СОГЛАСОВАНО

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

_____ А.Н. Щипунов

«12» 05 _____ 2026 г.

М.п.

Государственная система обеспечения единства измерений

Устройства стандарта частоты модернизированные УСЧ-М

Методика поверки

МП 651-26-025

пгт. Менделеево
2026 г.

Содержание

1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ 3
2 ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ ПОВЕРКИ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ 4
3 ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ 5
4 ТРЕБОВАНИЯ К СПЕЦИАЛИСТАМ, ОСУЩЕСТВЛЯЮЩИМ ПОВЕРКУ 6
5 МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СРЕДСТВАМ ПОВЕРКИ 6
6 ТРЕБОВАНИЯ (УСЛОВИЯ) ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ 8
7 ВНЕШНИЙ ОСМОТР СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ 8
8 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ И ОПРОБОВАНИЕ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ 8
9 ПРОВЕРКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ 9
10 ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК И ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ 9
11 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ 14

1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1 Настоящая методика поверки распространяется на устройства стандарта частоты модернизированные УСЧ-М (далее – УСЧ-М), изготовленные акционерным общество «Время-Ч» (АО «Время-Ч»), г. Нижний Новгород, и устанавливает методику первичной и периодической поверок.

1.2 Первичной поверке подлежат УСЧ-М до ввода в эксплуатацию.

Периодической поверке подлежат УСЧ-М, находящиеся в эксплуатации, на хранении и после ремонта.

1.3 В результате поверки должны быть подтверждены следующие метрологические требования, приведенные в таблице 1.

Таблица 1 – Метрологические характеристики

Наименование характеристики	Значение
Номинальные значения частот выходных синусоидальных сигналов, МГц	5, 10 и 100
Среднее квадратическое значение напряжения выходных сигналов 5, 10 и 100 МГц на нагрузке 50 Ом, В, не менее	0,6
Параметры выходных импульсных сигналов 1 с и 4,114432 с: - полярность импульсов; - период следования импульсов, с - амплитуда импульсов на нагрузке 50 Ом, В - длительность переднего фронта импульса, нс, не более - длительность импульса, мкс	 положительная 1; 4,114432 от 2,4 до 3,4 10 от 2,0 до 3,0
Пределы допускаемой относительной погрешности по частоте	$\pm 5{,}0 \cdot 10^{-12}$
Предел допускаемого среднего квадратического относительного двухвыборочного отклонения (СКДО) результатов измерений частоты выходного сигнала 10 МГц при интервале времени измерения: - 1 с - 10 с - 100 с - 1 000 с* - 1 ч* - 1 сут*	 $5{,}0 \cdot 10^{-12}$ $1{,}5 \cdot 10^{-12}$ $5{,}0 \cdot 10^{-13}$ $1{,}5 \cdot 10^{-13}$ $8{,}0 \cdot 10^{-14}$ $2{,}5 \cdot 10^{-14}$
Спектральная плотность мощности фазовых шумов в одной боковой полосе спектра выходного сигнала 10 МГц в отстройке от несущей частоты, дБ, не более: - на частоте 10 Гц - на частоте 1 кГц и более	 -125 -145
Относительный уровень дискретных спектральных составляющих в спектре выходного сигнала частотой 10 МГц, при отстройке в диапазоне от 20 Гц до 220 кГц, дБ, не более	-90

Продолжение таблицы 1

Наименование характеристики	Значение
Ослабление гармонических составляющих в спектре выходного сигнала 10 МГц, дБ, не более	-30
Пределы допускаемой абсолютной погрешности синхронизации формируемой шкалы времени внешним импульсным сигналом 1 Гц, нс	±10
* Примечание: при точности поддержания температуры окружающего воздуха ±1 °С	

1.4 При определении метрологических характеристик в рамках проводимой поверки обеспечивается передача единиц времени и частоты в соответствии с Государственной поверочной схемой для средств измерений времени и частоты, утверждённой приказом Росстандарта от 26 сентября 2022 г. № 2360, подтверждающая прослеживаемость к государственному первичному эталону единиц времени, частоты и национальной шкалы времени ГЭТ 1-2022.

1.5 При определении метрологических характеристик поверяемого средства измерений используется метод прямых измерений.

2 ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ ПОВЕРКИ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

2.1 Для поверки УСЧ-М должны быть выполнены операции, указанные в таблице 2.

