

27-12. Г.р.д 3436-43

г.р. 3436-43

**КОНТРОЛЬНЫЙ
ЭКЗЕМПЛЯР**

Одобрено бюджетное учреждение
«Государственный региональный центр
стандартизации, метрологии и
испытаний в Томской области»
634012, Томская область,
г. Томск, ул. Косарева, д.17а

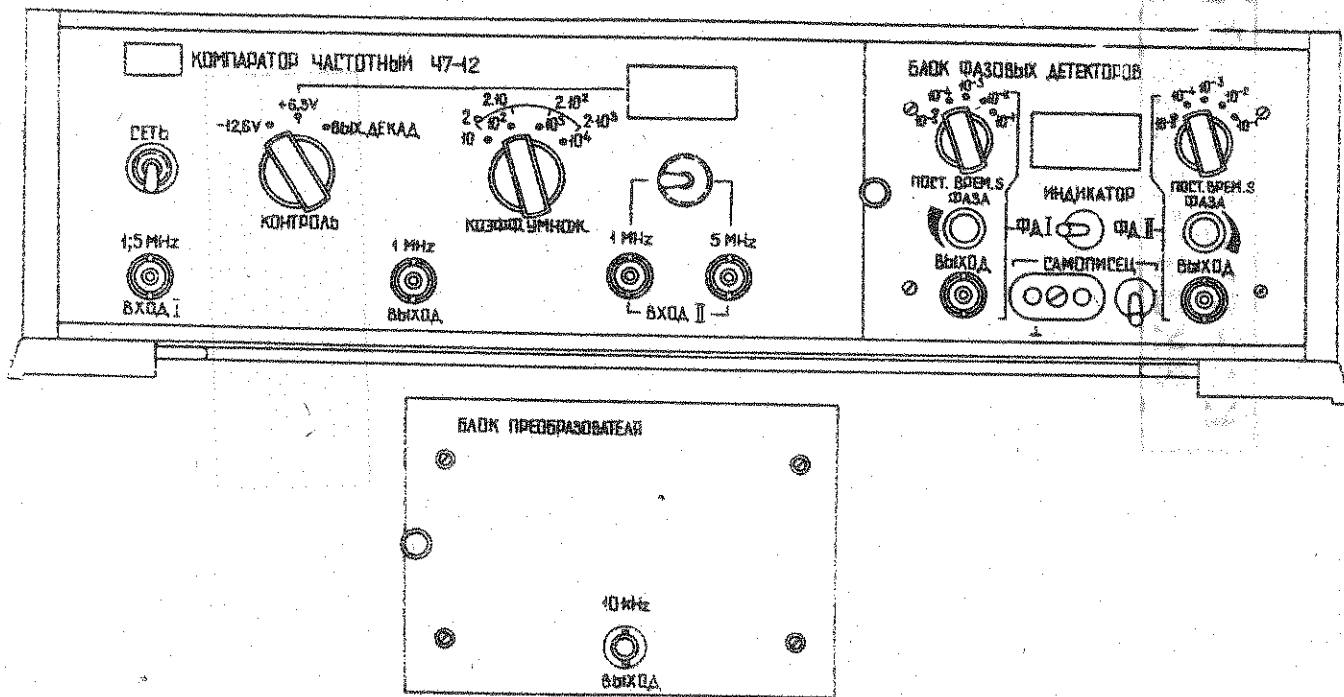


Рис. 1. Расположение органов управления на передней панели

1. НАЗНАЧЕНИЕ

Компаратор частотный Ч7-12 предназначен для измерения нестабильности частоты и фазы высокостабильных источников сигналов. В комплекте с электронным частотомером-первономером, анализатором спектра, самозаписывающим микроамперметром и измерителем девиации частоты он позволяет: измерять разность частот двух сигналов, допускать временную и кратковременную неопределенность частоты, оценивать распределение спектральной плотности флуктуаций фазы колебаний, измерять девиацию частоты в определенной полосе частот, производить обстрел и точную подстройку частоты источника сигналов по образцовой или эталонной мере частоты.

Компаратор частотный Ч7-12 соответствует ГОСТ 22261-76, а по условиям эксплуатации предназначен для работы в условиях:

- при температуре окружающей среды от 278 до 313К /от +5 до +40°C/;
- при относительной влажности до 95% при температуре 303К /+30°C/.

2. ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ

- 2.1. Частоты входных сигналов - 1 и 5 МГц при максимальной отклонении частоты от номинала не более $\pm 1 \cdot 10^{-6}$.
- 2.2. Напряжения входных сигналов - от 0,5 до 1,5 В эфф.
- 2.3. Максимальная относительная разность значенний частот входных сигналов определяется из выражения:

$$\frac{\Delta f}{f_0} \leq 10^{-8},$$

где: S - допустимая погрешность измерений нестабильности частоты входных сигналов

$$/ S = 1 \cdot 10^{-7} - 1 \cdot 10^{-8} /;$$

Δf - разность частот входных сигналов;

f_0 - частота опорного сигнала.
 При этом должны выполняться условия:

$$M \Delta f \leq 10^3 \text{ Гц}$$

где: M - коэффициент умножения разности частот входных сигналов, устанавливаемый переключателем КОЭФФИЦИЕНТ УМНОЖЕНИЯ.

2.4. Частоты входных сигналов прибора:

а/ с выхода ВХОД I МГц - I МГц \pm $M \Delta f$;

б/ с выходов блока фазовых детекторов \pm / M - $10/\Delta f$;

в/ с выхода блока преобразователя - $10 \text{ кГц} \pm$ / M - $10/\Delta f$.

Для $f_{вх} = 5 \text{ МГц}$ в п. "б" и "в" формула \pm / M - $2/\Delta f$ $10 \text{ кГц} / M - 2/\Delta f$ соответственно.

2.5. Коэффициент умножения разности частот входных сигналов:

$M = 10, 10^2, 10^3, 10^4$ - для входных сигналов частот I МГц;

$M = 2, 20, 200, 2000$ - " " - " 5 МГц.

2.6. Напряжения входных сигналов на конце кабеля длиной

1,5 м:

а/ с выхода ВХОД I МГц - не менее 0,5 В на $R_n = 75 \text{ Ом}$;

б/ с выхода блока фазовых детекторов - не менее I В эфф.

на $R_n = 50 \text{ кОм}$;

в/ с выхода блока преобразователя - не менее 0,5 В эфф.

на $R_n = I \text{ кОм}$.

2.7. Входные сопротивления - не менее 150 Ом на всех входах.

