

СОГЛАСОВАНО

Заместитель директора
ФГБУ «ВНИИОФИ»



Е.А. Гаврилова

« 18 » 10 2024 г.

**«ГСИ. Спектрометр АТР8000.
Методика поверки»**

МП 047.М4-24

Главный метролог
ФГБУ «ВНИИОФИ»

С.Н. Негода

« 18 » 10 2024 г.

г. Москва
2024 г.

1 Общие положения

Настоящая методика распространяется на Спектрометр АТР8000 (далее – спектрометр), предназначенный для измерений спектральной плотности энергетической яркости (СПЭЯ) источников излучения в диапазоне длин волн от 900 до 1700 нм, и устанавливает операции при проведении его первичной и периодической поверок.

По итогам проведения поверки должна обеспечиваться прослеживаемость к ГЭТ 86-2017 Государственный первичный эталон единиц радиометрических и спектрометрических величин в диапазоне длин волн от 0,2 до 25,0 мкм в соответствии с государственной поверочной схемой, утвержденной приказом Росстандарта от 21.11.2023 № 2414.

Поверка спектрометра выполняется методом прямых измерений.

Метрологические характеристики спектрометра указаны в таблице 1.

Таблица 1 - Метрологические характеристики

Наименование характеристики	Значение
Диапазон измерений спектральной плотности энергетической яркости (СПЭЯ) в диапазоне длин волн от 900 до 1700 нм, Вт/(ср·м ³)	от $1 \cdot 10^5$ до $2,5 \cdot 10^8$
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений спектральной плотности энергетической яркости (СПЭЯ) в диапазоне длин волн от 900 до 1700 нм, %	± 5

2 Перечень операций поверки средства измерений

2.1 Для поверки спектрометра должны быть выполнены операции, указанные в таблице 2.

Таблица 2 – Операции поверки

№ п/п.	Наименование операции	Обязательность выполнения операции при		Номер раздела (пункта) методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки
		первичной поверке	периодической поверке	
1	Внешний осмотр средства измерений	Да	Да	7
2	Подготовка к поверке и опробование средства измерений	Да	Да	8
3	Проверка программного обеспечения	Да	Да	9
4	Определение метрологических характеристик средства измерений	10		
5	Проверка диапазона измерений и определение относительной погрешности измерений спектральной плотности энергетической яркости (СПЭЯ) в диапазоне длин волн от 900 до 1700 нм	Да	Да	10.1
6	Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	Да	Да	11

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

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

3 Требования к условиям проведения поверки

3.1 При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

- температура окружающей среды, °С от +21 до +25
- относительная влажность воздуха, %, не более 60;
- атмосферное давление, кПа от 98 до 102.

3.2 Помещение, в котором проводится поверка, должно быть чистым и сухим, свободным от всех видов пыли.

3.3 В помещении не допускаются посторонние источники ионизирующего излучения.

4 Требования к специалистам, осуществляющим поверку

4.1 К проведению поверки допускаются лица:

- изучившие настоящую методику и эксплуатационную документацию спектрометра и средств поверки;

- имеющие квалификационную группу не ниже III в соответствии с правилами по охране труда при эксплуатации электроустановок, указанными в приложении к приказу Министерства труда и социальной защиты РФ № 903н от 15.12.2020;

- прошедшие полный инструктаж по технике безопасности;

- прошедшие обучение на право проведения поверки по требуемым видам измерений.

4.2 Поверку спектрометра осуществляют аккредитованные в установленном порядке в области обеспечения единства измерений юридические лица и индивидуальные предприниматели.

5 Метрологические и технические требования к средствам поверки

5.1 При проведении первичной и периодических поверок должны применяться средства поверки, указанные в таблице 3.

Таблица 3 – Средства поверки спектрометра

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 до плюс 30 °С с абсолютной погрешностью не более 0,2 °С; Средства измерений относительной влажности воздуха в диапазоне до 85 % с абсолютной погрешностью не более 3 %; Средства измерений атмосферного давления в диапазоне от 80 до 110 кПа с абсолютной погрешностью не более 0,13 кПа	Измеритель параметров микроклимата «Метеоскоп», рег. № 32014-06

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	Эталоны единиц спектральной плотности энергетической яркости, спектральной плотности силы излучения и спектральной плотности энергетической освещённости, не ниже уровня Рабочего эталона, по государственной поверочной схеме, утвержденной приказом Росстандарта от 21.11.2023 № 2414 в диапазоне измерений СПЭЯ от $1 \cdot 10^5$ до $2,5 \cdot 10^8$ Вт/(ср·м ³). Пределы допускаемых относительных погрешностей от 1,7 до 4,0 %	Государственный вторичный эталон единиц спектральной плотности энергетической яркости, спектральной плотности силы излучения и спектральной плотности энергетической освещённости непрерывного оптического излучения в диапазоне длин волн от 0,2 до 10,0 мкм; рег. номер 2.1.ZZA.0009.2015,

5.2 Допускается применение других средств поверки, не приведенных в таблице 3, но обеспечивающих определение метрологических характеристик поверяемого спектрометра с требуемой точностью. Средства поверки, указанные в таблице 3, должны быть аттестованы (поверены) в установленном порядке.

