

6.4.8 Измерение СПМ фазовых шумов, вносимых усилителями или умножителями частоты.

Измерение проводить следующим образом:

Измерить напряжение U_C по методике, изложенной в 6.4.7. Измерительные приборы соединить по схеме рисунка 6.10, рисунка 6.11 или рисунка 6.12.

Измерить анализатором спектра напряжения шумов $U_{ш}$ на выбранных частотах анализа и вычислить S_ϕ по методике, изложенной в п.6.4.7.

7 ПОВЕРКА КОМПАРАТОРА ЧАСТОТНОГО

7.1 Общие сведения

7.1.1 Настоящий раздел устанавливает методы и средства поверки компаратора частотного Ч7-46.

7.1.2 Поверка проводится 1 раз в год.

7.1.3 Поверка производится специалистами, аттестованными в качестве поверителя в соответствии с ПР50.2.012-94.

7.2 Операции и средства поверки

7.2.1 При проведении поверки должны выполняться операции и применяться средства поверки, указанные в таблице 7.1.

ПРИМЕЧАНИЯ: 1 Вместо указанных в таблице 7.1 средств поверки разрешается применять другие меры и измерительные приборы, обеспечивающие воспроизведение и измерение соответствующих параметров с требуемой точностью.

2 Средства измерений, используемые для поверки, должны быть исправны и поверены в соответствии с ПР50.2.006-94.

Таблица 7.1 - Операции и средства поверки

Наименование операции	Номер пункта РЭ	Рекомендуемое средство поверки	Основные метрологические характеристики	Обязательность проведения операций при	
				выпуске из производства	эксплуатации и хранении
Внешний осмотр	3.4.2 3.4.3	Частотомер электронно-счетный ЧЗ-65 или ЧЗ-64 Усилитель распределительный	Входные частоты 1 Гц - 100 МГц Погрешность измерения периода и интервалов времени 1 нс Входные и выходные частоты 5 и 100 МГц Выходные напряжения $-1В \pm 20\%$ Вносимая нестабильность не более $2 \cdot 10^{-13}$ за $\tau=1$ с	да	да

Продолжение таблицы 7.1

Наименование операции	Номер пункта РЭ	Рекомендуемое средство поверки	Основные метрологические характеристики	Обязательность проведения операций при	
				выпуске из производства	эксплуатации и хранении
Определение метрологических параметров: среднеквадратической относительной вариации частоты выходного сигнала внутреннего кварцевого генератора 5 МГц	3.4.5	ЧЗ-65 или ЧЗ-64 Второй компаратор Ч7-46 или генератор кварцевый 5МГц	частота 5 МГц Выходное напряжение $1 \pm 0,2В$ Не-стабильность частоты $< 5 \cdot 10^{-12}$ за $\tau = 1$ с	да	да
Частоты, формы и напряжения выходных сигналов	3.4.6	ЧЗ-65 или ЧЗ-64 ЧЗ-65 или ЧЗ-64, осциллограф С1-97 осциллограф С1-65А	полоса пропускания 0-100 МГц полоса пропускания 0-50 МГц Погрешность измерения напряжений не более 4%	да	да
Основной погрешности вносимой прибором. Начальная задержка импульсов	3.4.7 3.4.8	ЧЗ-65 или ЧЗ-64		да	да
Температурного коэффициента изменения фазы (ТКФ)	3.4.9	ЧЗ-65 или ЧЗ-64		да	нет

Продолжение таблицы 7.1

Наименование операции	Номер пункта РЭ	Рекомендуемое средство поверки	Основные метрологические характеристики	Обязательность проведения операций при	
				выпуске из производства	эксплуатации и хранении
СПМ фазовых шумов, вносимых прибором	3.4.10	ЧЗ-65 или ЧЗ-64 Анализатор спектра СК4-56 с внешним гетеродином ГЗ-110 или анализатор спектра СК-83	диапазон входных частот 10Гц – 1МГц динамический диапазон 80дБ	да	да
Дополнительной погрешности измерений, обусловленной ПФМ	3.4.11	ЧЗ-65 или ЧЗ-64, СК4-56 или СК4-83		да	нет

7.3 Требования безопасности

7.3.1 Перед проведением поверки выполнить все указания п.п. 5.4.4 - 5.4.7, а также требования п. 5.1 по мерам безопасности.

7.4 Условия поверки и подготовка к ней

7.4.1 При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

температура окружающей среды, °С20±5
относительная влажность воздуха, %30-80
атмосферное давление кПа (мм рт. ст.)84-106 (630-795)
напряжение сети питания, В220±4,4
частота промышленной сети, Гц50±1

7.5 Проведение поверки

7.5.1 Поверка проводится в соответствии с перечнем операции, указанных в таблице 7.1.

7.5.2 При внешнем осмотре должны быть проверены все требования раздела 5 п. 5.4.1;

комплектность прибора должна соответствовать таблице 3.1;
на верхней и нижней крышках прибора со стороны задней панели должны быть пломбы завода изготовителя;

надписи на передней панели должны соответствовать таблице 6.1.

Приборы, имеющие дефекты, бракуются и направляются в ремонт.

7.5.3 Опробование работы прибора производить по п. 6.3.5-6.3.4 для оценки его исправности без применения средств поверки. Неисправные приборы также бракуются и направляются в ремонт.

7.5.4 Допускаемые погрешности и предельные значения определяемых параметров приведены в таблице 7.2.

Таблица 7.2 - Допускаемые погрешности и предельные значения определяемых параметров.

Диапазон измерения/измеряемое значение	Номинальное значение	Допустимая погрешность	Допустимое предельное значение определяемого параметра	
			не более	верхнее
Среднеквадратическая относительная вариация частоты выходного сигнала внутреннего генератора кварцевого 5 МГц за время $\tau=1$ с не более: частоты выходных сигналов должны быть: напряжения выходных сигналов, не менее: амплитуда импульсов, В, на разъемах: « 1 Hz оп.» « 1 Hz K=10⁸» « 1 Hz K=10⁶» « ФД2» среднеквадратическое значение, В, на разъемах: « 5 MHz» « 100 MHz» « 0,1 MHz» « ФД1» основная погрешность $\sigma_y(\tau)$, вносимая прибором (K=10⁸) - для входной частоты 100 МГц за время измерений: 1 с 10 с 100 с 1 ч (K=10⁶)	$5 \cdot 10^{-12}$ 5 МГц 100 МГц 0,1 МГц 1 Гц K=10 ⁸ 1 Гц K=10 ⁶ 1 Гц оп. ФД1 ФД2	$\pm 10\%$ $\pm 5 \cdot 10^{-3}$ Гц $\pm 0,1$ Гц $\pm 7 \cdot 10^{-4}$ Гц $\pm 1,5 \cdot 10^{-5}$ Гц $\pm 1,5 \cdot 10^{-7}$ Гц $\pm 1 \cdot 10^{-9}$ Гц 0-1 кГц 0-0,5 Гц		$5 \cdot 10^{-12}$
	1		2,5	
	2,5		2,5	
	2,5	$\pm 4\%$	0,7	
	0,7 в ампл.			
	0,5		0,5	
	0,8		0,8	
	0,3		0,3	
	0,3		0,3	
		$\pm 10\%$		
	$5 \cdot 10^{-14}$			$5 \cdot 10^{-14}$
	$7 \cdot 10^{-15}$			$7 \cdot 10^{-15}$
	$2,5 \cdot 10^{-15}$			$2,5 \cdot 10^{-15}$
	$4 \cdot 10^{-15}$			$4 \cdot 10^{-15}$