Входные емкости: для входа ВХОД I, 5 МГц - не более 150 пФ;

для входа ВХОД 5 МГц - не более 150 пФ;

для входа ВХОД I МГц - не более 150 пФ.

2.8. Нестабильность частоты и отношение сигнала к шуму,

вносимые компаратором, должны быть:

а/ нестабильность частоты $\frac{\Delta f}{f}$, вносимая компаратором, не более;

Таблица I

Интервал времени усреднения	Нестабильность частоты
ниже 1 с	Частота входного сигнала f - Частота опорного сигнала $f_0 = I \text{ МГц}$
от 100 и более	Частота $f = I \text{ МГц}$
	Частота $f = 5 \text{ МГц}$
	Частота $f = I \text{ МГц}$
	Частота $f = 5 \text{ МГц}$

б/ отношение сигнала к шуму, вносимому компаратором в полосу $6 \pm 2 \text{ Гц}$, - не менее:

Таблица 2

Частота анализа	Отношение сигнала к шуму, вносимому компаратором в полосу $6 \pm 2 \text{ Гц}$, дБ
20 Гц	120
50	110
100	120
1000	110
	140
	130

Примечание: Разрешающая способность измерения нестабильности частоты при времени усреднения от 100 с и более приведена для скорости изменения окружающей температуры не более 1°C за 10 мин. При большей скорости изменения температуры разрешающая способ-

ность определяется по формуле:

$$\Delta T = \frac{K}{I} \cdot \frac{\Delta P^0}{V}$$

где: К - температурный коэффициент фазовой нестациональности компрессора, определяется экспериментально
 $\Delta P^0 = 0,001 \text{ рад/град.} /$

2.9. Прибор сохраняет характеристики при питании его от сети переменного тока напряжением $220 \pm 22 \text{ В}$, частотой $50 \pm 0,5 \text{ Гц}$ и напряжением $115 \pm 5,7 \text{ В}$, $230 \pm 11 \text{ В}$ частотой $400 \text{ Гц} \pm 28 \text{ Гц}$ и со-держанием гармоник до 5%.

2.10. Прибор сохраняет свои технические характеристики при питании его от аккумуляторной батареи напряжением $+27 \pm 3 \text{ В}$. Потребляемый ток не должен превышать $0,5 \text{ А}$.

2.11. Мощность, потребляемая прибором от сети при номиналь-ном напряжении, не превышает 15 Вт .

2.12. Прибор обеспечивает свои технические характеристики после прогрева в течение:

а/ 10 мин. при требуемой разрешаемой способности измерения не более:

1.10-12 за интервал времени усреднения от 100 с и более

1.10-11 " " " " " " " " " " " "

б/ 1 часа при требуемой разрешаемой способности измерения

1.10-13 за интервал времени усреднения от 100 с и более

1.10-12 " " " " " " " " " " " "

2.13. Прибор обеспечивает непрерывную работу в рабочих усло-виях в течение 16 часов при сохранении своих технических харак-теристик.

2.14. Компрессор частотный Ч7-12 может работать в следую-

щих рабочих условиях:

а/ нормальные условия работы:

- температура окружающего воздуха $23 \pm 5 \text{ К} / 20 \pm 5 \text{ }^\circ\text{C} /$;
 - относительная влажность $65 \pm 15\%$;

б/ рабочие условия:

- температура окружающего воздуха от $278 \text{ до } 313 \text{ К}$
 $/ \text{от } +5 \text{ до } +40 \text{ }^\circ\text{C} /$;
 - относительная влажность - до 95% при температуре 303 К
 $/ \pm 30 \text{ }^\circ\text{C} /$;

в/ предельные условия:

- температура окружающего воздуха от $223 \text{ до } 333 \text{ К} / \text{от}$
 $-50 \text{ }^\circ\text{C} \text{ до } +60 \text{ }^\circ\text{C} /$;

- относительная влажность 95% при температуре $303 \text{ К} / \pm 30 \text{ }^\circ\text{C} /$;
 - после пребывания в предельных условиях время выдержки в нормальных условиях не менее 2 часов.

2.15. Нарботка на отказ не менее 1400 часов.

2.16. Габаритные размеры прибора - $495 \times 136 \times 180 \text{ мм}$, в угле-донном шкале - $583 \times 590 \times 212,6 \text{ мм}$. Габаритные размеры блока фазовых де-ткторов и блока преобразователя - $159 \times 108 \times 285 \text{ мм}$; в углодонном шкале - $347 \times 270 \times 250 \text{ мм}$.

2.17. Масса прибора не более:

- без упаковки со вставным блоком фазовых детекторов или пре-образователя - 15 кг ;

- блока преобразователя - $2,5 \text{ кг}$;

- блока фазового детектора - $2,5 \text{ кг}$; в углодонном шкале - 30 кг .

2.18. Срок службы прибора - не менее 10 лет, технический ресурс - 10000 часов.

3. СОСТАВ ИЩЕДИЯ

3.1. Прибор поставляется в следующем комплекте:

7. УКАЗАНИЕ МЕР БЕЗОПАСНОСТИ

7.1. Перед включением прибора должны быть проверены исправность соединительного кабеля с выключ, соответствующие номиналы напряжений сети номиналу напряжения, указанного в технических характеристиках на прибор /или в паспорте прибора./

7.2. Перед включением в сеть прибор должен быть надежно заземлен.

7.3. При ремонте прибора не допускайте соприкосновения с токоведущими элементами, так как в приборе имеется напряжение 220 В.

8. ПОДГОТОВКА К РАБОТЕ

- 8.1. Прежде чем начать работу с прибором, изучите техническое описание и инструкцию по эксплуатации, схему и конструкцию прибора.
- 8.2. Заключите корпус прибора с помощью клемм заземления.
- 8.3. Подсоедините кабель питания к прибору, тумблер П15 в положение "в" соответствующее подсоединению.
- 8.4. Вставьте блок преобразователя.
- 8.5. Установите тумблер СЕТЬ в положение НИ.
- 8.6. Покажите на оба входа прибора сигнал частоты I или 5 МГц от одного генератора.
- 8.7. Тумблер ВХОД П 1-5 МГц поставьте в положение, соответствующее частоте входного сигнала.
- 8.8. Проверьте полярность на питающие напряжения. Для этого необходимо контрольный посылать в положение -12,6 В и +6,3 В. При этом стрелка индикатора должна отклоняться соответственно влево и вправо.

