

СОГЛАСОВАНО
Генеральный директор
ООО «КИА»



В.Н. Викулин

июля 2021 г.

**Государственная система обеспечения
единства измерений**

**Комплексы измерительные
ВЕКТОР-2019-Х**

Методика поверки

КБРД.468261.010МП

г. Москва
2021 г.

Оглавление

1. Общие положения.....	3
2. Перечень операций поверки	3
3. Требования к условиям проведения поверки.....	4
4. Требования к специалистам, осуществляющим поверку	4
5. Метрологические и технические требования к средствам поверки	4
6. Требования по обеспечению безопасности проведения поверки	5
7. Внешний осмотр средства измерений	5
8. Подготовка к проведению поверки. Опробование средства измерений	6
9. Проверка программного обеспечения	6
10. Определение метрологических характеристик средства измерений.....	6
11. Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	18
12. Оформление результатов поверки	21

1. Общие положения

Настоящая методика поверки (МП) устанавливает методы и средства первичной и периодической поверки комплексов измерительных ВЕКТОР-2019-Х (далее – ВЕКТОР-2019-Х).

Применяемые для поверки ВЕКТОР-2019-Х средства измерений (СИ) должны обеспечивать прослеживаемость поверяемого СИ к государственным первичным эталонам единиц величин: времени, частоты и национальной шкалы времени РФ (Государственный первичный эталон единиц времени, частоты и национальной шкалы времени ГЭТ 1-2018), единиц измерения объемов цифровой информации (Государственный первичный эталон единиц измерения объемов передаваемой цифровой информации по каналам Интернет и телефонии ГЭТ 200-2012).

Реализация МП в соответствии с п.11 Приложения 3 к Приказу Минпромторга России от 28.08.2020г. № 2907 обеспечивается методом применения рабочих эталонов единиц времени, частоты и национальной шкалы времени (по Приказу Росстандарта № 1621 от 31.07.2018 г.) и единиц измерения объемов цифровой информации (по ГОСТ 8.873-2014).

Интервал между поверками два года.

2. Перечень операций поверки

1.1 При первичной и периодической поверках должны выполняться операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1

Наименование операции	Номер пункта методики поверки	Проведение операций при поверке	
		первичной	периодической
1. Внешний осмотр средства измерений	7	да	да
2. Подготовка к проведению поверки. Опробование	8	да	да
3. Проверка программного обеспечения	9	да	да
4. Определение метрологических характеристик. Определение смещения внутренней шкалы времени относительно национальной шкалы времени Российской Федерации UTC(SU) в режиме Stratum 1 в течение не менее 2 часов	10.1	да	да
5. Определение абсолютной погрешности формирования/измерений количества информации (объема данных)	10.2	да	да
6. Определение абсолютной погрешности формирования/измерений длительности сеанса передачи данных	10.3	да	да
7. Определение абсолютной погрешности измерения коэффициента потерь пакетов данных за период измерений	10.4	да	нет
8. Определение относительной погрешности измерения пропускной способности канала передачи данных	10.5	да	нет
9. Определение погрешности измерений средней двусторонней и односторонней задержки передачи пакетов данных	10.6	да	нет

10. Определение погрешности измерений вариации двусторонней и односторонней задержки передачи пакетов данных	10.6	да	нет
11. Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	11	да	да
12. Оформление результатов поверки	12	да	да

3. Требования к условиям проведения поверки

При проведении поверки должны соблюдаться условия, при которых следующие влияющие факторы находятся в допустимых при поверке диапазонах:

Температура окружающего воздуха, °С	от +10 до +35
Относительная влажность воздуха при 25 °С, %	до 80
Атмосферное давление, кПа (мм рт.ст.)	от 84 до 106,7 (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 эксплуатационную документацию ВЕКТОР-2019-Х и средств поверки.

5. Метрологические и технические требования к средствам поверки

5.1 При проведении поверки должны применяться средства поверки, указанные в таблице 2.

5.2 Все средства поверки должны быть исправны и иметь действующий документ о поверке.

Таблица 2

Номер пункта методики поверки	Наименование и тип основного или вспомогательного средства поверки; основные метрологические и характеристики средства поверки
10.1	Стандарт частоты и времени рубидиевый Ч1-1020, номер в госреестре 60520-15 (рабочий эталон 3 разряда по Приказу Росстандарта № 1621 от 31.07.2018 г.): номинальное значение частоты выходного сигнала 1 Гц; пределы допускаемой относительной погрешности по частоте выходного сигнала $\pm 8 \cdot 10^{-10}$; пределы допускаемой погрешности измерения разности шкал времени встроенным ИВИ ± 50 нс; диапазон измерения шкал времени встроенным ИВИ от 10 нс до 0,999 с; пределы допускаемой погрешности определения расхождения шкалы времени контролируемого прибора и шкалы времени UTC(SU) встроенным ИВИ после синхронизации ИВИ со шкалой времени UTC(SU) за вычетом задержек в антенном тракте и приемнике на интервале наблюдения 10 мин $\pm 0,15$ мкс
10.2, 10.3	Комплекс измерительный ВЕКТОР-ИКИ-2016, номер в госреестре 65643-16 (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; пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений длительности сеансов связи $\pm 0,1$ с
10.4, 10.5	Частотомер электронно-счётный вычислительный ЧЗ-64, номер в госреестре 09135-83 (рабочий эталон 4 разряда по Приказу Росстандарта № 1621 от 31.07.2018 г.) (два экземпляра):

Номер пункта методики поверки	Наименование и тип основного или вспомогательного средства поверки; основные метрологические и характеристики средства поверки
	Относительная погрешность измерения частоты $\delta t = \pm(\delta_0 + 1/(f_{\text{физм}} \cdot t_{\text{сч}}))$, где δ_0 – относительная погрешность по частоте внутреннего генератора или внешнего источника, $f_{\text{физм}}$ – измеряемая частота, Гц, $t_{\text{сч}}$ – время счета, с
10.6	Осциллограф цифровой TDS3052C, номер в госреестре 41693-09: пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения временных интервалов не менее $1 \text{ мс} \pm 20 \cdot 10^{-6} \cdot T_{\text{изм}}$, где $T_{\text{изм}}$ – измеряемый временной интервал, с
<i>Вспомогательные средства поверки</i>	
10.1	Устройство синхронизации частоты и времени Метроном 300, номер в госреестре 74018-19: амплитуда выходного сигнала 1PPS не менее 2,0 В; пределы допускаемой относительной погрешности по частоте выходного сигнала $\pm 7 \cdot 10^{-11}$; Модуль приемовычислительный ВЕКТОР-СС-PCIe-05: параметры выходного сигнала 1 Гц – длительность импульса не более 100 мс, длительность фронта импульса не более 50 нс, амплитуда импульса не менее 3 В; нестабильность временного положения сигнала 1 Гц относительно шкалы времени UTC(SU) при синхронизации по радиосигналам ГНСС ГЛОНАСС в течение не менее 2 ч не более 0,25 мкс
10.4, 10.5, 10.6	комплекс измерительный ВЕКТОР-2019, номер в госреестре 79185-20: диапазон формирования/измерений количества информации (объема данных) от 1 до $1 \cdot 10^{12}$ байт; максимальная допускаемая абсолютная погрешность формирования/измерений количества информации (объема данных) при доверительной вероятности 0,95, не более 1 байт

5.3 Допускается применение других средств измерений, удовлетворяющих требованиям настоящей методики поверки и обеспечивающих измерение соответствующих параметров с требуемой точностью.

6. Требования по обеспечению безопасности проведения поверки

6.1 При проведении поверки все средства измерений должны быть заземлены.

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

7. Внешний осмотр средства измерений

7.1 На поверку представляют ВЕКТОР-2019-Х полностью укомплектованный в соответствии с эксплуатационной документацией. При периодической поверке представляют дополнительно свидетельство о предыдущей поверке.

7.2 Перед проведением поверки необходимо провести внешний осмотр ВЕКТОР-2019-Х на предмет отсутствия повреждений.