Продолжение таблицы 7.2

Диапазон измерения/измеряемое значение	Номинальное значение	Допустимая погрешность	Допустимое предельное значение определяемого параметра	
			не более	верхнее
- для входной частоты 5 МГц за время измерений:				
1 с	$7 \cdot 10^{-14}$			$7 \cdot 10^{-14}$
10 с	$1 \cdot 10^{-14}$			$1 \cdot 10^{-14}$
100 с	$3 \cdot 10^{-15}$			$3 \cdot 10^{-15}$
1 ч ($K=10^6$)	$5 \cdot 10^{-16}$			$5 \cdot 10^{-16}$
1 с ($K=10^4$)	$4 \cdot 10^{-13}$			$4 \cdot 10^{-13}$
10 с ($K=10^4$)	$4 \cdot 10^{-14}$	$\pm 10\%$		$4 \cdot 10^{-14}$
СПМ фазовых шумов, вносимых прибором дБ/Гц,				
- при входной частоте 5 МГц и отстройке от несущей:				
20 Гц	- 145			- 145
120 Гц	- 150			- 150
1000 Гц	- 155			- 155
10 кГц	- 155	± 1 дБ		- 155
- при входной частоте 100 МГц и отстройке от несущей:				
20 Гц	- 130			- 130
120 Гц	- 130			- 130
1000 Гц	- 132			- 132
10 кГц	- 132	± 1 дБ		- 132
Отношения боковых составляющих спектра ПФМ к несущей, дБ, в пересчете ко входу на частоте 5 МГц				
- для одной из составляющих, отстоящих на $\pm 20\Delta f$ или $\pm 40\Delta f$	- 101	± 1 дБ		- 101
- для остальных составляющих в полосе $\pm 1000\Delta f$	- 106	± 1 дБ		- 106

7.5.5 Определение среднеквадратической относительной вариации частоты выходного сигнала внутреннего кварцевого генератора 5 МГц (п.3.4.5) проводится следующим образом.

Приборы соединяют по схеме рисунка 7.1. Компараторы частотные должны прогреться в течение не менее 2 ч (время, необходимое для установления рабочего режима внутренних кварцевых генераторов 5 МГц), остальные приборы - в соответствии с временем установления рабочего режима, указанным в инструкции по эксплуатации на эти приборы. Органы управления частотомера устанавливают в положения:

«Время счета» - «1 S»
 «Род работы» - «Частота».

Частотомер подсоединяют к разъему « $\ominus \rightarrow$ 1 Hz K=10⁶». Если на табло частотомера индицируется частота с отклонением от 1 Гц более, чем на $\pm 0,02$ Гц, то вращением шлица «Корр. частот.», расположенного на задней панели прибора, следует подстроить частоту кварцевого генератора так, чтобы отклонение было в пределах $\pm (1-2) \cdot 10^{-2}$ Гц.

Производят не менее 30 отсчетов по частотомеру значений F_i . Из этих отсчетов вычисляют среднеквадратическую относительную вариацию частоты выходных сигналов 5 МГц кварцевых генераторов:

$$\sigma_y(\tau) = \frac{1}{KF_0} \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n-1} (F_{i+1} - F_i)^2}{2(n-1)}} \quad (7.1)$$

где K - коэффициент умножения разрешающей способности измерений, K=10⁶;

F_0 - номинальное значение частоты выходного сигнала $F_0=1$ Гц;

F_i - измеренное значение частоты выходного сигнала;

n - число отсчетов по частотомеру;

2 - коэффициент учитывающий, что измеряются два идентичных генератора.

Если второй источник сигналов имеет нестабильность частоты в 3 и более раз меньше, чем $5 \cdot 10^{-12}$ (например, водородный стандарт частоты Ч1-76), то коэффициент «2» не ставится.

Результаты испытаний считают удовлетворительными, если вычисленные значения $\sigma_y(\tau)$ соответствуют указанным в п.3.4.5 характеристикам.

ПРИМЕЧАНИЕ. При использовании вычислительного частотомера можно, пользуясь клавиатурой частотомера, набирать программу для вычислений $\sigma_y(\tau)$, в соответствии с методикой, изложенной в ТО на частотомер.

7.5.6 Для проверки частот, формы и напряжений выходных сигналов (п.3.4.6) измерительные приборы соединяют по схеме рисунка 7.2.

Органы управления частотомера устанавливают в положения:

«Время счета» - «1 S»

«Род работы» - «Частота».

Поочередно подсоединяя вход частотомера к разъемам « $\ominus \rightarrow$ 1 Hz K=10⁶», « $\ominus \rightarrow$ 1 Hz K=10⁸», « $\ominus \rightarrow$ 1 Hz оп.», измеряют частоту следования выходных импульсов F.

Показания частотомера должны находиться в пределах:

для K=10⁸, 1 Гц $\pm 1,5 \cdot 10^{-5}$ Гц;

для K=10⁶, 1 Гц $\pm 1,5 \cdot 10^{-7}$ Гц;

для 1 Hz оп. 1 Гц $\pm 1 \cdot 10^{-9}$ Гц.

После измерений частот выходных сигналов 1 Гц измеряют все остальные частоты, поочередно подсоединяя вход частотомера к выходным разъемам компаратора частотного « $\ominus \rightarrow$ 5 МГц», « $\ominus \rightarrow$ 0,1 МГц», « $\ominus \rightarrow$ 100 МГц 1» и « $\ominus \rightarrow$ 100 МГц 1», « $\ominus \rightarrow$ 100 МГц 2» и « $\ominus \rightarrow$ 100 МГц 2».

Разброс показаний частотомера не должен быть более:

при измерении выходной частоты 5 МГц - $\pm 5 \cdot 10^{-3}$ Гц;

при измерении выходной частоты 100 МГц - $\pm 0,1$ Гц;

при измерении выходной частоты 0,1 - $\pm 7 \cdot 10^{-4}$ Гц.

