СОГЛАСОВАНО

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

_____ А.Н. Щипунов

«__02__» _____ 2026 г.

М.п.

Государственная система обеспечения единства измерений

Аппаратура контрольно-проверочная КПА-Фианит

Методика поверки

МП 651-25-050

пгт. Менделеево
2026 г.

Содержание

1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ 3
2 ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ ПОВЕРКИ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ 4
3 ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ 6
4 ТРЕБОВАНИЯ К СПЕЦИАЛИСТАМ, ОСУЩЕСТВЛЯЮЩИМ ПОВЕРКУ 7
5 МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СРЕДСТВАМ ПОВЕРКИ 7
6 ТРЕБОВАНИЯ (УСЛОВИЯ) ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ 9
7 ВНЕШНИЙ ОСМОТР СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ 9
8 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ И ОПРОБОВАНИЕ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ 9
9 ПРОВЕРКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ 10
10 ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК И ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ 10
11 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ 19

1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1 Настоящая методика поверки распространяется на аппаратуру контрольно-проверочную КПА-Фианит (далее – КПА-Фианит), изготовленную акционерным обществом «Российский институт радионавигации и времени» (АО «РИРВ»), г. Санкт-Петербург, и устанавливает методику первичной и периодической поверок.

1.2 Первичной поверке подлежат КПА-Фианит до ввода их в эксплуатацию. Периодической поверке подлежат КПА-Фианит, находящиеся в эксплуатации, на хранении и после ремонта.

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

Таблица 1 – Метрологические характеристики

Наименование характеристики	Значение
1	*2*
Номинальное значение частоты измеряемого сигнала, Гц	$5 \cdot 10^6$
Среднее квадратическое значение напряжения входного синусоидального сигнала на нагрузке (50±5) Ом, В	от 0,3 до 0,8
Нестабильность (предел допускаемого СКО) частоты, вносимая прибором, при измерении частоты входного синусоидального сигнала 5,0 МГц при интервале времени измерения $\tau_{изм}$ и интервале времени наблюдений $\tau_н$:	
$\tau_{изм}$ = 0,0001 с; $\tau_н$ = 86 с;	$1 \cdot 10^{-7}$
$\tau_{изм}$ = 0,001 с; $\tau_н$ = 144 с;	$5 \cdot 10^{-8}$
$\tau_{изм}$ = 0,01 с; $\tau_н$ = 86 с;	$5 \cdot 10^{-9}$
$\tau_{изм}$ = 0,1 с; $\tau_н$ = 160 с;	$5 \cdot 10^{-10}$
$\tau_{изм}$ = 1 с; $\tau_н$ = 200 с;	$5 \cdot 10^{-12}$
$\tau_{изм}$ = 10 с; $\tau_н$ = 768 с;	$5 \cdot 10^{-12}$
$\tau_{изм}$ = 100 с; $\tau_н$ = 3232 с;	$5 \cdot 10^{-12}$
$\tau_{изм}$ = 1000 с; $\tau_н$ = 16320 с	$5 \cdot 10^{-12}$
Спектральная плотность мощности собственных фазовых шумов в одной боковой полосе спектра сигнала на несущей частоте 5 МГц при отстройке от несущей частоты, дБ:	
от 0,8 до 5 Гц	-105
от 5 до 50 Гц	-130
от 50 до 500 Гц	-140
от 0,5 до 1,5 кГц	-150
от 1,5 до 20 кГц	-155
Амплитуда входного импульсного сигнала на нагрузке (50±5) Ом, В	от 2,4 до 5,0
Предел допускаемого среднего квадратического относительного отклонения (СКО) результатов измерения частоты импульсного сигнала 2,5 МГц при интервале времени измерения $\tau_и$ = 10 с в диапазоне:	
(2,50000±0,00035) МГц;	$5 \cdot 10^{-10}$
(2,50±0,01) МГц	$2 \cdot 10^{-9}$
Предел допускаемого СКО результатов измерений интервалов времени входной последовательности импульсов длительностью от 1 до 4 мкс частотой от 1,5 до 2,5 кГц, относительно опорной последовательности импульсов той же частоты при $\tau_{изм}$ = 10 с, нс	2

Продолжение таблицы 1

Наименование характеристики	Значение
1	*2*
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения интервалов времени входной последовательности импульсов длительностью от 3 до 10 мкс частотой (1,00±0,01) Гц, относительно опорной последовательности импульсов той же частоты, мкс	±2,0
Номинальное значение частоты выходного сигнала, МГц	5
Среднее квадратическое значение напряжения выходного сигнала 5 МГц на нагрузке (50±5) Ом, В	от 0,20 до 0,45
Пределы допускаемого среднего относительного изменения частоты при интервале времени наблюдений 1 месяц	$\pm 2{,}5 \cdot 10^{-11}$
Нестабильность (предел допускаемого СКДО) частоты выходного сигнала 5 МГц при интервале времени измерения $\tau_{изм}$:	
$\tau_{изм}$ = 1 с;	$2{,}0 \cdot 10^{-11}$
$\tau_{изм}$ = 10 с;	$1{,}0 \cdot 10^{-11}$
$\tau_{изм}$ = 100 с;	$5{,}0 \cdot 10^{-12}$
$\tau_{изм}$ = 1000 с	$3{,}0 \cdot 10^{-12}$

1.3 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.

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

2 ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ ПОВЕРКИ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

2.1 Для поверки приборов 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	*2*	*3*	*4*
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:	да	да	10

