

СОГЛАСОВАНО

Генеральный директор
ООО «КИА»



В.Н. Викулин

«29» августа 2025 г.

ГСИ. Платформы измерительные ОТР6200v2

Методика поверки

МП 006-2025

г. Москва
2025 г.

Оглавление

1.	Общие положения	3
2.	Перечень операций поверки.....	6
3.	Требования к условиям проведения поверки	8
4.	Требования к специалистам, осуществляющим поверку	8
5.	Метрологические и технические требования к средствам поверки.....	8
6.	Требования по обеспечению безопасности проведения поверки.....	10
7.	Внешний осмотр средства измерений.....	10
8.	Подготовка к проведению поверки и опробование средства измерений	10
9.	Проверка программного обеспечения.....	10
10.	Определение метрологических характеристик средства измерений и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям.....	10
11.	Оформление результатов поверки	24

1. Общие положения

Настоящая методика поверки (МП) устанавливает методы и средства первичной и периодической поверки средств измерений (СИ): Платформы измерительные OTP6200v2 (далее – платформы). В результате поверки должны быть подтверждены метрологические требования, приведенные в таблице 1.

Прослеживаемость при поверке СИ обеспечивается к ГПЭ гэт200-2023 в соответствии с ГПС для средств измерений количества переданной (принятой) информации (данных) и величин параметров пакетных сетей передачи данных, утвержденной Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 18 августа 2023 г. № 1707; к ГПЭ гэт1-2022 в соответствии с ГПС для средств измерений времени и частоты, утвержденной Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 26 сентября 2022 г. № 2360; к ГПЭ гэт170-2024 в соответствии с ГПС для средств измерений длины и времени распространения сигнала в оптическом волокне, средней мощности, ослабления и длины волны оптического излучения для волоконно-оптических систем передачи информации, утвержденной Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 6.08.2024 г. № 1804.

При определении метрологических характеристик (МХ) поверяемого СИ, используются методы прямых измерений с непосредственной оценкой и сравнением измеряемых величин с эталоном (равномерное компарирование) с применением рабочих эталонов единиц объемов переданной (принятой) информации (данных), единиц времени и частоты, единицы средней мощности оптического излучения в ВОСП, единицы длины и ослабления в световоде.

Таблица 1 - Метрологические характеристики

Наименование характеристики	Значение								
	При установке модулей тестирования сети Ethernet								
	OTM2610, OTM2612						OTM2620		
Пределы допускаемой абсолютной погрешности формирования/измерений количества информации при передаче/приеме количества информации менее или равно 100 кбайт, байт	± 10								
Пределы допускаемой абсолютной погрешности формирования/измерений количества информации при передаче/приеме количества информации более 100 кбайт, байт	$\pm 1 \cdot 10^{-4} \cdot K$								
Пределы допускаемой относительной погрешности формирования/измерений скорости передаваемой информации, %	± 1								
При установке модулей тестирования сетей SDH/PDH, OTN: OTM2515, OTM2612, OTM2620									
Пределы допускаемой относительной погрешности тактовой частоты внутреннего задающего генератора	$\pm 4,6 \cdot 10^{-6}$								
При установке модулей оптического рефлектометра									
	OTM2302L	OTM2302N	OTM2302M	OTM2302E	OTM2302-b	OTM2302-a	OTM2302-c	OTM2302-d	
Рабочие длины волн, нм	1310/1550	1310/1550	1310/1550	1310/1550	1310/1550	1310/1490/1550			
Динамический диапазон, дБ, не менее	34/32	39/37	42/41	44/42	39/37	39/37/37			
Значение мертвых зон, м, не более - при измерении положения неоднородности - при измерении ослабления	1,5 5								
Диапазон измерений длины, км	От 0,06 до 160	От 0,06 до 256							
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений длины, м	$\pm (1 + 5 \cdot 10^{-5} L + \delta)$								

Уровень средней мощности непрерывного оптического излучения на выходе источника, дБм, не менее	-4,5
Диапазон измерений уровня средней мощности оптического излучения, дБм	от -60 до +10
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений уровня средней мощности оптического излучения, на длинах волн калибровки, дБ	±0,5
При установке модулей тестирования сетевой синхронизации OTM2800, OTM2810	
Пределы допускаемой относительной погрешности по частоте внутреннего опорного генератора при синхронизации от ГНСС GPS	±1·10 ⁻¹⁰
Пределы допускаемой погрешности измерения максимальной ошибки временного интервала, нс: - на интервале наблюдения от 0,005 с до 1000 с - на интервале наблюдения более 1000 с	±0,07·МОВИ+3+0,033·τ ±0,07·МОВИ+35+0,0012·τ
Пределы допускаемой погрешности измерения девиации временного интервала, нс: - на интервале наблюдения от 0,05 с до 100 с - на интервале наблюдения от 100 с до 1000 с - на интервале наблюдения от 1000 с до 10000 с	±0,07·ДВИ+ 2,5+0,088·τ ±0,07·ДВИ+2,5+0,028·τ ±0,07·ДВИ+29+0,6·τ
Примечание: К- количество переданной/принятой информации, байт; L-измеренная длина, м; δ - дискретность отсчета в измеряемом диапазоне длин, м; τ – интервал наблюдений, с; МОВИ – измеренное значение максимальной ошибки временного интервала за интервал наблюдений, нс; ДВИ - измеренное значение девиации временного интервала за интервал наблюдений, нс	

2. Перечень операций поверки

2.1 При первичной и периодической поверках должны выполняться операции, указанные в таблице 2.

Таблица 2

Наименование операции поверки	Обязательность выполнения операций поверки при		Номер 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 проведению поверки и опробование	да	да	8
3. Проверка программного обеспечения	да	нет	9
4. Определение и подтверждение соответствия метрологическим требованиям абсолютной погрешности формирования/измерений количества информации (для модулей тестирования сети Ethernet в составе платформы)	да	да	10.1
5. Определение и подтверждение соответствия метрологическим требованиям относительной погрешности формирования/измерений скорости передаваемой информации (для модулей тестирования сети Ethernet в составе платформы)	да	да	10.2
6. Определение и подтверждение соответствия метрологическим требованиям рабочих длин волн (для модулей оптического рефлектометра в составе платформы)*	да	нет	10.3
7. Определение и подтверждение соответствия метрологическим требованиям динамического диапазона (для модулей оптического рефлектометра в составе платформы)	да	да	10.4
8. Определение и подтверждение соответствия метрологическим требованиям значения мертвых зон (для модулей оптического рефлектометра в составе платформы)	да	нет	10.5

9. Определение и подтверждение соответствия метрологическим требованиям диапазона и пределов абсолютной погрешности измерений длины (для модулей оптического рефлектометра в составе платформы)	да	да	10.6
10. Определение и подтверждение соответствия метрологическим требованиям уровня средней мощности непрерывного оптического излучения на выходе источника (для модулей оптического рефлектометра в составе платформы)	да	да	10.7
11. Определение и подтверждение соответствия метрологическим требованиям диапазона и относительной погрешности измерений уровня средней мощности оптического излучения на длинах волн калибровки (при наличии встроенного измерителя оптической мощности в составе модуля или платформы)	да	да	10.8
12. Определение и подтверждение соответствия метрологическим относительной погрешности по частоте внутреннего опорного генератора при синхронизации от ГНСС GPS (для модулей тестирования сетевой синхронизации в составе платформы)	да	да	10.9
13. Определение и подтверждение соответствия метрологическим требованиям погрешности измерения максимальной ошибки временного интервала (МОВИ) (для модулей тестирования сетевой синхронизации в составе платформы)	да	нет	10.10
14. Определение и подтверждение соответствия метрологическим требованиям погрешности измерения девиации временного интервала (ДВИ) (для модулей тестирования сетевой синхронизации в составе платформы)	да	нет	10.11
15. Определение и подтверждение соответствия метрологическим относительной погрешности тактовой частоты внутреннего задающего генератора (для модулей OTM2515, OTM2612, OTM2620 в составе платформы, в режимах тестирования SDH/PDH, OTN)	да	да	10.12
16. Оформление результатов поверки	да	да	11

