

**ЧАСТОТОМЕРЫ ЭЛЕКТРОННО-СЧЕТНЫЕ
ЧЗ-68, ЧЗ-69**

**Техническое описание
и инструкция по эксплуатации
0.271.001 ТО**

СОДЕРЖАНИЕ

1. Назначение	3
2. Технические данные	4
3. Состав прибора	5
4. Устройство и работа прибора	5
5. Устройство и работа составных частей прибора	9
6. Маркирование и пломбирование.....	15
7. Общие указания по эксплуатации.....	15
8. Указание мер безопасности.....	16
9. Подготовка к работе	16
10. Порядок работы	16
11. Характерные неисправности и методы их устранения	18
12. Техническое обслуживание	21
13. Проверка прибора.....	21
14. Правила хранения	23
15. Транспортирование	24
Приложение 1. Размещение основных частей прибора и элементов	25
Приложение 2. Таблицы напряжений по постоянному току.....	31
Приложение 3. Осциллограммы.....	34
Приложение 4. Намоточные данные.....	35
Приложение 5. Схемы электрические принципиальные и перечни элементов к ним	36

2. ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ

2.1. Приборы измеряют частоту непрерывных синусоидальных сигналов:

43-68 — по входу А „10 кГц — 100 МГц“ в диапазоне от 10 кГц до 100 МГц при напряжении входного сигнала от 0,01 до 10 В;

43-68 — по входу Б „0,1–12 ГГц“ в диапазоне от 0,1 до 12 ГГц при входной мощности сигнала от 0,1 до 5 мВт;

43-69 — по входу Б „8–18 ГГц“ в диапазоне от 8 до 18 ГГц при входной мощности сигнала от 0,3 до 5 мВт.

Примечание. При входной мощности сигнала более 1 мВт необходимо использовать аттенуатор резисторный, входящий в комплект поставки.

2.2. Относительная погрешность приборов при измерении частоты непрерывных синусоидальных сигналов находится в пределах значений, рассчитываемых по формуле (1):

$$\delta_{\text{нг}} = \pm (\delta_0 + 2 \cdot 10^{-7} + \delta_{\text{зап}}), \quad (1)$$

где δ_0 — относительная погрешность по частоте внутреннего кварцевого генератора или внешнего опорного генератора, используемого вместо внутреннего кварцевого генератора;

$\delta_{\text{зап}}$ — относительная погрешность запуска при соотношении сигнал/шум более 40 дБ и при усреднении N периодов измеряемого сигнала определяется по формуле (2):

$$\delta_{\text{зап}} \leq \frac{3 \cdot 10^{-3}}{N}.$$

В диапазоне частот 10 кГц — 100 кГц: $3 \cdot 10^{-7} \gg \delta_{\text{зап}} \gg 3 \cdot 10^{-8}$, а при частотах свыше 100 кГц: $\delta_{\text{зап}} \leq 3 \cdot 10^{-8}$.

2.3. Номинальное значение частоты кварцевого генератора — 5 МГц.

Пределы перестройки частоты кварцевого генератора при выпуске прибора — не менее $2,5 \cdot 10^{-6}$ в каждую сторону от номинального значения.

Действительное значение частоты кварцевого генератора при выпуске приборов установлено с погрешностью в пределах $\pm 1 \cdot 10^{-7}$ относительно номинального значения частоты после истечения времени установления рабочего режима, равного 1 ч.

2.4. Относительная погрешность по частоте кварцевого генератора находится в пределах:

$$\begin{aligned} \pm 5 \cdot 10^{-7} & \text{ — за 30 суток;} \\ \pm 1 \cdot 10^{-6} & \text{ — за 6 месяцев;} \\ \pm 2 \cdot 10^{-6} & \text{ — за 12 месяцев.} \end{aligned}$$

Интервалы времени 30 суток, 6 и 12 месяцев отсчитываются с момента коррекции частоты кварцевого генератора с относительной погрешностью в пределах $\pm 1 \cdot 10^{-7}$ (режим работы с выключениями или без выключений).

2.5. Среднеквадратическая относительная случайная вариация частоты кварцевого генератора за 10 мин при окружающей температуре, поддерживаемой с точностью $\pm 1^\circ\text{C}$, — не более предела допускаемого значения, равного $5 \cdot 10^{-8}$.

2.6. Температурный коэффициент частоты кварцевого генератора в диапазоне температур от минус 30 до плюс 50°C находится в пределах $(\pm 2 \cdot 10^{-8} \text{ }^\circ\text{C})^{-1}$.

2.7. Приборы измеряют несущую частоту импульсно-модулированных (ИМ) сигналов в диапазоне частот от 0,1 до 18 ГГц при входной мощности в импульсе:

43-68 — по входу Б ... 0,1 — 12 ГГц ... от 0,1 до 5 мВт;

43-69 — по входу Б ... 8 — 18 ГГц ... от 0,3 до 5 мВт. Минимальное значение длительности импульса 0,3 мкс, частота повторения от 100 Гц до 10 кГц, скважность от 2 до 1000.

Примечание. При входной мощности в импульсе более 1 мВт необходимо использовать аттенуатор резисторный, входящий в комплект поставки.

2.8. Прибор 43-68 измеряет по входу Б „0,1–12 ГГц“ несущую частоту амплитудно-модулированных (АМ) сигналов в диапазоне от 0,1 до 12 ГГц при глубине модуляции от 0 до 100 % и частоте модуляции синусоидальным сигналом от 0,1 до 200 кГц.

Уровень несущей частоты должен быть от 0,1 до 5 мВт.

Примечание. При уровне несущей частоты более 1 мВт необходимо использовать аттенуатор резисторный, входящий в комплект поставки.

2.9. Относительная погрешность приборов при измерении несущей частоты импульсно-модулированных и амплитудно-модулированных сигналов находится в пределах значений, рассчитываемых по формуле (3):

$$\delta_{\text{им}} = \pm (\delta_0 + \frac{\Delta f_{\text{сл}}}{f_{\text{изм}}} + 2 \cdot 10^{-6}), \quad (3)$$

где $\Delta f_{\text{сл}}$ — погрешность сличения по нулевым бинам: при сличении по внешнему индикатору $\Delta f_{\text{сл}}$ — не более 100 кГц;

при сличении по внутреннему индикатору $\Delta f_{\text{сл}}$ при $\tau_{\text{изм}} > 1$ мкс — не более 150 кГц;

$f_{\text{изм}}$ — значение измеряемой частоты, кГц.

2.10. Входное сопротивление и входная емкость прибора по входу А — не менее 1 МОм и не более 25 пФ.

Входное сопротивление приборов по входу Б — 50 Ом, канал сечением 7/3,04 мм.

2.11. Приборы измеряют в режиме самоконтроля частоту собственного опорного сигнала 5 МГц с целью проверки работоспособности прибора.

2.12. Приборы обеспечивают цифровой отсчет результатов измерения с индикацией единиц измерения, кГц, МГц, ГГц.

2.13. Приборы выдают опорный сигнал частотой 5 МГц. Размах выходного напряжения — не менее 1 В на нагрузке 1 кОм.

2.14. Приборы работают от внешнего источника опорной частоты 5 МГц ± 100 Гц напряжением от 0,5 до 3 В.

2.15. Приборы обеспечивают свои технические характеристики в пределах норм, установленных техническими требованиями, по истечении времени установления рабочего режима, равного 1 ч.

2.16. Питание приборов осуществляется от сети переменного тока напряжением (220 ± 22) В частотой (50 ± 1) Гц или напряжением (220 ± 11) , или $(115 \pm 5,75)$ В частотой (400 ± 10) Гц.

2.17. Мощность, потребляемая приборами от сети при номинальном напряжении, не превышает 60 В · А.

2.18. Приборы допускают непрерывную работу в рабочих условиях в течение времени не менее 16 ч при сохранении своих технических характеристик.

2.19. Нормальные условия применения (эксплуатации): температура окружающего воздуха $(20 \pm 5)^\circ\text{C}$;

относительная влажность воздуха $65 \pm 15\%$;

атмосферное давление (мм. рт. ст.) (100 ± 4) кПа (750 ± 30) мм рт. ст.

1. НАЗНАЧЕНИЕ

1.1. Частотомеры электронно-счетные ЧЗ-68, ЧЗ-69 (рис. 1, 2) предназначены для измерения частоты непрерывных синусоидальных (НГ) и несущей частоты импульсно-модулированных (ИМ) сигналов и выдачи сигнала опорной частоты.

1.2. Приборы соответствуют ГОСТ 22261-82, ГОСТ 22335-77, а по условиям эксплуатации предназначены для работы в следующих условиях:

температуре окружающего воздуха от минус 30 до плюс 50 °С;

относительной влажности воздуха — до 98 % при температуре до 25 °С.