Таблица 2 – Операции поверки

Наименование операции поверки	Обязательность выполнения операций поверки при		Номер раздела (пункта) методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки
	первичной поверке	периодической поверке	
1 Внешний осмотр	да	да	7
2 Контроль условий поверки	да	да	8.2
3 Опробование	да	да	8.4
4 Проверка ПО средства измерений	да	да	9
5 Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям:			
5.1 Определение номинальных значений частот выходных синусоидальных сигналов и среднего квадратического значения напряжения выходных сигналов 5, 10 и 100 МГц на нагрузке 50 Ом, определение параметров выходных импульсных сигналов 1 с и 4,114432 с	да	да	10.1

Продолжение таблицы 2

Наименование операции поверки	Обязательность выполнения операций поверки при		Номер раздела (пункта) методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки
	первичной поверке	периодической поверке	
5.2 Определение относительной погрешности по частоте и среднего квадратического относительного двухвыборочного отклонения (СКДО) результатов измерений частоты выходного сигнала 10 МГц при интервале времени измерения: 1, 10, 100, 1 000 с, 1 ч, 1 сут	да	да	10.2
5.3 Определение спектральной плотности мощности фазовых шумов в одной боковой полосе спектра выходного сигнала 10 МГц в отстройке от несущей частоты на 10 Гц и 1 кГц и более	да	да	10.3
5.4 Определение относительного уровня дискретных спектральных составляющих в спектре выходного сигнала частотой 10 МГц, при отстройке в диапазоне от 20 Гц до 220 кГц	да	да	10.4
5.5 Определение ослабления гармонических составляющих в спектре выходного сигнала 10 МГц	да	да	10.5
5.6 Определение абсолютной погрешности синхронизации формируемой шкалы времени внешним импульсным сигналом 1 Гц	да	да	10.6
6 Оформление результатов поверки	да	да	11

2.2 Допускается проведение поверки отдельных измерительных каналов или меньшего числа измеряемых величин, которые используются при эксплуатации по соответствующим пунктам методики поверки.

При получении отрицательных результатов поверки по любым пунктам 1, 3-5 таблицы 2 УСЧ-М бракуется и отправляется в ремонт.

3 ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

3.1 При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия (если не оговорено иное):

– температура окружающего воздуха, °С……..….от +15 до +25;
– относительная влажность воздуха при температуре +20 °С, %,..... не более 80;
– атмосферное давление, кПа (мм рт. ст.),..... от 84 до 106 (от 630 до 795);
– напряжение питания от сети переменного тока частотой 50 Гц, В……от 198 до 242.

3.2 Условия проведения поверки должны соответствовать эксплуатационным документам и (или) требованиям правил содержания и применения применяемых для поверки эталонов и требованиям эксплуатационных документов применяемых для поверки средств измерений и вспомогательных средств.

4 ТРЕБОВАНИЯ К СПЕЦИАЛИСТАМ, ОСУЩЕСТВЛЯЮЩИМ ПОВЕРКУ

4.1 К проведению поверки допускаются лица с высшим или средним техническим образованием, имеющие квалификацию поверителя в области измерения времени и частоты, изучившие эксплуатационные документы поверяемых УСЧ-М и применяемых средств поверки, имеющие навык работы на персональном компьютере.

5 МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СРЕДСТВАМ ПОВЕРКИ

5.1 Требования к метрологическим и техническим характеристикам средств поверки изложены в таблице 3.

Таблица 3 – Средства поверки

Операции поверки, требующие применение средств поверки	*Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки*	*Перечень рекомендуемых средств поверки*
п. 8.2 Контроль условий поверки	Средство измерений температуры окружающего воздуха в диапазоне измерений от +15 °С до +25 °С с абсолютной погрешностью не более ±0,3 °С; средство измерений относительной влажности воздуха в диапазоне от 10 % до 80 % с погрешностью не более ±3 %; средство измерений атмосферного давления в диапазоне от 840 до 1060 гПа, пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения атмосферного давления ±3 гПа	Измеритель влажности и температуры ИВТМ-7 мод. ИВТМ-7М6-Д-1, рег. № 71394-18
	Средство измерений напряжения питающей сети в диапазоне от 198 до 242 В с относительной погрешностью не более 3 %; средство измерений частоты питающей сети в диапазоне от 45 до 55 Гц с абсолютной погрешностью не более ±0,25 Гц	Клещи для измерения параметров качества электроэнергии Fluke 345, рег. № 52396-13
п. 10 Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	Рабочий эталон единиц времени и частоты второго разряда по Государственной поверочной схеме для средств измерений времени и частоты (приказ Росстандарта от 26.09.2022 № 2360). Номинальные значения частот выходных сигналов 1 Гц, 10 МГц; пределы	Государственный рабочий эталон 1 р. единиц частоты номинальных значений 1 Гц, 5, 10 и 100 МГц и времени в диапазоне значений от минус 0,5 до 0,5 с, рег. № 3.1.ZZT.0444.2024