При внешнем осмотре проверить:

- отсутствие видимых нарушений лакокрасочных и гальванических покрытий, а также следов коррозии и трещин на поверхностях;
- отсутствие нарушения наружной изоляции соединительных кабелей;
- отсутствие механических повреждений органов управления, препятствующих их функционированию по прямому назначению.

7.3 Проверить обеспеченность конструкции ограничением доступа к определенным частям средства измерений в целях предотвращения несанкционированной настройки и вмешательства.

8 Подготовка к проведению поверки. Опробование средства измерений

8.1 Во время подготовки к поверке поверитель знакомится с технической документацией на ВЕКТОР-2019-Х, подготавливает все материалы и средства измерений, необходимые для проведения поверки.

8.2 Перед проведением поверки необходимо провести следующие подготовительные работы:

- проверить срок действия свидетельств о поверке на средства измерений;
- произвести установку и подключение оборудования в соответствии с руководством по эксплуатации КБРД.468261.010РЭ

8.3 В соответствии с руководством по эксплуатации КБРД.468261.010РЭ провести опробование ВЕКТОР-2019-Х:

- включить ВЕКТОР-2019-Х, убедиться, что загружается специальное ПО;
- результат опробования ВЕКТОР-2019-Х считать положительными, если при запуске блока управления не выявлено появление ошибок.

9 Проверка программного обеспечения

9.1 Произвести идентификацию программного обеспечения поверяемого ВЕКТОР-2019-Х:

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

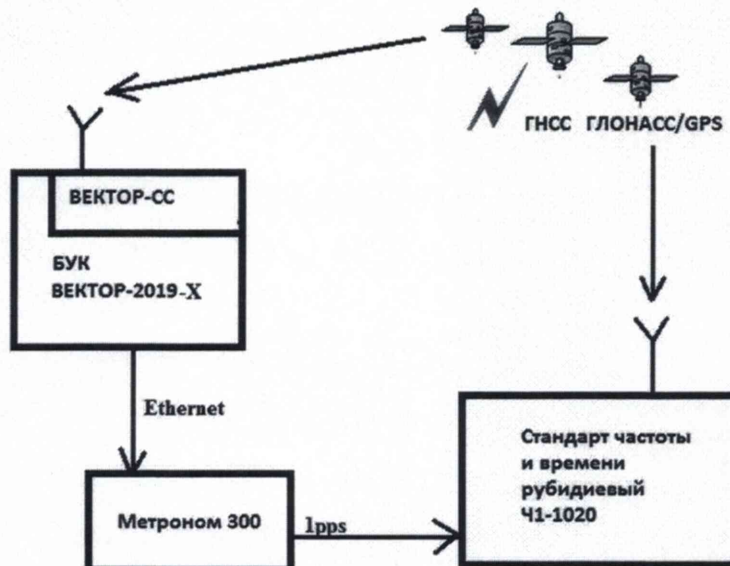
Указанные проверки провести в соответствии с Р 50.2.077-2014.

9.1 Результаты проверки считать положительными, если идентификационное наименование ПО, номер версии ПО, цифровой идентификатор ПО (контрольная сумма) и результат вычисления контрольной суммы ПО соответствуют указанным в описании типа на ВЕКТОР-2019-Х.

10. Определение метрологических характеристик средства измерений

10.1 Определение смещения внутренней шкалы времени относительно национальной шкалы времени Российской Федерации UTC(SU) в режиме Stratum 1 в течение не менее 2 часов

10.1.1 Собрать схему испытаний в соответствии с рисунком 1.



БУК ВЕКТОР-2019-Х – блок управления комплексом измерительным ВЕКТОР-2019-Х

Рисунок 1

Подключение и работу с оборудованием: стандарт частоты и времени рубидиевый Ч1-1020 и устройство синхронизации частоты и времени Метроном 300 проводить в соответствии с их руководствами по эксплуатации.

Подготовить БУК ВЕКТОР-2019-Х для работы в режиме NTP сервера уровня Stratum 1. Синхронизировать ВЕКТОР-2019-Х с национальной шкалой времени Российской Федерации UTC(SU) в режиме Stratum 1 в течение не менее 2 часов с помощью ВЕКТОР-СС, входящего в состав БУК ВЕКТОР-2019-Х.

Настроить синхронизацию стандарта частоты и времени рубидиевого Ч1-1020 с национальной шкалой времени UTC(SU) с помощью приемника сигналов ГНСС ГЛОНАСС, входящего в его состав.

Вход 1PPS стандарта частоты и времени рубидиевого Ч1-1020 соединить с выходом 1PPS устройства синхронизации частоты и времени Метроном 300.

Метроном 300 через интерфейс Ethernet присоединить к БУК ВЕКТОР-2019-Х и дождаться синхронизации по протоколу NTP.

Использовать стандарт частоты и времени рубидиевый Ч1-1020 в режиме измерения разности шкал времени встроенным измерителем временных интервалов.

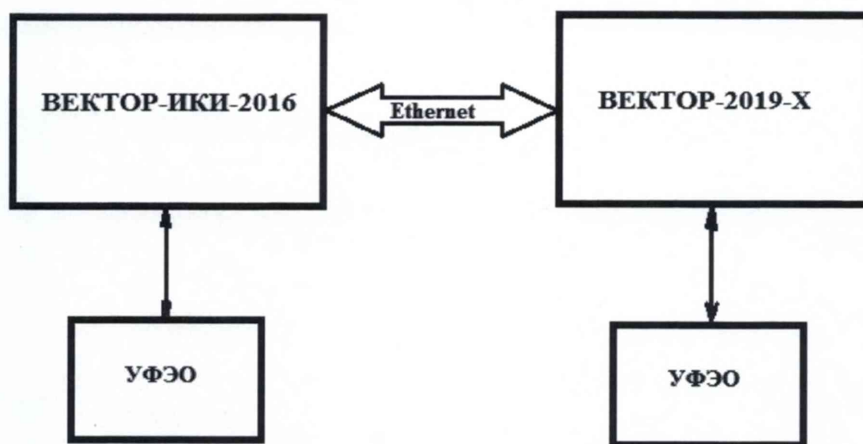
10.1.2 Произвести не менее 10 измерений смещения внутренней шкалы времени относительно национальной шкалы времени Российской Федерации UTC(SU).

10.1.3 Результаты измерений T_i заносятся в протокол регистрации результатов измерений.

10.1.4 Обработку результатов измерений и принятие поверителем решения о положительном (отрицательном) результате поверки произвести в соответствии с процедурой, изложенной в п. 11.1.

10.2 Определение абсолютной погрешности формирования/измерений количества информации (объема данных)

10.2.1 Собрать схему испытаний в соответствии с рисунком 2.



УФЭО – устройство хранения файлов эталонных объемов

Рисунок 2

10.2.2 Синхронизировать системные шкалы времени комплексов измерительных ВЕКТОР-ИКИ-2016 и ВЕКТОР-2019-Х относительно национальной шкалы времени UTC(SU).

В соответствии с руководствами по эксплуатации (далее - РЭ) выполнить запуск ПО ВЕКТОР-2019-Х и ВЕКТОР-ИКИ-2016.

Рабочее окно ПО ВЕКТОР-ИКИ-2016 показано на рисунке 3.