1.3. Приборы питаются от сети переменного тока напряжением (220±22) В частотой (50±1) Гц или напряжением (220±11) В, или (115±5,75) В частотой (400±10) Гц.

1.4. Приборы могут использоваться для настройки и испытаний различного рода приемопередающих трактов, фильтров, для настройки систем связи и других устройств.

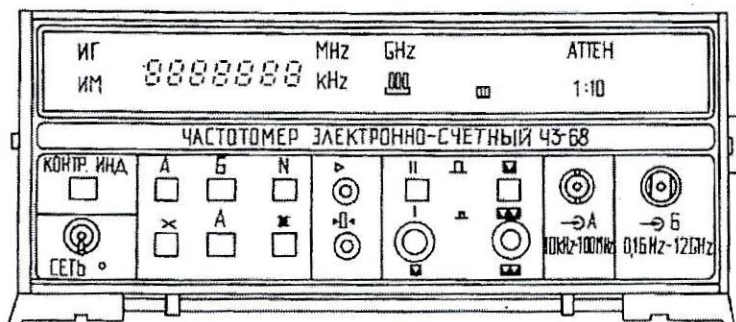


Рис. 1. Частотомер ЧЗ-68

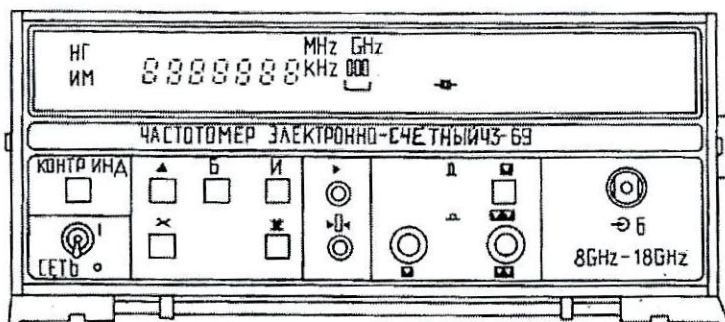


Рис. 2. Частотомер ЧЗ-69

2.20. Рабочие условия применения (эксплуатации):
 температура окружающего воздуха от минус 30 до плюс 50 °С

относительная влажность воздуха до 98 % при температуре 25 °С;
 атмосферное давление (мм рт. ст.) от 104 до 60 кПа, (от 780 до 450 мм рт. ст.)

2.21. Предельные условия транспортирования:
 температура окружающего воздуха от минус 60 до плюс 65 °С;

атмосферное давление (мм рт. ст.) 12 кПа (90 мм рт. ст.)

После пребывания в предельных условиях время выдержки приборов в нормальных условиях — не менее 2 ч.

2.22. Габаритные размеры приборов — 330×136×356 мм. Масса приборов (без упаковки) — не более 9 кг.

Масса приборов в упаковочном ящике — не более 20 кг.
 2.23. Нароботка приборов на отказ (T_0 — не менее 5000 ч.

2.24. Гамма-процентный срок службы приборов — не менее 10 лет при $\gamma = 80\%$.

2.25. Гамма-процентный срок сохраняемости приборов в отапливаемом хранилище — 10 лет, в неотопливаемом хранилище — 5 лет при $\gamma = 80\%$.

2.26. Гамма-процентный ресурс приборов не менее 10000 ч при $\gamma = 80\%$.

3. СОСТАВ ПРИБОРА

Наименование	Обозначение	Количество	
		43-68	43-69
Частотомер электронно-счетный:			
43-68	2.721.013	1	—
43-69	2.721.014	—	1
Комплект комбинированный / (ЗИП):			
43-68	4.068.062	—	1
43-69	4.068.063	1	—

4. УСТРОЙСТВО И РАБОТА ПРИБОРА

4.1. Принцип действия

4.1.1. Работа прибора в диапазоне частот 10 кГц — 100 МГц и при измерении частоты сигнала гетеродина основана на формировании и последующем измерении интервала времени, равного целому числу периодов измеряемого сигнала.

Измерение сформированного интервала времени осуществляется счетно-импульсным методом.

Измеряемый интервал времени t_x (рис. 3) определяется относительно шкалы, образованной метками времени с периодом следования 0,2 мкс (опорная частота 5 МГц), в виде равенства (4):

$$t_x = t_0 \quad (4)$$

где t_0 — интервал времени между первым после начала измеряемого интервала импульсом сигнала 5 МГц и первым после конца измеряемого интервала импульсом сигнала 5 МГц;

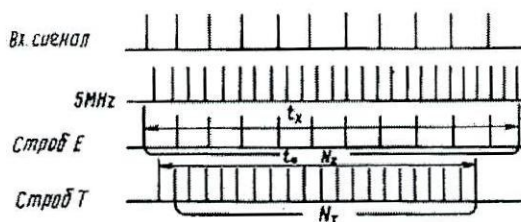


Рис. 3. Формирование измеряемого интервала времени

t_x рассчитывается по формуле (5):

$$t_x = KN_E T_x \quad (5)$$

где T_x — период измеряемого сигнала;

N_E — число периодов измеряемого сигнала за время t_x ;

K — коэффициент деления делителя частоты.

В режиме КОНТРОЛЬ $K = 1$

В режиме А $K = 16$

В режиме Б $K = 32$

t_0 рассчитывается по формуле (6):

$$t_0 = N_T \cdot T_0 \quad (6)$$

где $T_0 = 0,2$ мкс (период опорного сигнала 5 МГц);

N_T — число периодов сигнала 5 МГц за время t_0 .

Таким образом неравенство (4) можно представить в виде формулы (7):

$$KN_E T_x = N_T \cdot T_0 \quad (7)$$

Значение частоты измеряемого сигнала f_x с помощью встроенного микропроцессорного контроллера (МПК) определяется как обратное периоду и рассчитывается по формуле (8):

$$f_x = \frac{KN_E}{N_T} \cdot \frac{1}{T_0} \quad (8)$$

4.1.2. Работа приборов в диапазоне 0,1 — 12 ГГц (43-68) и в диапазоне 8—18 ГГц (43-69) основана на стробоскопическом преобразовании частоты, при котором происходит сравнение частоты измеряемого сигнала с частотой гармоники сигнала гетеродина. Номер гармоники N вычисляется по двум настройкам $f_{гет1}$ и $f_{гет2}$ с последующим автоматическим вычислением N встроенным микропроцессорным контроллером и рассчитывается по формуле (9):

$$N = \frac{f_{гет1}}{|f_{гет1} - f_{гет2}|} \quad (9)$$

где $f_{гет1}$ — значение частоты гетеродина при первой настройке гармоники сигнала гетеродина на частоту измеряемого сигнала;

$f_{гет2}$ — значение частоты гетеродина при настройке соседней гармоники сигнала гетеродина на частоту измеряемого сигнала.

Значение измеряемой частоты определяется по формуле (10):

$$f_x = N \cdot f_{гет2} \quad (10)$$

ла гетеродина определяется за время счета $T_{сч} = 99328$ мкс, а значение частоты $f_{гет}$ вычисляется по формуле (14):

$$f_{гет} = 32 \frac{N_E}{N_T} \cdot 0,2 \text{ МГц.} \quad (14)$$

Результат вычисления $f_{гет}$ выводится в виде пяти старших разрядов на цифровое табло прибора.

При настройке $(N - 1)$ или $(N + 1)$ гармоники сигнала гетеродина на частоту измеряемого сигнала нажимается кнопка \star (ПАМЯТЬ), и значение частоты $f_{гет}$ этой гармоники запоминается в памяти МПК.

При настройке соседней N -й гармоники сигнала гетеродина на частоту измеряемого сигнала вновь нажимается кнопка \star , и значение частоты N -й гармоники $f_{гет}$ также запоминается в памяти МПК.

Далее номер гармоник N вычисляется по формуле (15):

$$N = \frac{f_{гет1}}{|f_{гет1} - f_{гет2}|} \quad (15)$$

Расчетная величина округляется до целого числа.

После этого измеряется частота N -й гармоники сигнала гетеродина $f_{гет}$ за время счета $T_{сч} = 1048780$ мкс и вычисляется по формуле (16):

$$f_{изм} = N \cdot f_{чет} \quad (16)$$

Семь старших разрядов результата вычисления $f_{изм}$ выводится на цифровом табло в соответствующих единицах измерения.

В режиме измерения несущей частоты ИМ и амплитудно-модулированных (АМ) сигналов сличение контролируется по шкальному индикатору на световом табло прибора. Режиму сличения соответствует максимальная засветка шкального индикатора. Возможен контроль сличения по „нулевым биениям“, наблюдаемым на экране внешнего осциллографа, подключенного к выходу УПТ.