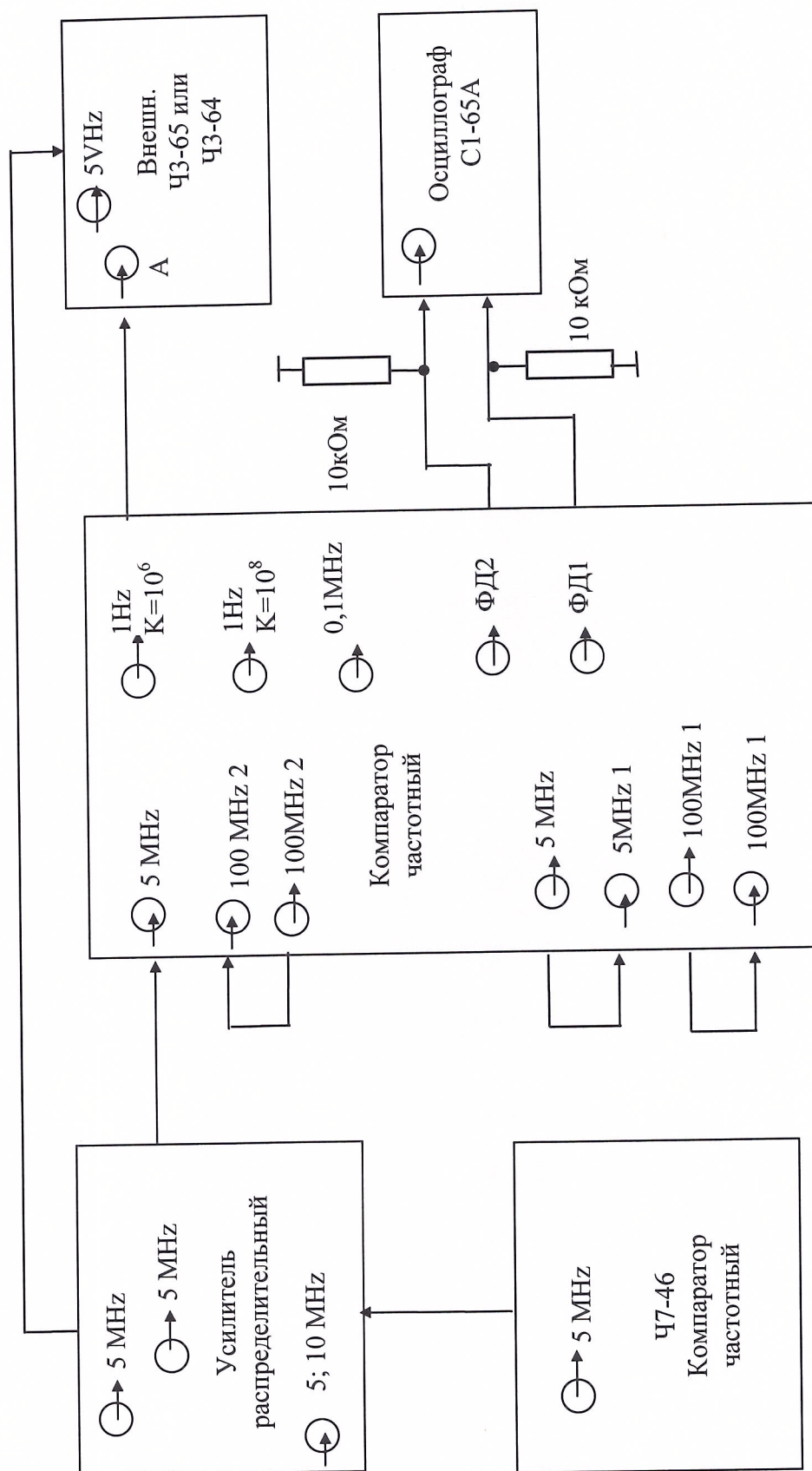


Рисунок 7.1 - Схема электрическая подключения приборов при проверке среднеквадратической относительной вариации частоты выходного сигнала кварцевого генератора 5 МГц, выходных напряжений фазовых детекторов

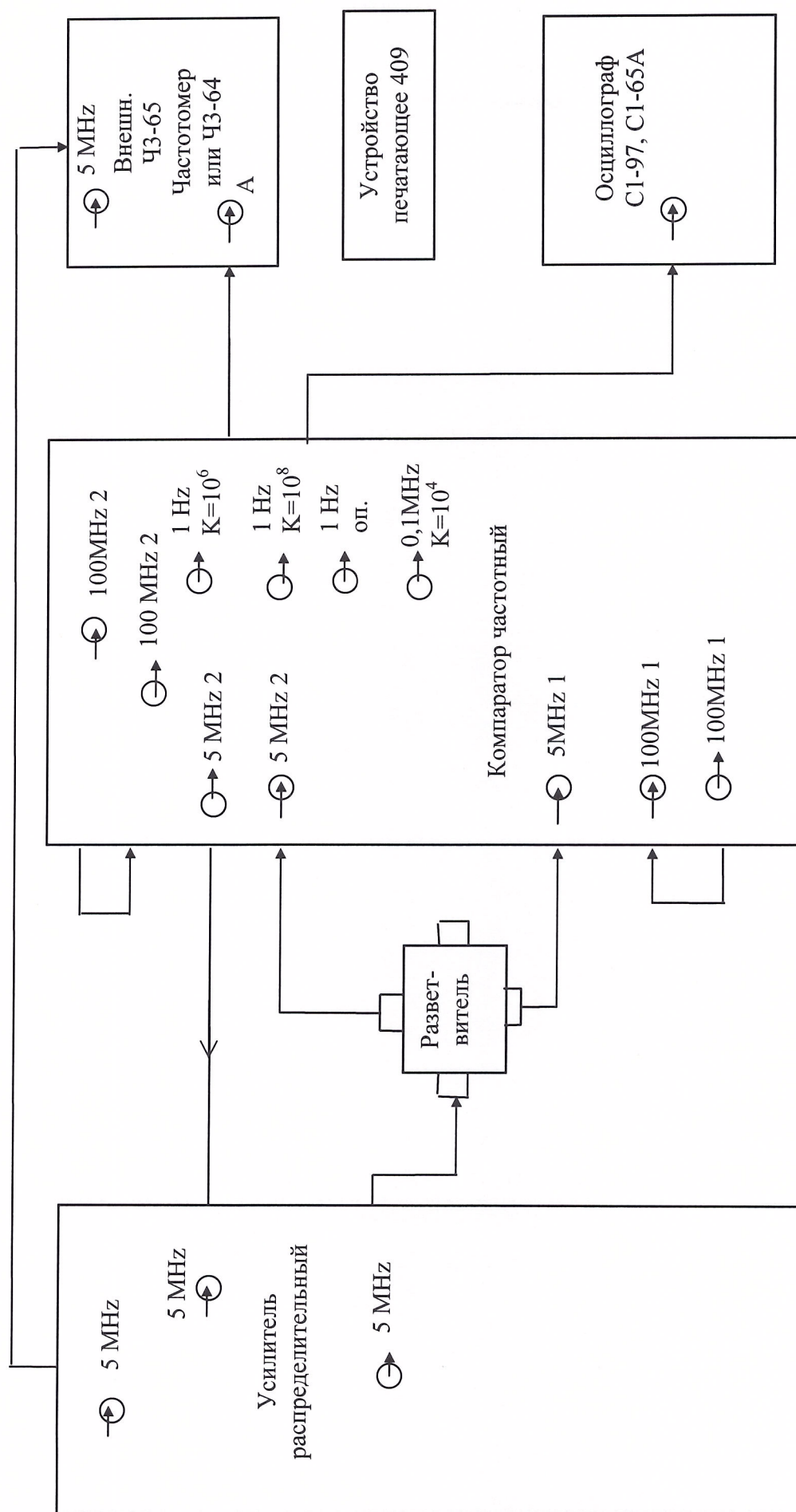


Рисунок 7.2 - Схема электрическая подключения приборов для определения: частоты, формы и напряжений выходных сигналов; основной погрешности измерений нестабильности частоты за $\tau=1$ с, 10 с, 100 с для входной частоты 5 МГц

Указанные допуски позволяют быстро, без вычислений убедиться в правильной работе прибора. Если они превышены – необходимо внимательно проверить схему соединений и, главное, исправность всех соединительных высокочастотных кабелей. Устойчивое превышение допусков указывает на неисправность прибора.

Проверку напряжений и формы выходных сигналов проводят путем наблюдения формы выходных сигналов, измерения напряжений выходных сигналов на конце кабеля длиной 1,5 м, нагруженного на указанные в п.3.4.6 сопротивления, с помощью осциллографа.

При измерении амплитуды выходных импульсов 1 Гц, органы управления осциллографа устанавливают в положения:

«Режим развертки»	-	«Ждущий»
«Синхронизация»	-	«Внутр.»
«Время/дел»	-	«1 μ S».

При измерении остальных напряжений выходных сигналов:

«Режим развертки»	-	«Непрер.»
«Синхронизация»	-	«Внутр.»
«Время/дел»	-	в соответствии с частотой сигнала.

Производят подстройку усиления канала вертикального отклонения осциллографа согласно инструкции по эксплуатации на осциллограф поочередно подсоединяя кабель длиной 1,5 м, нагруженный на соответствующие сопротивления, к выходным разъемам, отсчитывают значения напряжений, пользуясь значениями входного аттенуатора осциллографа и вертикальной шкалой экрана.

Одновременно измеряют длительность импульса, пользуясь калиброванной разверткой осциллографа. Для измерений напряжений частоты 100 МГц предварительно отсоединяют от разъемов « 100 MHz 1» и « 100 MHz 2» перемычки. При измерении всех остальных напряжений эти перемычки должны быть замкнуты. При измерении напряжений одновременно наблюдают форму сигналов.

ПРИМЕЧАНИЕ. При измерениях синусоидальных сигналов на экране осциллографа наблюдается сигнал удвоенной амплитуды.

Для получения среднеквадратического значения, величину удвоенной амплитуды следует разделить на коэффициент $K=2,82$. При измерении напряжений, снимаемых с разъемов « ФД 1» и « ФД 2», измерительные приборы соединяют по схеме рисунка 7.1. Частота сигнала, снимаемого с разъема « ФД 1», может быть любой в пределах $0 \div 1$ кГц (устанавливается по осциллографу путем отстройки частоты внутреннего кварцевого генератора 5 МГц потенциометром «Корр. част.»).

Частота сигнала, снимаемого с разъема « ФД 2», может быть не более 0,5 Гц. Необходимую величину расстройки (порядка $5 \cdot 10^{-10}$) устанавливают или по частотомеру, измеряя сигнал частоты 0,1 МГц (или 1 МГц), или по осциллографу, наблюдая сигнал с разъема « ФД 1» и уменьшая частоту его вращением потенциометра «Корр. част.» До 0,5 Гц: при этом переключатель на панели осциллографа «Вход $\sim \cong$ » ставят в положение « $\cong$ ».