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	
1	*2*	*3*	*4*
5.1 Определение номинального значения частоты и среднего квадратического значения напряжения выходного сигнала 5 МГц на нагрузке (50±5) Ом	да	да	10.1
5.2 Определение среднего относительного изменения частоты при интервале времени наблюдений 1 месяц	да	да	10.2
5.3 Определение нестабильности (СКДО) частоты выходного сигнала 5 МГц при интервале времени измерения $\tau_{изм}$ 1, 10, 100 и 1000 с	да	да	10.3
5.4 Определение номинального значения частоты и проверка диапазона среднего квадратического значения напряжения входного синусоидального сигнала 5 МГц на нагрузке (50±5) Ом	да	да	10.4
5.5 Определение нестабильности (СКО) частоты, вносимой прибором, при измерении частоты входного синусоидального сигнала 5,0 МГц при интервале времени измерения $\tau_{изм}$ и интервале времени наблюдений $\tau_н$: $\tau_{изм}$ = 0,0001 с, $\tau_н$ = 86 с; $\tau_{изм}$ = 0,001 с, $\tau_н$ = 144 с; $\tau_{изм}$ = 0,01 с, $\tau_н$ = 86 с; $\tau_{изм}$ = 0,1 с, $\tau_н$ = 160 с; $\tau_{изм}$ = 1 с, $\tau_н$ = 200 с; $\tau_{изм}$ = 10 с, $\tau_н$ = 768 с; $\tau_{изм}$ = 100 с, $\tau_н$ = 3232 с; $\tau_{изм}$ = 1000 с, $\tau_н$ = 16320 с	да	да	10.5
5.6 Определение спектральной плотности мощности собственных фазовых шумов в одной боковой полосе спектра сигнала на несущей частоте 5 МГц при отстройке от несущей частоты, дБ: от 0,8 до 5 Гц; от 5 до 50 Гц; от 50 до 500 Гц; от 0,5 до 1,5 кГц; от 1,5 до 20 кГц	да	да	10.6
5.7 Проверка диапазона амплитуд входного импульсного сигнала на нагрузке (50±5) Ом	да	да	10.7

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	
1	*2*	*3*	*4*
5.8 Определение среднего квадратического относительного отклонения (СКО) результатов измерения частоты импульсного сигнала 2,5 МГц при интервале времени измерения $\tau_и$ = 10 с в диапазоне (2,50000±0,00035) МГц и (2,50±0,01) МГц	да	да	10.8
5.9 Определение СКО результатов измерений интервалов времени входной последовательности импульсов длительностью от 1 до 4 мкс частотой от 1,5 до 2,5 кГц, относительно опорной последовательности импульсов той же частоты при $\tau_{изм}$ = 10 с	да	да	10.9
5.10 Определение абсолютной погрешности измерения интервалов времени входной последовательности импульсов длительностью от 3 до 10 мкс частотой (1,00±0,01) Гц, относительно опорной последовательности импульсов той же частоты	да	да	10.10
6 Оформление результатов поверки	да	да	11

2.2 Допускается проведение поверки отдельных измерительных каналов или меньшего числа измеряемых величин или на меньшем числе поддиапазонов измерений, которые используются при эксплуатации по соответствующим пунктам настоящей методики поверки. Соответствующая запись должна быть сделана в эксплуатационных документах и свидетельстве о поверке на основании решения эксплуатирующей организации.

При получении отрицательных результатов поверки по любым пунктам 1-5 таблицы 2 КПА-Фианит бракуется и отправляется в ремонт.

3 ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

3.1 При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

– температура окружающего воздуха, °С.....от +15 до +25;
– относительная влажность воздуха при температуре +25 °С, %,..... не более 80;
– атмосферное давление, кПа (мм рт. ст.).....от 84 до 106 (от 630 до 795);
– напряжение питания от сети переменного тока, В.....от 198 до 242;
– частота переменного тока, Гц.....от 49 до 51.

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 КПА-Фианит 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*
1	*2*	*3*
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 ±1 °С; средство измерений относительной влажности воздуха в диапазоне от 10 % до 80 % с погрешностью не более ±3 %; средство измерений атмосферного давления в диапазоне измерений от 84 до 106 кПа, пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений атмосферного давления ±0,3 кПа.	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

Продолжение таблицы 3

Операции поверки, требующие применение средств поверки	*Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки*	*Перечень рекомендуемых средств поверки*
1	*2*	*3*
п. 10 Определение метрологических характеристик	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; 1, 5 и 10 МГц, пределы допускаемой относительной погрешности по частоте $\pm 5{,}0 \cdot 10^{-12}$.	Стандарт частоты и времени водородный Ч1-1007, рег. № 40466-09
	Номинальные значения частот входных сигналов 5; 10 и 100 МГц, предел допускаемого среднего квадратического относительного двухвыборочного отклонения результата измерения частоты для одноканального режима работы при $\tau_и$ = 1 с – $2{,}0 \cdot 10^{-12}$; $\tau_и$ = 10 с – $1{,}0 \cdot 10^{-12}$; $\tau_и$ = 100 с – $5{,}0 \cdot 10^{-13}$; $\tau_и \geq 100$ с – $3{,}0 \cdot 10^{-13}$.	Компаратор частотный VCH-314, рег. № 35266-07
	Диапазон частот выходных сигналов от 1 мкГц до 80 МГц, пределы допускаемой относительной погрешности установки частоты выходного сигнала $\pm (1{,}0 \cdot 10^{-6} \cdot F + 15$ пГц), где F установленное значение частоты сигнала.	Генератор сигналов произвольной формы 33612A, рег. № 79866-20
	Диапазон измерений интервалов времени от 0 до 10^6 с, пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений интервалов времени ±0,62 нс для интервалов времени не более 100 мкс и ±200 нс для интервалов времени не более 1 с.	Частотомер универсальный CNT-90, рег. № 41567-09
	Полоса пропускания 300 МГц, пределы допускаемой относительной погрешности коэффициента отклонения ±1,5 %.	Осциллограф цифровой DPO3032A, рег. № 41691-09
	ОС Windows 98 (или выше в режиме совместимости), интерфейс RS-232	Вспомогательное средство. ПЭВМ

5.2 Допускается использование других средств поверки, обеспечивающих определение метрологических характеристик поверяемой КПА-Фианит 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 средство измерений и применяемые средства поверки.

7 ВНЕШНИЙ ОСМОТР СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

7.1 При внешнем осмотре проверить соответствие КПА-Фианит следующим требованиям:

– соответствие маркировки КПА-Фианит техническому описанию и описанию типа;

– соответствие комплектности КПА-Фианит описанию типа;

– сохранность пломб;

– чистота и исправность соединителей;

– отсутствие внешних механических повреждений корпуса, 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 КПА-Фианит бракуют.

8 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ И ОПРОБОВАНИЕ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

8.1 Подготовить КПА-Фианит к работе в соответствии с инструкцией по ее эксплуатации (далее - ИЭ), средства поверки – в соответствии с их эксплуатационной документацией.

8.2 Перед поверкой КПА-Фианит 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 На КПА-Фианит установить тумблер «ВКЛ/ОТКЛ» в нижнее положение.

Соединить с помощью кабеля КПА-20 (из состава КПА-Фианит) разъем «А-Ш1» группы «5 МГц Fсч» и разъем «Fо».

Подключить кабель питания КПА-24 (из состава КПА-Фианит) к КПА-Фианит и к сети питания переменного тока 220 В. Тумблер «ВКЛ/ОТКЛ» перевести в верхнее положение.