Определение номера рабочей гармоники и отсчет результатов измерения производится так же, как и в режиме измерения частоты непрерывных колебаний.

4.6. Конструкция

4.6.1. Прибор имеет бесфутлярную конструкцию настольного исполнения. Несущий каркас прибора состоит из двух боковых кронштейнов, задней и передней панелей. Нижняя крышка прибора снабжена съемными ножками. Для удобства визуального считывания результатов измерений прибору можно придать наклонное положение с помощью откидной скобы, крепящейся к двум ножкам на нижней крышке. Передняя панель прибора с целью защиты от механических повреждений закрывается с помощью крышки. На правой боковой стенке прибора имеется ручка, предназначенная для переноса прибора.

4.6.2. Органы управления, индикации и присоединительные разъемы расположены на передней и задней панелях, правой боковой стенке.

4.6.3. На передней панели прибора расположены:

тумблер СЕТЬ 1;
разъемы: \rightarrow А (10 кГц — 100 МГц); \rightarrow Б (0,1 — 12 ГГц) — для прибора ЧЗ-68; \rightarrow Б (8—18 ГГц) — для прибора ЧЗ-69, предназначенные для подачи входного измеряемого сигнала;

кнопка КОНТР ИНД, предназначенная для контроля работоспособности цифровых, точечных и шкального индикаторов;

кнопка Δ (КОНТРОЛЬ), предназначенная для включения режима самоконтроля во включенном состоянии — подсвечивается);

кнопка А (ЧЗ-68), предназначенная для включения прибора в режим измерения по каналу А (во включенном состоянии — подсвечивается);

кнопка Б, предназначенная для включения прибора в режим измерения по каналу Б (во включенном состоянии — подсвечивается);

кнопка \star (ПАМЯТЬ), предназначенная для записи значения частоты гетеродина в память МПК (во включенном состоянии — подсвечивается);

кнопка Х (СБРОС), предназначенная для осуществления ручного сброс-пуска прибора, в режиме Б подготавливает его к новому вычислению N ;

кнопка I—II (ЧЗ-68), предназначенная для переключения поддиапазонов гетеродина;

кнопка ∇ — $\nabla\nabla$, предназначенная для переключения грубой и точной шкал шкального индикатора;

ручка ∇ , предназначенная для перестройки частоты гетеродина ГРУБО;

ручка $\nabla\nabla$, предназначенная для подстройки частоты гетеродина ПЛАВНО;

ручка \triangleright , предназначенная для изменения коэффициента усиления УПТ;

ручка \times , предназначенная для установки в нуль шкального индикатора;

цифровое табло, состоящее из сети цифровых семисегментных индикаторов;

индикаторы кГц и ГГц индицирующие размерность измеряемой величины;

индикатор 000 (СЧЕТ) засвечивается во время счета прибора;

индикаторы НГ и ИМ, индицирующие режим работы прибора по каналу Б;

шкальный индикатор, предназначенный для индицирования синхронизации гармоники частоты гетеродина на измеряемый сигнал;

индикатор $\text{---}\square\square\square\text{---}$ (засвечивается при появлении нулевых биений на выходе УПТ);

индикатор АТТЕН 1:10, индицирующий включение затенителя в режиме работы прибора по каналу А (ЧЗ-68).

4.6.4. На задней панели прибора расположены:

планка переключения напряжения питающей сети;

два держателя с расположенными в них предохранителями, соответствующими напряжению питающей сети;

разъем ОСЦ, предназначенный для подключения внешнего осциллографа;

разъем СИНХР, предназначенный для подключения синхронизирующего сигнала на внешний осциллограф;

клемма \oplus (зажим защитного заземления прибора).

4.6.5. На правой боковой стенке прибора расположены:

разъем 5 МГц и переключатель ВНУТР - ВНЕШ, которые служат для подключения сигнала опорной частоты от внешнего источника вместо сигнала внутреннего кварцевого генератора или для выдачи опорного сигнала частотой 5 МГц (для внешнего использования);

закрытое заглушкой с пломбой отверстие с надписью КОРР ЧАСТ, под которым расположен корректор частоты внутреннего кварцевого генератора.

сигнала ШКАЛА, ограничивающего засветку шкального индикатора.

4.2.8. Счетчик предназначен для формирования и измерения интервала времени, равного целому числу периодов входного сигнала.

4.2.9. Блок управления предназначен для управления работой блока индикации и преобразования командных сигналов микропроцессорного контроллера (МПК) в управляющие сигналы прибора.

4.2.10. Устройство вычислительное управляющее, устройство запоминающее оперативное, устройство запоминающее программируемое образуют МПК, предназначенный для управления работой прибора и обработки результатов измерения.

4.2.11. Блок индикации предназначен для визуального отображения результата измерения в цифровой форме величины аналогового сигнала выбором режима работы прибора с помощью клавиатуры.

4.2.12. Генератор кварцевый предназначен для формирования опорного сигнала частотой 5 МГц.

4.2.13. Блок питания обеспечивает все узлы прибора стабилизированными питающими напряжениями.

4.3. Измерение частоты в диапазоне 10 кГц—100 МГц (ЧЗ-68)

В диапазоне 10 кГц — 100 МГц измеряемый сигнал со входа А прибора ЧЗ-68 поступает на усилитель А, усиливается и формируется в сигнал ЭСП — уровня и подается на приемник с линии.

В режиме А сигнал поступает только с усилителя А, сигнал $f_{\text{гет}}$ отключен (в режиме Б отключается сигнал $f_{\text{А}}$).

С выхода приемника с линии сигнал поступает на делитель на 16. Далее формируется до уровня транзисторно-транзисторной логики (ТТЛ) и поступает на коммутатор, который с приходом сигнала ВЫБОР РЕЖИМА А пропускает сигнал ($f_{\text{А}}$ поделенный на 16) на вход формирователя СТРОБ Е.

МПК совместно с блоком управления периодически вырабатывают сигналы управления: ВЫБОР ВХ, СБРОС, ПУСК.

После прихода сигнала ПУСК формирователь СТРОБ Е срабатывает в момент поступления первого после установки триггера ПУСК-СТОП в нуль импульса входного сигнала $f_{\text{Е}}$ ($f_{\text{А}} = 16f_{\text{Е}}$). Срабатывание формирователя СТРОБ Е подготавливает работу формирователя СТРОБ Т, который срабатывает при поступлении первого после начала СТРОБА Е импульса сигнала опорной частоты 5 МГц.

Счетчик Т подсчитывает колебания сигнала опорной частоты 5 МГц ($T_{\text{сч}} = 0,2$ мкс) и при достижении значения $N_{\text{Т}} = 50000$, что соответствует времени счета $T = 1048780$ мкс, формирователь СТОП вырабатывает сигнал СТОП. Сигнал СТОП устанавливает триггер ПУСК-СТОП в состояние логической 1 и следующей после этого импульс входного сигнала $f_{\text{Е}}$ закрывает формирователь СТРОБ Е. Следующий после окончания СТРОБА Е импульс сигнала опорной частоты 5 МГц закрывает СТРОБ Т. Таким образом, длительность СТРОБА Е равна целому числу периодов входного сигнала, длительность СТРОБА Т — целому числу периодов сигнала опорной частоты 5 МГц, и длительность стробов может превышать установленное время счета ($T_{\text{сч}}$) на величину периода сигнала $f_{\text{Е}}$.

Количество периодов $N_{\text{Е}}$ входного сигнала за время СТРОБА Е подсчитывается счетчиком Е емкостью 3 байта. Количество периодов $N_{\text{Т}}$ сигнала 5 МГц подсчитывается счетчиком Т емкостью 3 байта. По окончании СТРОБА Т

триггер КОНЕЦ ИЗМЕР вырабатывает сигнал КОНЕЦ ИЗМЕР, после чего МПК считывает Е и Т ($N_{\text{Е}}$ и $N_{\text{Т}}$). Значение измеряемой частоты определяется как обратное периоду по формуле (11):

$$f_{\text{изм}} = 16 \frac{N_{\text{Е}}}{N_{\text{Т}}} \cdot 0,2 \text{ МГц.} \quad (11)$$

Результат вычисления $f_{\text{изм}}$ выводится на семиразрядное цифровое табло в соответствующих единицах измерения.