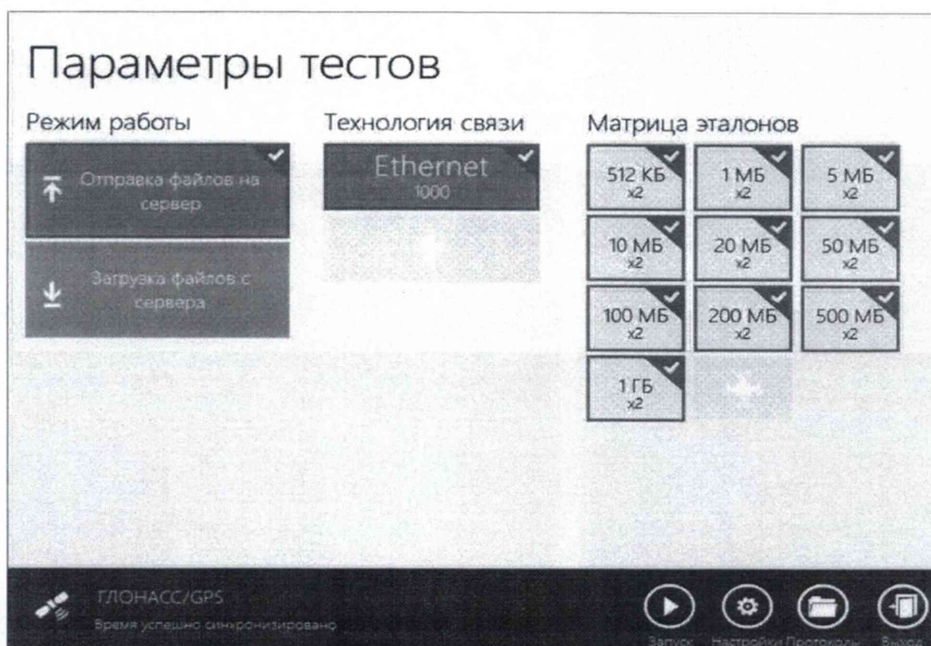


Рисунок 3

10.2.3 Произвести настройку режима передачи файлов эталонных объемов. Для передачи файлов эталонных объемов на поверяемый ВЕКТОР-2019-Х в меню «Режим работы» выбрать режим «Отправка файлов на сервер» (рисунок 4).

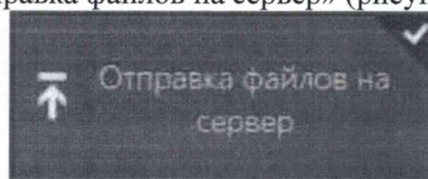


Рисунок 4

Произвести настройку расположения файлов эталонных объемов ВЕКТОР-ИКИ-2016:

- нажать кнопку «Настройки»;
- в появившемся окне нажать кнопку «Хранилище»;
- произвести выбор пути на файловой системе ПК ВЕКТОР-ИКИ-2016 для доступа к отправляемым файлам эталонных объемов путём нажатия кнопки «Выбор расположения» в разделе «Расположение отправляемых эталонных файлов» (рисунок 5).

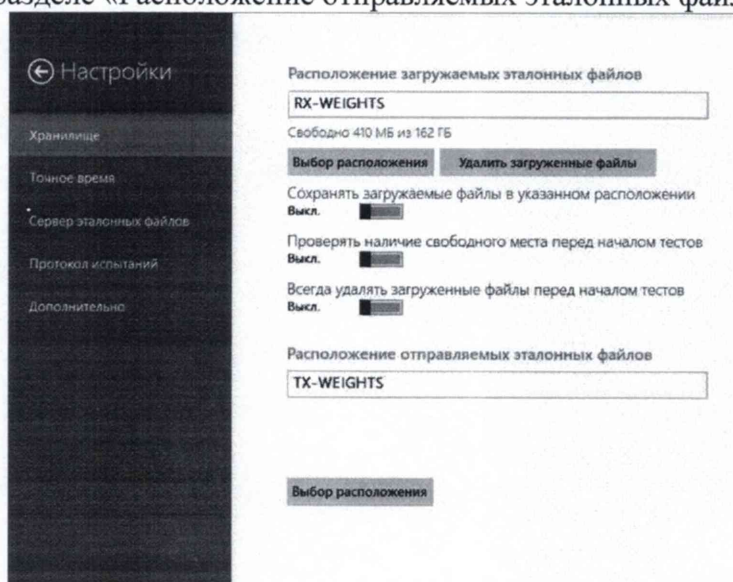


Рисунок 5

Произвести настройку расположения файла протокола измерений ВЕКТОР-ИКИ-2016:

- нажать кнопку «Протокол испытаний»;
- произвести выбор пути на файловой системе ПК ВЕКТОР-ИКИ-2016 для сохранения протокола путём нажатия кнопки «Выбор расположения» в разделе «Расположение протоколов испытаний»;
- файл протокола будет сохранён по указанному пути в формате «xlsx» (рисунок 6).

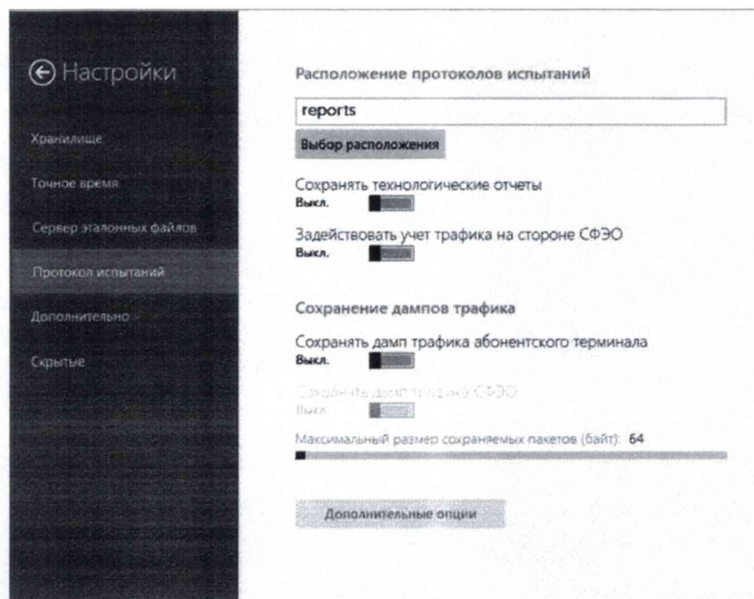


Рисунок 6

Перейти в главное окно программы путём нажатия пиктограммы .

В главном окне программы в столбце «Технология связи» (рисунок 7) щелкнуть правой кнопкой мыши по элементу «Ethernet» (если такого элемента нет, то создать профиль для новой технологии связи, щелкнув мышью по кнопке + внизу списка имеющихся профилей в столбце «Технология связи») и войти в меню настройки «Свойства профиля» для выбора и настройки параметров физического интерфейса для проведения измерений (рисунок 8).

Параметры тестов

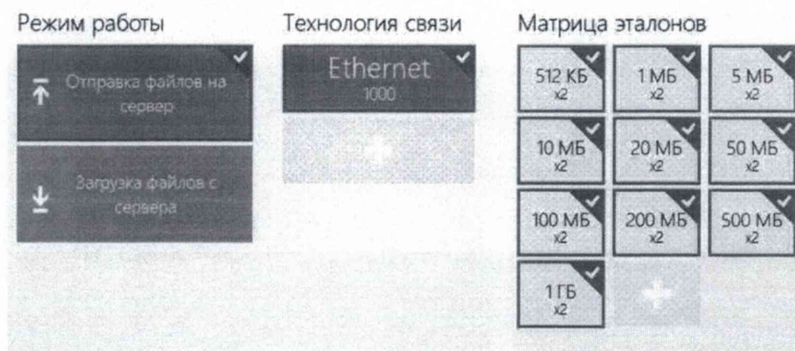


Рисунок 7

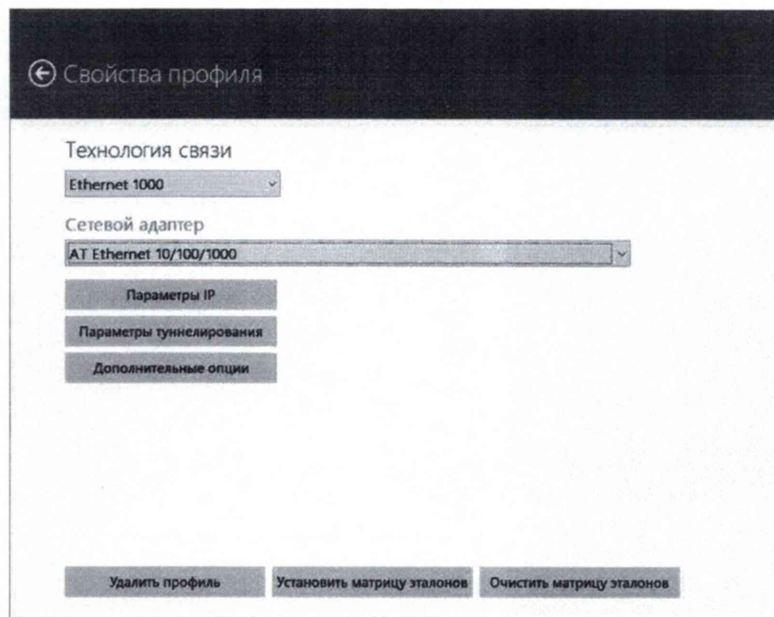


Рисунок 8

В меню «Технология связи» выбрать нужный тип физического интерфейса Ethernet для подключения к ВЕКТОР-2019-Х при проведении изменений (рисунок 9).