*возможно использование паспортных данных без проведения измерений

3. Требования к условиям проведения поверки

Условия проведения поверки должны соответствовать требованиям, установленным ГОСТ 8.395-80 «Государственная система обеспечения единства измерений. Нормальные условия измерений при поверке. Общие требования»:

Температура окружающего воздуха, °С	от +10 до +35
Относительная влажность воздуха при 25 °C, %	до 80
Атмосферное давление, кПа (мм рт.ст.)	от 84 до 106 (от 630 до 800)

4. Требования к специалистам, осуществляющим поверку

К проведению поверки допускаются лица, аттестованные в качестве поверителей радиоэлектронных средств, имеющие опыт работы и изучившие руководство по эксплуатации на платформы и средства поверки.

5. Метрологические и технические требования к средствам поверки

При проведении поверки применяются средства поверки, указанные в таблице 3. Средства поверки должны быть исправны и иметь действующий документ о поверке (знак поверки).

Таблица 3

Операции поверки, требующие применения средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
п. 8 Контроль условий поверки (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)	Средства измерений температуры окружающей среды в диапазоне измерений от 5 до 40 °C с абсолютной погрешностью не более 1 °C; Средства измерений относительной влажности воздуха в диапазоне от 20 до 90 % с погрешностью не более 2% Средства измерений атмосферного давления в диапазоне от 80 до 106,7 кПа, с абсолютной погрешностью не более 0,5 кПа	Измеритель влажности и температур ИВТМ-7 (номер в госреестре СИ 71394-18) Барометр-анероид метеорологический БАММ-1 (номер в госреестре СИ 5738-76)
п.п. 10.1, 10.2 Определение метрологических характеристик: пределов абсолютной погрешности формирования/измерений количества информации; пределов относительной погрешности формирования/измерений скорости передаваемой информации	Рабочий эталон по ГОСТ 8.873-2014: диапазон формирования/измерений объема данных/количества информации от 1 до 10^{12} байт; пределы допускаемой абсолютной погрешности формирования/измерений объема данных/количества информации 0 байт	Комплекс измерительный ВЕКТОР-ИКИ-2016 (номер в госреестре 65643-16)
п.п. 10.3, 10.7, 10.8 Определение метрологических характеристик: рабочих длин волн; уровня средней	Рабочий эталон единицы средней мощности оптического излучения в ВОСП: рабочий диапазон длин волн от 600 нм до 1700 нм; погрешность градуировки по шкале длин волн 1 нм,	РЭСМ-ВС (номер в госреестре 53225-13)

Операции поверки, требующие применения средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
мощности непрерывного оптического излучения на выходе источника; диапазона и относительной погрешности измерений уровня средней мощности оптического излучения на длинах волн калибровки.	диапазон измеряемой средней мощности оптического излучения от 10^{-10} до 10^{-2} Вт, предел допускаемой относительной погрешности измерений средней мощности оптического излучения на длинах волн калибровки $\pm 3,5\%$	
п.п. 10.4, 10.5, 10.6 Определение метрологических характеристик: динамического диапазона, значения мертвых зон, диапазона и пределов абсолютной погрешности измерений длины	Генератор оптический: диапазон воспроизведения вносимого ослабления от 0 до 20дБ, пределы допускаемой абсолютной погрешности воспроизведения вносимого ослабления $\pm 0,015 \cdot A$, где A-значение вносимого ослабления дБ, диапазон воспроизведения длины от 0,06 до 600 км; ПГ $\pm(0,15+5 \cdot 10^{-6}L)$ м	ОГ-2-2/Б (номер в госреестре 44918-10)
п. 10.6 Определение метрологических характеристик: диапазона и пределов абсолютной погрешности измерений длины	Рабочий эталон единицы длины и ослабления в световоде: диапазон воспроизведения длины от 0,06 до 600 км для одномодового; ПГ $\pm(0,15+5 \cdot 10^{-6}L)$ м	РЭ ЕД (номер в госреестре 58591-14)
п.п. 10.9, 10.10, 10.11 Определение метрологических характеристик: относительной погрешности по частоте внутреннего опорного генератора при синхронизации от ГНСС GPS, погрешности измерения максимальной ошибки временного интервала (МОВИ), погрешности измерения девиации временного интервала (ДВИ)	Стандарт частоты и времени рубидиевый, рабочий эталон по ГПС для СИ времени и частоты: сигналы частоты 1, 5, 10МГц, 2,048 МГц, относительная погрешность по частоте не более $\pm 5 \cdot 10^{-12}$	Ч1-1020 (номер в госреестре 60520-15)
п. 10.12 Определение метрологических характеристик: Определение относительной погрешности тактовой частоты внутреннего задающего генератора (для модулей OTM2515, OTM2612, OTM2620 в составе платформы, в режимах тестирования SDH/PDH, OTN)	Рабочий эталон 3-го разряда единиц времени, частоты и НШВ (по ГПС утвержденной Приказом Росстандарта от 26 сентября 2022 г. № 2360): полоса частот от 10 Гц до 300 МГц, погрешность измерения частоты не более $5 \cdot 10^{-11}$	Частотомер универсальный CNT-85R (рег. № 22622-03)

Операции поверки, требующие применения средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
Примечание – Допускается использовать при поверке другие утвержденные и аттестованные эталоны единиц величин, средства измерений утвержденного типа и поверенные, удовлетворяющие метрологическим требованиям, указанным в таблице		

6. Требования по обеспечению безопасности проведения поверки

При проведении поверки все средства измерений должны быть заземлены.

При включенном питании запрещается монтаж и демонтаж оборудования, подключение и отключение соединительных кабелей.

7. Внешний осмотр средства измерений

При внешнем осмотре проверить соответствие платформы следующим требованиям:

- соответствие комплектности паспорту изделия;
- отсутствие внешних повреждений корпуса и ослабления элементов конструкции;
- сохранность органов управления;
- обеспеченность конструкции ограничением доступа к определенным частям средства измерений в целях предотвращения несанкционированной настройки и вмешательства.

8. Подготовка к проведению поверки и опробование средства измерений

8.1 Во время подготовки к поверке поверитель знакомится с эксплуатационной документацией, подготавливает все материалы и средства измерений, необходимые для проведения поверки.

8.2 Перед проведением поверки необходимо провести следующие подготовительные работы:

- провести контроль условий проведения поверки в соответствии с требованиями п. 3,
- проверить срок действия свидетельств о поверке на средства измерений

8.3 В соответствии с руководством по эксплуатации провести опробование (проверку работоспособности) платформы.

Включить питание, убедиться, что загружается специальное ПО.

Результаты проверки считать положительными, если при проведении проверки работоспособности не выявлено появление ошибок.

9. Проверка программного обеспечения

Произвести идентификацию программного обеспечения поверяемой платформы. После включения платформы, выбрать соответствующий модуль на экране, перейти в приложение модуля, использовать кнопку About:

- проверить идентификационное наименование программного обеспечения (далее - ПО);
- проверить номер версии ПО

Результаты проверки считать положительными, если идентификационное наименование ПО, номер версии ПО соответствуют указанным в описании типа.

