

СОГЛАСОВАНО



Заместитель директора
ФГБУ «ВНИИОФИ»

Е.А. Гаврилова

«21» ноября 2025 г.

**«ГСИ. Спектрометр ближнего инфракрасного света MATRIX-F II.
Методика поверки»**

МП 036.Д4-25

Главный метролог
ФГБУ «ВНИИОФИ»

С.Н. Негода

«21» ноября 2025 г.

Москва
2025 г.

1 Общие положения

Настоящая методика поверки распространяется на Спектрометр ближнего инфракрасного света MATRIX-F II, заводской номер 200182 (далее – спектрометр), предназначенный для измерений волновых чисел в оптических спектрах пропускания и отражения в инфракрасной области в твердых, жидких образцах, а также количественного и качественного анализа органических и неорганических веществ, и устанавливает методы и средства его первичной и периодической поверки.

По итогам проведения поверки должна обеспечиваться прослеживаемость согласно:

– государственной поверочной схеме, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии № 2840 от 29.12.2018 «Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений длины в диапазоне от $1 \cdot 10^{-9}$ до 100 м и длин волн в диапазоне от 0,2 до 50 мкм» к Государственному первичному эталону единицы длины - метра ГЭТ 2-2021.

Поверка спектрометра выполняется методом прямых измерений.

Метрологические характеристики спектрометра указаны в таблице 1.

Таблица 1 – Метрологические характеристики

Наименование характеристики	Значение
Спектральный диапазон измерений волновых чисел, см^{-1}	от 10250,0 до 5130,0
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений по шкале волновых чисел, см^{-1}	$\pm 3,5$

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
Проверка спектрального диапазона измерений волновых чисел, определение абсолютной погрешности измерений по шкале волновых чисел	Да	Да	10.1
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 средства измерений или лица, представившего его на поверку, оформленного в произвольной форме.

2.4 Проведение поверки в сокращённом объёме не допускается.

3 Требования к условиям проведения поверки

3.1 При проведении поверки следует соблюдать следующие условия:

- температура окружающего воздуха, °C 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 спектрометра 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 спектрометр.

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

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
п.8 Подготовка к поверке и опробование средства измерений	Средства измерений температуры окружающей среды в диапазоне от плюс 15 °C до плюс 25 °C с абсолютной погрешностью не более 0,2 °C; 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

Продолжение таблицы 3

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
п. 10 Определение метрологических характеристик средства измерений	<p>Рабочий эталон 2-го разряда по государственной поверочной схеме, утверждённой приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии № 2840 от 29.12.2018 «Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений длины в диапазоне от $1 \cdot 10^{-9}$ до 100 м и длин волн в диапазоне от 0,2 до 50 мкм».</p> <p>спектральный диапазон по шкале волновых чисел: от 10250,0 до 5130 см^{-1}; пределы допускаемой абсолютной погрешности воспроизведения волновых чисел, соответствующих минимальным ординатам линий пропускания $\pm 0,5 \text{ см}^{-1}$</p>	Мера волновых чисел BRM 2065 ¹⁾ (рег. № 61340-15)
	<p>Вспомогательные средства поверки:</p> <ul style="list-style-type: none"> - коллиматор²⁾ - держатель для меры²⁾ 	
<p>¹⁾ далее по тексту – Мера BRM 2065 ²⁾ предоставляются заявителем</p>		

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, указанными 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 поверки 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 руководстве по эксплуатации на спектрометр.

7 Внешний осмотр средства измерений

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

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

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

7.4 Спектрометр считают прошедшим операцию поверки, если:

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

8 Подготовка к поверке и опробование средства измерений

8.1 Опробование спектрометра проводится следующим образом:

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

8.1.2 Подготовить спектрометр к работе в соответствии с РЭ.

8.1.3 Включить спектрометр в соответствии с РЭ. Включение электрического питания осуществляется сетевым выключателем, расположенным на правой стенке спектрометра. При наличии электрического питания загорается световая индикация сетевого выключателя. Для устойчивой работы спектрометра требуется прогреть его во включенном состоянии не менее 30 мин. Запустить программное обеспечение (далее – ПО) спектрометра, установленное на персональном компьютере.

9 Проверка программного обеспечения средства измерений

9.1 Спектрометр имеет ПО, установленное на ПК. Проверку версии ПО осуществляют во вкладке «Справка», как показано на рисунке 1.