После предварительной установки частоты, осциллограф подсоединяют к разъему « ФД2».

Медленно вращая потенциометр «Корр. част.» добиваются максимальной амплитуды колебаний выходного сигнала (наблюдать можно по колебаниям линий развертки), и делают отсчет.

Результаты проверки считают удовлетворительными, если измеренные значения выходных напряжений не менее указанных в п.3.4.6, а форма и частота выходных сигналов будут соответствовать указанным в п.3.4.6.

7.5.7 Определение основной погрешности, вносимой прибором (п.п 3.4.7, 3.4.8), времени установления рабочего режима (п.3.4.13), времени начальной задержки (п.3.4.12), проводят путем измерения нестабильности частоты выходного сигнала в режиме самоконтроля.

Для проверки за время измерений 1 с, 10 с и 100 с приборы соединяют по схеме рисунка 7.3 (для входной частоты 5 МГц) или по схеме рисунка 7.4 (для входной частоты 100 МГц) и дают прогреться в течение 2 ч (6 ч при $\tau=100$ с). Частотомер подсоединяют к разъему « $\Theta \rightarrow 1$ Hz $K=10^8$ » или к разъему « $\Theta \rightarrow 0,1$ MHz».

Органы управления частотомера устанавливают в положения:

«Род работы»	-	«Частота»
«Время счета»	-	«1 S» (для $\tau=1$ с)
		«10 S» (для $\tau=10$ с)
		«100 S» (для $\tau=100$ с).

Делают 30 отсчетов по частотомеру значений F_i и вычисляют среднеквадратическое относительное отклонение частоты $\sigma_y(\tau)$ по формуле:

$$\sigma_y(\tau) = \frac{1}{K \cdot F_0} \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\Delta F_i)^2}{n-1}} \quad (7.2)$$

где K - коэффициент умножения, $K=10^8$ или $K=10^4$

ΔF_i - отклонение измеренного значения частоты F_i от номинального значения $\Delta F_i = \pm(F_i - F_0)$ Гц

F_0 - номинальное значение частоты выходного сигнала.

$\left(\frac{\Delta f}{f}\right)$ - относительное значение отклонения частоты, отнесенное ко входу,

$$\left(\frac{\Delta f}{f}\right) = \left(\frac{\Delta F}{F_0}\right) \cdot \frac{1}{K}$$

- для проверки основной погрешности за время измерений 1 ч приборы соединяют по схеме рисунка 7.5 для входной частоты 5 МГц и рисунка 7.6 для входной частоты 100 МГц.

Органы управления частотомера устанавливают в положения:

«Род работы»	-	«Интервал t_1-t_2 »
«Время счета»	-	«Мин.»
«Множитель»	-	«1»
«Фронт»	-	« $\int$ »

Включают компаратор частотный и дают ему прогреться в течение 6 часов, остальные приборы прогревают в соответствии с их временем установления рабочего режима.

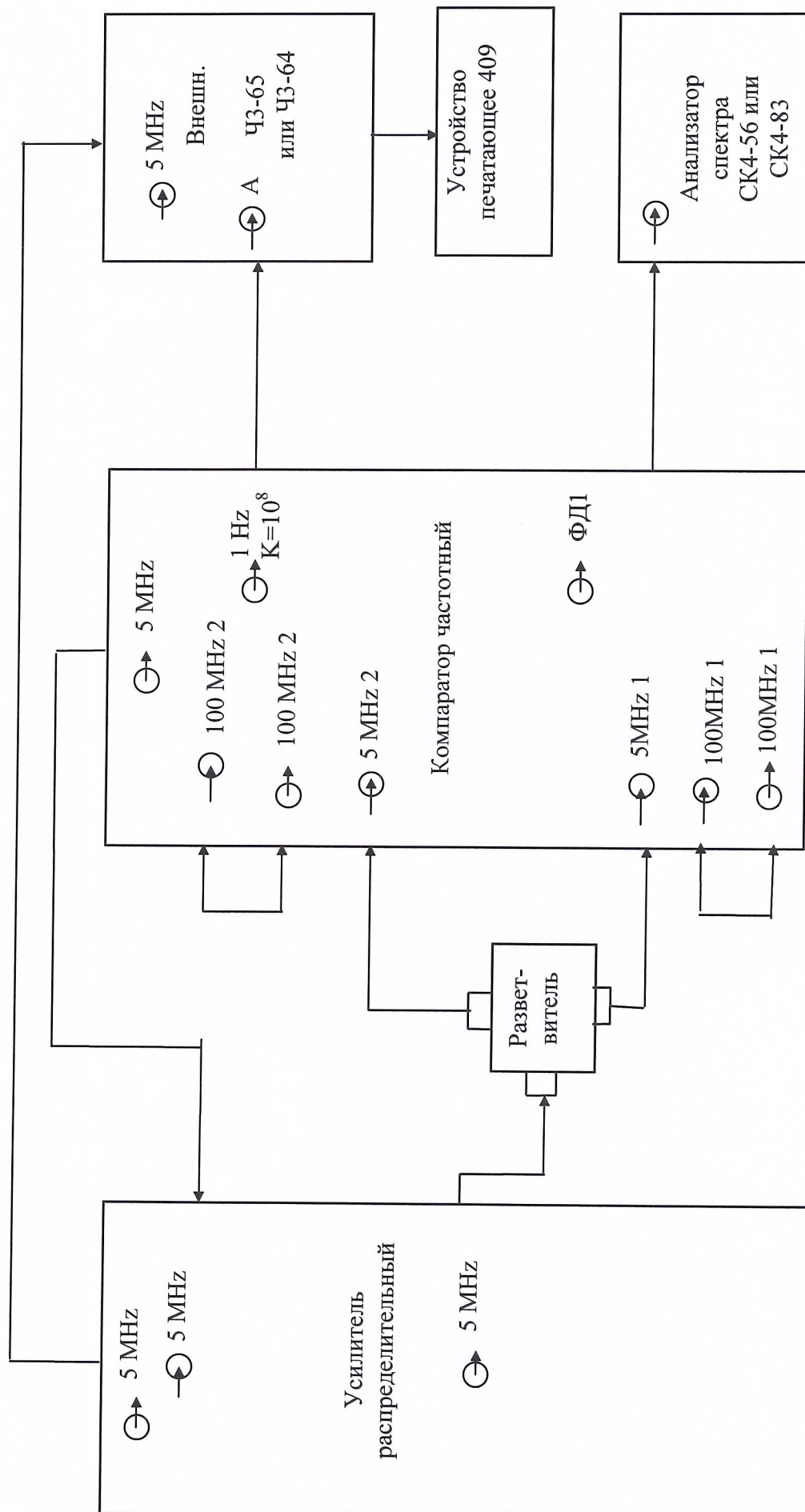


Рисунок 7.3 - Схема электрическая подключения приборов при измерении основной погрешности за время измерений 1 с, 10 с, 100 с и СПМ фазовых шумов, вносимых компаратором частотным, при входной частоте 5 МГц