Продолжение таблицы 3

Операции поверки, требующие применение средств поверки	*Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки*	*Перечень рекомендуемых средств поверки*
	допускаемой относительной погрешности по частоте $\pm 1{,}5 \cdot 10^{-12}$.	
	Диапазон измерений частоты от 1 Гц до 100 МГц, пределы допускаемой относительной погрешности по частоте опорного генератора $\pm 5{,}0 \cdot 10^{-6}$, диапазон измерения интервалов времени от минус 5 нс до 5 с, пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения интервалов времени ±3,0 нс (для интервалов времени не более 100 мкс)	Частотомер универсальный CNT-90, рег. № 41567-09
	Полоса пропускания 100 МГц, пределы допускаемой относительной погрешности коэффициента отклонения ±1,5 %.	Осциллограф цифровой DPO3032A, рег. № 41691-09
	Диапазон значений частоты входных синусоидальных сигналов от 1 до 100 МГц, предел допускаемой основной погрешности измерения (нестабильность частоты, вносимой прибором – среднее квадратическое относительное двухвыборочное отклонение (СКДО)) для входных синусоидальных сигналов в режиме «Два входа» пары сигналов YX при $\tau_и$ = 1 с – $5{,}0 \cdot 10^{-13}$; $\tau_и$ = 10 с – $1{,}5 \cdot 10^{-13}$; $\tau_и$ = 100 с – $5{,}0 \cdot 10^{-14}$; $\tau_и$ = 1 ч – $8{,}0 \cdot 10^{-15}$; $\tau_и$ = 1 сут – $2{,}5 \cdot 10^{-15}$.	Компаратор-анализатор фазовый VCH-323, рег. № 70997-18
	Диапазон входных частот от 5 до 10 МГц, пределы допускаемой спектральной плотности мощности собственных фазовых шумов при отстройке от несущей частоты 10 МГц: 10 Гц – минус 130 дБ; ≥1000 Гц – минус 150 дБ.	Анализатор фазовых шумов 5120A, рег. № 79261-20
	Диапазон рабочих частот от 5 кГц до 100 МГц, пределы допускаемой относительной погрешности частоты опорного генератора 10 МГц $\pm 2{,}0 \cdot 10^{-6}$; средний уровень собственных шумов в полосе 1 Гц при ослаблении встроенного аттенюатора 0 дБ при включенном предусилителе в диапазоне частот от 1 до 10 МГц включительно – минус 100 дБ.	Анализатор спектра FPC1000, рег. № 68365-17

5.2 Допускается использование других средств поверки, обеспечивающих определение метрологических характеристик поверяемого УСЧ-М с требуемой точностью.

5.3 Применяемые средства поверки должны быть исправны, поверены (аттестованы) и иметь сведения о результатах поверки (аттестации) в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений.

6 ТРЕБОВАНИЯ (УСЛОВИЯ) ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

6.1 При проведении поверки должны быть соблюдены требования безопасности, регламентированные в ГОСТ IEC 61010-1-2014, а также изложенные в эксплуатационной документации на УСЧ-М и применяемые средства поверки.

7 ВНЕШНИЙ ОСМОТР СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

7.1 При внешнем осмотре проверить соответствие УСЧ-М следующим требованиям:

– соответствие маркировки УСЧ-М формуляру и описанию типа;

– соответствие комплектности УСЧ-М формуляру;

– сохранность пломб;

– чистота и исправность соединителей;

– отсутствие внешних механических повреждений, которые могут оказывать влияние на метрологические характеристики, и ослабления элементов конструкции;

– сохранность органов управления.

7.2 Результаты поверки считать положительными, если выполняются условия п. 7.1, в противном случае УСЧ-М бракуют.

8 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ И ОПРОБОВАНИЕ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

8.1 Подготовить УСЧ-М к работе в соответствии с руководством по его эксплуатации (далее - РЭ), средства поверки – в соответствии с их эксплуатационной документацией.

8.2 Контроль условий поверки.

Перед поверкой УСЧ-М убедиться, что условия поверки соответствуют указанным в разделе 3.

8.3 Перед проведением операций поверки необходимо:

– проверить комплектность рекомендуемых (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).

8.4 Опробование

8.4.1 В соответствии с руководством по эксплуатации ЯКУР.411734.030РЭ п. 5.3 выполнить подготовительные работы для работы УСЧ-М.