4.4. Контроль

Работа прибора в режиме КОНТРОЛЬ (кнопка Δ) аналогична работе в режиме измерения частоты в диапазоне 10 кГц — 100 МГц, но при этом прибор измеряет частоту 5 МГц сигнала опорного кварцевого генератора. Значение частоты этого сигнала вычисляется по формуле (12):

$$f_{\text{изм}} = \frac{N_{\text{Е}}}{N_{\text{Т}}} \cdot 0,2 = 5.000000 \text{ МГц.} \quad (12)$$

4.5. Измерение частоты в диапазоне 0,1 — 18 ГГц

Принцип измерения частоты в диапазоне 0,1 — 18 ГГц основан на сличении частоты измеряемого сигнала с частотой одной из гармоник сигнала перестраиваемого гетеродина. Сличение осуществляется путем смешивания измеряемого сигнала со спектром гармоник сигнала гетеродина. В качестве смесителя используется балансный стробоскопический смеситель, совмещенный с генератором спектра гармоник на диоде с накоплением заряда. Диапазон измеряемых частот обеспечивается конструкцией смесителя и диапазоном частот гетеродина. В частотомере ЧЗ-68 используется гетеродин, перестраиваемый в диапазоне 70—140 МГц, в ЧЗ-69 — в диапазоне 160—180 МГц.

Перестройка частоты гетеродина осуществляется ручкой ∇ , а плавная подстройка — ручкой $\nabla \nabla$, установленными на передней панели прибора. В приборе ЧЗ-68 диапазон перестройки разбит на два поддиапазона. При отжатой кнопке I—II перестройка осуществляется в верхней части диапазона частот (120—140 МГц), при нажатой — в нижней части (120—70 МГц).

В режиме измерения частоты непрерывных колебаний обеспечивается высокая точность сличения благодаря применению фазовой автоподстройки частоты (ФАПЧ) гетеродина по частоте входного сигнала. Выходной сигнал постоянного тока смесителя через УПТ поступает на управляющий элемент гетеродина, поддерживая равенство (13):

$$f_{\text{изм}} = N \cdot f_{\text{гет}} \quad (13)$$

где N — номер гармоники, на которой осуществляется преобразование;

$f_{\text{гет}}$ — частота сигнала гетеродина в режиме синхронизации.

Контроль режима синхронизации осуществляется по шкальному индикатору, показывающему наличие и уровень управляющего напряжения.

Номер рабочей гармоники определяется по двум значениям частоты гетеродина, измеренным СЧЕТЧИКОМ в режиме синхронизации на гармониках двух соседних номеров. При определении номера гармоники N частота сигнала

сигнала ШКАЛА, ограничивающего засветку шкального индикатора.

4.2.8. Счетчик предназначен для формирования и измерения интервала времени, равного целому числу периодов входного сигнала.

4.2.9. Блок управления предназначен для управления работой блока индикации и преобразования командных сигналов микропроцессорного контроллера (МПК) в управляющие сигналы прибора.

4.2.10. Устройство вычислительное управляющее, устройство запоминающее оперативное, устройство запоминающее программируемое образуют МПК, предназначенный для управления работой прибора и обработки результатов измерения.

4.2.11. Блок индикации предназначен для визуального отображения результата измерения в цифровой форме величины аналогового сигнала выбором режима работы прибора с помощью клавиатуры.

4.2.12. Генератор кварцевый предназначен для формирования опорного сигнала частотой 5 МГц.

4.2.13. Блок питания обеспечивает все узлы прибора стабилизированными питающими напряжениями.

4.3. Измерение частоты в диапазоне 10 кГц—100 МГц (ЧЗ-68)

В диапазоне 10 кГц — 100 МГц измеряемый сигнал со входа А прибора ЧЗ-68 поступает на усилитель А, усиливается и формируется в сигнал ЭСП — уровня и подается на приемник с пинии.

В режиме А сигнал поступает только с усилителя А, сигнал $f_{\text{гет}}$ отключен (в режиме Б отключается сигнал f_A).

С выхода приемника с линии сигнал поступает на делитель на 16. Далее формируется до уровня транзисторно-транзисторной логики (ТТЛ) и поступает на коммутатор, который с приходом сигнала ВЫБОР РЕЖИМА А пропускает сигнал (f_A поделенный на 16) на вход формирователя СТРОБ Е.

МПК совместно с блоком управления периодически вырбатывают сигналы управления: ВЫБОР ВХ, СБРОС, ПУСК.

После прихода сигнала ПУСК формирователь СТРОБ Е срабатывает в момент поступления первого после установки триггера ПУСК-СТОП в нуль импульса входного сигнала f_E ($f_A = 16f_E$). Срабатывание формирователя СТРОБ Е подготавливает работу формирователя СТРОБ Т, который срабатывает при поступлении первого после начала СТРОБА Е импульса сигнала опорной частоты 5 МГц.

Счетчик Т подсчитывает колебания сигнала опорной частоты 5 МГц ($T_0 = 0,2$ мкс) и при достижении значения $N_T = 5\phi\phi4\phi\phi$, что соответствует времени счета $T = 1048780$ мкс, формирователь СТОП вырабатывает сигнал СТОП. Сигнал СТОП устанавливает триггер ПУСК-СТОП в состояние логической 1 и следующей после этого импульс входного сигнала f_E закрывает формирователь СТРОБ Е. Следующий после окончания СТРОБА Е импульс сигнала опорной частоты 5 МГц закрывает СТРОБ Т. Таким образом, длительность СТРОБА Е равна целому числу периодов входного сигнала, длительность СТРОБА Т — целому числу периодов сигнала опорной частоты 5 МГц, и длительность стробов может превышать установленное время счета ($T_{\text{сч}}$) на величину периода сигнала f_E .

Количество периодов N_E входного сигнала за время СТРОБА Е подсчитывается счетчиком Е емкостью 3 байта. Количество периодов N_T сигнала 5 МГц подсчитывается счетчиком Т емкостью 3 байта. По окончании СТРОБА Т

триггер КОНЕЦ ИЗМЕР вырабатывает сигнал КОНЕЦ ИЗМЕР, после чего МПК считывает Е и Т (N_E и N_T). Значение измеряемой частоты определяется как обратное периоду по формуле (11):

$$f_{\text{изм}} = 16 \frac{N_E}{N_T} \cdot 0,2 \text{ МГц.} \quad (11)$$

Результат вычисления $f_{\text{изм}}$ выводится на семиразрядное цифровое табло в соответствующих единицах измерения.

4.4. Контроль

Работа прибора в режиме КОНТРОЛЬ (кнопка Δ) аналогична работе в режиме измерения частоты в диапазоне 10 кГц — 100 МГц, но при этом прибор измеряет частоту 5 МГц сигнала опорного кварцевого генератора. Значение частоты этого сигнала вычисляется по формуле (12):

$$f_{\text{изм}} = \frac{N_E}{N_T} \cdot 0,2 = 5.000000 \text{ МГц.} \quad (12)$$

4.5. Измерение частоты в диапазоне 0,1 — 18 ГГц

Принцип измерения частоты в диапазоне 0,1 — 18 ГГц основан на сличении частоты измеряемого сигнала с частотой одной из гармоник сигнала перестраиваемого гетеродина. Сличение осуществляется путем смешивания измеряемого сигнала со спектром гармоник сигнала гетеродина. В качестве смесителя используется балансный стробоскопический смеситель, совмещенный с генератором спектра гармоник на диоде с накоплением заряда. Диапазон измеряемых частот обеспечивается конструкцией смесителя и диапазоном частот гетеродина. В частотомере ЧЗ-68 используется гетеродин, перестраиваемый в диапазоне 70—140 МГц, в ЧЗ-69 — в диапазоне 160—180 МГц.

Перастройка частоты гетеродина осуществляется ручной ∇ , а плавная подстройка — ручкой $\nabla\nabla$, установленными на передней панели прибора. В приборе ЧЗ-68 диапазон перастройки разбит на два поддиапазона. При отжатой кнопке I—II перастройка осуществляется в верхней части диапазона частот (120—140 МГц), при нажатой — в нижней части (120—70 МГц).

В режиме измерения частоты непрерывных колебаний обеспечивается высокая точность сличения благодаря применению фазовой автоподстройки частоты (ФАПЧ) гетеродина по частоте входного сигнала. Выходной сигнал постоянного тока смесителя через УПТ поступает на управляющий элемент гетеродина, поддерживая равенство (13):

$$f_{\text{изм}} = N \cdot f_{\text{гет}} \quad (13)$$

где N — номер гармоники, на которой осуществляется преобразование;

$f_{\text{гет}}$ — частота сигнала гетеродина в режиме синхронизации.

Контроль режима синхронизации осуществляется по шкальному индикатору, показывающему наличие и уровень управляющего напряжения.