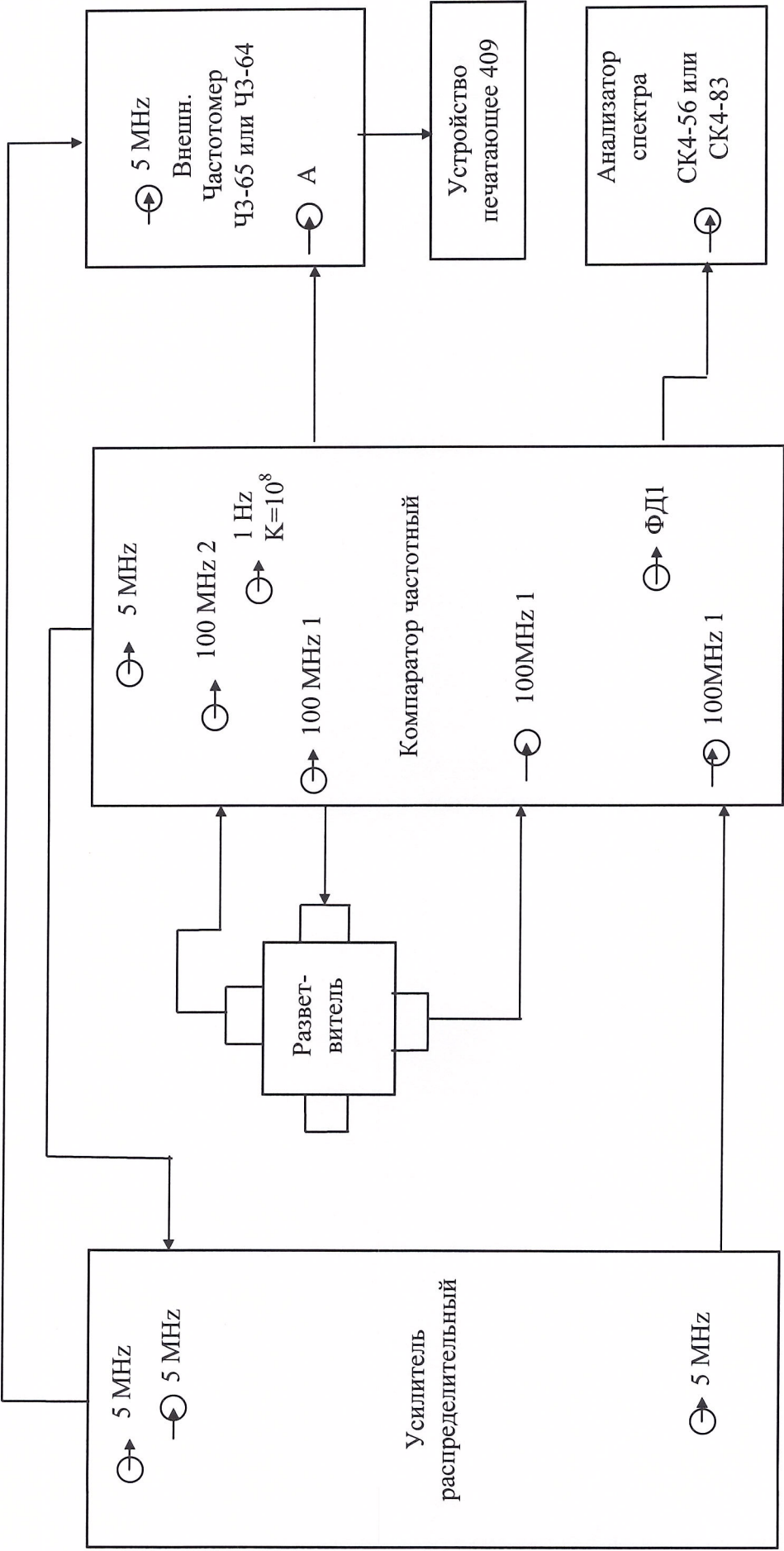


Рисунок 7.4 - Схема электрическая подключения приборов при измерении основной погрешности за время измерений 1 с, 10 с, 100 с и СПМ фазовых шумов, вносимых компаратором частотным при входной частоте 100 МГц

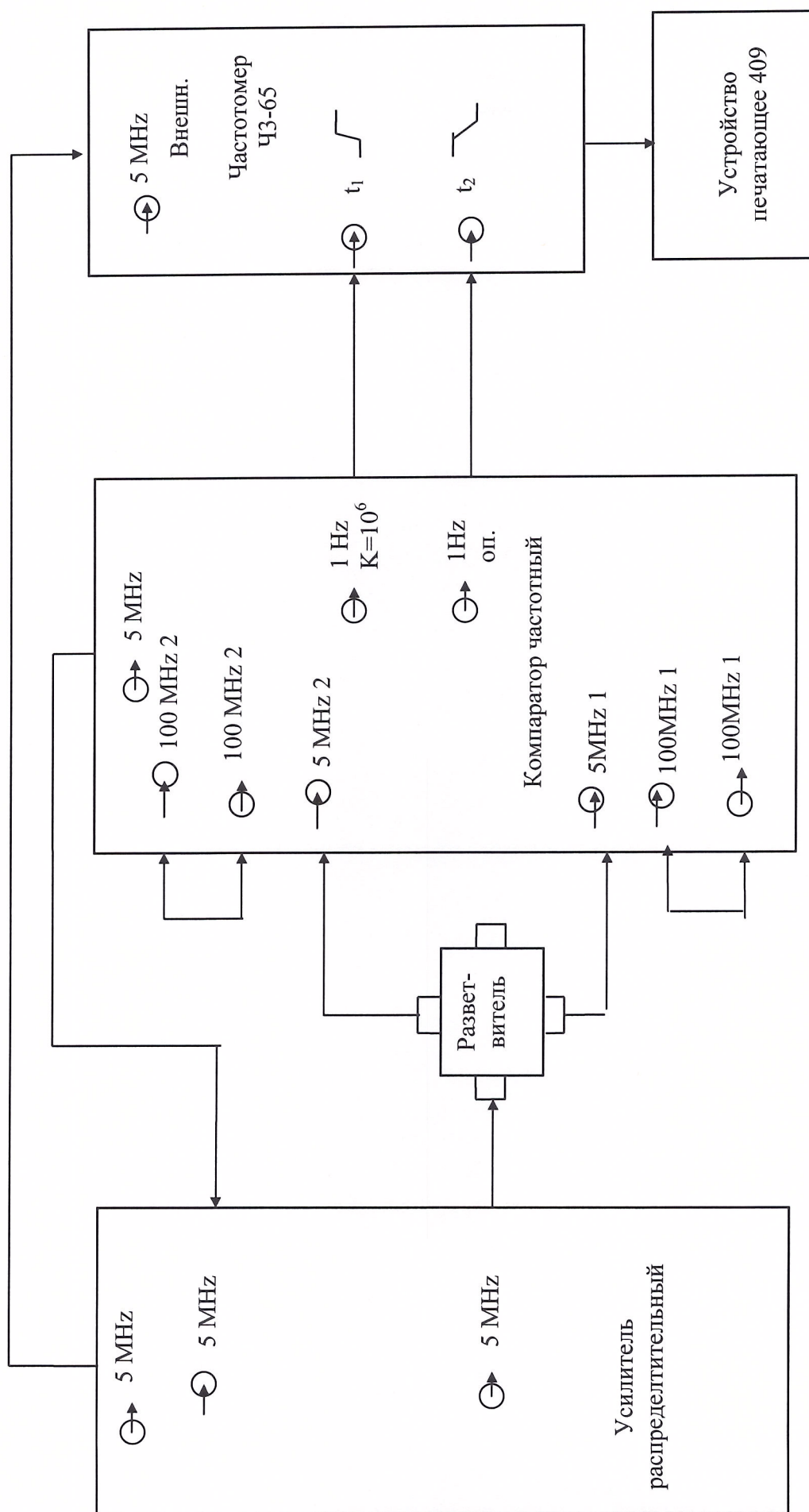


Рисунок 7.5 - Схема электрическая подключения приборов при измерении основной погрешности измерений нестабильности частоты за время измерений 1 ч, и ТКФ при входной частоте 5 МГц

