

**СОГЛАСОВАНО**

Первый заместитель генерального  
директора – заместитель по научной  
работе ФГУП «ВНИИФТРИ»

  
\_\_\_\_\_ А.Н. Щипунов

04. \_\_\_\_\_ 2021 г.



**Государственная система обеспечения единства измерений**

**Анализатор каналов связи и синхронизации «xGenius»**

Методика поверки

**651-21-020 МП**

р.п. Менделеево  
2021 г.

## СОДЕРЖАНИЕ

1 Общие положения.....	3
2 Перечень операций поверки.....	3
3 Метрологические и технические требования к средствам поверки .....	4
4 Требования к условиям проведения поверки	5
5 Требования к специалистам, осуществляющим поверку .....	6
6 Требования к обеспечению безопасности проведения поверки.....	6
7 Внешний осмотр.....	6
8 Проверка программного обеспечения.....	6
9 Подготовка к поверке и опробование.....	6
10 Определение метрологических характеристик.....	8
11 Оформление результатов поверки.....	20

## 1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Настоящая методика устанавливает методы и средства первичной и периодической поверок анализатора каналов связи и синхронизации «xGenius» (далее - анализатор), заводской номер LEX0254P, изготовленного фирмой ALBEDO Telecom S.L., Испания, при выпуске, в эксплуатации, а также после хранения и ремонта.

Интервал между поверками 1 (один) год.

## 2 ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ ПОВЕРКИ

2.1 При проведении поверки выполняют операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1 – Операции поверки

Наименование операции	Пункт методики поверки	Проведение операции при	
		первичной поверке	периодической поверке
1 Внешний осмотр	7	да	да
2 Подготовка к поверке и опробование	8	да	да
3 Проверка программного обеспечения	9	да	да
4 Определение метрологических характеристик	10		
5 Определение относительной погрешности по частоте внутреннего генератора при прогреве анализатора не менее 15 минут: - в режиме синхронизации по сигналам ГНСС ГЛОНАСС/GPS; - в режиме «удержания» (holdover); - в режиме синхронизации по внешнему импульсному сигналу 1 Гц	10.1	да	да
6 Определение абсолютной разности формируемой шкалы времени (ШВ) относительно национальной шкалы времени UTC(SU) в режиме синхронизации по сигналам ГНСС ГЛОНАСС/GPS	10.2	да	да
7 Определение среднего квадратического абсолютного отклонения результатов измерения смещения ШВ	10.3	да	да
8 Определение абсолютной погрешности измерений интервалов времени, вносимой прибором	10.4	да	да
9 Проверка погрешности измерения ошибки временного интервала	10.5	да	да
10 Определение амплитуды импульсного сигнала анализатора в режиме генератора на выходах E1/T1	10.6	да	да
11 Определение погрешности измерения размаха джиттера	10.7	да	да
12 Определение центральных длин волн лазеров оптических интерфейсов	10.8	да	да
13 Определение уровней мощности выходных сигналов на оптических интерфейсах	10.9	да	да
14 Определение минимальной входной мощности на оптических интерфейсах	10.10	да	да

2.1 Не допускается проведение поверки меньшего числа измеряемых величин.

2.2 При получении отрицательных результатов поверки по любому пункту таблицы 1 анализатор бракуется и направляется в ремонт.

### 3 МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СРЕДСТВАМ ПОВЕРКИ

3.1 При проведении поверки применяют средства поверки, указанные в таблице 2.

Таблица 2 – Средства поверки

Наименование средств поверки	Требуемые технические характеристики средств поверки		Рекомендуемое средство поверки (тип)	Номер пункта методики поверки
	диапазон измерений	погрешность		
Аппаратура измерительная оптическая	Диапазон измерений средней мощности оптического излучения от $10^{-10}$ до $10^{-2}$ Вт; длины волн калибровки 850, 1310, 1550 нм; спектральный диапазон от 600 до 1700 нм	Пределы допускаемой относительной погрешности измерений средней мощности на длинах волн калибровки $\pm 2,5$ %; пределы допускаемой относительной погрешности измерений относительных уровней мощности $\pm 1,2$ %; спектральный диапазон от 600 до 1700 нм; погрешность градуировки монохроматора по шкале длин волн $\pm 1$ нм	РЭСМ-ВС	10.9 - 10.11
Компаратор частотный		Нестабильность частоты, вносимая компаратором (СКДО) при интервале времени измерения $100 \text{ с}$ $1,0 \cdot 10^{-13}$	VCH-314	10.1
Осциллограф цифровой LeCroy WaveMaster	диапазон временной развертки: от 20 пс/дел до 64 с/дел, полоса пропускания 20 ГГц; чувствительность для 50 Ом: от 1 мВ/дел до 1 В/дел 1 МОм: от 1 мВ/дел до 10 В/дел	Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений временных интервалов $T_{\text{изм}}$ , с: $0,06/P_{\text{дискр}} + 1,0 \cdot 10^{-6} \cdot T_{\text{изм}}$ , где $P_{\text{дискр}}$ - частота дискретизации; $T_{\text{изм}}$ - измеряемый временной интервал, с	820Zi-A	10.7 - 10.8

Продолжение таблицы 2

Наименование средств поверки	Требуемые технические характеристики средств поверки		Рекомендуемое средство поверки (тип)	Номер пункта методики поверки
	диапазон измерений	погрешность		
Стандарт частоты и времени водородный		Пределы допускаемой относительной погрешности по частоте в режиме синхронизации по сигналам ГНСС ГЛОНАСС/GPS $\pm 1 \cdot 10^{-13}$ ; пределы допускаемой абсолютной погрешности привязки шкалы времени относительно шкалы времени UTC(SU) в режиме синхронизации по сигналам ГНСС ГЛОНАСС/GPS $\pm 50$ нс	Ч1-1007	10.1-10.5
Частотомер универсальный	Диапазон измеряемых интервалов времени от 5 нс до $10^6$ с	Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения интервалов времени $\pm 0,62$ нс для интервалов времени не более 100 мкс, $\pm 5$ мкс для интервалов времени не более 1 с	CNT-90	10.2-10.4
Генератор сигналов специальной формы	Диапазон частот от 1 мГц до 80 МГц	Пределы допускаемой абсолютной погрешности установки частоты выходного сигнала $\pm (1 \cdot 10^{-6} \cdot F + 15 \text{ пГц})$ , где F – установленное значение частоты сигнала	33612A	10.5

3.2 Допускается использование других средств поверки, обеспечивающих определение метрологических характеристик поверяемого анализатора с требуемой точностью.

3.3 Применяемые средства измерений должны быть утвержденного типа, исправны и иметь действующие свидетельства о поверке.

#### 4 ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

4.1 При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

- температура окружающего воздуха от 15 до 25 °С;
- относительная влажность окружающего воздуха при температуре не выше 35 °С, не более 85 %;
- напряжение питания переменного тока от 198 до 242 В;
- частота переменного тока от 49 до 51 Гц.