10. Определение метрологических характеристик средства измерений и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям.

10.1 Определение и подтверждение метрологическим требованиям абсолютной погрешности формирования/измерений количества информации (для модулей тестирования сети Ethernet в составе платформы)

10.1.1 Собрать схему поверки, представленную на рисунке 1.

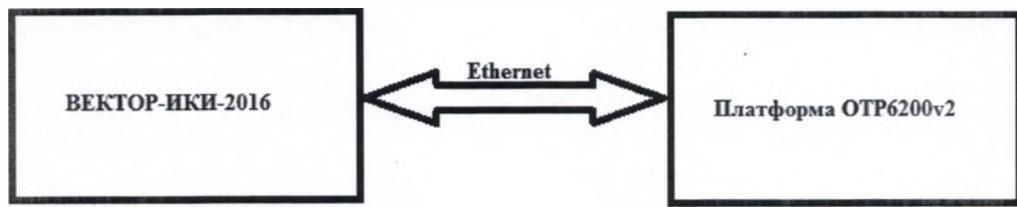


Рисунок 1

10.1.2 В соответствии с руководством по эксплуатации подготовить комплекс измерительный ВЕКТОР-ИКИ-2016 к проведению измерений в режиме «Монитор».

10.1.3 На ноутбуке ВЕКТОР-ИКИ-2016 запустить программу измерений: иконка «ВЕКТОР-ИКИ-2016» в меню «Пуск» (рисунок 2).



Рисунок 2

10.1.4 Главное окно программы «ВЕКТОР-ИКИ-2016» показано на рисунке 3.

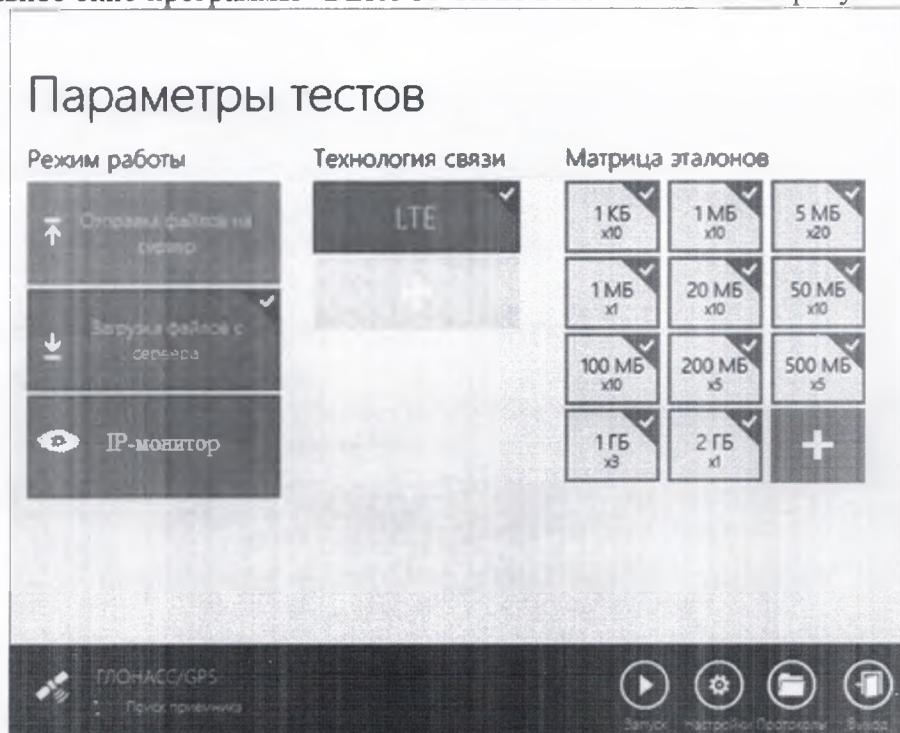


Рисунок 3

10.1.5 Включить режим IP-монитор.

10.1.6 Нажать в главном окне программы «ВЕКТОР-ИКИ-2016» пиктограмму



«Запуск» для начала проведения измерений. В левом нижнем углу экрана ВЕКТОР-ИКИ-2016 должно отобразиться «Принято 0 Б».

10.1.7 Включить испытываемую платформу, в соответствии с руководством по эксплуатации войти в тестовое приложение установленного модуля тестирования Ethernet и выбрать тест «RFC2544». Пример для платформы с установленным модулем OTM2620 приведен на рисунке 4.

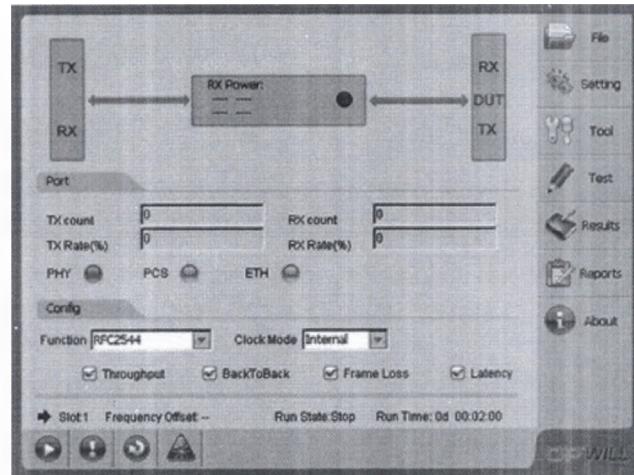


Рисунок 4

10.1.8 Нажать кнопку для запуска теста.

10.1.9 Наблюдать в строках TX Count и RX Count результатов количество переданных (TX Count) и принятых (RX Count) кадров без ошибок, которые имеют размер 64 байта (рисунок 5). Размер кадра можно настроить, используя вкладку Setting/Stream Generation.

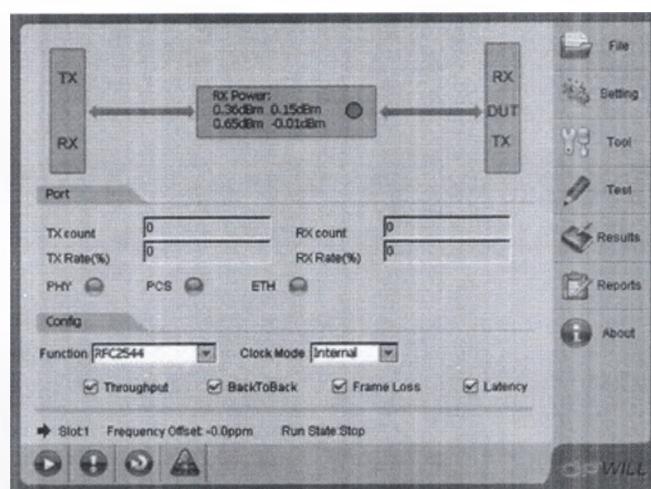


Рисунок 5

10.1.10 Для определения диапазона формирования/измерений количества информации произвести передачу/прием:

- от 1 до 156 250 000 кадров для платформы с модулем OTM2612;
- от 1 до 1 562 500 000 кадров для платформы с модулем OTM2620.

10.1.11 Для определения абсолютной погрешности формирования количества информации, остановить тестирование кнопкой при значении TX Count около 500 кадров (32 000 байт).

10.1.12 Нажать в главном окне программы «ВЕКТОР-ИКИ-2016» пиктограмму «Просмотр». Откроется окно с результатами измерений, аналогичное изображенному на рисунке 6.