С помощью консоли KVM из состава УСЧ-М переключить экран монитора на отображение состояния рабочего стола ПЭВМ1.

Через интервал времени не менее 10 минут, по завершении цикла выполнения фоновых программ диагностики аппаратуры, прочитать сообщения в полях таблиц состояния аппаратуры главного окна программы «УСЧ-М. Программа оценки состояния изделия и переключения резерва». При отсутствии неисправностей в аппаратуре УСЧ-М поля во всех таблицах должны быть зеленого цвета.

8.4.2 Результаты поверки считать положительными, если в таблицах состояния аппаратуры отсутствуют сообщения о неисправностях, в противном случае УСЧ-М бракуют.

9 ПРОВЕРКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

9.1 С помощью консоли KVM из состава УСЧ-М переключить экран монитора на отображение состояния рабочего стола ПЭВМ1.

9.2 В окне программы «MonitorUSCHm – мониторинг УСЧ-М» нажать вкладку «Справка», затем нажать «О программе».

В открывшемся окне зафиксировать номер версии программного обеспечения (далее – ПО).

9.3 Результаты поверки считать положительными, если номер версии ПО соответствует описанию типа. Идентификационные данные приведены в таблице 4.

В противном случае УСЧ-М бракуют.

Таблица 4- Идентификационные данные ПО

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Идентификационное наименование ПО	УСЧ-М. RU.ЯКУР.00197-02 90 01. (Скрипт для автоматической установки ПО)
Номер версии (идентификационный номер)	RU.ЯКУР.00197-02

10 ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК И ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ

10.1 Определение номинальных значений частот выходных синусоидальных сигналов и среднего квадратического значения напряжения выходных сигналов 5, 10 и 100 МГц на нагрузке 50 Ом, определение параметров выходных импульсных сигналов 1 с и 4,114432 с

10.1.1 Включить и подготовить к работе Государственный рабочий эталон 1 разряда единиц частоты номинальных значений 1 Гц, 5, 10 и 100 МГц и времени в диапазоне значений от минус 0,5 до 0,5 с (далее – ГРЭ1) в соответствии с его правилами содержания и применения, а также осциллограф цифровой DPO3032A и частотомер универсальный CNT-90 в соответствии с их руководствами по эксплуатации (далее – РЭ). На вход «EXT REF» частотомера универсального CNT-90 подать опорный сигнал 5(10) МГц от ГРЭ1 и настроить на режим работы от внешнего опорного генератора.

Измерения частоты сигналов 5 МГц и среднего квадратического значения напряжения на нагрузке 50 Ом провести с помощью частотомера универсального CNT-90 и осциллографа цифрового DPO3032A соответственно на выходах 1, 2, 3 и 4 «5 МГц» панели подключения потребителей приборного шкафа УСЧ2-1-М, а также на выходах 1, 2, 3 и 4 приборного шкафа УСЧ2-2-М.

Измерения частоты сигналов 10 МГц и среднего квадратического значения напряжения на нагрузке 50 Ом провести с помощью частотомера универсального CNT-90 и осциллографа цифрового DPO3032A на выходах 1, 2, 3 и 4 «10 МГц» панели подключения потребителей приборного шкафа УСЧ2-1-М, а также на выходах 5, 6, 7 и 8 приборного шкафа УСЧ2-2-М.

Измерения частоты сигналов 100 МГц и среднего квадратического значения напряжения на нагрузке 50 Ом провести с помощью частотомера универсального CNT-90 и осциллографа цифрового DPO3032A на выходах 1 и 2 «100 МГц» панели подключения потребителей приборного шкафа УСЧ2-1-М, а также на выходах 1 и 2 «100 МГц» приборного шкафа УСЧ2-2-М.

10.1.2 Определить параметры выходных импульсных сигналов 1 с и 4,114432 с с помощью осциллографа цифрового DPO3032A и частотомера универсального CNT-90 (период следования импульсов):

- полярность импульсов;

- период следования импульсов;
- амплитуда импульсов на нагрузке 50 Ом;
- длительность переднего фронта импульса;
- длительность импульса.

Измерения провести последовательно: на четырех выходах шкалы времени «4,114432 с» приборного шкафа УЧС2-1-М и четырех выходах шкалы времени «4,114432 с» приборного шкафа УЧС2-2-М; на трех выходах шкалы времени «1 с» приборного шкафа УЧС2-1-М и трех выходах шкалы времени «1 с» приборного шкафа УЧС2-2-М.

