ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ ЧАСТОТЫ
ЯЗЧ-87, ЯЗЧ-88

ТЕХНИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ
И ИНСТРУКЦИЯ ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ

ДЛИ0.271.000 ТО

СОДЕРЖАНИЕ

1. Назначение 4
2. Технические данные 4
3. Состав прибора 6
4. Устройство и работа приборов и их составных частей . . 7
5. Маркирование и пломбирование 20
6. Общие указания по эксплуатации 20
7. Указания мер безопасности 21
8. Подготовка к работе 22
9. Порядок работы 22
10. Характерные неисправности и методы их устранения . . 28
11. Техническое обслуживание 33
12. Поверка прибора 34
13. Правила хранения 42
14. Транспортирование 43

Приложение 1. Схемы электрические принципиальные с перечнями элементов 45
Генератор задающий (ЕЭ2.210.040) 45
Усилитель ВЧ (ДЛИ2.030.001) 47
Смеситель СВЧ (ДЛИ2.245.000, ДЛИ2.245.000-01) 49
Усилитель постоянного тока (ДЛИ2.032.001) . 51
Усилитель постоянного тока (ДЛИ2.032.002) . 54
Делитель частоты (ДЛИ2.208.007) 56
Преобразователь частоты Я3Ч-87 (ДЛИ2.206.001) 58
Гетеродин (ЕЯ2.210.008) 60
Усилитель ВЧ (ДЛИ2.030.002) 61
Делитель частоты (ДЛИ2.208.008) 63
Преобразователь частоты Я3Ч-88 (ДЛИ2.206.002) 65
Приложение 2. Планы размещения основных узлов и элементов 67
Приложение 3. Таблицы напряжений 72
Приложение 4. Осциллограммы 76

В Н И М А Н И Е!

Во избежание выхода прибора из строя:

а) не подавайте на вход прибора сигнал величиной более 5 мВт;

б) перед подключением к прибору входного кабеля разрядите его от возможного заряда статического электричества (см. раздел 6);

в) измерение сигнала величиной более 1 мВт производить с подключенным ко входу прибора аттенюатором резисторным ЕЭ2.243.948-02.

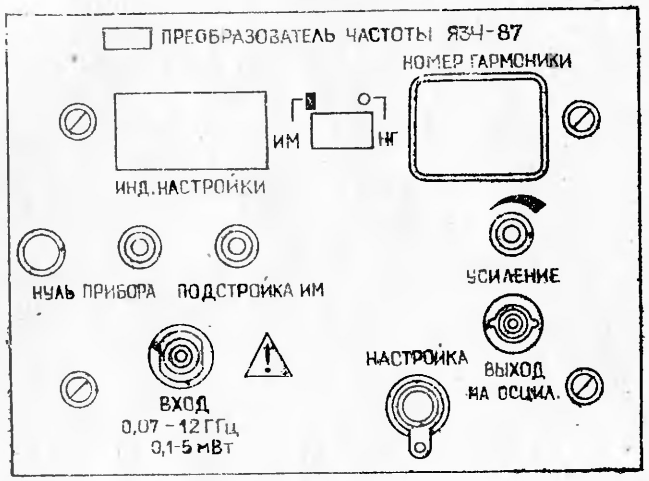


Рис. 1. Внешний вид передней панели прибора Я3Ч-87.

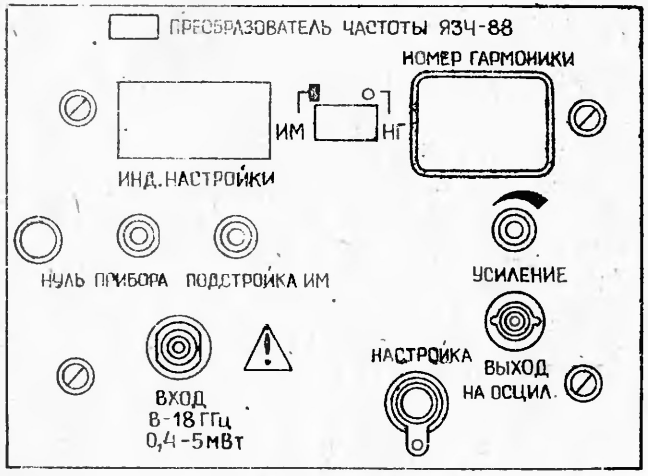


Рис. 2. Внешний вид передней панели прибора Я3Ч-88.

1. НАЗНАЧЕНИЕ

1.1. Преобразователи частоты Я3Ч-87, Я3Ч-88 предназначены для преобразования, а совместно с электронно-счетным частотомером (ЭСЧ) Ч3-54 — для измерения частоты непрерывных синусоидальных (НГ) сигналов и несущей частоты импульсно-модулированных (ИМ) сигналов.

1.2. Прибор по условиям применения (эксплуатации) предназначен для работы в условиях:

температура окружающего воздуха — от минус 30 до +50°С;

относительная влажность воздуха — до 98% при температуре до +35°С.

1.3. Прибор питается от блока питания частотомера Ч3-54.

1.4. Прибор может использоваться для настройки, калибровки, испытаний, поверки и исследования источников СВЧ сигналов, для проверки и отработки частотного диапазона различного рода СВЧ устройств, систем связи и другой радиоэлектронной аппаратуры СВЧ диапазона.

2. ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ

2.1. Приборы Я3Ч-87, Я3Ч-88 осуществляют преобразование и измерение совместно с ЭСЧ Ч3-54 частоты НГ сигналов в диапазонах:

Я3Ч-87 — от 0,07 до 12 ГГц;
Я3Ч-88 — от 8 до 18 ГГц.

2.2. Приборы осуществляют преобразование и измерение совместно с ЭСЧ Ч3-54 несущей частоты ИМ сигналов при длительности импульсов не менее 0,5 мкс, частоте следования импульсов от 100 Гц до 200 кГц и скважности в пределах от 2 до 1000 в диапазонах:

Я3Ч-87 — от 0,07 до 12 ГГц;
Я3Ч-88 — от 8 до 18 ГГц.

2.3. Минимальная мощность входного НГ сигнала не более:

Я3Ч-87 — 0,1 мВт;
Я3Ч-88 — 0,4 мВт.

Максимальная мощность входного сигнала НГ не более 5 мВт (при мощности более 1 мВт измерение обеспечивается подключением на вход преобразователя частоты аттенюатора резисторного ЕЭ2.243.948-02).

2.4. Минимальная мощность в импульсе входного ИМ сигнала не более:

Я3Ч-87 — 0,1 мВт;
Я3Ч-88 — 0,4 мВт.

Максимальная мощность в импульсе входного ИМ сигнала не более 5 мВт (при мощности более 1 мВт измерение обеспечивается подключением на вход преобразователя частоты аттенюатора резисторного ЕЭ2.243.948-02).

2.5. Полоса синхронизации задающего генератора (Я3Ч-87) или гетеродина (Я3Ч-88) прибора — не менее 0,1% от установленного значения его частоты.

Относительное изменение частоты измеряемого сигнала за время измерения не должно превышать величины полосы синхронизации гетеродина.

2.6. Относительная погрешность измерения среднего значения частоты НГ сигналов совместно с Ч3-54 должна быть в пределах, рассчитанных по формуле:

$$\delta_{изм.} = \pm \left(\delta_0 + \frac{1}{t'_{сч} \cdot f_{гет.}} \right), \qquad (1)$$

где: δ_0 — погрешность частоты опорного кварцевого генератора частотомера Ч3-54;

$\frac{1}{t'_{сч} \cdot f_{гет.}}$ — погрешность, обусловленная дискретным принципом действия электронно-счетного частотомера;

$t'_{сч} = \tau_{сч} N$ — реальное время счета, определяемое временем счета частотомера Ч3-54 и номером гармоники, на которой произошел захват системы фазовой автоподстройки частоты преобразователя.

2.7. Относительная погрешность измерения несущей частоты ИМ сигналов совместно с ЭСЧ Ч3-54 должна быть в пределах значений, рассчитанных по формуле:

$$\delta_{изм.} = \pm \left[\frac{50\ кГц}{f_x\ (кГц)} + 10^{-6} + \delta_0 \right], \qquad (2)$$

где: f_x — измеряемая несущая частота ИМ сигнала;

δ_0 — погрешность частоты опорного кварцевого генератора частотомера Ч3-54.

2.8. Входное сопротивление прибора — 50 Ом, канал — 7/3,04 мм.

2.9. Прибор обеспечивает свои технические характеристики по истечении времени установления рабочего режима, равного 15 мин.

2.10. Питание прибора осуществляется от блока питания электронно-счетного частотомера Ч3-54 через внутренний разъем стабилизированными напряжениями.

2.11. Прибор сохраняет свои технические характеристики в течение 16 ч непрерывной работы.

Время непрерывной работы не включает в себя время установления рабочего режима.

2.12. Нормальные условия применения (эксплуатации):

температура окружающего воздуха, °С — 20±5;

относительная влажность воздуха, % — 65±15;

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

2.13. Рабочие условия применения (эксплуатации):

температура окружающего воздуха, °С — от минус 30 до +50;

относительная влажность воздуха, % — до 98 при температуре до 35°С;

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

2.14. Предельные условия транспортирования:

температура окружающего воздуха, °С — от минус 50 до +65;

атмосферное давление, кПа (мм рт. ст.) — 61,33 (460).

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

2.15. Габаритные размеры прибора — 161×111×290 мм.

2.16. Масса прибора (без упаковки) — не более 2,5 кг.

2.17. Наработка на отказ — не менее 3000 ч.

2.18. Средний срок службы прибора — не менее 10 лет, средний ресурс — не менее 10000 ч.

3. СОСТАВ ПРИБОРА

3.1. Состав прибора соответствует табл. 1.

Таблица 1

Наименование	Обозначение		Количество	Примечание
	Я3Ч-87	Я3Ч-88		
1. Преобразователь частоты	ДЛИ2.206.001	ДЛИ2.206.002	1	
2. Комплект комбинированный	ДЛИ4.068.007	ДЛИ4.068.007-01	1	

4. УСТРОЙСТВО И РАБОТА ПРИБОРОВ И ИХ СОСТАВНЫХ ЧАСТЕЙ

4.1. Принцип действия

4.1.1. Принцип действия прибора основан на стробоскопическом преобразовании частоты, при котором происходит сравнение частоты измеряемого сигнала с частотой гармоники гетеродина.

4.1.2. При работе прибора в режиме измерения НГ сигналов сравнение частоты измеряемого сигнала с частотой гармоники гетеродина осуществляется с помощью системы фазовой автоподстройки частоты.