8.9. Проверьте наличие входных напряжений каждой декады. Для этого переключатель КОНТРОЛЬ поставьте в положение ВХ, ЛЕВАЯ, переключатель КОЭФФИЦИЕНТ УМНОЖЕНИЯ - поочередно в положение 10, 10², 10³, 10⁴. При этом ток индикатора должен быть равен 25+45 мкА во всех положениях переключателя КОЭФФИЦИЕНТ УМНОЖЕНИЯ.

8.10. Дайте прибору прогреться в течение 10 мин, с момента включения - при измерении нестабильности частоты с погрешностью до 1.10⁻¹¹ за 1 с и при измерении спектра фазовых флуктуаций; в течение 1 часа - при измерении нестабильности частоты с погрешностью до 1.10⁻¹² за 1 с, с погрешностью 2.10⁻¹³ за 100 с и более.

8.11. Проверьте готовность к работе прибора в режиме измерения нестабильности частоты за время удержания от 10⁻³ до 1 с. Для этого выключите блок преобразователя ВХОД 10 кГц соедините со входом частотомера-периодометра, поставленного в режим измерения периода. Прогреть прибор под сигналом в течение 10 мин. /см. рис. 6/.

Переключатель МНОЖИТЕЛЬ ПЕРИОДА частотомера поставьте в положение 10⁴. Оторванный сигнал на частотомер подайте от того же кварцевого генератора. Переключатель КОЭФФИЦИЕНТ УМНОЖЕНИЯ компаратора поставьте в положение 2.10². Произведите 20-30 измерений периода частоты 10 кГц умноженного в 10⁴ раз. После этого вычислите нестабильность частоты по формуле:

$$\frac{\Delta f}{f} = \frac{\sqrt{\frac{x_1^2 + x_2^2 + \dots + x_n^2}{n-1}}}{f_0 \cdot N \cdot 10^4}$$

где: x - отклонение от номинального значения частоты, 10 кГц, выраженные в Герцах;
 n - число измерений;
 f₀ - номинальное значение частоты входного сигнала;
 N - коэффициент умножения компаратора.

Если величина $\frac{\Delta f}{f}$ не превышает $1 \cdot 10^{-12}$, это значит, что компаратор исправен и готов к измерениям нестабильности частоты.

Примечание 1. Погрешность измерения периода электронных частотомером-периодомером равна ± 1 ед. счета. Справедливость этого предположения проверяется следующим образом: переключатель КОЭФИЦИЕНТ УМНОЖЕНИЯ компаратора устанавливается в положение 10. При этом разброс показаний частотомера не должен превышать ± 1 ед. счета в любом положении переключателя частотомера **МНОЖИТЕЛЬ ПЕРИОДА**.

2. Пусть частота заполнения у частотомера - 100 МГц. При этом погрешность измерения периода равна ± 1 ед. счета, соответствующая $0,01$ мкс. У других типов электронных частотомеров частота заполнения могут быть не равны 100 МГц/напрямер, 1 МГц или 10 МГц/. В этих случаях индикатор 10^4 в знаменателе следует заменить соответственно на 10^2 или 10^3 .

3. Инвод выражения для $\frac{\Delta f}{f}$ смотрите в п.4.1.

8.12. Проверьте готовность прибора к измерению спектра фазового модуляции. Для этого выставьте один фазовых детекторов. Один из выходов его соедините со входом анализатора ФЧ-44. На вход компаратора подайте сигналы от двух кварцевых генераторов, разность частот между которыми Δf отлична от 0, что такан, чтобы Δf не превышала 1 кГц/. Переключатель КОЭФИЦИЕНТ УМНОЖЕНИЯ поставьте в положение 10^3 . Тумблер ВХОД II - в положение, соответствующее частоте входного сигнала /1 или 5 МГц/. Переключатель ПОСТ. ВРЕМ. в положение в положение 10^{-5} , тумблер САМОИЩЕЛ - в положение ВЫКЛ. /вниз/, тумблер ФД1-ФД3 - в положение, соответствующее подключаемому фазовую детектору. С помощью анализатора спектра измерьте напряжение сигнала на выходе фазового детектора Цс. Покажите на оба входа компаратора сигнал от одного кварцевого генератора. Ручкой ФАЗА I для обеспечения указанной величины несомкнутым, чтобы входной сигнал имел амплитуду $\frac{U_c}{U_{ш}} \geq 100$ дБ.

или ФАЗА II - в зависимости от того, какой фазовый детектор использовался/ установите стрелку индикатора в секторе $\pm 20-30$ мка. Измерьте напряжения. При составлении спектра на частотах анализа 20, 50, 100, 1000 Гц и других, особенно на тех, на которых предполагается измерение спектра подключаемого сигнала. Вычислите отношение сигнала/шум для различных частот анализе.

$$K/дБ/ = 20 \lg \left(\frac{U_c}{U_{ш}} \cdot \sqrt{2 \cdot \text{ПС} \cdot \text{М}} \right)$$

Если эти отношения не менее указанных в п.1.2.80 технических данных, компаратор исправен и готов к измерениям спектра фазовой модуляции.

Примечание. Компаратор частоты не имеет экранировки от внешних магнитных полей, поэтому расположенные рядом него источники сильноточного тока /например, приборы с мощными экранированными силовыми трансформаторами, трансформаторы пайлинков, сами пайлинки и т.д./ могут вызвать наводки с частотой сети и ее гармоник. Поэтому прибор, и измерение мощные неэкранированные силовые трансформаторы должны быть удалены от компаратора не менее, чем на 0,5 м.

8.13. Проверьте готовность прибора к измерению нестабильности частоты за время удержания от 100 с и более. Переключатель КОЭФИЦИЕНТ УМНОЖЕНИЯ поставьте в положение 10^4 , переключатель ПОСТ. ВРЕМ. в положение 10^{-1} . К выводу САМОИЩЕЛ подключите самоподущий калибр-вольметр /например, НЗ9/. Тумблер САМОИЩЕЛ поставьте в положение ВЫКЛ. /вверх/, тумблер ФД1-ФД3 - в положение, соответствующее источнику фазовому детектору. На оба входа компаратора подайте сигнал от одного кварцевого генератора. Тумблер ВХОД II поставьте в положение, соответствующее частоте входного сигнала. Произведите запись на ленте самописца в течение не менее 30 мин. Знак скорости движения ленты самописца, можно определить период колебаний, соответствующий длине фазы входного напряжения, вносилному компаратором

$$T = \frac{L}{V}$$

ГТс: T - период колебаний, с ;

L - длина лентки самописца, между катушками обжимными механизмами или винтами, мм ;

V - скорость движения ленты самописца, мм/с ; частота колебаний равна:

$$f = \frac{1}{T}$$

" разрешающая способность

$$\Delta f = \frac{f}{N} = \frac{1}{N \cdot T} = \frac{V}{L \cdot N \cdot T_0}$$

Где: N - коэффициент умножения ;

f₀ - частота входного сигнала.