10.1.3 Результаты поверки считать положительными, если:

- номинальные значения частот выходных синусоидальных сигналов составляют (5,000 000±0,000 001) МГц, (10,000 000±0,000 001) МГц и (100,000 000±0,000 001) МГц;
- среднее квадратическое значение напряжения выходных сигналов 5, 10 и 100 МГц на нагрузке 50 Ом не менее 0,6 В;
- параметры выходных импульсных сигналов 1 с и 4,114432 с:

- полярность импульсов	положительная;
- период следования импульсов, с (4,114 432±0,000 001) с соответственно;	(1,000 000±0,000 001) с и
- амплитуда импульсов на нагрузке 50 Ом, В	от 2,4 до 3,4;
- длительность переднего фронта импульса, нс	не более 10;
- длительность импульса, мкс	от 2,0 до 3,0.

В противном случае УСЧ-М бракуют.

10.2 Определение относительной погрешности по частоте и среднего квадратического относительного двухвыборочного отклонения (СКДО) результатов измерений частоты выходного сигнала 10 МГц при интервале времени измерения: 1, 10, 100, 1 000 с, 1 ч, 1 сут

Измерения проводить при точности поддержания температуры окружающего воздуха ±1 °С в диапазоне рабочих температур.

10.2.1 Включить и подготовить к работе ГРЭ1 и компаратор-анализатор фазовый VCH-323 в соответствии с их РЭ.

Определение относительной погрешности по частоте и СКДО результатов измерений частоты выходного сигнала 10 МГц провести по схеме, представленной на рисунке 1.

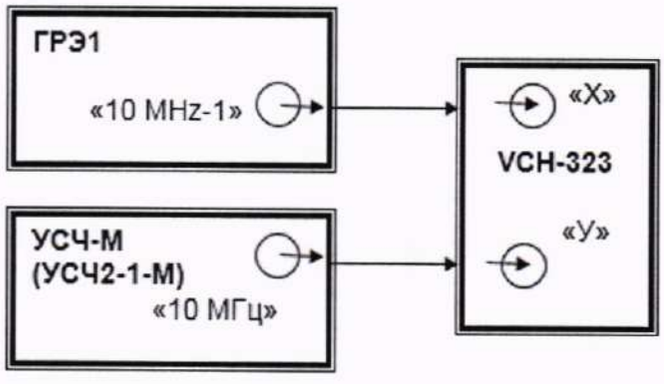


Рисунок 1 – Схема определения относительной погрешности по частоте и СКДО результатов измерений частоты выходного сигнала 10 МГц

Выходной сигнал ГРЭ1 10 МГц подать на вход «X» компаратора-анализатора VCH-323.

Сигнал 10 МГц с любого выхода «10 МГц» панели подключения потребителей приборного шкафа УСЧ2-1-М, подать на вход «Y» компаратора-анализатора VCH-323.

10.2.2 На компараторе-анализаторе VCH-323 запустить измерения, режим измерения «Два входа».

10.2.3 По истечении не менее 10 суток зафиксировать значения относительной погрешности по частоте и СКДО результатов измерений частоты выходного сигнала 10 МГц при интервале времени измерения: 1 с, 10 с, 100 с, 1 000 с, 1 ч, 1 сут.

10.2.4 Результаты поверки считать положительными, если: значение относительной погрешности по частоте находится в пределах $\pm 5{,}0 \cdot 10^{-12}$; значения СКДО результатов измерений частоты выходного сигнала 10 МГц при интервале времени измерения, не более:

- 1 с $5{,}0 \cdot 10^{-12}$;
- 10 с $1{,}5 \cdot 10^{-12}$;
- 100 с $5{,}0 \cdot 10^{-13}$;
- 1 000 с $1{,}5 \cdot 10^{-13}$;
- 1 ч $8{,}0 \cdot 10^{-14}$;
- 1 сут $2{,}5 \cdot 10^{-14}$.

В противном случае УСЧ-М бракуют.

10.3 Определение спектральной плотности мощности фазовых шумов в одной боковой полосе спектра выходного сигнала 10 МГц в отстройке от несущей частоты на 10 Гц и 1 кГц и более

10.3.1 Включить и подготовить к работе ГРЭ1 в соответствии с его правилами содержания и применения и компаратор-анализатор фазовый VCH-323 в соответствии с его РЭ.

Определение спектральной плотности мощности фазовых шумов в одной боковой полосе спектра выходного сигнала 10 МГц в отстройке от несущей частоты на 10 Гц и 1 кГц и более провести по схеме, представленной на рисунке 2.