Сигнал задающего генератора или гетеродина, усиленный усилителем ВЧ, подается на смеситель СВЧ и через согласующие цепочки поступает на генератор импульсов строба, выполненный на диоде с накоплением заряда. Сформированные короткие импульсы строба с частотой следования, равной частоте гетеродина, подаются на стробоскопический смеситель, выполненный по ключевой балансной схеме на смесительных диодах.

Электрическое сопряжение диода с накоплением заряда со смесительными диодами обеспечивается формирующей линией.

Одновременно с сигналом гетеродина на смеситель СВЧ подается измеряемый сигнал.

В режиме синхронизации стробоскопический смеситель работает как фазовый детектор с синусоидальной фазовой характеристикой.

Сигнал на его выходе является сигналом ошибки, несущим информацию о величине отклонения фазы и частоты сигнала гетеродина от фазы и частоты измеряемого сигнала.

Полученный сигнал ошибки запоминается на соответствующих емкостях конденсаторов и подается на усилитель постоянного тока (УПТ).

Усиленный сигнал ошибки через пропорционально-интегрирующий фильтр подается на включенный в контур гетеродина варикап и, тем самым осуществляется электронная подстройка гетеродина под частоту измеряемого сигнала. В

результате этого частота гетеродина синхронизируется по фазе входного сигнала и определяется по формуле:

$$f_{гет.} = \frac{f_x}{n}, \qquad (3)$$

где f_x — частота измеряемого сигнала;
n — номер гармоники.

Режим синхронизации гетеродина индицируется по стрелочному индикатору, расположенному на передней панели прибора.

4.1.3. Частота гетеродина в режиме синхронизации измеряется частотомером Ч3-54 и по ее значению определяется измеряемая частота по формуле:

$$f_x = n \cdot f_{гет.} \qquad (4)$$

Частота задающего генератора преобразователя частоты Я3Ч-87 непосредственно измеряется частотомером Ч3-54, а частота гетеродина преобразователя частоты Я3Ч-88 предварительно делится на 2 делителем частоты, расположенным в плате усилителя ВЧ (диапазон частот гетеродина преобразователя частоты Я3Ч-88 165—185 МГц, диапазон измеряемых частот частотомером Ч3-54 до 150 МГц). Таким образом,

$$f'_{гет.} = \frac{f_{гет.}}{2}, \qquad (5)$$

где $f'_{гет.}$ — частота гетеродина на выходе усилителя ВЧ прибора Я3Ч-88.

4.1.4. Непосредственный отсчет частоты измеряемого сигнала осуществляется с помощью делителя с переменным коэффициентом деления, в котором время счета частотомера увеличивается в n раз (преобразователь частоты Я3Ч-87) и в 2n раз (преобразователь частоты Я3Ч-88) и становится, соответственно, равным:

$$\tau' = n\tau \quad \text{(для Я3Ч-87)}; \qquad (6)$$

$$\tau' = 2n\tau \quad \text{(для Я3Ч-88)} \qquad (7)$$

где τ — время счета частотомера (до увеличения);
τ' — время счета частотомера (после увеличения).

Показания частотомера определяются по формуле:

$$N = f_{гет.} \cdot \tau' = n\tau \cdot f_{гет.} \qquad \text{(Я3Ч-87)} \qquad (8)$$

$$N = f'_{гет.} \cdot \tau' = \frac{\tau \cdot 2n \cdot f_{гет.}}{2} = n\tau \cdot f_{гет.} \qquad \text{(Я3Ч-88)} \qquad (9)$$

Поскольку время счета частотомера $\tau = 10^{-}$ с, где а — целое число, то показания частотомера будут численно совпадать со значением частоты измеряемого сигнала.

Номер гармоники n определяется в режиме синхронизации путем измерения частоты гетеродина на двух соседних гармониках по формуле:

$$n = \frac{f_1}{f_2 - f_1}, \qquad (10)$$

где f_1, f_2 — значение частоты гетеродина при измерении на n+1-й и на n-й гармонике, соответственно. При этом $f_1 < f_2$.

При измерении частоты гетеродина переключатель НОМЕР ГАРМОНИКИ устанавливается в положение «01».

4.1.5. В режиме измерения несущей частоты ИМ сигнала производится сравнение несущей частоты измеряемого сигнала с частотой гармоники гетеродина. Свидетельством равенства этих частот служит появление сигнала нулевых биений, наблюдаемых по максимальному отклонению стрелки индикатора ИНД. НАСТРОЙКИ или с помощью осциллографа. При установке соответствующего номера гармоники на табло частотомера индицируется значение измеряемой частоты аналогично тому, как это имеет место в режиме НГ.

4.2. Структурные схемы приборов

4.2.1. На рис. 3 приведена структурная схема преобразователя частоты Я3Ч-87, включающая в себя следующие основные узлы:

генератор задающий ЕЭ2.210.040;
усилитель ВЧ ДЛИ2.030.001;
смеситель СВЧ ДЛИ2.245.000;
УПТ ДЛИ2.032.001;
УПТ ДЛИ2.032.002;
делитель частоты ДЛИ2.208.007.

4.2.2. На рис. 4 приведена структурная схема преобразователя частоты Я3Ч-88, включающая в себя следующие основные узлы:

гетеродин ЕЯ2.210.008;
усилитель ВЧ ДЛИ2.030.002;
смеситель СВЧ ДЛИ2.245.000-01;
УПТ ДЛИ2.032.001;
УПТ ДЛИ2.032.002;
делитель частоты ДЛИ2.208.008.

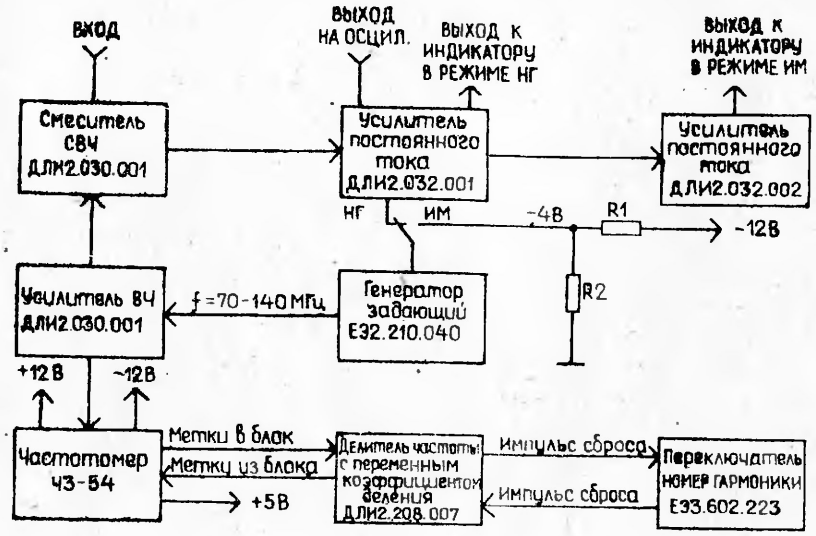


Рис. 3. Структурная схема прибора Я3Ч-87.

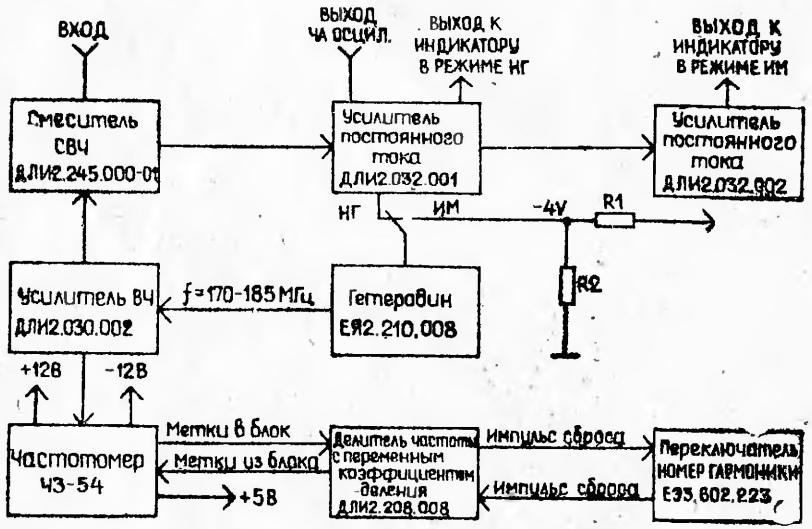


Рис. 4. Структурная схема прибора Я3Ч-88.

4.3. Схема электрическая принципиальная Я3Ч-87

4.3.1. Генератор задающий ЕЭ2.210.040 является источником синусоидальных колебаний в диапазоне частот от 70 до 140 МГц. Генератор выполнен на транзисторе Т1 по схеме емкостной трехточки.

Перестройка частоты осуществляется изменением емкости конденсатора С2 с помощью ручки НАСТРОЙКА, выведенной на переднюю панель прибора. Электронная подстройка частоты в режиме фазовой автоподстройки частоты задающего генератора осуществляется изменением смещения на варикапе Д1, связанном с контуром через переменный конденсатор С1, находящийся на одной оси с конденсатором С2.

Выходной сигнал через конденсатор С3 и, далее, через разъем Ш1 подается на усилитель ВЧ ДЛИ2.030.001. Смещение на варикап Д1 для осуществления электронной подстройки подается через разъем Ш2 с усилителя постоянного тока ДЛИ2.032.001.

4.3.2. Усилитель ВЧ ДЛИ2.030.001 предназначен для усиления сигнала задающего генератора до величины, необходимой для обеспечения оптимальной работы генератора импульсов строба и обеспечения электрического сопряжения его выхода с частотомером Ч3-54 для измерения частоты задающего генератора. Сигнал с задающего генератора подается одновременно на два усилительных каскада. Нагрузкой усилительного каскада на транзисторе V1 является дроссель L1 в цепи коллектора. С дросселя L1 сигнал подается на оконечный каскад, собранный на транзисторах V3, V4, включенных параллельно для обеспечения необходимой величины сигнала. С другого усилительного каскада, выполненного на транзисторе V2, сигнал поступает через согласующий каскад, выполненный на микросхеме D1, на вход ЭСЧ Ч3-54.

4.3.3. Смеситель СВЧ ДЛИ2.245.000 представляет собой широкополосное устройство, состоящее из согласующей цепочки, генератора стробимпульсов и собственно смесителя.

Генератор импульсов строба состоит из параметрического диода 1А402А (V3), работающего в режиме накопления заряда и формирующей линии из отрезка волновода. Стробимпульсы вырабатываются с частотой, кратной частоте задающего генератора.