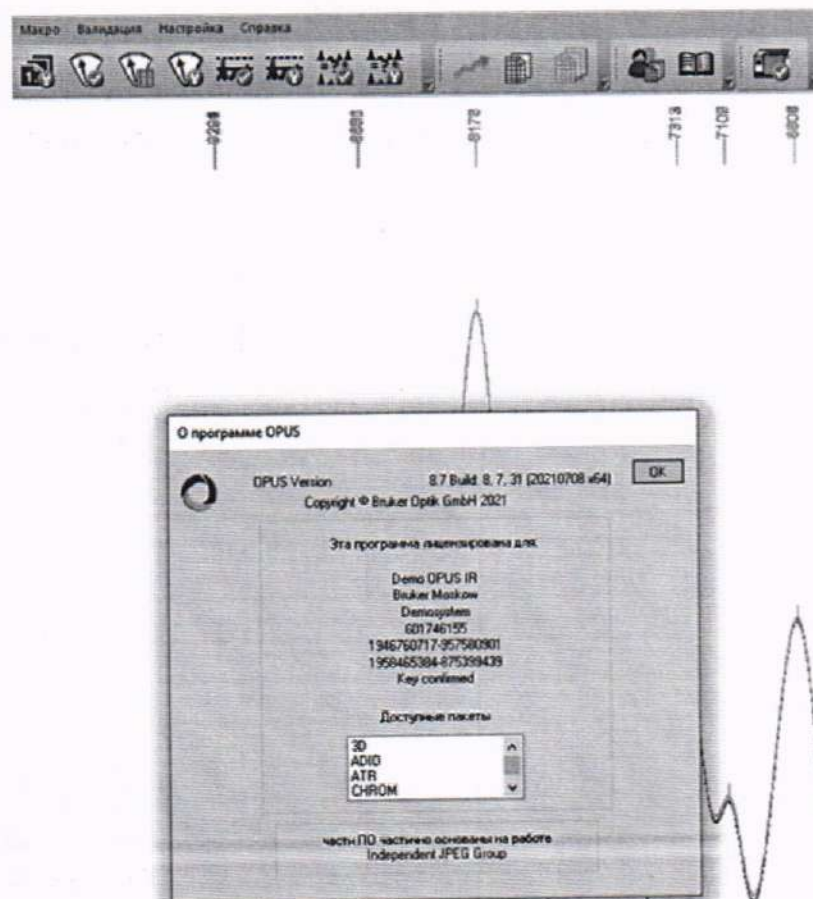


Рисунок 1 – Проверка версии ПО

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

Таблица 4 – Идентификационные данные (признаки) ПО

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Идентификационное наименование ПО	OPUS
Номер версии (идентификационный номер) ПО, не ниже	8.7
Цифровой идентификатор ПО	-

10 Определение метрологических характеристик средства измерений

10.1 Проверка спектрального диапазона измерений волновых чисел, определение абсолютной погрешности измерений по шкале волновых чисел

10.1.1 Проверку спектрального диапазона измерений волновых чисел совмещают с операцией определения абсолютной погрешности измерений волновых чисел.

10.1.2 Подключить коллиматор к спектрометру.

10.1.3 Провести измерение фонового сигнала в соответствии с Приложением А к настоящей Методике поверки.

10.1.4 Установить меру BRM 2065 в держатель образцов. Установить держатель с мерой BRM 2065 на оптический путь коллиматора так, чтобы луч лазера проходил через оптическую часть меры как показано на рисунке 2.

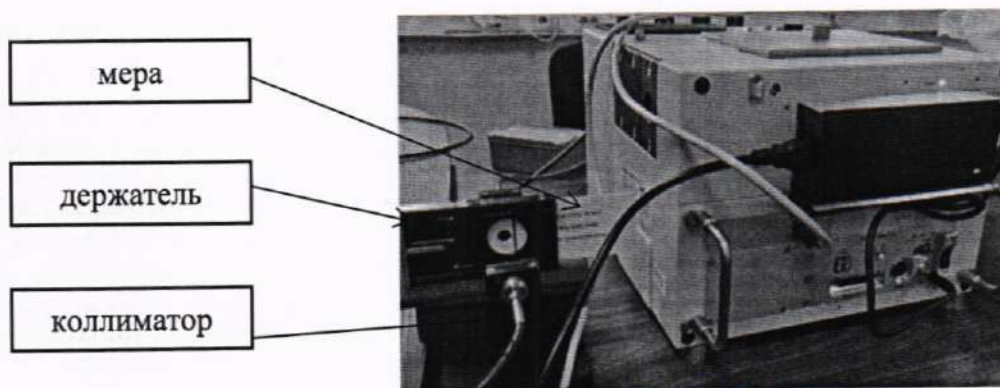


Рисунок 2 – Установка меры BRM 2065

10.1.5 Провести измерения волновых чисел пиков спектра меры BRM 2065 в спектральном диапазоне от 11500 до 4000 см^{-1} с использованием ПО OPUS в соответствии с Приложением А к настоящей Методике поверки 5 раз для порта (портов) для подключения оптоволоконных датчиков, применяемого для измерения.

10.2 Провести обработку результатов измерений в соответствии с п. 11 для номинальных значений характеристических полос поглощения меры BRM 2065 (5138,5 \pm 10,0) см^{-1} , (6805,3 \pm 10,0) см^{-1} , (7313,8 \pm 10,0) см^{-1} , (9294,1 \pm 10,0) см^{-1} , (10245,6 \pm 10,0) см^{-1} .

11 Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

11.1 Обработка результатов измерений волновых чисел

11.1.1 Рассчитать среднее арифметическое значение каждого волнового числа $\bar{\nu}_i$ для каждого пика полосы поглощения по формуле

$$\bar{\nu}_i = \frac{\sum_{j=1}^n \nu_i^j}{n} \quad (1)$$

где ν_i^j – значение волнового числа, см^{-1} , соответствующее минимальным ординатам линий пропускания меры i -го пика спектра при j -м измерении;

n – число измерений, равное 5.

11.1.2 Рассчитать значение абсолютной погрешности каждой серии измерений по шкале волновых чисел для каждой линии по формуле

$$\Delta \nu = \bar{\nu}_i - \nu_{0i} \quad (2)$$

где V_{0i} – действительные значения линий пропускания спектра, см^{-1} , указанные в протоколе поверки на меру BRM 2065.

11.2 Спектрометр считается выдержавшим операцию поверки с положительным результатом, если полученные метрологические характеристики спектрометра соответствуют значениям, приведённым в таблице 1 настоящей Методики поверки.

12 Оформление результатов поверки

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

12.2 Спектрометр считается прошедшим поверку с положительным результатом и допускается к применению, если все операции поверки пройдены с положительным результатом, а также соблюдены требования по защите средства измерений от несанкционированного вмешательства. В ином случае спектрометр считается прошедшим поверку с отрицательным результатом и не допускается 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. Нанесение знака поверки на спектрометр не предусмотрено.

