

СОГЛАСОВАНО

Генеральный директор
ООО «КИА»



В.Н. Викулин

«9» июля 2025 г.

М.п.

ГСИ. Тестеры MTS 5800-100G

Методика поверки

МП 004-2025

г. Москва
2025 г.

Оглавление

| | | |
|-----|--|----|
| 1. | Общие положения..... | 3 |
| 2. | Перечень операций поверки | 4 |
| 3. | Требования к условиям проведения поверки..... | 5 |
| 4. | Требования к специалистам, осуществляющим поверку | 5 |
| 5. | Метрологические и технические требования к средствам поверки | 5 |
| 6. | Требования по обеспечению безопасности проведения поверки | 6 |
| 7. | Внешний осмотр средства измерений | 6 |
| 8. | Подготовка к проведению поверки и опробование средства измерений..... | 7 |
| 9. | Проверка программного обеспечения | 7 |
| 10. | Определение метрологических характеристик средства измерений и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям. | 7 |
| 11. | Оформление результатов поверки | 13 |

1. Общие положения

Настоящая методика поверки (МП) устанавливает методы и средства первичной и периодической поверки средств измерений (СИ): Тестеры MTS 5800-100G (далее – тестеры). 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 № 1804.

При определении метрологических характеристик (МХ) поверяемого СИ, используются методы прямых измерений с непосредственной оценкой и сравнением измеряемых величин с эталоном.

Таблица 1 - Метрологические характеристики

| Наименование характеристики | Значение |
|--|---|
| Номинальные значения тактовой частоты формируемых выходных тестовых сигналов на электрических интерфейсах (при наличии данной опции), МГц: - E1 - E3 - E4 - STM-1e | 2,048 34,368 139,264 155,520 |
| Пределы допускаемой относительной погрешности установки тактовой частоты формируемых выходных тестовых сигналов на электрических интерфейсах (при наличии данной опции) ¹⁾ | $\pm 2,5 \cdot 10^{-6}$ |
| Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений размаха фазового дрожания (джиттера) сигнала E1 (при наличии опции PDH и функции измерения джиттера) ¹⁾ , ЕИ ²⁾ | $\pm(0,07 \cdot T_{\text{изм}}^{3}) + 0,04$ |
| Уровни мощности выходных сигналов на оптических интерфейсах (для всех типов оптических трансиверов, входящих в комплект тестера, при наличии данной опции), дБм, не менее | -12,0 |
| Минимальная входная мощность на оптических интерфейсах (для всех типов оптических трансиверов, входящих в комплект тестера, при наличии данной опции), дБм, не более | 0,0 |
| Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений количества переданной (принятой) информации (данных) (при наличии опции Ethernet) ¹⁾ , байт: - при K менее или равно 10 Мбайт - при K более 10 Мбайт | ± 10 $\pm 10^{-4} \cdot K^{4)}$ |

- ¹⁾ при нормальных условиях применения;
²⁾ ЕИ – единичный интервал (период тактовой частоты);
³⁾ Т_{изм} – измеренное значение джиттера, ЕИ;
⁴⁾ К- количество переданной (принятой) информации (данных), байт

2. Перечень операций поверки

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

Таблица 2 – Операции поверки

| 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 | да | 9 |
| 4. Определение и подтверждение соответствия метрологическим требованиям номинальных значений и пределов относительной погрешности установки тактовой частоты формируемых выходных тестовых сигналов на электрических интерфейсах (при наличии данной опции) | да | да | 10.1 |
| 5. Определение и подтверждение соответствия метрологическим требованиям абсолютной погрешности измерений размаха фазового дрожания (джиттера) сигнала Е1 (при наличии опции PDH и функции измерения джиттера) | да | да | 10.2 |
| 6. Определение и подтверждение соответствия метрологическим требованиям уровня мощности выходных сигналов на оптических интерфейсах (для всех типов оптических трансиверов, входящих в комплект тестера, при наличии данной опции) | да | да | 10.3 |
| 7. Определение и подтверждение соответствия метрологическим требованиям минимальной входной мощности на оптических интерфейсах (для всех типов оптических трансиверов, входящих в комплект тестера, при наличии данной опции) | да | да | 10.4 |

| | | | |
|--|----|----|------|
| 8. Определение и подтверждение соответствия метрологическим требованиям абсолютной погрешности измерений количества переданной (принятой) информации (данных) (при наличии опции Ethernet) | да | да | 10.5 |
| 9. Оформление результатов поверки | да | да | 11 |