В исходном состоянии от источника минус 12 В через диод V3 проходит ток, который устанавливается резисторами R20, R21 в схеме усилителя ВЧ ДЛИ2.030.001. В базе диода

накапливается заряд неосновных носителей, величина которого тем больше, чем больше величина тока и эффективное время жизни носителей.

В момент, когда с усилителя ВЧ через разъем X3 и согласующую цепочку (C5, L1, R5, C4) на диод поступает запирающая фаза напряжения, в цепи диода возникает обратный ток, величина которого в течение отрезка времени t_1 постоянна и определяется, в основном, сопротивлением источника запирающего напряжения. Напряжение на диоде при этом меняется незначительно и практически близко к нулю.

Продолжительность отрезка времени t_1 («полочка») зависит от величины накопленного заряда и обратного тока, которым рассасывается заряд. Этот этап переходного процесса при запирании диода называется фазой постоянного обратного тока.

По окончании этой фазы происходит резкое уменьшение обратного тока и диод запирается. Продолжительность второго этапа t_2, называемого фазой спада обратного тока, определяется, главным образом, технологическими особенностями диода.

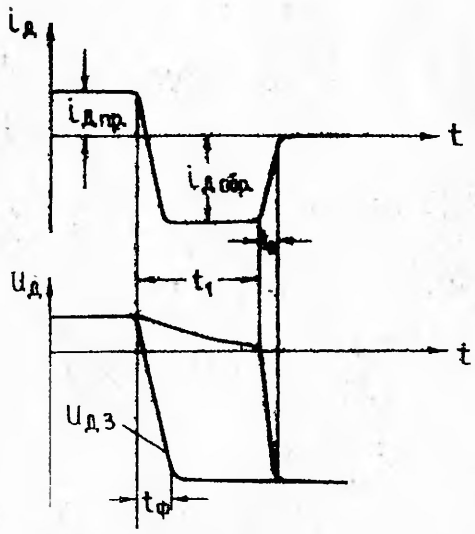
В течение отрезка времени t_1 после приложения запирающего напряжения диод шунтирует источник сигнала и напряжение на выходе схемы отсутствует. Затем, за счет резкого уменьшения обратного тока, напряжение на диоде быстро возрастает, образуется резкий перепад напряжения с длительностью t_2, из которого и формируется импульс строба в отрезке волновода. Эпюры напряжения и тока, поясняющие работу ДНЗ, приведены на рис. 5.

Благодаря симметричному включению формирующей линии в мост смесителя (по высокой частоте), формируется два разнополярных импульса.

Смеситель собран по балансной схеме на полупроводниковых ключах V1 и V2 или диодах ЗА529А (ЯЗЧ-87), ЗА529Б (ЯЗЧ-88).

Стробимпульсы открывают смесительные диоды V1 и V2 и, проходя через конструктивные емкости смесителя C1 и C2, заряжают их.

Если на входе X1 смесителя СВЧ нет сигнала и диодный мост сбалансирован, емкости быстро заряжаются на одинаковую величину через малые сопротивления открытых диодов. После окончания стробимпульсов емкости медленно начинают разряжаться через обратные сопротивления закрытых диодов и входное сопротивление УПТ. При этом сигнал в средней точке симметричного делителя (Кт3) будет отсутствовать, так как заряды на емкостях C1 и C2 равны по величине и противоположны по знаку.



$i_д$ пр, $i_д$ обр. — прямой и обратный токи через диод;
$U_{дз}$ — запирающее напряжение;
t_1 — длительность «полочки»;
t_2 — длительность спада $i_д$ обр;
$t_ф$ — длительность фронта.

Рис. 5. Эпюры напряжения и тока, поясняющие работу ДНЗ.

Если на вход X1 смесителя СВЧ поступает сигнал, то данный мост разбалансируется. При этом, во время стробирования (в течение длительности стробимпульса), одна из емкостей заряжается пропорционально мгновенному значению измеряемого сигнала, другая аналогично разряжается. Заряды на емкостях C1 и C2, противоположные по знаку, будут отличаться на величину, пропорциональную амплитуде «вырезки» сигнала. После окончания стробимпульса емкости медленно разряжаются через указанные выше цепи и на входе УПТ будет преобразованный сигнал, несущий информацию о фазовых соотношениях между измеряемым сигналом и сигналом гетеродина.

Согласующая цепочка, состоящая из конденсаторов C4, C5, резистора R5 и катушки индуктивности L1, обеспечивает получение равномерного уровня стробимпульсов на выходе

ДНЗ во всем диапазоне частот задающего генератора (70—140 МГц).

4.3.4. УПТ ДЛИ2.032.001 предназначен для усиления до необходимой величины преобразованного сигнала, который используется для автоподстройки частоты генератора задающего (Я3Ч-87) и гетеродина (Я3Ч-88) в режиме НГ и индикации настройки прибора как в режиме НГ, так и в режиме ИМ.

УПТ состоит из истокового повторителя V2 и собственно УПТ, выполненного на микросхеме D2 с эмиттерными повторителями на выходе (V7, V8).

Истоковый повторитель предназначен для обеспечения высокого входного сопротивления выходному сигналу смесителя.

Транзистор V2 (выводы 4, 5, 6) обеспечивает опорное входное напряжение УПТ при колебаниях температуры или напряжений источников питания.

Транзистор V1 включен по схеме эмиттерного повторителя и обеспечивает обратную связь с истока транзистора V2 (вывод 3) на его сток (вывод 1) для компенсации емкости затвор-сток, что приводит к расширению частотной характеристики схемы. Сигнал со смесителя СВЧ подается на затвор транзистора V2 (вывод 2). Потенциометры R2 и R14 обеспечивают независимую подстройку режимов на выводах 1, 2, 3 и 4, 5, 6 транзистора V2 при начальной настройке схемы, чтобы сделать их режимы одинаковыми. При работе прибора во всем диапазоне рабочих температур, а также в случае отклонения напряжений источников питания частотомера от исходных величин, может получиться небольшое несоответствие между режимами выводов 1, 2, 3 и 4, 5, 6 транзистора V2, о чем свидетельствует небольшое отклонение стрелки индикатора ИНД. НАСТРОЙКИ от среднего положения.

С помощью ручки НУЛЬ ПРИБОРА, выведенной на переднюю панель, меняется смещение на затворе транзистора V2 (вывод 5) и компенсируется несоответствие между режимами выводов 1, 2, 3 и 4, 5, 6 транзистора V2.

Выходной сигнал с истока транзистора V2 (вывод 3) подается на базу одного из транзисторов, входящих в микросхему D1 (вывод 7), а опорное напряжение с истока транзистора V2 (вывод 6) подается на базу второго транзистора микросхемы D1 (вывод 3) и, далее, на собственно УПТ, выполненный на микросхеме D2.

Между затворами транзистора V2 включен полевой транзистор V3 для регулировки усиления УПТ. Вращением ручки УСИЛЕНИЕ меняется напряжение на затворе транзистора V3 и, тем самым, изменяется сопротивление сток-исток, что приводит к изменению усиления УПТ.

Усиленный сигнал с микросхемы D2 через эмиттерный повторитель на транзисторе V8 поступает на пропорционально-интегрирующий фильтр (R29, R30, C13) и, далее, через контакт 2 колодки X4 и переключатель S1 преобразователя частоты, на разъем X2 задающего генератора прибора Я3Ч-87 или гетеродина прибора Я3Ч-88. Этим самым замыкается петля фазовой автоподстройки частоты. Потенциометр R28 в эмиттере транзистора V8 необходим для установки начального смещения на варикапе задающего генератора прибора Я3Ч-87 или гетеродина Я3Ч-88. С микросхемы D2 (вывод 5) через резистор R27 и, далее, через контакт 5 колодки X4 и переключатель S1 преобразователя частоты напряжение подается на стрелочный индикатор ИНД. НАСТРОЙКИ для индикации режима синхронизации в режиме НГ.

С микросхемы D2 (вывод 2) выходной сигнал через эмиттерный повторитель на транзисторе V7 поступает на разъем ВЫХОД НА ОСЦИЛЛ., расположенный на передней панели прибора.

4.3.5. Усилитель постоянного тока ДЛИ2.032.002 предназначен для индикации настройки прибора в режиме ИМ.

С эмиттерного повторителя на транзисторе V8 (УПТ ДЛИ2.032.001) сигнал поступает на вход микросхемы D1 (вывод 3). С ее выхода (вывод 2) сигнал подводится к базе транзистора V4, который управляет эмиттерным повторителем на транзисторе V3 и через который заряжается конденсатор C2. Постоянная времени цепи из R5 и C2 такова, что величина напряжения на конденсаторе C2 между импульсами поддерживается практически постоянной. Транзисторы V1 и V2 составляют пару с высоким входным сопротивлением и влияние их на постоянную времени цепи (C2, R5) практически незначительно. Результирующее напряжение на эмиттере транзистора V1, базе транзистора V5 и микросхеме D1 (вывод 7) определяется напряжением на R5, C2 плюс базоэмиттерное падение напряжения транзисторов V1 и V2. Эмиттеры транзисторной сборки D1 соединены, поэтому это напряжение постоянного тока сравнивается с пиковым напряжением переменного тока на базе транзисторной сборки D1 (вывод 3). Разность этих напряжений поступает в цепь обратной связи через транзистор V4, пока не произойдет уравнение пикового напряжения входного сигнала и напряжения на конденсаторе C2.

Усилитель постоянного тока на транзисторах V5 и V6 управляет током стрелочного индикатора ИНД. НАСТРОЙКИ. От схемы восстановления уровня напряжение подводится на базу транзистора V5. При отсутствии сигнала, транзистор V6 получает небольшое отрицательное напряжение с делителя R13, R14 и фактически заперт. При этом поскольку в режиме ИМ индикатор ИНД. НАСТРОЙКИ включен между источником питания +12 В и коллектором транзистора V6, то ток через него отсутствует.

С приходом сигнала базо-эмиттерное смещение транзистора V5 падает, уменьшается его проводимость и напряжение эмиттера становится отрицательным. Поэтому проводимость транзистора V6 увеличивается, увеличивается ток через индикатор ИНД. НАСТРОЙКИ и возрастает отклонение стрелки.

4.3.6. Делитель частоты ДЛИ2.208.007 предназначен для расширения базы времени счета частотомера в число раз, соответствующее номеру выбранной гармоники.

Делитель частоты состоит из двух идентичных узлов, декадных делителей с предварительной установкой коэффициента деления. Два последовательно включенных декадных делителя образуют делитель частоты с переменным коэффициентом деления от 1 до 100.