6 Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки

6.1 При проведении поверки следует соблюдать требования, установленные правилами по охране труда при эксплуатации электроустановок, указанными в приложении к приказу Министерства труда и социальной защиты РФ № 903н от 15.12.2020. Оборудование, применяемое при поверке, должно соответствовать требованиям ГОСТ 12.2.003-91. Воздух рабочей зоны должен соответствовать ГОСТ 12.1.005-88 при температуре помещения, соответствующей условиям испытаний для легких физических работ.

6.2 При выполнении поверки должны соблюдаться требования руководства по эксплуатации спектрометра.

6.3 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.

7 Внешний осмотр средства измерений

7.1 Проверку проводят визуально. Проверяют соответствие спектрометра следующим требованиям:

- соответствие комплектности спектрометра описанию типа и руководству по эксплуатации;
- соответствие расположения надписей и обозначений требованиям эксплуатационной документации;
- отсутствие механических повреждений на наружных поверхностях спектрометра, влияющих на его работоспособность; чистоту гнезд и разъемов; сохранность пломб от несанкционированного доступа к местам настройки (регулировки).

7.2 Спектрометр считается прошедшим операцию поверки с положительным результатом, если:

- комплектность спектрометра соответствует описанию типа и руководству по эксплуатации;
- расположение надписей и обозначений соответствует требованиям эксплуатационной документации;

- наружные поверхности спектрометра не повреждены, отсутствуют загрязнения гнезд и разъемов, а пломбы сохранены.

8 Подготовка к поверке и опробование средства измерений

8.1 Перед началом работы со спектрометром необходимо внимательно изучить руководство по эксплуатации.

8.2 Проверить наличие средств поверки по таблице 3, укомплектованность их документацией и необходимыми элементами соединений.

8.3 Подключить спектрометр к сети с помощью сетевого адаптера.

8.4 Опробование спектрометра

8.4.1 Установить излучатель из состава эталона спектральной плотности энергетической яркости и включить электропитание излучателя на режиме, указанном в протоколе аттестации эталона.

8.4.2 Подключить спектрометр к персональному компьютеру (далее - ПК) через USB кабель. Включить спектрометр. Выставить и зафиксировать оптоволоконно неподвижно к излучателю.

8.4.3 Включить персональный компьютер и запустить программное обеспечение нажатием кнопки «Optosky Spectra» на рабочем столе ПК. Откроется главное окно программы (см. рисунок 1).

