатор на передней панели спектрофотометра. Дождаться окончания процедуры внутренней калибровки спектрофотометра в течение 2 мин.

8.1.3 Запустить на внешнем персональном компьютере (в дальнейшем – ПК) специализированное программное обеспечение (в дальнейшем – ПО) «PSI-MC 2», начнется загрузка ПО. Во время загрузки ПО на экране монитора появляется основной логотип и выдается краткая информация о ходе загрузки ПО. Внешний вид логотипа показан на рисунке 1.



Рисунок 1 – Внешний вид логотипа при загрузке ПО

8.1.4 После инициализации спектрофотометра на мониторе ПК появится Главное окно программы, внешний вид которого показан на рисунке 2.

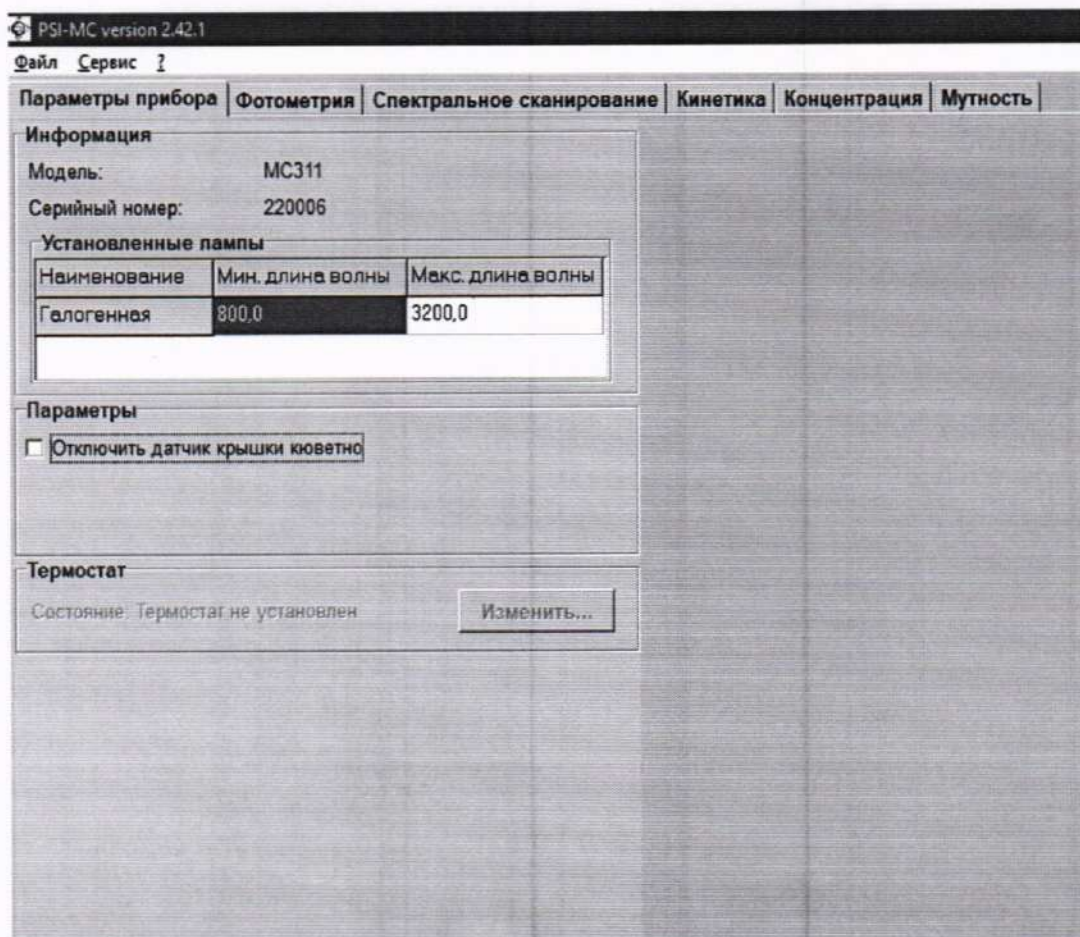


Рисунок 2 – Внешний вид Главного окна программы

8.1.5 Прогреть спектрофотометр в течение 1 ч. Спектрофотометр готов к использованию.

