

6.3.3 Через 30 мин после включения опробовать работу прибора по следующим признакам:

индикаторные лампочки «1 Hz» и «1 Hz ОП» должны «мигать» с частотой 1 Гц; нажать кнопки «Синхр», расположенные на передней панели прибора (время нажатия 2-3 с).

Пользуясь входными аттенуаторами частотомера, установить рабочие уровни запуска по входам « \ominus t_{1A}» и « \ominus t_{2B}». Если показания частотомера составляют (0,5 ± δ) с, где δ любое число в пределах (0 ÷ 2) · 10⁻⁶ с, компаратор можно считать исправным.

Поочередно подключая выходы остальных измерительных каналов на частотомер, опробовать все 4 канала. (При отсутствии коммутатора подключать выходы измерительных каналов на частотомер « \ominus t_{1A}» вручную).

6.4 Порядок проведения измерений.

После истечения времени установления рабочего режима, равного 6 ч, сделать первый отсчет интервала времени X₁ по частотомеру для каждого из каналов, переключая сигналы, снимаемые с разъемов « \ominus 1 Hz», на вход « \ominus t_{1A}» частотомера вручную (или по заданной программе, если измерения проводятся с помощью АИС). Далее каждый час делать отсчеты X₂, X₃ ... X_N и вычислить по приведенным выше формулам (п.3.5.2) относительную разность входных частот $\left(\frac{\Delta f}{f}\right)_{вх}$ или нестабильность частоты $\sigma_y(\tau)$.

7 ПОВЕРКА БКФ

Настоящий раздел устанавливает методы и средства поверки Блока компараторов фазовых Ч7-48.

Поверка проводится 1 раз в год метрологической службой предприятия – изготовителя.

Поверка проводится специалистами, аттестованными в качестве поверителя в соответствии с ПР 50.2.012-94.

7.1 Операции и средства поверки.

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

ПРИМЕЧАНИЕ: 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 ПР 50.2.006-94.

7.2 Условия поверки и подготовка к ней

7.2.1 При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

температура окружающей среды, °С	20±5
относительная влажность воздуха, %	30-80
атмосферное давление, кПа (мм рт. ст.)	84-106 (603-795)
напряжение сети питания, В	220±4,4
частота промышленной сети, Гц	50±1

Продолжение таблицы 7.1

Наименование операции	Номер пункта методики	Рекомендуемые типы СИ, РЭ	Требуемые характеристики средств поверки	Примечание
<p>Определение основной погрешности $\sigma_y(\tau)$, вносимой БКФ</p> <p>При входной частоте</p> <p>100МГц и $\tau=1с$</p> <p>100МГц и $\tau=1ч$</p> <p>5МГц и $\tau=1с$</p> <p>5МГц и $\tau=1с$</p>	7.4.6	<p>ЧЗ – 64</p> <p>Автоматизированная измерительная система 1028А</p> <p>Программа «Контроль»</p> <p>Диск гибкий магнитный 5.106.027 (для долговременных измерений в автоматическом режиме $\sigma_y(\tau)$ при $\tau=1ч$)</p> <p>Ч7 – 46</p> <p>ЧЗ – 65</p> <p>Усилитель распределительный</p>	<p>Режим самоконтроля компаратора</p> <p>Вносимая нестабильность $\leq 1 \cdot 10^{-13}/с$</p>	Эталонный комплекс
Синхронизация начала работы делителей частоты, начальная задержка опорного импульса	7.4.6	<p>ЧЗ – 64</p> <p>Ч7 – 46</p> <p>ЧЗ – 65</p> <p>Усилитель распределительный</p>	Точность ИВИ $\pm 1мкс$	
Определение дополнительной погрешности измерений, обусловленной ПФМ	7.4.7	<p>ЧЗ – 64</p> <p>СК4 – 56</p> <p>ГЗ – 110</p> <p>Ч7 – 46</p> <p>ЧЗ – 65</p> <p>Усилитель распределительный</p>	<p>см. таблицу 7.2</p> <p>Полоса анализа 3Гц, динамический диапазон 70дБ</p>	Определяется расчетным методом
Определение температурного коэффициента изменения фазы (ТКФ) БКФ	7.4.8	<p>ЧЗ – 64</p> <p>Камера тепла</p> <p>Ч7 – 46</p> <p>ЧЗ – 65</p> <p>Усилитель распределительный</p>	<p>+5...+50°C</p> <p>точность $\pm 2^\circ C$</p>	Только при первичной поверке

7.4.2 При внешнем осмотре должны быть проверены все требования раздела 4.2 п.4.2.1.

Комплектность БКФ должна соответствовать таблице 3.1:

на верхней и нижней крышках БКФ со стороны задней панели должны быть пломбы завода-изготовителя;

число независимых каналов измерений должно быть равно 4;

надписи на передней панели должны соответствовать таблице 6.1.

Приборы и кабели, имеющие дефекты, бракуются и направляются в ремонт.

7.4.3 Опробование работы БКФ производить по пп. 6.3.1÷6.3.3 для оценки его исправности. Неисправные БКФ бракуются и направляются в ремонт.

7.4.4 Проверку работоспособности прибора при заданной относительной разности входных частот (п.3.4.5) производят следующим образом.

Приборы соединяют по схеме рисунка 7.1 при входной частоте 5 МГц или по схеме рисунка 7.2 при входной частоте 100 МГц. Источники сигналов 5 МГц должны прогреться в течение не менее 2 ч (время, необходимое для установления рабочего режима кварцевых генераторов 5 МГц), остальные приборы - в соответствии с временем установления рабочего режима, указанном в инструкциях по эксплуатации на эти приборы. Органы управления частотомера устанавливают в положения:

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

Медленно вращая потенциометр подстройки частоты кварцевого генератора (штиц «Корр. част.»), расположенный на задней панели компаратора частотного Ч7-46) устанавливают значение частоты выходного сигнала равным $1 \text{ Гц} \pm \Delta F$, где ΔF может быть любой в пределах $\pm 2 \cdot 10^{-4} \text{ Гц}$.