Не более чем через 30 минут включится индикатор «НОРМА».

8.4.2 Нажать кнопку «НУ» на передней панели КПА-Фианит. При этом КПА-Фианит устанавливается в исходное состояние. На индикаторе высвечивается двоеточие.

Нажать кнопку «РЕЖ1» и удерживать ее в нажатом состоянии до появления на индикаторе цифры «0», после чего отпустить кнопку «РЕЖ1».

Нажать и отпустить кнопку «ВК». Через некоторое время на индикаторе отобразится число «96», свидетельствующие о готовности КПА-Фианит к работе.

Нажать кнопку «НУ» для перехода в исходное состояние.

8.4.3 Результаты поверки считать положительными, не более чем через 30 минут включился индикатор «НОРМА», а при проверке готовности на индикаторе отобразится число «96».

В противном случае КПА-Фианит бракуют.

9 ПРОВЕРКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

9.1 Включить и подготовить ПЭВМ к работе. На ПЭВМ установить программное обеспечение (далее – ПО) ТСЮИ.00714-01. Запустить исполнительный файл «QUARZ».

При запуске ПО в окне «Information» зафиксировать наименование и номер версии ПО.

Также информацию о наименовании и номере версии ПО можно посмотреть во вкладке «Сервис».

9.2 Результаты поверки считать положительными, если наименование и номер версии ПО соответствуют описанию типа.

В противном случае КПА-Фианит бракуют.

10 ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК И ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯ

10.1 Определение номинального значения частоты и среднего квадратического значения напряжения выходного сигнала 5 МГц

10.1.1 Повторить п. 8.4.

После того, как включится индикатор «НОРМА» прогреть КПА-Фианит в течении двух часов, после чего прибор готов к работе.

Нажать кнопку «НУ» для перехода в исходное состояние.

10.1.2 Прогреть осциллограф цифровой DPO3032A в течении 30 минут. Подать на вход осциллографа выходной сигнал 5 МГц с разъема «А-Ш2» группы «5 МГц Fсч».

Определить номинальное значение частоты и среднее квадратическое значение напряжения выходного сигнала 5 МГц.

10.1.3 Результаты поверки считать положительными, если номинальное значение частоты выходного сигнала составило (5,000±0,001) МГц, а среднее квадратическое значение напряжения выходного сигнала 5 МГц находилось в диапазоне от 0,20 до 0,45 В.

В противном случае КПА-Фианит бракуют.

10.2 Определение среднего относительного изменения частоты при интервале времени наблюдений 1 месяц

10.2.1 Определение среднего относительного изменения частоты при интервале времени наблюдений 1 месяц произвести по схеме, представленной на рисунке 1.

Включить и прогреть стандарт частоты и времени водородный Ч1-1007 и компаратор частотный VCH–314 в соответствии с их технической документацией.

10.2.2 Установить в меню «опции» параметры измерения VCH–314 в соответствии с руководством по эксплуатации ЯКУР.411146.014РЭ:

- коэффициент умножения $1 \cdot 10^6$;
- максимальное время усреднения измерений 86400 с;
- число измерений 10;
- входная частота 5 МГц.

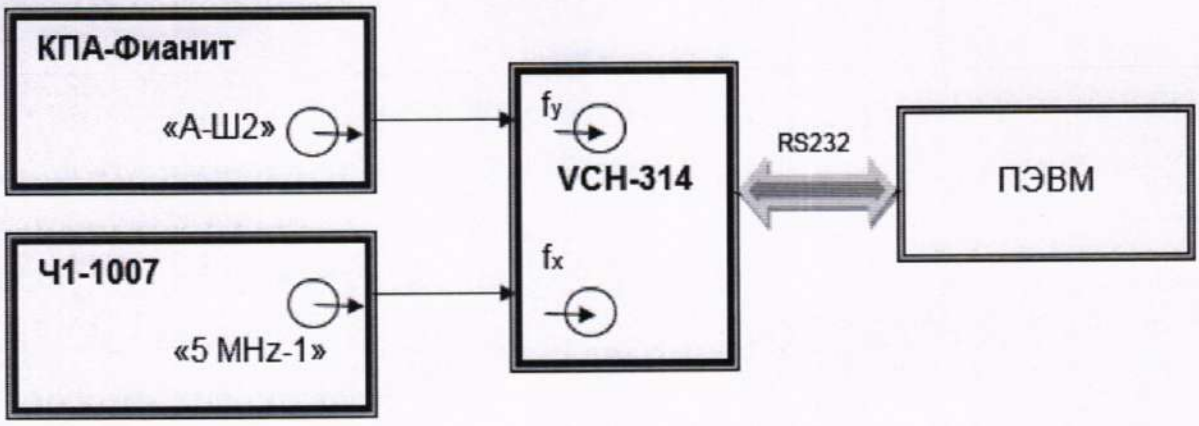


Рисунок 1 – Схема для определения среднего относительного изменения частоты при интервале времени наблюдений 1 месяц

10.2.3 Запустить однократный режим измерений. По истечении 10 сут зафиксировать среднесуточные значения относительной разности частот стандарта частоты и времени водородного Ч1-1007 и КПА-Фианит (относительной погрешности по частоте $\Delta f/fi$).

Методом наименьших квадратов рассчитать линейную модель дрейфа относительной погрешности по частоте на интервале времени наблюдений 10 суток и определить среднее относительное изменение частоты при интервале времени наблюдений 1 сутки $\overline{\Delta f/f_{сут}}$.

10.2.4 Среднее относительное изменение частоты при интервале времени наблюдений 1 месяц (30 сут) $\overline{\Delta f/f_{30}}$ определить по формуле (1):

$$\overline{\Delta f/f_{30}} = \overline{\Delta f/f_{сут}} \cdot 30 \qquad (1)$$

10.2.5 Результаты поверки считать положительными, если значение среднего относительного изменения частоты при интервале времени наблюдений 1 месяц находится в пределах $\pm 2{,}5 \cdot 10^{-11}$.

В противном случае КПА-Фианит бракуют.

10.3 Определение нестабильности (СКДО) частоты выходного сигнала 5 МГц при интервале времени измерения $\tau_{изм}$ 1, 10, 100 и 1000 с

Определение нестабильности (СКДО) частоты выходного сигнала 5 МГц при интервале времени измерения $\tau_{изм}$ 1, 10, 100 и 1000 с произвести по схеме, представленной на рисунке 1.