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 извещение 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.

Зябликов Д.Н.

Приложение А (обязательное)

к МП 036.Д4-25 «ГСИ. Спектрометр ближнего инфракрасного света MATRIX-F II.
Методика поверки»

Регистрация спектров и поиск пиков спектра

Для регистрации спектров провести процедуру, описанную ниже.

Выбрать пункт меню «Расширенный сбор данных» как показано на рисунках А.1 и А.2

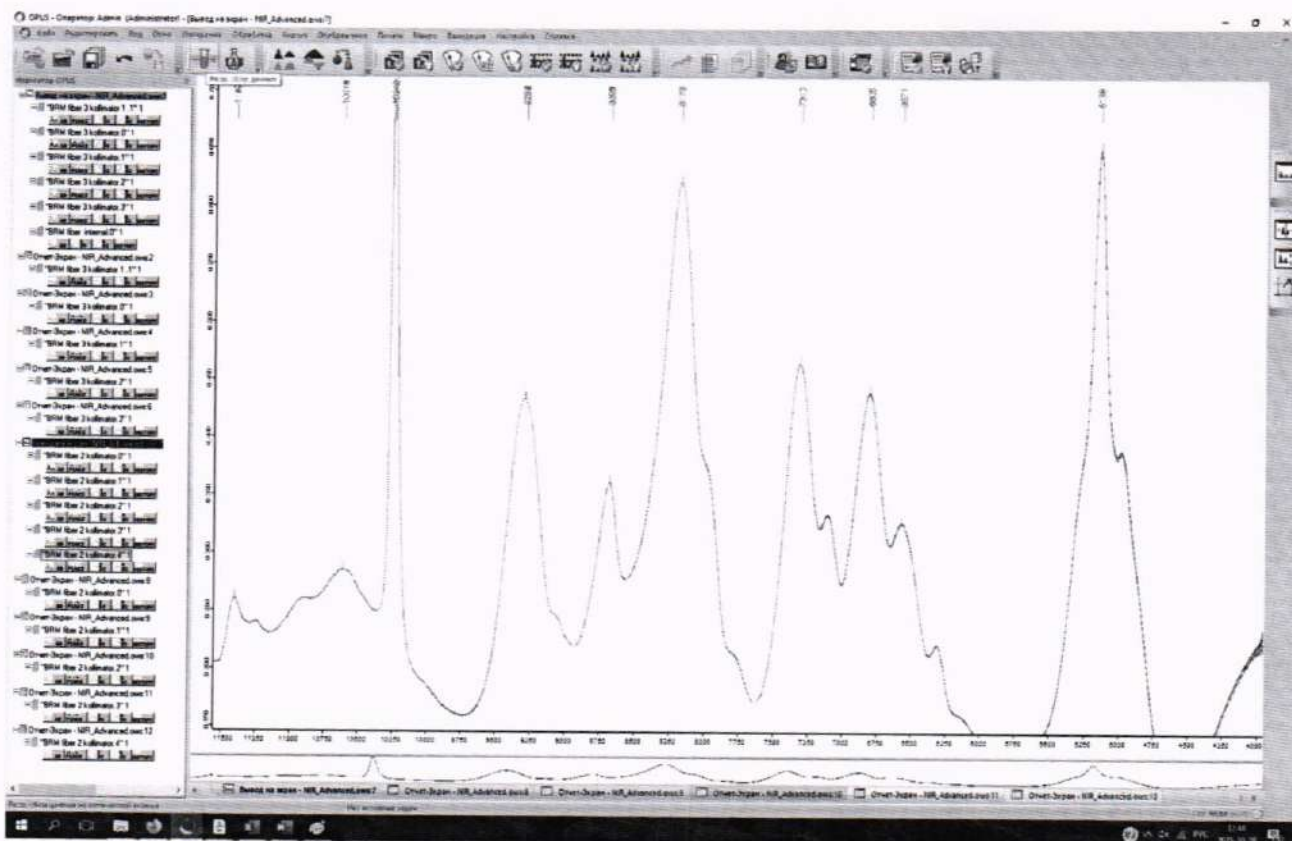


Рисунок А.1

(Выход на экран - NIR_Advanced.ows:7]



Рисунок А.2

В открывшемся окне «ИЗМЕРЕНИЕ» перейти во вкладку «РАСШИРЕННЫЙ»