Относительная разность входных частот определяется по формуле:

$$\left(\frac{\Delta f}{f} \right)_{\text{вх}} = \pm \frac{\Delta F}{F_{\text{вых}} \cdot K}$$

где K - коэффициент умножения разрешающей способности измерений $K=10^4$;

$F_{\text{вых}}$ - выходная частота, номинальное значение, $F_{\text{вых}}=1 \text{ Гц}$.

Измерения, аналогичные описанному, провести для всех измерительных каналов.

Результаты проверки считают удовлетворительными, если при ΔF , установленной в пределах $\pm 2 \cdot 10^{-4} \text{ Гц}$, разброс показаний частотомера не превышает $2 \cdot 10^{-7} \text{ Гц}$.

7.4.5 Определение частоты, формы и напряжений выходных сигналов (п.2.6) проводят непосредственными измерениями.

Приборы соединяют по схеме рисунка 7.3 при входной частоте 5 МГц и рисунка 7.4 при входной частоте 100 МГц. Поочередно подсоединяя к выходным разъемам частотомер или осциллограф, измеряют частоту выходных сигналов, длительность импульсов, напряжения и оценивают их форму.

Нагрузочное сопротивление 50 Ом или 200 Ом подпаивают к концу кабеля длиной 1,5 м или используют любую другую нагрузку 50 Ом или 200 Ом.

Результаты проверки считают удовлетворительными, если измеренные значения частоты, напряжений выходных сигналов и длительность и форма выходных импульсов соответствуют характеристикам, указанным в п.3.4.6.

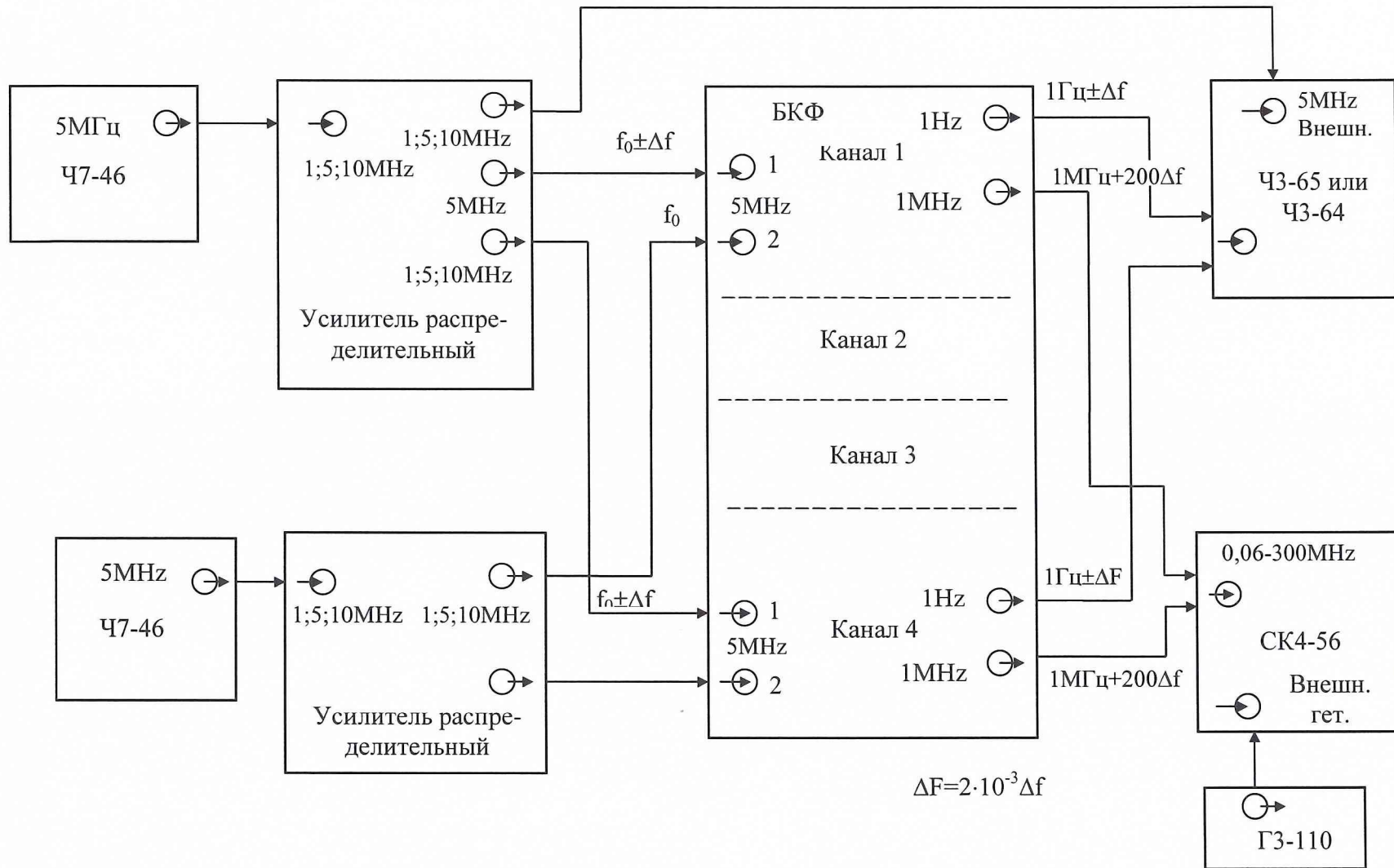


Рисунок 7.1 - Схема электрическая подключения приборов при измерении относительной разности входных частот и отношения к несущей боковых составляющих спектра выходного сигнала, обусловленного ПФМ с частотами, кратными разности входных частот для $f_{вх}=5\text{МГц}$