Примечание. Период колебаний на выходе компаратора можно определить еще следующим образом. Вращая ручку фазы I или фазы II соответственно/, определите максимальное значение выходного напряжения фазового детектора ΔV мм, по ленте самописца/. После этого приведите запись на ленте самописца в течение 30 мин. по приведенной выше методике. Период определите по формуле:

$$T = \frac{\Delta V}{4d} = \frac{1}{V} \cdot \frac{\Delta V \cdot d}{4d} = \frac{\Delta V \cdot d}{4 \cdot V \cdot d}$$

Где: Δd - отклонение по горизонтали на длине участка записи, мм ;

l - длина участка записи, мм ;

ΔT - часть периода, прошедшая за время записи на участке l, с ;

d - максимальное отклонение по горизонтали, измеренное с помощью фазорасчетки, мм ;

V - скорость движения ленты, мм/с.

Если измеренные значения $\frac{\Delta V}{l}$ не хуже $2 \cdot 10^{-13}$, компаратор

исправлен и готов к измерениям нестабильности частоты входных сигналов за время определения от 100 с и более.

9. ПОРЯДОК РАБОТЫ

9.1. Измерение спектра фазовых флуктуаций:

а/ измерения без выходных устройств:

- подготовьте прибор к работе в соответствии с п.8.1 - 8.9 ;

- на входе компаратора подайте сигнал; на вход I - исследуемый ; на вход II - опорный ;

- тумблер ВХОД II 1-5 выв. поставьте в положение, соответствующее частоте входного сигнала ;

- переключатель КОЭФФИЦИЕНТ УМНОЖЕНИЯ поставьте в положение 10⁴, если отношение сигнал/шум исследуемых сигналов равно 120-130 дБ ;

и в положение 10³, если это отношение равно 70-120 дБ ; при отношении сигнал/шум меньше 70 дБ переключатель КОЭФФИЦИЕНТ УМНОЖЕНИЯ поставьте в положение 10² ;

- в разрыву ВХОД I выв. подсоедините анализатор спектра типа ОА-16 ;

- с помощью анализатора спектра измерьте отношение амплитуд

высоких или дискретных составляющих спектра к амплитуде сигнала в

помощь частот 20 Гц ± 1 кГц от нулевого /в соответствии с инструкцией

по эксплуатации на анализатор спектра/ ;

- для того, чтобы узнать отношение этих составляющих к амплитуде исследуемого входного сигнала, необходимо разделить полученные

результаты на K, где K - коэффициент умножения разности частот

входных сигналов

$$K = \frac{f_2}{f_1} = \frac{\Delta V}{\Delta U}$$

- если в качестве эталонного используется генератор ил-ичный по спектру с колеблемым, необходимо результаты, полученные для шумных составляющих, разделить на $\sqrt{2}$ / поскольку мощность шумов теоретически сигналов складываются/;
 - 0/ измерения с ооком фазовых детекторов:
 - проверьте оом фазовых детекторов и подготовьте прибор к работе в соответствии с п.8.1 - 8.3, 8.12;
 - разъем ВХОД I соедините с выходом исследуемого генератора, один из разъемов ВХОД II - с выходом опорного генератора;
 - тумблер ВХОД II 1-5 МГц. поставьте в положение, соответствующее частоте опорного сигнала;
 - выход одного из фазовых детекторов соедините со входом назначенного анализатора спектра /например С4-48 или С4-12/.
- Анализ спектра производите при нулевой разности частот. Для поддержания нулевой разности частот исследуемый генератор может синхронизироваться по опорному с помощью фазового детектора. Для этого выход второго фазового детектора соедините со входом реактивного элемента опорного генератора. Такая подстройка возможна лишь в том случае, если опорный генератор является синхронизируемым по фазе генератором /например Ч1-40/;
- переключатель ПОСТ. ВРЯМ. В ФД1 - поставьте в положение 10⁻³;
 - переключатель ПОСТ. ВРЯМ. В ФД1 - в положение 10⁻¹ /в том случае, если последний используется для автоподстройки/;
 - тумблер ФД1-ФД2 - в положение ФД1;
 - тумблер САМОПИСЬ - в положение ВЫКЛ. /вниз/;
 - переключатель КОЭФФИЦИЕНТ УМНОЖЕНИЯ - в положение 10³, если относительные сигналы/шум исследуемого сигнала превышает 100 дБ,

- в положение 10², если оно меньше 100 дБ;
 - установите разность частот между генераторами отличной от 0 для этого следует отсоединить временно второй фазовый детектор от соответствующего генератора./ Измерьте анализатором спектра напряжение несущей на выходе первого фазового детектора U_c;
 - установите разность частот между генераторами равной 0.
- Измерьте напряжение шумов и дискретных составляющих на выходе ФД анализатором, в полосе частот 20 Гц - 1 кГц, на исследуемых опорных частотах анализатора /например 20 Гц, 50 Гц, 100 Гц, 130 Гц, кГц и т.д./;
- $$K(9\delta) = 20 \lg \left(\frac{\sqrt{2} \cdot U_c \cdot N}{U_{ш}} \right)$$
- Измерьте отношение сигнала / шум для различных частот анализа
- Для дискретных значений составляющих справедливы замечания, отмеченные в разделе а;
- спектр фазовой модуляции можно измерять и при разности частот генераторов, отличной от 0. При этом частота выходного сигнала фазового детектора Naf не должна быть больше 1 кГц. Измеряются спектральные составляющие по обе стороны от несущей по методике, описанной выше.
- 9.2. Измерение девиации частоты:
- подготовьте прибор к работе в соответствии с пп.8.1 - 8.3;
 - вход компаратора ВХОД I МГц соедините со входом прибора
- ИЗМЕРИТЕЛЬ НЕСТАБИЛЬНОСТИ Ч7 - 19;

- подайте на вход I исследуемый, на вход II - опорный сигнал
- положение переключателя КОЭФФИЦИЕНТ УМНОЖЕНИЯ будет зависеть от величины девиации входных сигналов;
- измерьте девиацию частоты в соответствии с инструкцией прибор ЧУ-19.

Чтобы определить девиацию входных сигналов, необходимо заранее значение девиации разделить на коэффициент умножения этой частоты. Обстоятельная паразитная девиация частоты компаратора составляет не более 0,005 Гц в полосе I кГц - в переставе ко девиации частоты I МГц.