Каждый декадный делитель с переменным коэффициентом деления содержит четыре двоичные ячейки (D1, D3, D5, D7), схемы совпадения для получения десятичного пересчета (D2 и D6), общий для двух декад дешифратор состояния «9» (D4), схему установки каждой из ячеек в состоянии «0» или «1» (D8).

Поскольку оба декадных делителя идентичны, рассмотрим работу одного из них на конкретных примерах.

Предположим, что декадный делитель (декада) находится в состоянии «5». С приходом четвертого входного импульса декада перейдет в состояние «9». На выходе дешифратора состояния «9» появится импульс, запускающий схему формирования импульсов сброса. Импульс сброса поступает на вход кодового переключателя. Если кодовый переключатель находится в положении «4», то его коммутация обеспечивает установку декады, находящейся в состоянии «9», в состояние «5». Формирование импульса сброса и установка декады происходит в течение интервала между двумя соседними импульсами на входе декады. Пятый входной импульс переведет декаду в состояние «6, шестой — в состояние «7», седьмой — в состояние «8», восьмой — в состояние «9.» Сигналом с дешифратора состояния «9» запустится схема

формирования импульса сброса. Импульс сброса через кодовый переключатель снова установит декаду в состояние «5».

На выходе дешифратора состояния «9» (через инвертор на входе частотомера), а также на выходе схемы формирования импульса сброса, на каждые 4 входных импульса будет появляться один импульс, т. е. коэффициент деления равен четырем.

Состояние декад в зависимости от установленного коэффициента деления представлено в табл. 2.

Таблица 2

Коэф. деления	Состояние декады	Состояние ячеек			
		4-й	3-й	2-й	1-й
1	8	1	0	0	0
2	7	0	1	1	1
3	6	0	1	1	0
4	5	0	1	0	1
5	4	0	1	0	0
6	3	0	0	1	1
7	2	0	0	1	0
8	1	0	0	0	1
9	0	0	0	0	0
10	9	1	0	0	1

Таким образом, при коэффициенте деления N, декада устанавливается в состояние «9—N». При включении двух декадных делителей (декад) последовательно на выходе дешифратора состояния «9» появится импульс только в том случае, когда обе декады одновременно будут находиться в состоянии «9».

Предположим, что на двухсекционном кодовом переключателе набрано число 12. При этом первая декада (единиц) будет установлена в состояние «7», а вторая декада (десятков) — в состояние «8». После прихода двух импульсов первая декада перейдет в состояние «9», но поскольку вторая декада находится в состоянии «8», то на выходе дешифратора не возникает импульс и схема формирования не вырабатывает импульс сброса. Третий импульс переведет первую де-

каду в состояние «10» («0»). Возникающий при этом перепад напряжения с первой декады (перенос) переведет вторую декаду в состояние «9», но на первой декаде такого состояния нет, и, поэтому, нет импульса сброса.

После прихода еще девяти импульсов на 12-м входном импульсе обе декады будут в состоянии «9».

Схема формирования выдает импульс сброса, который произведет установку декад в состояние «7» и «8», а также импульс меток времени счета, поступающий на частотомер. При дальнейшем поступлении импульсов цикл повторится.

Осциллограммы напряжений делителя частоты приведены в приложении 4 (коэффициент деления 20).

4.4. Схема электрическая принципиальная Я3Ч-88

4.4.1. Гетеродин ЕЯ2.210.008 является источником синусоидальных колебаний в диапазоне от 165 до 185 МГц.

Гетеродин собран по схеме емкостной трехточки на транзисторе Т1. Перестройка в диапазоне частот осуществляется с помощью переменной емкости С2, управление элементом перестройки которой выведено на переднюю панель под ручку НАСТРОЙКА.

Для обеспечения возможности работы гетеродина в системе фазовой автоподстройки частоты в схеме также применена подстройка частоты с помощью варикапа Д1.

4.4.2. Усилитель ВЧ ДЛИ2.030.002 предназначен для усиления сигнала гетеродина до величины, необходимой для обеспечения оптимальной работы генератора стробимпульсов и обеспечения электрического сопряжения выхода гетеродина с частотомером Ч3-54.

Сигнал гетеродина подается одновременно на два усилительных каскада, собранных на транзисторах V1 и V2. Нагрузкой одного из усилительных каскадов служит дроссель L1 в цепи коллектора транзистора V1. Снимаемый с коллектора транзистора V1 сигнал подается на оконечный каскад, собранный на двух транзисторах V3 и V4, включенных параллельно для обеспечения необходимой величины сигнала.

С другого усилительного каскада, выполненного на транзисторе V2, сигнал поступает на делитель частоты на 2, выполненный на микросхеме D1. С выхода микросхемы поделенный сигнал поступает на вход частотомера Ч3-54.

4.4.3. Смеситель СВЧ ДЛИ2.245.000-01 по устройству и принципу работы аналогичен смесителю СВЧ ДЛИ2.245.000, применяемому в преобразователе частоты Я3Ч-87.

Отличие заключается в том, что согласующая цепочка (С4, С5, R5, L1) рассчитана на работу в диапазоне частот гетеродина (165—185 МГц).

Устройство и работа смесителя СВЧ ДЛИ2.245.000 приведены в п. 4.3.3. настоящего технического описания.

4.4.4. Усилители постоянного тока ДЛИ2.032.001 и ДЛИ2.032.002 заимствованы из прибора Я3Ч-87 и их устройство и работа приведены в пп. 4.3.4, 4.3.5 настоящего технического описания.

4.4.5. Делитель частоты ДЛИ2.208.008 отличается от делителя частоты ДЛИ2.208.007, применяемого в преобразователе частоты Я3Ч-87 тем, что на его входе применен делитель частоты на 2, выполненный на микросхеме D1.1.

Устройство и работа делителя частоты ДЛИ2.208.007 приведены в п. 4.3.6 настоящего технического описания.

Примечание. 1. Обозначения электрорадиоэлементов, указанные в разделе 4, соответствуют позиционным обозначениям, приведенным в перечнях элементов и на схемах электрических принципиальных соответствующих узлов прибора.

4.5. Конструкция

4.5.1. Прибор конструктивно выполнен в виде сменного блока, который встраивается в окно электронно-счетного частотомера Ч3-54.

Каркас прибора состоит из основных несущих панелей (передней и задней) и 4-х боковых продольных угольников. Прибор закрывается сверху и снизу защитными крышками.

4.5.2. На передней панели прибора расположены следующие органы управления и контроля, разъемы:

разъем ВХОД, предназначенный для подачи измеряемого сигнала;

ручка НАСТРОЙКА, предназначенная для перестройки частоты задающего генератора (гетеродина);

ручка УСИЛЕНИЕ, предназначенная для обеспечения динамического диапазона;

переключатель НОМЕР ГАРМОНИКИ, предназначенный для установки соответствующего номера гармоники;

переключатель НГ—ИМ, предназначенный для переключения режимов измерения частоты синусоидальных сигналов или измерения несущей частоты импульсно-модулированных сигналов;

стрелочный индикатор ИНД. НАСТРОЙКИ, предназначенный для индикации режима синхронизации при измерении частоты синусоидальных сигналов и индикации нулевых

биений при измерении несущей частоты импульсно-модулированных сигналов;

ручка НУЛЬ ПРИБОРА, предназначенная для установки указателя индикатора ИНД. НАСТРОЙКИ в нулевое положение перед началом измерения;

ручка ПОДСТРОЙКА ИМ, предназначенная для плавной регулировки частоты генератора задающего (гетеродина) в режиме измерения частоты ИМ сигнала;

разъем ВЫХОД НА ОСЦИЛЛ., предназначенный для подключения к прибору осциллографа в режиме измерения несущей частоты ИМ сигналов.

4.5.3. На задней панели прибора расположен один разъем для подачи питающих напряжений с частотомера на прибор и подачи меток времени счета с частотомера на прибор и обратно, а также для подачи сигнала генератора задающего (гетеродина) на частотомер.

4.5.4. План размещения основных узлов прибора приведен в приложении 2.

5. МАРКИРОВАНИЕ И ПЛОМБИРОВАНИЕ

5.1. Все электро- и радиоэлементы, установленные в приборе на шасси, панелях и печатных платах, имеют маркировку позиционных обозначений в соответствии с позиционными обозначениями их в перечнях элементов и на принципиальных электрических схемах.

5.2. Приборы, принятые ОТК, пломбируются (при необходимости), при этом на запорные замки укладочного ящика, в который упакован прибор и эксплуатационные документы, устанавливаются пломбы.

6. ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ

6.1. После распаковки и извлечения из укладочного ящика прибор необходимо осмотреть на отсутствие внешних повреждений.

При приемке прибора необходимо убедиться в наличии полного комплекта его согласно формуляру.

6.2. До начала работы с прибором изучите настоящее техническое описание и инструкцию по эксплуатации, схему и конструкцию прибора, назначение органов управления и разъемов, расположенных на передней и задней панелях прибора.

6.3. Работа с прибором должна производиться в условиях, которые не выходят за пределы рабочих условий эксплуатации.

6.4. Клеммы защитного заземления источника измеряемого сигнала, измерительных приборов и частотомера должны быть соединены с земляной шиной помещения.

6.5. Категорически запрещается вставлять и вынимать прибор при включенном частотомере Ч3-54.

6.6. Для исключения ошибок в процессе измерения частоты категорически запрещается подавать на вход прибора сигнал величиной более 1 мВт без применения аттенюаторов ЕЭ2.243.948-02 (из ЗИПа прибора).

6.7. Сделайте отметку в формуляре о начале эксплуатации прибора.

ВНИМАНИЕ!

Во избежание выхода прибора из строя:

а) не подавайте на его вход сигнал величиной более 5 мВт;

б) перед подключением соединительного кабеля, соединяющего источник измеряемого сигнала с разъемом ВХОД, обязательно коснитесь рукой к разъемом кабеля заземленного устройства. (Кабель необходимо разрядить от возможного заряда статического электричества).

7. УКАЗАНИЯ МЕР БЕЗОПАСНОСТИ

7.1. К работе с прибором допускаются лица, прошедшие инструктаж по технике безопасности при работе с электро- и радиоизмерительными приборами.

7.2. Проверьте выполнение п. 6.4 ТО.

7.3. При работе прибора с источниками СВЧ сигналов с целью исключения облучения последние должны работать на согласованную нагрузку или замкнутую систему. Места соединений СВЧ тракта не должны допускать утечки энергии. При расстыковке СВЧ тракта необходимо ослаблять мощность выходного сигнала применяемых генераторов СВЧ имеющимися аттенюаторами.

8. ПОДГОТОВКА К РАБОТЕ

8.1. Подготовьте к работе частотомер Ч3-54 в соответствии с указаниями его технического описания и инструкции по эксплуатации.