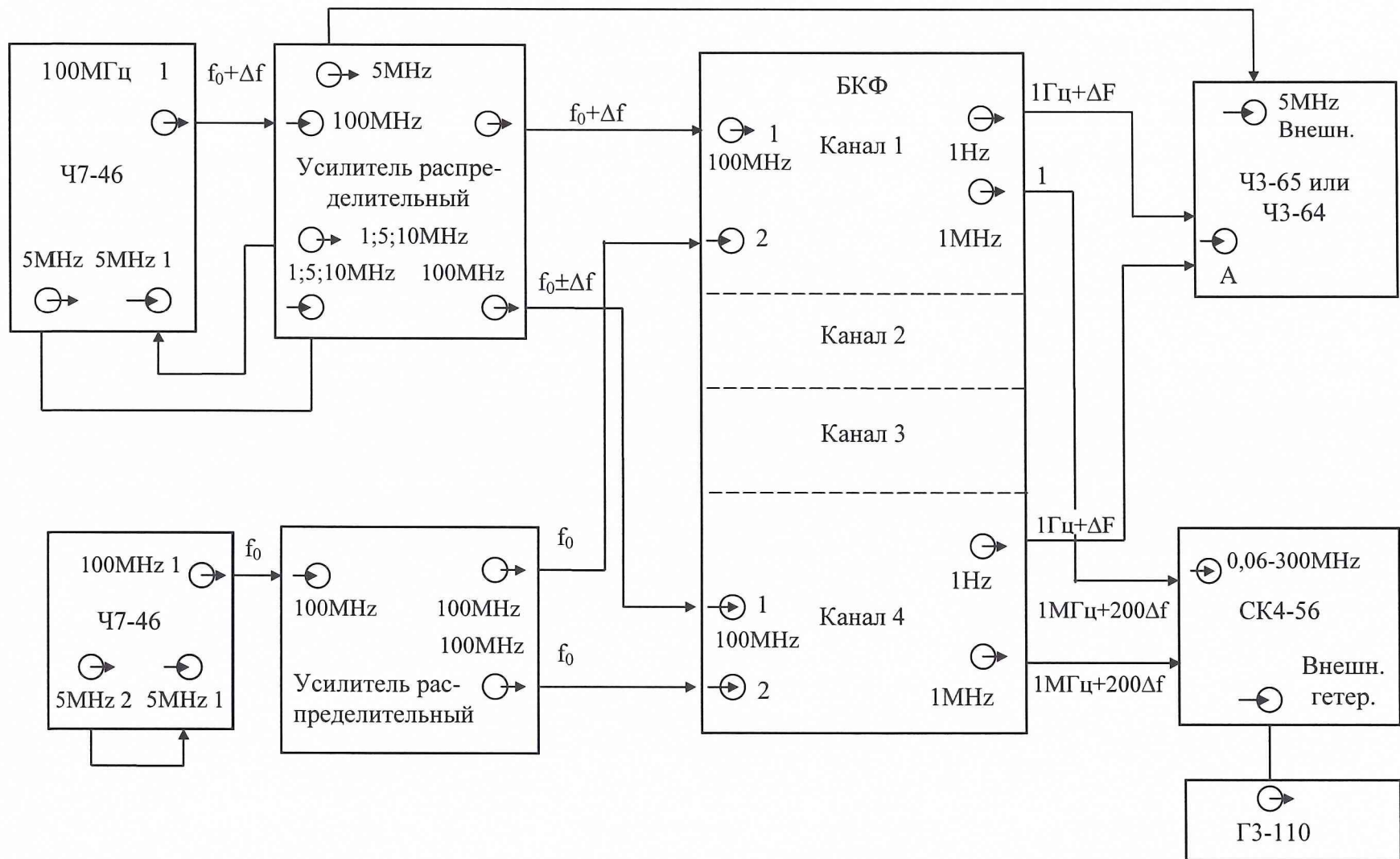


Рисунок 7.2 - Схема электрическая подключения приборов при измерении относительной разности входных частот и отношения к несущей боковых составляющих спектра выходного сигнала, обусловленных ПФМ с частотами, кратными разности входных частот, для $f_{вх}=100\text{МГц}$