## 5 ТРЕБОВАНИЯ К СПЕЦИАЛИСТАМ, ОСУЩЕСТВЛЯЮЩИМ ПОВЕРКУ

5.1 К проведению поверки допускаются лица с высшим или средним техническим образованием, имеющие квалификацию поверителя в области радиочастотных измерений, имеющие опыт работы в области сетевого администрирования и квалификационную группу по электробезопасности не ниже третьей с правом работы с электроустановками напряжением до 1000 В.

## 6 ТРЕБОВАНИЯ ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

6.1 При проведении поверки должны быть соблюдены требования безопасности, регламентированные в ГОСТ 12.2.091-2012.


### 7 ВНЕШНИЙ ОСМОТР

7.1 Произвести внешний осмотр анализатора, убедиться в отсутствии внешних механических повреждений и неисправностей, влияющих на работоспособность.

7.2 При проведении внешнего осмотра проверить отсутствие механических повреждений и ослабления элементов, четкость фиксации их положения, чёткость обозначений, чистоту и исправность разъёмов и гнезд.

7.3 Анализатор, имеющий дефекты (механические повреждения, влияющие на работоспособность), бракуют.

### 8 ПРОВЕРКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ

8.1 Идентификация программного обеспечения (ПО) проводится следующим образом: при включении прибора на домашней панели «НОМЕ» зайти на вкладку «Система», нажав на кнопку .

8.2 Зайти во вкладку «Информация о системе», где отразится название модели, серийный номер, номер версии ПО.

8.3 Результаты поверки считать положительными, если идентификационные данные соответствуют данным, представленным в таблице 3. В противном случае анализатор бракуют.

Таблица 3 - Идентификационные данные ПО

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Идентификационное наименование ПО	-
Номер версии (идентификационный номер) ПО	не ниже 2.2.1

## 9 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ И ОПРОБОВАНИЕ

### 9.1 Подготовка к поверке

9.1.1 Подготовить анализатор к работе в соответствии с руководством по его эксплуатации (РЭ), средства поверки – в соответствии с их эксплуатационной документацией.

9.1.2 Перед поверкой анализатора убедиться, что условия эксплуатации соответствуют указанным в РЭ.

9.1.3 Перед проведением операций поверки необходимо:

- проверить комплектность поверяемого анализатора;
- проверить комплектность рекомендованных (или аналогичных им) средств поверки;
- заземлить (если это необходимо) на общую точку заземления средства измерений и включить питание заблаговременно перед очередной операцией поверки (в соответствии со временем установления рабочего режима, указанным в эксплуатационной документации).

## 9.2 Опробование

9.2.1 Опробование проводить в соответствии с разделами 5.3 и 5.4 РЭ.

9.2.2 На передней панели анализатора имеется одна кнопка, которая используется для включения и выключения устройства. Для включения анализатора необходимо нажать на кнопку «Вкл-Выкл» (рисунок 1).

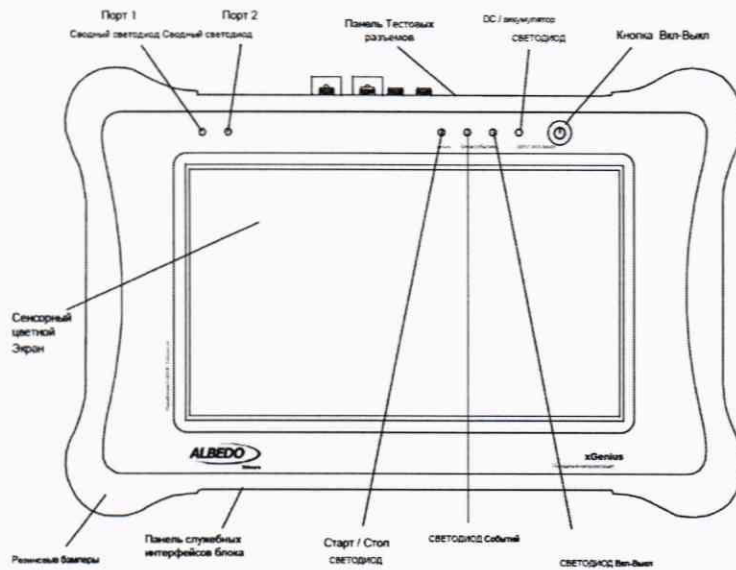


Рисунок 1 - Передняя панель анализатора.

9.2.3 После загрузки системы на цветном сенсорном экране должен отображаться начальное состояние экрана (рисунок 2).

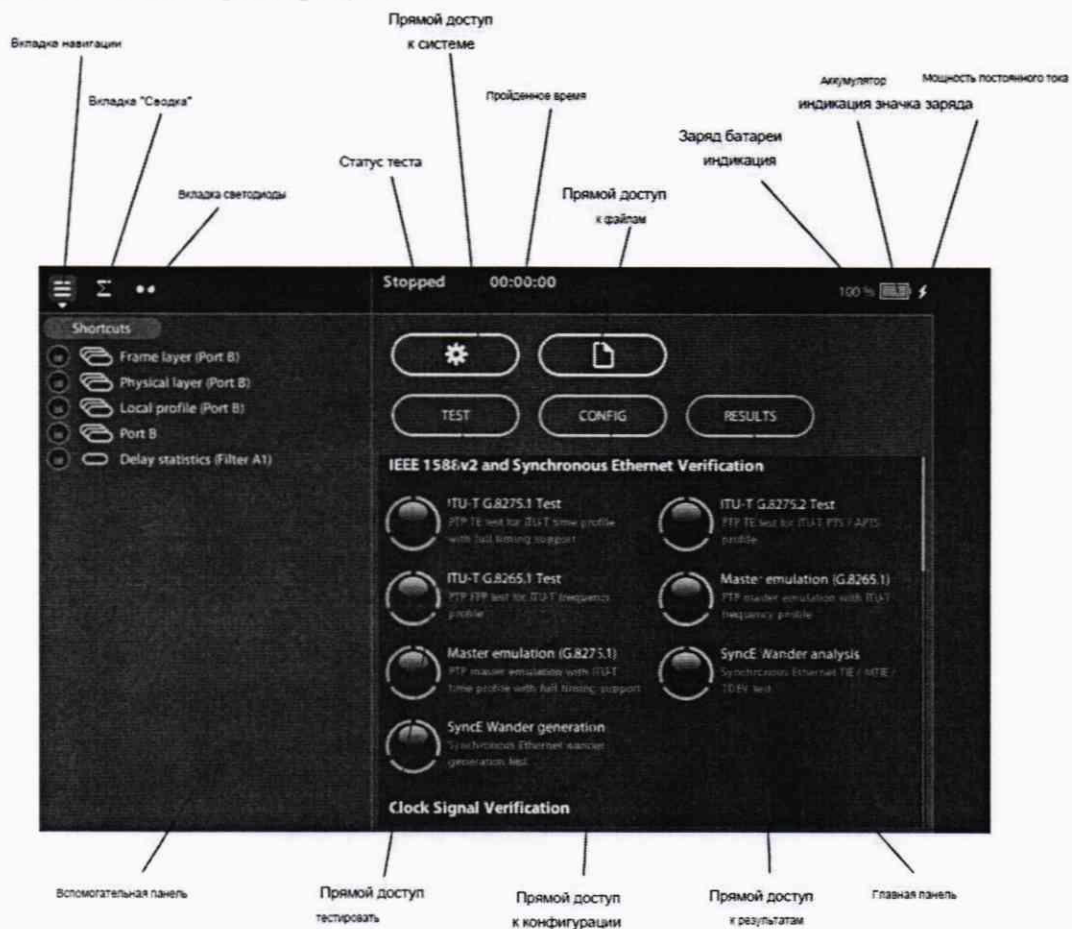


Рисунок 2 – Начальное состояние экрана

9.2.4 В случае отображения значком индикации состояния низкого заряда аккумуляторов, анализаторов необходимо подключить к сети питания с помощью адаптера переменного/постоянного тока (12 В, 4 А). Разъем подключения внешнего адаптера питания находится на нижней панели (см. рисунок 3).