8.2. Вставьте прибор в окно частотомера и закрепите его вращением винта до упора.

9. ПОРЯДОК РАБОТЫ

9.1. Подготовка к проведению измерений

9.1.1. Подготовьте к измерениям частотомер Ч3-54, для этого:

включите кнопку БЛОК;

переключатель РОД РАБОТЫ установите в положение ЧАСТОТА А;

ручку УРОВЕНЬ установите в среднее положение;

кнопку 150 MHz — 5 MHz установите в положение 150 MHz;

переключатель ВРЕМЯ СЧЕТА установите в положение 1 mS;

переключатель МЕТКИ ВРЕМЕНИ установите в положение 0,01 μS;

ручку ВРЕМЯ ИНДИКАЦИИ установите в положение, удобное для отсчета;

включите кнопку ПАМЯТЬ.

9.1.2. Подготовьте к измерениям прибор, для этого:

ручку НАСТРОЙКА установите в левое крайнее положение;

кнопку НГ—ИМ установите в отжатое положение;

ручку УСИЛЕНИЕ установите в крайнее правое положение;

подайте питание на прибор, для этого включите тумблер СЕТЬ ЭСЧ Ч3-54;

прогрейте прибор (время прогрева прибора определяется временем самопрогрева частотомера, необходимым для требуемой точности измерения; для проверки работоспособности прибора время установления рабочего режима составляет не менее 15 мин).

9.1.3. Произведите проверку работоспособности прибора в следующей последовательности:

произведите отсчет значения частоты задающего генератора (гетеродина) с цифрового табло частотомера, которое должно быть не более 69,9 МГц (Я3Ч-87) или 164,9 МГц (Я3Ч-88);

перестройте частоту задающего генератора (гетеродина) вращением ручки НАСТРОЙКА из исходного положения по часовой стрелке до крайнего правого положения, при этом значение частоты на цифровом табло частотомера должно плавно увеличиваться, достигая значения не менее 140,1 МГц (Я3Ч-87) или 185,1 МГц (Я3Ч-88);

ручкой НАСТРОЙКА установите значение частоты задающего генератора (гетеродина) на цифровом табло частотомера, равное 100 МГц (Я3Ч-87) или 180 МГц (Я3Ч-88);

на переключателе НОМЕР ГАРМОНИКИ последовательно установите положения «01, 02, 03 ... 09, 10, 20 ... 90, 00», при этом показания на табло частотомера должны быть соответственно 100, 200, 300 ... 900 МГц, 1, 2 ... 9, 10 ГГц (Я3Ч-87) или 180, 360, 540 ... 1620, 1800, 3600 ... 16200, 18000 МГц (Я3Ч-88);

ручкой НАСТРОЙКА установите частоту задающего генератора (гетеродина), равной 69,9 МГц (Я3Ч-87) или 164,9 МГц (Я3Ч-88);

предварительно переключатель НОМЕР ГАРМОНИКИ возвратите в положение «01»;

ручкой НУЛЬ ПРИБОРА установите нуль на индикаторном приборе ИНД. НАСТРОЙКИ;

ручку УСИЛЕНИЕ установите в крайнее левое положение, при этом уход нуля на индикаторе ИНД. НАСТРОЙКИ должен быть не более ±20 мкА;

разъем ВХОД прибора соедините с разъемом ВЫХОД dBV генератора сигналов Г4-107 с помощью кабеля НЕЭ4.851.350-08, взятого из ЗИП прибора;

аттенюатор генератора сигналов Г4-107 установите в положение «20»;

установите по шкале генератора сигналов Г4-107 частоту 360 МГц;

ручку УСИЛЕНИЕ прибора установите в крайнее правое положение;

включите тумблер СЕТЬ и кнопки ВКЛ., dBV и НГ генератора сигналов Г4-107 и прогрейте его в соответствии с указаниями его технического описания и инструкции по эксплуатации;

ручкой НАСТРОЙКА прибора перестраивайте частоту задающего генератора (гетеродина) из исходного положения по часовой стрелке до получения режима синхронизации, о чем будет свидетельствовать отклонение указателя индикаторного прибора ИНД. НАСТРОЙКИ влево или вправо одновременно с вращением ручки НАСТРОЙКА в обе стороны,

при этом отклонение указателя должно быть не менее 15 мкА в обе стороны;

включите кнопки ВНУТР. и ИМ генератора сигналов Г4-107;

установите кнопку НГ—ИМ прибора в положение ИМ (нажать кнопку);

отключите кнопку НГ генератора сигналов Г4-107;

разъем ВЫХ. НА ОСЦИЛ. прибора соедините кабелем ЕЭ4.850.597-21 (входит в ЗИП ЧЗ-54) со входом осциллографа С1-65;

включите осциллограф С1-65 и подготовьте его к работе в соответствии с указаниями его технического описания и инструкции по эксплуатации;

ручкой НАСТРОЙКА прибора перестраивайте частоту задающего генератора (гетеродина) из исходного положения по часовой стрелке до получения нулевых биений, о чем будет свидетельствовать максимальное отклонение указателя индикаторного прибора ИНД. НАСТРОЙКИ вправо (оно должно быть не менее 15 мкА). Нулевые биения можно одновременно наблюдать на экране осциллографа С1-65.

9.2. Проведение измерений

9.2.1. Измерение частоты синусоидальных сигналов производится следующим образом:

разъем ВХОД прибора соедините кабелем с источником измеряемого сигнала, используя при этом элементы присоединения из ЗИП прибора (при мощности входного сигнала более 1 мВт необходимо применять аттенюатор ЕЭ2.243.948-02 из ЗИПа прибора);

кнопку НГ—ИМ установите в отжатое состояние;

переключатель НОМЕР ГАРМОНИКИ установите в положение «0,1»;

ручку УСИЛЕНИЕ установите в крайнее правое положение;

ручкой НУЛЬ ПРИБОРА установите нуль на индикаторном приборе ИНД. НАСТРОЙКИ;

вращением ручки НАСТРОЙКА из крайнего левого положения по часовой стрелке перестраивайте частоту задающего генератора (гетеродина) до получения режима синхронизации, о чем будет свидетельствовать отклонение указателя индикаторного прибора ИНД. НАСТРОЙКИ влево и вправо от нуля одновременно с вращением ручки НАСТРОЙКА в обе стороны до срыва (причем, в режиме синхронизации

при отклонении указателя вправо-влево показания на табло частотомера остаются без изменений).

Отклонения указателя вправо-влево могут быть симметричными и несимметричными. При симметричных отклонениях отклонение указателя должно быть не менее 15 мкА в каждую сторону, а при несимметричных — отклонение указателя в одну сторону должно быть не менее 10 мкА, при этом в другую сторону должно быть не менее 25 мкА.

При необходимости, убавьте усиление вращением ручки УСИЛЕНИЕ влево;

получив режим синхронизации, определите (по частотомеру) частоту задающего генератора (гетеродина) f_1, при этом частота задающего генератора (гетеродина) соответствует $(n+1)$-й гармонике;

продолжайте перестройку гетеродина до получения режима синхронизации на соседней n-й гармонике, которой соответствует частота f_2;

определите частоту гетеродина f_2, соответствующую n-й гармонике;

определите номер гармоники гетеродина по формуле:

$$n = \frac{f_1}{f_2 - f_1}, \qquad \text{где } f_2 > f_1; \tag{11}$$

на переключателе НОМЕР ГАРМОНИКИ установите полученное из формулы (11) значение n (гетеродин находится в режиме синхронизации на частоте f_2);

произведите отсчет значения измеряемой частоты с цифрового табло частотомера;

выключите частотомер.

9.2.2. Измерение несущей частоты импульсно-модулированных сигналов производится следующим образом:

нажмите кнопку НГ—ИМ;

переключатель НОМЕР ГАРМОНИКИ установите в положение «01»;

ручку УСИЛЕНИЕ установите в крайнее правое положение;

вращением ручки НАСТРОЙКА из крайнего левого положения по часовой стрелке перестраивайте частоту задающего генератора (гетеродина) до получения нулевых биений в импульсе, о наличии их свидетельствует максимальное отклонение указателя индикаторного прибора ИНД. НАСТРОЙКИ вправо, максимальное отклонение указателя вправо должно быть не менее 15 мкА. При необходимости, убавьте усиление.

Нулевые биения могут наблюдаться также с помощью

осциллографа, подключенного к разъему ВЫХОД НА ОСЦИЛ.;

получив нулевые биения, определите (по частотомеру) частоту гетеродина f_1, при этом частота гетеродина соответствует (n+1)-й гармонике;

продолжайте перестройку гетеродина до получения нулевых биений на соседней n-й гармонике, которой соответствует частота f_2;

определите частоту гетеродина f_2, соответствующую n-й гармонике;

по формуле (11) определите номер гармоники;

на переключателе НОМЕР ГАРМОНИКИ установите полученное значение номера гармоники n (гетеродин находится в режиме нулевых биений на частоте f_2);

произведите отсчет значения измеряемой несущей частоты импульсно-модулированного сигнала с цифрового табло частотомера;

выключите частотомер.

Примечания: 1. При измерении частоты в диапазоне от 70 до 210 МГц необходимо знать измеряемую частоту с точностью до диапазона гетеродина.

2. При измерении в диапазоне свыше 1 ГГц желательно работать на частоте $f_{гет.} > 100$ МГц.

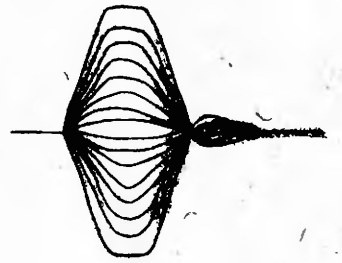
3. При наличии девиации частоты в импульсе производится измерение среднего значения несущей частоты. В этом случае значение частоты определяется при нахождении нулевых биений в центре импульса. В соответствии с этим возможно измерение девиации частоты в импульсе. Для этого перестройкой частоты гетеродина добиваются появления биений в начале и конце импульса и в эти моменты производят измерение частоты f_{x_1} и f_{x_2}, тогда девиация частоты в импульсе будет равна:

$$\Delta f = f_{x_1} - f_{x_2}. \qquad (12)$$

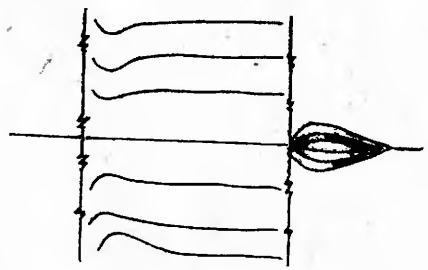
При этом форма сигналов нулевых биений на экране осциллографа должна быть близка к приведенным на рис. 7.