9.3. Измерения неустойчивости частоты входных сигналов и разности их частот.

Промышлите подготовку прибора к работе в соответствии с пп.8.1 - 8.9.

а/ Измерения с использованием блока преобразователя:

- к разъему ВХОД I подсоедините вход исследуемого генератора
- к одному из разъемов ВХОД II - вход опорного генератора;

- переключатель ИМОБИЛЬ ПЕРИОДА частотомера поставьте в положение, соответствующее требуемому времени удержания; если будет время удержания I с, то переключатель ИМОБИЛЬ ПЕРИОДА поставьте в положение 10^4 , если 0,1 с - в положение 10^3 и т.д.

- переключатель КОЭФФИЦИЕНТ УМНОЖЕНИЯ компаратора поставьте в положение, соответствующее неустойчивости частоты исследуемого сигнала, если неустойчивость частоты исследуемого сигнала меньше или равна $1 \cdot 10^{-11}$, то - в положение 10^3 , если больше $1 \cdot 10^{-11}$, то положение 10^2 ;

- произведите 20-30 измерений умноженного периода частоты Ю кГц. Вычислите средневзвешенную девиацию частоты и неустойчивость частоты исследуемого сигнала по формулам, приведенным в п.8.11.

Примечания: I. Если в качестве опорного используется генератор эталонного измерения, знаменатель формулы $\frac{\Delta f}{f}$ следует умножить на 2.

2. Работа прибора с блоком преобразователя в положении переключателя КОЭФФИЦИЕНТ УМНОЖЕНИЯ 10^4 не гарантируется.

б/ Измерения без входных устройств.

При этом случае электронный частотомер устанавливается в режим измерения частоты и подсоединяется к разъему ВХОД I МГц компаратора. Переключатель КОЭФФИЦИЕНТ УМНОЖЕНИЯ ставится в положение, определяемое неустойчивостью частоты измеряемого сигнала.

При коэффициенте умножения 10^4 относительное значение погрешности ± 1 ед. счета частотомера равно $1 \cdot 10^{-10}$ при времени удержания I с, $1 \cdot 10^{-11}$ - при времени удержания Ю с.

в/ Измерения с блоком фазовых детекторов.

Измерения при времени удержания от ЮО с и более:

- подготовьте прибор к работе в соответствии с пп.8.1 - 8.9, 8.13;
- к разъему ВХОД I подсоедините вход исследуемого генератора,
- к одному из разъемов ВХОД II - вход генератора, принимаемого за опорный;

- переключатель КОЭФФИЦИЕНТ УМНОЖЕНИЯ поставьте в положение, определяемое неустойчивостью частоты исследуемого сигнала и разности частот входных сигналов; при разности частот, не превышающей $1 \cdot 10^{-10}$, переключатель КОЭФФИЦИЕНТ УМНОЖЕНИЯ поставьте в положение 10^4 , при разности $1 \cdot 10^{-9}$ - в положение 10^3 и т.д.;

- произведите запись на ленте самописца в течение не менее 5 мин. Знай скорость движения ленты самописца и сосчитав число полных периодов n на определенном участке ленты, можно вычислить разность частот генераторов из выражения:

$$\Delta f = \frac{n \cdot v}{l \cdot N}$$

Здесь обозначено: λ - число периодов на данной отрезке кентги;

ν - скорость движения кентги;

1 - длина кентги, на которой уложена λ полная периодов;

K - коэффициент уклонения разностной частоты;

- вычислите относительную неопределенность частоты.

9.4. Измерения с осциллографическим индикатором.

Выход осциллографических векторов подайте на входы X и Y осциллографа. При этом на экране осциллографа будет виден эллипс или точка, медленно вращающаяся по эллипсу. С помощью ручек X и Y ручек регулировки уклонения осциллографа по X и Y можно получить изображение эллипса и окружности. По скорости вращения точки можно определить разностную частоту входных сигналов, а по степени ее разности - величину разности фаз в полосу частот, определяемую положением переключателя ПОСТ. ВРМ. В

9.5. Подстройка частоты генератора по частоте эталонного генератора.

Подстройку частоты генератора по эталонной можно производить как с диоком преобразователя, так и без вставных диодов.

Подстройку частоты без вставных диодов производите следующими образом. Подсоедините к разъему ВХОД I НИР компаратора электронный частотомер, работающий в режиме измерения частоты. На один из разъемов ВХОД II подайте сигнал эталонной частоты. Переключатель КОРРЕКЦИЯ УМНОЖЕНИЯ поставьте в положение 10^4 . Измените частоту эталонного генератора до тех пор, пока электронный частотомер будет индцировать частоту I НИР I единична счеда. При этом подстройте

будет произведена с погрешностью до $\pm 1 \cdot 10^{-10}$. Подстройку частоты с диоком преобразователя производите следующими образом. К разъему ВХОД IО НИР подсоедините частотомер-перомомер. Переключатель КОРРЕКЦИЯ УМНОЖЕНИЯ поставьте в положение 10^3 . Измените частоту эталонного генератора до тех пор, пока максимальное отклонение частоты, индицируемой частотомером от IО НИР, будет равен ± 2 единицы счеда / для генераторов, имеющих неопределенность частоты меньше $1 \cdot 10^{-12}$ за I с./ . Для остальных генераторов разброс показаний частотомера должен быть симметричный в обе стороны от IО НИР. Для генераторов, имеющих неопределенность порядка $1 \cdot 10^{-12}$, подстройка может быть произведена с погрешностью до $2 \cdot 10^{-12}$.

10. ХАРАКТЕРНЫЕ НЕИСПРАВНОСТИ И МЕТОДЫ ИХ УСТРАНЕНИЯ

ПРИ РЕМОНТЕ ПРИВОДА Ч7-12 СЛЕДУЕТ УЧИТЫВАТЬ, ЧТО НА СЕТЬЮМ РАБОТАЕТ ЗАПЯТЫ ПАНЕЛИ И НА ВХОДЕ ПИТАНИЯ ПРИВОДА ПРИСУТСТВУЕТ ВЫСОКОЕ НАПРЯЖЕНИЕ ПИТАЮЩЕЙ СЕТИ 220 В.

Компаратор частотный Ч7-12 выполнен полностью на полупроводниковых приборах с применением печатного монтажа. Для приборов подобного класса наиболее характерны два вида неисправностей: нарушение электрического контакта в местах паяж и разъемных соединений и, следовательно, отказ полупроводниковых приборов. Устранение неисправности не представляет труда и сводится обычно к замене вышедшего из строя элемента. Основную сложность при ремонте прибора Ч7-12 представляет процесс отсоединения неисправного узла.