10.3.1 Повторить измерения по п.п. 10.2.1-10.2.2 при максимальном времени усреднения измерений, установленном на компараторе частотном VCH-314, 1000 с.

Запустить однократный режим измерений. По истечении 10 000 с зафиксировать значения нестабильности (СКДО) частоты выходного сигнала 5 МГц при интервалах времени измерения $\tau_{изм}$ 1, 10, 100 и 1000 с.

10.3.2 Результаты поверки считать положительными, если значения нестабильности (СКДО) частоты выходного сигнала 5 МГц при интервале времени измерения $\tau_{изм}$ не превышают значений:

$\tau_{изм} = 1$ с $\quad 2{,}0 \cdot 10^{-11}$;
$\tau_{изм} = 10$ с $\quad 1{,}0 \cdot 10^{-11}$;
$\tau_{изм} = 100$ с $\quad 5{,}0 \cdot 10^{-12}$;
$\tau_{изм} = 1000$ с $\quad 3{,}0 \cdot 10^{-12}$.

В противном случае КПА-Фианит бракуют.

10.4 Определение номинального значения частоты и проверка диапазона среднего квадратического значения напряжения входного синусоидального сигнала 5 МГц на нагрузке (50±5) Ом

Определение номинального значения и проверку диапазона среднего квадратического значения напряжения входного синусоидального сигнала 5 МГц на нагрузке (50±5) Ом провести по схеме, представленной на рисунке 2.

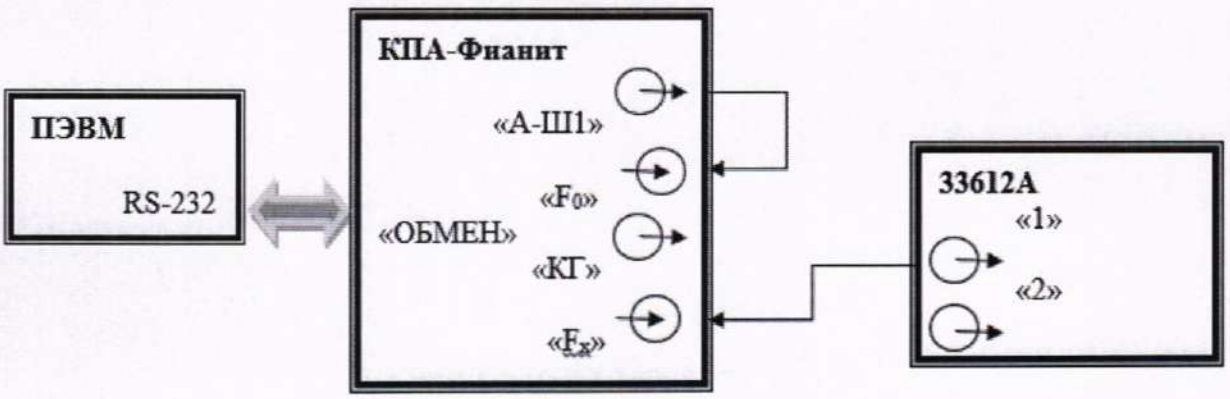


Рисунок 2 – Схема для определения номинального значения частоты и проверки диапазона среднего квадратического значения напряжения входного синусоидального сигнала 5 МГц на нагрузке (50±5) Ом

10.4.1 Включить и прогреть генератор сигналов произвольной формы 33612A.

Настроить выход «1» на генерацию синусоидального сигнала частотой 5 МГц и средним квадратическим значением напряжения 0,3 В на нагрузке 50 Ом.

10.4.2 На ПЭВМ запустить исполнительный файл «QUARZ».

В открывшемся окне выбрать вкладку «Операции», затем режим «Комплексные измерения». В открывшемся окне установить: «Частотный диапазон» – 5 МГц, «Время измерения» –1 с; «выполнить» – 1 измерение. Нажать «Ок».

После окончания времени наблюдений (в окне ПО отображается обратный отчет) в первом окне «Частота», в столбце «Измеренное значение» зафиксировать результат измерений действительного значения частоты.

Выбрать вкладку «Операции», затем нажать «Сброс».

10.4.3 Повторить измерения по п.п. 10.4.1-10.4.2, изменив настройки генератора сигналов произвольной формы 33612A, для синусоидального сигнала частотой 5 МГц со средним квадратическим значением напряжения 0,8 В на нагрузке 50 Ом.

Зафиксировать результат измерений действительного значения частоты.

10.4.4 Результаты поверки считать положительными, если измеренные действительные значения частот соответствуют номинальному значению частоты (5,000±0,001) МГц при среднем квадратическом значении напряжения входных синусоидальных сигналов на нагрузке (50±5) Ом в диапазоне от 0,3 до 0,8 В.

В противном случае КПА-Фианит бракуют.

10.5 Определение нестабильности (СКО) частоты, вносимой прибором, при измерении частоты входного синусоидального сигнала 5,0 МГц при интервале времени $\tau_{изм}$ и интервале времени наблюдений $\tau_н$: $\tau_{изм}$ = 0,0001 с, $\tau_н$ = 86 с; $\tau_{изм}$ = 0,001 с, $\tau_н$ = 144 с; $\tau_{изм}$ = 0,01 с, $\tau_н$ = 86 с; $\tau_{изм}$ = 0,1 с, $\tau_н$ = 160 с; $\tau_{изм}$ = 1 с, $\tau_н$ = 200 с; $\tau_{изм}$ = 10 с, $\tau_н$ = 768 с; $\tau_{изм}$ = 100 с, $\tau_н$ = 3232 с; $\tau_{изм}$ = 1000 с, $\tau_н$ = 16320 с

Определение нестабильности (СКО) частоты, вносимой прибором, при измерении частоты входного синусоидального сигнала 5,0 МГц при интервале времени $\tau_{изм}$ и интервале времени наблюдений $\tau_н$: $\tau_{изм}$ = 0,0001 с, $\tau_н$ = 86 с; $\tau_{изм}$ = 0,001 с, $\tau_н$ = 144 с; $\tau_{изм}$ = 0,01 с, $\tau_н$ = 86 с; $\tau_{изм}$ = 0,1 с, $\tau_н$ = 160 с; $\tau_{изм}$ = 1 с, $\tau_н$ = 200 с; $\tau_{изм}$ = 10 с, $\tau_н$ = 768 с; $\tau_{изм}$ = 100 с, $\tau_н$ = 3232 с; $\tau_{изм}$ = 1000 с, $\tau_н$ = 16320 с произвести по схеме, представленной на рисунке 3.