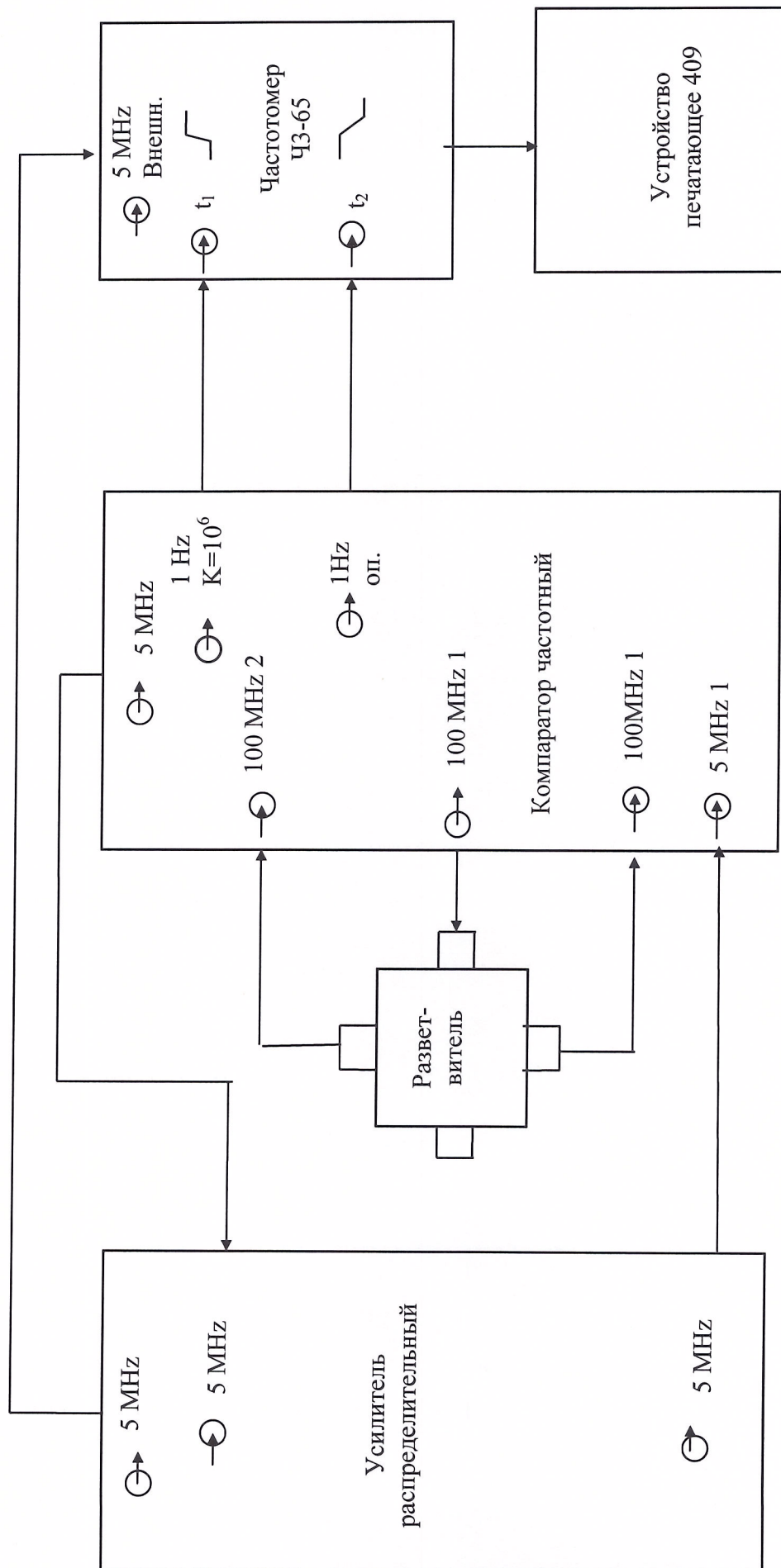


Рисунок 8.6 - Схема электрическая подключения приборов при измерении основной погрешности измерений нестабильности частоты за время измерений 1 ч, при входной частоте 100 МГц

ВНИМАНИЕ! Прибор обязательно прогревать при поданных входных сигналах.

Нажимают кнопку «Синхр.», расположенную на передней панели прибора и делают первый отсчет по частотомеру X_1 . В результате синхронизации величина X должна быть равна $(0,6 \pm 2 \cdot 10^{-5})$ с. Через 1 ч делают второй отсчет X_2 , затем через 1 ч - третий отсчет X_3 и т.д. Всего делают не менее 25 отсчетов. Среднеквадратическое относительное отклонение частоты вычисляется по формуле (7.3):

$$\sigma_y(\tau) = \frac{1}{K \cdot \tau} \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n-1} \left(\Delta X_i - \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^{n-1} \Delta X_i \right)^2}{n-2}} = \frac{1}{K \cdot \tau} \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n-1} \left(\Delta X_i - \frac{X_n - X_1}{n-1} \right)^2}{n-2}} \quad (7.3)$$

где K - коэффициент умножения, $K=10^6$;

τ - время измерений, $\tau=3600$ с;

n - число отсчетов X_i по частотомеру;

X_i - отсчитанные по частотомеру значения интервала времени, с;

ΔX_i - набег фазы на интервале времени, выраженный в с, $\Delta X_i = (X_i - X_{i-1})$.

ПРИМЕЧАНИЯ: 1 При проверке основной погрешности за время измерений 100 с и 1 ч необходимо следить, чтобы изменения температуры окружающей среды составляли не более $\pm 1^\circ\text{C}$ за время измерений.

2 Допускается проверка за $\tau=1$ ч в режиме измерения частоты, с теми частотомерами, которые это допускают (например, ЧЗ-64). Время измерений при этом устанавливают равным 10^3 с. Для $\tau=10^3$ с измерения проводят в течение 24 ч. Поскольку длительность каждого отсчета равна $\tau=10^3$ с, берут среднее значение отклонений за три последовательных отсчета и принимают его за F_i . Время измерений получается при этом $3 \cdot 10^3$ с вместо $3,6 \cdot 10^3$ с - это более жесткие условия проверки. $\sigma_y(\tau)$ вычисляют по формуле (7.4). В отличие от фазовых измерений, здесь F_i является отклонением частоты выходного сигнала от номинального значения F_0 :

$$\sigma_y(\tau) = \frac{1}{K \cdot F_0} \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\Delta F_i)^2}{n-1}} \quad (7.4)$$

где F_0 - номинальное значение выходного сигнала; $F_0=1$ Гц;

F_i - измеренное значение частоты выходного сигнала;

ΔF_i - отклонение от номинального значения каждого отсчета по частотомеру, $\Delta F_y = (F_0 - F_i)$;

ΔF_i - среднее отклонение трех последовательных отсчетов по частотомеру от номинала, $\Delta F_i = \frac{1}{3} \sum_{j=1}^3 \Delta F_j$;

n - число значений ΔF_i .

3 Допускается проверка основной погрешности за $\tau=1$ ч при меньшем числе отсчетов и по частотомеру (не менее 11 после истечения времени установления рабочего

режима), в том случае, если за время проверки все отсчеты удовлетворяют условию:

$$\frac{\Delta X_i}{K \cdot \tau} < 1 \cdot 10^{-15}.$$

4 Допускается проверка времени установления рабочего режима отдельно от проверки основной погрешности измерений. После истечения времени установления рабочего режима достаточно последующих четырех отсчетов, если они удовлетворяют

условию:

$$\frac{\Delta X_i}{K \cdot \tau} < 1 \cdot 10^{-15}.$$

Результаты проверки считают удовлетворительными, если вычисленные по формулам (7.3, 7.4) значения $\sigma_y(\tau)$ не превышают значений указанных в п.п. 3.4.7, 3.4.8. После истечения времени установления рабочего режима, указанного в п. 2.13, а время задержки импульсов соответствует указанному в п. 3.4.12.

7.5.8 Определение ТКФ (п.3.4.9) (производится только для входной частоты 5 МГц) приборы соединяют по схеме рисунка 7.5.

Органы управления частотомера устанавливают в положения:

«Режим измерения»	-	« t_1-t_2 »
«Время счета»	-	«1S»
«Множитель»	-	«1»
«Фронт»	-	« $\int$ ».

Помещенный в камеру прибор включают, через 5-10 минут нажимают кнопки «Синхр.», устанавливают температуру в камере 5 град. С, дают выдержку при этой температуре 4-6 ч при поданных входных сигналах, отмечают температуру в камере T_1 и делают отсчет показаний частотомера X_1 при этой температуре. Затем поднимают температуру в камере до 50⁰С и делают второй отсчет по частотомеру X_2 . Далее отсчеты по частотомеру $X_3 \dots X_k$ делают через каждые 30 минут в течение 6 ч после установления температуры 50 град. С. Если измеренный интервал X остается постоянным с точностью до 15 нс за 30 минут, дальнейшие отсчеты допускается не проводить. Если во время измерений произошел сбой обусловленный внешними помехами, допускаются дальнейшие отсчеты производить после сбоя, суммируя набег фазы до и после него.