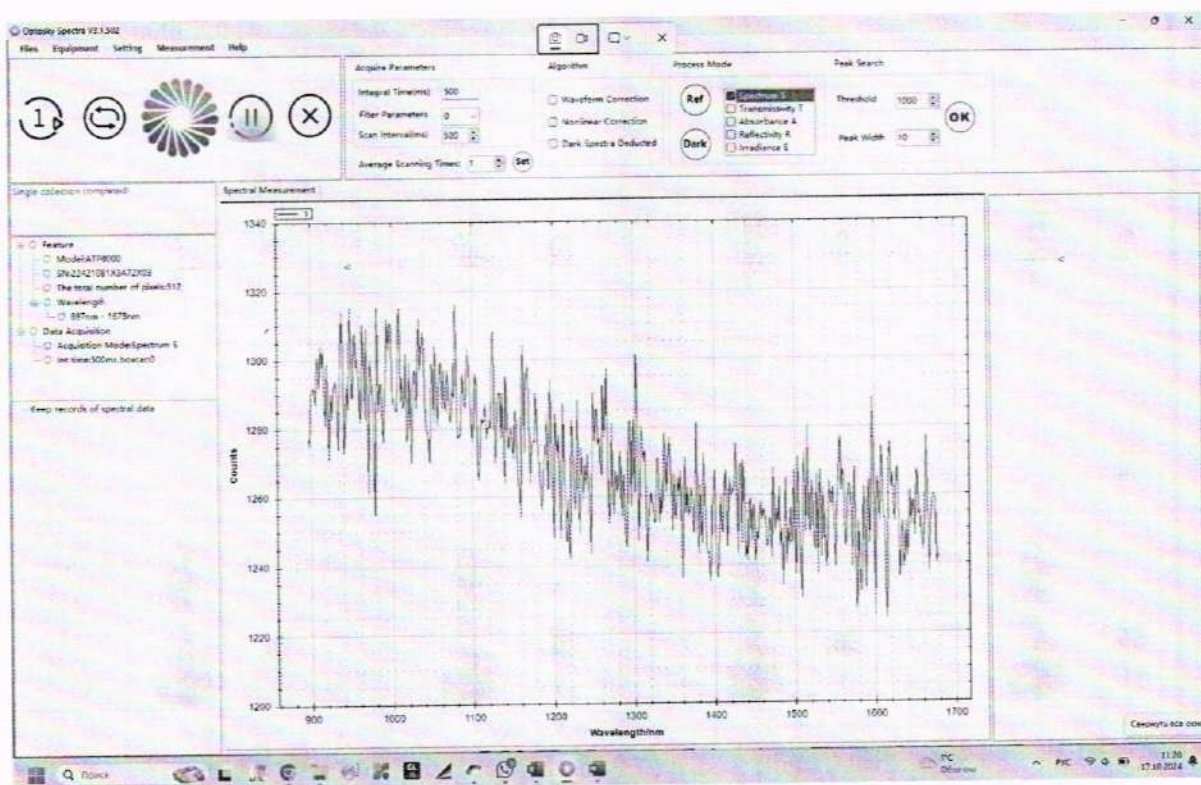



Рисунок 1 – Главное окно программы «Optosky Spectra»

8.4.4 Нажать кнопку  (Continuous Acquisition), чтобы начать измерение.

8.5 Для подтверждения требований к условиям проведения поверки, указанным в п. 3.1, применяется Измеритель параметров микроклимата «Метеоскоп». Проводится измерение параметров температуры окружающей среды, относительной влажности и давления.

8.6 Спектрометр считается прошедшим операцию поверки с положительным результатом, если параметры температуры окружающей среды, относительной влажности и давления находятся в пределах, указанных в п. 3.1 настоящей методики поверки, включение прошло успешно, все органы управления работают исправно, а в главном окне отображается измеренный спектр.

9 Проверка программного обеспечения средства измерений

9.1 Проверить соответствие идентификационных данных программного обеспечения сведениям, приведенным в описании типа на спектрометр.

Версия программного обеспечения «Optosky Spectra» отображается на экране компьютера при нажатии кнопок «Help» → «About» в строке меню.

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

Таблица 4 – Идентификационные данные программного обеспечения

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Идентификационное наименование ПО	Optosky Spectra
Номер версии (идентификационный номер) ПО, не ниже	v 3.1.28
Цифровой идентификатор ПО	-

10 Определение метрологических характеристик средства измерений

10.1 Проверка диапазона измерений и определение относительной погрешности измерений спектральной плотности энергетической яркости (СПЭЯ) в диапазоне длин волн от 900 до 1700 нм

10.1.1 Значения СПЭЯ рассчитываются из измеренных значений отсчетов аналогово-цифрового преобразователя (АЦП) с помощью коэффициентов преобразования K_{λ} , Вт/(отсчёт АЦП·ср·м³), которые содержатся в файлах формата .csv ПО «Optosky Spectra».

10.1.2 Для измерения СПЭЯ установить излучатель из состава эталона единицы спектральной плотности энергетической яркости (далее – излучатель) на юстировочный стол оптического стенда из состава эталона.

10.1.3 Установить спектрометр напротив излучателя так, чтобы он находился на одной оптической оси с излучателем. Подключить спектрометр к ПК через USB кабель. Выставить и зафиксировать оптоволоконно неподвижно к излучателю.

10.1.4 Включить ПК и запустить программное обеспечение нажатием кнопки «Optosky Spectra» на рабочем столе ПК. Откроется главное окно программы (см. рисунок 1).

10.1.5 На панели инструментов выбрать окно «Setup parameters» (Установка параметров) и задать необходимые параметры измерений (см. рисунок 2): время интегрирования, интервал сканирования спектра.

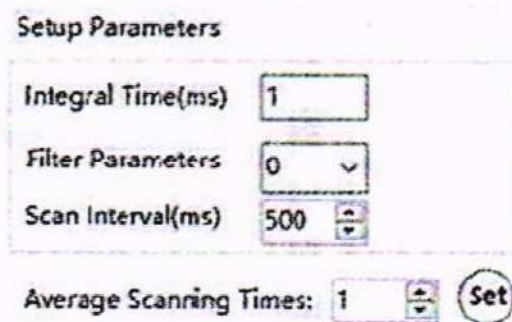


Рисунок 2 – Окно «Setup parameters»

10.1.6 Включить излучатель из состава эталона единицы спектральной плотности энергетической яркости, установив рабочий режим питания, указанный в протоколе аттестации эталона, и прогреть в течение интервала времени от 15 до 20 мин.