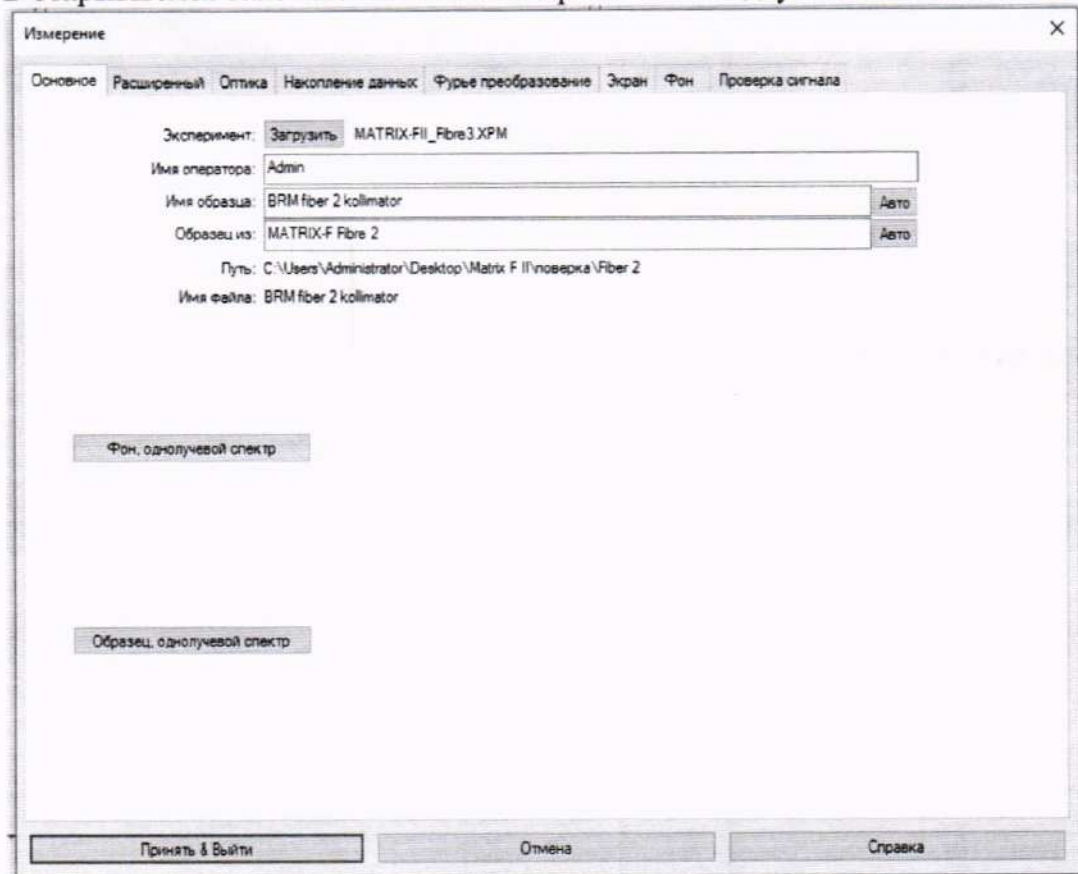


Рисунок А.3

Установить во вкладке «РАСШИРЕННЫЙ» следующие параметры измерения (см. рисунок А.4):

- спектральное разрешение 2 см^{-1}
- время сканирования образца – 64 скана

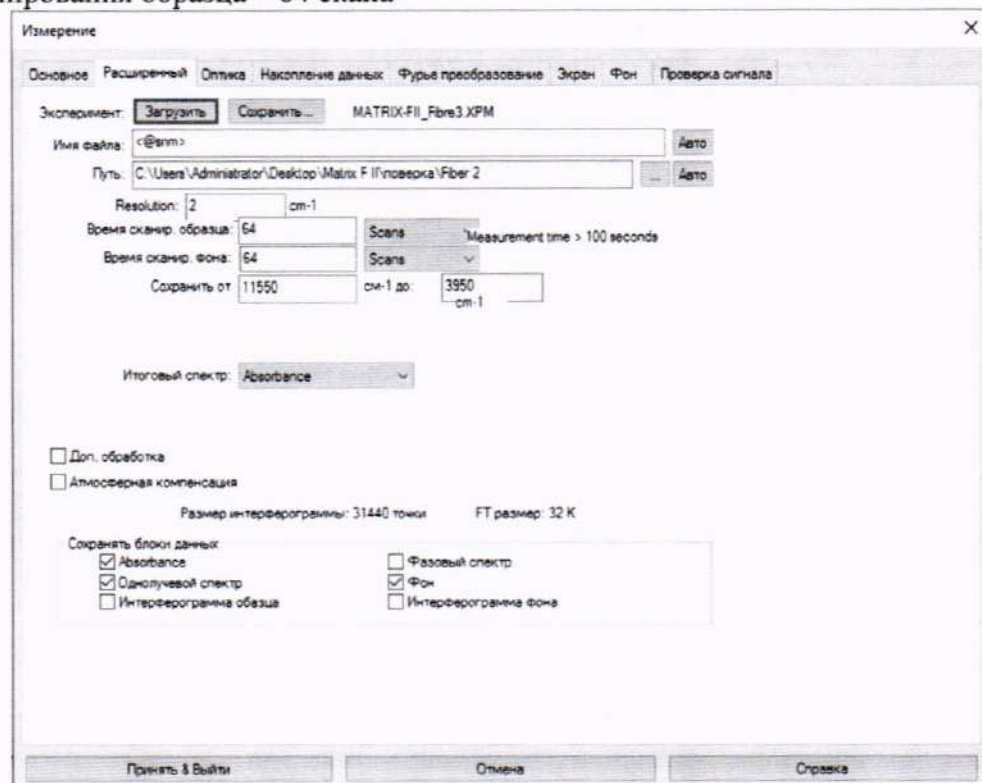


Рисунок А.4

Выбрать канал измерения (номер порта, к которому подключен оптоволоконный кабель) образца и фона в пункте «ОПТИКА» как показано на рисунке А.5