ТЕХНОЛОГИЯ СВЯЗИ

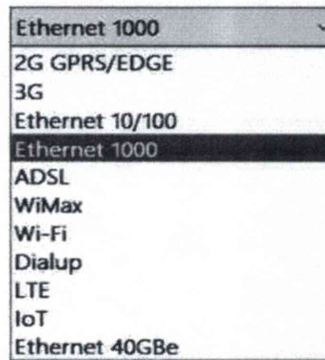


Рисунок 9

В выпадающем меню «Сетевой адаптер» выбрать из имеющегося списка сетевое устройство, зарегистрированное в системе ПК ВЕКТОР-ИКИ-2016 в качестве абонентского терминала (АТ) и используемое при выбранном типе физического подключения (рисунок 10).

Сетевой адаптер

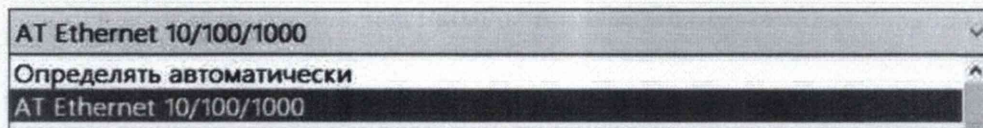


Рисунок 10

Нажать кнопку «Свойства адаптера» и далее произвести настройку IP-протокола (рисунок 11).

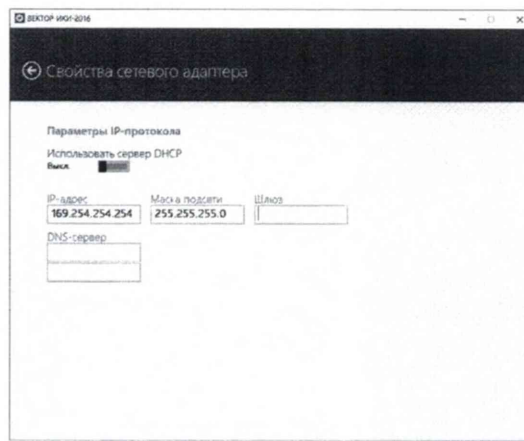



Рисунок 11

Для проведения первичной поверки нужно задать параметры IP протокола. Для этого выключить переключатель «Использовать сервер DHCP», ввести в поле «IP-адрес» значение 169.254.254.254, в поле «Маска подсети» ввести значение 255.255.255.0. Поля «Шлюз» и «DNS-сервер» оставить пустыми. После ввода данных значений перейти в главное окно с помощью щелчка мышью по кнопке .

В соответствии с руководством по эксплуатации ВЕКТОР-ИКИ-2016 установить режим генерирования потока с файлами эталонных объёмов.

ВЕКТОР-2019-Х в соответствии с руководством по эксплуатации настроить на измерение объема информации и формирование соответствующего отчета.

10.2.4 Обеспечить передачу ВЕКТОР-ИКИ-2016 файлов эталонных объемов по организованной сети связи на ВЕКТОР-2019-Х в соответствии с матрицей объемов (таблица 3).

Таблица 3 - Матрица объемов

Название файла эталонных объемов	Объем файла, Байт	Количество передач
10 Б	10	2
512 кБ	524288	2
1 МБ	1048576	2
10 МБ	10485760	2
100 МБ	104857600	2
1 ГБ	1073741824	2
10 ГБ	10737418240	2

В главном окне программы в столбце «Матрица эталонов» (рисунок 12) щелчком правой кнопки манипулятора «мышь» по соответствующему элементу матрицы войти в меню настройки «Редактирование матрицы» для выбора файлов соответствующих объёмов и количества передач каждого из них при проведении измерений (рисунок 13).

Матрица эталонов

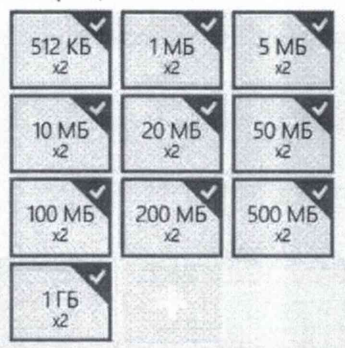


Рисунок 12

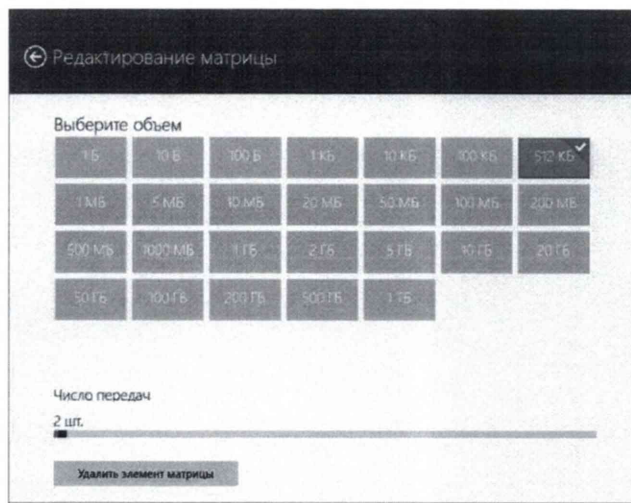


Рисунок 13

В главном окне программы нажать пиктограмму «Запуск» для начала проведения измерений (рисунок 14).



Рисунок 14

В процессе измерений в главном окне программы отображается общая служебная информация и индикатор выполнения измерений (рисунок 15).

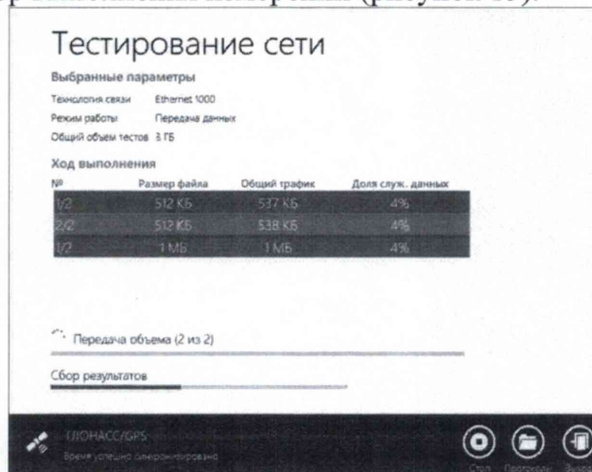


Рисунок 15

По завершении измерений в главном окне программы появляется сообщение «Измерения завершены» (рисунок 16).

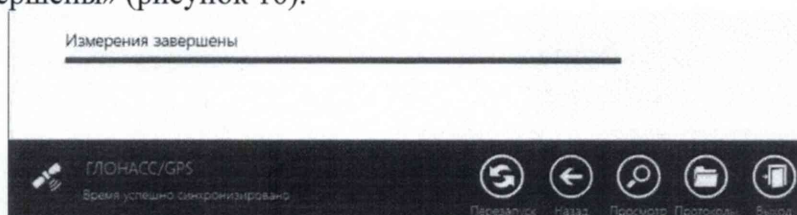


Рисунок 16

10.2.5 По завершении тестов файл протокола измерений будет сохранён на жёстком диске ПК ВЕКТОР-ИКИ-2016 в заданном месте размещения.

