

СОГЛАСОВАНО

Генеральный директор
ООО «КИА»

В.Н. Викулин



2021 г.

**Государственная система обеспечения
единства измерений**

**Комплексы аппаратно-программные
ВЕКТОР-2020**

**Методика поверки
РБГМ.468261.001МП**

г. Москва

2021 г.

					РБГМ.468261.001МП	Лист
Изм	Лист	№ докум	Подп	Дата		1

Оглавление

1	ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ.....	3
2	СРЕДСТВА ПОВЕРКИ.....	3
3	УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ	4
4	ТРЕБОВАНИЯ К КВАЛИФИКАЦИИ ПОВЕРИТЕЛЕЙ	4
5	ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ	5
6	ПОДГОТОВКА К ПРОВЕДЕНИЮ ПОВЕРКИ. ВНЕШНИЙ ОСМОТР. ОПРОБОВАНИЕ.	5
7	ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ.....	5
8	ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ	11

					РБГМ.468261.001МП	Лист
Изм	Лист	№ докум	Подп	Дата		2

Настоящая методика поверки (МП) устанавливает методы и средства первичной и периодической поверок Комплексов аппаратно-программных ВЕКТОР-2020 (далее – Комплексы). Интервал между поверками два года.

1 ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ

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

Таблица 1

Наименование операции	Номер п.п. методики поверки	Проведение операций при	
		первичной поверке	периодической поверке
1. Подготовка к проведению поверки, внешний осмотр, опробование	6	да	да
2. Определение метрологических характеристик:			
2.1 Определение абсолютной погрешности формирования средней задержки передачи пакетов данных	7.1.1	да	да
2.2 Определение абсолютной погрешности формирования вариации задержки передачи пакетов данных	7.1.2	да	нет
2.3 Определение относительной погрешности формирования коэффициента потерь пакетов данных за период измерений	7.1.3	да	нет
2.4 Определение относительной погрешности передачи сформированных пакетов/кадров	7.1.4	да	да
2.5 Определение относительной погрешности формирования канала передачи данных с заданной пропускной способностью	7.1.5	да	да

2 СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

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

Таблица 2

Номер пункта методики поверки	Наименование и тип основного или вспомогательного средства поверки, основные метрологические и характеристики средства поверки
7.1.1	Комплекс измерительный ВЕКТОР-ИКИ-2016 (рабочий эталон по ГОСТ 8.873-2014): диапазон формирования/измерения количества информации (объема данных) от 1 до 10^{12} байт; допустимая абсолютная погрешность формирования и/или измерений объема данных/количества информации 0 байт; Частотомер электронно-счётный вычислительный ЧЗ-64 (рабочий эталон 4 разряда по Приказу Росстандарта № 1621 от 31.07.2018 г.): диапазон измерений длительности интервалов времени от 10 нс до $2 \cdot 10^4$ с, входное напряжение 0,15 – 10 В, разрешающая способность 1 нс.
7.1.2	Комплекс измерительный ВЕКТОР-ИКИ-2016; Частотомер электронно-счётный вычислительный ЧЗ-64
7.1.3	Частотомер электронно-счётный вычислительный ЧЗ-64 (два экземпляра): Относительная погрешность измерения частоты $\delta f = \pm(\delta 0 + 1/(f_{изм} \cdot t_{сч}))$, где $\delta 0$ – относительная погрешность по частоте внутреннего генератора или внешнего источника, $f_{изм}$ – измеряемая частота, Гц, $t_{сч}$ – время счета, с
7.1.4	Частотомер электронно-счётный вычислительный ЧЗ-64