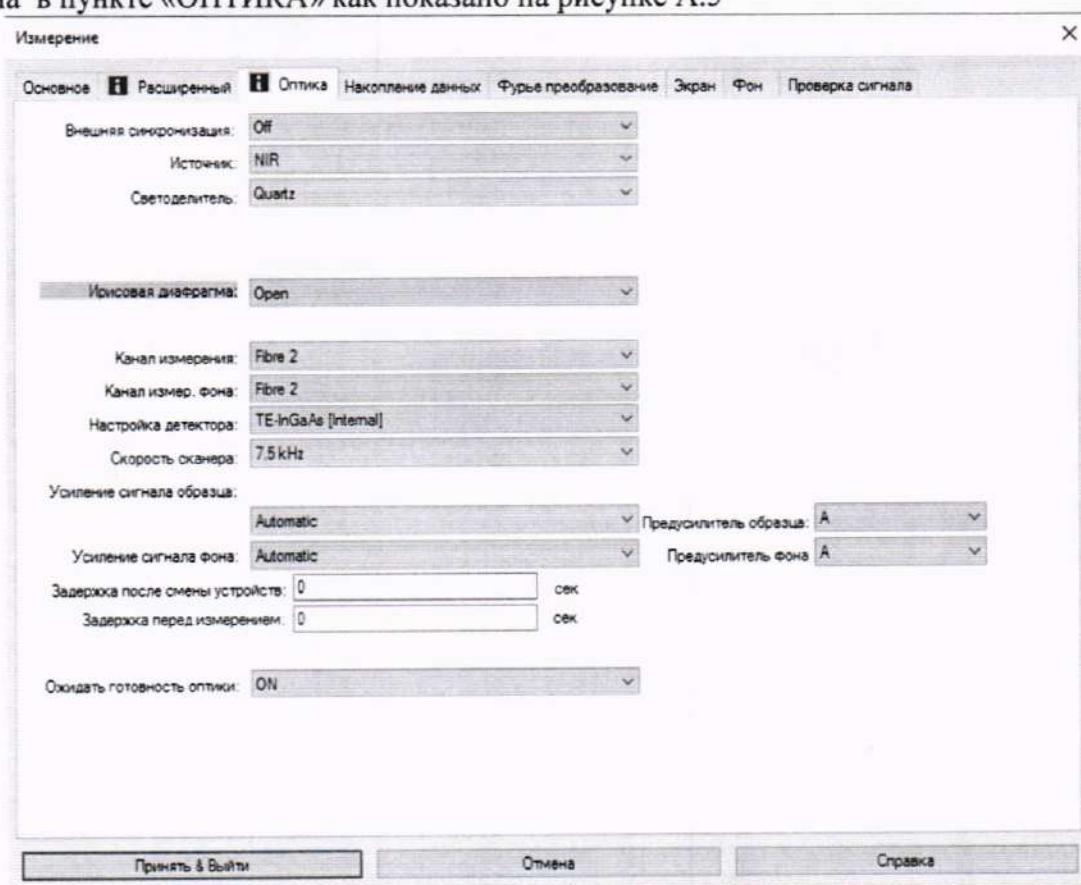


Рисунок А.5

По пустому каналу провести регистрацию фона - Фон однолучевой спектр

Далее вставить образец BRM 2065

И записать спектры - Образец, однолучевой спектр

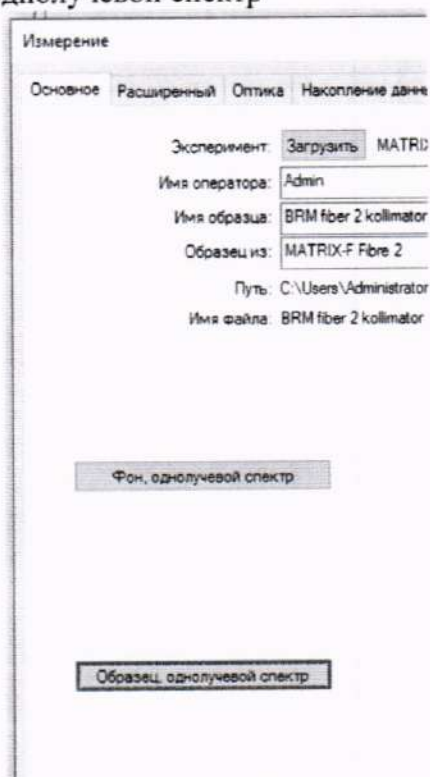


Рисунок А.6

Провести поиск пиков следующим образом.

Выбрать пункт «ПОИСК ПИКОВ» в меню «АНАЛИЗ»
[Advanced.ows]

