

СОГЛАСОВАНО

Заместитель директора

ФГБУ «ВНИИОФИ»



Е.А. Гаврилова

2023 г.

«ГСИ. Тестеры оптические АQ. Методика поверки»

МП 030.ФЗ-23

Главный метролог

ФГБУ «ВНИИОФИ»

С.Н. Негода

«14» 04 2023 г.

г. Москва

2023 г.

1 Общие положения

1.1 Настоящая методика поверки распространяется на тестеры оптические AQ (далее по тексту – тестеры) и устанавливает порядок, методы и средства проведения первичной и периодических поверок.

Тестеры предназначены для измерений средней мощности и затухания оптического излучения в волоконно-оптических кабелях и оптических компонентах в одномодовых и многомодовых волоконно-оптических линиях передачи.

По итогам проведения поверки должна обеспечиваться прослеживаемость к государственному первичному специальному эталону единиц длины и времени распространения сигнала в световоде, средней мощности, ослабления и длины волны оптического излучения для волоконно-оптических систем передачи информации ГЭТ 170 - 2011, в соответствии с государственной поверочной схемой, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии (Росстандарт) от 05.12.2019 № 2862. Поверка тестеров выполняется методом прямых измерений.

1.2 Метрологические характеристики тестеров приведены в таблицах 1 и 2.

Таблица 1 – Метрологические характеристики тестеров с ваттметром

Наименование характеристики	Значение			
	AQ2170	AQ2170H	AQ2180	AQ2180H
Длины волн градуировки, нм	850, 1300, 1310, 1490, 1550, 1625, 1650	1310, 1490, 1550, 1625, 1650	850, 1300, 1310, 1490, 1550, 1625, 1650	1310, 1490, 1550, 1625, 1650
Диапазон измерений уровня средней мощности оптического излучения, Вт (дБм*)	от 10^{-9} до 10^{-2} (от -60 до +10)	от 10^{-7} до $9,9 \cdot 10^{-2}$ (от -40,0 до +19,9)	от 10^{-9} до 10^{-2} (от -60 до +10)	от 10^{-7} до $9,9 \cdot 10^{-2}$ (от -40,0 до +19,9)
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений уровня средней мощности оптического излучения на длинах волн градуировки**, % (дБ)	± 7 (0,29)			
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений относительных уровней мощности**, % (дБ)	± 5 (0,21)			
* здесь и далее (дБм) обозначает (дБ) относительно 1 мВт; ** при температуре (23±2) °С в диапазоне измерений уровня средней мощности оптического излучения.				

Таблица 2 – Метрологические характеристики тестеров с источником оптического излучения

Наименование характеристики	Значение		
	AQ4280A	AQ4280B	AQ4280C
Длины волн излучения, нм	1310 $\pm$ 20, 1550 $\pm$ 20	1310 $\pm$ 20, 1490 $\pm$ 10, 1550 $\pm$ 20	1310 $\pm$ 20, 1490 $\pm$ 10, 1550 $\pm$ 20, 1625 $\pm$ 10
Уровень выходной мощности в непрерывном режиме, дБм, не менее	-6		

Наименование характеристики	Значение		
	AQ4280A	AQ4280B	AQ4280C
Нестабильность уровня выходной мощности излучения за 15 минут, дБ, не более:			
- 1310, 1550 нм	0,05	0,05	0,05
- 1490 нм	-	0,1	0,1
- 1625 нм	-	-	0,1

2 Перечень операций поверки средства измерений

2.1 При проведении первичной и периодической поверок должны быть выполнены операции, указанные в таблице 3.

Таблица 3 – 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 измерения	Да	Да	9
Определение метрологических характеристик средства измерений	Да	Да	10
Проверка диапазона измерений уровня средней мощности оптического излучения; определение относительной погрешности измерений уровня средней мощности оптического излучения на длинах волн градуировки, определение относительной погрешности измерений относительных уровней мощности	Да	Да	10.1
Определение длин волн источника излучения	Да	Да	10.2
Определение уровня и нестабильности уровня выходной мощности источника	Да	Да	10.3
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.