		Принятый IP-трафик				Принятый IP-трафик		
		С	Д	Е	Ж	З	И	К
		Время приема первого байта	Время приема последнего байта	Число IP-пакетов	Суммарный размер Ethernet-пакетов (включая FCS)	Суммарный размер IP-пакетов		
3	Численное	Численное	Численное	Численное	Штук	Байт		
4	14:24:23,58	14:26:21,50	14:24:23,58	11:52:26,11	25431	6510336	6052578	
5								

Рисунок 6

10.1.13 Сравнить показание TX Count (в байтах) испытываемого СИ и показание суммарного размера Ethernet-пакетов (в байтах) из раздела принятого IP-трафика ВЕКТОР-ИКИ-2016. Определить абсолютную погрешность как разность этих значений.

10.1.14 Повторить измерения для значений переданного модулем тестирования Ethernet в составе платформы количества информации: 10 000 кадров (640 000 байт), 100 000 кадров (6400 000 байт), 1 000 000 кадров (64 000 000 байт), 10 000 000 кадров (640 000 000 байт).

10.1.15 Результаты поверки считать положительными, если значения абсолютной погрешности формирования количества информации находятся в пределах:

- при передаче количества информации менее или равно 100 кбайт, ± 10 байт,
- при передаче количества информации более 100 кбайт, $\pm 1 \cdot 10^{-4} \cdot K$, байт,
где K – переданное платформой количество информации, байт.

10.1.16 Для определения абсолютной погрешности измерений количества информации, остановить тестирование кнопкой при значении RX Count около 500 кадров (32 000 байт).

10.1.17 Открыть окно с результатами измерений ВЕКТОР-ИКИ-2016 (переданный IP-трафик).

10.1.18 Сравнить показание RX Count (в байтах) испытываемого СИ и показание суммарного размера Ethernet-пакетов (в байтах) из раздела переданного IP-трафика ВЕКТОР-ИКИ-2016. Определить абсолютную погрешность как разность этих значений.

10.1.19 Повторить измерения для значений принятого модулем тестирования Ethernet в составе платформы количества информации: 10 000 кадров (640 000 байт), 100 000 кадров (6400 000 байт), 1 000 000 кадров (64 000 000 байт), 10 000 000 кадров (640 000 000 байт).

10.1.20 Результаты поверки считать положительными, если значения абсолютной погрешности измерений количества информации находятся в пределах:

- при приеме количества информации менее или равно 100 кбайт, ± 10 байт,
- при приеме количества информации более 100 кбайт, $\pm 1 \cdot 10^{-4} \cdot K$, байт,
где K – принятое платформой количество информации, байт.

10.2 Определение и подтверждение метрологическим требованиям относительной погрешности формирования/измерений скорости передаваемой информации (для модулей тестирования сети Ethernet в составе платформы)

10.2.1 Использовать схему поверки, представленную на рисунке 1.

10.2.2 Провести подготовку к измерениям в соответствии с п.п. 10.1.2-10.1.6.

10.2.3 Для определения диапазона формирования/измерений скорости передаваемой информации, во вкладке «Setting» выбрать настройку параметров потока данных «Stream Generation» и устанавливать значения скорости передачи данных в диапазоне от 512 бит/с до 10 Гбит/с (для платформы с модулем OTM2612) и в диапазоне от 512 бит/с до 100 Гбит/с (для платформы с модулем OTM2620) (рисунок 7). Контролировать диапазон скорости передачи данных в разделе результатов тестирования TX Rate, RX Rate (рисунок 5).

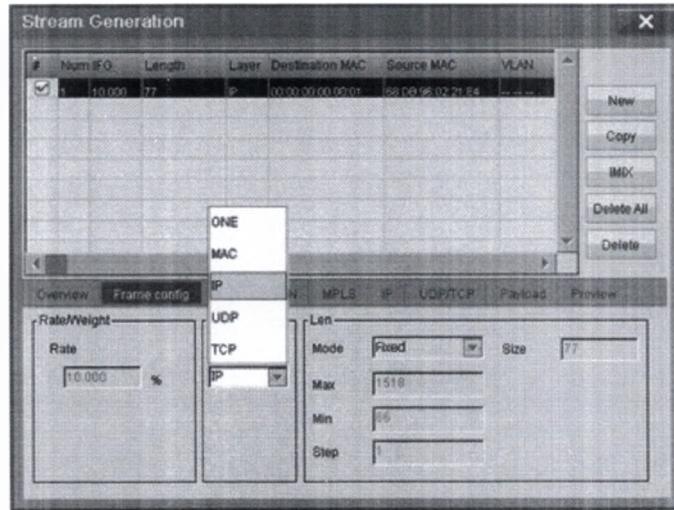


Рисунок 7

10.2.4 Во вкладке «Stream Generation» установить значение скорости передачи данных около 100 кбит/с. Нажать кнопку для запуска теста. Определить скорость передачи данных испытываемого СИ (Vуст) в разделе результатов TX Rate.

10.2.5 После завершения теста, определить скорость передачи данных, измеренную ВЕКТОР-ИКИ-2016 (Vэт), как отношение суммарного размера Ethernet-пакетов (в байтах) из раздела принятого IP-трафика ко времени измерения (в секундах), используя данные окна с результатами измерений ВЕКТОР-ИКИ-2016 (рисунок 6).

10.2.6 Определить скорость передачи данных, измеренную испытываемым СИ (Vизм), в разделе результатов (RX Rate).

10.2.7 Рассчитать относительную погрешность формирования скорости передаваемой информации по формуле:

$$\frac{V_{\text{уст}} - V_{\text{эт}}}{V_{\text{эт}}} \cdot 100\%$$

10.2.8 Рассчитать относительную погрешность измерения скорости передаваемой информации по формуле:

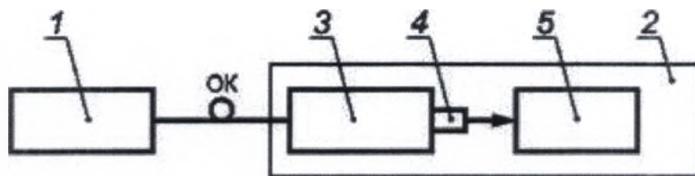
$$\frac{V_{\text{изм}} - V_{\text{эт}}}{V_{\text{эт}}} \cdot 100\%$$

10.2.9 Повторить измерения для установленных значений скорости передачи данных 1Мбит/с и 10Мбит/с.

10.2.10 Результаты поверки считать положительными, если относительная погрешность формирования/измерений скорости передаваемой информации в пределах $\pm 1\%$.

10.3 Определение и подтверждение метрологическим требованиям рабочих длин волн (для модулей оптического рефлектометра в составе платформы)

10.3.1 Собрать установку, приведенную на рисунке 8.



1 – испытываемая платформа; 2 - спектральная установка РЭСМ-ВС (СУ); 3 - монохроматор; 4 - фотоприемное устройство; 5 - регистратор, ОК - оптический кабель

Рисунок 8

10.3.2 Оптическим кабелем соединить выход модуля оптического рефлектометра платформы с входным разъемом спектральной установки. На платформе провести установку одной из рабочих длин волн и максимального значения длительности зондирующего импульса.

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

10.3.4 На испытываемой платформе провести установку другой рабочей длины волны и выполнить операцию по 10.3.3.

10.3.5 Результат поверки считать положительным, если зарегистрированные значения длин волн: 1310/1550 нм для платформ с модулями OTM2302L, OTM2302E, OTM2302M, OTM2302N, OTM2302-b; 1310/1490/1550 нм для платформ с модулями OTM2302-a, OTM2302-c, OTM2302-d.