ТКФ определяют по формуле:

$$TK\Phi = \frac{X_k - X_1}{(T - T_1) \cdot K} \cdot 10^{12} \text{ пс/}^{\circ}\text{C} \quad (7.5)$$

где K - коэффициент умножения, $K=10^6$;

T - температура в камере во время последнего отсчета X_i .

Результаты считают удовлетворительными, если вычисленное по формуле (7.5) значение ТКФ не превышает 15 пс/°С.

7.5.9 Определение спектральной плотности мощности (СПМ) фазовых шумов, вносимых прибором (п. 3.4.10) проводят путем измерения отношения СПМ фазовых шумов в одной боковой полосе к мощности несущей, в пересчете ко входу прибора. Измерительные приборы соединяют по схеме рисунка 7.3 для входной частоты 5 МГц или по схеме рисунка 7.4 для входной частоты 100 МГц.

Для определения величины несущей, т.е. выходного напряжения фазового детектора, приборы соединяют по схеме рисунка 7.1.

После соединения приборов, им дают прогреться в течение 2 ч.

Сначала определяют уровень несущей, тем же анализатором спектра, которым проводят измерения. Для этого подсоединяют к разъему « ФД1 » частотомер и ус-

устанавливают частоту выходного сигнала, вращая потенциометр «Корр. част.» на задней панели одного из компараторов, любую в диапазоне 30-300 Гц, после чего к этому разъему подсоединяют анализатор спектра через высокоомный делитель напряжений 1:10 (входное сопротивление его должно быть не менее 10 кОм) и отмечают уровень несущей по экрану анализатора спектра. Органы управления анализатора спектра при этом устанавливают в положения:

«Масштаб»	-	«Линейный»
«Аттенюатор ПЧ»	-	«80 мВ»
«Полоса пропускания»	-	любая в пределах 3-100 Гц
«Обзор кГц»	-	«0,02»
«Частота»	-	в соответствии с предварительно измеренной частотой выходного сигнала ФД.

Уровень отмечают в ручном режиме работы анализатора спектра.

После измерения уровня несущей (U_c), приборы соединяют по схеме рисунка 7.3 или рисунка 7.4.

Органы управления анализатора устанавливают в положения:

«Масштаб»	-	«Линейный»
«Аттенюатор ПЧ»	-	«8 мВ»
«Обзор кГц/делен.»	-	«0,02»
«Видеофильтр»	-	«1 Гц»
«Время работы»	-	«Ручной»
«Полоса пропускания»	-	«3 Гц».

Органы управления измеряемого компаратора устанавливают в положения:

«Контроль»	-	«ФД».
------------	---	-------

Вращая отверткой потенциометр «Фаза», устанавливают стрелку индикатора на передней панели компаратора в пределах $\pm 2,5$ мкА.

Светящуюся точку устанавливают в центре экрана анализатора спектра. Пользуясь ручкой перестройки частоты, поочередно устанавливают частоты 20, 120, 1000, 10000 Гц, и отсчитывают значение уровня шума ($U_{ш}$) по новому положению светящейся точки.

Относительную величину СПМ фазовых шумов, вносимую компаратором, определяют из выражения:

$$K = -(M + K_1 + K_2 + K_3 + K_4), \quad (7.6)$$

где M - коэффициент умножения СПМ в компараторе, $M=46$ дБ для $f_{вх}=5$ МГц и $M=20$ дБ для $f_{вх}=100$ МГц (см. ЕЭ2.721.702 РЭ раздел 4);

K_1 - коэффициент деления напряжения входным аттенюатором, $K_1=20$ дБ (учитывается, если при измерениях $U_{ш}$ аттенюатор отсоединяется от анализатора спектра);

K_2 - коэффициент пересчета на единицу полосы, при полосе пропускания анализатора спектра 3 Гц, $K_2=20 \lg 10,7=20 \lg 3=5$ дБ;

K_3 - коэффициент деления аттенюатора ПЧ анализатора спектра, $K_3=80$ дБ;

K_4 - коэффициент отношения уровня шума к уровню несущей, отсчитанный по экрану анализатора спектра

$$\text{жс} = 20 \lg \frac{U_c}{U_{ш}} \text{ (дБ)} \quad (7.7)$$

Результаты поверки считают удовлетворительными, если вычисленное значение «К» будет не менее величин, указанных в п.3.4.10.

7.5.10 Определение дополнительной погрешности измерений нестабильности частоты, обусловленной ПФМ (п.3.4.11) проводят путем измерения отношений к несущей боковых составляющих спектра с частотами модуляции кратными в выходном сигнале 0,1 МГц с последующим пересчетом ко входу на частоте 5 МГц. Конкретные значения дополнительной погрешности рассчитываются по формулам 6.2, 6.3, 6.4. Приборы соединяют по схеме рисунка 7.7. Для установки разности входных частот, к разъему « $\odot$ 0,1 МГц» компаратора подсоединяют частотомер. Вращая потенциометр «Корр. част.», устанавливают по частотомеру частоту 0,1 МГц $\pm$ 1 Гц (т.е. почти нулевую расстройку), или близко к этой. После этого вместо частотомера подсоединяют анализатор спектра и отмечают все составляющие, отстоящие от несущей в диапазоне частот 10 Гц - 2 кГц. При этом органы управления анализатора устанавливают в положения:

«Полоса пропускания»	-	«3 Гц»
«Обзор кНз/делен.»	-	последовательно переключается на «0,02», «0,05», «0,10», «0,5».
«Масштаб»	-	«Линейный»
«Аттенюатор ПЧ»	-	«80 В»
«Аттенюатор внешний»	-	«20 дБ»
«Время развертки»	-	«max».

Все составляющие спектра выходного сигнала отмеченные при нулевой разности входных частот, исключают из дальнейших измерений.

Вместо анализатора спектра, снова подсоединяют частотомер к разъему « $\odot$ 0,1 МГц». Вращая потенциометр «Корр. част.», устанавливают частоту выходного сигнала равной 0,1 МГц $\pm$ 350 Гц. Величина разности входных частот будет равна:

$$\Delta f = \frac{350}{200} = 1,75 \text{ Гц} \quad (\text{для нашего примера}),$$

где 200 - коэффициент умножения Δf в приборе.

Вместо частотомера снова подсоединяют анализатор спектра и измеряют отношение составляющих спектра сигнала, кратных Δf к величине несущей. Эти отношения должны быть не более:

минус 60 дБ для всех составляющих в полосе $\pm 1000\Delta f$.

Допускается минус 55 дБ для одной из составляющих, отстоящих на $\pm 20\Delta f$ или $\pm 40\Delta f$.

С учетом коэффициента умножения Δf $M=46$ дБ - эти отношения равны: минус 101 дБ и минус 106 дБ соответственно.

Измерения проводят в диапазоне частот 0 ... 2000 Гц от несущей, последовательно изменяя полосу обзора от 10 Гц/дел. До 0,5 кГц/дел. Если есть подозрения, что какая-либо составляющая спектра, кратная Δf , сливается с составляющей, кратной частоте сети или другой составляющей, отмеченной при нулевой расстройке, уменьшают или увеличивают величину Δf , вращая потенциометр «Корр. част.» таким образом, чтобы выявить эту составляющую.

Результаты считаются удовлетворительными, если измеренные значения отношений боковых составляющих к несущей не превышают величин, указанных в п.3.4.11.