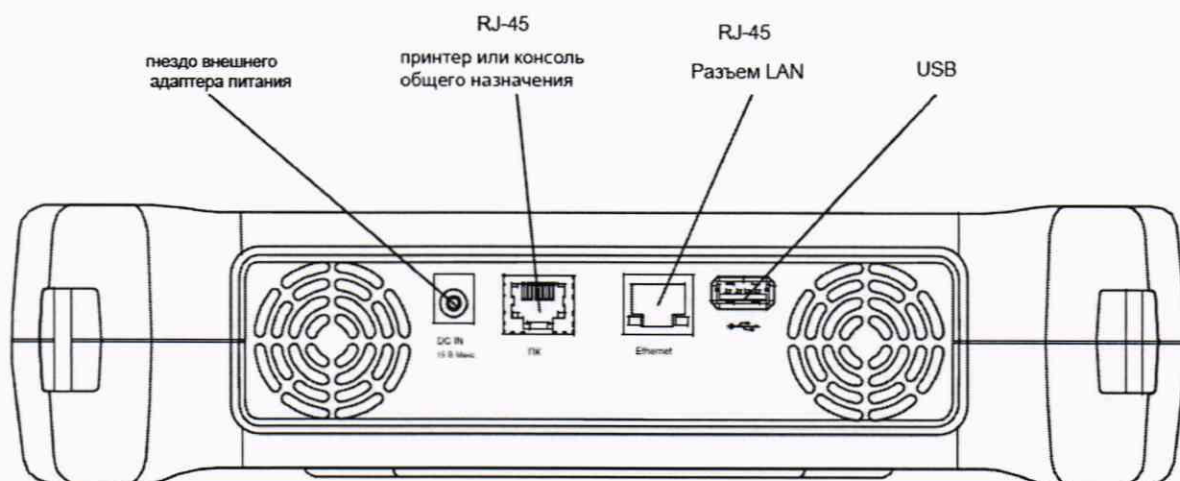


Рисунок 3 - Нижняя панель анализатора.

9.2.5 Результаты поверки считать положительными, если светодиод «Power» горит зеленым цветом и после загрузки анализатора отображается начальный экран. В противном случае анализатор бракуют.

## 10 ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК

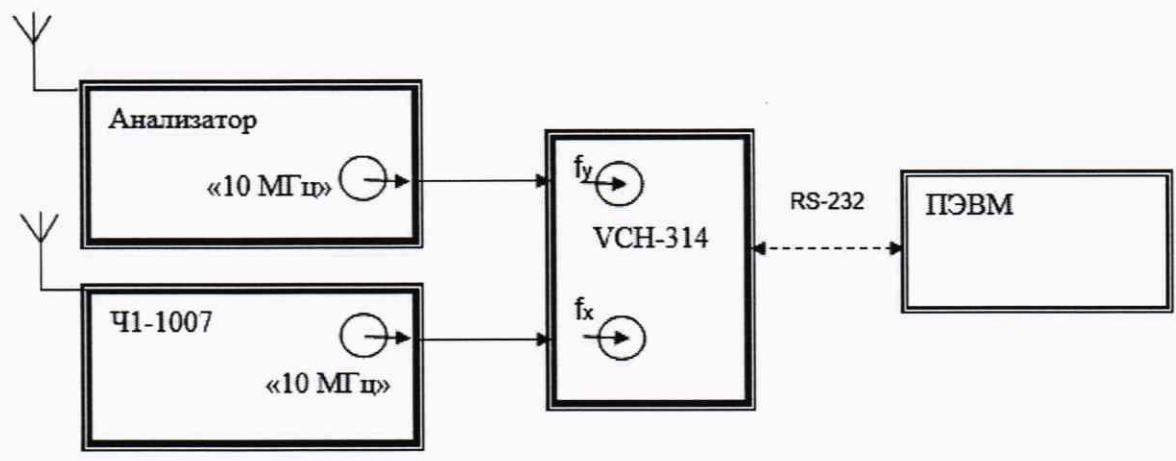
10.1 Определение относительной погрешности по частоте внутреннего генератора при прогреве анализатора не менее 15 мин.:

- в режиме синхронизации по сигналам ГНСС ГЛОНАСС/GPS;
- в режиме «удержания» (holdover);
- в режиме синхронизации по внешнему импульсному сигналу 1 Гц

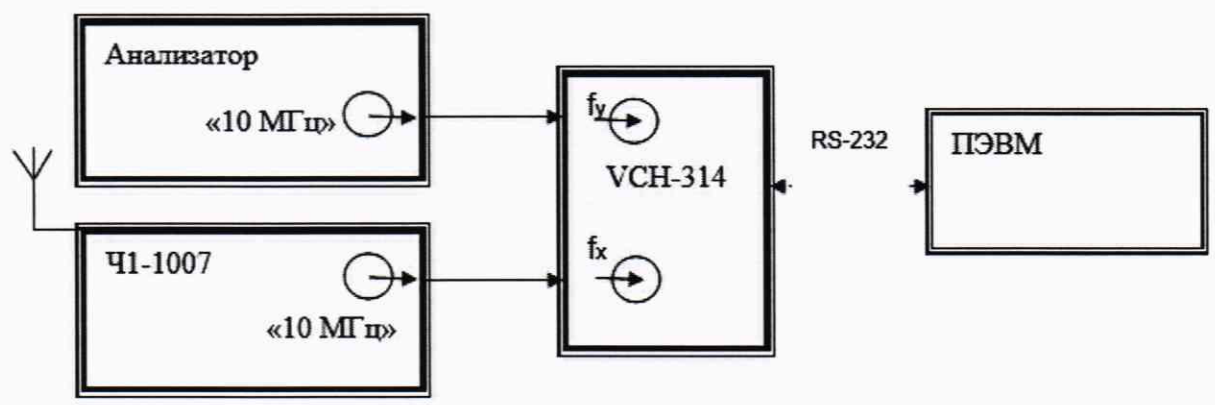
10.1.1 Определение относительной погрешности по частоте внутреннего задающего генератора при прогреве анализатора не менее 15 минут провести методом сравнения частот 10 МГц анализатора и стандарта частоты и времени водородного Ч1-1007 с помощью компаратора частотного VCH-314 по схеме, приведенной на рисунке 4. Измерения провести в трех режимах работы анализатора:

- в режиме синхронизации по сигналам ГНСС ГЛОНАСС/GPS;
- в режиме «удержания» (holdover);
- в режиме внешней синхронизации по внешнему импульсному сигналу 1 Гц.