					РБГМ.468261.001МП	Лист
Изм	Лист	№ докум	Подп	Дата		3

Номер пункта методики поверки	Наименование и тип основного или вспомогательного средства поверки, основные метрологические и характеристики средства поверки
7.1.5	Комплекс измерительный ВЕКТОР-ИКИ-2016
<i>Вспомогательные средства поверки</i>	
7.1.1	Модуль приемовычислительный ВЕКТОР-СС-РС1е-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; Устройство синхронизации частоты и времени Метроном 300: пределы допускаемой абсолютной погрешности формирования шкалы времени относительно шкалы времени UTC (SU) ± 1 мкс.
7.1.2	модуль приемовычислительный ВЕКТОР-СС-РС1е-05; устройство синхронизации частоты и времени Метроном 300
7.1.3	Комплекс измерительный Вектор-2019: 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; нормируемое значение допускаемой относительной погрешности передачи сформированных пакетов/кадров не более 0%
7.1.4	Комплекс измерительный Вектор-2019
7.1.5	Генератор трафика - тестер-анализатор пакетных сетей МАКС-ЕМК: тактовая частота сигнала потока данных 125 МГц, пределы допускаемой относительной погрешности по частоте сигнала потока данных (для тактовой частоты) $\pm 5 \cdot 10^{-6}$; Секундомер механический: пределы допускаемой погрешности $\pm 0,2$ с.
Раздел 3	Измеритель влажности и температуры ИВТМ-7: диапазон измерений влажности от 10 до 100 %; диапазон измерений температуры от минус 20 до 60°C, пределы допускаемой погрешности измерений влажности ± 2 %, пределы допускаемой погрешности измерений температуры $\pm 0,2$ °C
Раздел 3	Барометр БАММ-1. Диапазон измерений абсолютного давления от 600 до 800 мм рт. ст. от 80 до 106 кПа; пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений абсолютного давления $\pm 1,5$ мм рт. ст.

2.2 Допускается применение других средств поверки, удовлетворяющих требованиям настоящей методики поверки и обеспечивающих передачу поверяемым Комплексам единиц величин в соответствии с государственными и (или) локальными поверочными схемами.

3 УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ

При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

Температура окружающего воздуха, °C

от +10 до +35

Относительная влажность воздуха при 25 °C, %

до 80

Атмосферное давление, кПа

от 84 до 106,7

4 ТРЕБОВАНИЯ К КВАЛИФИКАЦИИ ПОВЕРИТЕЛЕЙ

К проведению поверки допускаются лица, аттестованные в качестве поверителей радиоэлектронных средств, имеющие опыт работы в среде Windows и изучившие эксплуатационную документацию на Комплекс и средства поверки.

					РБГМ.468261.001МП	Лист
Изм	Лист	№ докум	Подп	Дата		4

5 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

5.1 При проведении поверки все средств измерений должны быть заземлены.

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

6 ПОДГОТОВКА К ПРОВЕДЕНИЮ ПОВЕРКИ. ВНЕШНИЙ ОСМОТР. ОПРОБОВАНИЕ.

6.1 На поверку представляют Комплекс полностью укомплектованный в соответствии с эксплуатационной документацией. При периодической поверке представляют дополнительно свидетельство о предыдущей поверке.

6.2 Во время подготовки к поверке поверитель знакомится с технической документацией на Комплекс, подготавливает все материалы и средства измерений, необходимые для проведения поверки.

6.4 Перед проведением поверки необходимо провести следующие подготовительные работы:

- провести внешний осмотр на предмет отсутствия повреждений Комплекса и средств измерений;
- проверить срок действия свидетельств о поверке на средства измерений;
- произвести установку и подключение оборудования Комплекса в соответствии с руководством по эксплуатации РБГМ.468261.001РЭ;
- результат опробования Комплекса считать положительными, если при запуске всех элементов не выявлено появление ошибок в их работе.

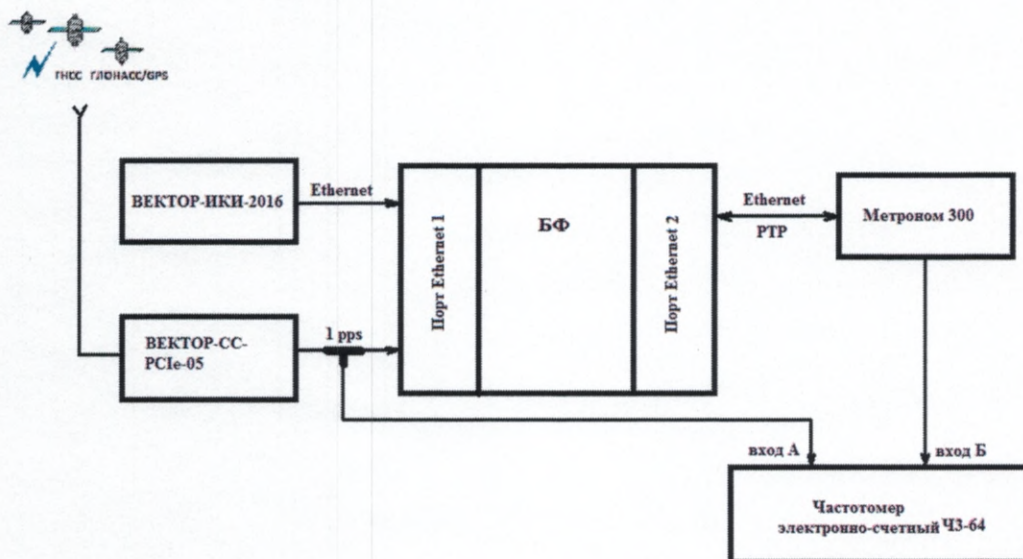
7 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ

7.1 Определение метрологических характеристик

В основу процедуры проведения 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.