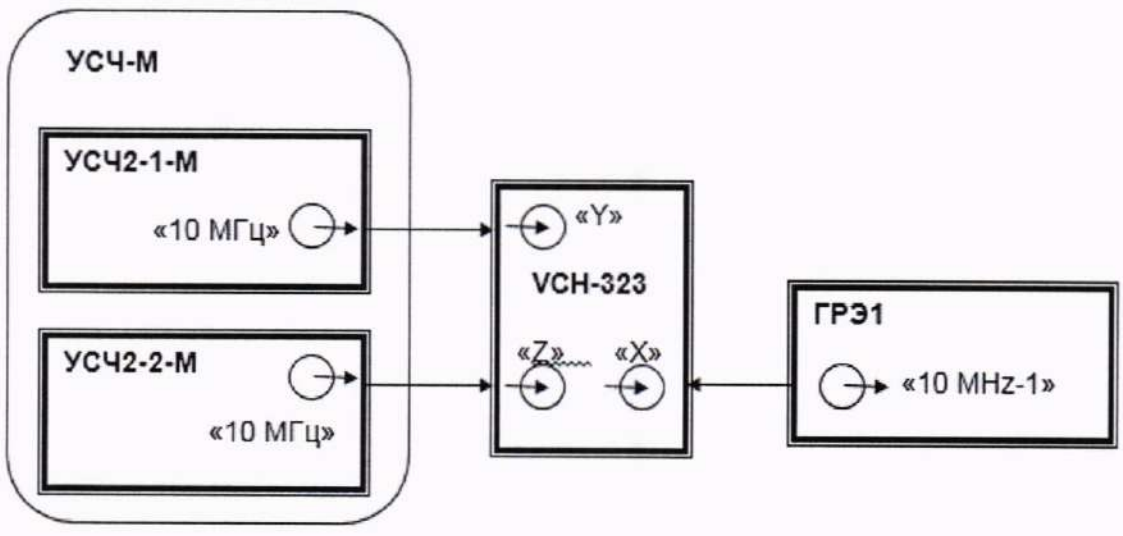


Рисунок 2 – Схема определения спектральной плотности мощности фазовых шумов в одной боковой полосе спектра выходного сигнала 10 МГц

Выходной сигнал ГРЭ1 10 МГц подать на вход «X» компаратора-анализатора фазового VCH-323.

Сигнал 10 МГц с любого выхода «10 МГц» панели подключения потребителей приборного шкафа УСЧ2-1-М, подать на вход «Y» компаратора-анализатора фазового VCH-323.

Сигнал 10 МГц с любого выхода «10 МГц» панели подключения потребителей приборного шкафа УСЧ2-2-М, подать на вход «Z» компаратора-анализатора фазового VCH-323.

10.3.2 На компараторе-анализаторе фазовом VCH-323 запустить измерения, режим измерения «Три входа».

10.3.3 По истечении не менее 90 минут зафиксировать значения спектральной плотности мощности фазовых шумов в одной боковой полосе спектра выходного сигнала 10 МГц в отстройке от несущей частоты на 10 Гц и 1 кГц и более.

10.3.4 Результаты поверки считать положительными, если значения спектральной плотности мощности фазовых шумов в одной боковой полосе спектра выходного сигнала 10 МГц, не более:

- при отстройке от несущей частоты 10 Гц — минус 125 дБ;
- при отстройке от несущей частоты 1 кГц и более — минус 145 дБ.

В противном случае УСЧ-М бракуют.

10.4 Определение относительного уровня дискретных спектральных составляющих в спектре выходного сигнала частотой 10 МГц, при отстройке в диапазоне от 20 Гц до 220 кГц

10.4.1 Определение относительного уровня дискретных спектральных составляющих в спектре выходного сигнала частотой 10 МГц, при отстройке в диапазоне от 20 Гц до 220 кГц провести с применением анализатора фазовых шумов 5120A и ГРЭ1.

Включить и подготовить к работе анализатор фазовых шумов 5120A в соответствии с его РЭ и ГРЭ1 в соответствии с его правилами содержания и применения.

10.4.2 На вход «Reference» анализатора фазовых шумов 5120A подать опорный сигнал 10 МГц от ГРЭ1.

На вход «Input» анализатора фазовых шумов 5120A подать поочередно выходные сигналы «10 МГц» с выходов 1, 2, 3 и 4 «10 МГц» панели подключения потребителей приборного шкафа УСЧ2-1-М и с выходов 5, 6, 7 и 8 приборного шкафа УСЧ2-2-М.

10.4.3 Определить относительный уровень дискретных спектральных составляющих в спектре выходного сигнала частотой 10 МГц, при отстройке от несущей частоты в диапазоне от 20 Гц до 220 кГц.