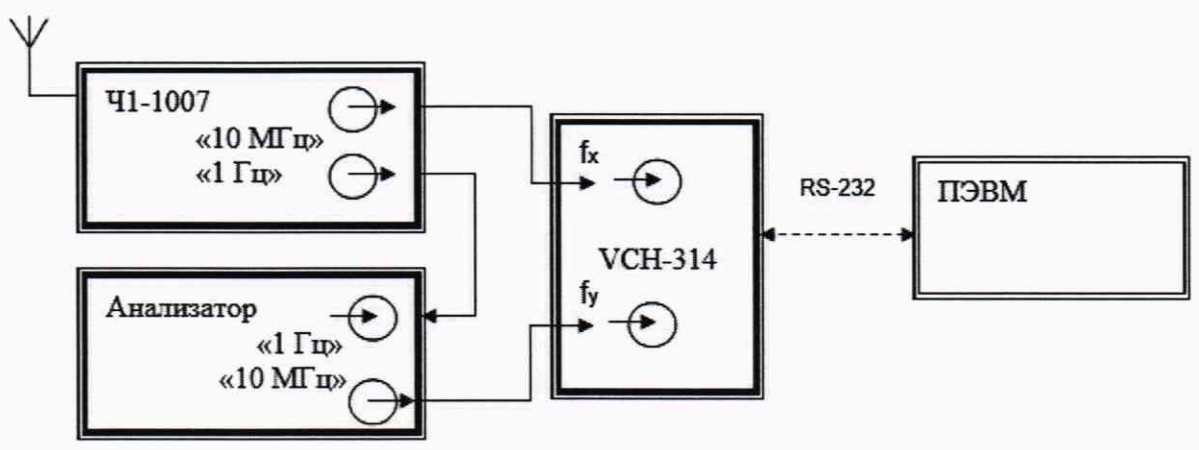




а)



б)



в)

Рисунок 4 – Схема определения относительной погрешности по частоте

**Режим работы: синхронизация по сигналам ГНСС ГЛОНАСС/GPS (рисунок 4а)**

10.1.2 Включить стандарт частоты и времени водородный Ч1-1007 в соответствии с руководством по эксплуатации ЯКУР.411141.016РЭ и прогреть его в течение 1 суток.

Включить VCH-314 в соответствии с ЯКУР.411146.011РЭ и прогреть его в течение 2 ч.

10.1.3 Установить в меню «опции» параметры измерения VCH-314 в соответствии с ЯКУР.411146.011РЭ:

- коэффициент умножения  $1 \cdot 10^3$ ;
- максимальное время усреднения измерений 100 с;
- число измерений 20;
- входная частота 10 МГц.

Запустить измерения относительной разности частот на интервале времени измерений 100 с, при минимальном времени наблюдения 30 мин. По истечении указанного времени зафиксировать среднюю относительную разность частот (относительную погрешность по частоте).

10.1.4 Для синхронизации по сигналам ГНСС ГЛОНАСС/GPS подключить кабель антенны к разъему GNSS на верхней панели (разъем SMA) во вкладке «Настройки» зайти в подменю «Опорный синхросигнал». Далее в подменю «Input clock» выбрать GNSS. Дождаться синхронизации (статуса Locked в Internal reference status).

10.1.5 Для получения с выхода сигнала 10 МГц в подменю «Опорный синхросигнал» зайти на вкладку «Output clock», далее выбрать пункт «Clock/PCM (REF IN/OUT)», далее вернуться во вкладку «Опорный синхросигнал» и перейти в подменю «Clock/PCM output interfaces», далее в «Clock/PCM output» выбрать «10 MHz (REF IN/OUT)», подключить симметричный кабель (тип разъемов RJ-48 – BNC) к порту REF IN/OUT на верхней панели.

#### **Режим работы: «удержание» (holdover) (рисунок 4б)**

10.1.6 Перевести анализатор в режим «удержание» (holdover) в соответствии с руководством по эксплуатации, отключив приемную антенну сигналов ГНСС.

10.1.7 По истечении 1 суток повторить измерения по п.п. 10.1.2-10.1.3, 10.1.5. Зафиксировать среднюю относительную разность частот (относительную погрешность по частоте).

#### **Режим работы: внешняя синхронизация импульсному сигналу 1 Гц (рисунок 4в)**

10.1.8 Подать внешний импульсный сигнал 1 Гц от стандарта частоты и времени водородного Ч1-1007 на вход «REF IN» (разъем SMB) на верхней панели. Во вкладке «Настройки» зайти в подменю «Опорный синхросигнал». Далее в подменю «Input clock» выбрать «PPS (REF IN)». Дождаться синхронизации (статуса Locked в Internal reference status).

10.1.9 В соответствии с рисунком 4в повторить измерения по п.п. 10.1.2-10.1.5. Зафиксировать среднюю относительную разность частот (относительную погрешность по частоте).

10.1.10 Результаты поверки считать положительными, если значения относительной погрешности по частоте выходных сигналов находятся в пределах:

$\pm 5,0 \cdot 10^{-10}$  – в режиме синхронизации по сигналам ГНСС ГЛОНАСС/GPS;

$\pm 1,0 \cdot 10^{-8}$  – в режиме «удержания» (holdover);

$\pm (\Delta f/f + 1,0 \cdot 10^{-10})$  – в режиме внешней синхронизации импульсному сигналу 1 Гц, где  $\Delta f/f = \pm 1,0 \cdot 10^{-13}$  пределы допускаемой относительной погрешности по частоте в режиме синхронизации по сигналам ГНСС ГЛОНАСС/GPS.

В противном случае анализатор бракуют.

## **10.2 Определение абсолютной разности формируемой ШВ относительно национальной шкалы времени UTC(SU) в режиме синхронизации по сигналам ГНСС ГЛОНАСС/GPS**

10.2.1 Определение абсолютной разности формируемой ШВ относительно национальной шкалы времени UTC(SU) в режиме синхронизации по сигналам ГНСС ГЛОНАСС/GPS провести методом сравнения ШВ, формируемых анализатором и стандартом частоты и времени водородным Ч1-1007 с помощью частотомера универсального CNT-90 по схеме, приведенной на рисунке 5.

Анализатор настроить в режим работы: синхронизация по сигналам ГНСС ГЛОНАСС/GPS. Для этого в пункте «Режим работы» выбрать пункт «Clock monitor». Далее во вкладке «Настройки» выбрать Опорный синхросигнал, далее во вкладке «Input clock» выбрать синхронизацию по GNSS. Дождаться синхронизации (статуса Locked в Internal reference status).

**Примечание** – Задержки прохождения сигналов в кабелях, подключаемые к входам «А» и «В» частотомера, должны быть одинаковыми, в ином случае разность задержек необходимо учитывать в результатах измерений частотомера универсального CNT-90.