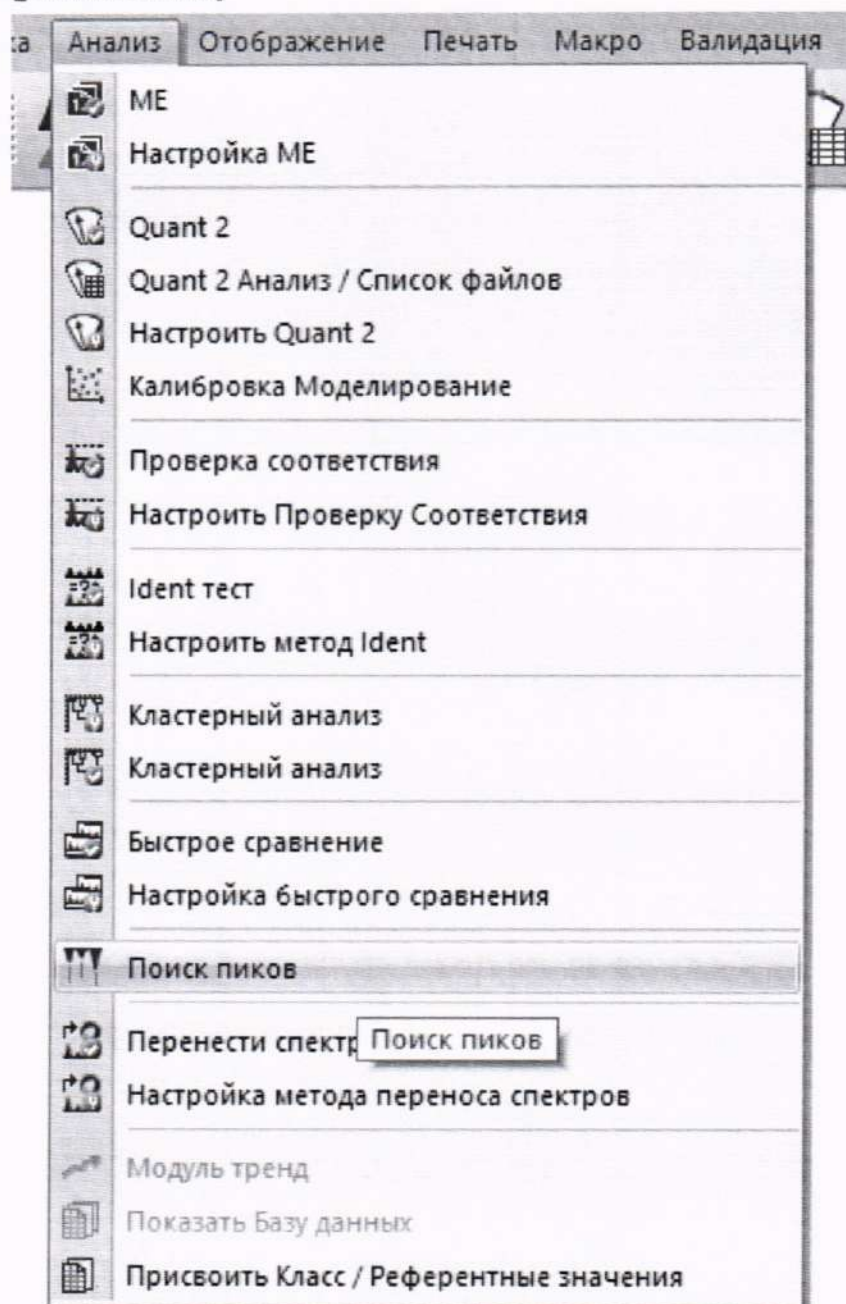


Рисунок А.7

Загрузить файл(-ы) спектров, в которых необходимо провести поиск пиков

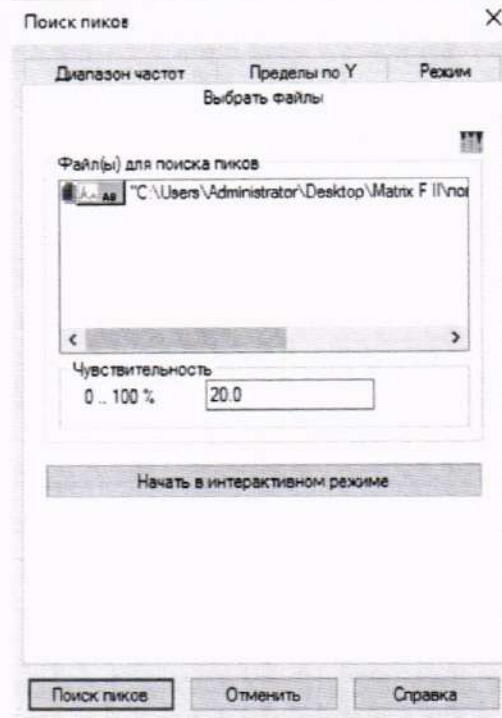


Рисунок А.8

Выбрать режим стандарт

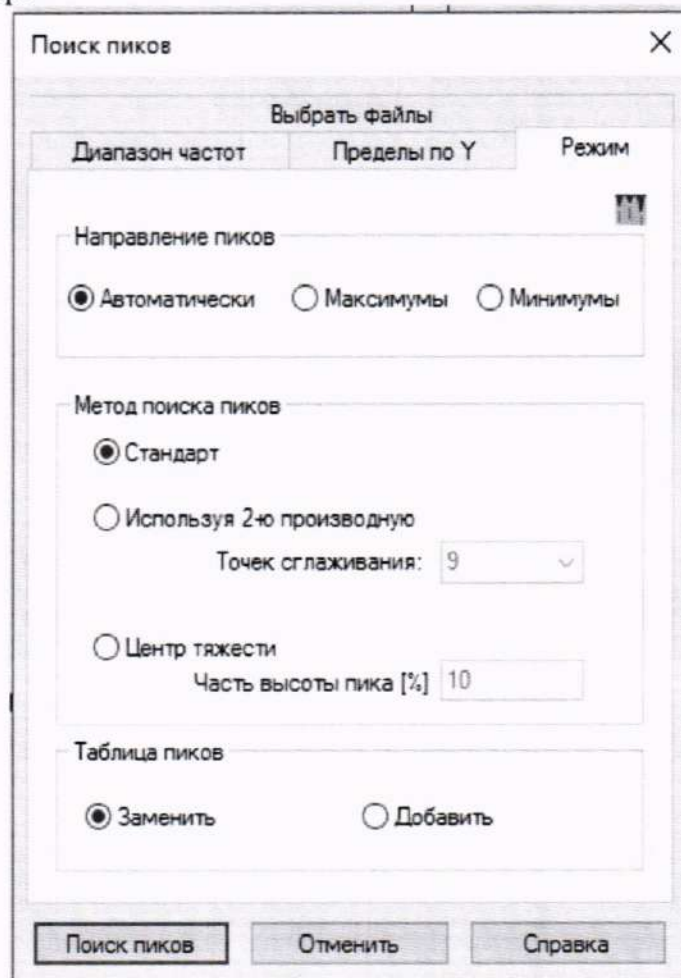


Рисунок А.9

Диапазон частот – Использовать пределы файла

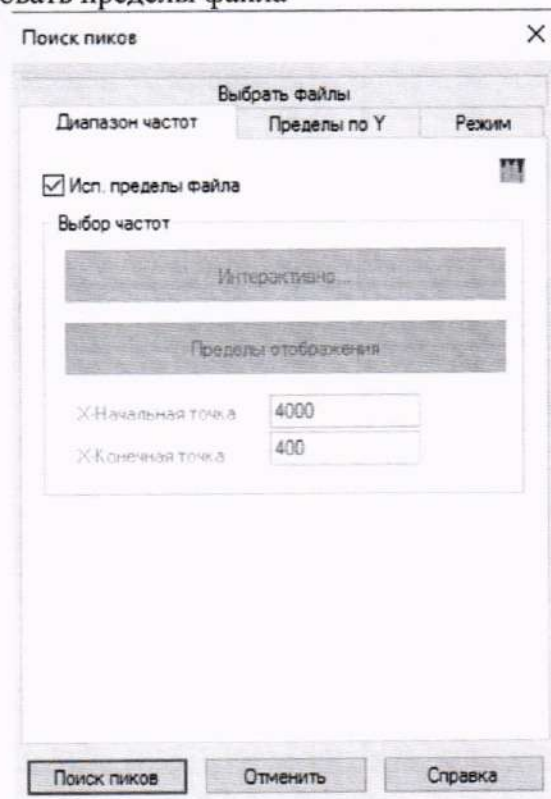