Вид протокола измерений в формате «xlsx» показан на рисунке 17.

1	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
	ID зонда	Данные по соединению FTP-DATA					Время начала передачи эталонного файла	Время окончания передачи эталонного файла	Продолжительность передачи эталонного файла	Пиковая скорость передачи пакетов Ethernet
Объем переданной информации		IP-адрес клиента	TCP-порт клиента	IP-адрес сервера	TCP-порт сервера					
3	Байт	а.б.с.д		а.б.с.д		чч:мм:сс,00	чч:мм:сс,00	сссс,00	Мбит/с	
4	12345670	102400	169.254.254.254		30002	10.0.0.254	2010:42:00,10	10:42:09,10	9,00	2,26
5	12345670	102400	169.254.254.254		30004	10.0.0.254	2010:42:10,10	10:42:19,10	9,00	2,26
6	12345670	102400	169.254.254.254		30006	10.0.0.254	2010:42:20,10	10:42:29,10	9,00	2,26
7	12345670	102400	169.254.254.254		30008	10.0.0.254	2010:42:30,10	10:42:39,10	9,00	2,26
8	12345670	102400	169.254.254.254		30010	10.0.0.254	2010:42:40,10	10:42:49,10	9,00	2,26
9	12345670	102400	169.254.254.254		30012	10.0.0.254	2010:42:50,10	10:42:59,10	9,00	2,26
10	12345670	102400	169.254.254.254		30014	10.0.0.254	2010:43:00,10	10:43:09,10	9,00	2,26
11	12345670	102400	169.254.254.254		30016	10.0.0.254	2010:43:10,10	10:43:19,10	9,00	2,26
12	12345670	102400	169.254.254.254		30018	10.0.0.254	2010:43:20,10	10:43:29,10	9,00	2,26
13	12345670	102400	169.254.254.254		30020	10.0.0.254	2010:43:30,10	10:43:39,10	9,00	2,26
14	12345670	102400	169.254.254.254		30022	10.0.0.254	2010:43:40,10	10:43:49,10	9,00	2,26
15	12345670	1099511627776	169.254.254.254		30024	10.0.0.254	2010:43:50,10	12:00:00,10	216970,00	2,26

Рисунок 17

Получить от ВЕКТОР-2019-Х протоколы измерений объема данных в соответствии с руководством по эксплуатации.

10.2.6 Вычислить разности объёмов информации, сформированных и переданных ВЕКТОР-ИКИ-2016 и измеренных ВЕКТОР-2019-Х для каждого объёма информации. Вычисленные разности являются абсолютной погрешностью измерения объема переданной (принятой) информации (данных).

10.2.7 Для определения абсолютной погрешности формирования количества информации, обеспечить передачу файлов эталонных объемов от ВЕКТОР-2019-Х на ВЕКТОР-ИКИ-2016.

10.2.8 Результаты измерений абсолютной погрешности формирования/измерений количества информации заносятся в протокол регистрации результатов измерений.

10.2.9 Обработку результатов измерений и принятие поверителем решения о положительном (отрицательном) результате поверки произвести в соответствии с процедурой, изложенной в п. 11.2.

10.3 Определение абсолютной погрешности формирования/измерений длительности сеанса передачи данных

10.3.1 Собрать схему испытаний в соответствии с рисунком 2.

10.3.2 Для определения диапазона и абсолютной погрешности формирования/измерений длительности сеанса передачи данных использовать данные протоколов ВЕКТОР-ИКИ-2016 и ВЕКТОР-2019-Х, полученных при проведении измерений по п. 7.3.

10.3.3 Длительность передачи (приема) данных определить из соответствующего протокола как разность времени окончания и времени начала передачи файла эталонного объема.

10.3.4 Рассчитать абсолютную погрешность формирования/измерений длительности сеанса передачи данных как разность длительности сеанса передачи данных, полученной из протокола ВЕКТОР-ИКИ-2016 и длительности сеанса передачи данных, полученной из протокола ВЕКТОР-2019-Х.

10.3.5 Результаты измерений абсолютной погрешности формирования/измерений длительности сеанса передачи данных заносятся в протокол регистрации результатов измерений.

10.3.6 Обработку результатов измерений и принятие поверителем решения о положительном (отрицательном) результате поверки произвести в соответствии с процедурой, изложенной в п. 11.3.

10.4 Определение абсолютной погрешности измерения коэффициента потерь пакетов данных за период измерений

10.4.1 Собрать схему испытаний в соответствии с рисунком 18.

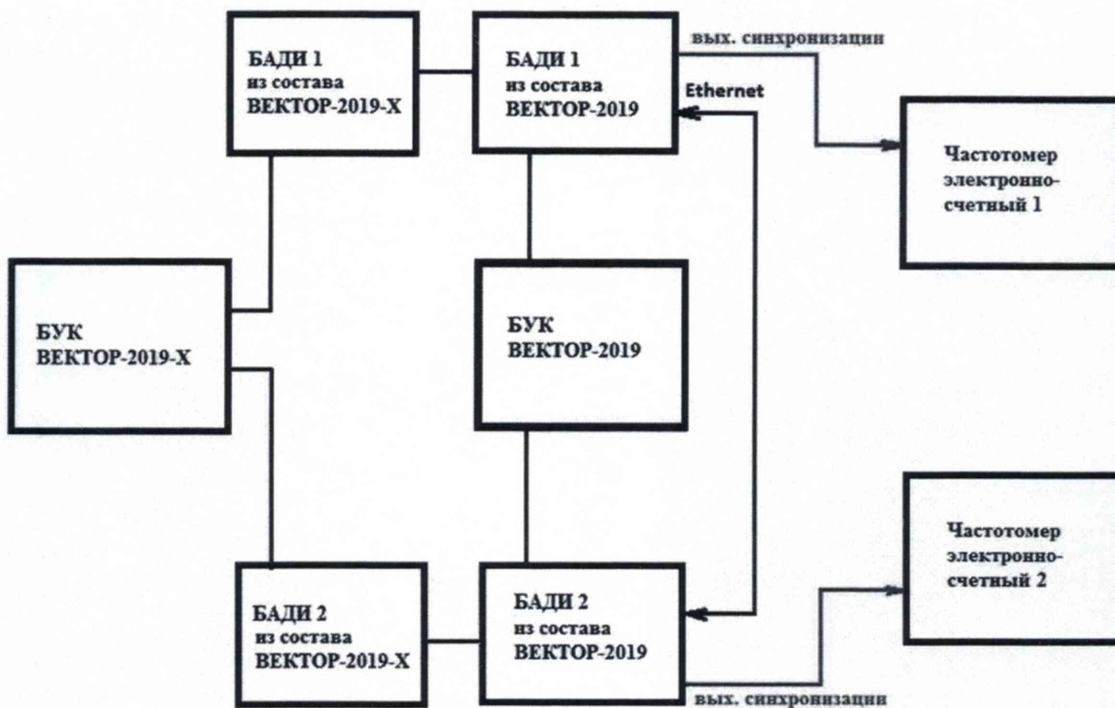


Рисунок 18

Применить два экземпляра частотомеров электронно-счетных типа ЧЗ-64.

Для формирования требуемых коэффициентов потерь в качестве вспомогательного устройства используется ВЕКТОР-2019, при этом для контроля формируемых значений применяются частотомеры электронно-счетные типа ЧЗ-64.

10.4.2 В соответствии с руководством по эксплуатации комплекса измерительного ВЕКТОР-2019-Х настроить БАДИ 1 (из состава ВЕКТОР-2019-Х) на пакетную передачу, БАДИ 2 (из состава ВЕКТОР-2019-Х) на прием одного из файлов эталонного объема (10 Гбайт). В соответствии с руководством по эксплуатации на ВЕКТОР-2019 настроить БАДИ 1 и БАДИ 2 (из состава ВЕКТОР-2019) на формирование коэффициентов потерь пакетов данных: 0; 0,1; 0,3; 0,5; 0,7; 0,9; 1,0. Для контроля формируемых значений коэффициентов потерь пакетов данных сигналы (синхроимпульсы) с выхода БАДИ 1 и входа БАДИ 2 (из состава ВЕКТОР-2019) подключить на входы частотомеров, установленных в режим счета импульсных сигналов.

