

СОГЛАСОВАНО

Заместитель директора
ФГБУ «ВНИИОФИ»



Е.А. Гаврилова

2024 г.

«ГСИ. Анализаторы спектра оптические DEVISER»

Методика поверки

МП 033.ФЗ-24

Главный метролог
ФГБУ «ВНИИОФИ»

С.Н. Негода

« 30 » 09 2024 г.

Москва
2024 г.

1 Общие положения

1.1 Настоящая методика поверки распространяется на анализаторы спектра оптические DEVISER (далее – анализаторы) и устанавливает методы и средства их первичной и периодической поверки. Анализаторы предназначены для измерений длины волны и уровня средней мощности оптического излучения, а также проведения анализа оптического спектра в волоконно-оптических системах передачи информации, в том числе со спектральным уплотнением каналов (WDM-системах).

1.2 В результате поверки должны быть подтверждены следующие метрологические требования, приведенные в таблице 1.

Таблица 1

Наименование характеристики	Значение	
	модификация AE8600D	модификация AE8560
Диапазон измерений длины волны, нм	от 600 до 1700	от 600 до 1650
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений длины волны, нм		
- в диапазоне от 600 до 1260 нм включ.	$\pm 0,03$	-
- в диапазоне св. 1260 до 1620 нм включ.	$\pm 0,02$	-
- в диапазоне св. 1620 до 1700 нм	$\pm 0,10$	-
- в диапазоне св. 1520 до 1610 нм включ.	-	$\pm 0,05$
- в диапазоне от 600 до 1520 нм включ. и св. 1610 до 1650 нм	-	$\pm 0,10$
Максимальная разрешающая способность по шкале длин волн ¹⁾ , нм		
- в диапазоне от 600 до 1260 нм включ.	0,10	-
- в диапазоне св. 1260 до 1700 нм	0,03	-
- при измерении длины волны 1550 нм	-	0,05
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений средней мощности оптического излучения, %		
- на длине волны 1550 нм при входном уровне 10^{-5} Вт (-20 дБм)	$\pm 9,6$ ($\pm 0,4$ дБ)	
- на длине волны 1310 нм при входном уровне 10^{-5} Вт (-20 дБм)	± 18 (0,7 дБ)	-
- на длине волны 1550 нм и входном уровне 10^{-4} Вт (-10 дБм)	-	± 12 ($\pm 0,5$ дБ)
¹⁾ при использовании одномодового оптического волокна 9/125 мкм, после прогрева в течение 1 часа, после калибровки длины волны с помощью встроенного эталонного источника оптического излучения (для модификации AE8600D)		

1.3 По итогам проведения поверки должна обеспечиваться прослеживаемость к государственному первичному специальному эталону единиц длины и времени распространения сигнала в оптическом волокне, средней мощности, ослабления и длины волны оптического излучения для волоконно-оптических систем передачи информации ГЭТ 170-2024, в соответствии с государственной поверочной схемой, утвержденной приказом Росстандарта от 06.08.2024 № 1804.

1.4 Поверка анализаторов выполняется методом прямых измерений.

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	Да	Да	10
Проверка диапазона и определение абсолютной погрешности измерений длины волны	Да	Да	10.1
Определение максимальной разрешающей способности по шкале длин волн	Да	Нет	10.2
Определение относительной погрешности измерений средней мощности оптического излучения	Да	Да	10.3
Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	Да	Да	11

2.2 Допускается проведение периодической поверки для меньшего числа измеряемых величин (по параметру измерений длины волны или по параметру измерений средней мощности оптического излучения) и на меньшем числе поддиапазонов измерений длины волны. Периодическая поверка для меньшего числа измеряемых величин и/или на меньшем числе поддиапазонов измерений проводится на основании письменного заявления владельца средства измерений или лица, представившего его на поверку, оформленного в произвольной форме.

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

3 Требования к условиям проведения поверки

3.1 Все операции поверки, за исключением особо оговоренных, проводят при следующих условиях:

- | | |
|--------------------------------------|----------------|
| – температура окружающей среды, °С | от +15 до +25; |
| – относительная влажность воздуха, % | не более 70; |
| – атмосферное давление, кПа | от 96 до 104; |
| – напряжение питающей сети, В | от 198 до 242; |
| – частота питающей сети, Гц | от 49 до 51. |

3.2 Помещение, в котором проводится поверка, должно быть чистым и сухим, свободным от пыли. Допускаемый перепад температуры при проведении поверки – не более 2 °С.