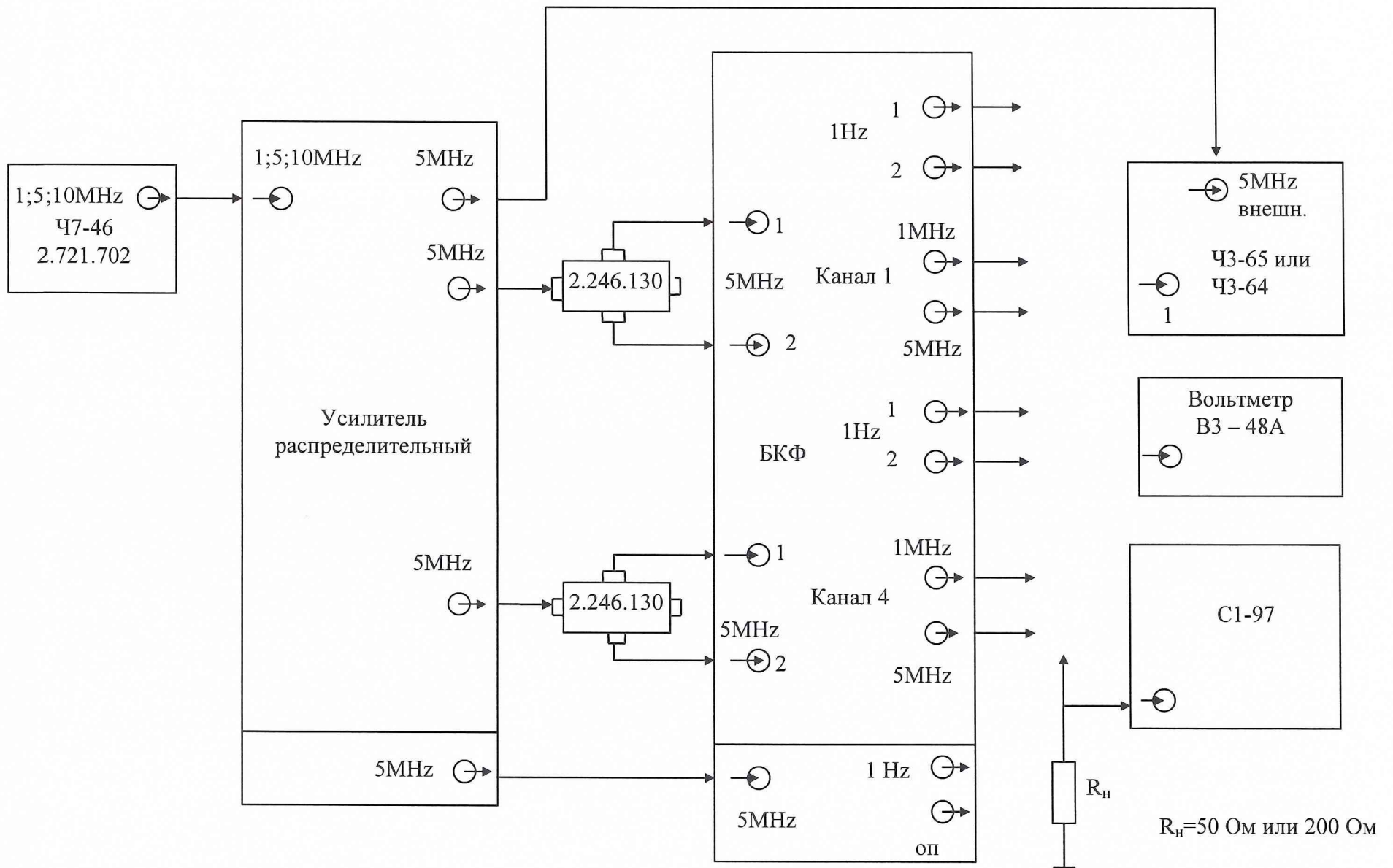


Рисунок 7.3 - Схема электрическая подключения приборов при измерениях частот, формы и напряжений выходных сигналов для $f_{вх}=5\text{МГц}$

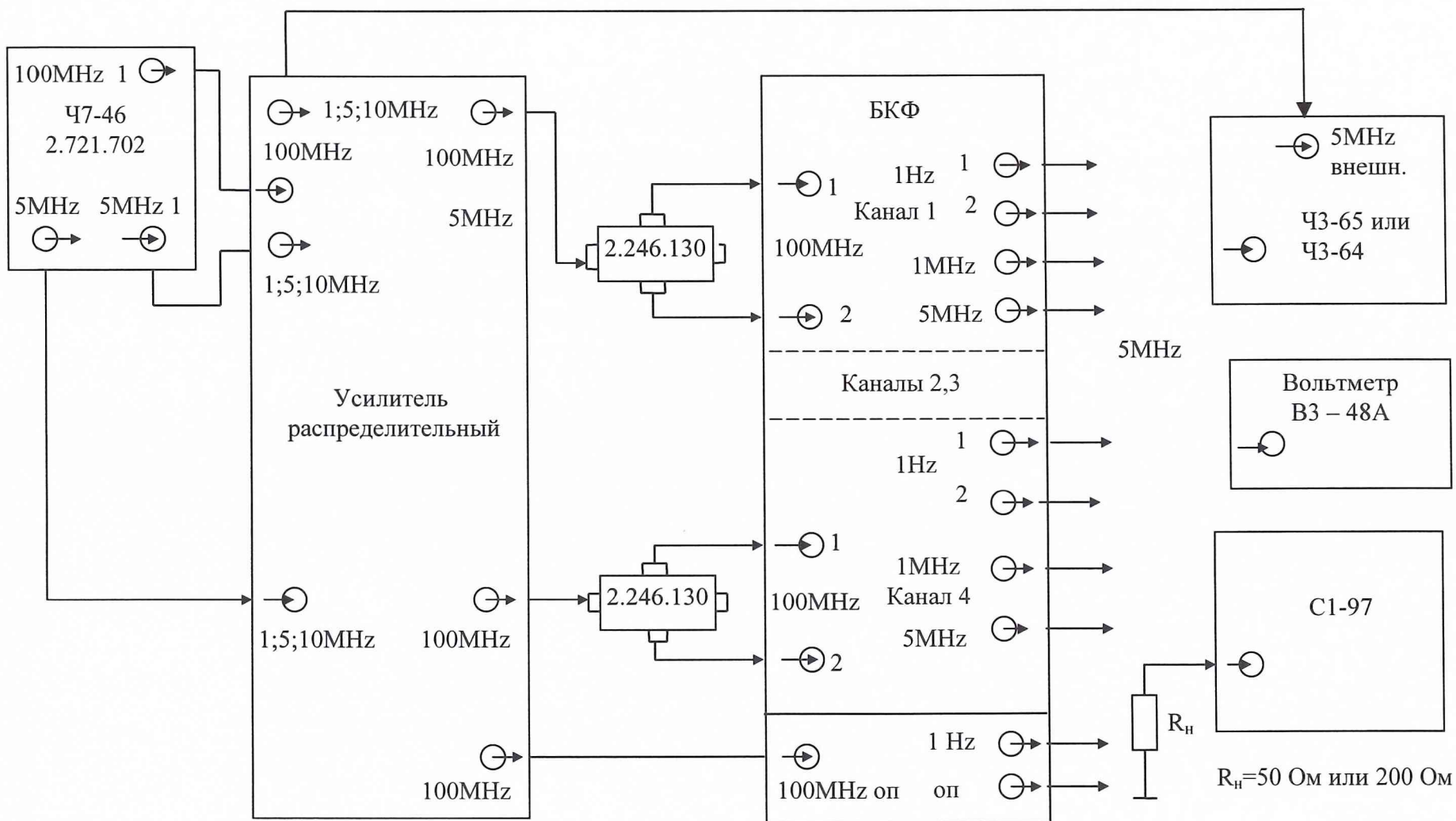


Рисунок 7.4 - Схема электрическая подключения приборов при измерениях частот, формы и напряжений выходных сигналов для $f_{bx} = 100 \text{ MHz}$

7.4.6 Определение основной погрешности, вносимой прибором (п.3.4.7), синхронизации начала работы делителей частоты и начальной задержки опорного сигнала по отношению к измеряемому (п.3.4.8), времени установления рабочего режима (п.3.4.11) проводят по схеме, приведенной на рисунке 5 при входной частоте 5 МГц, или рисунке 6 при входной частоте 100 МГц. Проверку за время измерений 1 ч рекомендуется проводить с использованием автоматизированной системы измерений (АИС) по заданной программе. Схема соединений приборов в этом случае приведена на рисунке 7.7.