3 Требования к условиям проведения поверки

3.1 Все операции поверки проводят при следующих условиях:

- температура окружающей среды, °С от 21 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, где проводится поверка, должно быть чистым и сухим. 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 руководство по эксплуатации (далее – РЭ) поверяемого тестера и средств поверки, а также их правила хранения и применения, 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 4.

Таблица 4 – 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 +21°С до +25°С с абсолютной погрешностью не более 0,2 °С; Средства измерений относительной влажности воздуха в диапазоне до 80 % с абсолютной погрешностью не более 2 %; Средства измерений атмосферного давления в диапазоне от 84 до 106 кПа с абсолютной погрешностью не более 0,13 кПа	Прибор 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 %	Вольтметр универсальный НМ8112-3S, рег. № 50576-12
п. 10 Определение метрологических характеристик средства измерений	Эталоны средней мощности оптического излучения в волоконно-оптических системах передачи, не ниже уровня рабочего эталона по государственной поверочной схеме, утвержденной приказом Росстандарта от 05.12.2019 №2862, в диапазоне измерений: - средней мощности оптического излучения: от 10^{-10} до 1 Вт;	Государственный рабочий эталон единиц средней мощности и ослабления оптического излучения в волоконно-оптических системах передачи в диапазоне

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
	- длин волн исследуемого излучения: от 500 до 1700 нм; - пределы допускаемой относительной погрешности измерений средней мощности оптического излучения в рабочем спектральном диапазоне: $\pm 5 \%$; - пределы допускаемой относительной погрешности измерений средней мощности оптического излучения на длинах волн градуировки: $\pm 2,0 \%$; - пределы допускаемой относительной погрешности измерений относительных уровней мощности: $\pm 1,0 \%$	значений от 10^{-10} до 1 Вт на длинах волн от 500 до 1700 нм (далее – РЭСМ), рег. № 3.1.ZZA.0100.2017

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

5.3 Средства поверки, 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, ГОСТ 31581-2012 и правила по охране труда при эксплуатации электроустановок, указанные 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 тестеров должна быть защищена от колебаний и пиков сетевого напряжения, искровые генераторы не должны устанавливаться вблизи поверяемого тестера.

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 поверяемого тестера должна соответствовать комплектности, приведенной в описании типа (далее – ОТ).

7.2 При внешнем осмотре должно быть установлено:

- наличие маркировки, подтверждающей тип и идентифицирующей поверяемый тестер;
- отсутствие на наружных поверхностях поверяемого тестера повреждений, влияющих на его работоспособность;
- отсутствие ослаблений элементов конструкции, сохранность пломб, чистота разъемов;
- целостность волоконно-оптических кабелей и разъемов.

7.3 Тестер считается прошедшим операцию поверки с положительным результатом, если корпус, внешние элементы, органы управления и индикации не повреждены, отсутствуют механические повреждения и ослабления элементов конструкции, а комплектность тестера соответствует таблице комплектности в ОТ.

8 Подготовка к поверке и опробование средства измерений

8.1 Устанавливают на рабочем месте поверяемый тестер и РЭСМ.

8.2 Проверяют условия окружающей среды.

8.3 Протирают специальным тампоном, смоченным изопропиловым спиртом (ГОСТ 9805-84), оптический разъем поверяемого тестера и РЭСМ. Протирают специальной салфеткой, смоченной изопропиловым спиртом, торцы волоконно-оптических кабелей, используемых при проведении поверки.

8.4 Подготавливают поверяемый тестер к работе согласно его руководству по эксплуатации (далее - РЭ). Проводят прогрев всех включенных приборов в течение получаса если иное не указано в их РЭ.

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

8.6 Тестер считается прошедшим операцию поверки с положительным результатом, если прогрев тестера прошел без сообщений об ошибке, ПО запускается и главное меню отображается на экране тестера.