4 Требования к специалистам, осуществляющим поверку

4.1 К проведению поверки допускают лиц, изучивших настоящую методику поверки и руководства по эксплуатации (далее – РЭ) поверяемых анализаторов и средств поверки, ознакомившихся с правилами по охране труда при эксплуатации электроустановок, указанными в приложении к приказу Министерства труда и социальной защиты РФ от 15.12.2020 № 903н, и имеющих опыт работы с высокоточными средствами измерений в области волоконно-оптических систем передачи информации; прошедших обучение на право проведения поверки по требуемому виду измерений.

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 +15 °С до +25 °С с абсолютной погрешностью не более 0,2 °С. Средства измерений относительной влажности воздуха в диапазоне от 10% до 98 % с абсолютной погрешностью не более ±3 %. Средства измерений атмосферного давления в диапазоне от 80 до 110 кПа с абсолютной погрешностью не более ±0,3 кПа	Приборы контроля параметров воздушной среды «Метеометр МЭС-200А», рег. № 27468-04
	Средства измерений частоты переменного тока от 40 до 60 Гц с относительной погрешностью не более 0,01 %. Средства измерений напряжения переменного тока до 600 В с относительной погрешностью не более 0,1 %	Вольтметры универсальные НМ8112-3S, рег. № 50576-12
п. 10.1 Проверка диапазона и определение абсолютной погрешности измерений длины волны п.10.2 Определение максимальной разрешающей способности по шкале длин волн	Эталоны единицы длины волны для волоконно-оптических систем передачи информации, не ниже уровня рабочего эталона по государственной поверочной схеме, утвержденной приказом Росстандарта от 06.08.2024 № 1804, в диапазоне измерений длин волн от 600 до 1700 нм с допускаемой относительной погрешностью воспроизведения длин волн, не более: от $5,0 \cdot 10^{-7}$ до $5,0 \cdot 10^{-5}$	Государственный рабочий эталон единицы длины волны для волоконно-оптических систем передачи в диапазоне значений от 400 до 3400 нм рег. № 3.1.ZZA.0114.2018 (далее – РЭДВ),
п. 10.3 Определение относительной	Эталоны средней мощности и ослабления оптического излучения в волоконно-	Рабочие эталоны единицы средней мощности

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
погрешности измерений средней мощности оптического излучения	оптических системах передачи, не ниже уровня рабочего эталона по государственной поверочной схеме, утвержденной приказом Росстандарта от 06.08.2024 № 1804, в диапазоне измерений: - средней мощности оптического излучения: от 10^{-10} до 10^{-2} Вт; - длин волн исследуемого излучения: от 600 до 1700 нм; - пределы допускаемой относительной погрешности измерений средней мощности оптического излучения на длинах волн калибровки: - в диапазоне от 10^{-10} до $2 \cdot 10^{-3}$ Вт: $\pm 2,5$ %; - в диапазоне от $2 \cdot 10^{-3}$ до 10^{-2} Вт: $\pm 3,5$ %; - пределы допускаемой относительной погрешности измерений относительных уровней мощности: - в диапазоне от 10^{-10} до $2 \cdot 10^{-3}$ Вт: $\pm 1,2$ %; - в диапазоне от 10^{-5} до 10^{-4} Вт: $\pm 0,5$ %	оптического излучения в волоконно-оптических системах передачи «РЭСМ-ВС», рег. № 53225-13

5.2 Допускается применение других средств поверки, обеспечивающих определение необходимых метрологических характеристик поверяемых средств измерений с требуемой точностью.

5.3 Средства измерений, используемые при проведении поверки, должны быть аттестованы (поверены) в установленном порядке.

6 Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки

6.1 При проведении поверки соблюдают 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. 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 Система электрического питания анализаторов должна быть защищена от колебаний и пиков сетевого напряжения, искровые генераторы не должны устанавливаться вблизи анализаторов.

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 Комплектность поверяемых анализаторов должна соответствовать комплектности, приведенной в эксплуатационной документации (РЭ) и описании типа (далее – ОТ).

7.2 При внешнем осмотре должно быть установлено:

- наличие маркировки, подтверждающей тип и идентифицирующей поверяемые анализаторы;
- отсутствие на наружных поверхностях поверяемых анализаторов повреждений, влияющих на их работоспособность;

– отсутствие ослаблений элементов конструкции, сохранность пломб, чистота разъемов.

7.3 Анализаторы считаются прошедшими операцию поверки с положительным результатом, если корпус, внешние элементы, органы управления и индикации не повреждены, отсутствуют механические повреждения и ослабления элементов конструкции, а комплектность анализаторов соответствует таблице состава РЭ и ОТ.