Прежде чем приступить к ремонту, необходимо локализовать неисправность. Для этого, в первую очередь, необходимо получить

12. ПОВЕРКА ПРИБОРА

Настоящий раздел устанавливает методы и средства первичной периодической поверки приборов /при выпуске из производства, наладки в эксплуатацию, на хранения и выпускаемых из ремонта./ Межповерочный интервал периодической поверки - не более 12 месяцев.

12.1. Операции и средства поверки

12.1.1. При проведении поверки должны выполняться операции и применяться средства поверки, указанные в табл. 5.

№ п/п	Наименование операций, выполняемых при поверке	Поверяемые отметки	Допустимые значения погрешности или пределы определяемых параметров	Средства поверки	
				образцовые	водогазовые
12.5.1.	Внешний осмотр				
12.5.2.	Опробование				
12.5.3.	Определение частоты входных сигналов и коэффициента усиления при заданной разности частот входных сигналов	$f_{\text{вх}} \pm \Delta f$ $\pm \frac{\Delta f}{f}$ $\pm \frac{\Delta f}{f} \cdot 100\%$	± 1 счета	Ч1-53 Ч3-54 В3-37	Электронно-счетный частотометр-периодометр
12.5.4.	Определение номинального напряжения	0,5 В	не менее 0,5В	В7-15	Вольтметр ламповый
12.5.5.	Определение номинальной нестационарной частоты прибором за 100% за 1 с	2.10-13 1.10-12	1.10-14 1.10-13	Ч1-53 Ч3-54 В3-37 Н39	Вольтметр ламповый
12.5.6.	Определение отношения сигнала к шуму, относительному прибором	110 дБ на $f = 50$ Гц	± 1 дБ	Ч1-53 С4-48	Милливольтметр ламповый

Таблица 5

Примечания: 1. Вместо указанных в таблице образцовых и волюметрических средств поверки разрешается применять другие аналогичные образцовые приборы, обеспечивающие измерения соответствующих параметров с требуемой точностью.
2. Все средства поверки должны быть исправны, поверены и иметь свидетельства /отметки в формулярах или паспортах/ государственной или ведомственной поверке.

12.2. При проведении поверки должны применяться следующие средства поверки /табл. 6/.

Наименование средства поверки	Основные технические характеристики средства поверки	Пределы из-погрешности	Рекомендуемые сред-ые по-верки /тип/	Примечание
Выходные частоты	Выходные частоты 5: 1; 0,1 МГц	$\pm 2.10^{-11}$	Ч1-53	
Электронно-счетный частотометр-периодометр	Диапазон измерений частот от 10Гц -150 МГц.	± 1 счета	Ч3-54	
Вольтметр ламповый	Диапазон измерений напряжений от 5 - 100 В.			
Милливольтметр ламповый	Диапазон измерений напряжений 0,2-1000 В.	2,5%	В7-15	

Таблица 6

Продолжение табл. 6

Наименование средств проверки	Основные технические характеристики средства проверки	Пределы измерения	Погрешность	Рекомендуемые средства измерения	Примечание
Анализатор спектра	Центром усиленная 100 к Ш-динной полосой пропускания от 40 Гц до 30 МГц	Динамический диапазон 80 дБ.	±1 дБ	С4-48	
Микрометр	Входное сопротивление не менее 200 Ом, предел измерения 5мВ-100 В.		3%	НЗ9	

12.3. Условия поверки

12.3.1. При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

- температура окружающей среды 23±5°С / 20±5°С/;
- относительная влажность воздуха 65-15%;
- атмосферное давление 100±4 Па / 750±30 мм рт.ст. /;
- напряжение питающей сети 220±4 В частотой 50±1 Гц с содержанием гармоник до 5%.

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

Питаемая сеть не должна иметь резких скачков напряжения, в рабочем месте не должно быть источников сильных магнитных полей.

12.4. Подготовка к поверке

- 12.4.1. Перед проведением поверки должны быть выполнены следующие подготовительные работы:
- произвести внешний осмотр прибора;
- проверить комплектность прибора / кроме ЗМП / и наличие технической документации;

разместить прибор на рабочем месте, обеспечить при этом безопасность работ;

- соединить проводом клеммы ЗМП поверяемого и примененных для калибровки приборов между собой и с внешней линией помещения;
- до начала электрических измерений включить прибор в сеть и проработать в течение не менее 10 мин.

12.5. Проведение поверки

Внешний осмотр

12.5.1. При проведении внешнего осмотра должно быть

- проверено:
- отсутствие механических повреждений, следов на рабочем способе прибора;
- наличие и прочность крепления органов настройки;
- целостность соединительных кабелей;
- исправность соединительных кабелей, переходов и т.д.;
- отсутствие дефектов лакокрасочных покрытий и чистота контактов;

отсутствие отслаивающихся или слабо закрепленных элементов окнами (определяется на слух при нажатии прибора).

При обнаружении дефектов прибор подлежит забракованию и направлению в ремонт.

Опробование

12.5.2. При опробовании прибора осуществляется соответствие показаний стрелочного индикатора данным, приведенным в пп. 6.8 и 8.9 настоящего технического описания.

При обнаружении неисправности прибор подлежит забракованию и направлению в ремонт.

Определение метрологических параметров

12.5.3. Частоты входных сигналов и коэффициент умножения резкости частот входных сигналов проверяются одновременно по одной методике согласно структурной схеме рис.6.

На соответствующем входе компаратора подается сигнал частоты 5 МГц от двух кварцевых генераторов (например, ЧГ-83).

К разьему Выход 1 мГц подводится электронный частотомер (например, ЧЗ-64). Опорные сигналы на частотомер и на вход компаратора подаются от одного и того же кварцевого генератора. Уменьшение разности частот входных сигналов Δf до нуля, но не более максимал допустимой.

$$\Delta f \leq \frac{10^3}{N} \text{ Гц}$$

где N - коэффициент умножения (N = 2; 20; 2 · 10^2; 2 · 10^3)

Измеряется выходная частота при всех возможных переключениях коэффициента умножения. Выходная частота должна быть:

- с разьема Выход 1 мГц - 1 МГц ± NΔf; 1/1
- с разьема Выход 10 кГц блока преобразователя (составлен блок преобразователя) - 10 кГц ± N·2Δf; (составлен блок преобразователя) 1/2
- с разьема Выход блока фазовых детекторов (вставлен блок фазовых детекторов) - ± 1/N - 2/Δf; 1/3

Выходные частоты с разьема Выход 10 кГц и Выход Блок фазовых детекторов при N=2 не проверяются.