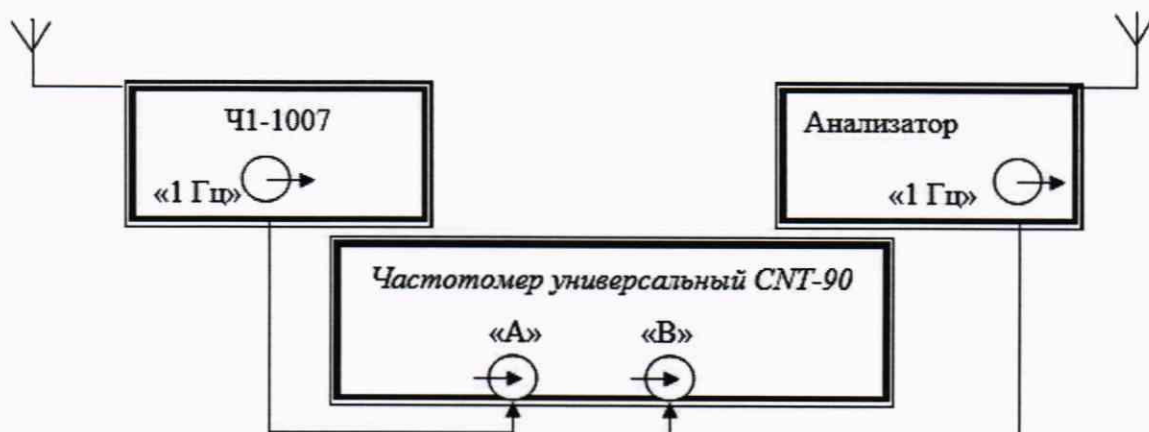


Рисунок 5 – Схема для определения абсолютной разности формируемой ШВ относительно национальной ШВ UTC(SU) в режиме синхронизации по сигналам ГНСС ГЛОНАСС/GPS

Включить стандарт частоты и времени водородный Ч1-1007 в соответствии с руководством по эксплуатации ЯКУР.411141.016РЭ и прогреть его в течение 1 суток.

Включить частотомер универсальный CNT-90 и прогреть в течение 15 минут.

10.2.2 На вход «В» частотомера универсального CNT-90 подать импульсный сигнал 1 Гц с несбалансированного выхода «REF OUT» (разъем SMB) на верхней панели анализатора. Для этого в подменю Опорный синхросигнал зайти на вкладку Output clock», далее выбрать пункт «PPS (REF OUT)».

На вход «А» частотомера подать импульсный сигнал 1 Гц от стандарта частоты и времени водородного Ч1-1007. Частотомер установить в режиме измерений интервалов времени.

10.2.3 Настроить входы «А» и «В» частотомера в соответствии с параметрами импульсных сигналов 1 Гц:

- импульсный сигнал;
- измерения по переднему фронту;
- входная нагрузка 50 Ом;
- уровень напряжения точки привязки по переднему фронту 1,0 В.

Произвести не менее 100 измерений интервала времени между выходными импульсными сигналами 1 Гц анализатора и стандарта частоты и времени водородного Ч1-1007 (разность формируемой ШВ относительно национальной ШВ UTC(SU)).

10.2.4 Определить среднее арифметическое значение разности ШВ по формуле (1):

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

где  $T_i$  –  $i$ -й результат измерений;

$n$  – количество результатов 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 значения по формуле (3):

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

Рассчитать доверительные границы случайной составляющей погрешности по формуле (4):

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

где  $t$  – коэффициент Стьюдента, равный 2,042 при  $(n-1) \geq 30$  и доверительной вероятности 95 %.

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

$$\theta_{\Sigma} = \pm k \cdot \sqrt{\sum_i^4 \theta_i^2} \quad (5)$$

где  $k = 1,1$  при количестве составляющих НСП не менее 3 и доверительной вероятности 95 %;

$\theta_1$  – пределы допускаемой абсолютной погрешности привязки ШВ относительно ШВ UTC(SU) в режиме синхронизации по сигналам ГНСС ГЛОНАСС/GPS  $\pm 50$  нс;

$\theta_2$  – пределы допускаемой погрешности измерения интервалов времени при использовании частотомера универсального CNT-90  $\pm 0,62$  нс;

$\theta_3$  и  $\theta_4$  – пределы допускаемой погрешности при измерении задержки сигнала в кабелях, подключаемых к частотомеру универсальному CNT-90,  $\pm 0,62$  нс.

10.2.6 Оценить доверительные границы погрешности по формуле (6):

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

где  $K$  – коэффициент, зависящий от соотношения случайной составляющей погрешности и НСП (см. ниже формулу (9));

$S_{\Sigma}$  – суммарное среднее квадратическое отклонение, вычисленное по формуле (7):

$$S_{\Sigma} = \sqrt{S_{\theta}^2 + S_{\bar{T}}^2} \quad (7)$$

где  $S_{\theta}$  – среднее квадратическое отклонение НСП, вычисленное по формулам (8) и (9):

$$S_{\theta} = \frac{\theta_{\Sigma}}{\sqrt{3}} \quad (8)$$

$$K = \frac{\varepsilon + \theta_{\Sigma}}{S_{\bar{T}} + S_{\theta}} \quad (9)$$

Максимальное значение абсолютной разности формируемой ШВ относительно национальной ШВ UTC(SU) в режиме синхронизации по сигналам ГНСС ГЛОНАСС/GPS определить по формуле (10):

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

10.2.7 Результаты поверки считать положительными, если значения абсолютной разности формируемой ШВ относительно национальной ШВ UTC(SU) в режиме синхронизации по сигналам ГНСС ГЛОНАСС/GPS находятся в пределах  $\pm 300$  нс. В противном случае анализатор бракуют.

### 10.3 Определение среднего квадратического абсолютного отклонения результатов измерения смещения ШВ

10.3.1 Определение среднего квадратического абсолютного отклонения результатов измерения смещения шкал времени провести по схеме, приведенной на рисунке 6.

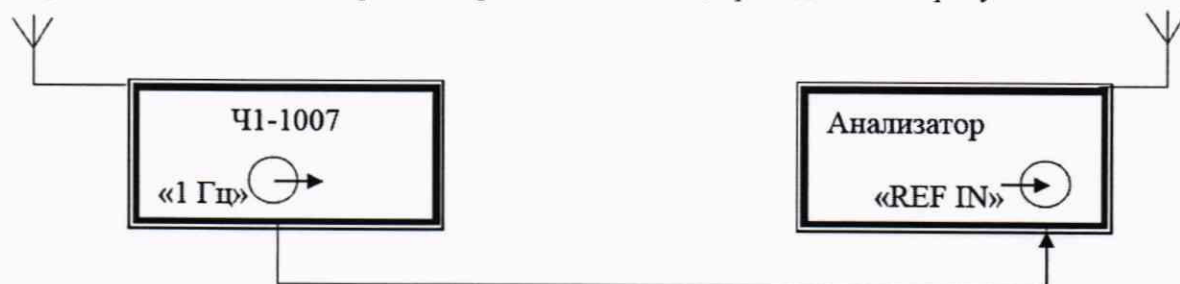


Рисунок 6 – Схема для определения среднего квадратического абсолютного отклонения результатов измерения смещения ШВ

10.3.2 Подать импульсный сигнал 1 Гц от стандарта частоты и времени водородного Ч1-1007 на вход «REF IN» (разъем SMB) на верхней панели. Запустить измерения ошибки интервала времени (TE).