10.4 Определение и подтверждение метрологическим требованиям динамического диапазона (для модулей оптического рефлектометра в составе платформы)

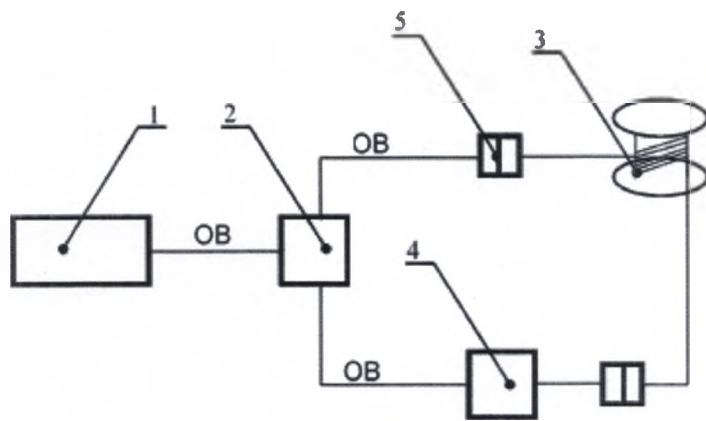
10.4.1 Подключить к модулю оптического рефлектометра в составе платформы оптическое волокно из состава оптического генератора. Установить параметры (режим и время усреднения, длительность импульса) согласно руководству по эксплуатации.

10.4.2 По рефлексограмме определить для каждой длины волны динамический диапазон как разность в дБ между уровнем сигнала, рассеянного от ближнего к платформе конца измеряемого оптического волокна, и уровнем шумов, равным 98 % максимума шумов в последней четверти диапазона длин.

10.4.3 Результаты считать положительными, если полученные значения динамического диапазона не менее значений: 34/32 дБ для платформы с модулем OTM2302L, 44/42 дБ для платформы с модулем OTM2302E, 42/41 дБ для платформы с модулем OTM2302M, 39/37 дБ для платформ с модулями OTM2302N, OTM2302-b, 39/37/37 дБ для платформ с модулями OTM2302-a, OTM2302-c, OTM2302-d.

10.5 Определение и подтверждение метрологическим требованиям значения мертвый зоны (для модулей оптического рефлектометра в составе платформы)

10.5.1 Собирать схему поверки, представленную на рисунке 9.



1 - испытываемая платформа; 2 - оптический ответвитель; 3 - оптический кабель 1км;
4 - оптический аттенюатор; 5 - оптический соединитель; ОВ - оптическое волокно.

Рисунок 9

10.5.2 Установить минимальную длительность зондирующего импульса, указанную в технической документации на установленный модуль оптического рефлектометра платформы, и диапазон измерений по шкале длин 10 км. С помощью аттенюатора установить значение ослабления, достаточное для отсутствия насыщения отраженного импульса (40 и более дБ). Отраженный импульс находится в средней части рефлектоGRAMмы.

10.5.3 Определить мертвую зону при измерениях ослабления как расстояние между началом отраженного импульса и точкой заднего фронта отраженного импульса, отстоящей от кривой обратного рассеяния на 0,5 дБ, в соответствии с рисунком 10.

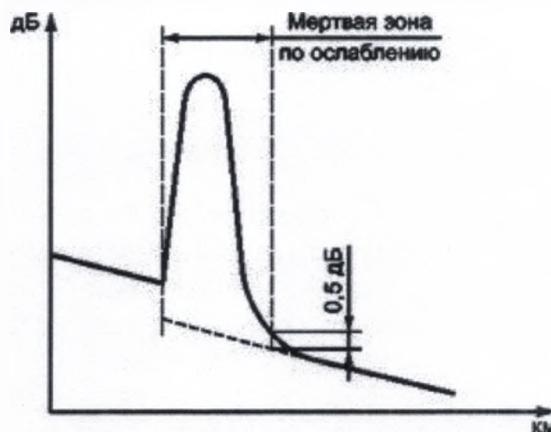


Рисунок 10

10.5.4 Определить мертвую зону при измерениях положения неоднородности как длину между точками переднего и заднего фронтов отраженного импульса, соответствующими уровню ослабления 1,5 дБ от вершины ненасыщенного импульса, в соответствии с полученной рефлектоGRAMмой, вид которой представлен на рисунке 11.

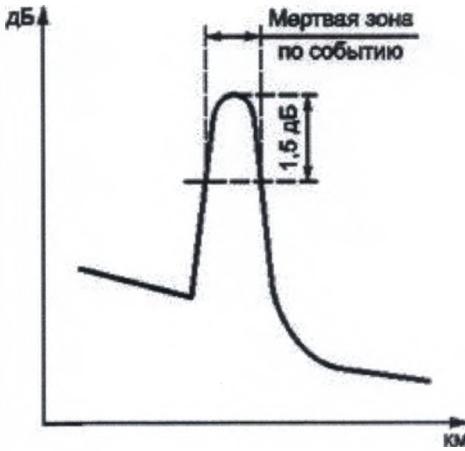


Рисунок 11

10.5.5 Результаты поверки считаются положительными, если полученные значения мертвых зон не превышают: 1,5 м при измерении положения неоднородности; 5 м при измерении ослабления.

10.6 Определение и подтверждение метрологическим требованиям диапазона и пределов абсолютной погрешности измерений длины (для модулей оптического рефлектометра в составе платформы)

10.6.1 Собрать установку, приведенную на рисунке 12.



6200v2 – испытываемая платформа с оптическим модулем; ОГ - оптический генератор;
ОВ - оптическое волокно

Рисунок 12

10.6.2 При включении ОГ в рабочий режим на экране дисплея испытываемой платформы с модулем оптического рефлектометра появляется импульс. В меню платформы установить значение показателя преломления оптического волокна одинаковым с заданным на ОГ. С помощью ОГ установить время задержки оптического импульса, соответствующее длине не более 1 км. Измерить расстояние от начала шкалы до точки, соответствующей положению маркера, установленного на переднем фронте импульса (рекомендуется устанавливать маркер в точке, соответствующей уровню 15 дБ от вершины импульса).

10.6.3 Повторить измерения не менее пяти раз.

10.6.4 Поочередно установить с помощью ОГ временные задержки, соответствующие минимальному и максимальному значениям длины для каждого предела шкалы поверяемого СИ и провести измерения каждой из длин в соответствии с 10.6.2 и 10.6.3. При этом в меню ОГ и поверяемого СИ выставить минимальную длительность импульса, соответствующую расстоянию L.

10.6.5 Рассчитать средние значения измеряемых длин L по формуле

$$L = \frac{\sum_{i=1}^n L_i}{n},$$

где : L_i - i значение длины; n - число измеряемых длин.

10.6.6 Определить для каждого значения длин основную абсолютную погрешность (при доверительной вероятности $P = 0.95$) по формуле

$$\Delta = 1,1 \sqrt{\Theta^2 + \Delta_0^2}$$

где: Δ_0 — погрешность ОГ; Θ — неисключенная систематическая погрешность, рассчитанная по формуле

$$\Theta = \bar{L} - L_0,$$

где L_0 - значение длины по шкале ОГ.

Примечание – Случайную составляющую погрешности не учитывать, так как она пренебрежимо мала.

10.6.7 Результаты поверки считать положительными, если:

- диапазон измерений длины от 0,06 до 160 км для платформы с оптическим модулем OTM2302L; от 0,06 до 256 км для платформ с оптическими модулями OTM2302E, OTM2302M, OTM2302N, OTM2302-а, OTM2302-б, OTM2302-с, OTM2302-д;

- при этом погрешности измерения длины находятся в пределах, м

$$\pm(1+5 \cdot 10^{-5}L+\delta)$$

где L -измеренная длина, м, δ - дискретность отсчета в измеряемом диапазоне длин, м.