Коэффициент умножения разности частот входных сигналов определяется из выражения:

$$N = \frac{f_{изм.} - 1МГц}{\Delta f} \quad /4/$$

где: f_{изм.} - измеренная значения частот выходных сигналов при разных положениях переключателя коэффициента умножения.

Результаты поверки считаются удовлетворительными, если выходные частоты и коэффициент умножения соответствуют формулам 1-4. Выходные частоты и коэффициент умножения проверяется при этом входных сигналов 1 МГц аналогичным образом, кроме положений переключателя N = 10^4, для которого необходимо иметь отношение

$$\frac{U_e}{U_{из}} \geq 110 \text{ дБ}$$

После этого всматривается блок преобразователя. К разьему Выход 10кГц подводится кабель длиной 1,5 м, напряжение на выходе 1 кВ. Измеряется напряжение на этом сопротивлении с помощью вольтметра при всех возможных переключениях коэффициента умножения. Все измерения повторяются для частот входных сигналов 10 кГц.

Напряжение должно быть не менее 0,5 В.

12.5.5. Разрешающая способность измерений проверяется следующим образом.

Вносимая нестабильность прибором при временах удерживания от 100 с и более. На соответствующий вход компаратора подается сигнал частоты 5 МГц от одного кварцевого генератора, частота и напряжение которого угланавливаются в соответствии с п.2.1 и 2.2. Подключается блок фазовых детекторов. К гнездам Вых. САМОПИСИ подключается самонастраивающийся милливольтметр /например, НЗ9/. Переключатель ПОСТ.ВРЕМ. ставится в положение 10^-1. Переключатель КОЭФФИЦИЕНТ УМНОЖЕНИЯ ставится в положение 2 · 10^3. После часового прогрева прибора производится запись на ленте самописца, не менее 10 мин. Зная скорость движения ленты самописца, можно определить период колебаний на выходе компаратора, соответствующий дрейду выходного напряжения, вносимому компаратором:

$$T = \frac{L}{V} \quad /5/$$

где: T - период колебаний, с;

L - длина ленты самописца между двумя соседними максимумами или минимумами, мм;

V - скорость движения ленты самописца км/с.

Частота колебаний будет равна: $f = \frac{1}{T}$ (6).

Разрешающая способность измерений при времени удержания 100 с определяется из выражения:

$$\frac{\Delta f}{f_0} = \frac{F}{N f_0} = \frac{V}{L \cdot N \cdot f_0} \quad (7)$$

где N - коэффициент умножения;

f_0 - частота опорного сигнала.

Результаты проверки удовлетворительны, если $\frac{\Delta f}{f_0} \leq 2 \cdot 10^{-3}$.

Пример определения вносимой нестабильности прибором в режиме удержания 100 с -

Пусть скорость движения ленты самописца $V = 10$ мм/мин $= 0,17$

длина ленты самописца между двумя максимумами или минимумами 200 мм, тогда:

$$\frac{\Delta f}{f_0} = \frac{V}{L \cdot N \cdot f_0} = \frac{0,17}{200 \cdot 2 \cdot 10^3 \cdot 5 \cdot 10^6} \approx 8 \cdot 10^{-11}$$

Определение нестабильности частоты, вносимой компаратором при времени удержания от 10^{-3} до 1 с, производится следующим образом. Выдается блок преобразователя. На вход компаратора подается сигнал частоты 5 МГц от одного генератора частоты, частота и напряжение которого устанавливается в соответствии пп. 2.1 и 2.2. Показание прибора согласно рис. 6. К разрывам ВХОД 10 кГц подключаются электронносчетный частотомер-номер (например, ЧЗ-54), установленный в режиме измерения пер-

Перекладыватель КОЭФФИЦИЕНТ УМНОЖЕНИЯ ставится в положение 2.10².

Производятся 20-30 измерений периода частоты 10 кГц, отклонения на 10^4 , что соответствует времени удержания 1 с.

Вносимой прибором нестабильность частоты определяется из выражения:

$$\frac{\Delta f}{f} = \frac{\sqrt{\frac{X_1^2 + X_2^2 + \dots + X_n^2}{n-1}}}{f_0 \cdot N \cdot 10^4} \quad (8)$$

здесь обозначено:

X - отклонение от номинального значения частоты 10 кГц, выраженное в герцах;

n - число измерений; $X = N_i - N_0$ (9);

где $N_0 = 1 \cdot 10^8$ для ЧЗ-54

$N_0 = 1 \cdot 10^7$ для ЧЗ-38

$f_0 = 5 \cdot 10^6$ Гц;

N - коэффициент умножения компаратора ($N = 2 \cdot 10^2$).

Для определения нестабильности за время удержания 0,1; 0,01; 0,001 с переключатель ПЕРИОДА частотомера устанавливается соответственно в положение 10^3 , 10^2 , 10^1 . При этом в знаменателе приведенной формулы множитель 10^4 заменяется соответственно на 10^3 , 10^2 , 10^1 .

Результаты проверки считываются удовлетворительными, если $\frac{\Delta f}{f}$ соответствует:

- за 1 с - $1 \cdot 10^{-12}$
- за 0,1 с - $1 \cdot 10^{-11}$
- за 0,01 с - $1 \cdot 10^{-10}$
- за 0,001 с - $1 \cdot 10^{-9}$.

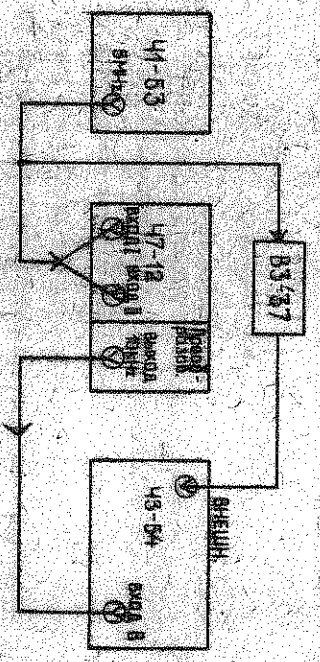


Рис. 6. Структурная схема измерения нестабильности частоты, вносимой компаратором частоты Ч7-12, и частот выходящих сигналов

Пример определения

нестабильности частоты, вносимой компаратором частоты Ч7-12, за время удержания 1 с

Пусть показания частотомера ЧЗ-Б4 имеют значения:

$N_1 = 100,000012$	$N_{15} = 99,999999$
$N_2 = 100,000014$	$N_{16} = 100,000005$
$N_3 = 100,000015$	$N_{17} = 100,000004$
$N_4 = 100,000011$	$N_{18} = 100,000011$
$N_5 = 100,000008$	$N_{19} = 100,000010$
$N_6 = 100,000004$	$N_{20} = 100,000010$
$N_7 = 100,000002$	
$N_8 = 100,000000$	
$N_9 = 99,999988$	
$N_{10} = 99,999986$	
$N_{11} = 99,999990$	
$N_{12} = 99,999994$	
$N_{13} = 99,999989$	
$N_{14} = 99,999992$	
$N_{15} = 99,999998$	

Сistem значения x и x^2 по формуле 9

$100,000012 - 100,000000 = 12$	$x_1^2 = 12^2 = 144$
$100,000014 - 100,000000 = 14$	$x_2^2 = 14^2 = 196$
$100,000015 - 100,000000 = 15$	$x_3^2 = 15^2 = 225$
$100,000011 - 100,000000 = 11$	$x_4^2 = 11^2 = 121$
$100,000008 - 100,000000 = 8$	$x_5^2 = 8^2 = 64$
$100,000004 - 100,000000 = 4$	$x_6^2 = 4^2 = 16$
$100,000002 - 100,000000 = 2$	$x_7^2 = 2^2 = 4$
$100,000000 - 100,000000 = 0$	$x_8^2 = 0^2 = 0$
$99,999988 - 100,000000 = -12$	$x_9^2 = (-12)^2 = 144$
$99,999986 - 100,000000 = -14$	$x_{10}^2 = (-14)^2 = 196$
$99,999990 - 100,000000 = -10$	$x_{11}^2 = (-10)^2 = 100$
$99,999994 - 100,000000 = -6$	$x_{12}^2 = (-6)^2 = 36$
$99,999989 - 100,000000 = -11$	$x_{13}^2 = (-11)^2 = 121$
$99,999992 - 100,000000 = -8$	$x_{14}^2 = (-8)^2 = 64$
$99,999998 - 100,000000 = -2$	$x_{15}^2 = (-2)^2 = 4$
$99,999999 - 100,000000 = -1$	$x_{16}^2 = (-1)^2 = 1$
$100,000005 - 100,000000 = 5$	$x_{17}^2 = 5^2 = 25$
$100,000004 - 100,000000 = 4$	$x_{18}^2 = 4^2 = 16$
$100,000011 - 100,000000 = 11$	$x_{19}^2 = 11^2 = 121$
$100,000010 - 100,000000 = 10$	$x_{20}^2 = 10^2 = 100$

не вводим сумму значения

$$\sum_{k=1}^{K_{20}} x_{20}^2 = 144 + 196 + 100 + 121 + 64 + 16 + 4 + 0 + 144 + 196 + 100 + 36 + 121 + 64 + 4 + 1 + 25 + 16 + 121 + 100 = 1768$$

формуле 8 определяем

$$f = \frac{\Delta f}{f} = \frac{1773}{20 \cdot 10^4} \approx 9,2 \cdot 10^{-13}$$

этом слева цифра "1" ($N_1 + 8$ и $N_{17} + 20$) не индицируется, т.к. это отсчетная несмещенная запись

12.5.6. Для определения отношения сигнала к шуму, шумному прибором, устанавливается блок газовых детекторов. К одному из разъемов Выход ФНЧ или Выход ФНЧ подключается анализатор гармоник С4-48. Переключатель ПОСТ.РЭМ. S устанавливается в положение 10⁻⁵. На входе компаратора подаются сигналы от двух стандартных частот, частоты и напряжения которых устанавливаются в соответствии с пп.2.1. и 2.2. Разность частот которых не превышает ±1.10⁻⁶. Переключатель КОЭФФИЦИЕНТ УМНОЖЕНИЯ устанавливается в положение 2.10². С помощью анализатора термомик С4-48 измерений производится разностной частоты U_c. После этого один из выходов частоты отводятся и на входы компаратора подаются сигналы от одного стандартной частоты. С помощью анализатора термомик измеряется напряжение шума U_ш на частотах анализа 20 Гц, 50 Гц, 100 Гц, 1 кГц. Вычисляется спектральная плотность фазовых флуктуаций:

$$K(f_b) = 20 \lg \left(\frac{U_c \cdot N \cdot \sqrt{2}}{U_{ш}} \right) / 10/$$

Пример определения отношения сигнала к шуму шумным прибором.

Пусть U_c = 1,7 В, а U_ш = 0,5 мВ на частоте анализа 50 Гц, тогда по формуле /10/ определяем

$$K(f_b) = \frac{17,2 \cdot 10^2 \cdot \sqrt{2}}{0,5 \cdot 10^{-3}} = 20 \lg 9,53 \cdot 10^5 = 119,6 \text{ дБ}$$

Оформление результатов поверки

12.4. Положительные результаты первичной поверки должны оформляться путем заноса в формуляре прибора, заверенной поверкой о нанесении оттока поверяемого элемента.

Положительные результаты периодической государственной поверки должны оформляться в установленном порядке в соответствии с соответствующими записей в формуляре прибора.

В случае отрицательных результатов поверки вынос прибора обращения и применение запрещается. При этом на прибор выносятся сведения о непригодности его к применению.

13. ПРАВИЛА ХРАНЕНИЯ

Компаратор частоты является сложным радиотехническим прибором, требующим аккуратного обращения и ухода в процессе эксплуатации и хранения на складах.

Прибор, пригодный для длительного хранения /продолжительности более шести месяцев/, а также поступивший на склад потребителя предназначенный для эксплуатации ранее шести месяцев со дня поступления хранения в упаковочном ящике. При установке на длительное хранение место в упаковочном ящике и термостатно заливается веществом в чехол из полиэтиленовой пленки и термостатно заливается веществом в чехол из полиэтиленовой пленки и термостатно заливается веществом до упаковки прибора.

Прибор может храниться в капитальных отапливаемых или неотапливаемых хранилищах при температуре окружающей воздуха от 243 до 303 К /от минус 30 до +30°С/ и относительной влажности до 80%.

В помещениях для хранения не должно быть пыли, паров газов, щелочей, а также газов, вызывающих коррозию. Срок хранения - 5 лет.

Конструкция прибора, примененные материалы с защитными лакокрасочными и лакокрасочными покрытиями и упаковка прибора в упаковочном ящике обеспечивают сохранность всех основных деталей и узлов прибора без применения дополнительных средств консервации.