

## ОПИСАНИЕ ТИПА СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

### Рефлектометры оптические AQ7280

#### Назначение средства измерений

Рефлектометры оптические AQ7280 (далее по тексту – рефлектометры) предназначены для измерений ослабления методом обратного рассеяния в одномодовых и многомодовых оптических волокнах оптических кабелей, расстояния до мест неоднородностей, оценки неоднородностей оптического кабеля и измерений мощности оптического излучения.

#### Описание средства измерений

Принцип действия рефлектометра основан на измерении сигнала обратного рэлеевского рассеяния при прохождении по оптическому волокну одиночного оптического импульса. Сигнал обратного рассеяния регистрируется оптическим приемником, преобразуется в цифровую форму и многократно усредняется. Полученные значения сигнала обрабатываются и отображаются на экране в виде рефлектограммы. В рефлектометре имеется возможность сохранения результатов измерения (рефлектограммы) в виде файлов и передача их в персональный компьютер (ПК) через порт mini USB.

Рефлектометр представляет собой прибор, состоящий из базового блока и сменных оптических блоков:

- сменные рефлектометрические блоки представлены следующими моделями: AQ7282A, AQ7283A, AQ7284A, AQ7285A, AQ7283F, AQ7283H, AQ7284H, AQ7283K, AQ7282M, отличающиеся длинами волн измерения, значениями динамического диапазона и мертвой зоны;

- сменные блоки измерителя мощности оптического излучения (OPM) и источника видимого излучения (VLS) представлены следующими моделями: AQ2780, AQ2781 – измерители мощности на стандартный диапазон и диапазон высоких уровней мощности соответственно; AQ2780V, AQ2781V – измерители мощности на стандартный диапазон и диапазон высоких уровней мощности соответственно с источником видимого излучения; AQ4780 – только источник видимого излучения.

Сменные рефлектометрические блоки могут быть оборудованы в зависимости от требований заказчика опциями измерителя мощности и источника оптического излучения, используемыми в качестве порта входа-выхода порт рефлектометра.

Принцип действия измерителя мощности основан на преобразовании фотоприемником оптического сигнала в электрический с последующим усилением и преобразованием в цифровую форму. Принцип действия источника оптического излучения основан на преобразовании электрического тока в оптическое излучение в полупроводниковых лазерах с применением схемы стабилизации мощности излучения; предусмотрен режим генерации непрерывного оптического излучения, а также модулированного оптического излучения с частотами 270 Гц, 1 кГц, 2 кГц. Источник видимого излучения основан на полупроводниковом лазере с длиной волны 650 нм и служит для визуального обнаружения повреждений в волоконно-оптической линии.

Прибор выполнен в прямоугольном корпусе в виде переносного прибора. На лицевой панели рефлектометра расположены кнопки управления и цветной сенсорный дисплей.

Для ограничения доступа внутрь корпуса прибора производится его пломбирование в области крепежных винтов на нижней панели рефлектометра.



Рисунок 1 – Общий вид рефлектометров оптических AQ7280



Рисунок 2 – Место пломбирования от несанкционированного доступа

### Программное обеспечение

Метрологически значимая часть программного обеспечения (далее по тексту – ПО) прошита в памяти микроконтроллера прибора. Интерфейсная часть ПО запускается на приборе и служит для отображения, обработки и сохранения результатов измерений.

Идентификационные данные (признаки) метрологически значимой части программного обеспечения указаны в таблице 1.

Таблица 1

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Идентификационное наименование ПО	AQ7280 firmware
Номер версии (идентификационный номер) ПО	R1.02
Цифровой идентификатор ПО	E248DE76
Алгоритм вычисления цифрового идентификатора ПО	CRC32

Защита программного обеспечения от непреднамеренных и преднамеренных изменений соответствует уровню защиты «высокий» в соответствии с Р 50.2.077-2014.