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 °С, % | до 80 |
| Атмосферное давление, кПа | от 84 до 106 |
| (мм рт.ст.) | (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 тестер 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 – Средства поверки

| 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°C 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 3% Средства измерений атмосферного давления в диапазоне от 80 кПа до 106,7 кПа, с абсолютной погрешностью не более 0,5 кПа | Прибор комбинированный Testo 622 (рег. № 53505-13) |
| п. 10.1 Определение и подтверждение соответствия метрологическим требованиям номинальных значений и относительной погрешности установки тактовой частоты формируемых выходных тестовых сигналов на электрических интерфейсах | 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 |
|--|---|---|
| п. 10.2 Определение и подтверждение соответствия метрологическим требованиям абсолютной погрешности измерений размаха фазового дрожания (джиттера) сигнала E1 | Эталон 2-го разряда единиц времени, частоты и НШВ (по ГПС утвержденной Приказом Росстандарта от 26 сентября 2022 г. № 2360): сигналы частоты 1, 5, 10 МГц, относительная погрешность по частоте при синхронизации по сигналам ГНСС $\pm 5 \cdot 10^{-12}$, СКДО: за 10с $1 \cdot 10^{-11}$; за 100 с $2,0 \cdot 10^{-12}$; за 1сутки $5 \cdot 10^{-12}$ Анализатор цифровых линий связи (с опцией фазового дрожания (джиттера)): скорость передачи до 2048 кбит/с, диапазон генерации фазового дрожания: от 0 до 64 ТИ, погрешность $\pm(0,05A+0,02)ТИ$ | Стандарт частоты рубидиевый Ч1-2010 (рег. № 51871-12) Анализатор цифровых линий связи ANT-20SE (рег. № 15963-02) |
| п.п. 10.3, 10.4 Определение и подтверждение соответствия метрологическим требованиям уровня мощности выходных сигналов на оптических интерфейсах, минимальной входной мощности на оптических интерфейсах | Рабочий эталон единицы средней мощности оптического излучения в ВОСП (по ГПС, утвержденной Приказом Росстандарта от 6.08.2024 г. № 1804): 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 не более $\pm 3,5\%$ | РЭСМ-ВС (рег. № 53225-13) |
| п. 10.5 Определение и подтверждение соответствия метрологическим требованиям абсолютной погрешности измерений количества переданной (принятой) информации (данных) | Рабочий эталон единицы количества переданной (принятой) информации (данных) (по ГПС утвержденной приказом Росстандарта от 18 августа 2023 г. № 1707): пределы допускаемой абсолютной погрешности формирования/измерений объема данных/количества информации 0 байт | Комплекс измерительный ВЕКТОР-ИКИ-2016 (рег. № 65643-16) |
| 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 тестера следующим требованиям:

- соответствие комплектности руководству по эксплуатации, совмещенному с паспортом;
- 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) тестера.

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 поверяемого тестера: проверить идентификационные наименования и номера версий ПО.

Для этого необходимо включить тестер, после загрузки ПО войти в раздел «Сведения о системе» и определить наименования и версии ПО в открывшемся окне в разделе «Установленное программное обеспечение».

Результаты проверки считать положительными, если идентификационные данные ПО (наименования, версии) соответствуют указанным в описании типа.

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

10.1 Определение и подтверждение соответствия метрологическим требованиям номинальных значений и пределов относительной погрешности установки тактовой частоты формируемых выходных тестовых сигналов на электрических интерфейсах (при наличии данной опции)

10.1.1 Собрать схему поверки, представленную на рисунке 1.

10.1.2 Сделать в средствах измерений следующие установки:

- в поверяемом тестере:

- выбрать испытание E1 BERT – Заверш. (скорость передачи 2048 кбит/с);
- формирование кадров – без кадров;
- испытательная последовательность 1111 (все единицы);
- код сигнала HDB3.