10.1.7 Провести трехкратные измерения СПЭЯ в диапазоне длин волн от 900 до 1700 нм. Полученные результаты занести в протокол поверки, форма которого приведена в приложении А (таблица А.2).

10.1.8 Обработку результатов измерений СПЭЯ провести в соответствии с п. 11.1 настоящей методики поверки.

11 Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

11.1 Определение относительной погрешности измерений спектральной плотности энергетической яркости (СПЭЯ) в диапазоне длин волн от 900 до 1700 нм

11.1.1 Рассчитать для каждой длины волны среднее арифметическое значение результатов измерений СПЭЯ, Вт/(ср·м³), по формуле (1):

$$\bar{L}_{\lambda}(\lambda) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n L_{\lambda,i}(\lambda) \quad (1)$$

где $L_{\lambda,i}(\lambda)$ – значения СПЭЯ, измеренные спектрометром на длине волны λ , Вт/(ср·м³);

i – номер измерения;

n – число измерений.

11.1.2 Относительная погрешность измерений СПЭЯ, %, рассчитывается для каждой длины волны по формуле (2):

$$\delta_{\text{СПЭЯ}}(\lambda) = \frac{\bar{L}_{\lambda}(\lambda) - L_{\lambda,\text{эт}}(\lambda)}{L_{\lambda,\text{эт}}(\lambda)} \cdot 100\% \quad (2)$$

где $L_{\lambda,\text{эт}}(\lambda)$ – значения СПЭЯ, Вт/(ср·м³), излучателя из состава ВЭТ СПЭЯ на длине волны λ , указанные в протоколе аттестации эталона.

За погрешность спектрометра принимают максимальную относительную погрешность из рассчитанных.

11.1.3 Спектрометр считается прошедшим операцию поверки по п. 10.1 с положительным результатом, если диапазон измерений СПЭЯ составляет от $1 \cdot 10^5$ до $2,5 \cdot 10^8$ Вт/(ср·м³); а значения относительной погрешности измерений СПЭЯ не превышают допускаемых пределов $\pm 5\%$.

12 Оформление результатов поверки

12.1 Результаты поверки заносятся в протокол. Рекомендуемая форма протокола поверки приведена в приложении А. 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 Минпромторга России от 31.07.2020 № 2510.

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 отделения ФГБУ «ВНИИОФИ»



В.Р. Гаврилов

Начальник лаборатории ФГБУ «ВНИИОФИ»



Б.Б. Хлевной

Ведущий инженер ФГБУ «ВНИИОФИ»



Н.Е. Бурдакина

Ведущий инженер ФГБУ «ВНИИОФИ»



М.В. Солодилов

ПРИЛОЖЕНИЕ А
(Рекомендуемое)
К Методике поверки МП 047.М4-24
«ГСИ. Спектрометр АТР8000. Методика поверки»

ПРОТОКОЛ
первичной (периодической) поверки
от «_____» _____ 20__ г.

Средство измерений: Спектрометр АТР8000
наименование средства измерений, тип

Заводской номер _____
заводской номер средства измерений

Принадлежащее _____
наименование юридического лица, ИНН

Поверено в соответствии с методикой поверки МП 047.М4-24 «ГСИ. Спектрометр АТР8000. Методика поверки».
наименование документа на поверку

С применением эталонов _____
наименование, заводской номер, разряд, класс точности или погрешность

При следующих значениях влияющих факторов: _____
приводят перечень и значения влияющих факторов

- температура окружающей среды, °C _____
- относительная влажность воздуха, % _____
- атмосферное давление, кПа _____

Внешний осмотр: _____

Проверка идентификации программного обеспечения:

Таблица А.1 - Идентификационные данные программного обеспечения

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Идентификационное наименование ПО	Optosky Spectra
Номер версии (идентификационный номер) ПО, не ниже	v 3.1.28
Цифровой идентификатор ПО	-

Опробование: _____

Таблица А.2 – Проверка диапазона измерений и определение относительной погрешности измерений спектральной плотности энергетической яркости (СПЭЯ) в диапазоне длин волн от 900 до 1700 нм

Длина волны λ , нм	Значения СПЭЯ эталонного излучателя, Вт/(ср·м ³)	Измеренное значение СПЭЯ, Вт/(ср·м ³)	Пределы допускаемой относительной погрешности измерений СПЭЯ, %	Относительная погрешность измерений СПЭЯ, %	Результат
			± 5		

Рекомендации _____
 средство измерений признать пригодным (или непригодным) к применению _____

Исполнители: _____

должность _____ подпись _____ фамилия, инициалы _____