10.7 Определение и подтверждение метрологическим требованиям уровня средней мощности непрерывного оптического излучения на выходе источника (для модулей оптического рефлектометра в составе платформы)

10.7.1 Подать оптическое излучение от модуля оптического рефлектометра платформы с помощью волоконного кабеля на оптический вход ваттметра РЭСМ и измерить оптическую мощность на выходе волоконного кабеля, регистрируя значение P_1 (Вт).

10.7.2 Провести операцию по 10.7.1 еще девять раз, каждый раз предварительно вынув и вставив оптический разъем.

10.7.3 Определить значение мощности $P_{из}$ на выходе оптического кабеля по формуле:

$$P_{из} = (1/10) \sum_{i=1}^{10} P_i$$

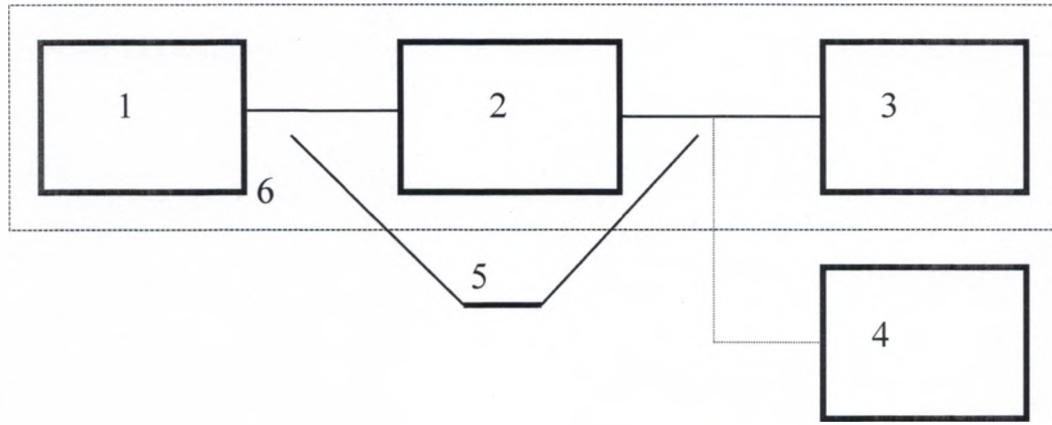
где i - номер измерения.

10.7.4 Операции проводят последовательно для всех длин волн излучения источника.

10.7.5 Результаты испытаний считать положительными, если полученные значения мощности на выходе оптического кабеля для всех длин волн не менее -4,5 дБм.

10.8 Определение и подтверждение метрологическим требованиям диапазона и относительной погрешности измерений уровня средней мощности оптического излучения на длинах волн калибровки (при наличии встроенного измерителя оптической мощности в составе модуля или платформы)

10.8.1 Собрать схему поверки, представленную на рисунке 13.



- 1- источник оптического излучения из состава РЭСМ-ВС
- 2- источник оптического излучения из состава РЭСМ-ВС
- 3- волоконно-оптический аттенюатор из состава РЭСМ-ВС
- 4- волоконно-оптический ваттметр из состава РЭСМ-ВС
- 5- испытываемый прибор
- 6- волоконно-оптический кабель
- 7- РЭСМ-ВС.

Рисунок 13

10.8.2 Установить на волоконно-оптическом ваттметре из состава РЭСМ-ВС длину волны излучения, возможно близкую к длине волны источника оптического излучения из состава РЭСМ-ВС.

10.8.3 Выход оптического аттенюатора подключить к входу волоконно-оптического ваттметра из состава РЭСМ-ВС и регулировкой оптического аттенюатора установить на его выходе мощность, равную максимально измеряемой рефлектометром +10дБм.

10.8.4 Провести N (N=3) измерений мощности последовательно волоконно-оптическим ваттметром из состава РЭСМ-ВС и испытываемым СИ.

10.8.5 Повторить измерение мощности последовательно уменьшая мощность (с шагом 3-5 дБ), дойдя до минимально измеряемой испытываемым СИ на длинах волн градуировки -60 дБм.

10.8.6 Определить разницу в показаниях образцового ваттметра из состава РЭСМ-ВС и измерителя мощности испытываемого СИ по формуле:

$$\theta_j = (1/N) \sum_{i=1}^N \theta_{ij} ,$$

где $\theta_{ij} = P_{ij} - P_{oij}$;

P_{oij} ; P_{ij} - показания волоконно-оптического ваттметра из состава РЭСМ-ВС и испытываемой платформы при i-ом измерении в точке j в дБм.

10.8.7 Повторить измерения на всех длинах волн калибровки испытываемого СИ.

10.8.8 Результаты поверки считать положительными, если полученные значения погрешностей измерения уровней средней мощности на длинах волн калибровки в пределах $\pm 0,5$ дБ.

10.9 Определение и подтверждение метрологическим требованиям относительной погрешности по частоте внутреннего опорного генератора при синхронизации от ГНСС GPS (для модулей тестирования сетевой синхронизации в составе платформы)

10.9.1 Собрать схему поверки, представленную на рисунке 14, с соединением Rx ANT-20 с выходом TX E1/2Mbit модуля тестирования сетевой синхронизации платформы.

10.9.2 В соответствии с руководством по эксплуатации синхронизировать модуль тестирования сетевой синхронизации платформы по сигналам от ГНСС GPS.

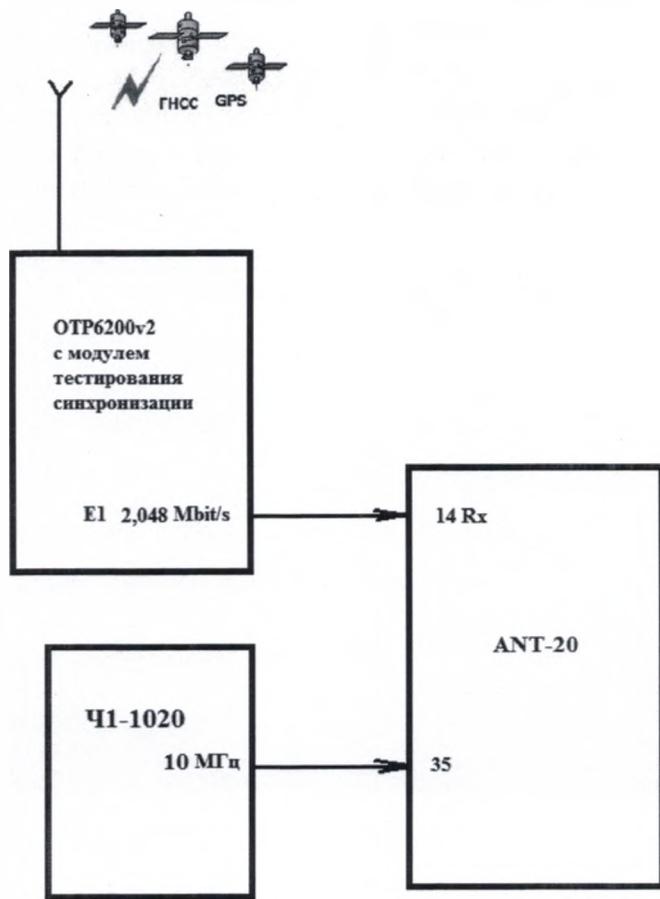


Рисунок 14

10.9.3 Выполнить самопрогрев стандарта частоты Ч1-1020 в течение не менее 24 часов.

10.9.4 Относительную погрешность по частоте внутреннего опорного генератора от номинального значения измерить на частоте 2048 кГц.