- 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.

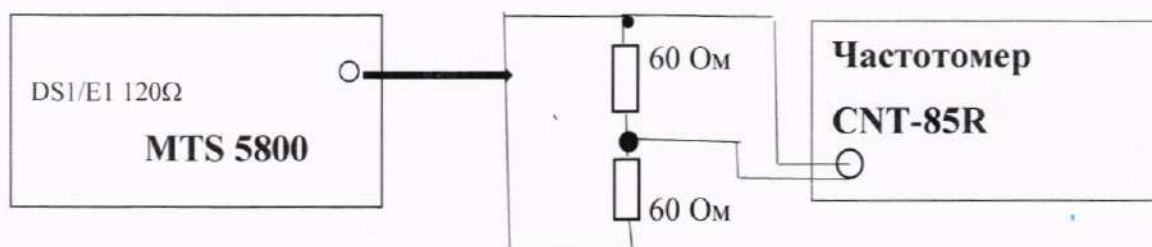


Рисунок 1

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

$$\delta f = F_{\text{физ}} / F_{\text{эт}} - 1, \text{ где}$$

$F_{\text{эт}}$ – эталонное значение тактовой частоты тестового сигнала в Гц:

2048000 Гц для сигнала E1;

34368000 Гц для сигнала E3;

139264000 Гц для сигнала E4;

155520000 Гц для сигнала STM-1e.

10.1.4 Повторить измерение частоты сигнала для формируемых сигналов E3, E4, STM-1e.

10.1.5 Результаты поверки считать положительными, если:

- номинальные значения тактовой частоты формируемых выходных тестовых сигналов: 2,048 МГц для сигнала E1, 34,368 МГц для сигнала E3, 139,264 МГц для сигнала E4, 155,520 МГц для сигнала STM-1e;

- относительная погрешность установки тактовой частоты формируемых выходных тестовых сигналов на электрических интерфейсах (δf) в пределах $\pm 2,5 \cdot 10^{-6}$.

10.2 Определение и подтверждение соответствия метрологическим требованиям пределов абсолютной погрешности измерений размаха фазового дрожания (джиттера) сигнала E1 (при наличии опции PDH и функции измерения джиттера)

10.2.1 Проверку погрешности измерения размаха фазового дрожания (джиттера) для электрического сигнала произвести на интерфейсе E1 (симметричный вход). Для этого необходимо собрать схему испытаний, представленную на рисунке 2. Указанные на схеме соединения выполняются посредством симметричных кабелей из комплектов используемых средств поверки.

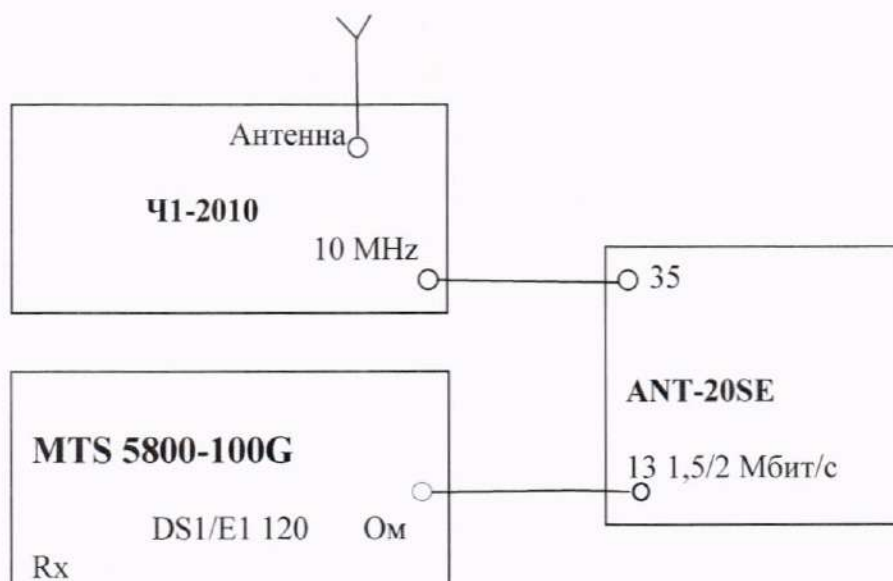


Рисунок 2

10.2.2 Сделать в средствах измерений следующие установки:

- в поверяемом тестере и анализаторе ANT-20SE:

- выбрать испытание E1 BERT – Заверш.;
- формирование кадров – без кадров,
- код сигнала - HDB3;
- образец – (испытательная последовательность ПСП (PRBS));
- для сигнала E1 – $2^{15}-1$ ITU;
- полоса пропускания Rx – широкая полоса;
- в окне «Jitter Gnerator/Analyzer» ANT-20 для TX установить значения размаха и частоты джиттера сигнала в соответствии с таблицей 4.

Таблица 4 - Значения размаха джиттера для E1

| Частота модуляции TX, кГц | 0,02 | | | 1,0 | | | 80 | |
|---------------------------|------|-----|----|-----|-----|------|-----|-----|
| Размах TX, ЕИ | 0,5 | 1,0 | 10 | 0,5 | 1,0 | 10,0 | 0,1 | 0,5 |

10.2.3 В поверяемом тестере открыть окно *Interface-Jitter* и считать результаты измерения Тизм на странице результатов.

10.2.4 Результаты поверки считать положительными, если значения абсолютной погрешности измерений размаха фазового дрожания находятся в пределах $\pm(0,07 \cdot T_{изм} + 0,04)$, где Тизм - измеренное значение джиттера, ЕИ.

10.3 Определение и подтверждение соответствия метрологическим требованиям уровней мощности выходных сигналов на оптических интерфейсах (для всех типов оптических трансиверов, входящих в комплект тестера, при наличии данной опции)

10.3.1 Собрать схему поверки, представленную на рисунке 3.

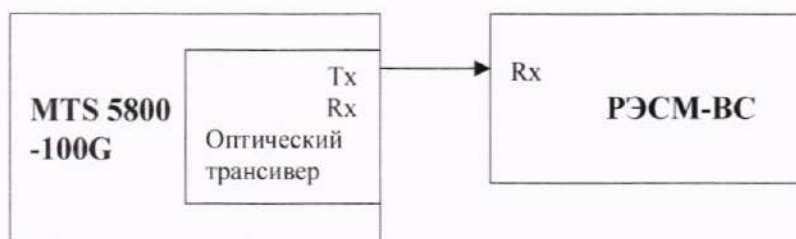


Рисунок 3

10.3.2 Вставить оптические трансиверы в соответствующие гнезда тестера.

10.3.3 Поверяемый тестер установить в режим генерации измерительного сигнала, соответствующего одному из используемых трансиверов.

10.3.4 Включить излучение лазера.

10.3.5 Измерить величину мощности оптического излучения включенного оптического выхода.

10.3.6 Выключить излучение лазера.

10.3.7 Поверяемый тестер установить в режим генерации измерительного сигнала, соответствующего другому вставленному трансиверу.

10.3.8 Выполнить для этого трансивера п.п. 10.3.3 - 10.3.6.

10.3.9 Результаты поверки считать положительными, если измеренные значения уровней мощности выходных сигналов на оптических интерфейсах (на выходах трансиверов), не менее -12,0 дБм для всех типов оптических трансиверов, входящих в комплект тестера.

10.4 Определение и подтверждение соответствия метрологическим требованиям минимальной входной мощности на оптических интерфейсах (для всех типов оптических трансиверов, входящих в комплект тестера, при наличии данной опции)

10.4.1 Собрать схему поверки, представленную на рисунке 4.

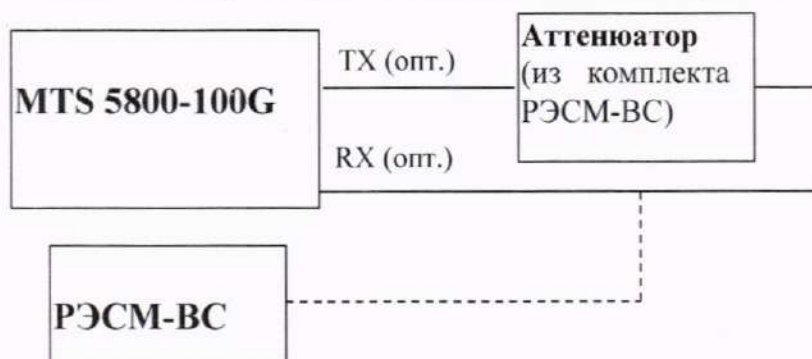


Рисунок 4

10.4.2 Вставить оптические трансиверы в соответствующие гнезда тестера.