Органы управления частотомера устанавливаются в положения:

- «Режим работы» - интервал « t_1-t_2 »
- «Время отсчета» - «1 с»
- «Множитель» - «1»
- «Фронт» - « \int ».

После 30 минут времени установления рабочего режима, проверяют возможность синхронизации начала работы делителей частоты и величину начальной задержки опорного импульса по отношению к измеряемому (для каждого канала). Для этого нажимают кнопки «Синхр.» (время удержания 1-2 с) и измеряют интервал времени по частотомеру. Он должен быть равен $X=0,5 \pm \delta$, где δ может быть любым числом в пределах от $0 \div 20 \cdot 10^{-6}$ с.

Проверку основной погрешности, вносимой БКФ за время измерения 1 с, проводят при установке органов управления частотомера в следующие положения:

- «Род работы» - «Частота»
- «Время счета» - «1 с»
- «Множитель» - «1».

Производя 30 отсчетов значений F_i вычисляют среднеквадратическое отклонение частоты $\sigma_y(\tau)$ по формуле:

$$\sigma_y(\tau) = \frac{1}{10^4} \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (\Delta F_i)^2}{N-1}} \quad (7.1)$$

где ΔF_i - отклонение измеренного значения F_i от номинального $\Delta F_i = \pm(F_i - 1)$ Гц;
 N - число отсчетов $N \geq 30$.

После вычисления $\sigma_y(\tau)$ за $\tau=1$ с, дают дополнительное время установления режима (суммарное время должно быть 6 ч с момента включения прибора) и измеряют $\sigma_y(\tau)$ за $\tau=1$ ч с помощью АИС. Отсчеты набега фазы X_i по частотомеру производят через каждый час в течение 24 ч.

При измерениях за $\tau=1$ ч необходимо контролировать, чтобы изменения температуры окружающей среды не превышали ± 1 °С за время проведения измерений.

ПРИМЕЧАНИЕ: 1 Допускается проверка основной погрешности за $\tau=1$ ч при меньшем отсчете X по частотомеру (но не менее 11 после истечения времени установления рабочего режима) - в том случае, если за время проверки все отсчеты удовлетворяют условию:

$$y_i = \frac{\Delta \tau_i}{K \tau} < 1 \cdot 10^{-15}$$

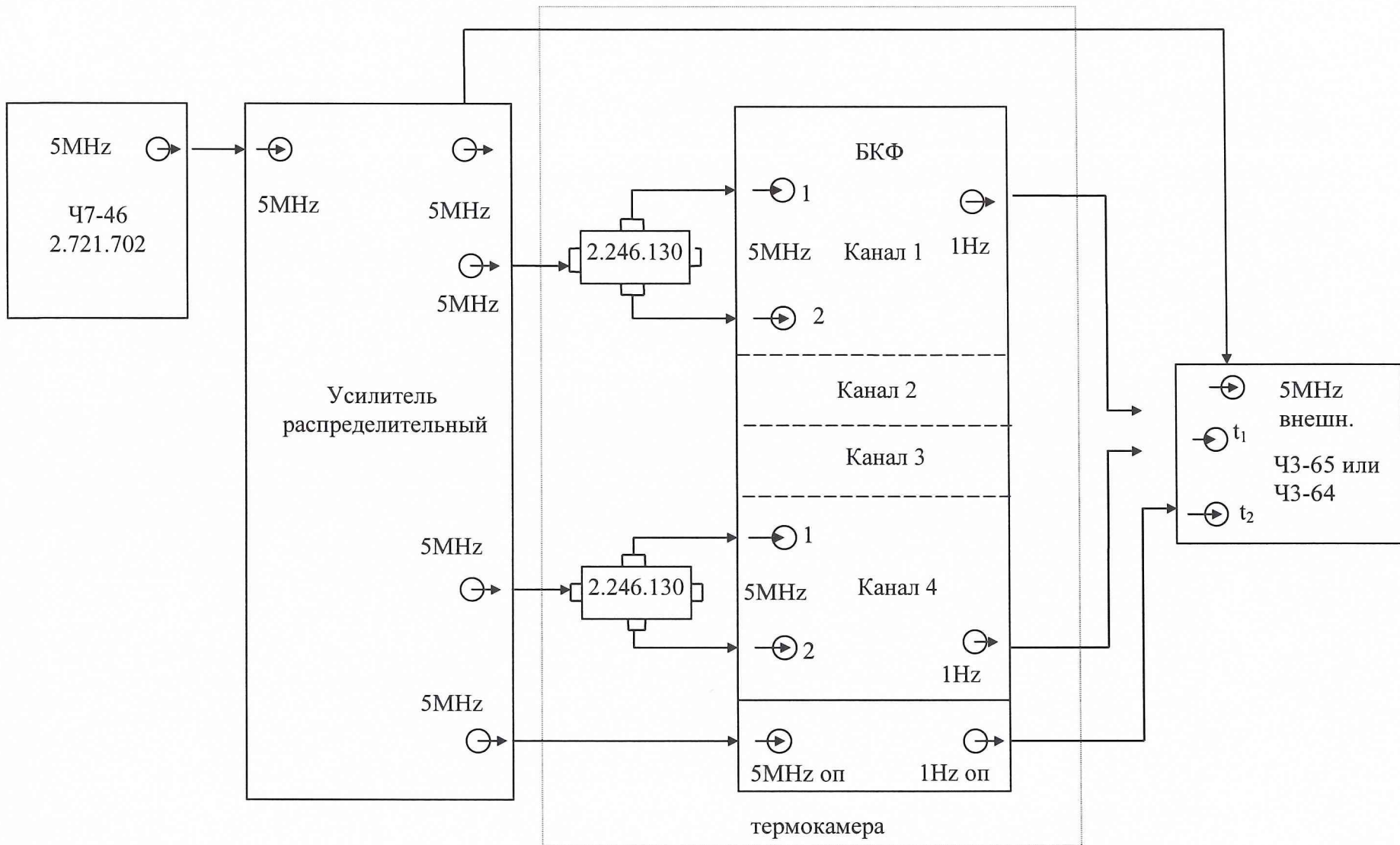


Рисунок 7.5 - Схема электрическая подключения приборов при определении основной погрешности измерений, синхронизации начала работы и задержки импульсов, времени установления рабочего режима и температурного коэффициента измерения фазы (ТКФ) для $f_{вх}=5\text{МГц}$. Термокамера используется при определении ТКФ.