Номер рабочей гармоники определяется по двум значениям частоты гетеродина, измеренным СЧЕТЧИКОМ в режиме синхронизации на гармониках двух соседних номеров. При определении номера гармоники N частота сигнала

па гетеродина определяется за время счета $T_{сч} = 99328$ мкс, а значение частоты $f_{гет}$ вычисляется по формуле (14):

$$f_{гет} = 32 \frac{N_E}{N_T} \cdot 0,2 \text{ МГц.} \quad (14)$$

Результат вычисления $f_{гет}$ выводится в виде пяти старших разрядов на цифровое табло прибора.

При настройке $(N - 1)$ или $(N + 1)$ гармоники сигнала гетеродина на частоту измеряемого сигнала нажимается кнопка ⌘ (ПАМЯТЬ), и значение частоты $f_{гет}$ этой гармоники запоминается в памяти МПК.

При настройке соседней N -й гармоники сигнала гетеродина на частоту измеряемого сигнала вновь нажимается кнопка ⌘ , и значение частоты N -й гармоники $f_{гет}$ также запоминается в памяти МПК.

Далее номер гармоник N вычисляется по формуле (15):

$$N = \frac{f_{гет1}}{|f_{гет1} - f_{гет2}|} \quad (15)$$

Расчетная величина округляется до целого числа.

После этого измеряется частота N -й гармоники сигнала гетеродина $f_{гет}$ за время счета $T_{сч} = 1048780$ мкс и вычисляется по формуле (16):

$$f_{изм} = N \cdot f_{гет} \quad (16)$$

Семь старших разрядов результата вычисления $f_{изм}$ выводится на цифровом табло в соответствующих единицах измерения.

В режиме измерения (АМ) сигналов сличение контролируется по шкальному индикатору на световом табло прибора. Режиму сличения соответствует максимальная засветка шкального индикатора. Возможен контроль сличения по „нулевым биениям“, наблюдаемым на экране внешнего осциллографа, подключенного к выходу УПТ.

Определение номера рабочей гармоники и отсчет результатов измерения производится так же, как и в режиме измерения частоты непрерывных колебаний.

4.6. Конструкция

4.6.1. Прибор имеет бесфутлярную конструкцию настольного исполнения. Несущий каркас прибора состоит из двух боковых кронштейнов, задней и передней панелей. Нижняя крышка прибора снабжена съемными ножками. Для удобства визуального считывания результатов измерений прибору можно придать наклонное положение с помощью откидной скобы, крепящейся к двум ножкам на нижней крышке. Передняя панель прибора с целью защиты от механических повреждений закрывается с помощью крышки. На правой боковой стенке прибора имеется ручка, предназначенная для переноса прибора.

4.6.2. Органы управления, индикации и присоединительные разъемы расположены на передней и задней панелях, правой боковой стенке.

4.6.3. На передней панели прибора расположены:

тумблер СЕТЬ 1;
разъемы: \rightarrow А (10 кГц — 100 МГц); \rightarrow Б (0,1 — 12 ГГц) — для прибора ЧЗ-68; \rightarrow В (8—18 ГГц) — для прибора ЧЗ-69, предназначенные для подачи входного измеряемого сигнала;

кнопка КОНТР ИНД, предназначенная для контроля работоспособности цифровых, точечных и шкального индикаторов;

кнопка Δ (КОНТРОЛЬ), предназначенная для включения режима самоконтроля во включенном состоянии — подсвечивается);

кнопка А (ЧЗ-68), предназначенная для включения прибора в режим измерения по каналу А (во включенном состоянии — подсвечивается);

кнопка Б, предназначенная для включения прибора в режим измерения по каналу Б (во включенном состоянии — подсвечивается);

кнопка ⌘ (ПАМЯТЬ), предназначенная для записи значения частоты гетеродина в память МПК (во включенном состоянии — подсвечивается);

кнопка Х (СБРОС), предназначенная для осуществления ручного сброс-пуска прибора, в режиме Б подготавливает его к новому вычислению N ;

кнопка I-II (ЧЗ-68), предназначенная для переключения поддиапазонов гетеродина;

кнопка \blacktriangledown — $\blacktriangledown\blacktriangledown$, предназначенная для переключения грубой и точной шкал шкального индикатора;

ручка \blacktriangledown , предназначенная для перестройки частоты гетеродина ГРУБО;

ручка $\blacktriangledown\blacktriangledown$, предназначенная для подстройки частоты гетеродина ПЛАВНО;

ручка \triangleright , предназначенная для изменения коэффициента усиления УПТ;

ручка ⊗ , предназначенная для установки в нуль шкального индикатора;

цифровое табло, состоящее из сети цифровых семисегментных индикаторов;

индикаторы кГц и ГГц индицирующие размерность измеряемой величины;

индикатор 000 (СЧЕТ) засвечивается во время счета прибора,

индикаторы НГ и ИМ, индицирующие режим работы прибора по каналу Б;

шкальный индикатор, предназначенный для индицирования синхронизации гармоники частоты гетеродина на измеряемый сигнал;

индикатор $\text{—} \square \square \square \text{—}$ (засвечивается при появлении нулевых биений на выходе УПТ);

индикатор АТТЕН 1:10, индицирующий включение аттенюатора в режиме работы прибора по каналу А (ЧЗ-68).

4.6.4. На задней панели прибора расположены:

планка переключения напряжения питающей сети;

два держателя с расположенными в них предохранителями, соответствующими напряжению питающей сети;

разъем ОСЦ, предназначенный для подключения внешнего осциллографа;

разъем СИНХР, предназначенный для подключения синхронизирующего сигнала на внешний осциллограф;

клемма ⊕ (зажим защитного заземления прибора).

4.6.5. На правой боковой стенке прибора расположены:

разъем 5 МГц и переключатель ВНУТР - ВНЕШ, которые служат для подключения сигнала опорной частоты от внешнего источника вместо сигнала внутреннего кварцевого генератора или для выдачи опорного сигнала частотой 5 МГц (для внешнего использования);

закрытое заглушкой с помпой отверстие с надписью КОРР ЧАСТ, под которым расположен корректор частоты внутреннего кварцевого генератора.

7.2. Приемку прибора необходимо производить в соответствии с комплектом поставки, приведенном в формуляра.

7.3. Для обеспечения доступа к органам управления и присоединения, расположенным на задней и правой боковой панелях, рабочее место должно быть таким, чтобы обеспечивался зазор не менее 100 мм между панелями прибора и соседними предметами.

7.4. До начала работы необходимо изучить техническое описание и инструкцию по эксплуатации, схему и конструкцию прибора, назначение органов управления и разъемов, расположенных на передней и задней панелях.

7.5. Прибор должен работать в условиях, которые не выходят за пределы рабочих условий эксплуатации.

Питающая сеть не должна иметь резких скачков напряжений. Рядом с рабочим местом не должно быть источников сильных магнитных и электрических полей.

Недопустима механическая вибрация рабочего места.

7.6. После окончания измерений прибор необходимо выключить и вилку шнура питания отключить от сети.

8. УКАЗАНИЕ МЕР БЕЗОПАСНОСТИ

8.1. По требованиям к электробезопасности прибор удовлетворяет нормам класса защиты 01.

8.2. К работе с прибором должны допускаться лица, прошедшие инструктаж по технике безопасности при работе с электро- и радиоизмерительной аппаратурой.

8.3. До начала работы прибор должен быть заземлен с помощью клеммы (зажима) защитного заземления.

8.4. Перед включением прибора в сеть необходимо проверить исправность сетевого шнура питания.

9. ПОДГОТОВКА К РАБОТЕ

9.1. Установить планку 220V 50 Hz/400Hz; 115V 400 Hz на задней панели прибора в положение, соответствующее напряжению сети.

Примечание. Прибор поставляется для включения на напряжение 220 В с установленными предохранителями 0,5 А. При питании его от сети 115 В следует установить предохранители 1 А, входящие в комплект поставки.

9.2. Проверьте величину напряжения питающей сети, она должна находиться в пределах значений, указанных в разделе 2 настоящего описания.

При питании от сети 220 В, 50 Гц, в которой возможны резкие скачки и колебания напряжений (более 10 %), необходимо включить прибор в сеть через феррорезонансный стабилизатор напряжения типа ФСН-200.

9.3. Для включения питания прибора необходимо:

установить тумблер СЕТЬ в нижнее положение, подключить провод перехода к шине защитного заземления при питании от двухпроводной сети;

заземлить прибор с помощью зажима защитного заземления;

включить вилку сетевого шнура питания в сеть или в переход при питании от двухпроводной сети;

включить тумблер СЕТЬ, при этом должны засветиться цифровые индикаторы и прибор выходит в режим измерения НГ по каналу Б.

9.4. Прибор обеспечивает свои технические характеристики

по истечении времени установления рабочего режима, указанного в разделе 2 настоящего описания.

10. ПОРЯДОК РАБОТЫ

10.1. Подготовка к проведению измерений.