10.4.3 Поверяемый тестер установить в режим генерации и приёма соответствующего оптического измерительного сигнала согласно руководству по эксплуатации.

10.4.4 На оптическом аттенюаторе установить затухание, при котором приёмник Rx показывает отсутствие сигнала. Затем сделать такое затухание аттенюатора, при котором прибор покажет наличие на входе Rx сигнала и отсутствие ошибок. Выдержать такое состояние в течение 1 минуты. Если появятся ошибки, ещё уменьшить затухание аттенюатора.

10.4.5 Когда появление ошибок прекратится, переключить оптический патчкорд с входа трансивера на измеритель оптической мощности и измерить величину оптической мощности. Измерение повторить для всех трансиверов, имеющихся в комплекте тестера.

10.4.6 Результаты поверки считать положительными, если измеренные значения минимальной входной мощности на оптических интерфейсах не более 0,0 дБм для всех типов оптических трансиверов, входящих в комплект тестера.

10.5 Определение и подтверждение соответствия метрологическим требованиям пределов абсолютной погрешности измерений количества переданной (принятой) информации (данных) (при наличии опции Ethernet)

10.5.1 Собрать схему поверки, представленную на рисунке 5.

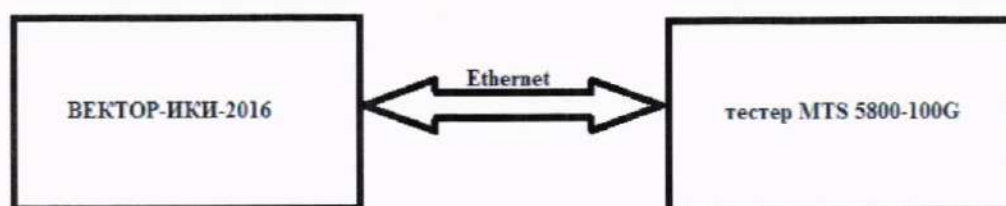


Рисунок 5

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

10.5.3 На ноутбуке ВЕКТОР-ИКИ-2016 запустить программу измерений: иконка «ВЕКТОР-ИКИ-2016» в меню «Пуск» (рисунок 6).



Рисунок 6

10.5.4 Главное окно программы «ВЕКТОР-ИКИ-2016» показано на рисунке 7.