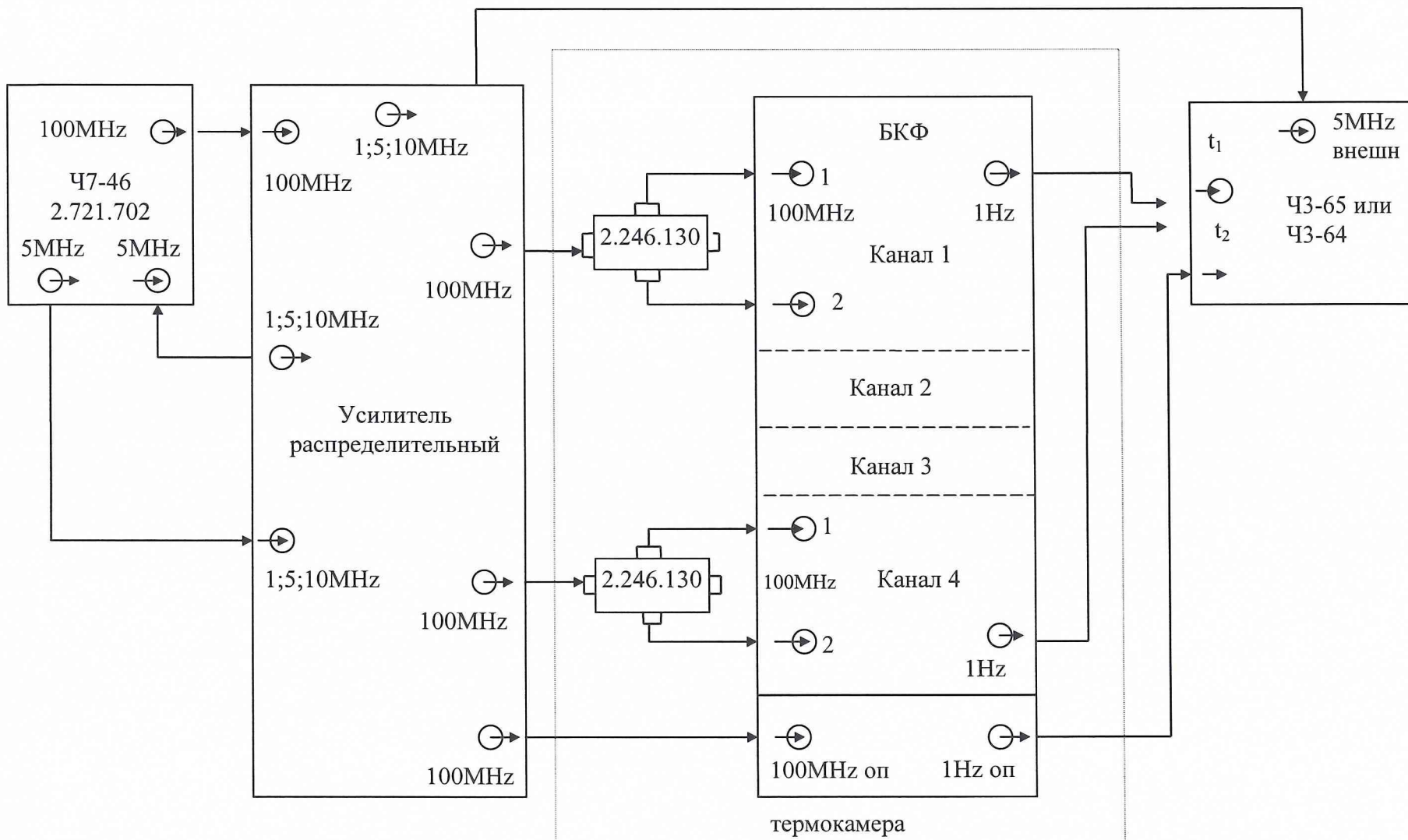


Рисунок 7.6 - Схема электрическая подключения приборов при определении основной погрешности измерений для $f_{вх}=100\text{МГц}$ и температурного коэффициента изменения фазы ТКФ. Термокамера - только для измерений ТКФ.