7.1.1 Определение абсолютной погрешности формирования средней задержки передачи пакетов данных

7.1.1.1 Для проведения поверки собрать схему, показанную на рисунке. 1.



БФ – блок формирования Комплекса

Рисунок 1

					РБГМ.468261.001МП	Лист
Изм	Лист	№ докум	Подп	Дата		5

7.1.1.2 Произвести подготовку к работе блока формирования Комплекса (далее - БФ) в соответствии с руководством по эксплуатации Комплекса РБГМ.468261.001РЭ.

7.1.1.3 Синхронизировать шкалу времени Комплекса.

7.1.1.4 Подготовить устройство синхронизации частоты и времени Метроном 300 (далее – Метроном 300) в соответствии с его руководством по эксплуатации. Метроном 300 настроить для работы в режиме синхронизации по протоколу РТР от БФ через интерфейс Ethernet (Метроном 300 будет синхронизирован с задержкой, сформированной БФ).

7.1.1.5 Модуль приемовычислительный ВЕКТОР-СС модификации ВЕКТОР-СС-РСІе-05 (далее - модуль приемовычислительный ВЕКТОР-СС-РСІе-05) подготовить к работе в соответствии с его руководством по эксплуатации (КБРД.468261.006РЭ): модуль должен быть прогрет и синхронизироваться от ГНСС ГЛОНАСС не менее 3 часов.

Подключить выход 1pps модуля приемовычислительного ВЕКТОР-СС-РСІе-05 через тройник-разветвитель на:

- вход 1pps БФ, которая также подключается по интерфейсу Ethernet к комплексу измерительному ВЕКТОР-ИКИ-2016;

- вход А частотомера электронно-счетного вычислительного ЧЗ-64 (далее – частотомер).

7.1.1.6 Настроить входы А и Б частотомера в соответствии с параметрами импульсных сигналов 1 Гц: измерения по переднему фронту, входная нагрузка не менее 1 кОм. На вход Б частотомера подать импульсный сигнал 1pps от Метроном 300, на вход А частотомера подать импульсный сигнал 1pps от модуля приемовычислительного ВЕКТОР-СС-РСІе-05. Частотомер установить в режим измерений интервалов времени. При подключении одинаковых кабелей ко входам А и Б частотомера, необходимо учитывать переход к последующему импульсу 1 Гц и из полученного результата измерения вычитать 1 с.

7.1.1.7 В соответствии с руководством по эксплуатации ВЕКТОР-ИКИ-2016 (КБРД.468261.005РЭ), настроить ВЕКТОР-ИКИ-2016 на передачу эталонных данных объемом 1 байт на БФ.

7.1.1.8 Настроить БФ на формирование средней задержки передачи пакетов данных (PD1) в соответствии с таблицей 3.

Таблица 3

№	Задержка передачи пакетов, формируемая БФ		
	Минимальная задержка, мс	Максимальная задержка, мс	Средняя задержка, мс (PD1)
1	0	0	0
2	10	10	10
3	50	50	50
4	100	100	100
5	500	500	500
6	1000	1000	1000
7	1500	1500	1500

7.1.1.9 Произвести не менее 100 измерений интервала времени между выходными импульсными сигналами Метроном 300 и ВЕКТОР-СС-РСІе-05 для каждого значения средней задержки передачи пакетов данных (PD1), сформированного БФ ВЕКТОР-2020.

7.1.1.10 Измеренное значение средней задержки передачи пакетов данных (PD2) для каждого значения средней задержки передачи пакетов данных (PD1), сформированного БФ ВЕКТОР-2020, рассчитать по формулам (1) – (9), приведенным ниже.

Оценить среднее арифметическое значение \bar{T} измеряемого интервала времени по формуле (1):

					РБГМ.468261.001МП	Лист
Изм	Лист	№ докум	Подп	Дата		6

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

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):

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

где t - коэффициент Стьюдента, при $(n-1)=99$ и доверительной вероятности 0,95, равный 2,04.