4. При измерении несущей частоты ИМ сигнала с помощью осциллографа форма сигналов нулевых биений в зависимости от длительности и частоты следования импульсов должна быть близка к приведенным на рис. 6.

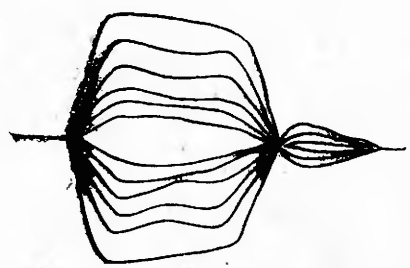
5. Для плавной настройки на нулевые биения при измерении несущей частоты ИМ сигнала необходимо вести подстройку частоты задающего генератора (гетеродина) с помощью ручки ПОДСТРОЙКА ИМ.



Нулевые биения при частоте следования импульсов F=2 кГц и длительности импульсов τ=0,5 мкс.

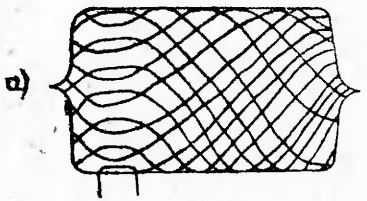


Нулевые биения при частоте следования импульсов F=100 Гц и длительности импульсов τ=10 мкс.

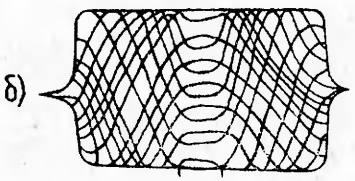


Нулевые биения при частоте следования импульсов F=2 кГц и длительности импульсов τ=1 мкс

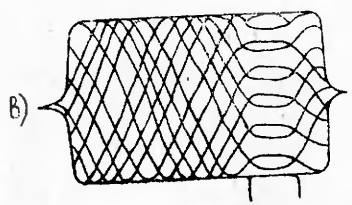
Рис. 6. Форма сигналов, наблюдаемая на экране осциллографа, при измерении несущей частоты ИМ сигнала.



Нулевые биения в начале импульса.



Нулевые биения в середине импульса.



Нулевые биения в конце импульса.

Рис. 7. Форма сигналов, наблюдаемая на экране осциллографа, при измерении несущей частоты ИМ сигнала в случае наличия девиации частоты в импульсе.

10. ХАРАКТЕРНЫЕ НЕИСПРАВНОСТИ И МЕТОДЫ ИХ УСТРАНЕНИЯ

10.1. Меры безопасности

10.1.1. К проведению ремонта допускаются лица, прошедшие инструктаж по технике безопасности при работе с электро- и радиоизмерительными приборами.

10.1.2. Перед проведением ремонта выполнить защитное заземление частотомера, к которому подключается прибор.

10.1.3. Перед подсоединением прибора к частотомеру, последний обязательно выключить. Включение частотомера производится только после полного подсоединения к нему прибора.

10.1.4. Следует помнить, что на разъеме питания прибора имеется постоянное напряжение +200 В (подается из частотомера и используется для работы с другими сменными блоками).

10.2. Порядок разборки прибора

10.2.1. Для доступа внутрь прибора при его профилактическом осмотре и ремонте необходимо снять верхнюю и нижнюю крышки, для чего нужно вывернуть винты, крепящие крышки.

10.2.2. Для доступа к элементам плат, установленным в экранированных корпусах, необходимо вывернуть винты и снять корпуса.

10.3. Наиболее возможные неисправности и методы их обнаружения и устранения

10.3.1. Прибор состоит из отдельных узлов, имеющих определенное функциональное назначение. Поэтому необходимо определить, в каком узле имеет место неисправность, после чего отыскать неисправную цепь или каскад, а затем — неисправный элемент. После замены вышедших из строя элементов места паек их должны быть подвергнуты влагозащите путем двухкратного покрытия лаком УР-231. Лицам, приступающим к ремонту, необходимо ознакомиться с принципом действия и работой прибора, а также с назначением и работой отдельных узлов. При отыскании неисправностей рекомендуется проверять работу отдельных узлов прибора, пользуясь таблицей режимов. При измерении напряжений необходимо пользоваться щупом с заостренным наконечником для того, чтобы можно было проколоть непроводящий слой защитного покрытия плат. После проведения измерений платы должны быть подвергнуты дополнительной влагозащите.

10.3.2. Производить замену деталей и узлов только при выключенном питании.

10.3.3. При ремонте прибор подключать к частотомеру через ремонтный кабель № 5 (входит в ЗИП Ч3-54). Проверка правильности работы, осмотр и ремонт печатных плат прибора может производиться с помощью ремонтных

плат ЕЯ5.282.095 и ЕЭ3.661.492 (входят в ЗИП ЭСЧ Ч3-54).

10.3.4. В табл. 3 приведены наиболее характерные неисправности, вероятные причины и методы их устранения.

Таблица 3

Наименование неисправности, внешнее проявление и дополнительные признаки	Вероятная причина неисправностей	Метод устранения
1. Отсутствует синхронизация в режиме НГ. Нуль индикатора ИНД. НАСТРОЙКИ устанавливается. Частота задающего генератора (гетеродина) изменяется. При вращении ручки НУЛЬ ПРИБОРА частота задающего генератора (гетеродина) изменяется	Не поступает сигнал от усилителя ВЧ на генератор импульсов строба смесителя. Неисправен диод генератора импульсов строба. Неисправны смесительные диоды.	Проверьте исправность соединительных ВЧ кабелей и исправность транзисторов усилителя ВЧ. Смените диоды. Проверьте цепь управляющего напряжения
2. Отсутствует синхронизация в режиме НГ. Нуль индикатора ИНД. НАСТРОЙКИ устанавливается. Частота задающего генератора (гетеродина) не изменяется.	Отказ задающего генератора (гетеродина) или неисправен соединительный высокочастотный кабель	Проверьте режимы транзисторов задающего генератора (гетеродина), неисправность устраните. Проверьте исправность соединительного высокочастотного кабеля, неисправность устраните.
3. Отсутствует синхронизация в режиме НГ. Нуль индикатора ИНД. НАСТРОЙКИ устанавливается. При вращении ручки НУЛЬ ПРИБОРА отсутствует изменение частоты задающего генератора (гетеродина).	Обрыв или короткое замыкание в цепи управляющего напряжения	Проверьте цепь, неисправность устраните.
4. Отсутствует синхронизация в режиме НГ. Нуль индикатора ИНД. НАСТРОЙКИ не устанавливается. Частота задающего генератора (гетеродина) изменяется.	Отсутствует напряжение плюс 9 В	Проверьте цепь, неисправность устраните.

Продолжение табл. 3

Наименование неисправности, внешнее проявление и дополнительные признаки	Вероятная причина неисправностей	Метод устранения
5. Указатель индикатора ИНД. НАСТРОЙКИ в режиме НГ зашкаливает. Частота задающего генератора (гетеродина) не изменяется.	Отсутствует напряжение плюс 12 В или минус 12 В.	Проверьте цепь, неисправность устраните.
6. Отсутствует сигнал на выходе прибора.	Неисправна микросхема D1 в усилителе ВЧ. Обрыв проводов выхода усилителя ВЧ.	Проверьте микросхему D1, при необходимости замените. Проверьте монтаж. Неисправность устраните.
7. Указатель индикатора ИНД. НАСТРОЙКИ не отклоняется в режиме НГ.	Отсутствует напряжение минус 12 В или плюс 12 В. Неисправен микроамперметр.	Проверьте наличие напряжений, неисправность устраните. Проверьте микроамперметр, если неисправен — замените.

10.4. В случае выхода из строя диодов (смесительных ключей) V1 и V2 смесителя СВЧ прибора замену их и регулировку смесителя СВЧ произведите в следующей последовательности:

снимите смеситель, для чего необходимо снять фальшпанель прибора и открутить винты, крепящие смеситель к передней панели;

снимите крышки смесителя СВЧ;

отпаяйте резисторы R1 и R2, открутите держатели диодов ключей, снимите диоды, диэлектрическую прокладку и шайбы;

поставьте новые диоды, произведите сборку смесителя в порядке, обратном порядку разборки;

проверьте с помощью комбинированного прибора Ц4341 правильность включения диодов V1 и V2, отсутствие обрывов и коротких замыканий на корпус, а также проверьте обратное сопротивление диодов V1 и V2, которое должно быть не менее 500 кОм;

произведите подпайку резисторов R1 и R2;

с помощью вольтметра В7-26 (через резистор 100 кОм) измерьте напряжение смещения на диодах V1 и V2, которое должно быть равно +(0,1—0,4) В на диоде V1 и минус (0,1—0,4) В на диоде V2.

По абсолютной величине эти напряжения должны быть равны с точностью не хуже ±0,01 В. В случае неравенства указанных напряжений произведите подрегулировку, для чего необходимо ослабить контргайки держателей диодов. Затем держатель диода с меньшим напряжением смещения необходимо подкрутить по часовой стрелке, а 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 наступит равенство напряжений смещения на диодах. При изменении частоты задающего генератора (гетеродина) равенство напряжений должно сохраниться;

проверьте отклонение указателя индикатора ИНД. НАСТРОЙКИ от нулевого положения; при перестройке частоты задающего генератора (гетеродина) во всем диапазоне частот последнего, указанное отклонение не должно превышать ±15 мкА. При невыполнении этого условия проверьте симметрию диодов V1 и V2.

10.5. В случае выхода из строя диода V3 генератора импульсов строба смесителя СВЧ замену диода и регулировку смесителя произведите в следующей последовательности:

снимите смеситель в порядке, указанном в п. 10.4;

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 и коротких замыканий на корпус;

включите прибор, выставьте максимальную частоту задающего генератора (гетеродина).

С помощью прибора В7-26 (через резистор 100 кОм) измерьте напряжение смещения на смесительных диодах V1 и V2. Изменением величины переменного резистора R21 усилителя ВЧ добейтесь максимально возможного напряжения смещения на диодах V1 и V2; оно должно быть не менее 0,2 В;

перестраивая частоту задающего генератора (гетеродина) во всем диапазоне частот, убедитесь в том, что напряжение смещения, измеренное на верхней частоте задающего генератора (гетеродина), не уменьшается на других частотах. В

противном случае подрегулируйте напряжение смещения на диоде V3 переменным резистором R21 усилителя ВЧ;

проверьте величину преобразованного сигнала во всем диапазоне изменения частоты задающего генератора (гетеродина), для чего подайте на разъем X1 с генератора сигналов Г4-109 сигнал частотой 12 ГГц мощностью 100 мкВт (для преобразователя частоты Я3Ч-88 подайте с генератора сигналов Г4-114 сигнал частотой 18 ГГц мощностью 400 мкВт). По осциллографу С1-65 проверьте величину преобразованного сигнала в контрольной точке Кт3 смесителя СВЧ. Она должна быть не менее 30 мВ.

11. ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ

11.1. Общие указания

11.1.1. Профилактические работы производятся лицами, непосредственно эксплуатирующими прибор, для обеспечения его работоспособности в течение эксплуатации.

11.1.2. Профилактические работы включают в себя:

проверку комплекта поставки прибора;

осмотр внешнего состояния прибора;

осмотр внутреннего состояния прибора;

проверку общей работоспособности прибора.

11.1.3. Проверка комплекта поставки прибора производится путем сличения комплекта поставки с приведенным в формуляре.

11.1.4. Осмотр внешнего состояния прибора производится один раз в год и после ремонта.

Проверяется: крепление ручек НАСТРОЙКА, НУЛЬ ПРИБОРА, ПОДСТРОЙКА ИМ, УСИЛЕНИЕ и плавность их вращения, крепление переключателей, разъемов прибора, состояние лакокрасочных и гальванических покрытий, исправность кабелей и переходов, придаваемых к прибору.

11.1.5. Осмотр внутреннего состояния прибора проводится один раз в год и после ремонта.

Осмотр внутреннего состояния прибора производится при отключенном приборе. Проверяется крепление узлов, состояние контактов разъемов, монтажа и паек, качество работы переключателя НОМЕР ГАРМОНИКИ и кнопки НГ—ИМ, отсутствие сколов и трещин на деталях из пластмассы.

11.1.6. Проверка общей работоспособности прибора про-

водится перед измерениями. При этом прибор проверяется в соответствии с пунктом 9.1.3.

11.1.7. Профилактические работы рекомендуется проводить перед периодической поверкой прибора.

12. ПОВЕРКА ПРИБОРА

Настоящий раздел устанавливает методы и средства поверки преобразователей частоты Я3Ч-87 (Я3Ч-88).

Периодичность поверки не реже 1 раз в год.

12.1. Операции и средства поверки

12.1.1. При проведении поверки должны производиться операции и применяться средства поверки, указанные в табл. 4.

Таблица 4

Номер пункта раздела поверки	Наименование операций, производимых при поверке	Поверяемые отметки	Допустимые значения погрешностей или предельные значения определяемых параметров	Средства поверки	
				образцовые	вспомогательные
12.3.1.	Внешний осмотр				
12.3.2.	Опробование				
	Определение метрологических параметров			Ч3-54	Г4-107 Г4-76А Г4-83 Г4-114 М3-21 с М5-51 М3-22 с М5-43, М5-44 или М3-10А
12.3.3.	Проверка диапазона частот и минимальной мощности входного НГ сигнала:				
	Я3Ч-87	0,07—12 ГГц	Не более 0,1 мВт		
	Я3Ч-88	8—18 ГГц	Не более 0,4 мВт		
12.3.4.	Проверка диапазона частот и минимальной мощности входного ИМ сигнала:			Ч3-54	Г4-107 Г4-76А Г4-83 Г4-109 Г4-114 С1-65 Г5-54 или Г5-26 Ч6-31 Ч6-2
	Я3Ч-87	0,07—12 ГГц	Не более 0,1 мВт		
	Я3Ч-88	8—18 ГГц	Не более 0,4 мВт		
12.3.5.	Определение погрешности измерения частоты НГ сигналов:			Ч1-50 Ч3-54	
	Я3Ч-87	100 МГц	$\pm(\delta_0+1$ ед.)		
	Я3Ч-88	360 МГц	$\pm(\delta_0+1$ ед.)		

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

2. Образцовые (вспомогательные) средства поверки должны быть исправны, поверены и иметь свидетельства (отметки в формулярах или паспортах) о государственной или ведомственной поверке.

12.1.2. Основные технические характеристики на образцовые и вспомогательные средства поверки приведены в таблице 5.

Таблица 5

Наименование средств поверки	Основные технические характеристики средства поверки		Рекомендуемое средство поверки (тип)	Примечание
	пределы измерения	погрешность		
Частотомер электронносчетный	Диапазон частот 0,1—300 МГц	$\pm(5\cdot10^{-7}$ +1 счета)	Ч3-54	
Генератор сигналов высокочастотный	Диапазон частот 12,5—400 МГц	1%	Г4-107	
Генератор сигналов высокочастотный	Диапазон частот 0,4—1,2 ГГц	0,5%	Г4-76А	
Генератор сигналов высокочастотный	Диапазон частот 7,5—10,5 ГГц	0,5%	Г4-83	
Генератор сигналов высокочастотный	Диапазон частот 8,51—12,16 ГГц	0,1%	Г4-109	
Генератор сигналов высокочастотный	Диапазон частот 16,5—25,96 ГГц	0,1%	Г4-114	
Ваттметр поглощаемой мощности термоэлектрический	Диапазон частот 0,1—10 ГГц Пределы измерения мощности 0,01—10 мВт	15%	М3-21 с М5-51	
Ваттметр поглощаемой мощности термоэлектрический	Диапазон частот 10—18 ГГц Пределы измерения мощности 0,012—6 мВт	10%	М3-10А или М3-22 с М5-43, М5-44	

Продолжение табл. 5

Наименование средств поверки	Основные технические характеристики средства поверки		Рекомендуемое средство поверки (тип)	Примечание
	пределы измерения	погрешность		
Генератор парных импульсов	Длительность импульсов 0,1—10^6 мкс Частота следования 0,1—10^6 Гц	$\pm(0{,}05\tau+$ +0,05) мкс 5%	Г5-26А или Г5-56	
Осциллограф	Полоса пропускания 0—35 МГц	Измерение амплитуды 10%	С1-65	Служит индикатором
Стандарт частоты рубидиевый	Выдаваемая частота 5 МГц	$\pm1\cdot10^{-10}$	Ч1-50	
Синтезатор частоты	Диапазон частоты 0,1 Гц—50 МГц	$\pm1\cdot10^{-10}$	Ч6-31	
Умножитель частоты синтезаторный	Диапазон частот 50—400 МГц	$\pm1\cdot10^{-10}$	Ч6-2	

12.2. Условия поверки и подготовка к ней

12.2.1. При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

температура окружающего воздуха, °С — 20 ±5;

относительная влажность воздуха, % — 65 ±15;

атмосферное давление, КПа (мм рт. ст.) — 100±4 (750±30);

Допускается проводить поверку в реально существующих условиях, отличных от приведенных, если они не выходят за пределы рабочих условий эксплуатации.

Питающая сеть частотомера не должна иметь резких скачков напряжения, рядом с рабочим местом не должно быть источников сильных магнитных и электрических полей.

Недопустима вибрация рабочего места.

12.2.2. Перед проведением операций поверки необходимо выполнить подготовительные работы, оговоренные в разделе «Подготовка к работе» ТО, а также:

проверить комплектность прибора (кроме ЗИП) и наличие технической документации;

разместить используемый частотомер с установленным в нем прибором на рабочем месте, обеспечив при этом удобство работы и исключив попадание на него прямых солнечных лучей;

зажим защитного заземления используемого частотомера и применяемых для измерений приборов соединить между собой и с земляной шиной помещения.

12.3. Проведение поверки

Внешний осмотр

12.3.1. При проведении внешнего осмотра должны быть проведены все операции по п. 6.1 настоящего ТО и установлено соответствие прибора следующим требованиям:

отсутствие механических повреждений, влияющих на работоспособность прибора;

наличие и прочность крепления органов управления, четкость фиксации их положения, плавность вращения ручек органов настройки и т. п.;

чистота соединительных разъемов;

исправность соединительных кабелей, переходов и т. д.;

отсутствие дефектов лакокрасочных покрытий и четкость маркировок.

Приборы, имеющие дефекты, бракуются и направляются в ремонт.

Опробование

12.3.2. Опробование работы прибора производится по п. 9.1.3 настоящего технического описания для оценки его исправности.

Неисправные приборы бракуются и направляются в ремонт.

Определение метрологических параметров

12.3.3. Определение диапазона частот, минимальной мощности входного НГ сигнала и полосы синхронизации задающего генератора (гетеродина) производится с помощью генераторов сигналов высокочастотных Г4-107, Г4-76А, Г4-83, Г4-109, Г4-114, ваттметра поглощаемой мощности М3-21 с головкой М5-51, измерителя мощности М3-22 с головками М5-43, М5-44, ЭСЧ Ч3-54.

Схема соединений приборов приведена на рис. 8.

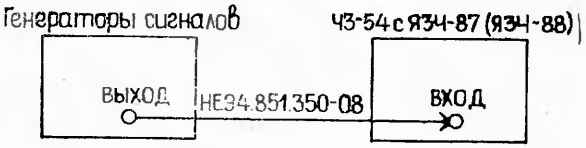


Рис. 8. Структурная схема соединений приборов при определении диапазона частот, минимальной мощности входного НГ сигнала, полосы синхронизации задающего генератора (гетеродина).

Элементы соединений выбираются из ЗИПа прибора Я3Ч-87 (Я3Ч-88).

Измерения проводятся в следующем порядке:

подсоедините к гнезду ВЫХОД требуемого генератора сигналов кабель НЕЭ4.851.350-08 (входит в ЗИП прибора);

сигнал мощностью 100 мкВт (Я3Ч-87) или 400 мкВт (Я3Ч-88), измеренный на выходе кабеля, подайте на вход прибора и произведите измерения частот 0,07; 1; 8; 12 ГГц (Я3Ч-87) и 8, 12, 18 ГГц (Я3Ч-88) в соответствии с требованиями п. 9.2.1. настоящего ТО.

Одновременно на тех же частотах входного сигнала производится измерение полосы синхронизации задающего генератора (Я3Ч-87) и гетеродина (Я3Ч-88).

Задающий генератор или гетеродин введите в режим синхронизации и измерьте его частоту f. Затем, изменяя частоту задающего генератора (гетеродина) вращением ручки НАСТРОЙКА в обе стороны, измерьте частоты f′ и f″, при которых происходит срыв синхронизации. Полоса синхронизации δ% определяется по формуле:

$$\delta = \left(\frac{f' - f''}{f}\right) \cdot 100 \qquad (13)$$

Полоса синхронизации δ% может быть также определена по формуле:

$$\delta = \left(\frac{f'x - f''x}{fx}\right) \cdot 100, \qquad (14)$$

где: fx — значение измеряемой частоты;

f′x, f″x — значение измеряемых частот, при которых происходит срыв синхронизации.