8.2 Спектрофотометр считают прошедшим операцию опробования, если:

– спектрофотометр вышел на рабочий режим в полном соответствии с РЭ, отсутствуют сообщения об ошибках при запуске спектрофотометра.

9 Проверка программного обеспечения средства измерений

9.1 Проверить соответствие идентификационных данных ПО сведениям, приведенным в описании типа на спектрофотометр.

Спектрофотометры имеют ПО, установленное на внешнем ПК. Наименование и версия ПО располагаются в центре окна ПО при загрузке спектрофотометров. Проверку ПО осуществляют путём сравнения наименования и версии ПО, указанных в окне ПО при загрузке спектрофотометров (см. рис. 3), со значениями, приведёнными в таблице 4 настоящей методики проверки.



Рисунок 3 – Внешний вид информационного окна

Таблица 4– Идентификационные данные (признаки) ПО спектрофотометра

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Идентификационное наименование ПО	PSI-MC 2
Номер версии (идентификационный номер) ПО, не ниже	2.44.1
Цифровой идентификатор ПО	-

9.2 Спектрофотометр считается прошедшим операцию поверки с положительным результатом, если идентификационные данные ПО соответствуют значениям, приведенным в таблице 4.

10 Определение метрологических характеристик средства измерений

10.1 Проверка диапазона измерений спектрального коэффициента направленного пропускания (СКНП), определение абсолютной погрешности измерений СКНП, определение абсолютного среднеквадратического отклонения измерений СКНП

10.1.1 Проверить соответствие условий окружающей среды условиям, указанным в п. 3.1, с помощью средств измерений температуры окружающей среды, влажности, атмосферного давления, указанных в таблице 3.

10.1.2 Проверку диапазона измерений СКНП совмещают с операцией определения абсолютной погрешности измерений СКНП, среднеквадратического отклонения измерений СКНП.

10.1.3 Проверку осуществляют с помощью светофильтров №№1, 10, 11, 12, 3, 5, 8 из комплекта светофильтров КНС-10.5 или других комплектов светофильтров, представляющих собой рабочий эталон согласно 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, утверждённой приказом Росстандарта № 2517 от 27.11.2018 (далее - РЭ СКНП), для которых в протоколе поверки или аттестации в качестве эталона, указаны значения СКНП в спектральном диапазоне от 850 до 2500 нм.

10.1.4 В соответствии с разделом 2 РЭ установить в кюветное отделение спектрофотометра держатель кювет K100 для установки кювет с наружными размерами от 12,5 × 12,5 мм до 12,5 × 102,5 мм высотой 45 мм.

10.1.5 В соответствии с разделом 7 РП в закладке «Фотометрия» установить необходимые режимы и параметры работы:

- | | |
|-----------------------------------|---|
| – тип щели | спектральная; |
| – ширина щели, нм | 5,0; |
| – длины волн проведения измерений | 1000, 1500, 2000, 2500 нм для светофильтров №№ 1, 10, 11, 12; |
| – длины волн проведения измерений | 850 нм для светофильтров №№ 1, 3, 5, 8; |
| – количество повторов измерений | 1. |

10.1.6 Измерить нулевые (базовые) значения на установленных длинах волн в соответствии с разделом 7 РП.

10.1.7 Установить в кюветное отделение светофильтр № 1 и произвести измерение коэффициентов пропускания на заданных длинах волн в соответствии с разделом 6 РП. Записать полученные значения в протокол поверки и достать светофильтр.

10.1.8 Повторить п.10.1.7 еще 9 раз.

10.1.9 В соответствии с п. 10.1.7 – 10.1.8 провести измерения СКНП для остальных светофильтров, указанных в п. 10.1.5.

10.1.10 Провести обработку результатов измерений в соответствии с п. 11.

10.2 Проверка спектрального диапазона измерений, определение абсолютной погрешности установки длины волны

10.2.1 Проверку спектрального диапазона измерений совмещают с операцией определения абсолютной погрешности установки длины волны.

10.2.2 Определение проводится с использованием светофильтров НГТ из комплекта светофильтров КНС-10.5.