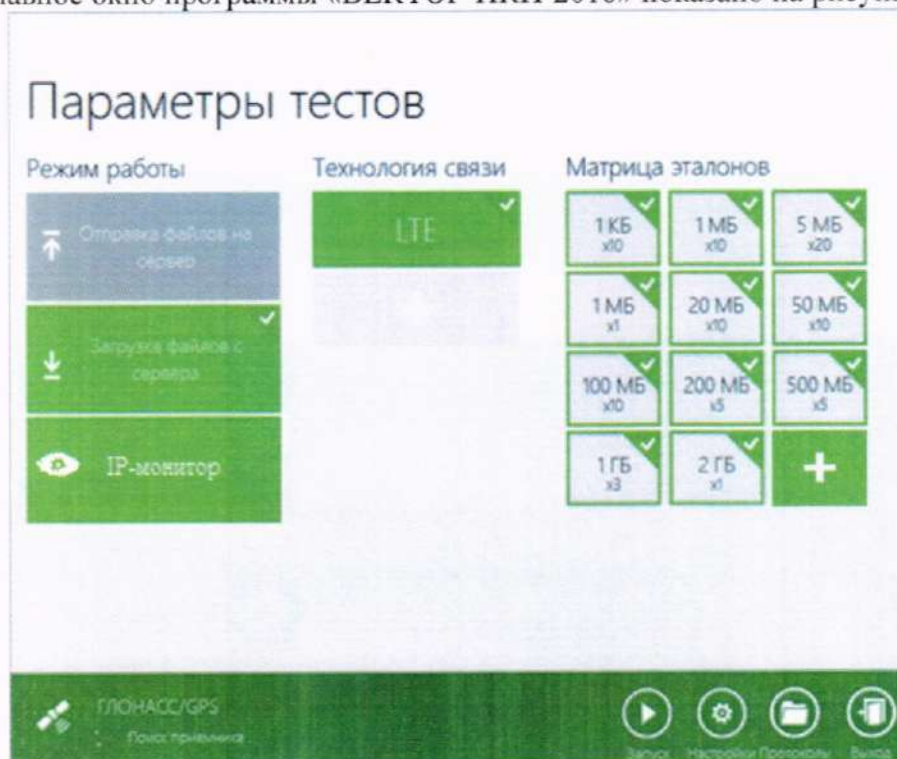


Рисунок 7

10.5.5 Включить режим IP-монитор.

10.5.6 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».

10.5.7 Включить испытываемый тестер.

В главном меню «Выбор измерений» выбрать последовательно «Ethernet → 10/100/1000 → Layer 3 Traffic → IPv4 → P2 Terminate». Дождаться выполнения загрузки заданных установок. Нажать кнопку «Setup».

В меню «Interface» на вкладке «Physical Layer» установить «Auto Negotiation - On», «Pause Capable - Neither», «Failback Duplex - Full».

В меню «Ethernet» установить «Frame Type – DIX», «Frame Size (Bytes) - 256».

Нажать кнопку «Results».

Открыть в поверяемом тестере окно «Ethernet» → «L3 Link Counts», в другой половине окна → «L2 Link Counts».

Запустить в тестере измерение.

10.5.8 Для определения абсолютной погрешности измерения количества информации, остановить тестирование, когда испытываемый тестер насчитает примерно 5 миллионов байт.

10.5.9 Нажать в главном окне программы «ВЕКТОР-ИКИ-2016» пиктограмму «Просмотр». Откроется окно с результатами измерений, аналогичное изображенному на рисунке 8.

| Принятый IP-трафик | | | | | | | |
|--------------------|------------------------|----------------------------|----------------------------|-------------------------------|--------------------|---|-----------------------------|
| 2 | A | B | C | D | Принятый IP-трафик | | |
| | Время начала измерения | Время завершения измерения | Время приема первого байта | Время приема последнего байта | Число IP-пакетов | Суммарный размер Ethernet-пакетов (включая FCS) | Суммарный размер IP-пакетов |
| | ЧЧ:ММ:СС,00 | ЧЧ:ММ:СС,00 | ЧЧ:ММ:СС,00 | ЧЧ:ММ:СС,00 | Штука | Байт | Байт |
| 3 | ЧЧ:ММ:СС,00 | ЧЧ:ММ:СС,00 | ЧЧ:ММ:СС,00 | ЧЧ:ММ:СС,00 | 25431 | 6510336 | 6052576 |
| 4 | 14:24:23,58 | 14:26:21,50 | 14:24:23,58 | 11:52:26,11 | | | |
| 5 | | | | | | | |

Рисунок 8

10.5.10 Сравнить показание Rx байт (в подокне → «L2 Link Counts») на поверяемом тестере и показание суммарного размера Ethernet-пакетов, подсчитанное ВЕКТОР-ИКИ-2016 (в байтах).

10.5.11 Повторить данное измерение 3 раза.

10.5.12 Произвести аналогичное измерение по п.п. 10.5.6-10.5.11, останавливая тестирование, когда испытываемый тестер насчитает примерно 15 миллионов байт.

10.5.13 Результаты поверки считать положительными, если значения абсолютной погрешности измерения количества переданной (принятой) информации (данных) находятся в пределах:

- при передаче количества информации менее или равно 10 Мбайт, ± 10 байт,
 - при передаче количества информации более 10 Мбайт, $\pm 1 \cdot 10^{-4} \cdot K$, байт,
- где K – количество переданной (принятой) информации (данных), байт.

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 в виде наклейки.

Главный метролог ООО «КИА»



Ю.В.Плаксин