8 Подготовка к поверке и опробование средства измерений

8.1 Подключают к сети питания поверяемый анализатор.

8.2 Подготавливают поверяемый анализатор к работе согласно его РЭ. Проводят прогрев всех включенных приборов в течение получаса, если иное не указано в их РЭ.

8.3 Дожидаются загрузки программного обеспечения (ПО) и появления на экране главного меню.

8.4 Анализаторы считаются прошедшими операцию поверки с положительным результатом, если не происходит отказа световых индикаторов, ошибок при запуске ПО и в работе ПО при загрузке меню.

9 Проверка программного обеспечения средства измерений

9.1 Проверяют соответствие идентификационных данных ПО сведениям, приведенным в ОТ на анализаторы. Включают анализаторы; в появившемся окне главного меню модификации AE8600D выбирают программную кнопку «System», далее выбирают кнопку «Ver», появляется информация о системе; в окне главного меню модификации AE8560 выбирают кнопку «Setting» и, далее, кнопку «About», появляется информация о версии.

9.2 Анализаторы считаются прошедшими операцию поверки с положительным результатом, если идентификационные данные ПО соответствуют значениям, приведенным в таблице 4.

Таблица 4 – Идентификационные данные ПО

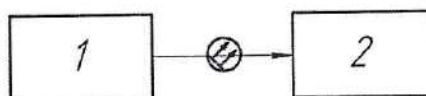
Идентификационные данные (признаки)	Значение
Идентификационное наименование ПО	Микропрограмма
Номер версии (идентификационный номер) ПО	
-для модификации AE8600D	1.11.99 и выше
-для модификации AE8560	1.00.04 и выше
Цифровой идентификатор ПО	–

10 Определение метрологических характеристик средства измерений

10.1 Проверка диапазона и определение абсолютной погрешности измерений длины волны

Диапазон и абсолютная погрешность измерений длины волны поверяемого анализатора определяется путём измерений длин волн резонансных пиков оптического излучения на выходе РЭДВ поверяемым анализатором на краях и в середине проверяемого диапазона.

10.1.1 Собрать схему, приведенную на рисунке 1.

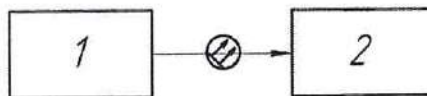


1 – РЭДВ; 2 – поверяемый анализатор

Рисунок 1 – Установка для определения средней и верхней границ диапазона и абсолютной погрешности измерений длины волны

10.1.2 Провести не менее 5 измерений длины волны резонансных пиков оптического излучения на выходе РЭДВ $\lambda_{i,j}$, нм, поверяемым анализатором, соответствующих средней и верхней границам диапазона измерений длины волны.

10.1.3 Собрать схему, приведенную на рисунке 2.



1 – лазер ЛГН-304 из состава РЭДВ; 2 – поверяемый анализатор

Рисунок 2 – Установка для определения нижней границы диапазона и абсолютной погрешности измерений длины волны

10.1.4 Провести не менее 5 измерений длины волны лазера ЛГН-304 из состава РЭДВ $\lambda_{i,j}$, нм, поверяемым анализатором, соответствующего нижней границе диапазона измерений длины волны.

10.2 Определение максимальной разрешающей способности по шкале длин волн

Определение максимальной разрешающей способности по шкале длин волн проводят с помощью лазерных источников из состава РЭДВ с номинальными длинами волн 633, 1310 и 1550 нм, полуширина спектральной линии которых на порядки меньше аппаратной функции поверяемого анализатора.

10.2.1 Собрать схему, приведенную на рисунке 1, подключив к поверяемому анализатору опорный лазерный источник из состава РЭДВ с номинальной длиной волны равной 1550 нм.

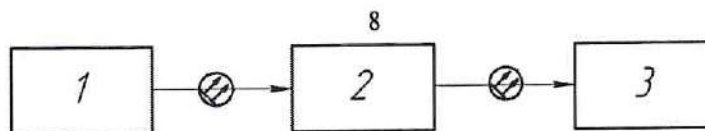
10.2.2 Провести измерения спектра лазерного источника согласно РЭ поверяемого анализатора. Измерить полуширину полученного спектра лазера с помощью маркеров, один из которых поместить на передний фронт, а другой на задний фронт спектральной кривой лазера по уровню минус 3 дБ от максимума.