### Метрологические и технические характеристики

Таблица 2

Наименование характеристики	Значение характеристики моделей сменных рефлектометрических блоков		
	модель AQ7282A	модель AQ7283A	модель AQ7284A
Тип волокна	одномодовое 9/125 мкм		
Рабочие длины волн, нм	1310 ± 25 1550 ± 25	1310 ± 25 1550 ± 25	1310 ± 25 1550 ± 25
Динамический диапазон измерений ослабления <sup>1</sup> , дБ, не менее (при длительности импульса 20 мкс, усреднении 3 мин, по уровню 98% от максимума шумов / по уровню SNR=1)	для длины волны 1310 нм: 36 / 38 для длины волны 1550 нм: 34 / 36	для длины волны 1310 нм: 40 / 42 для длины волны 1550 нм: 38 / 40	для длины волны 1310 нм: 44 / 46 для длины волны 1550 нм: 43 / 45
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения ослабления, дБ	$\Delta A = \pm 0,03 \cdot A$ , где A – измеряемое ослабление, дБ		
Диапазоны измеряемых длин, км	0 - 0,2; 0 - 0,5; 0 - 1; 0 - 2; 0 - 5; 0 - 10; 0 - 20; 0 - 30; 0 - 50; 0 - 100; 0 - 200; 0 - 300; 0 - 400; 0 - 512		
Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности при измерении длины, м	$\Delta L = \pm (0,75 + 2 \cdot 10^{-5} L + \delta)$ , где L – измеряемая длина, м; $\delta$ – дискретность отсчета в измеряемом диапазоне длин, м		
Мертвая зона при измерении ослабления, не более, м - для длины волны 1310 нм - для длины волны 1550 нм	3,5 4		
Мертвая зона при измерении положения неоднородности, не более, м	0,6		
Длительность зондирующих импульсов, нс	3, 10, 20, 30, 50, 100, 200, 300, 500, 1000, 2000, 5000, 10000, 20000		
<sup>1</sup> Динамический диапазон - разность в децибелах между уровнем сигнала, рассеянного от ближнего к прибору конца измеряемого оптического кабеля, и уровнем шумов при длительности импульса 20 мкс (в одномодовом режиме).			

Таблица 3

Наименование характеристики	Значение характеристики моделей сменных рефлектометрических блоков		
	модель AQ7285A	модель AQ7283F	модель AQ7283H
Тип волокна	одномодовое 9/125 мкм		
Рабочие длины волн, нм	1310 ± 25 1550 ± 25	1310 ± 25 1550 ± 25 1650 ± 5	1310 ± 25 1550 ± 25 1625 ± 25
Динамический диапазон измерений ослабления <sup>1</sup> , дБ, не менее (при длительности импульса 20 мкс, усреднении 3 мин, по уровню 98% от максимума шумов / по уровню SNR=1)	для длины волны 1310 нм: 48 / 50 для длины волны 1550 нм: 48 / 50	для длины волны 1310 нм: 40 / 42 для длины волны 1550 нм: 38 / 40 для длины волны 1650 нм: 38 / 40	для длины волны 1310 нм: 40 / 42 для длины волны 1550 нм: 38 / 40 для длины волны 1625 нм: 37 / 39
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения ослабления, дБ	$\Delta A = \pm 0,03 \cdot A$ , где A – измеряемое ослабление, дБ		
Диапазоны измеряемых длин, км	0 - 0,2; 0 - 0,5; 0 - 1; 0 - 2; 0 - 5; 0 - 10; 0 - 20; 0 - 30; 0 - 50; 0 - 100; 0 - 200; 0 - 300; 0 - 400; 0 - 512		
Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности при измерении длины, м	$\Delta L = \pm (0,75 + 2 \cdot 10^{-5} L + \delta)$ , где L – измеряемая длина, м; $\delta$ – дискретность отсчета в измеряемом диапазоне длин, м		
Мертвая зона при измерении ослабления, не более, м - для длины волны 1310 нм - для длины волны 1550 нм - для длины волны 1625 нм - для длины волны 1650 нм	3,5 4 4 4		
Мертвая зона при измерении положения неоднородности, не более, м	0,5	0,6	
Длительность зондирующих импульсов, нс	3, 10, 20, 30, 50, 100, 200, 300, 500, 1000, 2000, 5000, 10000, 20000		
<sup>1</sup> Динамический диапазон - разность в децибелах между уровнем сигнала, рассеянного от ближнего к прибору конца измеряемого оптического кабеля, и уровнем шумов при длительности импульса 20 мкс (в одномодовом режиме).			

Таблица 4

Наименование характеристики	Значение характеристики моделей сменных рефлектометрических блоков		
	модель AQ7284H	модель AQ7283K	модель AQ7282M
Тип волокна	одномодовое 9/125 мкм		многомодовое 50/125 мкм 62,5/125 мкм
Рабочие длины волн, нм	1310 ± 25 1550 ± 25 1625 ± 25	1310 ± 25 1490 ± 25 1550 ± 25 1625 ± 25	850 ± 30 1300 ± 30