Рисунок А.10

Далее провести поиск в интерактивном режиме

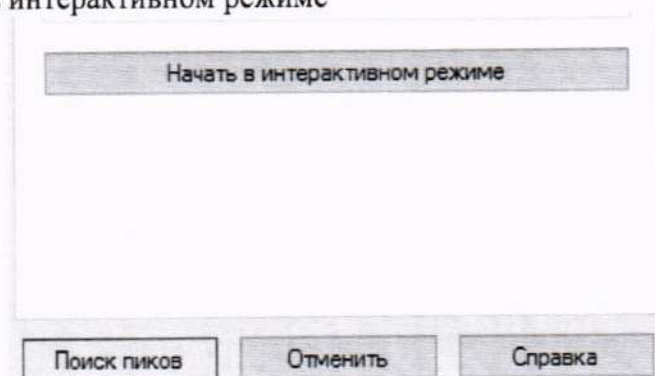


Рисунок А.11

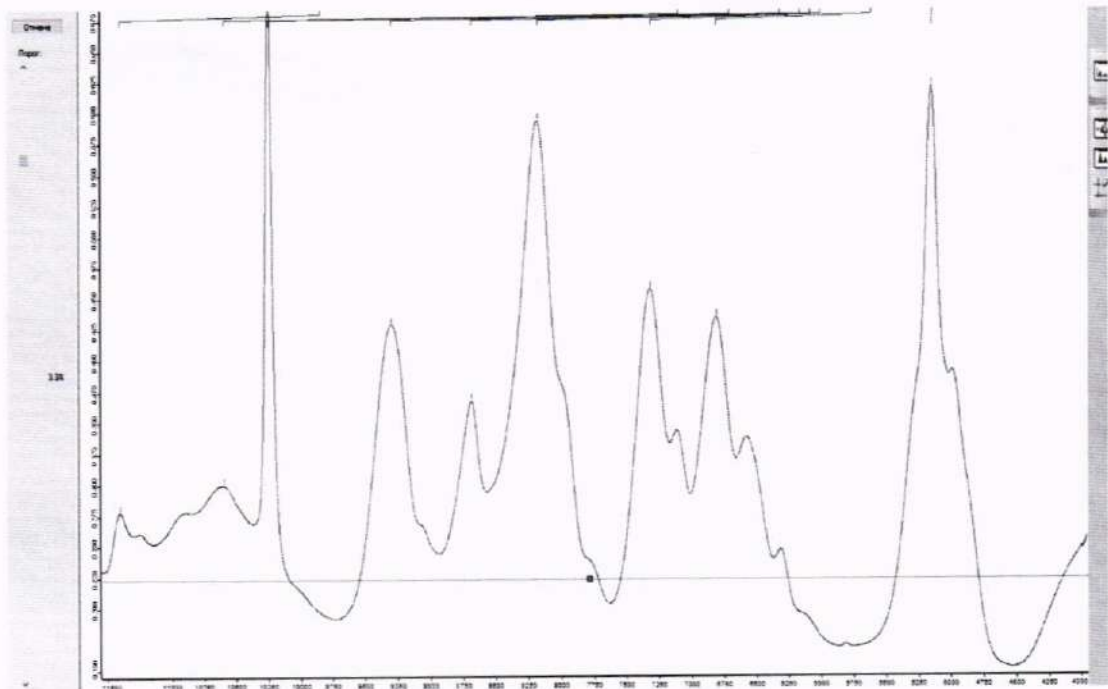


Рисунок А.12

После завершения поиска появится новый блок «PEAKS»

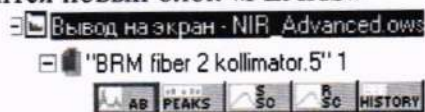


Рисунок А.13

Далее открыть таблицу с результатами с помощью «ПОКАЗАТЬ СПИСОК ПИКОВ»