10.2.3 Повторить операции пункта 10.2.2 настоящей методики для всех опорных лазерных источников из состава РЭДВ.

10.3 Определение относительной погрешности измерений средней мощности оптического излучения

Определение относительной погрешности измерений средней мощности оптического излучения проводить путём измерений средней мощности опорных лазерных источников с номинальными длинами волн 1310 и 1550 нм из состава РЭДВ с предварительно выставленным с помощью оптического аттенуатора из состава РЭСМ уровнем выходной мощности минус 20 дБм на номинальных значениях длин волн 1310 и 1550 нм (или минус 10 дБм на номинальном значении длины волны 1550 нм). Величина выходной мощности оптического излучения контролируется с помощью измерителя мощности из состава РЭСМ.

10.3.1 Собрать схему, приведенную на рисунке 3, подключив источник излучения из состава РЭДВ с номинальной длиной волны 1310 нм. Выбрать значение ослабления, вносимого перестраиваемым оптическим аттенуатором из состава РЭСМ, при котором уровень средней мощности оптического излучения на измерителе мощности из состава РЭСМ составит минус 20 дБм.



- 1 – лазерный источник излучения из состава РЭДВ;
 2 – оптический аттенуатор из состава РЭСМ;
 3 – измеритель мощности из состава РЭСМ

Рисунок 3 – Установка для определения относительной погрешности измерений средней мощности оптического излучения

10.3.2 Провести не менее 5 измерений уровня средней мощности $P_{\text{дБм_эт}i,j}$, дБм, с помощью измерителя мощности из состава РЭСМ согласно его РЭ.

10.3.3 Собрать схему, приведенную на рисунке 3, заменив измеритель мощности из состава РЭСМ на поверяемый анализатор.

10.3.4 Провести не менее 5 измерений уровня средней мощности $P_{\text{дБм}i,j}$, дБм, с помощью поверяемого анализатора.

10.3.5 Повторить пункты 10.3.2 – 10.3.4 на номинальной длине волны 1550 нм, выбрав значение ослабления, вносимого оптическим аттенуатором, при котором уровень средней мощности оптического излучения составит минус 10 дБм.

11 Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

11.1 Обработка результатов измерений длины волны

11.1.1 Для полученных в пунктах 10.1.2 – 10.1.4 настоящей методики результатов измерений длины волны с помощью поверяемого анализатора $\lambda_{i,j}$, нм, вычислить средние арифметические значения длин волн $\lambda_{\text{сред}j}$, нм, по формуле

$$\lambda_{\text{сред}j} = \frac{\sum_{i=1}^n \lambda_{i,j}}{n} \quad (1)$$

где n - количество измерений длины волны.

11.1.2 Рассчитать абсолютную погрешность измерений длины волны, определяемую как разность между средними арифметическими значениями длин волн $\lambda_{\text{сред}j}$, нм, и эталонным значением длины волны резонансного пика оптического излучения на выходе РЭДВ $\lambda_{\text{эт}}$, приведенным в эксплуатационной документации РЭДВ, по формуле

$$\Delta\lambda = \lambda_{\text{сред}j} - \lambda_{\text{эт}} \quad (2)$$

11.1.3 Анализаторы считаются прошедшими операцию поверки с положительным результатом, если абсолютная погрешность измерений длины волны находится в пределах значений, представленных в таблице 1.

11.2 Обработка результатов измерений средней мощности оптического излучения

11.2.1 Для корректности расчетов результаты измерений п.п 10.3.2 – 10.3.5, полученные с помощью измерителя мощности из состава РЭСМ $P_{\text{дБм_эт}i,j}$, дБм, и поверяемого анализатора $P_{\text{дБм}i,j}$, дБм, перевести из дБм в Вт с помощью соотношения

$$P = 0,001 \cdot 10^{\frac{P_{\text{дБм}}}{10}}, \quad (3)$$

где $P_{\text{дБм}}$ – измеренный уровень средней мощности, дБм.

11.2.2 Для полученных в пункте 11.2.1 результатов измерений средней мощности $P_{\text{эт}i,j}$, Вт, и $P_{i,j}$, Вт, вычислить средние арифметические значения средней мощности $P_{\text{эт} \text{сред}j}$, Вт, и $P_{\text{сред}j}$, Вт, по формулам

$$P_{\text{эт} \text{сред}j} = \frac{\sum_{i=1}^n P_{\text{эт}i,j}}{n}; \quad (4)$$

$$P_{ср\delta,j} = \frac{\sum_{i=1}^n P_{i,j}}{n}, \quad (5)$$

где i – номер измерения;

j – номер лазерного источника излучения;

n – количество измерений уровня средней мощности.