10.1.1. Для подготовки прибора к проведению измерений произведите следующие операции:

при работе с внутренним кварцевым генератором переключатель ВНЕШН-ВНУТР (на боковой панели) установите в положение ВНУТР;

при работе от внешнего опорного сигнала частотой 5 МГц установите этот переключатель в положение ВНЕШН и подключите источник внешнего опорного сигнала к разъему 5 MHz;

включите питание прибора (см. раздел 9);


для проведения измерений при работе от внешнего опорного сигнала прогрейте прибор в течение 15 мин.

10.1.2. Произведите проверку работоспособности прибора в режиме ▲ (КОНТРОЛЬ) следующим образом:

нажмите кнопку ▲ на передней панели прибора, при этом прибор измеряет собственный опорный сигнал частотой 5 МГц. Результаты измерений могут отличаться от 5.000 000 МГц не более чем на ± 1 последнего разряда;

нажмите кнопку КДНТР ИНД, при этом на световом табло должны засветиться:

цифра 8 на всех цифровых индикаторах и пять старших запятых;

индикаторы GHz, MHz, kHz, Hz, IM, 000,  все кнопки и шкальный индикатор кроме кнопки X и КОНТР ИНД.

10.1.3. Проверьте диапазон перестройки частоты гетеродина. Для этого ручку ▼▼ установите в среднее положение. На частотомере 43-68 ручку ▼ установите в крайнее правое положение. При этом при нажатой кнопке I-II на табло будет индцироваться нижняя граница перестройки, при отжатой — верхняя, которые должны быть не более 69,9 МГц и не менее 140,1 МГц соответственно.

На 43-69 ручку ▼ установите в крайнее левое положение. При этом на табло будет индцироваться нижняя граница перестройки, которая должна быть не более 159,9 МГц. Затем ручку установите в крайнее правое положение. При этом на табло будет индцироваться верхняя граница перестройки, которая должна быть не менее 180,1 МГц.

10.2. Измерение частоты в диапазоне 10 кГц — 100 МГц (43-68)

10.2.1. Выполните требования разделов 9.1 и 10.1.

10.2.2. Нажмите кнопку А.

10.2.3. Подключите источник измеряемого сигнала ко входу А (10 kHz — 100 MHz) и произведите отсчет результата измерения.

Примечания: 1. При большом уровне электрических помех, обусловленных наличием мощных близлежащих источников электромагнитного излучения (телевизионных, радиопередаточных антенн и т. д.), при измерении в диапазоне частот от 10 до 100 кГц подключите измеряемый сигнал к разъему вход А через фильтр, входящий в комплект поставки (ЗИП) прибора.

2. При напряжении входного сигнала от (0,3 — 0,5) до 10 В индикатор АТТЕН 1:10 на передней панели включается, при напряжении менее (0,4—0,2) В выключается.

10.2.4. Выключите прибор.

10.3. Измерение частоты непрерывных синусоидальных сигналов по каналу Б

10.3.1. Выполните требования разд. 9.1 и 10.1.

10.3.2. Нажмите кнопку Б, при этом должен засветиться индикатор НГ на световом табло. Если засветился индикатор ИМ, необходимо еще раз нажать кнопку Б.

10.3.3. Подключите источник измеряемого сигнала ко входу Б (0,1 – 12 GHz) для прибора ЧЗ-68 или 8–18 GHz для прибора ЧЗ-69.

10.3.4. Ручку $\nabla \nabla$ десятиоборотного потенциометра точной подстройки гетеродина установите в среднее положение.

10.3.5. Ручку \triangleright установите в крайнее правое положение (максимум усиления УПТ).

10.3.6. Кнопку $\nabla - \nabla \nabla$ отожмите.

10.3.7. Ручкой DOK установите шкальный индикатор на нуль. При вращении ручки DOK значение частоты сигнала гетеродина на цифровом табло прибора будет изменяться.

10.3.8. Ручкой ∇ плавно перестраивайте частоту гетеродина, при этом на цифровом табло прибора будет индицироваться ее значение. При достижении потенциометром крайнего левого положения (ЧЗ-68) кнопкой I-II пераключите поддиапазон гетеродина.

10.3.9. При настройке ($N \pm 1$) гармоники сигнала гетеродина на частоту измеряемого сигнала возникает сигнал рассогласования в кольце ФАПЧ, величина которого в относительных единицах отображается на шкальном индикаторе. При подходе к режиму синхронизации системы ФАПЧ возникают нулевые биения, наличие которых индицируется индикатором --- . При наличии шумовой дорожки на сигнале рассогласования системы ФАПЧ индикатор --- также может светиться.

10.3.10. Убедитесь, что отклонение шкального индикатора вызвано сигналом рассогласования кольца ФАПЧ. При уходе нуля вращение ручки $\nabla \nabla$ не вызовет заметных изменений на шкальном индикаторе. Уход нуля скомпенсируйте ручкой DOK и вновь плавно перестраивайте частоту гетеродина ручкой ∇ .

В режиме же синхронизации вращение ручки $\nabla \nabla$ вправо и влево будет отслеживаться шкальным индикатором, а частота гетеродина на цифровом табло прибора будет синхронизирована измеряемым сигналом. При срыве синхронизации отклонение шкального индикатора скачком уменьшается. Максимальные отклонения шкального индикатора в режиме синхронизации на соседних гармониках примерно одинаковы и превышают 1/2 шкалы.

10.3.11. В режиме синхронизации нажмите кнопку $\#$ (ПАМЯТЬ). При этом значение частоты сигнала гетеродина запишется в памяти МПК как $f_{\text{ГЕТ}}$ и засветится кнопка $\#$.

10.3.12. Затем вновь ручкой ∇ плавно перестройте частоту гетеродина и аналогичным образом настройтесь на соседнюю гармонику сигнала гетеродина.

10.3.13. Вторично нажмите на кнопку $\#$, при этом значение частоты сигнала гетеродина запишется в памяти МПК, как $f_{\text{ГЕТ}2}$.

На цифровом табло прибора проиндицируется номер гармоники гетеродина N, на который осуществлена синхронизация. После этого на табло прибора будет индицироваться семиразрядное значение $N \cdot f_{\text{ГЕТ}2}$, что соответствует частоте измеряемого сигнала в режиме синхронизации.

10.3.14. Выключите прибор.

10.4. Измерение несущей частоты ИМ сигналов

10.4.1. Выполните требования разд. 9.1 и 10.1.

10.4.2. Нажмите кнопку Б, при этом должен засветиться индикатор НГ на световом табло. Если засветится индикатор ИМ, необходимо еще раз нажать кнопку Б.

10.4.3. Ручку $\nabla \nabla$ установите в среднее положение.

10.4.4. Ручку \triangleright установите в крайнее правое положение.

10.4.5. Ручкой DOK установите шкальный индикатор на нуль.

10.4.6. Нажмите кнопку Б, при этом должен засветиться индикатор ИМ.

10.4.7. Подключите источник измеряемого сигнала ко входу Б (0,1–12 GHz) для прибора ЧЗ-68 или 8–18 GHz для прибора ЧЗ-69.

10.4.8. Ручкой ∇ плавно перестраивайте частоту гетеродина, при этом на цифровом табло прибора будет индицироваться ее значение.

10.4.9. При настройке ($N \pm 1$) гармоники сигнала гетеродина на несущую частоту ИМ сигнала возникает сигнал с пикового детектора УПТ, величина которого в относительных единицах отображается на шкальном индикаторе, а наличие нулевых биений в импульсе вызовет засветку индикатора --- .

10.4.10. Вращением ручки ∇ найдите зону максимального отклонения шкального индикатора. При зашкаливании индикатора ручкой ∇ уменьшите усиление УПТ. Нажмите кнопку $\nabla - \nabla \nabla$ и уже на точной шкале индикатора вращением ручки $\nabla \nabla$ найдите зону максимального отклонения шкального индикатора, что соответствует настройке на нулевые биения и, вращая ручку $\nabla \nabla$, остановитесь в середине этой зоны.

Для уменьшения погрешности сличения настройку на нулевые биения можно проводить с помощью внешнего осциллографа С1-65А. Соедините вход осциллографа с разъемом ОСЦ на задней панели прибора, вход ВНЕШ. СИНХР осциллографа – с разъемом СИНХР на источнике измеряемого сигнала, а при его отсутствии с разъемом СИНХР на задней панели прибора. При появлении нулевых биений засинхронизируйте осциллограф импульсами СИНХР. Неблюдая на экране осциллографа нулевые биения, ручкой $\nabla \nabla$ добейтесь минимальной частоты заполнения радиоимпульса. Осциллограммы нулевых биений приведены на рис. 7.