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

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

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 частотомером электронно-счетным Ч1-64;

θ_2 и θ_3 - пределы допускаемой погрешности при измерении задержки сигнала в кабелях, подключаемых к частотомеру $\pm 0,62$ 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):

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

					РБГМ.468261.001МП	Лист
Изм	Лист	№ докум	Подп	Дата		7

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

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

Измеренное значение средней задержки передачи пакетов данных (PD2) для каждого значения средней задержки передачи пакетов данных (PD1), сформированного БФ, определяется как равное \bar{T} с доверительными границами погрешности равными Δ .

7.1.1.11 Вычислить абсолютную погрешность формирования средней задержки передачи пакетов как $|\bar{T} - PD1| + \Delta$, где PD1- сформированное БФ ВЕКТОР-2020 значение средней задержки передачи пакетов данных.

Результат поверки считать положительным, если максимальное значение погрешности формирования средней задержки передачи пакетов в диапазоне от 0 до 1,5 с не превышает 50 нс.

7.1.2 Определение абсолютной погрешности формирования вариации задержки передачи пакетов данных

7.1.2.1 Для проведения поверки использовать схему, представленную на рисунке 1.

7.1.2.2. Выполнить пункты 7.1.1.2 – 7.1.1.7.

7.1.2.3 Настроить БФ на формирование вариации задержки передачи пакетов данных (PDV1) в соответствии с таблицей 4.

Таблица 4

№ измерения	Вариация задержки передачи пакетов, формируемая БФ		
	Минимальная задержка, мс	Максимальная задержка, мс	Вариация задержки, мс (PDV1)
1	0	0	0
2	0	1	1
3	0	5	5
4	0	10	10
5	0	50	50
6	0	80	80
7	0	100	100

7.1.2.4 В соответствии с пунктами 7.1.1.9-7.1.1.10 произвести измерения значений минимальной \bar{T}_{\min} и максимальной \bar{T}_{\max} задержки передачи пакетов с доверительными границами погрешности равными Δ для каждого сформированного БФ значения вариации задержки и рассчитывать измеренное значение вариации задержки (PDV2), как разность максимального и минимального измеренного значений задержки ($\bar{T}_{\max} - \bar{T}_{\min}$).

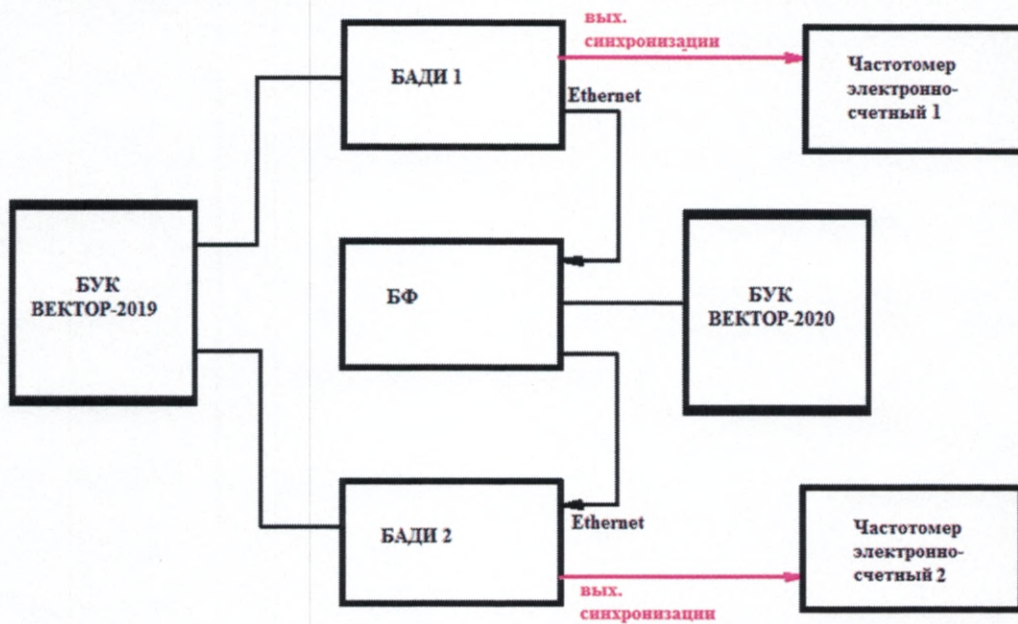
Вычислить абсолютную погрешность формирования вариации задержки передачи пакетов как $|PDV2 - PDV1| + 2 \cdot \Delta$, где PDV1- сформированное БФ значение вариации задержки передачи пакетов данных.