Значения, измеряемые частотомерами: N1- количество переданных пакетов, измеряет частотомер 1, N2 - количество принятых пакетов измеряет частотомер 2.

Настроить ВЕКТОР-2019-Х на измерение коэффициентов потерь пакетов данных (PL2).

10.4.3 Проводить измерения, формируя при помощи ВЕКТОР-2019 разные коэффициенты потерь из установленного диапазона. Фиксировать измеряемые частотомерами значения N1 и N2.

Коэффициенты потерь пакетов, измеренные с помощью частотомеров, вычислять по формуле $PL1=(N1-N2)/N1$.

Абсолютную погрешность измерения коэффициента потерь пакетов данных ВЕКТОР-2019-Х вычислять по формуле (PL2-PL1).

10.4.4 Результаты измерений абсолютной погрешности измерения коэффициента потерь пакетов данных заносятся в протокол регистрации результатов измерений.

10.4.5 Обработку результатов измерений и принятие поверителем решения о положительном (отрицательном) результате поверки произвести в соответствии с процедурой, изложенной в п. 11.4.

10.5 Определение относительной погрешности измерения пропускной способности канала передачи данных

10.5.1 Собрать схему испытаний в соответствии с рисунком 19.

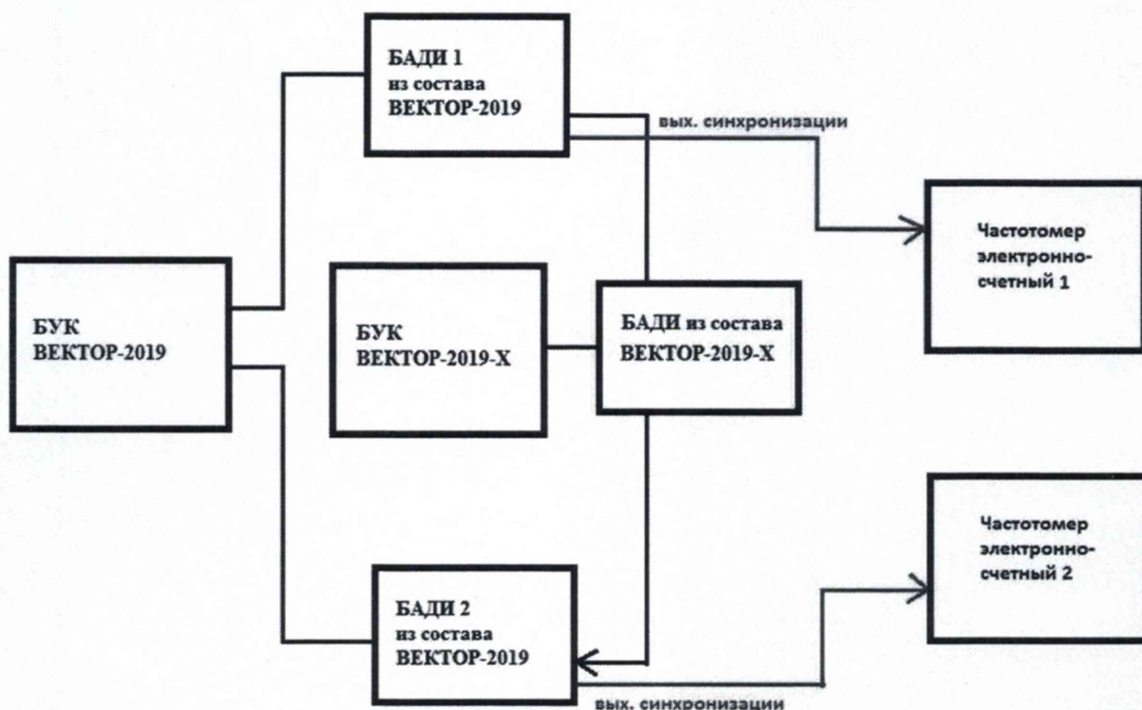


Рисунок 19 – Схема для определения диапазона и относительной погрешности измерения пропускной способности канала передачи данных

Применить два экземпляра частотомеров электронно-счетных типа ЧЗ-64.

Для формирования требуемой пропускной способности в качестве вспомогательного устройства используется ВЕКТОР-2019, при этом для контроля формируемых значений применяются частотомеры электронно-счетные типа ЧЗ-64.

10.5.2 В соответствии с руководством по эксплуатации настроить БАДИ 1 на передачу файла эталонного объема из Таблицы 4, выбираемого в зависимости от необходимой для измерения пропускной способности канала передачи данных. Файл эталонного объема в ходе передачи будет разбиваться на последовательность пакетов (P) уровня L2 установленного размера. Установить размер пакета в байтах (X) без учета FCS для каждого передаваемого пакета в соответствии с таблицей 4. Настроить БАДИ 2 на прием файлов.

Таблица 4

Канал ПД Ethernet	Формируемая полоса пропускания (W)	Файл эталонного объема, байт	Размер файла, байт	Размер пакета, байт (X)
50к	5 кбит/с	512 Б	512	986
100к	10 кбит/с	1 кБ	1 024	986
10М	1 Мбит/с	100 кБ	102 400	986
100М	10 Мбит/с	1 МБ	1 048 576	986
1G	100 Мбит/с	10 МБ	10 485 760	986
10G	1 Гбит/с	100 МБ	104 857 600	986
100G	10 Гбит/с	1 ГБ	1 073 741 824	986

Настроить БАДИ из состава ВЕКТОР-2019-Х на измерение пропускной способности канала передачи данных.

10.5.3 Для проверки относительной погрешности измерения пропускной способности канала передачи данных сигналы (синхроимпульсы) с выхода БАДИ 1 и входа БАДИ 2 подключить на входы частотомеров, установленных в режим измерения счетчика импульсных сигналов за время 1000 с. Значения, измеряемые частотомерами: N1- количество переданных пакетов, измеряет частотомер 1, N2 - количество принятых пакетов измеряет частотомер 2.

Для БАДИ 1 и БАДИ 2 рассчитывается контрольная сумма последовательности пакетов, согласно алгоритму MD5: $S1=MD5(P1)$, $S2=MD5(P2)$, где P1- сформированная последовательность пакетов уровня L2 БАДИ 1, P2- принятая последовательность пакетов уровня L2 БАДИ 2.

Провести несколько измерений для каждой сформированной полосы пропускания. При условии $S1=S2$, рассчитать установленное значение полосы пропускания в бит/с по формуле: $W1=N2/1000 \cdot X \cdot 8$, где N2-измеренное частотомером 2 количество принятых пакетов.

В соответствии с РЭ на ВЕКТОР-2019-X получить из его протокола измерений измеренное значение пропускной способности канала передачи данных (W2).

10.5.4 Относительную погрешность измерения пропускной способности канала передачи данных для каждого проведенного измерения рассчитать по формуле $(W2-W1)/W \cdot 100\%$.

10.5.5 Результаты измерений относительной погрешности измерения пропускной способности канала передачи данных заносятся в протокол регистрации результатов измерений.

10.5.6 Обработку результатов измерений и принятие поверителем решения о положительном (отрицательном) результате поверки произвести в соответствии с процедурой, изложенной в п. 11.5.

10.6 Определение погрешностей измерения средней задержки (односторонней и двусторонней) передачи пакетов данных, вариации задержки (односторонней и двусторонней) передачи пакетов данных

10.6.1 Собрать схему испытаний в соответствии с рисунком 20.