10.4.11. Нажмите кнопку $\#$ (ПАМЯТЬ); при этом значение частоты сигнала гетеродина запишется в памяти МПК как $f_{\text{ГЕТ}1}$ и засветится кнопка $\#$.

10.4.12. Затем вновь ручкой ∇ плавно перестройте частоту гетеродина и аналогичным образом настройтесь на соседнюю гармонику сигнала гетеродина.

10.4.13. Вторично нажмите кнопку $\#$, при этом значение частоты сигнала гетеродина запишется в памяти МПК как $f_{\text{ГЕТ}2}$. На цифровом табло прибора проиндицируется номер гармоники гетеродина.

После этого на табло будет индицироваться семиразрядное значение величины $N \cdot f_{\text{ГЕТ}}$, что при условии настройки на нулевые биения будет равно несущей частоте измеряемого ИМ сигнала.

10.4.14. При измерении частоты сигнала в диапазоне от 100 до 300 МГц нет второй настройки и поэтому частоту измеряемого сигнала надо знать с точностью до диапазона гетеродина, т. е. при настройке гармоники сигнала гетеродина на частоту измеряемого сигнала надо знать номер гармоники. Номер гармоники вводится кнопкой N путем многократного ее нажатия. Число нажатий равно номеру

необходимо подкрутить по часовой стрелке, держатель диода с большим напряжением — против часовой стрелки. Закрепите контргайки держателя и снова измерьте напряжение смещения на диодах. Подобную операцию производите до тех пор, пока не наступит равенство напряжения смещения на диодах. При измерении частоты гетеродина равенство напряжений должно сохраняться, а величина их расти до 0,5–0,7 В;

проверьте отклонение луча шкального индикатора от нулевого положения; при перестройке частоты гетеродина во всем диапазоне частот указанное отклонение не должно превышать 1/3 сектора индикатора. При невыполнении этого условия проверьте симметрию диодов V1 и V2.

11.6. Если вышел из строя диод V3 замените его и регулировку смесителя производите в следующей последовательности:

снимите смеситель в порядке, указанном в п. 11.5;

снимите крышку смесителя;

открутите держатель диода, снимите диод;

поставьте новый диод, произведите сборку смесителя в обратной последовательности;

проверьте с помощью комбинированного прибора типа Ц4341 правильность включения диода, отсутствие обрывов цепи и коротких замыканий на корпус;

включите прибор, поставьте максимальную частоту гетеродина.

С помощью прибора В7-26 (через резистор 100 кОм) измерьте напряжение смещения на смесительных диодах V1 и V2. Изменением величины переменного резистора R9 усилителя В4 добейтесь максимально возможного напряжения смещения на диодах V1 и V2;

перестраивая частоту гетеродина во всем диапазоне частот, убедитесь в том, что напряжение смещения, измеренное на верхней частоте гетеродина, не уменьшается (менее 0,15 В) на других частотах. В противном случае подрегулируйте напряжение смещения на диоде V3 переменным резистором R9 усилителя В4;

проверьте уровень преобразованного сигнала во всем диапазоне изменения частоты гетеродина, для чего подайте на разъем X1 с генератора сигналов Г4-147 сигнал частотой 8 ГГц мощностью 100 мкВт (для прибора Ч3-69 подайте с генератора сигналов Г4-155 сигнал частотой 18 ГГц мощностью 300 мкВт). По осциллографу С1-65А проверьте уровень преобразованного сигнала в контрольной точке Кт3 смесителя СВ4. Он должен быть не менее 30 мВ.

12. ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ

12.1. Общие указания

12.1.1. Профилактические работы производятся лицами, непосредственно эксплуатирующими прибор и включают в себя:

проверку комплектности прибора;

внешний осмотр;

проверку общей работоспособности прибора.

12.1.2. Проверка комплектности проводится в соответствии с комплектом поставки, приведенным в формуляре.

Внешний осмотр прибора проводится один раз в год и после ремонта при вынутой из сети вилке шнура питания.

Проверяется:

крепление переключателей и тумблеров, плавность дей-

ствия и четкость фиксации, крепление разъемов и ручек управления;

состояние лакокрасочных и гальванических покрытий; исправность кабелей.

Проверка общей работоспособности прибора проводится перед измерениями.

При этом прибор проверяется в режиме самоконтроля в соответствии с п. 10.1.

12.1.3. Профилактические работы рекомендуется производить перед периодической поверкой прибора.

13. ПОВЕРКА ПРИБОРА

13.1. Операции и средства поверки

13.1.1. Вид поверки — ведомственная.

Межповерочный интервал периодической поверки — не более 12 месяцев.

При проведении поверки должны выполняться операции и применяться средства поверки, указанные в табл. 3.

Таблица 3

Номер пункта раздела	Наименование операции	Поверяемые отметки	Допускаемое значение погрешности или предельные значения параметров	Средства поверки	
				образцовые	вспомогательные
13.3.1	Внешний осмотр				
13.3.2.1	Проверка работоспособности самоконтроля				
13.3.2.2	Проверка измерения частоты:				
	для прибора Ч3-68	10 кГц; 10; 50; 100 МГц			Г3-112/1, Г4-107, Г4-76А, Г4-147, Г4-111Б, Г4-155, В3-62/1, М3-51, М3-52
	для прибора Ч3-69	0,1; 1,8; 12 ГГц; 8; 12; 18 ГГц			
13.3.3.1	Определение относительной погрешности по частоте за 12 мес	5 МГц	$\pm 2 \cdot 10^{-6}$	Ч1-69	Ч3-54 Ч7-12
13.3.3.2	Подстройка частоты кварцевого генератора	5 МГц	$\pm 1 \cdot 10^{-7}$		
13.3.3.3	Определение составляющей погрешности измерения частоты	999,999 МГц	$2 \cdot 10^{-7}$		Ч6-71 В3-52/1

Примечания: 1. Вместо указанных в табл. 3 образцовых и вспомогательных средств поверки разрешается применять другие аналогичные приборы, обеспечивающие измерение соответствующих параметров с требуемой точностью.

2. Все средства поверки должны быть исправны и поверены и иметь свидетельства с отметкой в формулярах или паспортах о государственной или ведомственной поверке.

13.1.2. Основные технические характеристики средств поверки приведены в табл. 4.

Таблица 4

Наименование	Основные технические характеристики		Рекомендуемое средство поверки (тип)
	пределы измерения	погрешность	
Генератор сигналов низкочастотный	Диапазон частот 10 Гц — 10 МГц	$\pm 3\%$	ГЗ-112/1
Генератор сигналов высокочастотный	Диапазон частот 12,5 — 400 МГц	$\pm 1\%$	Г4-107
Генератор сигналов высокочастотный	Диапазон частот 400 — 1200 МГц	$\pm 1\%$	Г4-76А
Генератор сигналов высокочастотный	Диапазон частот 4 — 8,15 ГГц	$\pm 0,5\%$	Г4-147
Генератор сигналов высокочастотный	Диапазон частот 9 — 12,7 ГГц	$\pm 0,5\%$	Г4-111Б
Генератор сигналов высокочастотный	Диапазон частот 17,44—25,95 ГГц	$\pm 1\%$	Г4-155
Милливольтметр цифровой	Пределы измерения 10 мВ — 300 В в диапазоне частот 10 кГц — 1000 МГц	$\pm [4+0,5(\frac{U_k}{U_x} - 1)]\%$	ВЗ-52/1
Ваттметр поглощаемой мощности	Диапазон частот 0,1 — 17,85 ГГц; пределы измерения 1 мкВт — 10 мВт	$\pm [4+0,1(\frac{P_k}{P_x} - 1)]\%$	МЗ-51
Ваттметр поглощаемой мощности	Диапазон частот 17,44—25,86 ГГц; пределы измерения 1 мкВт — 10 мВт	$\pm [6+0,1(\frac{P_k}{P_x} - 1)]\%$	МЗ-52
Синтезатор частоты	Диапазон частот 10 — 1300 МГц	$\pm 5 \cdot 10^{-7}$	ЧЗ-71
Частотомер электронно-счетный	Диапазон измерения до 150 МГц	$\pm 5 \cdot 10^{-7}$	ЧЗ-54
Стандарт частоты рубидиевый	Частота 5 МГц	± 1 счета $\pm 2 \cdot 10^{-11}$	Ч1-59 или Ч1-74
Компаратор частотный	Сличение частот 5 МГц	$\pm 1 \cdot 10^{-9}$	Ч7-12
Осциллограф	Диапазон частот 50 МГц	Измерение амплитуды 5%	С1-65А

13.2. Условия поверки и подготовке к ней

13.2.1. При проведении операций поверки должны соблюдаться следующие условия:
 температура окружающего воздуха $(20 \pm 5)^\circ\text{C}$;
 относительная влажность воздуха $(65 \pm 15)\%$;
 атмосферное давление (100 ± 4) кПа (750 ± 30) мм рт.ст.;
 напряжение питающей сети $(220 \pm 4,4)$ В;
 частота питающей сети $(50 \pm 0,5)$ Гц.