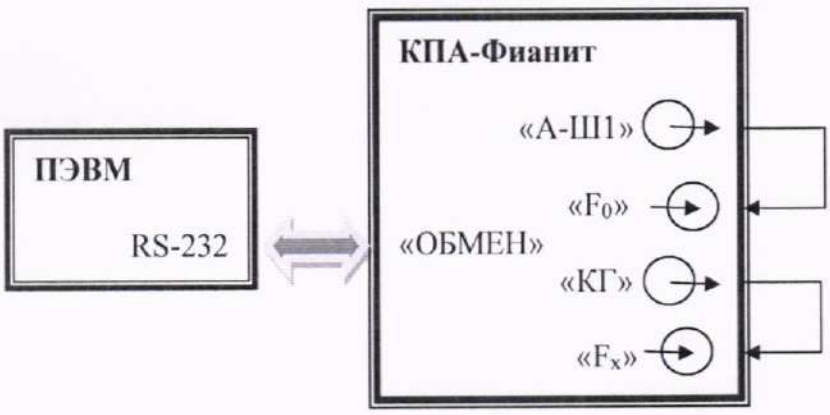


Рисунок 3 – Схема для определения нестабильности (СКО) частоты, вносимой прибором, при измерении частоты входного синусоидального сигнала 5,0 МГц при интервале времени $\tau_{изм}$ и интервале времени наблюдений $\tau_н$: $\tau_{изм}$ = 0,0001 с, $\tau_н$ = 86 с; $\tau_{изм}$ = 0,001 с, $\tau_н$ = 144 с; $\tau_{изм}$ = 0,01 с, $\tau_н$ = 86 с; $\tau_{изм}$ = 0,1 с, $\tau_н$ = 160 с; $\tau_{изм}$ = 1 с, $\tau_н$ = 200 с; $\tau_{изм}$ = 10 с, $\tau_н$ = 768 с; $\tau_{изм}$ = 100 с, $\tau_н$ = 3232 с; $\tau_{изм}$ = 1000 с, $\tau_н$ = 16320 с

10.5.1 На ПЭВМ запустить исполнительный файл «QUARZ».

В открывшемся окне выбрать вкладку «Операции», затем режим «Комплексные измерения». В открывшемся окне установить: «Частотный диапазон» – 5 МГц, «Время измерения» – 0,0001 с; «выполнить» – 1 измерение. Нажать «Ок».

После окончания времени наблюдений (в окне ПО отображается обратный отчет) в первом окне «Частота», в столбце «СКО» зафиксировать результат измерений.

Выбрать вкладку «Операции», затем нажать «Сброс.

Внимание! Перед проведением очередной операции необходимо производить «Сброс». Сброс также происходит при нажатии кнопки «НУ» на лицевой панели КПА-Фианит.

10.5.2 Повторить вышеуказанную процедуру п. 10.5.1 последовательно для значений «Время измерения» – 0,001, 0,01, 0,1, 1, 10, 100 и 1000 с.

10.5.3 Результаты поверки считать положительными, если измеренные значения нестабильности (СКО) частоты, вносимой прибором, при измерении частоты входного синусоидального сигнала 5,0 МГц при интервале времени измерения $\tau_{изм}$ и интервале времени наблюдений $\tau_н$ не превышают значений, указанных в таблице 4.

В противном случае КПА-Фианит бракуют.

Таблица 4

Интервал времени измерения $\tau_{изм}$, с	Интервал времени наблюдений $\tau_н$, с	Нестабильность (СКО) частоты, вносимая прибором, при измерении частоты входного синусоидального сигнала 5,0 МГц
1	*2*	*3*
0,0001	86	$1 \cdot 10^{-7}$
0,001	144	$5 \cdot 10^{-8}$
0,01	86	$5 \cdot 10^{-9}$
0,1	160	$5 \cdot 10^{-10}$
1	200	$5 \cdot 10^{-12}$
10	768	$5 \cdot 10^{-12}$
100	3232	$5 \cdot 10^{-12}$
1000	16320	$5 \cdot 10^{-12}$

10.6 Определение спектральной плотности мощности собственных фазовых шумов в одной боковой полосе спектра сигнала на несущей частоте 5 МГц при отстройке от несущей частоты, дБ: от 0,8 до 5 Гц; от 5 до 50 Гц; от 50 до 500 Гц; от 0,5 до 1,5 кГц; от 1,5 до 20 кГц

Определение спектральной плотности мощности собственных фазовых шумов в одной боковой полосе спектра сигнала на несущей частоте 5 МГц произвести по схеме, представленной на рисунке 2.

10.6.1 На ПЭВМ запустить исполнительный файл «QUARZ».

В открывшемся окне выбрать вкладку «Операции», затем режим «Измерение спектра F_x». В открывшемся окне установить: «Частотный диапазон» – от 0,5 до 50 Гц, «Усреднить спектр по» – 1 измерению. Нажать «Ок».

После окончания измерений во втором окне «Фазовый спектр сигнала» зафиксировать максимальные значения спектральной плотности мощности собственных фазовых шумов в одной боковой полосе спектра сигнала на несущей частоте 5 МГц при отстройке от несущей частоты в диапазонах от 0,8 до 5 Гц и от 5 до 50 Гц.

Выбрать вкладку «Операции», затем нажать «Сброс.

10.6.2 Повторить измерения и зафиксировать максимальные значения спектральной плотности мощности собственных фазовых шумов в одной боковой полосе спектра сигнала на несущей частоте 5 МГц при установленных значениях «Частотный диапазон»: от 50 до 500 Гц и от 0,5 до 20 кГц для диапазона отстройки от несущей частоты от 50 до 500 Гц и диапазонов отстройки от несущей частоты от 0,5 до 1,5 кГц и от 1,5 до 20 кГц соответственно.

10.6.3 Результаты поверки считать положительными, если измеренные значения спектральной плотности мощности собственных фазовых шумов в одной боковой полосе спектра сигнала на несущей частоте 5 МГц не превышает значений, указанных в таблице 5.

В противном случае КПА-Фианит бракуют.