10.2.3 При необходимости, в соответствии с разделом 2 РЭ установить в кюветное отделение спектрофотометра держатель кювет К100 для установки кювет с наружными размерами от 12,5 × 12,5 мм до 12,5 × 102,5 мм высотой 45 мм.

10.2.4 В соответствии с разделом 8 РП в закладке «Спектральное сканирование» установить необходимые режимы и параметры работы:

- | | |
|---|-------------------|
| – тип щели | спектральная; |
| – ширина щели, нм | 9,0; |
| – диапазон спектрального сканирования | от 875 до 885 нм; |
| – шаг спектрального сканирования | 0,2 нм; |
| – скорость спектрального сканирования | «медленно»; |
| – переключатель «Обратное сканирование» | «выключен». |

10.2.5 Измерить спектр поглощения светофильтра НГТ в заданном диапазоне спектрального сканирования в соответствии с разделом 8 РП.

10.2.6 Определить длину волны максимума поглощения светофильтра НГТ и записать полученное значение.

10.2.7 Выполнить операции согласно пп.10.2.3 – 10.2.5 для следующих диапазонов спектрального сканирования: от 1565 до 1575; от 1725 до 1735; от 2291 до 2301 нм и ширины щели 5,0 нм.

10.2.8 Провести обработку результатов измерений в соответствии с п. 11.

11 Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

11.1 Обработка результатов измерений СКНП

11.1.1 Для перевода значений СКНП из абс.ед. в %, полученные значения умножить на 100.

11.1.2 Рассчитать среднее арифметическое значение СКНП, \bar{T} , %, для каждого светофильтра на каждой длине волны по формуле

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

где T_i – измеренное значение СКНП для каждого светофильтра на каждой длине волны, %;

n – число измерений, равное 10.

11.1.3 Рассчитать значение абсолютной погрешности каждой серии измерений СКНП для каждой длины волны, Δ_T , %, по формуле

$$\Delta_T = \bar{T} - T_{ат}, \quad (2)$$

где $T_{ат}$ – действительные значения СКНП светофильтров на заданной длине волны, указанные в свидетельстве (протоколе) поверки или свидетельстве об аттестации на светофильтры.

11.1.4 Рассчитать значение среднеквадратического отклонения измерений СКНП на каждой заданной длине волны по формуле

$$\sigma_T = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (T_i - \bar{T})^2}{(n - 1)}} \quad (3)$$

11.2 Обработка результатов измерений для определения абсолютной погрешности установки длины волны

11.2.1 Рассчитать для каждого диапазона сканирования, указанного в п. 10.2.4 и 10.2.7, значение абсолютной погрешности установки длины волны, Δ_λ , нм, по формуле

$$\Delta_\lambda = \lambda_{изм} - \lambda_{ат} \quad (4)$$

где $\lambda_{изм}$ – длина волны максимума поглощения светофильтра НГТ в заданном диапазоне сканирования, полученная при измерении, нм;

$\lambda_{ат}$ – длина волны максимума поглощения, указанная в протоколе поверки светофильтра НГТ, нм.

11.3 Спектрофотометр считается выдержавшим операцию поверки с положительным результатом, если:

- диапазон измерений спектрального коэффициента направленного пропускания (СКНП) составляет от 0,010 до 0,940 (от 1,0 до 94,0) абс. ед. (%);
- абсолютная погрешность измерений СКНП не более $\pm 0,012$ ($\pm 1,2$) абс. ед. (%) в спектральном диапазоне измерений от 850,0 до 2500,0, абсолютное среднеквадратическое отклонение измерений СКНП не более 0,5 %;
- спектральный диапазон измерений от 850 до 2500 нм
- абсолютная погрешность установки длины волны не более $\pm 1,5$ нм

12 Оформление результатов поверки

12.1 Результаты поверки оформляются протоколом поверки. Рекомендуемая форма протокола поверки приведена в приложении А. Протокол может храниться на электронных носителях.

12.2 Спектрофотометры считаются прошедшими поверку с положительным результатом и допускаются к применению, если все операции поверки пройдены с положительным результатом, а также соблюдены требования по защите средства измерений от несанкционированного вмешательства. В ином случае спектрофотометры считаются прошедшими поверку с отрицательным результатом и не допускаются к применению.