Сделать следующие установки на анализаторе цифровых линий связи ANT-20:

- скорость входного сигнала 2048 кбит/с;
- испытательную последовательность «000...»;
- включить опцию измерения дрейфа фазы (вандера);
- частоту внешнего эталонного сигнала 10 МГц;
- время измерения 300 секунд.

10.9.5 На испытываемой платформе с модулем тестирования сетевой синхронизации установить выдачу сигнала 2048кГц.

Для этого выполнить самопрогрев испытываемой платформы с синхронизацией ГНСС в течение не менее 2-х часов.

После запуска модуля тестирования сетевой синхронизации, выбрать тестовое приложение «Frequency Test», при этом тестировании платформа выдает выходной сигнал E1/2M 2048 кбит/с (рисунок 15).

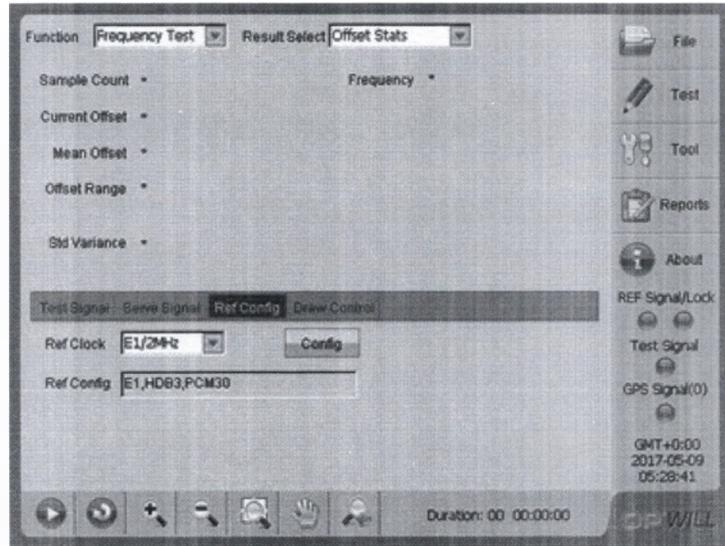


Рисунок 15

10.9.6 Произвести 5 измерений ошибки временного интервала (ОВИ) при помощи ANT-20.

10.9.7 Для каждого измеренного значения ОВИ (нс) произвести расчет относительной погрешности по частоте внутреннего опорного генератора по формуле:

$$\Delta f/f = \text{ОВИ}/(300 \cdot 10^9), \text{ где } 300 \cdot 10^9 - \text{время измерения в нс.}$$

10.9.8 Результаты испытаний считать положительными, если относительная погрешность по частоте внутреннего опорного генератора в пределах $\pm 1 \cdot 10^{-10}$.

10.10 Определение и подтверждение метрологическим требованиям погрешности измерения максимальной ошибки временного интервала (МОВИ) (для модулей тестирования сетевой синхронизации в составе платформы)

10.10.1 В соответствии с руководством по эксплуатации синхронизировать модуль тестирования сетевой синхронизации платформы по сигналам от ГНСС GPS.

10.10.2 На вход тестирования (RX) 10МГц подключить 10 МГц от Ч1-1020.

10.10.3 Выбрать режим тестирования «Frequency Test» из поля «Function».

Нажмите кнопку «Test Signal» и выберите «10МГц» (рисунок 16).

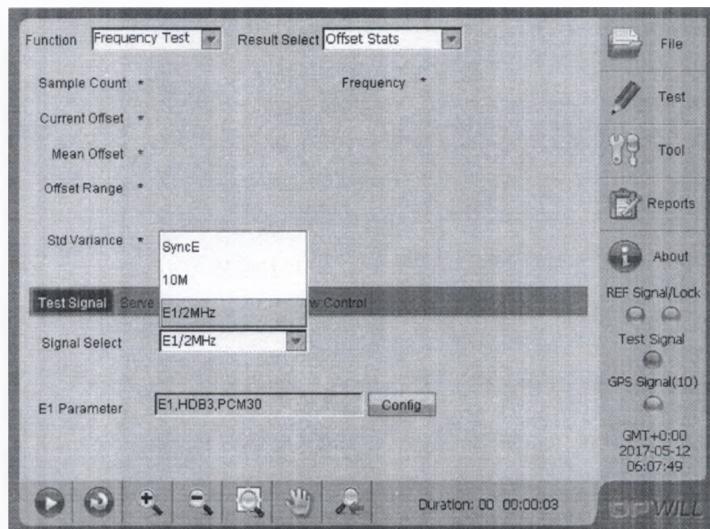


Рисунок 16

Установить время измерения 100с в разделе Setting/Test duration control/Custom mode (рисунок 17).

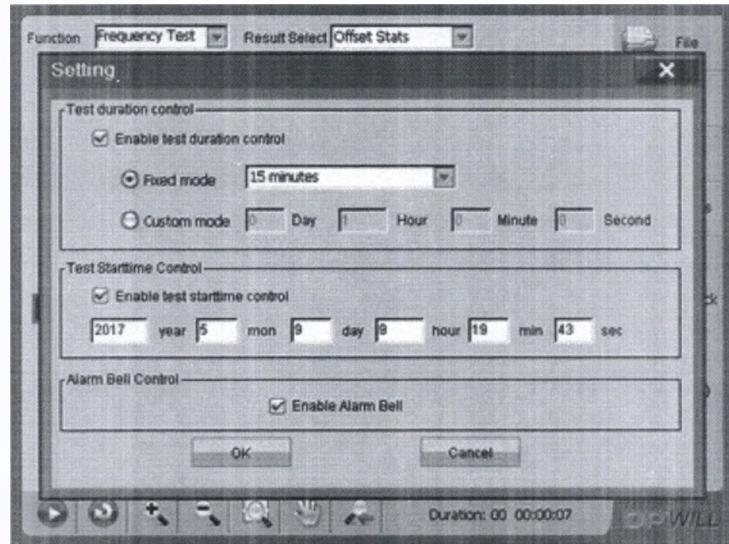


Рисунок 17

Нажмите кнопку «Start» для запуска теста.

10.10.4 Результат измерений МОВИ определить, выбрав вкладку Result Select/MTIE/TDEV (рисунки 18) по графику MTIE. В качестве результата принять максимальное значение на полученном графике.

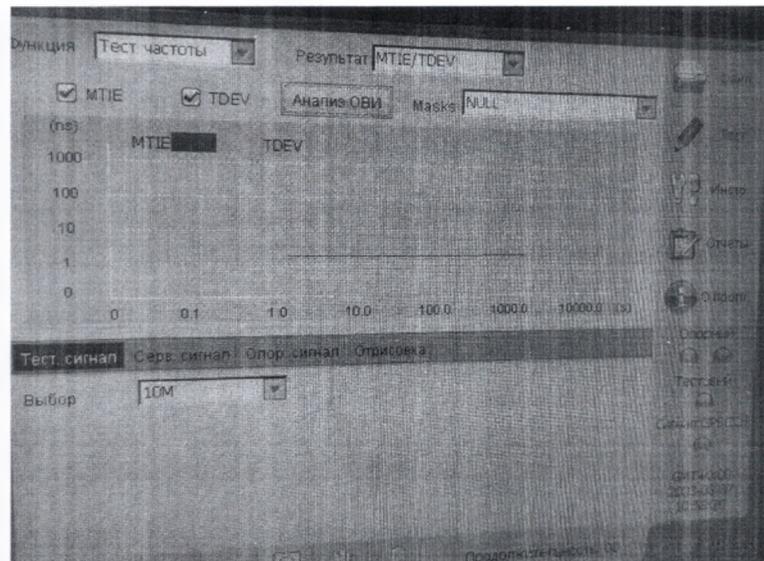


Рисунок 18

10.10.5 Провести 10 измерений МОВИ (MTIE), установив время измерения (τ) 100с, затем 10 измерений, установив время измерения 1000с.