Результат поверки считать положительным, если максимальное значение погрешности формирования вариации задержки передачи пакетов в диапазоне от 0 до 0,1 с не превышает 50 нс.

					РБГМ.468261.001МП	Лист
Изм	Лист	№ докум	Подп	Дата		8

7.1.3 Определение диапазона и относительной погрешности формирования коэффициента потерь пакетов данных за период измерений

7.1.3.1 Для проведения поверки собрать схему, показанную на рисунке 2.



БАДИ 1 и БАДИ 2 – блоки аппаратные для дистанционных измерений из состава комплекса измерительного ВЕКТОР-2019;

БУК – блоки управления комплексами ВЕКТОР-2019 и ВЕКТОР-2020

Рисунок 2

Применить два экземпляра частотомеров.

7.1.3.2 В соответствии с руководством по эксплуатации комплекса измерительного ВЕКТОР-2019 КБРД.468261.007РЭ настроить БАДИ 1 на пакетную передачу, БАДИ 2 на прием одного из файлов эталонного объема (10 Гбайт), а БФ на формирование коэффициентов потерь пакетов данных (PL1): 0; 0,1; 0,3; 0,5; 0,7; 0,9; 1,0.

Для определения относительной погрешности формирования коэффициента потерь пакетов данных сигналы (синхроимпульсы) с выхода БАДИ 1 и входа БАДИ 2 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.

7.1.3.3 Проводить измерения, формируя БФ разные коэффициенты потерь из установленного диапазона. Фиксировать измеряемые частотомерами значения N1 и N2.

Коэффициенты потерь пакетов, измеренные с помощью частотомеров, вычислять по формуле $PL2=(N1-N2)/N1$.

Относительную погрешность формирования коэффициента потерь пакетов вычислять по формуле $((PL2-PL1)/PL1) \cdot 100\%$.

7.1.3.4 Результат поверки считать положительным, если полученное значение максимальной относительной погрешности формирования коэффициента потерь пакетов данных в диапазоне от 0 до 1 не превышает $1 \times 10^{-5} \%$.

7.1.4 Определение относительной погрешности передачи сформированных пакетов/кадров

7.1.4.1 Собрать схему испытаний в соответствии с рис. 3.

					РБГМ.468261.001МП	Лист
Изм	Лист	№ докум	Подп	Дата		9

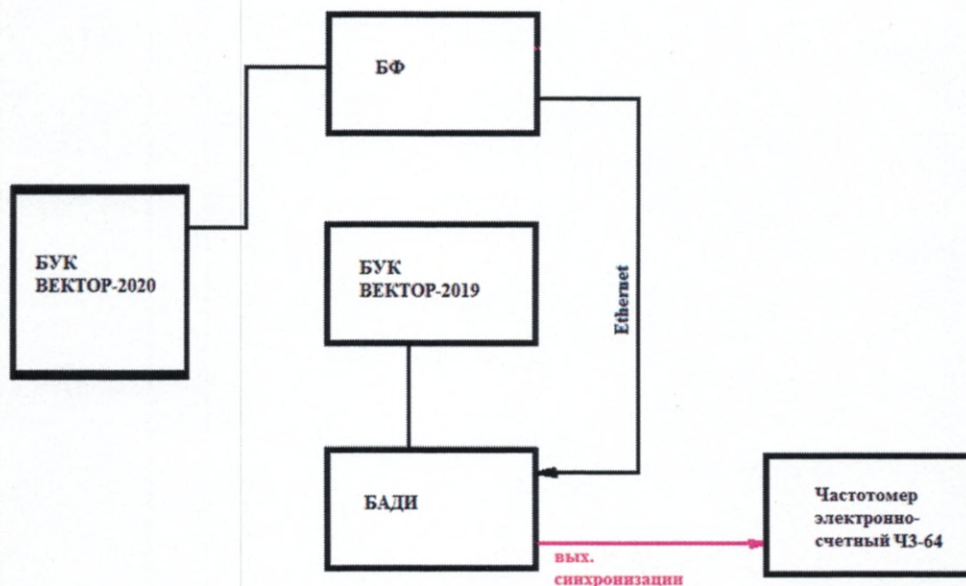


Рисунок 3

Организовать передачу последовательности сформированных БФ ВЕКТОР-2020 пакетов/кадров на БАДИ из состава вспомогательного устройства ВЕКТОР-2019 (N1 – установленное на БФ количество переданных пакетов).