Таблица 5

«Частотный диапазон»	Диапазон отстройки от несущей частоты	Спектральная плотность мощности собственных фазовых шумов в одной боковой полосе спектра сигнала на несущей частоте 5 МГц, дБ
1	*2*	*3*
от 0,5 до 50 Гц	от 0,8 до 5 Гц	минус 105
	от 5 до 50 Гц	минус 130
от 50 до 500 Гц	от 50 до 500 Гц	минус 140
от 0,5 до 20 кГц	от 0,5 до 1,5 кГц	минус 150
	от 1,5 до 20 кГц	минус 155

10.7 Проверка диапазона амплитуд входного импульсного сигнала на нагрузке (50±5) Ом

Проверку диапазона амплитуд входного импульсного сигнала на нагрузке (50±5) Ом произвести по схеме, представленной на рисунке 2.

10.7.1 Включить и прогреть генератор сигналов произвольной формы 33612A.

Настроить выход «1» на генерацию импульсных сигналов частотой 2,5 МГц и амплитудой 2,4 В на нагрузке 50 Ом.

10.7.2 На ПЭВМ запустить исполнительный файл «QUARZ».

В открывшемся окне выбрать вкладку «Операции», затем режим «Комплексные измерения». В открывшемся окне установить: «Частотный диапазон» – 2,5 МГц, «Время измерения» –1 с; «выполнить» – 1 измерение. Нажать «Ок».

После окончания времени наблюдений (в окне ПО отображается обратный отчет) в первом окне «Частота», в столбце «Измеренное значение» зафиксировать результат измерений действительного значения частоты.

Выбрать вкладку «Операции», затем нажать «Сброс».

10.7.3 Повторить п.п. 10.7.1-10.7.2, изменив настройки генератора сигналов произвольной формы 33612A, для импульсных сигналов частотой 2,5 МГц и амплитудой 5,0 В на нагрузке 50 Ом.

Зафиксировать результат измерений действительного значения частоты.

10.7.4 Результаты поверки считать положительными, если измеренные действительные значения частот соответствуют номинальному значению частоты (2,500±0,001) МГц при значениях амплитуды входного импульсного сигнала на нагрузке (50±5) Ом в диапазоне от 2,4 до 5,0 В.

В противном случае КПА-Фианит бракуют.

10.8 Определение среднего квадратического относительного отклонения (СКО) результатов измерения частоты импульсного сигнала 2,5 МГц при интервале времени измерения $\tau_и$ = 10 с в диапазоне (2,50000±0,00035) МГц и (2,50±0,01) МГц

Определение СКО результатов измерения частоты импульсного сигнала 2,5 МГц при интервале времени измерения $\tau_и$ = 10 с в диапазоне (2,50000±0,00035) МГц и (2,50±0,01) МГц произвести по схеме, представленной на рисунке 4.

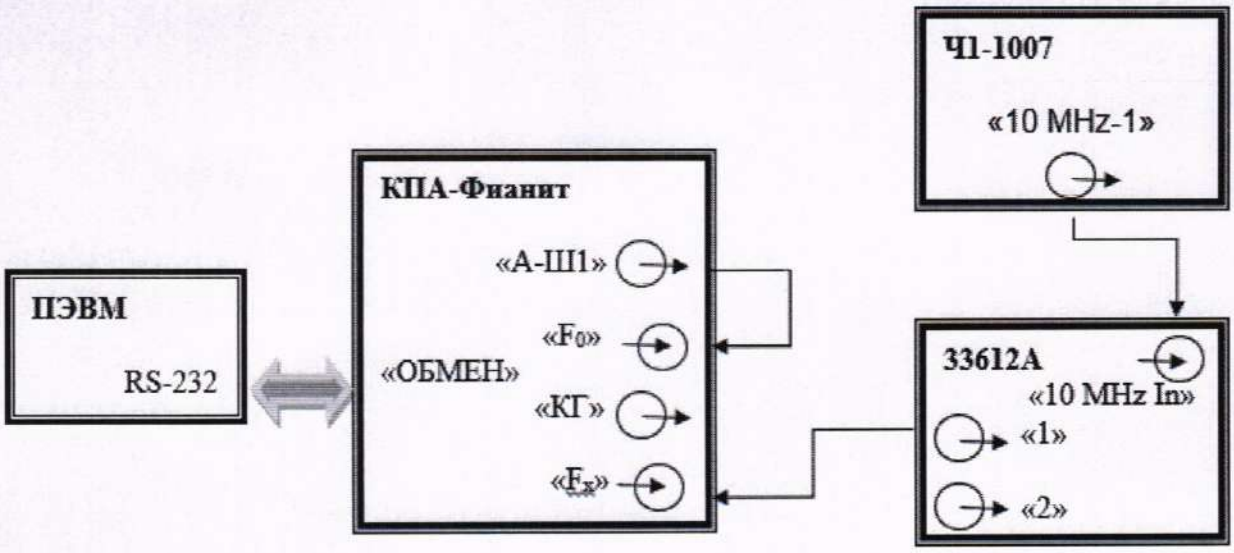


Рисунок 4 – Схема для определения СКО результатов измерения частоты импульсного сигнала 2,5 МГц при интервале времени измерения $\tau_и$ = 10 с в диапазоне (2,50000±0,00035) МГц и (2,50±0,01) МГц

10.8.1 Включить и прогреть стандарт частоты и времени водородный Ч1-1007 и генератор сигналов произвольной формы 33612А.

Настроить выход «1» на генерацию импульсных сигналов частотой 2,500 35 МГц, амплитудой 2,4 В и смещением уровня (offset 1,2 В). На вход «10 MHz In» подать сигнал опорной частоты 10 МГц от стандарта частоты и времени водородного.

10.8.2 На ПЭВМ запустить исполнительный файл «QUARZ».

В открывшемся окне выбрать вкладку «Операции», затем режим «Комплексные измерения». В открывшемся окне установить: «Частотный диапазон» – 2,5 МГц, «Время измерения» – 10 с; «выполнить» – 1 измерение. Нажать «Ок».

После окончания измерений в первом окне «Частота», в столбце «СКО» зафиксировать результат измерений.

Выбрать вкладку «Операции», затем нажать «Сброс».

10.8.3 Повторить вышеуказанную процедуру п.п. 4.11.1, 4.11.2 при установленных, на генераторе сигналов произвольной формы 33612А, значениях частоты выходного импульсного сигнала: 2,499 65 МГц, 2,49 МГц и 2,51 МГц.