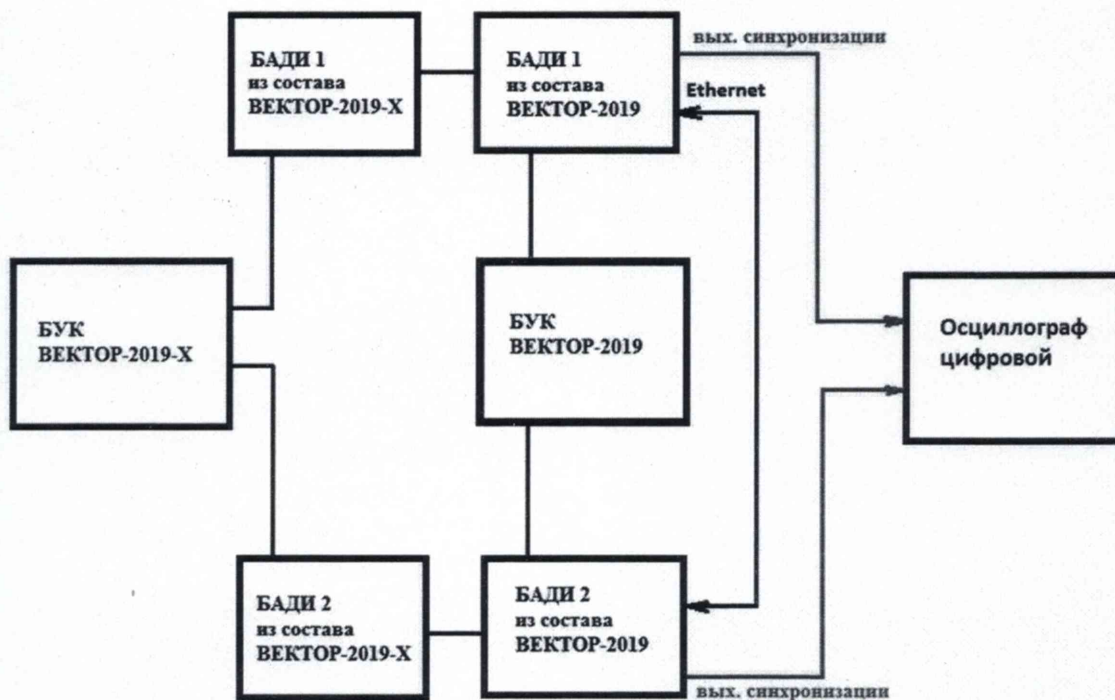


Рисунок 20

Для формирования требуемых задержек и вариаций задержек в качестве вспомогательного устройства используется ВЕКТОР-2019, при этом для контроля формируемых значений применяется цифровой осциллограф TDS3052C.

10.6.2 Для проведения измерений необходимо при помощи ВЕКТОР-2019 провести формирование параметров канала передачи данных.

Для этого в соответствии с руководством по эксплуатации ВЕКТОР-2019 необходимо произвести следующие действия по конфигурированию:

В главном окне ПО на дисплее БУК ВЕКТОР-2019 перейти в раздел Модули и настройки;

Выбрать соответствующий ВЕКТОР-2019-БАДИ-XXXXX, который формирует эталонные задержки, из списка;

Откроется окно, показанное на рис. 21.

Заполнить параметры канала передачи данных по каждому направлению передачи (см. таблицу 5);

По окончании заполнения параметров нажать кнопку **Применить**.

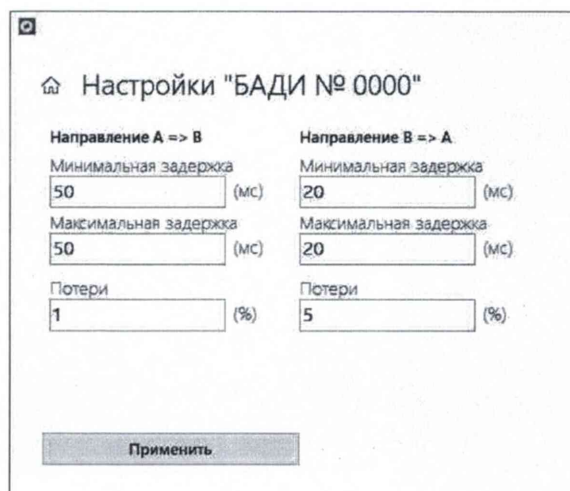


Рисунок 21

Таблица 5

Минимальная задержка	Минимальное значение требуемой задержки, выраженное в мс
Максимальная задержка	Максимальное значение требуемой задержки, выраженное в мс
Потери	Коэффициент требуемых потерь пакетов, выраженный в %

10.6.3 Настроить ВЕКТОР-2019-Х на измерение средней задержки (односторонней и двусторонней) передачи пакетов данных, вариации задержки (односторонней и двусторонней) передачи пакетов данных и формирование соответствующих протоколов измерений.

Провести измерения, устанавливая при помощи ВЕКТОР-2019 значения параметров канала передачи данных в соответствии с таблицей 6.

Таблица 6

№	Передача от БАДИ 1 к БАДИ 2				Передача от БАДИ 2 к БАДИ 1				Ср. двуст. зад-ка, мс PD1	Вар. двуст. зад-ки, мс PDV1
	Мин зад-ка, мс	Макс зад-ка, мс	Ср. одн зад-ка, мс PD1	Вар. одн. зад-ки, мс PDV1	Мин. зад-ка, мс	Макс. зад-ка, мс	Ср. одн. зад-ка, мс PD1	Вар. Зад-ки, мс PDV1		
1	1	2	1,5	1	1	2	1,5	1	3	2
2	20	24	22	4	20	24	22	4	44	8
3	100	110	105	10	100	110	105	10	210	20
4	490	510	500	20	490	510	500	20	1000	40
5	980	1020	1000	40	980	1020	1000	40	2000	80
6	1475	1525	1500	50	1475	1525	1500	50	3000	100

Производить измерения при помощи ВЕКТОР-2019-Х средней задержки (односторонней и двусторонней) передачи пакетов данных (PD2), вариации задержки (односторонней и двусторонней) передачи пакетов данных (PDV2).

10.6.4 Сравнить полученные результаты измерений с сформированными ВЕКТОР-2019 (из таблицы 6) и измеренными при помощи осциллографа PD1, PDV1.

Рассчитать абсолютную погрешность, как разность полученных значений PD (PDV) для каждого сеанса связи.

Рассчитать относительную погрешность по формулам:

$(PD2-PD1)/PD1 \cdot 100\%$ для средней задержки (односторонней и двусторонней) передачи пакетов данных,

$(PDV2-PDV1)/PDV1 \cdot 100\%$ для вариации (односторонней и двусторонней) передачи пакетов данных.

10.6.5 Результаты определения погрешностей измерения средней задержки (односторонней и двусторонней) передачи пакетов данных, вариации задержки (односторонней и двусторонней) передачи пакетов данных заносятся в протокол регистрации результатов измерений.

10.6.6 Обработку результатов измерений и принятие поверителем решения о положительном (отрицательном) результате поверки произвести в соответствии с процедурой, изложенной в п. 11.6.

11 Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

11.1 Подтверждение соответствия требованию к смещению внутренней шкалы времени относительно национальной шкалы времени Российской Федерации UTC(SU) в режиме Stratum 1

В основу процедуры обработки результатов измерений по данному пункту поверки положены способы определения погрешности, изложенные в документе ПЛСТ.411146.401 МП «Устройство синхронизации времени ТОРАЗ МЕТРОНОМ PTS. Методика поверки», утвержденном ФГУП «ВНИИФТРИ» 28.06.2018 г.

11.1.1 На основании произведенных измерений T_i по методике из п. 10.1, оценить среднее арифметическое значение измеряемого интервала времени \bar{T} по формуле (1).

$$\bar{T} = \frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^n T_i \quad (1)$$

где T_i - i -й результат измерения;
 n – количество измерений.

Вычислить среднее квадратическое отклонение результатов измерений по формуле (2):

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (T_i - \bar{T})^2}{n-1}} \quad (2)$$

Вычислить среднее квадратическое отклонение среднего арифметического по формуле (3):

$$S_{\bar{T}} = \frac{\sigma}{\sqrt{n}} \quad (3)$$

Рассчитать доверительные границы случайной погрешности по формуле (4):

$$\varepsilon = tS_{\bar{T}} \quad (4)$$

Где t – коэффициент Стьюдента, при $(n-1)=9$ и доверительной вероятности 0,95, равный 2,26;

Оценить доверительные границы неисключенной систематической погрешности (НСП) по формуле (5):

$$\theta_{\Sigma} = \pm k \cdot \sqrt{\sum_i^3 \theta_i^2} \quad (5)$$

Где $k=1,1$ при количестве составляющих НСП не менее 3-х и доверительной вероятности 0,95.