9 Проверка программного обеспечения средства измерений

9.1 Проверяют соответствие заявленных идентификационных данных ПО сведениям, приведенным в ОТ на тестер. Идентификационное наименование, номер версии ПО и заводской номер можно увидеть на экране тестера при его включении.

9.2 Тестер считается прошедшим операцию поверки с положительным результатом, если идентификационные данные ПО соответствуют значениям, приведенным в таблице 5.

Таблица 5 – Идентификационные данные ПО

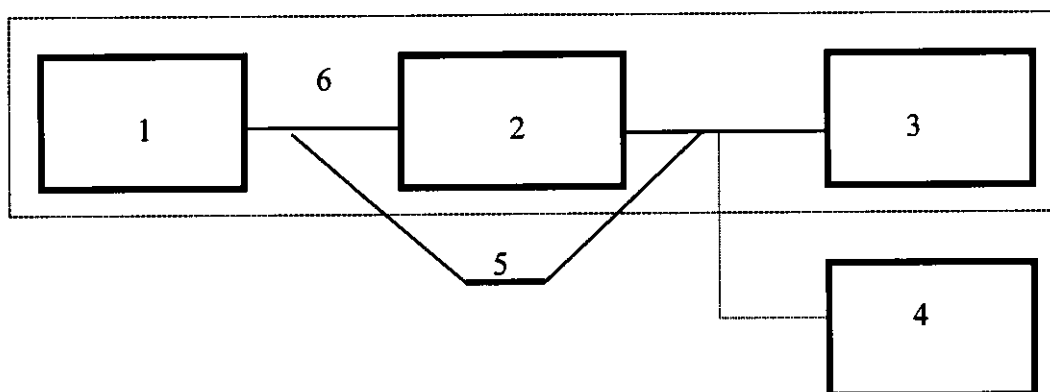
Идентификационные данные (признаки)	Значение		
	AQ2170_Fmw	AQ2180_Fmw	AQ4280_Fmw
Идентификационное наименование ПО			
Номер версии (идентификационный номер) ПО	V1.0 и выше	V1.0 и выше	V1.0 и выше
Цифровой идентификатор ПО	-	-	-

10 Определение метрологических характеристик средства измерений

10.1 Проверка диапазона измерений уровней средней мощности оптического излучения; определение относительной погрешности измерений уровня средней мощности оптического излучения на длинах волн градуировки, определение относительной погрешности измерений относительных уровней мощности.

10.1.1 Проверка диапазона измерений уровней средней мощности оптического излучения; определение относительной погрешности измерений уровня средней мощности оптического излучения на длинах волн градуировки, определение относительной погрешности измерений относительных уровней мощности проводят путем измерений мощности излучения на выходе РЭСМ поверяемым тестером, и последующего расчета погрешности.

10.1.2 Собирают установку согласно схеме, приведенной на рисунке 1.



1 - источник излучения, стабилизированный из состава РЭСМ; 2 - аттенюатор оптический; 3 – измеритель оптической мощности из состава РЭСМ; 4 – поверяемый тестер; 5 – волоконно-оптический кабель; 6 – РЭСМ
Рисунок 1 – Схема подключений для поверки тестера

10.1.3 Переводят РЭСМ и поверяемый тестер в режим измерений на длине волны 1550 нм.

10.1.4 Выход оптического аттенюатора подключают к входу измерителя оптической мощности (далее – ИОМ) РЭСМ и регулировкой ослабления аттенюатора устанавливают на его выходе уровень мощности, равный максимально измеряемому поверяемым тестером.

10.1.5 Проводят n ($n=5$) измерений уровня мощности последовательно ИОМ РЭСМ P_{0ij} , дБм и поверяемым тестером P_{ij} , дБм.