Продолжение таблицы 4

Наименование характеристики	Значение характеристики моделей сменных рефлектометрических блоков		
	модель AQ7284H	модель AQ7283K	модель AQ7282M
Динамический диапазон измерений ослабления <sup>1</sup> , дБ, не менее (усреднении 3 мин, по уровню 98% от максимума шумов / по уровню SNR=1)	при длительности импульса 20 мкс		
	для длины волны 1310 нм: 44 / 46 для длины волны 1550 нм: 43 / 45 для длины волны 1625 нм: 42 / 44	для длины волны 1310 нм: 40 / 42 для длины волны 1490 нм: 36 / 38 для длины волны 1550 нм: 38 / 40 для длины волны 1650 нм: 38 / 40	при длительности импульса 500 нс: для длины волны 850 нм: 23 / 25 при длительности импульса 1 мкс: для длины волны 1300 нм: 25 / 27
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения ослабления, дБ	$\Delta A = \pm 0,03 \cdot A$ , где A – измеряемое ослабление, дБ		
<sup>1</sup> Динамический диапазон - разность в децибелах между уровнем сигнала, рассеянного от ближнего к прибору конца измеряемого оптического кабеля, и уровнем шумов при длительности импульса 20 мкс (в одномодовом режиме), при длительности импульса 500 нс для длины волны 850 нм и 1 мкс для длины волны 1300 нм (в многомодовом режиме)			
Диапазоны измеряемых длин, км	0 - 0,2; 0 - 0,5; 0 - 1; 0 - 2; 0 - 5; 0 - 10; 0 - 20; 0 - 30; 0 - 50; 0 - 100; 0 - 200; 0 - 300; 0 - 400; 0 - 512		0 - 0,2; 0 - 0,5; 0 - 1; 0 - 2; 0 - 5; 0 - 10; 0 - 20; 0 - 30; 0 - 50; 0 - 100
Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности при измерении длины, м	$\Delta L = \pm (0,75 + 2 \cdot 10^{-5} L + \delta)$ , где L – измеряемая длина, м; $\delta$ – дискретность отсчета в измеряемом диапазоне длин, м		
Мертвая зона при измерении ослабления, не более, м - для длины волны 1310 нм - для длины волны 1490 нм - для длины волны 1550 нм - для длины волны 1625 нм - для длины волны 1650 нм - для длины волны 850 нм - для длины волны 1300 нм	3,5 4 4 4 4 4 5		
Мертвая зона при измерении положения неоднородности не более, м	0,6		
Длительность зондирующих импульсов, нс	3, 10, 20, 30, 50, 100, 200, 300, 500, 1000, 2000, 5000, 10000, 20000		для длины волны 850 нм: 3, 10, 20, 30, 50, 100, 200, 300, 500, 1000 для длины волны 1300 нм: 3, 10, 20, 30, 50, 100, 200, 300, 500, 1000, 2000, 5000

Таблица 5

Наименование характеристики	Значение характеристики для опций измерителя мощности и источника оптического излучения рефлектометра			
	модель AQ7282A	модель AQ7283A	модель AQ7284A	модель AQ7285A
Длины волн градуировки, нм	1310, 1490, 1550, 1625, 1650			
Диапазон отображаемых значений уровня средней мощности оптического излучения, дБм*	от минус 50 до минус 10			
Диапазон измерений уровня средней мощности оптического излучения, дБм	от минус 20 до минус 10			
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений уровня средней мощности оптического излучения на длинах волн градуировки, дБ	± 0,5			
Длины волн излучения источника, нм	1310 ± 25 1550 ± 25			
Уровень выходной мощности источника в непрерывном режиме, дБм, не менее	минус 4			
Нестабильность уровня мощности излучения источника в непрерывном режиме за 5 мин (после 5 мин прогрева), дБ, не более	± 0,05			
* здесь и далее (дБм) обозначает (дБ) относительно 1 мВт				

Таблица 6

Наименование характеристики	Значение характеристики для опций измерителя мощности и источника оптического излучения рефлектометра			
	модель AQ7283F	модель AQ7283H	модель AQ7284H	модель AQ7283K
Длины волн градуировки, нм	1310, 1490, 1550, 1625, 1650			
Диапазон отображаемых значений уровня средней мощности оптического излучения, дБм	от минус 50 до минус 10			
Диапазон измерений уровня средней мощности оптического излучения, дБм	от минус 20 до минус 10			
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений уровня средней мощности оптического излучения на длинах волн градуировки, дБ	± 0,5			