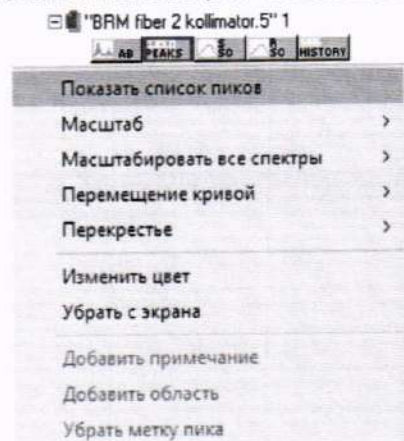


Рисунок А.14

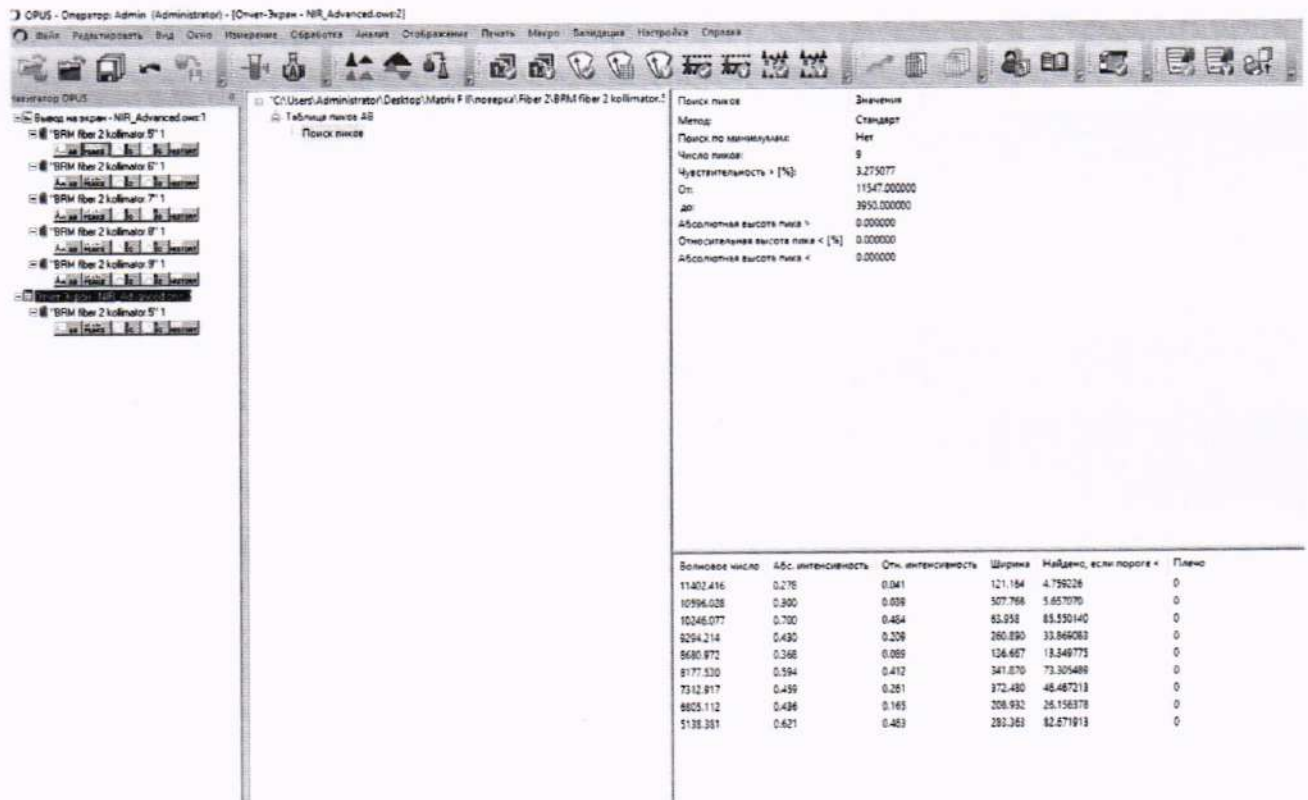


Рисунок А.15

Приложение Б

(Рекомендуемое)

к МП 036.Д4-25 «ГСИ. Спектрометр ближнего инфракрасного света MATRIX-F II.

Методика поверки»

Форма протокола поверки

**ПРОТОКОЛ ПЕРВИЧНОЙ
ПЕРИОДИЧЕСКОЙ ПОВЕРКИ**

Спектрометр ближнего инфракрасного света MATRIX-F II, рег. номер

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

Заводской номер: 200182
 Год выпуска: 2025
 Изготовитель: Bruker OPTICS GmbH & Co. KG, Германия
 Владелец СИ:
 Применяемые средства поверки:
 Место проведения поверки:
 Применяемая методика поверки: МП 036.Д4-25 «ГСИ. Спектрометр ближнего инфракрасного света MATRIX-F II. 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 Б.1 – Таблица измерений волновых чисел

	значения рабочего диапазона волнового числа для меры BRM 2065*, см ⁻¹				
1					
2					
3					
4					
5					
$\bar{\nu}$, см ⁻¹					
$\nu_{0 \pm i}$, см ⁻¹					
$\Delta \nu$, см ⁻¹					
* - значения из протокола поверки для меры волнового числа					

Таблица Б.2 – Метрологические характеристики

Метрологическая характеристика	Требования по описанию типа	Полученные значения	Результат (соответствие)
Спектральный диапазон измерений волновых чисел, см ⁻¹	от 10250,0 до 5130,0		
Пределы допускаемой абсолютной погрешности, см ⁻¹	± 3,5		

- 5 Заключение по результатам поверки:
по результатам поверки средство измерений Спектрометр ближнего инфракрасного света MATRIX-F II, заводской № 200182, 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.