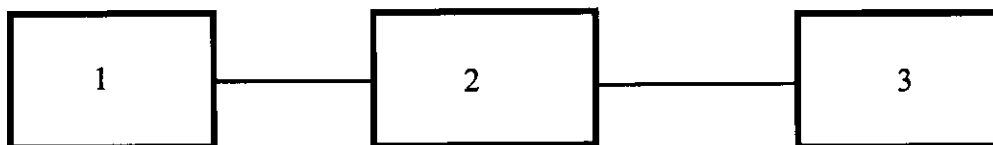
10.1.6 Повторяют операции по п.п. 10.1.4, 10.1.5, последовательно уменьшая уровень мощности (с шагом от 5 до 10 дБ), дойдя до минимального уровня мощности, измеряемого поверяемым тестером.

10.1.7 Операции по п.п. 10.1.2 – 10.1.6 проводят на всех длинах волн градуировки поверяемого тестера.

10.1.8 Провести обработку результатов измерений в соответствии с п. 11.1.

10.2 Определение длин волн излучения

10.2.1 Оптическим кабелем соединяют выход тестера с источниками оптического излучения с входным разъемом спектральной установки, как показано на рисунке 2. На тестере проводят установку одной из рабочих длин волн излучения.



1 – поверяемый тестер; 2 – монохроматор; 3 – опорный приемник
Рисунок 2 – Схема установки для измерения длин волн излучения источников тестера

10.2.2 Изменяя длину волны на шкале монохроматора спектральной установки (СУ), регистрируют длину волны, соответствующую максимальному значению сигнала.

10.2.3 Повторяют операции по п. 10.2.2 для всех длин волн поверяемого тестера.

10.3 Определение уровня и нестабильности уровня выходной мощности источника

10.3.1 Проводят предварительный прогрев тестера с источниками оптического излучения в течение 15 минут.

10.3.2 На испытываемом тестере проводят установку одной из рабочих длин волн излучения. Подают оптическое излучение от тестера с источниками оптического излучения на оптический вход ваттметра РЭСМ с помощью волоконно-оптического кабеля.

10.3.3 Регистрируют показания ваттметра РЭСМ в течение 15 минут с интервалом в 1 минуту.

10.3.4 Провести обработку результатов измерений в соответствии с п. 11.2.

11 Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

11.1 Обработка результатов определения относительной погрешности измерений уровней средней мощности оптического излучения на длинах волн градуировки.

11.1.1 Если измерения в п.п. 10.1.3 – 10.1.6 проводились в дБм, то переводят полученные значения уровня средней мощности оптического излучения P_{0ij} и P_{ij} , из дБм в Вт с помощью соотношения 1:

$$P_{Вт} = 0,001 \cdot 10^{\frac{P_{дБм}}{10}}, \quad (1)$$

11.1.2 Вычисляют среднее арифметическое для полученных значений P_{0ij} и P_{ij} , Вт по формулам 2, 3:

$$P_j = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n P_{ij} \quad (2)$$

$$P_{0j} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n P_{0ij} \quad (3)$$

где P_{0ij} ; P_{ij} - показания ИОМ РЭСМ и поверяемого тестера при i -ом измерении в точке j (выраженные в Вт).

11.1.3 Определяют значение относительной систематической погрешности измерений средней мощности оптического излучения Δ_1 , %, на длине волны градуировки по формуле 4:

$$\Delta_1 = \max(|\Delta_j|) \quad (4)$$

где

$$\Delta_j = 100 \cdot \frac{P_j - P_{0j}}{P_{0j}}, \% \quad (5)$$

11.1.4 Рассчитывают суммарную относительную погрешность измерений средней мощности оптического излучения на длине волны градуировки Δ_r , % по формуле 6:

$$\Delta_r = \sqrt{\Delta_1^2 + \Delta_0^2}, \quad (6)$$

где Δ_0 – основная погрешность РЭСМ на длине волны градуировки.