Продолжение таблицы 6

Наименование характеристики	Значение характеристики для опций измерителя мощности и источника оптического излучения рефлектометра			
	модель AQ7283F	модель AQ7283H	модель AQ7284H	модель AQ7283K
Длины волн излучения источника, нм	1310 ± 25 1550 ± 25 1650 ± 10	1310 ± 25 1550 ± 25 1625 ± 25		1310 ± 25 1550 ± 25 1490 ± 25 1625 ± 25
Уровень выходной мощности источника в непрерывном режиме, дБм, не менее	минус 4			
Нестабильность уровня мощности излучения источника в непрерывном режиме за 5 мин (после 5 мин прогрева), дБ, не более для 1310 и 1550 нм для 1490, 1625 и 1650 нм	± 0,05 ± 0,15			

Таблица 7

Наименование характеристики	Значение характеристики для блоков измерителя мощности			
	модель AQ2780	модель AQ2780V	модель AQ2781	модель AQ2781V
Длины волн градуировки, нм	850, 1300, 1310, 1490, 1550, 1625, 1650			
Диапазон отображаемых значений уровня средней мощности оптического излучения, дБм	от минус 70 до 10		от минус 50 до 27	
Диапазон измерений уровня средней мощности оптического излучения (P), дБм Непрерывное: Модулированное:	от минус 60 до 10 от минус 60 до 7		от минус 40 до 27 от минус 40 до 24	
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений уровня средней мощности оптического излучения на длинах волн градуировки	850 нм	$\pm \left( 0,4 + \frac{2}{A} \right) \%$		$\pm \left( 0,4 + \frac{200}{A} \right) \%$
	1300 1310 1490 1550 1625 1650 нм	$\pm \left( 0,3 + \frac{2}{A} \right) \%$		$\pm \left( 0,3 + \frac{200}{A} \right) \%$
где A - измеренное значение мощности в нВт: $A=10^{0,1P+6}$				

Таблица 8

Электропитание осуществляется: – от встроенной аккумуляторной батареи; – от сети переменного тока через блок питания (сетевой адаптер): напряжением, В частотой, Гц	220 ± 22 50 ± 1
Габаритные размеры, мм, не более	287 x 210 x 80
Масса, кг, не более	3
Условия эксплуатации: Температура окружающей среды, °С - при питании от аккумуляторной батареи - при питании от сетевого адаптера - при зарядке аккумуляторной батареи Относительная влажность воздуха, (без конденсации влаги), % - при питании от аккумуляторной батареи - при питании от сетевого адаптера	от минус 10 до плюс 50 от 0 до плюс 40 от 0 до плюс 35  от 0 до 90 от 20 до 90

#### Знак утверждения типа

наносится на титульный лист Руководства по эксплуатации печатным способом и в виде наклейки на нижнюю панель корпуса рефлектометра методом наклеивания.

#### Комплектность средства измерений

представлена в таблице 9.

Таблица 9

Наименование	Количество, шт.
Рефлектометр оптический AQ7280	1
Сменный рефлектометрический блок * со сменным оптическим адаптером FC; SC; LC; ST **	1
Сменный блок измерителя мощности и источника видимого излучения* со сменным оптическим адаптером 2,5; 1,25; SC; FC **	1
Аккумуляторная батарея Li-Ion	1
Блок питания (сетевой адаптер)	1
Компакт-диск с программным обеспечением	1
Наручный ремень	1
Наплечный ремень	1
Руководство по эксплуатации	1
Кейс для транспортировки	1

- \* тип модели указывается при заказе
- \*\* тип и количество адаптеров указывается при заказе в соответствии с рефлектометрическим блоком, блоком измерителя мощности и источника видимого излучения

#### Поверка

осуществляется по документам Р 50.2.071-2009 «Государственная система обеспечения единства измерений. Рефлектометры оптические. Методика поверки» и ГОСТ Р 8.720-2010 «Государственная система обеспечения единства измерений. Измерители оптической мощности, источ-



ники оптического излучения, измерители обратных потерь и тестеры оптические малогабаритные в волоконно-оптических системах передачи информации. Методика поверки».

Основные средства поверки:

1 Государственный рабочий эталон единиц длины и ослабления в световоде в диапазонах от 0,06 до 600,00 км и от 0,5 до 20,0 дБ. Регистрационный номер в реестре Федерального информационного фонда 3.1.ZZA.0035.2015.

Основные метрологические характеристики:

Рабочие длины волн оптического излучения:  $850 \pm 30$ ,  $1300 \pm 30$ ,  $1310 \pm 30$ ,  $1490 \pm 30$ ,  $1550 \pm 30$  нм,  $1625 \pm 30$ .

Диапазон воспроизведения единицы длины: для длин волн 850 и 1300 нм 0,07 - 100 км; для длин волн 1310, 1490, 1550, 1625 нм от 0,06 до 600 км.