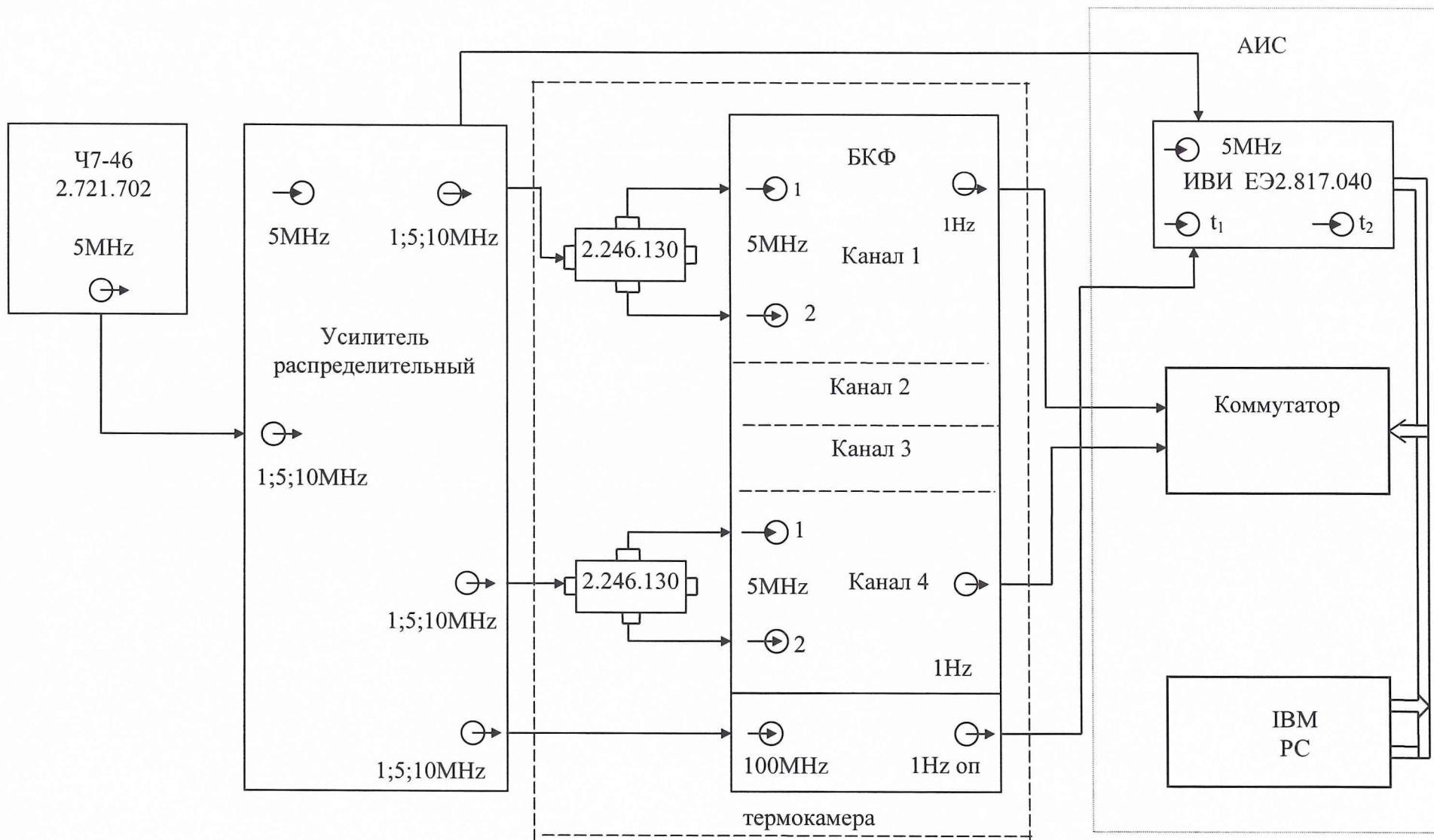


Рисунок 7.7 - Схема электрическая подключения приборов при определении основной погрешности измерения за время измерений 1 ч с использованием АИС

2 Допускается проверка $\sigma_y(\tau)$ за $\tau=1$ с в режиме измерения частоты. Сигнал с разъема « $\odot \rightarrow 1$ Hz» БКФ подают на разъем « $\ominus \leftarrow 1$ Hz» частотомера. Органы управления частотомера устанавливают в положения:

«Род работы» - «Частота»
 «Время счета» - «1 с»
 «Множитель» - «1».

Делают 20-30 отсчетов по частотомеру значений F_i . $\sigma_y(\tau)$ вычисляют 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 F_0 - частота выходного сигнала, номинальное значение, $F_0=1$ Гц;

N - число отсчетов по частотомеру;

ΔF_i - отклонение измеренных значений частоты выходного сигнала от номинального значения, $\Delta F_i = F_i - F_0$.

Результаты проверки считают удовлетворительными, если вычисленные значения $\sigma_y(\tau)$ меньше значений, указанных в п.3.4.7.

7.4.7 Определение дополнительной погрешности измерений, обусловленной паразитной паразитной фазовой модуляцией (ПФМ) выходного сигнала с частотами, кратными разностям входной частоты Δf (п.3.4.9) производят следующим образом.

Приборы соединяют по схеме рисунка 7.1 при входной частоте 5 МГц или схеме рисунка 7.2 при входной частоте 100 МГц. Вращением потенциометров подстройки частоты кварцевых генераторов источников сигналов устанавливают значение частоты выходного сигнала по частотомеру равным $1 \text{ МГц} \pm 350 \text{ Гц}$. При этом разность входных частот будет равна:

$$\begin{aligned} \text{для } f_{\text{вх}}=100 \text{ МГц} \quad \Delta f &= \frac{350}{10} = 35 \text{ Гц}; \\ \text{для } f_{\text{вх}}=5 \text{ МГц} \quad \Delta f &= \frac{350}{200} = 1,75 \text{ Гц}. \end{aligned}$$

где 10 и 200 - коэффициенты умножения разности входных частот Δf в БКВ.

При изменении частоты кварцевого частоты кварцевого генератора необходимо некоторое время установления (5-10 мин.), по истечении которого и следует делать отсчеты по частотомеру. Настройку Δf достаточно сделать один раз на любом из каналов, для $f_{\text{вх}}=5$ МГц или $f_{\text{вх}}=100$ МГц.

После измерения Δf , к разъемам « $\odot \rightarrow 1$ MHz» поочередно подсоединяют через аттенюатор 10-15 дБ анализатор спектра, например, СК4-56 с внешним гетеродином ГЗ-110, и измеряют отношение « ϕ_m » дБ амплитуд составляющих спектр сигнала, кратных Δf , к несущей.

Для пересчета ко входу на частоте 5 МГц к отношению « ϕ_m » дБ следует прибавить минус 46 дБ, а на частоте 100 МГц прибавить минус 20 дБ.