10.3.3 Во вкладке «Порт С / Вандер / Анализ вандера», раздела «Результ.» зафиксировать не менее 10 результатов измерений значения «TE».

10.3.4 Аналогично формуле (2) рассчитать среднее квадратическое абсолютное отклонение результатов измерения смещения ШВ.

10.3.5 Результаты поверки считать положительными, если значение среднего квадратического абсолютного отклонения результатов измерения смещения ШВ не превышает 2 нс. В противном случае анализатор бракуют.

### 10.4 Определение абсолютной погрешности измерения интервалов времени, вносимой прибором

10.4.1 Определение абсолютной погрешности измерения интервалов времени, вносимой прибором провести по схеме, изображенной на рисунке 7.

Во вкладке анализатора «Настройки» зайти в подменю «Опорный синхросигнал». Далее в подменю «Input clock» выбрать «PPS (REF IN)». Дождаться синхронизации (статуса Locked в Internal reference status).

Анализатор настроить в режим работы: синхронизация по внешнему сигналу 1 Гц. Для этого в пункте «Режим работы» выбрать пункт «Clock monitor». Далее во вкладке «Настройки» выбрать «Опорный синхросигнал», далее выбрать синхронизацию по 1 Гц выбрав «PPS (REF IN)».

Подать сигнал 1 Гц на несбалансированный вход «PPS Rx».

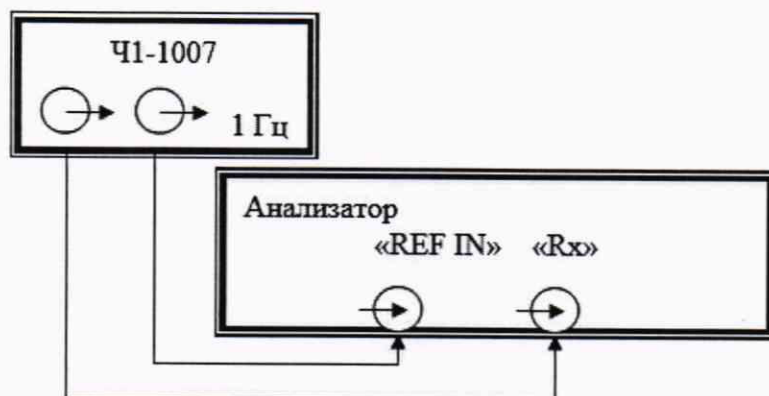



Рисунок 7 – Схема для определения абсолютной погрешности измерения интервалов времени, вносимой прибором

Включить стандарт частоты и времени водородный Ч1-1007 в соответствии с руководством по эксплуатации ЯКУР.411141.016 РЭ и прогреть его в течение 1 суток.

Включить частотомер анализатор и прогреть в течение 15 минут.

10.4.2 Запустить измерения, нажав на виртуальную кнопку запуска «Теста ». Зайти на вкладку «Результаты», далее - «Порт С», далее - «Вандер», «Анализ Вандера» – зафиксировать не менее 10 значений погрешности измерения интервалов времени, вносимой прибором.


**П р и м е ч а н и е** – Задержки прохождения сигналов в кабелях, подключаемых к входам «REF IN» и «Rx» Анализатора, должны быть одинаковыми, в ином случае разность задержек необходимо учитывать в результатах измерений.

10.4.3 Результаты поверки считать положительными, если значение абсолютной погрешности измерения интервалов времени, вносимой прибором, находится в пределах  $\pm 10$  нс.

### 10.5 Проверка погрешности измерения ошибки временного интервала

10.5.1 Поверку погрешности измерения ОВИ произвести следующим образом.

С выхода «TX» в режиме генератора «E1» подать сигнал 2048 кГц на вход «RX». Для этого зайти в меню «Настройки», в разделе «Режим Работы» выбрать «Терминал E1/T1», а разделе «Порт С» в подразделе «Режим порта» выбрать «TX/RX», в подразделе «Hierarchy» установить «G.703/E1», в подразделе «Разъем» выбрать «Несимметричный» для несимметричного кабеля (тип разъемов BNC) 75 Ом.

Зайти в меню «Тест», вкладка «Генерация Вандера», выбрать вкладку «TIE/MTIE». Установить время измерения 100 с. Далее нажать на виртуальную кнопку запуска «Теста », зайти в меню «Результат», выбрать «Порт С», зайти на вкладку «Вандер», далее зайти на вкладку «MTIE», результат МОВИ будет отображен в табличной форме.

Провести измерения 10 раз, каждый раз определяя погрешность измерения ОВИ по величине МОВИ:

$$Z_{\text{ОВИ}} = \frac{\sum_{n=1}^{n=10} \text{МОВИ}_n}{10} \leq 4,5 \text{ нс} \quad , \quad (11)$$

где  $Z_{\text{ОВИ}}$  – погрешность измерений ОВИ при  $\tau = 100$  с и  $n = 1, 2, 3, \dots, 10$ .

10.5.2 Повторить измерения, установив время измерения 1000 с.

$$Z_{\text{ОВИ}} = \frac{\sum_{n=1}^{n=10} \text{МОВИ}_n}{10} \leq 10 \text{ нс} \quad . \quad (12)$$

10.5.3 Подключить приборы согласно схеме, изображенной на рисунке 8.

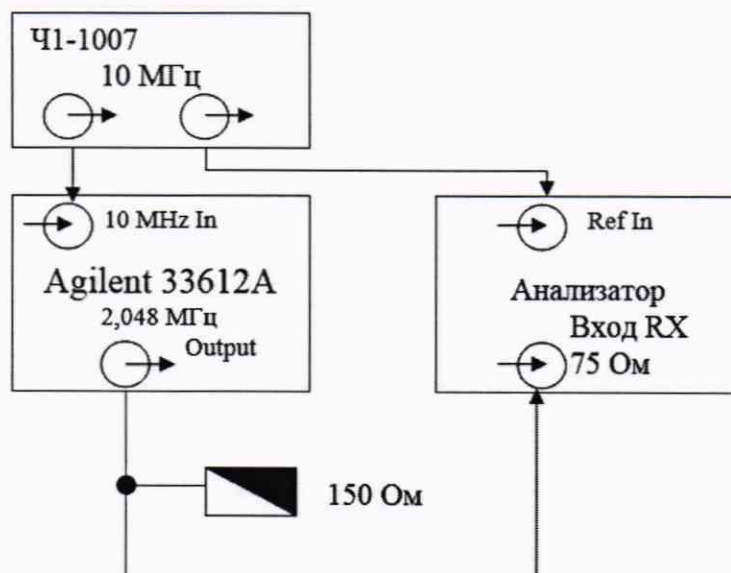


Рисунок 8 – Схема включения приборов для проверки погрешности измерения ОВИ

Генератор сигналов 33250А запустить в режиме работы от внешнего опорного сигнала 10 МГц согласно руководству по эксплуатации.