10.4.4 Результаты поверки считать положительными, если измеренные относительные уровни дискретных спектральных составляющих в спектре выходного сигнала частотой 10 МГц, при отстройке в диапазоне от 20 Гц до 220 кГц не более минус 90 дБ.

В противном случае УСЧ-М бракуют.

10.5 Определение ослабления гармонических составляющих в спектре выходного сигнала 10 МГц

10.5.1 Определение ослабления гармонических составляющих в спектре выходного сигнала 10 МГц провести с применением анализатора спектра FPC1000.

Включить и подготовить к работе анализатор спектра FPC1000 в соответствии с РЭ на него.

10.5.2 Подать поочередно выходные сигналы «10 МГц» с выходов 1, 2, 3 и 4 «10 МГц» панели подключения потребителей приборного шкафа УСЧ2-1-М и с выходов 5, 6, 7 и 8 приборного шкафа УСЧ2-2-М

10.5.3 Определить уровни гармонических составляющих (достаточно определить для 2-й и 3-й гармоник) в спектре выходного сигнала 10 МГц.

Определить уровень сигнала несущей частоты 10 МГц.

10.5.4 Ослабления гармонических составляющих в спектре выходного сигнала 10 МГц определить по формуле (1):

$$K = U_{nf} - U_{10\,МГц} \qquad (1)$$

где: K – коэффициент ослабления спектральной составляющей частоты 10 МГц, дБ;

U_{nf} – уровень спектральной составляющей (гармоники $n \cdot f$, $n \in N$) частоты 10 МГц, дБ;

$U_{10\,МГц}$ – уровень сигнала несущей частоты 10 МГц, дБ.

10.5.5 Результаты поверки считать положительными, если ослабления гармонических составляющих в спектре выходного сигнала 10 МГц не более минус 30 дБ.

В противном случае УСЧ-М бракуют.

10.6 Определение абсолютной погрешности синхронизации формируемой шкалы времени внешним импульсным сигналом 1 Гц

10.6.1 Определение абсолютной погрешности синхронизации формируемой шкалы времени внешним импульсным сигналом 1 Гц провести с помощью ГРЭ1 и частотомера универсального CNT-90 по схеме, приведенной на рисунке 3.

Включить и подготовить к работе ГРЭ1 в соответствии с его правилами содержания и применения и частотомер универсальный CNT-90 в соответствии с его РЭ.

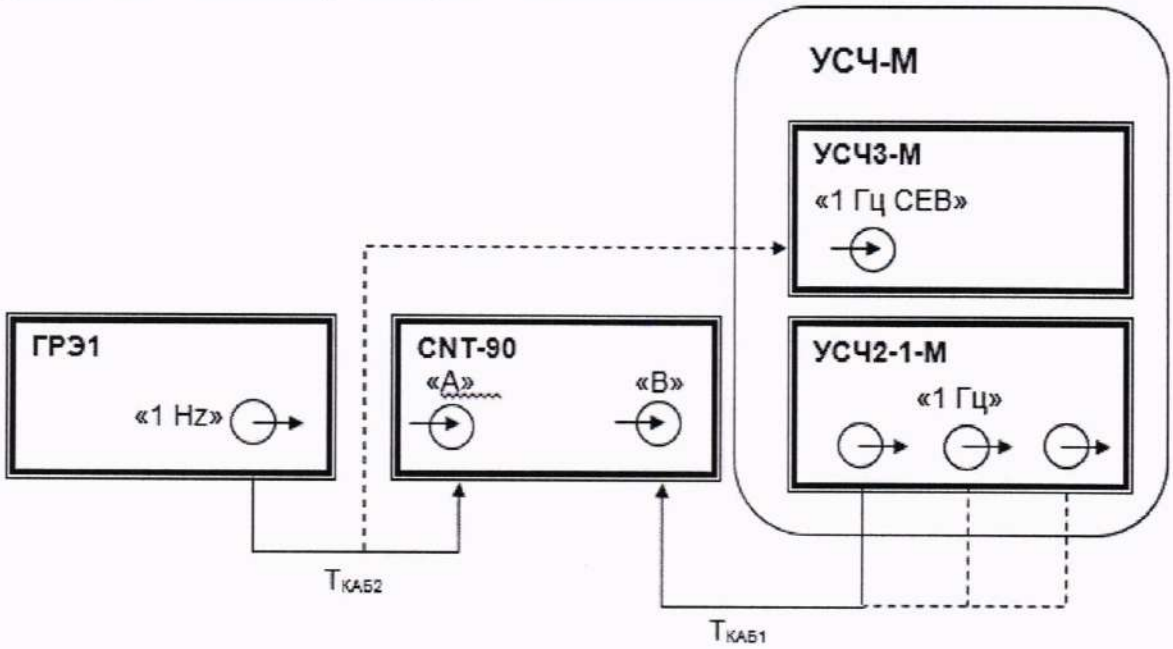


Рисунок 3 – Схема определения абсолютной погрешности синхронизации формируемой шкалы времени внешним импульсным сигналом 1 Гц