Допускается проводить поверку в реально существующих условиях, отличных от приведенных, если они не выходят за пределы рабочих условий эксплуатации. Рядом с рабочим местом не должно быть источников сильных магнитных и электрических полей. Недопустима вибрация рабочего места.

13.2.2. Перед проведением операций поверки необходимо выполнить следующие подготовительные работы:
 проверить наличие технической документации;
 разместить прибор на рабочем месте, обеспечив при этом удобство работы и исключив попадание на него прямых солнечных лучей;
 выполнить указания мер безопасности.

13.3. Проведение поверки

13.3.1. Внешний осмотр

13.3.1.1. Во время внешнего осмотра необходимо:
 выявить и устранить механические повреждения, влияющие на работоспособность прибора;
 проверить прочность крепления органов управления, четкость фиксации их положения;
 проверить плавность вращения ручек органов настройки и т. п.;
 проверить исправность соединительных кабелей, переходов и т. д.;
 выявить и устранить дефекты лакокрасочных покрытий и четкость маркировки.

Приборы, имеющие дефекты, бракуются и направляются в ремонт.

13.3.2. Опробование

13.3.2.1. Проверка работоспособности прибора производится в режиме \blacktriangle (КОНТРОЛЬ). При этом необходимо:
 нажать кнопку \blacktriangle на передней панели (прибор измеряет собственную кварцованную частоту 5 МГц). Результаты измерений должны лежать в пределах (5.000000 ± 0.000001) МГц;

нажать кнопку КОНТР ИНД, при этом на световом табло должны засветиться:

цифра В на всех цифровых индикаторах; 5 старших запятых; индикаторы кНз; МНз; ГНз; НГ; ИМ; ∞ ;
 шкальный индикатор и подсветка всех кнопок, кроме КОНТР ИНД;

ручку $\blacktriangledown\blacktriangledown$ установить в среднее положение;
 ручку \blacktriangledown для прибора ЧЗ-6В установить в крайнее правое положение. При нажатой кнопке I—I) на табло будет индцироваться нижняя граница перестройки, при отжатой — верхняя, которые должны быть не более 69,9 МГц и не менее 140,1 МГц соответственно;

ручку \blacktriangledown для прибора ЧЗ-6В установить в крайнее правое положение. При этом на табло будет индцироваться нижняя граница перестройки, которая должна быть не более 159,9 МГц. Затем ручку установить в крайнее правое положение. При этом на табло будет индцироваться верхняя граница перестройки, которая должна быть не менее 180,1 МГц.

13.3.2.2. Проверка диапазона измеряемых частот производится с помощью генераторов ГЗ-112/1, Г4-107, Г4-76А.

Г4-147, Г4-111Б, Г4-155, вольтметра В3-52/1 и ваттметров М3-51 и М3-52.

Измеряемый сигнал с выхода генератора подается на вход прибора, устанавливается минимально необходимое значение напряжения или мощности входного сигнала и производится измерение частоты:

по входу А (10 кГц — 100 МГц) на частотах 10 кГц, 10; 50; 100 МГц;

по входу Б (0,1 — 12 ГГц) для прибора Ч3-68 на частотах 0,1; 1; 8 и 12 ГГц;

по входу В (В—1В ГГц) для прибора Ч3-69 на частотах 8; 12 и 18 ГГц.

Результаты поверки считаются удовлетворительными, если прибор производит измерение указанных частот:

при напряжении входного сигнала не более 10 мВ по входу А для прибора Ч3-68;

при мощности входного сигнала не более 0,1 мВт по входу Б для прибора Ч3-68 и 0,3 мВт для прибора Ч3-69.

13.3.3. Определение метрологических параметров

13.3.3.1. Определение относительной погрешности по частоте кварцевого генератора за 12 месяцев производится по истечении времени установления рабочего режима, равного 1 ч. Схема соединения приборов при измерении частоты выходного сигнала кварцевого генератора представлена на рис. В.

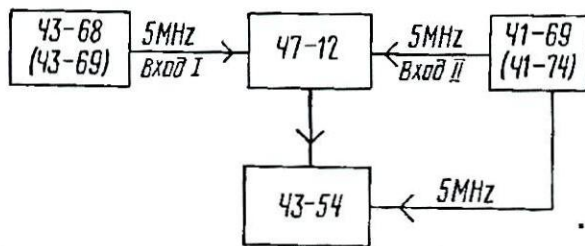


Рис. В. Структурная схема измерения частоты кварцевого генератора

Сигнал с разъема 5 МГц проверяемого прибора подается на разъем ВХОД I компаратора 47-12. С источника образцовой частоты, которым является стандарт частоты Ч1-69, подается сигнал частотой 5 МГц на разъем ВХОД II компаратора и разъем 5 МГц частотомера Ч3-54, использующего этот сигнал вместо собственного опорного генератора.

С разъема ВЫХОД 1 МГц компаратора преобразованный сигнал частотой $f_{к}$ подается на вход А частотомера Ч3-54, работающего в режиме измерения частоты при времени счета 1 или 10 с. Для повышения достоверности результатов измерения записывается не менее 10 последовательных показаний частотомера и находится их среднее арифметическое значение $f_{кд}$ по формуле (18):

$$f_{кд} = \frac{\sum_{i=1}^n f_{ки}}{n}, \quad (18)$$

где $f_{ки}$ — значение частоты выходного сигнала компаратора при i -том измерении, Гц;

n — число измерений.

Относительная погрешность по частоте определяется по формуле (19):

$$\delta_0 = \frac{f_{кд} - f_{кн}}{M \cdot f_n}, \quad (19)$$

где M — коэффициент умножения компаратора ($M=2 \cdot 10^2$);

$f_{кн}$ — значение частоты компаратора, соответствующее номинальному значению частоты кварцевого генератора ($f_{кн} = 10^6$ Гц);

f_n — номинальное значение частоты кварцевого генератора ($f_n = 5 \cdot 10^6$ Гц).

Результаты поверки считают удовлетворительными, если относительная погрешность по частоте кварцевого генератора за межповерочный интервал 12 месяцев находится в пределах $\pm 2 \cdot 10^{-6}$ (время 12 месяцев отсчитывается с момента предыдущей поверки, когда действительное значение частоты кварцевого генератора было установлено с погрешностью в пределах $\pm 1 \cdot 10^{-7}$).

13.3.3.2. После определения относительной погрешности по частоте кварцевого генератора производится установка его частоты с погрешностью в пределах $\pm 1 \cdot 10^{-7}$. Подстройка частоты производится вращением подстроечного сердечника катушки индуктивности с надписью КОРР ЧАСТ на правой боковой стенке прибора с помощью безындуктивной (изоляционной) отвертки.

После установки частоты кварцевого генератора прибор выключается на 30 мин, затем снова включается, и по истечении времени установления рабочего режима, равного 1 ч, проверяется по вышеописанной методике относительная погрешность кварцевого генератора по частоте, которая должна быть в пределах $\pm 2 \cdot 10^{-7}$.

13.3.3.3. Определение составляющей погрешности измерения частоты, обусловленной дискретностью счета частотомера, равной $2 \cdot 10^{-7}$, производится измерением образцовой частоты 999,999 МГц, подаваемой от синтезатора частоты Ч6-71.

Испытуемый прибор засинхронизируйте от опорного генератора синтезатора частоты.

Результаты поверки считаются удовлетворительными, если показания прибора при измерении образцовой частоты 999,999 МГц соответствует значению $(999,9990 \pm 0,0002)$ МГц.

13.4. Оформление результатов поверки

13.4.1. Положительные результаты первичной поверки должны заноситься в формуляр, заверяться поверителем, а на прибор наносится оттиск поверительного клейма.

Положительные результаты периодической государственной или ведомственной поверки должны оформляться в установленном порядке с выполнением соответствующих записей в формуляре прибора.

13.4.2. В случае отрицательных результатов поверки выпуск приборов не допускается. При этом на приборы выдается извещение о непригодности их к применению.

14. ПРАВИЛА ХРАНЕНИЯ

14.1. Прибор, предназначенный для эксплуатации ранее или через 12 месяцев со дня поступления на хранение, от транспортной упаковки может не освобождаться и храниться в упаковочном ящике.

Предельные условия кратковременного хранения: температура окружающего воздуха от минус 60 до плюс 65 °С;