12.3 По заявлению владельца средства измерений или лица, представившего его на поверку, с учетом требований методики поверки аккредитованное на поверку лицо, проводившее поверку, в случае положительных результатов поверки (подтверждено соответствие средства измерений метрологическим требованиям) выдает свидетельство о поверке, оформленное в соответствии с требованиями к содержанию свидетельства о поверке, утвержденными приказом Министерства промышленности и торговли Российской Федерации от 31.07.2020 № 2510.

Допускается нанесение знака поверки на переднюю панель спектрофотометров.

12.4 По заявлению владельца средства измерений или лица, представившего его на поверку, с учетом требований методики поверки аккредитованное на поверку лицо, проводившее поверку, в случае отрицательных результатов поверки (не подтверждено соответствие средства измерений метрологическим требованиям) выдает извещения о непригодности к применению средства измерений.

12.5 Сведения о результатах поверки (как положительные, так и отрицательные) передаются в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений.

Начальник отдела Д-4

Начальник сектора отдела Д-4

Ведущий инженер отдела Д-4



Иванов А.В.



Грязских Н.Ю.



Полунина Е.П.

Приложение А
(Рекомендуемое)
к МП 010.Д4-25 «ГСИ. Спектрофотометры МС 311.
Методика поверки»
Форма протокола поверки

**ПРОТОКОЛ ПЕРВИЧНОЙ
ПЕРИОДИЧЕСКОЙ ПОВЕРКИ**

Спектрофотометр МС 311, рег. номер

(наименование, тип СИ и модификации в соответствии с описанием типа, в единственном числе, регистрационный №)

Серийный номер:

Год выпуска:

Изготовитель

Владелец СИ:

Применяемые средства поверки:

Место проведения поверки:

Применяемая методика поверки:

МП 010.Д4-25 «ГСИ. Спектрофотометры МС 311.
Методика поверки»

Условия поверки:

- температура окружающей среды, °С:

- относительная влажность воздуха, %:

- атмосферное давление, кПа:

Проведение поверки:

1. Внешний осмотр:

2. Опробование:

3. Идентификация программного обеспечения:

4. Определение метрологических характеристик:

Таблица А.1 – Таблица измерений СКНП

	Длина волны, нм				
	850	1000	1500	2000	2500
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
\bar{T} , % (или абс. ед)					
$T_{ат}$, % (или абс. ед)					
Δ_T , % (или					

	Длина волны, нм				
	850	1000	1500	2000	2500
абс. ед)					
σ_T , % (или абс. ед)					
Примечание: - таблица оформляется для каждого применяемого светофильтра из состава РЭ СКНП					

Таблица А.2 – Таблица определения погрешности установки длины волны

	Полоса поглощения, нм				
$\lambda_{изм}$, нм					
$\lambda_{ат}$, нм					
$\Delta\lambda$, нм					
Примечание: - таблица оформляется для каждого применяемого светофильтра из состава РЭ СКНП					

Таблица А.3 – Метрологические характеристики

Метрологическая характеристика	Требования	Полученные значения	Результат (соответствие)
Диапазон измерений спектрального коэффициента направленного пропускания (СКНП), абс. ед. (%)	от 0,010 до 0,940 (от 1,0 до 94,0)		
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений СКНП, абс. ед. (%)	$\pm 0,012 (\pm 1,2)$		
Предел допускаемого абсолютного СКО измерений СКНП, %	0,5		
Спектральный диапазон измерений, нм	от 850,0 до 2500,0		
Пределы допускаемой абсолютной погрешности установки длины волны, нм	$\pm 1,5$		

- 5 Заключение по результатам поверки:
по результатам поверки средство измерений Спектрофотометр МС 311 серийный № _____ соответствует (не соответствует) метрологическим характеристикам, указанным в описании типа средства измерений, и признается пригодным (не пригодным) к применению

Начальник отдела:

Дата поверки:

Подпись

Фамилия И.О.

Поверитель:

Подпись

Фамилия И.О.