10.6.2 Подать сигнал 1 Гц с выхода ГРЭ1 на вход внешней синхронизации «1 Гц СЕВ» стойки УСЧ3-М. Синхронизация формируемой РШВ внешним импульсным сигналом 1 Гц произойдет автоматически в течение нескольких секунд.

10.6.3 Отключить кабель от УСЧ3-М и подключить его ко входу «А» частотомера универсального CNT-90.

На вход «В» частотомера универсального CNT-90 подать импульсный сигнал 1 Гц с выхода 1 «1 Гц» приборного шкафа УЧС2-1-М.

10.6.4 Настроить входы частотомера универсального CNT-90 в соответствии с параметрами импульсных сигналов 1 Гц:

– импульсный сигнал;

– измерения по переднему фронту;

– входная нагрузка 50 Ом;

– уровень срабатывания по переднему фронту 1 В;

– режим измерения интервалов времени «A to B».

Произвести не менее 10 измерений интервалов времени между выходными импульсными сигналами 1 Гц ГРЭ1 и УЧС2-1-М. Зафиксировать максимальное и минимальное значения $\Delta T^{макс}_{CNT-90}$ ($\Delta T^{мин}_{CNT-90}$).

10.6.5 Абсолютную погрешность синхронизации формируемой шкалы времени внешним импульсным сигналом 1 Гц $\Delta T_{УСЧ-М}$ определить по формулам (2) и (3):

$$\Delta T_{УСЧ-М} = \Delta T^{макс}_{CNT-90} - T_{КАБ1}. \quad (2)$$

$$\Delta T_{УСЧ-М} = \Delta T^{мин}_{CNT-90} - T_{КАБ1}. \quad (3)$$

где: $T_{КАБ1}$ - задержка прохождения импульсного сигнала 1 Гц в кабеле подключаемом ко входу «В» частотомера универсального CNT-90.

10.6.6 В случае, если абсолютная погрешность синхронизации формируемой шкалы времени внешним импульсным сигналом 1 Гц $\Delta T_{УСЧ-М}$ превышает 10 нс, то внести корректировку фазы сигнала 1 Гц. Для этого в окне программы «УСЧ-М Монитор формирователей опорных шкал времени» нажать вкладку «Оценка_установки_УНД», далее выбрать «Поправка смещения + ШВ 1PPS на выходах ШВ потребителя» для положительной корректировки или «Поправка смещения - ШВ 1PPS на выходах ШВ потребителя» для отрицательной корректировки фазы сигнала 1 Гц.

10.6.7 Повторить измерения и расчёты по п.п. 10.6.2-10.6.5 для всех выходных сигналов 1 Гц УЧС-М (выходы 2 и 3 «1 Гц» УЧС2-1-М, и выходы 1-3 «1 Гц» УЧС2-2-М).

10.6.8 Результаты испытаний считать положительными, если значения абсолютной погрешности синхронизации формируемой шкалы времени внешним импульсным сигналом 1 Гц, рассчитанные по формулам (2) и (3) находятся в пределах ±10 нс.

В противном случае УСЧ-М бракуют.

11 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

11.1 Сведения о результатах поверки средства измерений передаются в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений.

По заявлению владельца средства измерений или лица, представившего его на поверку, выдается свидетельство о поверке, и (или) в формуляр средства измерений вносится запись о проведённой поверке, заверяемая подписью поверителя и знаком поверки, с указанием даты поверки, или выдается извещение о непригодности к применению средства измерений с указанием причины непригодности.

В случае положительных результатов поверки на СИ наносится знак поверки в соответствии с указаниями в описании типа.

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

Начальник отделения ГМЦ ГСВЧ
ФГУП «ВНИИФТРИ» В.Н. Федотов

Начальник отдела № 71 – ученый хранитель
государственного эталона ФГУП «ВНИИФТРИ» И.Б. Норец

Инженер I категории
лаборатории № 714 ФГУП «ВНИИФТРИ» С.А. Семенов