Результаты проверки считаются удовлетворительными, если на всех вышеуказанных частотах прибор обеспечивает измерение частоты синусоидальных сигналов при минимальной мощности входного сигнала 100 мкВт (Я3Ч-87) или

100 мкВт (Я3Ч-88) и полоса синхронизации генератора задающего или гетеродина получается не менее 0,1%.

12.3.4. Определение диапазона частот и минимальной мощности в импульсе входного ИМ сигнала производится с помощью генераторов сигналов Г4-107, Г4-76А, Г4-83, Г4-109, Г4-114, генератора импульсов Г5-26, ваттметра поглощаемой мощности М3-21 с головкой М5-51, измерителя мощности М3-22 с головками М5-43, М5-44, ЭСЧ Ч3-54, осциллографа С1-65.

Включите требуемый генератор сигналов и в режиме НГ выставьте на выходе кабеля НЕЭ4.851.350-08 минимальную мощность 100 мкВт (Я3Ч-87) или 400 мкВт (Я3Ч-88). Затем переведите генератор сигналов в режим ИМ с внешней модуляцией от генератора импульсов Г5-26А при длительности импульсов 1 мкс и частоте следования 1 кГц.

Схема соединений приборов приведена на рис. 9.

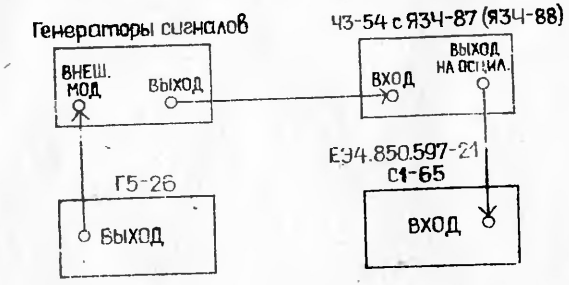


Рис. 9. Структурная схема соединений приборов при определении диапазона частот, минимальной мощности в импульсе входного ИМ сигнала.

Элементы соединений выбираются из ЗИПа прибора Я3Ч-87 (Я3Ч-88).

Подсоедините кабель НЕЭ4.851.350-08 к разъему ВХОД прибора и произведите измерения несущих частот 0,07; 1; 8; 12 ГГц (Я3Ч-87) и 8; 12; 18 ГГц (Я3Ч-88) в соответствии с требованиями п. 9.2.2 настоящего технического описания.

Результаты проверки считаются удовлетворительными, если на всех вышеуказанных частотах прибор обеспечивает измерение несущей частоты ИМ сигнала при длительности импульсов 1 мкс и частоте следования 1 кГц.

12.3.5. Определение относительной погрешности измерения частоты НГ сигнала производится при измерении кварцованной частоты 100 МГц (Я3Ч-87) и 360 МГц (Я3Ч-88),

подаваемой с умножителя частоты синтезаторного Ч6-2, работающего с синтезатором частоты Ч6-31. При этом на синтезатор частоты Ч6-31 подается опорный кварцованный сигнал 5 МГц от ЭСЧ Ч3-54 или от стандарта частоты рубидиевого Ч1-50 (в этом случае опорный сигнал с Ч1-50 одновременно подается и на ЭСЧ Ч3-54).

При проведении измерений синхронизация приборов производится на частоте задающего генератора 100 МГц (Я3Ч-87) и гетеродина 180 МГц (Я3Ч-88). При этом переключатель НОМЕР ГАРМОНИКИ устанавливается в положения «01» (Я3Ч-87) и «00» (Я3Ч-88).

Схема соединений приборов приведена на рис. 10.

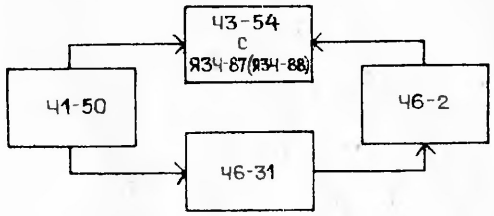


Рис. 10. Структурная схема соединений приборов при проверке погрешности измерения частоты НГ сигнала.

Результаты проверки считаются удовлетворительными, если показания ЭСЧ Ч3-54 соответствуют приведенным в табл. 6 или отличаются от них не более, чем на ±1 единицу счета.

Таблица 6

Положение переключателя ВРЕМЯ СЧЕТА ЭСЧ Ч3-54	Показания на табло ЭСЧ Ч3-54	
	Я3Ч-87	Я3Ч-88
1	00100.000 MHz	18000.000 MHz
10	0100000.0 кHz	8000000.0 кHz
10^2	100000.00 кHz	000000.00 кHz
10^3	00000.000 кHz	00000.000 кHz
10^4	0000.0000 кHz	0000.0000 кHz

12.4. Оформление результатов поверки

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

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

13. ПРАВИЛА ХРАНЕНИЯ

13.1. Прибор является сложным радиоэлектронным устройством и требует аккуратного обращения и ухода в процессе эксплуатации, транспортирования и хранения на складе. Прибор, прибывший на склад предприятия и предназначенный для эксплуатации ранее 12 месяцев со дня поступления, от транспортной упаковки может не освобождаться и храниться в упакованном виде.

Предельные условия кратковременного хранения:

температура окружающего воздуха, °С — от минус 50 до +65;

относительная влажность воздуха, % — до 98 при температуре до 35°С.

13.2. При постановке на длительное хранение (продолжительностью более 12 месяцев) прибор укладывается в полиэтиленовый или другой влагозащитный чехол. Внутри чехла размещаются влагопоглощающие патроны (силикагель), причем не ранее чем за час до упаковки прибора. Затем чехол герметично заваривается методом сварки или оплавления пленки.

Прибор может храниться в неотапливаемых хранилищах. Условия длительного хранения:

температура окружающего воздуха, °С — от минус 30 до +30;

относительная влажность воздуха, % — до 80 при температуре 20°С (среднемесячное значение).

13.3. В помещении для хранения не должно быть пыли, паров кислот, щелочей, а также газов, вызывающих коррозию.

Срок сохраняемости прибора — 5 лет.

13.4. Консервация

13.4.1. Если предполагается, что прибор, уже находившийся в эксплуатации, длительное время не будет находиться в работе, рекомендуется произвести консервацию прибора. При консервации необходимо выполнение следующих операций:

прибор и прилагаемое к нему имущество очищаются от грязи и пыли;

если прибор до этого подвергался воздействию влаги, он просушивается в лабораторных условиях в течение двух суток;

произвести упаковку прибора в соответствии с подразделом 14.1;

упакованный прибор следует хранить в тех же условиях, что и прибор, прибывший на длительное хранение.

14. ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ

14.1. Тара, упаковка и маркировка упаковки

14.1.1. При первичном вскрытии упаковки прибора должны быть приняты меры к сохранению укладочного ящика, упаковочного материала и деталей для вторичного использования.

14.1.2. При повторной упаковке прибора для дальнего транспортирования необходимо:

упаковку прибора производить после полного выравнивания температуры прибора с температурой помещения, в котором производится упаковка;

вложить прибор, ЗИП и эксплуатационную документацию в полиэтиленовые или поливинилхлоридные чехлы;

прибор, ЗИП и эксплуатационную документацию разместить в укладочном ящике и закрыть ящик;

опломбировать укладочный ящик (при необходимости);

укладочный ящик завернуть в оберточную влагозащитную бумагу и перевязать увязочным шпагатом;

укладочный ящик разместить в упаковочном ящике, выстланном в два слоя влагозащитной бумагой и допускающей укладку амортизирующих материалов на толщину не менее 80 мм;

для амортизации пространства (между стенками, дном и крышкой упаковочного ящика и наружными поверхностями укладочного ящика) заполнить до уплотнения упаковочным амортизирующим материалом (гофрированный картон, бу-

мажная парафинированная стружка, древесная стружка и другие, разрешенные для этой цели материалы);

под крышку упаковочного ящика уложить в полиэтиленовом или поливинилхлоридном пакете упаковочный лист или ведомость упаковки (при необходимости);

крышку упаковочного ящика забить гвоздями с шагом 50—60 мм;

для дополнительного крепления ящик по торцам обтянуть стальной проволокой, которую закрутить вокруг головки гвоздей, а свободные концы свить и оставить для пломбы;

выполнить на ящике соответствующую надпись для распознавания приборов на складах.

14.2. Условия транспортирования

14.2.1. Транспортирование прибора потребителю может осуществляться всеми видами транспорта. Предварительно прибор должен быть упакован в соответствии с требованиями настоящего раздела.

Предельные условия транспортирования:

температура окружающего воздуха, °С — от минус 50 до +65;

относительная влажность воздуха до 98% при температуре 35°С.

В процессе транспортирования должна быть предусмотрена защита от прямого попадания атмосферных осадков и пыли. В процессе транспортирования — не кантовать.

При транспортировке воздушным транспортом приборы в упаковке должны размещаться в герметезированных отсеках.

14.2.2. При эксплуатации прибор может транспортироваться с объекта на объект в укладочном ящике транспортными средствами колесного типа по грунтовым дорогам на расстояние не более 1000 км со скоростью до 40 км в час с выполнением условий по защите от атмосферных осадков и пыли.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 1

Схемы электрические принципиальные с перечнями элементов

Генератор задающий

Перечень элементов

Поз. обозн.	Наименование	Кол.	Примеч.
C1, C2	Конденсатор конструктивный	2	
C3	КМ-5б-Н90-0,015 мкФ	1	
C4	КТП-1Аа-Н70-3300 пФ	1	
L1	Катушка индуктивности	1	
Д1	Диод полупроводниковый 2В102Б	1	
Др1	Дроссель высокочастотный ДМ-0,2 50±5	1	
Ш1, Ш2	Розетка приборная СР-50-112 Ф	2	
	Плата 3.661.335		
	Резисторы		
R1	ОМЛТ-0,125-330 Ом±10%	1	
R2	ОМЛТ-0,125-10 кОм±10%	1	
R3, R4	ОМЛТ-0,125-7,5кОм±10%	2	
	Конденсаторы		
C1*	КД-1-М47-3,6 пФ±0,4-3	1	1—8,2 пФ
C2	КД-1-М47-8,2 пФ±10%-3	1	
C3*	КД-1-М47-15 пФ±10%-3	1	15—18 пФ
C4	КМ-5б-Н90-0,015 мкФ	1	
C5*	КД-1-М47-2,7 пФ±0,4-3	1	1—3,6 пФ
T1	Транзистор 2Т306В	1	

Примечание: Конденсатор C1* может отсутствовать.