11.1.5 Определяют значение относительной погрешности измерений относительных уровней мощности $\Delta_{отн}$, % по формуле 7:

$$\Delta_{отн} = \sqrt{\Delta_2^2 + \Delta_{0отн}^2}, \quad (7)$$

где $\Delta_{0отн}$ – погрешность измерений относительных уровней мощности РЭСМ;

Δ_2 - погрешность измерений относительных уровней мощности, рассчитываемая по формуле 8.

$$\Delta_2 = \max(\Delta_j) - \min(\Delta_j), \% \quad (8)$$

11.1.5 Тестеры считаются прошедшими операцию поверки с положительным результатом, если операции по п.п. 10.1.1 – 10.1.7 проведены в диапазонах, указанных в таблице 1; при этом относительная погрешность измерений уровня средней мощности оптического излучения на длинах волн градуировки и относительная погрешность

измерений относительных уровней мощности не превышают значений, указанных в таблице 1.

11.2 Обработка результатов определения уровня и нестабильности выходной мощности источника

11.2.1 Определяют нестабильность уровня выходной мощности источника θ_S по формуле:

$$\theta_S = P_{\max} - P_{\min} \quad (9)$$

где $P_{\max}$ и $P_{\min}$ – соответственно, максимальное и минимальное значения мощности (выраженные в дБм), зарегистрированные за время измерений.

11.2.2 За уровень мощности излучения источника принимают значение $P_{\min}$.

11.2.3 Проводят операции по п.п. 11.2.1 – 11.2.2 для остальных длин волн излучения.

11.2.4 Тестеры считаются прошедшими операцию поверки с положительным результатом, если зарегистрированные значения длин волн находятся в пределах допуска, заданного для каждой из рабочих длин волн, приведенных в таблице 2, а значения уровней и нестабильности уровней выходной мощности излучения соответствуют приведенным в таблице 2.

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 Тестер считается прошедшим поверку с положительным результатом и допускается к применению, если все операции поверки пройдены с положительным результатом и полученные значения метрологических характеристик удовлетворяют требованиям к тестеру в соответствии с его описанием типа, а также соблюдены требования по защите средства измерений от несанкционированного вмешательства. В ином случае тестер 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 тестеры 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 положительных, так и отрицательных) передаются в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений.

Заместитель начальника отделения Ф-3

Начальник лаборатории отделения Ф-3

Старший научный сотрудник отделения Ф-3

 А.П. Мамонов
 И.С. Королев
 А.И. Глазов

Приложение А
(Рекомендуемое)
Форма протокола поверки

ПРОТОКОЛ ПЕРВИЧНОЙ (ПЕРИОДИЧЕСКОЙ) ПОВЕРКИ №

от _____ 20__ г.

Тестер оптический АQ
(регистрационный № _____, год выпуска)

Заводской номер:

Изготовитель:

Владелец СИ:

Применяемые эталоны:

Применяемая методика поверки: МП 030.ФЗ-23 «ГСИ. Тестеры оптические АQ.
Методика поверки»

Место проведения поверки:

Условия поверки:

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

Проведение поверки:

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

Полученные результаты измерений метрологических характеристик тестера:

Таблица А.1 – Результаты определения метрологических характеристик

Метрологическая характеристика	Требования технической документации	Полученные значения	Результат (соответствие)
Длины волн градуировки, нм			
Диапазон измерений уровня средней мощности непрерывного оптического излучения, Вт (дБм*)			
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений уровня средней мощности оптического излучения на длинах волн градуировки**, % (дБ)			
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений относительных уровней мощности**, % (дБ)			

Таблица А.2 – Результаты определения метрологических характеристик источника излучения

Метрологическая характеристика	Требования технической документации	Полученные значения	Результат (соответствие)
Длины волн излучения, нм			
Уровень выходной мощности в непрерывном режиме, дБм, не менее			
Нестабильность уровня выходной мощности излучения за 15 минут, дБ, не более: – 1310, 1550 нм – 1490 нм – 1625 нм			

5. Заключение по результатам поверки:

Поверитель:	_____	_____
	Подпись	Фамилия И.О.
Руководитель:	_____	_____
	Подпись	Фамилия И.О.