θ_1 - пределы допускаемой погрешности измерения интервалов времени стандартом частоты и времени рубидиевым Ч1-1020 ± 10 нс;

θ_2 и θ_3 - пределы допускаемой погрешности при измерении задержки сигнала в кабелях, $\pm 0,62$ нс.

Оценить доверительные границы погрешности по формуле (6):

$$\Delta = K \cdot S_{\Sigma} \quad (6)$$

Где K – коэффициент, зависящий от соотношения случайной составляющей погрешности и неисключенной систематической погрешности, вычисляемый по формуле (7):

$$K = \frac{\varepsilon + \theta_{\Sigma}}{S_{\bar{T}} + S_{\theta}} \quad (7)$$

S_{Σ} - суммарное среднее квадратическое отклонение, вычисляемое по формуле (8):

$$S_{\Sigma} = \sqrt{S_{\theta}^2 + S_{\bar{T}}^2} \quad (8)$$

S_{θ} - среднее квадратическое отклонение неисключенной систематической погрешности, вычисляемое по формуле (9):

$$S_{\theta} = \frac{\theta_{\Sigma}}{\sqrt{3}} \quad (9)$$

Максимальное значение смещения внутренней шкалы времени относительно национальной шкалы времени Российской Федерации UTC(SU) определить по формуле (10).

$$\Delta T_{max} = \pm (|\bar{T}| + \Delta) \quad (10)$$

11.1.2 Результат поверки считать положительным, если полученное максимальное значение смещения внутренней шкалы времени относительно национальной шкалы времени Российской Федерации UTC(SU) в режиме Stratum 1 в течение не менее 2 часов, находится в пределах $\pm 0,25$ мкс.

11.2 Подтверждение соответствия требованию к абсолютной погрешности формирования/измерений количества информации

Результаты поверки считать положительными, если полученные по методике из п. 10.2 значения абсолютной погрешности формирования/измерений количества информации в диапазоне измерений от 10 до 10^{10} байт:

- при передаче количества информации менее или равном 100 кбайт, находятся в пределах ± 10 байт;

- при передаче количества информации более 100 кбайт, находятся в пределах $\pm 1 \cdot 10^{-4} K$ байт, где K - количество передаваемой информации (данных), байт.

11.3 Подтверждение соответствия требованию к абсолютной погрешности формирования/измерений длительности сеанса передачи данных

Результат поверки считать положительным, если полученные по методике из п. 10.3 значения абсолютной погрешности формирования/измерений длительности сеанса передачи данных в диапазоне измерений от 1,0 до 86400 с находятся в пределах $\pm 0,3$ с.

11.4 Подтверждение соответствия требованиям к абсолютной погрешности измерения коэффициента потерь пакетов данных за период измерений

Результат поверки считать положительным, если полученные по методике из п. 10.4 значения абсолютной погрешности измерения коэффициента потерь пакетов данных в диапазоне от 0 до 1 находятся в пределах $\pm 1,5 \cdot 10^{-5}$.

11.5 Подтверждение соответствия требованиям к относительной погрешности измерения пропускной способности канала передачи данных

Результат поверки считать положительным, если полученные по методике из п. 10.5 значения относительной погрешности измерения пропускной способности канала передачи данных в диапазоне измерений от 512 до $1 \cdot 10^{10}$ бит/с находится в пределах ± 1 %.

11.6 Подтверждение соответствия требованиям к погрешностям измерения средней задержки (односторонней и двусторонней) передачи пакетов данных, вариации задержки (односторонней и двусторонней) передачи пакетов данных заносятся в протокол регистрации результатов измерений

11.6.1 Результаты поверки ВЕКТОР-2019-А считать положительными, если полученные по методике из п. 10.6:

- полученные значения абсолютной погрешности измерений средней двусторонней задержки передачи пакетов данных до $4 \cdot 10^3$ мкс находятся в пределах ± 40 мкс;

- полученные значения относительной погрешности измерений средней двусторонней задержки передачи пакетов данных в диапазоне измерений от $4 \cdot 10^3$ до $1,5 \cdot 10^6$ мкс находятся в пределах $\pm 1\%$;

- полученные значения абсолютной погрешности измерений средней односторонней задержки передачи пакетов данных до $2 \cdot 10^3$ мкс находятся в пределах ± 20 мкс;

- полученные значения относительной погрешности измерений средней односторонней задержки передачи пакетов данных в диапазоне измерений от $2 \cdot 10^3$ до $1,5 \cdot 10^6$ мкс находятся в пределах $\pm 0,5\%$;

- полученные значения абсолютной погрешности измерений вариации двусторонней задержки передачи пакетов данных до $1 \cdot 10^4$ мкс находятся в пределах ± 40 мкс;

- полученные значения относительной погрешности измерений вариации двусторонней задержки передачи пакетов данных в диапазоне измерений от $1 \cdot 10^4$ до $1 \cdot 10^6$ мкс находятся в пределах $\pm 1\%$;

- полученные значения абсолютной погрешности измерений вариации односторонней задержки передачи пакетов данных до $5 \cdot 10^3$ мкс находятся в пределах ± 20 мкс;

- полученные значения относительной погрешности измерений вариации односторонней задержки передачи пакетов данных в диапазоне измерений от $5 \cdot 10^3$ до $5 \cdot 10^4$ мкс находятся в пределах $\pm 0,5\%$

11.6.2 Результаты поверки ВЕКТОР-2019-Б считать положительными, если полученные по методике из п. 10.6:

- полученные значения абсолютной погрешности измерений средней двусторонней задержки передачи пакетов данных до $1 \cdot 10^4$ мкс находятся в пределах ± 100 мкс;

- полученные значения относительной погрешности измерений средней двусторонней задержки передачи пакетов данных в диапазоне измерений от $1 \cdot 10^4$ до $1,5 \cdot 10^6$ мкс находятся в пределах $\pm 1\%$;

- полученные значения относительной погрешности измерений средней односторонней задержки передачи пакетов данных в диапазоне измерений от 200 до $1,5 \cdot 10^6$ мкс находятся в пределах $\pm 50\%$;

- полученные значения абсолютной погрешности измерений вариации двусторонней задержки передачи пакетов данных до $1 \cdot 10^4$ мкс находятся в пределах ± 100 мкс;

- полученные значения относительной погрешности измерений вариации двусторонней задержки передачи пакетов данных в диапазоне измерений от $1 \cdot 10^4$ до $1 \cdot 10^5$ мкс находятся в пределах $\pm 1\%$;

- полученные значения абсолютной погрешности измерений вариации односторонней задержки передачи пакетов данных до $5 \cdot 10^3$ мкс находятся в пределах ± 50 мкс;

- полученные значения относительной погрешности измерений вариации односторонней задержки передачи пакетов данных в диапазоне измерений от $5 \cdot 10^3$ до $5 \cdot 10^4$ мкс находятся в пределах $\pm 0,5\%$.

11.7 Критерием принятия поверителем решения о подтверждении соответствия средства измерений метрологическим требованиям является соответствие результатов определения всех метрологических характеристик установленным при утверждении типа ВЕКТОР-2019-Х.

11 Оформление результатов поверки

12.1 При поверке вести протокол произвольной формы.

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

12.3 При положительных результатах поверки выдается свидетельство о поверке и данные о поверке вносятся в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений. При отрицательных результатах поверки средство измерений к применению не допускаются и на него выдается извещение о непригодности с указанием причин забракования.

12.4 Знак поверки наносится на переднюю панель ПК блока управления Комплексов и на свидетельство о поверке.

Главный метролог ООО «КИА»



В.В. Супрунюк