10.8.4 Результаты поверки считать положительными, если измеренные значения СКО результатов измерения частоты импульсного сигнала 2,5 МГц при интервале времени измерения $\tau_и$ = 10 с в диапазоне (2,50000±0,00035) МГц и (2,50±0,01) МГц не превышают значений $5 \cdot 10^{-10}$ и $2 \cdot 10^{-9}$ соответственно.

В противном случае КПА-Фианит бракуют.

10.9 Определение СКО результатов измерений интервалов времени входной последовательности импульсов длительностью от 1 до 4 мкс частотой от 1,5 до 2,5 кГц, относительно опорной последовательности импульсов той же частоты при $\tau_{изм}$ = 10 с

Определение СКО результатов измерений интервалов времени входной последовательности импульсов длительностью от 1 до 4 мкс частотой от 1,5 до 2,5 кГц, относительно опорной последовательности импульсов той же частоты при $\tau_{изм}$ = 10 с произвести по схеме, представленной на рисунке 5.

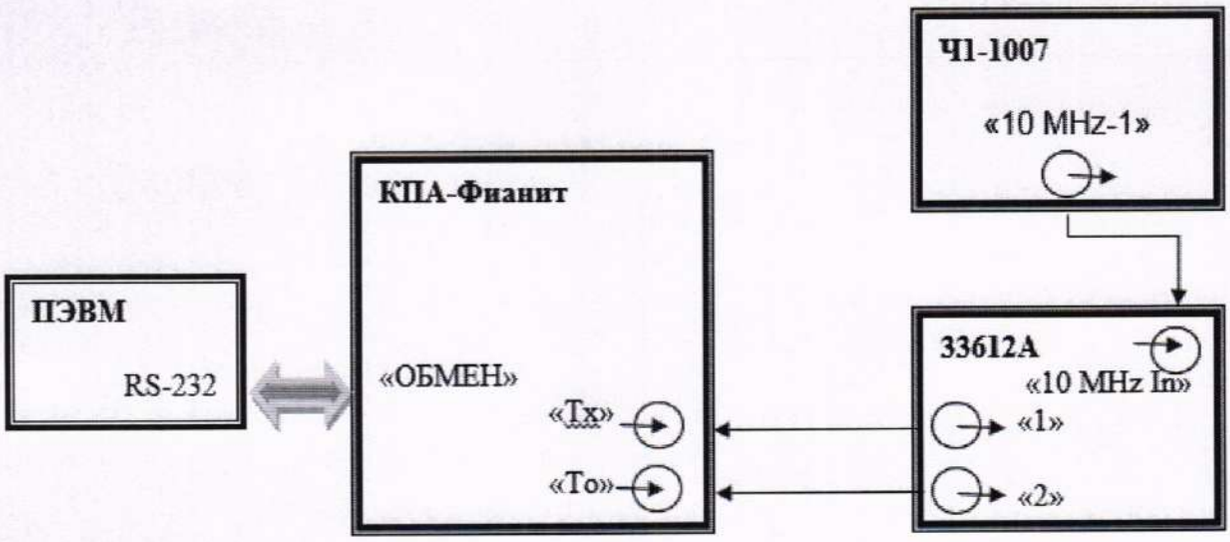


Рисунок 5 – Схема для определения СКО результатов измерений интервалов времени входной последовательности импульсов длительностью от 1 до 4 мкс частотой от 1,5 до 2,5 кГц, относительно опорной последовательности импульсов той же частоты при $\tau_{изм}$ = 10 с

10.9.1 Включить и прогреть стандарт частоты и времени водородный Ч1-1007 и генератор сигналов произвольной формы 33612А.

Настроить выходы «1» «2» на генерацию импульсных сигналов частотой 1,5 кГц, амплитудой 2,4 В и длительностью импульсов 1 мкс. На вход «10 MHz In» подать сигнал опорной частоты 10 МГц от стандарта частоты и времени водородного.

10.9.2 На ПЭВМ запустить исполнительный файл «QUARZ».

В открывшемся окне выбрать вкладку «Операции», затем режим «Измерение задержки 2». Нажать «Ок».

После окончания измерений в третьем окне «Задержка I и II», в столбце «Задержка» зафиксировать результат измерений.

Выбрать вкладку «Операции», затем нажать «Сброс».

Повторить не менее 10 измерений.

10.9.3 Рассчитать среднее значение измеряемого интервала времени $\overline{\Delta T_{II}}$ по формуле (2):

$$\overline{\Delta T_{II}} = \frac{\sum_{i=1}^{n} \Delta T_{II\,i}}{n} \qquad (2)$$

где $\Delta T_{II\,i}$ - *i-ый* результат измерений интервала времени между входной последовательности импульсов длительностью 1 мкс частотой 1,5 кГц, относительно опорной последовательности импульсов той же частоты при $\tau_{изм}$ = 10 с;

n - количество результатов измерений $n \geq 10$.

СКО результатов измерений интервалов времени входной последовательности импульсов длительностью 1 мкс частотой 1,5 кГц, относительно опорной последовательности импульсов той же частоты при $\tau_{изм}$ = 10 с σ определить по формуле (3):

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n} (\Delta T_{II\,i} - \overline{\Delta T_{II}})^2}{n - 1}} \qquad (3)$$

10.9.4 Повторить вышеуказанные измерения и расчёт п.п. 10.9.1-10.9.3 при установленных, на генераторе сигналов произвольной формы 33612А, значениях частоты импульсных сигналов 2,5 кГц, амплитудой 2,4 В и длительностью импульсов 4 мкс.

10.9.5 Результаты поверки считать положительными, если измеренные значения СКО результатов измерений интервалов времени входной последовательности импульсов длительностью от 1 до 4 мкс частотой от 1,5 до 2,5 кГц, относительно опорной последовательности импульсов той же частоты при $\tau_{изм}$ = 10 с не превышают 2 нс.

В противном случае КПА-Фианит бракуют.

10.10 Определение абсолютной погрешности измерения интервалов времени входной последовательности импульсов длительностью от 3 до 10 мкс частотой (1,00±0,01) Гц, относительно опорной последовательности импульсов той же частоты

Определение абсолютной погрешности измерения интервалов времени входной последовательности импульсов длительностью от 3 до 10 мкс частотой (1,00±0,01) Гц, относительно опорной последовательности импульсов той же частоты произвести по схеме, представленной на рисунке 6.