10.10.6 Среднюю погрешность измерения МОВИ для каждого времени измерения τ рассчитать по формуле:

$$Z_{\text{МОВИ}} = \frac{\sum_{n=1}^{10} \text{МОВИ}_n}{10}$$

где МОВИ_n – результат одного из 10 измерений МОВИ.

10.10.7 Результаты поверки считать положительными, если при $\tau=100\text{с}$ $Z_{\text{МОВИ}}$ в пределах 6,3 нс, при $\tau=1000\text{с}$ $Z_{\text{МОВИ}}$ в пределах 36нс.

10.11 Определение и подтверждение метрологическим требованиям погрешности измерения девиации временного интервала (ДВИ) (для модулей тестирования сетевой синхронизации в составе платформы)

10.11.1 Для определения пределов погрешности измерения девиации временного интервала, провести измерения по п.п. 10.10.1 - 10.10.3. Результат измерений ДВИ определять, выбрав вкладку Result Select/MTIE/TDEV по графику TDEV.

10.11.2 Провести 10 измерений ДВИ (TDEV), установив время измерения (τ) 100с, затем 10 измерений, установив время измерения 500с, затем 10 измерений, установив время измерения 1000с.

10.11.3 Среднюю погрешность измерения ДВИ для каждого времени измерения τ рассчитать по формуле:

$$Z_{\text{ДВИ}} = \frac{\sum_{n=1}^{10} \Delta t_n}{10}$$

где Δt_n – результат одного из 10 измерений ДВИ.

10.11.4 Результаты поверки считать положительными, если при $\tau=100\text{с}$ $Z_{\text{ДВИ}}$ в пределах 11,3 нс, при $\tau=500\text{с}$ $Z_{\text{ДВИ}}$ в пределах 16,5нс, при $\tau=1000\text{с}$ $Z_{\text{ДВИ}}$ в пределах 30,5нс.

10.12 Определение и подтверждение соответствия метрологическим требованиям относительной погрешности тактовой частоты внутреннего задающего генератора (для модулей OTM2515, OTM2612, OTM2620 в составе платформы, в режимах тестирования SDH/PDH, OTN)

10.12.1 Собрать схему испытаний, представленную на рисунке 19.

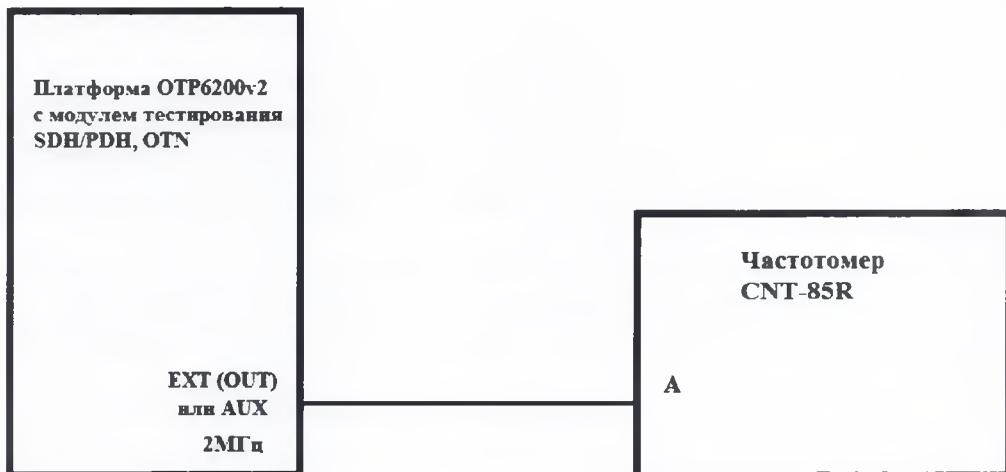


Рисунок 19

10.12.2 Сделать в средствах измерений следующие установки.
В испытываемой платформе с измерительным модулем OTM2515, OTM2612 или OTM2620:

- выбрать режим тестирования SDH, PDH или OTN;
- нажать «settings» и выбрать «external clock»;
- в появившемся окне настроек в разделе «TX»: «Interface Type» установить значение 2МГц (см. рис. 20).

В частотомере:

- измерение частоты сигнала на входе А;

- время измерения – 10с;
- измерение сигнала по постоянному току;
- входное сопротивление – 1МОм;
- чувствительность входа – 1:10;
- настройка входного уровня – для индикации устойчивого значения.

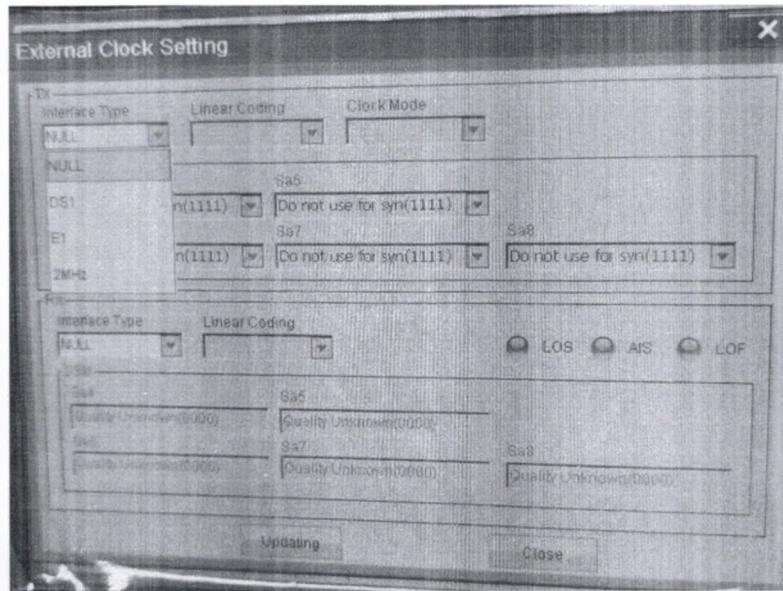


Рисунок 20

10.12.3 Измерить частоту поступающего сигнала. Вычислить её относительную погрешность по формуле:

$$\delta f = F_{изм} / 2000000 - 1, \text{ где}$$

$F_{изм}$ – измеренное значение частоты (Гц).

10.12.4 Повторить определение относительной погрешности частоты для платформ с тремя типами встроенных измерительных модулей:

- OTM2515 в режимах тестирования SDH и PDH;
- OTM2612 в режимах тестирования SDH и OTN;
- OTM2620 в режиме тестирования OTN.

Выполнить по 3 измерения для каждого режима тестирования.

10.12.5 Результаты испытаний считать положительными, если:

относительная погрешность тактовой частоты внутреннего задающего генератора (δf) в пределах $\pm 4,6 \cdot 10^{-6}$.

11. Оформление результатов поверки

11.1 При поверке вести протокол произвольной формы.

11.2 Результаты поверки оформляются в соответствии с приказом Минпромторга России от 31.07.2020 г. № 2510.

11.3 Данные о поверке вносятся в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений. При положительных результатах поверки оформляется свидетельство о поверке, при отрицательных результатах поверки оформляется извещение о непригодности с указанием причин забракования, и средство измерений к применению не допускается.

11.4 Знак поверки может наноситься на свидетельство о поверке и на верхнюю панель платформы.

Главный метролог ООО «КИА»

Ю.В.Плаксин