Проводят измерения МОВИ в течение 100 с предварительно установив «Время выборки», равное 0,03 с, измерения проводят 10 раз. Результаты измерений суммируют, делят на 10 и определяют  $Z_{\text{ОВИ}}$  – среднюю величину погрешности измерения ОВИ за 100 с:

$$Z_{\text{ОВИ}} = \frac{\sum_{n=1}^{n=10} \text{МОВИ}_n}{10} \leq 4,5 \text{ нс} \quad , \quad (13)$$

где  $Z_{\text{ОВИ}}$  – погрешность измерений ОВИ при  $\tau = 100$  с и  $n = 1, 2, 3, \dots, 10$ .

10.5.4 На генераторе сигналов 33250А установить значение выходной частоты, равное 2048000,01 Гц и повторить измерения по п. 10.5.3. Средняя величина погрешности измерения ОВИ не должна превышать значения, вычисленного по формуле (в противном случае анализатор бракуют):

$$Z_{\text{ОВИ}} = \frac{\sum_{n=1}^{n=10} \text{МОВИ}_n}{10} - 488 \leq 24,4 + Z_{\text{ОВИ}} \quad . \quad (14)$$

где  $Z_{\text{ОВИ}}$  – погрешность, вычисленная в п. 10.5.3

10.5.5 На генераторе сигналов 33250А установить значение выходной частоты, равное 2047999,99 Гц и повторить измерения по п.п. 10.5.3 и 10.5.4.

## 10.6 Определение амплитуды импульсного сигнала анализатора в режиме генератора на выходах E1/T1

10.6.1 Для определения параметров формы импульсов на несимметричном выходе соберите схему согласно рисунка 9.

10.6.2 Анализатор установить в режим генерации некадрированного (unframed) сигнала со скоростью передачи 2 Мбит/с (E1), код HDB-3. Для этого зайти в меню «Настройки», в разделе «Режим Работы» выбрать «Терминал E1/T1», а разделе «Порт C» в подразделе «Режим порта» выбрать TX/RX, в подразделе «Hierarchy» установить G.703/E1, в подразделе «Разъем» выбрать «Несимметричный» для несимметричного кабеля (тип разъемов BNC) 75 Ом.

10.6.3 Подключить приборы согласно схеме, изображенной на рисунке 9. Установить следующий режим осциллографа: развертка 50 нс/дел, чувствительность – 500 мВ/дел, сопротивление входа – 1 МОм. На экране осциллографа получить импульс. Измерить действительное значение амплитуды и длительности импульса сигнала, используя курсорные измерения осциллографа. Зафиксировать эти значения в протоколе поверки.

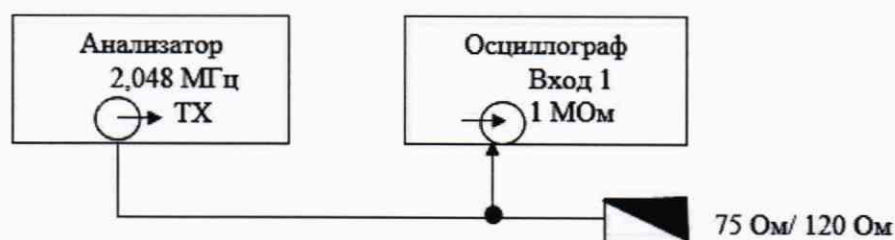


Рисунок 9 - Схема включения приборов для измерения параметров формы импульса.

Измеренные значения амплитуды импульсов электрических сигналов на выходе анализатора должны находиться в пределах, приведенных в таблице 4, в противном случае анализатор бракуют.

Таблица 4

Интерфейс	Тактовая частота, кГц	Тип соединителя	Нагрузка, резистор, Ом	Амплитуда импульсов, В
E1	2048	BNC – BNC (несим.)	$75 \pm 0,75$	$2,37 \pm 0,237$
E1	2048	RJ-48 – BNC (сим.)	$120 \pm 1,2$	$3,0 \pm 0,3$

## 10.7 Определение погрешности измерения размаха джиттера

Определение погрешности измерения размаха джиттера (фазового дрожания) для электрических интерфейсов производят на интерфейсе E1/T1 (симметричный и несимметричный выходы) по схеме аналогичной, представленной на рисунке 9.

10.7.1 Анализатор установить в режим генерации некадрированного (unframed) сигнала со скоростью передачи 2 Мбит/с (E1), код HDB-3. Для этого зайти в меню «Настройки», в разделе «Режим Работы» выбрать «Терминал E1/T1», а разделе «Порт C» в подразделе «Режим порта» выбрать TX/RX, в подразделе «Hierarchy» установить G.703/E1, в подразделе «Разъем» выбрать «Несимметричный» для несимметричного кабеля (тип разъемов BNC) 75 Ом.

10.7.2 Во вкладке «Тест» выбрать «Измерение джиттера», далее выбрать «Генерация и анализ». Далее во вкладке «Настройка» перейти во вкладку «Порт C», зайти во вкладку «Генератор джиттера» – выбрать «Включить» – Да, задать «Модулирующий сигнал» – Синусоидальный, Частота – 50 кГц.

10.7.3 Включить осциллограф в соответствии с руководством по эксплуатации. Подать сигнал с выхода анализатора (TX) на вход осциллографа.

10.7.4 Провести измерения размаха джиттера для значений амплитуды: 250 mUIpp, 100 mUIpp, 50 mUIpp, 25 mUIpp, 10 mUIpp. Для этого необходимо задать значение ампли-



туды джиттера во вкладке «Настройка»: Порт С→Генератор джиттера→Амплитуда. Зафиксировать значения.

10.7.5 Подать сигнал с выхода Анализатора (TX) на вход (RX). Запустить тест и провести измерения, нажав на виртуальную кнопку запуска «Теста», аналогично пункту 10.7.4.

Посмотреть результаты во вкладке «Результаты→Порт С→Джиттер».


Полученные значения погрешности измерения размаха джиттера должны находиться в диапазоне  $\pm(0,05 \cdot A + 0,007)$  от задаваемого значения амплитуды, в противном случае анализатор бракуют.


## 10.8 Определение центральных длин волн лазеров оптических интерфейсов

10.8.1 Определение центральных длин волн лазеров оптических интерфейсов проводить с помощью аппаратуры измерительной оптической РЭСМ-ВС. Собрать установку, схема которой приведена на рисунке 10. Для подключения оптических интерфейсов анализатора с SFP-модулями типа GP-3124-L2CD использовать оптический кабель на основе одномодового оптического волокна, а для SFP-модулей типа GP-8524-S5CD, AT C3794-SX – оптический кабель на основе многомодового оптического волокна.



Рисунок 10 – Схема установки для определения центральных длин волн лазеров оптических интерфейсов анализатора

10.8.2 Включить встроенный источник лазерного излучения SFP-модулей оптических интерфейсов анализатора и подать излучение с его оптического выхода, проверить наличие индикации уровня оптической мощности в области уведомлений на экране анализатора (значок )

Для этого на главной панели перейти в меню «Конфигурация». Отобразится панель конфигурации порта. Выбрать пункт «Режим работы», в котором задать режим «C37.94 endpoint». Перейти в меню «Порт А». Включите оптическую передачу с помощью элемента управления «Enable». В пункте «Режим порта» выбрать TX/RX, в пункте «Лазер» выбрать «Включено». После этого в области уведомлений на экране анализатора появится значок оптической мощности .