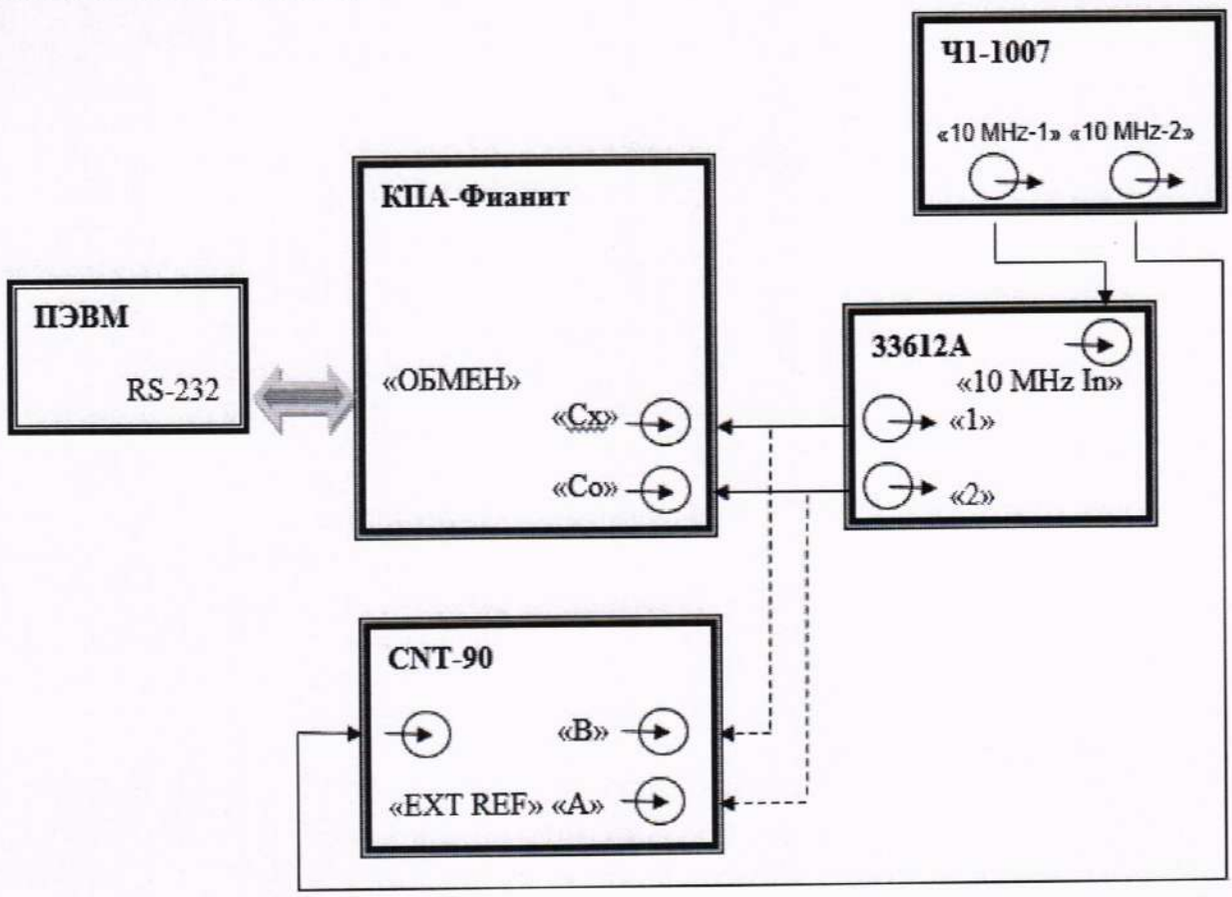


Рисунок 6 – Схема для определения абсолютной погрешности измерения интервалов времени входной последовательности импульсов длительностью от 3 до 10 мкс частотой (1,00±0,01) Гц, относительно опорной последовательности импульсов той же частоты

10.10.1 Включить и прогреть стандарт частоты и времени водородный Ч1-1007, генератор сигналов произвольной формы 33612А и частотомер универсальный CNT-90.

Настроить выходы «1» «2» генератор сигналов произвольной формы 33612А на генерацию импульсных сигналов частотой 1 Гц, амплитудой 2,4 В, длительностью импульсов 3 мкс. На

вход «10 MHz In» подать сигнал опорной частоты 10 МГц от стандарта частоты и времени водородного Ч1-1007. На выходе «2» генератора установить смещение фазы относительно выхода «1» 100 мкс.

Настроить входы «А» и «В» частотомера универсального CNT-90 измерений интервалов времени: уровень срабатывания 1,0 В, входная нагрузка 1 МОм, тип сигнала «DC». На вход «EXT REF» подать сигнал опорной частоты 10 МГц от стандарта частоты и времени водородного Ч1-1007.

10.10.2 На ПЭВМ запустить исполнительный файл «QUARZ».

В открывшемся окне выбрать вкладку «Операции», затем режим «Измерение задержки 1». Нажать «Ок».

После окончания измерений в третьем окне «Задержка I и II», в столбце «Задержка» зафиксировать результат измерений.

Выбрать вкладку «Операции», затем нажать «Сброс».

10.10.3 Подключаемые к входам «1» и «2» КПА-Фианит кабели переключить на входы «А» и «В» частотомера универсального CNT-90 и повторить измерения интервалов времени входной последовательности импульсов.

10.10.4 Абсолютную погрешность измерения интервалов времени входной последовательности импульсов длительностью 3 мкс частотой (1,00±0,01) Гц, относительно опорной последовательности определить по формуле (4):

$$\Delta T_I = \Delta T_{\text{КПА}-\text{Фианит}} - \Delta T_{CNT-90} \qquad (4)$$

где $\Delta T_{\text{КПА}-\text{Фианит}}$ - результат измерений интервалов времени входной последовательности импульсов, полученный с помощью КПА-Фианит;

ΔT_{CNT-90} - результат измерений интервалов времени входной последовательности импульсов, полученный с помощью частотомера универсального CNT-90;

10.10.5 Повторить вышеуказанные измерения и расчёт п.п 10.10.1-10.10.4 при установленных, на генераторе сигналов произвольной формы 33612А, значениях частоты импульсных сигналов 1 Гц, амплитудой 2,4 В и длительностью импульсов 10 мкс. На выходе «2» генератора установить смещение фазы относительно выхода «1» 500 мс.

10.10.6 Результаты поверки считать положительными, если значения абсолютной погрешности измерения интервалов времени входной последовательности импульсов длительностью от 3 до 10 мкс частотой (1,00±0,01) Гц, относительно опорной последовательности находятся в пределах ±2,0 мкс.

В противном случае КПА-Фианит 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