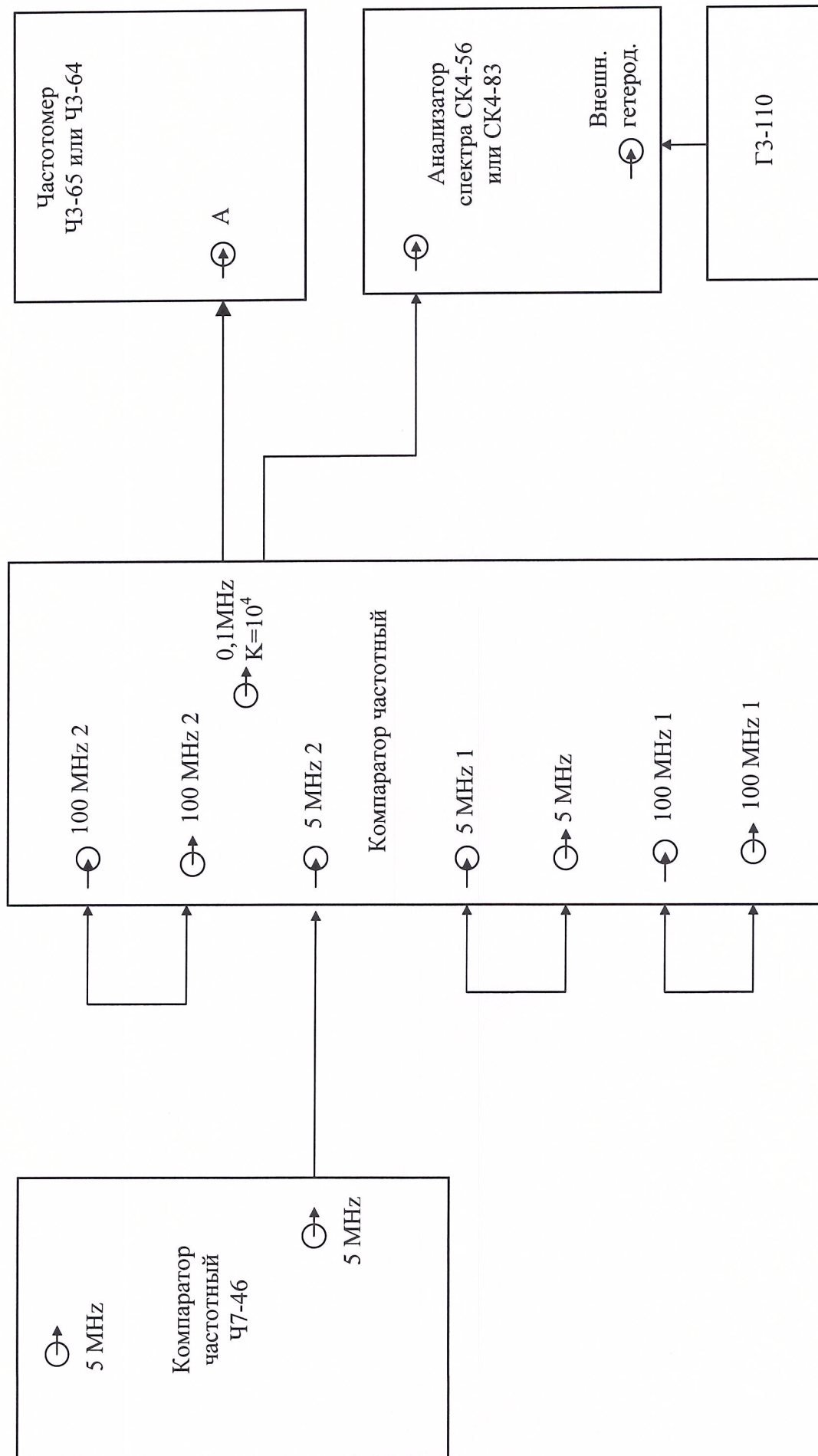


Рисунок 7.7 - Схема электрическая подключения приборов при измерении спектра ПФМ с частотами модуляции, кратными Δf

7.6 Оформление результатов поверки

7.6.1 Результаты поверки оформляются в порядке, установленном метрологической службой, осуществляющей поверку в соответствии с ПР 50.2.006-94.

Приборы, не прошедшие поверку (имеющие отрицательные результаты поверки), запрещаются к выпуску в обращение и применению.

7.6.2 Положительные результаты оформляются в виде свидетельств о поверке.

8 ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ

8.1 При подготовке к проведению работ по уходу за прибором, во время и после их проведения соблюдать меры предосторожности, указанные в разделах 1 и 4.2.

8.2 Перед проведением технического обслуживания следует подготовить необходимый инструмент, принадлежности и материалы: отвертку, плоскогубцы, мягкую кисть, спиртово-бензиновую смесь, ветошь.

8.3 При непосредственном использовании прибора по назначению проводятся следующие виды обслуживания:

контрольный осмотр (КО);

техническое обслуживание 1 (ТО-1), (если межповерочный интервал составляет год или менее, ТО-1 не проводится, а выполняется только ТО-2).

8.4 При кратковременном хранении (до 1 года) проводится КО.

8.5 При длительном хранении (более 1 года) проводится техническое обслуживание 1 при хранении (ТО –1Х).

8.6 Периодичность различных видов технического обслуживания и перечень работ по каждому виду обслуживания приведены в таблице 8.1.

Таблица 8.1 – Периодичность различных видов технического обслуживания

Вид технического обслуживания	Содержание работ	Периодичность проведения	Примечание
КО	Провести внешний осмотр согласно п.5.4.1 Проверить функционирование согласно 6.2.1 – 6.2.4	Перед и после использования по назначению и транспортирования Если прибор не использовался 1 раз в квартал При кратковременном хранении 1 раз в 6 мес.	
ТО –1	Выполнить все операции КО Восстановить поврежденные лакокрасочные покрытия Проверить состояние и комплектность ЗИП Проверить правильность ведения эксплуатационной документации	1 раз в год, а также при поставке на кратковременное хранение	

Продолжение таблицы 8.1

Вид технического обслуживания	Содержание работ	Периодичность проведения	Примечание
ТО – 2	Выполнить все операции ТО – 1 Провести периодическую поверку	Совмещается с периодической поверкой и при постановке на длительное хранение	
ТО – 1Х	Провести внешний осмотр состояния установки Распаковать прибор, как указано в п.5.3.1, провести проверку, упаковать прибор, как указано в п.5.3.3 Проверить состояние учета и условий хранения Провести правильность ведения эксплуатационных документов	1 раз в год	

9 ТЕКУЩИЙ РЕМОНТ

Компаратор частотный Ч7-46 является сложным электронным устройством и его ремонт осуществляется только заводом – изготовителем.

После проведения ремонта компаратор должен быть подвергнут поверке.

10 ХРАНЕНИЕ

10.1 Компараторы, поступающие на склад потребителя, могут храниться в упакованном виде в течение одного года со дня поступления.

10.2 При длительном хранении (более одного года) приборы должны находиться в упакованном виде и содержаться в отапливаемых хранилищах до 10 лет (температура окружающего воздуха от 5 до 40°C, относительная влажность до 80%) или в неотапливаемых хранилищах до 5 лет (температура окружающего воздуха от минус 60 до плюс 50°C, относительная влажность до 98%).

10.3 В помещениях для хранения не должно быть пыли, паров кислот и щелочей, вызывающих коррозию.

11 ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ

11.1 Допускается транспортирование приборов в транспортной таре всеми видами транспорта при температуре окружающего воздуха от минус 60 до плюс 50° С.

11.2 При транспортировании должна быть предусмотрена защита от попадания атмосферных осадков и пыли. Не допускается кантование.

11.3 Перед транспортированием упаковка производится в соответствии с разделом 4.1.

12 МАРКИРОВАНИЕ И ПЛОМБИРОВАНИЕ

12.1 Наименование и условное обозначение прибора, товарный знак предприятия нанесены в левой верхней части лицевой панели.

12.2 Заводской порядковый номер компаратора и год изготовления расположены в левом верхнем углу задней панели.

12.3 Все элементы и составные части, установленные на шасси, панелях и печатных платах, имеют маркировку позиционных обозначений в соответствии с позиционными обозначениями перечней элементов к принципиальным электрическим схемам.

12.4 Компаратор, принятый ОТК и представителем заказчика, пломбируется мастичными пломбами.

Лист регистрации изменений

Изм.	Номера листов (страниц)				Всего листов (страниц) в докум.	Номер докум.	Входящий номер сопроводительного докум. и дата	Подпись	Дата
	измененных	замененных	новых	аннулированных					