В соответствии с руководством по эксплуатации аппаратуры РЭСМ-ВС измерить центральную длину волны оптического излучения на выходах SFP-модулей оптических интерфейсов анализатора. Выключить встроенный источник лазерного излучения.

10.8.3 Операции по п. 10.8.2 повторить для всех SFP-модулей оптических интерфейсов анализатора.


10.8.4 Полученные значения длин волн источников излучения SFP-модулей типа GP-8524-S5CD, AT C3794-SX должны находиться в диапазоне  $(850 \pm 20)$  нм, SFP-модулей типа GP-3124-L2CD в диапазоне  $(1310 \pm 20)$  нм. В противном случае анализатор бракуют.


## 10.9 Определение уровней мощности выходных сигналов на оптических интерфейсах



Рисунок 11 – Схема установки для определения уровней мощности выходных сигналов на оптических интерфейсах анализатора

10.9.1 Определение уровней мощности выходных сигналов на оптических интерфейсах проводить с помощью аппаратуры измерительной оптической РЭСМ-ВС. Собрать установку, схема которой приведена на рисунке 11. Для подключения оптических интерфейсов анализатора с SFP-модулями типа GP-3124-L2CD использовать оптический кабель на основе одномодового оптического волокна, а для SFP-модулей типа GP-8524-S5CD, AT C3794-SX – оптический кабель на основе многомодового оптического волокна.

10.9.2 Включить встроенный источник лазерного излучения SFP-модулей оптических интерфейсов анализатора и подать излучение с его оптического выхода, проверить наличие индикации уровня оптической мощности в области уведомлений на экране анализатора (значок )

Для этого на главной панели перейти в меню «Конфигурация». Отобразится панель конфигурации порта. Выбрать пункт «Режим работы», в котором задать режим «C37.94 endpoint». Перейти в меню «Порт А». Включите оптическую передачу с помощью элемента управления «Enable». В пункте «Режим порта» выбрать TX/RX, в пункте «Лазер» выбрать «Включено». После этого в области уведомлений на экране анализатора появится значок оптической мощности .

В соответствии с руководством по эксплуатации аппаратуры РЭСМ-ВС измерить уровни мощности выходных сигналов SFP-модулей оптических интерфейсов анализатора. Выключить встроенный источник лазерного излучения.

10.9.3 Операции по п. 10.9.2 повторить для всех SFP-модулей оптических интерфейсов анализатора.

10.9.4 Полученные значения уровней мощности выходных сигналов SFP-модулей типа GP-8524-S5CD должны находиться SFP-модулей: типа GP-8524-S5CD в диапазоне от минус 9,5 дБм до минус 3,5 дБм; типа AT C3794-SX в диапазоне от минус 19,5 дБм до минус 13,5 дБм; типа GP-3124-L2CD в диапазоне от минус 9 дБм до минус 3 дБм. В противном случае анализатор бракуют.

## 10.10 Определение минимальной входной мощности на оптических интерфейсах

10.10.1 Определение минимальной входной мощности на оптических интерфейсах проводить с помощью аппаратуры измерительной оптической РЭСМ-ВС. Собрать установку, схема которой приведена на рисунке 12. Для подключения оптических интерфейсов анализатора с SFP-модулями типа GP-3124-L2CD использовать оптический кабель на основе одномодового оптического волокна, а для SFP-модулей типа GP-8524-S5CD, AT C3794-SX – оптический кабель на основе многомодового оптического волокна и одномодовый или многомодовый перестраиваемый оптический аттенюатор соответственно.



Рисунок 12 – Схема установки для определения минимальной входной мощности на оптических интерфейсах анализатора

10.10.2 Подключить соответствующим оптическим кабелем SFP-модули оптических интерфейсов (Порт А и Порт Б) анализатора с перестраиваемым оптическим аттенюатором в составе РЭСМ-ВС.

Перейти в меню «Конфигурация». Отобразится панель конфигурации порта. Выбрать пункт «Режим работы», в котором задать режим «С37.94 endpoint». Перейти в меню «Порт А». Включите оптическую передачу с помощью элемента управления «Enable». В пункте «Режим порта» выбрать TX/RX, в пункте «Лазер» выбрать «Включено». После этого в области уведомлений на экране анализатора появится значок оптической мощности

Перейти в меню «Порт Б». Включить оптическую передачу с помощью элемента управления «Enable». В пункте «Режим порта» выбрать TX/RX. В пункте «Лазер» оставить «Выключено».

В соответствии с руководством по эксплуатации аппаратуры РЭСМ-ВС путем регулировки ослабления аттенюатора установить уровень оптической мощности на 3 - 5 дБ ниже нижнего предела чувствительности оптического ресивера SFP-модуля, контролируя уровень мощности с помощью ваттметра. Установив уровень мощности, подать сигнал на вход порта анализатора. При отрицательном результате (индикация под «Портом Б» красного цвета) уменьшать затухание, вносимое оптическим аттенюатором, до значений, при которых индикация станет зеленым цветом. Во вкладке «Результаты» зайти в пункт «Порт Б», далее зайти в пункт «Ошибки» и убедиться в отсутствии индикации наличия ошибок (значение OFF).

Зафиксировать значение затухания на оптическом аттенюаторе. Далее отсоединить оптический кабель от SFP-модуля «Порт Б» и подключить его к оптическому ваттметру в составе РЭСМ-ВС.

В соответствии с руководством по эксплуатации аппаратуры РЭСМ-ВС измерить уровень мощности. Выключить встроенный источник лазерного излучения.

Сравнить результаты, полученные с помощью оптического ваттметра из состава РЭСМ-ВС с результатами, показанными анализатором.

Измерения повторить не менее 3 раз. Значение минимальной входной мощности SFP-модуля анализатора определить, как среднее значение результатов измерений.

10.10.3 Операции по п. 10.10.2 повторить для всех SFP-модулей оптических интерфейсов анализатора.

10.10.4 Полученные значения минимальной входной мощности SFP-модулей: типа GP-8524-S5CD не более минус 20,5 дБм, для AT C3794-SX не более минус 23,5 дБм, для GP-3124-L2CD не более минус 24 дБм. В противном случае анализатор бракуют.

## 8. ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

8.1 Результаты поверки анализатора подтверждаются сведениями о результатах поверки средств измерений, включенными в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений. По заявлению владельца анализатора или лица, представившего его на поверку, на средство измерений наносится знак поверки (пломба с оттиском поверительного клейма), и (или) выдается свидетельство о поверке анализатора, и (или) в паспорт средства измерений вносится запись о проведенной поверке, заверяемая подписью поверителя и знаком поверки, с указанием даты поверки, или выдается извещение о непригодности к применению средства измерений.

Заместитель генерального  
директора – начальник ГМЦ ГСВЧ  
ФГУП «ВНИИФТРИ»


И.Ю. Блинов

Младший научный сотрудник лаборатории №7521  
ГМЦ ГСВЧ (НИО-7) ФГУП «ВНИИФТРИ»

Р.И. Балаев

Инженер I категории лаборатории № 714  
ФГУП «ВНИИФТРИ»



С.А. Семенов