Чтобы исключить составляющие спектра, не кратные Δf (например, составляющие с частотой сети 50 Гц и ее гармониками или паразитные составляющие выходных сигналов кварцевых генераторов), делают контрольное измерение при $\Delta \approx 0$. Для этого по частотомеру устанавливают частоту выходного сигнала $1 \text{ МГц} \pm \delta$, где $\delta < 1$ Гц, и отмечают при такой расстройке все боковые составляющие спектра сигнала. Эти составляющие не учитывают при измерении ПФМ.

После измерения составляющих ПФМ следует оценить суммарную погрешность частоты $\sigma_y(\tau)_{\text{ПФМ}}$. Для каждой из составляющих максимальное значение погрешности вычисляют по формуле:

$$\sigma_y(\tau)_{\text{ПФМ}} = \varphi_m \cdot \frac{1}{f_0 \pi \tau} \quad (7.3)$$

суммарную погрешность вычисляют по формуле:

$$\sigma_y(\tau)_{\text{ПФМ}\Sigma} = \sqrt{(\sigma_y(\tau)_{\text{ПФМ}1})^2 + \dots + (\sigma_y(\tau)_{\text{ПФМ}K})^2} \quad (7.4)$$

где К - число составляющих ПФМ;

φ_m - отношение уровня боковой составляющей спектра ПФМ к несущей;

f_0 - частота входного сигнала, номинальное значение;

τ - время измерений, $\tau=3600$ с.

В таблице 7.2 приведены некоторые значения $\sigma_y(\tau)_{\text{ПФМ}}$ для разных значений φ_m . Для промежуточных значений φ_m величины $\sigma_y(\tau)_{\text{ПФМ}}$ следует вычислять по формуле (7.3) и подставить в формулу (7.4). Необходимо отметить, что вычисленные значения определяют максимальную погрешность, верхнюю ее границу. Фактическое значение погрешности может быть меньшим, вплоть до нулевого, в зависимости от соотношения фаз, но оно не поддается точному определению.

Таблица 7.2 - Отношения к несущей уровня боковых составляющих спектра выходного сигнала, обусловленные ПФМ.

$f_0=5$ МГц		$f_0=100$ МГц		$\sigma_y(\tau)_{\text{ПФМ}}$
φ_m , дБ	φ_m , раз	φ_m , дБ	φ_m , раз	
111	$2,8 \cdot 10^{-6}$	85	$5,6 \cdot 10^{-5}$	$0,5 \cdot 10^{-16}$
106	$5 \cdot 10^{-6}$	80	$1 \cdot 10^{-4}$	$0,9 \cdot 10^{-16}$
101	$9 \cdot 10^{-5}$	75	$1,78 \cdot 10^{-4}$	$1,6 \cdot 10^{-16}$
96	$1,6 \cdot 10^{-5}$	70	$3,16 \cdot 10^{-7}$	$2,8 \cdot 10^{-16}$
91	$2,8 \cdot 10^{-5}$	60	$1 \cdot 10^{-3}$	$5,06 \cdot 10^{-16}$

Результаты проверки считают удовлетворительными, если вычисленные по формуле (7.4) значения $\sigma_y(\tau)_{\text{ПФМ}}$ удовлетворяют условию, приведенному в п.3.4.9.

7.4.8 Определение ТКФ БКФ (3.4.10) проводят при включении по схеме, приведенной на рисунке 7.5 для входной частоты 5МГц и по схеме рисунка 7.6 для входной частоты 100МГц.

Органы управления частотомера устанавливают в положения:

«Режим измерения» - « $t_1 - t_2$ »

«Множитель» - «1»

«Фронт» - « \int »

БКФ помещают в камеру тепла и холода, включают питание и входные сигнал. Через 5-10 минут нажимают кнопки «Синхр.», устанавливают температуру в камере 5° С и дают выдержку 4-6 часов, после чего делают первый отсчет по частотомеру X_1 и отмечают температуру в камере тепла T_1 . Температуру в камере повышают до $T_K=50^\circ\text{C}$

дают выдержку в течение 30 минут и делают отсчет показаний частотомера X_2 . Далее отсчеты по частотомеру $X_3 \dots X_n$ делают через каждые 30 минут в течение 6 часов. Если измеряемый интервал X_i остается постоянным с точностью до 150 нс за 30 минут, дальнейшие отсчеты допускается не производить.

Если во время измерений произошел сбой, обусловленный внешними помехами, допускается дальнейшие отсчеты производить после сбоя, суммируя набег фазы до сбоя и после него.

Температурный коэффициент изменения фазы определяют по формуле:

$$TK\Phi = \frac{|X_K - X_1|}{|T_K - T_1| \cdot K} \cdot 10^{12} \frac{нкс}{^{\circ}C} \quad (7.5)$$

Результаты проверки считают удовлетворительными, если измеренные значения ТКФ не превышают величин, указанных в п. 3.4.10.

7.5 Оформление результатов поверки.

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

БКФ, не прошедшие поверку (имеющие отрицательные результаты поверки), запрещается к выпуску в обращение и применение.

7.5.2 Положительные результаты оформляются в виде свидетельств о поверке.

8 ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ

8.1 При подготовке к проведению работ по уходу за БКФ, во время и после их проведения необходимо 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, спиртобензиновую 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.4.2.1 Проверить функционирование согласно пп 6.3.1÷6.3.3	Перед началом 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 постановке на кратковременное хранение	
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 упаковки; распаковать прибор, как указано в п.4.1.1; провести поверку; упаковать прибор, как указано в п.4.1.3; проверить состояние учета и условий хранения; проверить правильность ведения эксплуатационных документов	1 раз в год	

9 ТЕКУЩИЙ РЕМОНТ

БКФ является сложным электронным устройством и его ремонт осуществляется только заводом – изготовителем.

После проведения ремонта БКФ должен быть подвергнут поверке.

10 ХРАНЕНИЕ

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

10.2 При длительном хранении (более одного года) БКФ 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 БКФ в транспортной таре всеми видами транспорта при температуре окружающего воздуха от минус 60 до плюс 50°C.

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

11.3 Перед транспортированием БКФ 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 БКФ и год изготовления расположены в левом верхнем углу задней панели.

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

12.4 БКФ, 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					