Сигналы (синхроимпульсы) с выхода БАДИ подключить на вход частотомера, установленного в режим измерения счетчика импульсных сигналов за время 1000 с. Измеряемое частотомером значение N2- количество принятых пакетов.

Значение относительной погрешности передачи сформированных пакетов/кадров рассчитывается следующим образом: $[(N1-N2)/N1]100\%$.

В БФ и БАДИ определяется контрольная сумма последовательности пакетов согласно алгоритму MD5: $S1=MD5(P1)$, $S2=MD5(P2)$, где P1- сформированная БФ последовательность пакетов уровня L2, P2- принятая БАДИ последовательность пакетов уровня L2.

7.1.4.2 Результат поверки считать положительным, если полученное значение относительной погрешности передачи сформированных пакетов/кадров при условии, что равны контрольные суммы $S1=S2$, не превышает 0 %.

7.1.5 Определение диапазона и относительной погрешности формирования канала передачи данных с заданной пропускной способностью

7.1.5.1 Собрать схему испытаний в соответствии с рис. 4.



ПП 1 – пропускная способность интерфейсов подключения;

ПП 2 – пропускная способность, формируемая БФ

Рисунок 4

					РБГМ.468261.001МП	Лист
Изм	Лист	№ докум	Подп	Дата		10

7.1.5.2 В соответствии с руководствами по эксплуатации подготовить к работе ВЕКТОР-ИКИ-2016 и БФ ВЕКТОР-2020.

В качестве генератора трафика можно применить тестер-анализатор пакетных сетей типа МАКС-ЕМК.

Собрать схему учитывая, что пропускная способность (ПП 1) физических интерфейсов подключения ВЕКТОР-ИКИ-2016 и генератора трафика к БФ должна быть больше тех значений пропускной способности (ПП 2), которые будет формировать БФ.

Настроить генератор трафика на формирование пакетов данных длиной не более 64 байт и формирование трафика, большего чем сформированная БФ полоса пропускания (ПП 2).

Установить на БФ время формирования полосы пропускания (между первым и последним пакетом данных) равное 100 с.

7.1.5.3 Устанавливать на БФ следующие значения формирования полосы пропускания (ПП 2): 512 бит/с, 1 кбит/с, 1 Мбит/с, 5 Мбит/с, 10 Мбит/с, 50 Мбит/с, 100 Мбит/с, 500 Мбит/с, 1 Гбит/с, 10 Гбит/с и производить измерения сформированного трафика с помощью ВЕКТОР-ИКИ-2016.

Для проведения каждого измерения произвести запуск генерации трафика на время 100 с (контролировать время измерения при помощи секундомера).

Настроить ВЕКТОР-ИКИ-2016 в режим монитора, который предусматривает подсчет трафика.

По окончании времени измерения остановить генерацию трафика и режим монитора ВЕКТОР-ИКИ-2016.

7.1.5.4 Из сформированного ВЕКТОР-ИКИ-2016 протокола получить значения:

T – продолжительность приема данных в секундах (вычислить как разность зафиксированных в протоколе времени получения последнего и первого пакета данных);

V – объем принятых данных (в байтах).

Измеренное значение полосы пропускания $ПП2_{изм}$ рассчитать по формуле (10):

$$ПП2_{изм} = (V \cdot 8) / T, \text{ бит/с} \quad (10)$$

7.1.5.5 Рассчитать относительную погрешность формирования канала передачи данных с заданной пропускной способностью для каждого измерения, как $((ПП2_{изм} - ПП2) / ПП2) \cdot 100\%$.

Результат поверки считать положительным, если полученное значение максимальной относительной погрешности формирования канала передачи данных с заданной пропускной способностью в диапазоне формирования от 512 до $1 \cdot 10^{10}$ бит/с, не превышает 1%.

8 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

8.1 При поверке вести протокол произвольной формы.

8.2 Результаты поверки оформляются в соответствии с приказом Минпромторга России № 2510 от 31.07.2020 г. 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 комплекс к применению не допускается и на него выдается извещение о непригодности с указанием причин забракования.

Главный метролог ООО «КИА»



В.В. Супрунюк

					РБГМ.468261.001МП	Лист
Изм	Лист	№ докум	Подп	Дата		11