Пределы абсолютной погрешности при воспроизведении длины:  $D = \pm (0,15 + 5 \cdot 10^{-6}L)$ , где L – воспроизводимая длина, м.

Диапазон воспроизведения единицы ослабления от 0,5 до 20 дБ.

Пределы абсолютной погрешности при воспроизведении единицы ослабления: для длин волн 850 и 1300 нм  $\pm 0,02 \cdot A$ ; для длин волн 1310, 1490, 1550, 1625 нм  $\pm 0,015 \cdot A$ , где A – измеряемое вносимое ослабление, дБ.

2 Государственный рабочий эталон единицы средней мощности оптического излучения в волоконно-оптических системах передачи в диапазоне от  $10^{-11}$  до  $10^{-2}$  на длинах волн от 500 до 1700 нм. Регистрационный номер в реестре Федерального информационного фонда 3.1.ZZA.0029.2015.

Основные метрологические характеристики:

- диапазон измеряемой средней мощности оптического излучения ( $10^{-11}$  -  $10^{-2}$ ) Вт
- длины волн градуировки измерителя мощности, фиксированные в диапазонах: 632,8 нм; 840 – 860 нм; 1064 нм; 1300 – 1320 нм; 1540 – 1560 нм; 1485 – 1495 нм; 1620 -1630 нм;
- пределы допускаемой относительной погрешности измерений средней мощности оптического излучения на длинах волн градуировки: в диапазоне от  $10^{-11}$  –  $2 \cdot 10^{-3}$  включительно  $\pm 2,5$  %; в диапазоне от  $10^{-3}$  –  $10^{-2}$  Вт включительно  $\pm 3,5$  %;
- пределы допускаемой относительной погрешности измерений средней мощности оптического излучения в рабочем спектральном диапазоне  $\pm 5$  %.

3 Спектральная установка из состава Государственного рабочего эталона единицы средней мощности оптического излучения в волоконно-оптических системах передачи в диапазоне от  $10^{-11}$  до  $10^{-2}$  на длинах волн от 500 до 1700 нм. Регистрационный номер в реестре Федерального информационного фонда 3.1.ZZA.0029.2015.

Основные метрологические характеристики:

- рабочий диапазон длин волн 500 – 1700 нм;
- пределы допускаемой абсолютной погрешности градуировки монохроматора по шкале длин волн  $\pm 1$  нм;

4 Осциллограф цифровой запоминающий WaveJet 352, ГР СИ № 32488-06.

Основные метрологические характеристики:

Диапазон измерений: 0 - 500 МГц.

Погрешность измерений:  $\pm 1,5$  %.

### **Сведения о методиках (методах) измерений**

«Рефлектометр оптический AQ7280. Руководство по эксплуатации», разделы 6, 9 «Измерения OTDR», «Опции /SLS, /VLS, /OPM, /PC».

**Нормативные документы, устанавливающие требования к рефлектометрам оптическим AQ7280**

ГОСТ 8.585-2013 «Государственная система обеспечения единства измерений. Государственная поверочная схема для средств измерений длины и времени распространения сигнала в световоде, средней мощности, ослабления и длины волны для волоконно-оптических систем связи и передачи информации».

**Изготовитель**

Фирма «Yokogawa Electric Corporation», Япония  
Адрес: Tachihhi Bld. No.2.2<sup>nd</sup> Floor, 6-1-3 Sakae-chi, Tokyo, Japan  
Телефон/факс: +81-422525555  
<http://tmi.yokogawa.com>

**Заявитель**

ООО «Форком»  
Адрес: 127322, г. Москва, Огородный проезд, д.20, стр.27, комн. 11  
Телефон/факс: (495) 956-76-87  
ИНН: 7715458715  
E-mail: [info@4comt.ru](mailto:info@4comt.ru)

**Испытательный центр**

Федеральное государственное унитарное предприятие «Всероссийский научно-исследовательский институт оптико-физических измерений» (ФГУП «ВНИИОФИ»)  
Адрес: 119361, г. Москва, ул. Озерная, д. 46  
Телефон/факс: (499) 792-07-03  
E-mail: [vniiofi@vniiofi.ru](mailto:vniiofi@vniiofi.ru)  
Аттестат аккредитации ФГУП «ВНИИОФИ» по проведению испытаний средств измерений в целях утверждения типа № 30003-14 от 23.06.2014 г.

**Заместитель**

Руководителя Федерального  
агентства по техническому  
регулированию и метрологии

С.С. Голубев

М.п.

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2016 г.