11.2.3 Вычислить абсолютную погрешность измерений средней мощности оптического излучения ΔP_j , Вт по формуле

$$\Delta P_j = P_{ср\delta,j} - P_{эт\delta,j} \quad (6)$$

11.2.4 Вычислить относительную погрешность измерений средней мощности оптического излучения поверяемым анализатором δP_j , %, по формуле

$$\delta P_j = \frac{\Delta P_j}{P_{ср\delta,j}} \cdot 100\%. \quad (7)$$

За значение относительной погрешности измерений средней мощности оптического излучения поверяемым анализатором принимается максимальное из полученных значений δP_j , %.

11.2.5 Вычислить относительную погрешность измерений средней мощности оптического излучения поверяемым анализатором, выраженную в дБ, $\delta \delta B_j$, дБ, по формуле

$$\delta \delta B_j = 10 \cdot \log_{10} \left(1 + \frac{\delta P_j}{100\%} \right). \quad (8)$$

11.2.6 Анализаторы считаются прошедшими операцию поверки с положительным результатом, если значения относительной погрешности измерений средней мощности не превышают пределов, приведенных в таблице 1.

11.3 Обработка результатов измерений максимальной разрешающей способности по шкале длин волн.

11.3.1 Провести оценку результатов измерений максимальной разрешающей способности по шкале длин волн, полученных в пунктах 10.2.1 - 10.2.3.

11.3.2 Анализаторы считаются прошедшими операцию поверки с положительным результатом, если значения максимальной разрешающей способности по шкале длин волн соответствуют значениям, приведенным в таблице 1.

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 Анализаторы считаются прошедшими поверку с положительным результатом и допускаются к применению, если все операции поверки пройдены с положительным результатом и полученные значения метрологических характеристик удовлетворяют требованиям к анализаторам в соответствии с их ОТ, а также соблюдены требования по защите средства измерений от несанкционированного вмешательства. В ином случае анализаторы 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. Нанесение знака поверки на анализатор 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 средств измерений, оформленное в соответствии с требованиями к содержанию извещения о непригодности, утвержденными приказом Министерства промышленности и торговли Российской Федерации от 31.07.2020 № 2510.

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

Заместитель руководителя отделения Ф-3



А.П. Мамонов

Начальник лаборатории Ф-3



А.К. Митюрёв

Младший научный сотрудник лаборатории Ф-3



А.О. Погоньшев

Ведущий инженер лаборатории Ф-3



Л.В. Подюкова

Приложение А
(Рекомендуемое)
Форма протокола поверки

ПРОТОКОЛ ПЕРВИЧНОЙ (ПЕРИОДИЧЕСКОЙ) ПОВЕРКИ №
от _____ 20__ г.

Анализаторы спектра оптические DEVISER,
модификация _____
регистрационный № _____

Серийный номер:

Год выпуска:

Изготовитель:

Владелец СИ:

Применяемые средства поверки:

Применяемая методика поверки:

МП 033.ФЗ-24 «ГСИ. Анализаторы спектра
оптические DEVISER.Методика поверки»

Условия поверки:

- температура окружающей среды:
- относительная влажность воздуха:
 - атмосферное давление:
 - напряжение сети питания:
 - частота сети питания:

Место проведения поверки:

Проведение поверки:

1. Внешний осмотр:
2. Опробование:
3. Идентификация программного обеспечения:
4. Определение метрологических характеристик:

4.1. Проверка диапазона и определение абсолютной погрешности измерений длины волны

Таблица А.1

Среднее измеренное значение длины волны, $\lambda_{\text{сред},j}$ нм	Эталонное значение длины волны, $\lambda_{\text{эт}}$, нм	$\Delta\lambda$, нм	Требования документации
			в соответствии с модификацией анализатора

4.2 Определение максимальной разрешающей способности по шкале длин волн

Таблица А.2

Значение максимальной разрешающей способности, нм	Требования документации
	в соответствии с модификацией анализатора

4.3 Определение относительной погрешности измерений средней мощности оптического излучения

Таблица А.3

$P_{эт\,сред\,j}$, Вт	$P_{сред\,j}$, Вт	ΔP_j , Вт	δP_j , %	$\delta\delta B_{P_j}$, дБ	Требования документации
					в соответствии с модификацией анализатора

5. Заключение по результатам поверки:

Поверитель:

Подпись_____
Фамилия И.О.

Руководитель:

Подпись_____
Фамилия И.О.