

Техническое описание и инструкция
по эксплуатации
БЗ2.72Г.090 Т0

СОДЕРЖАНИЕ

I. Назначение.	5
2. Технические данные.	5
3. Состав изделия.	7
4. Устройство и работа изделия.	8
4.1. Принцип действия.	8
4.2. Схема электрическая принципиальная.	11
4.3. Генератор кварцевый Е33.261.064.	12
4.4. Делитель частоты Е32.208.229 33.	16
4.5. Синтезатор Е32.206.181 33.	19
4.6. Умножитель частоты Е32.208.227 33.	20
4.7. Модулятор Е32.081.312 33.	24
4.8. Усилитель Е32.032.336 33.	26
4.9. Дискриминатор рубидиевый Е32.808.002 33.	28
4.10. Блок питания Е32.721.090 33.	33
4.11. Конструкция.	34
5. Маркирование и пломбирование.	35
6. Общие указания по эксплуатации.	36
7. Указания мер безопасности.	36
8. Подготовка к работе.	37
9. Порядок работы.	39
10. Характерные неисправности и методы их устранения.	40
11. Техническое обслуживание.	46
12. Методические указания по проверке стандарта частоты 41-50.	46
13. Правила хранения.	55
14. Транспортирование.	56
14.1. Тара, упаковка и маркировка упаковки.	56
14.2. Условия транспортирования.	57

Приложения

I. Таблицы напряжений.	58
2. Схемы принципиальные электрические в перечнями элементов.	69
3. Намоточные данные.	123
4. Принципиальные схемы микроком.	125

I. НАЗНАЧЕНИЕ

I.1. Стандарт частоты ЧИ-50 предназначен для:

- использования в качестве опорного генератора;
- использования в системах специального назначения;
- хранения частоты и времени.

I.2. Прибор соответствует ГОСТ 22261-76, по условиям эксплуатации предназначен для работы в условиях:

- температура окружающего воздуха - от $+10$ до $+50^{\circ}\text{C}$;
- относительная влажность до 95% при температуре до 30°C .

I.3. Прибор питается от сети переменного тока напряжением 220 ± 22 В частотой $50 \pm 0,5$ Гц, 220 ± 11 В или $115 \pm 5,75$ В частотой 400 ± 12 Гц.

2. ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ

2.1. Номинальные значения частот выходных сигналов - 100 кГц, 1 МГц и 5 МГц.

*2.2. Относительная погрешность стандарта по частоте - не более $\pm 1 \cdot 10^{-10}$.

*2.3. Относительное систематическое изменение частоты стандарта за месяц - не более $\pm 6 \cdot 10^{-11}$.

*2.4. Относительная погрешность воспроизведения частоты от включения к включению - не более $5 \cdot 10^{-11}$.

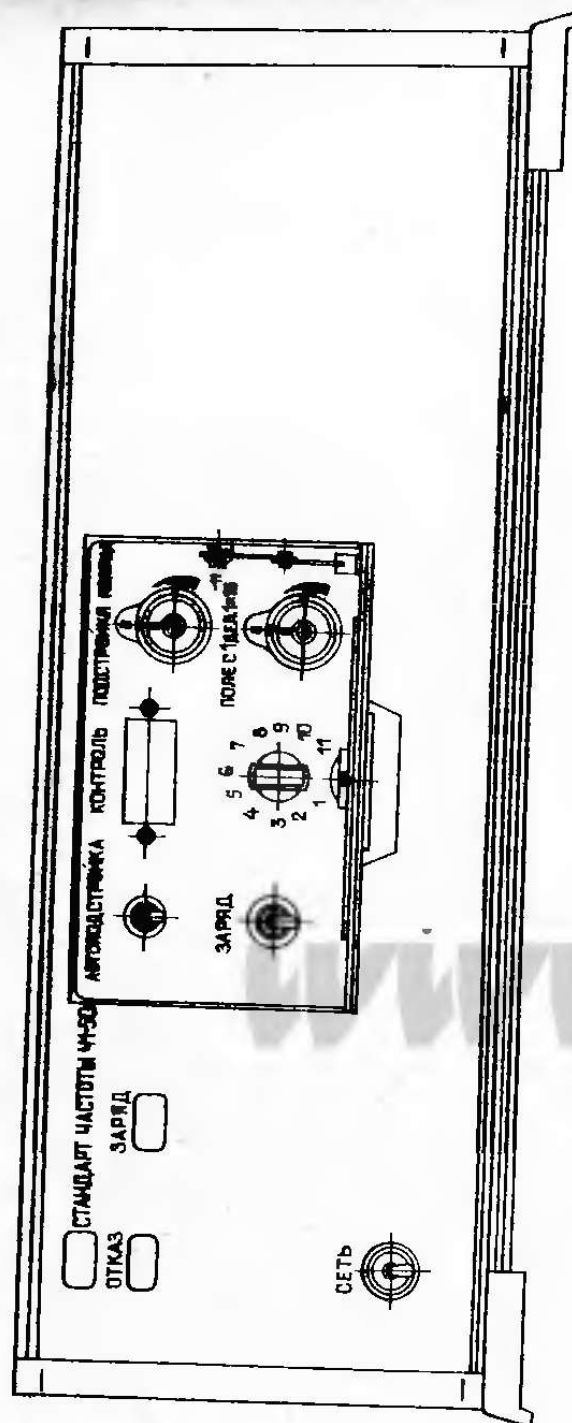
2.5. Среднеквадратическое относительное отклонение частоты при времени измерения: 1 с - не более $\pm 3 \cdot 10^{-11}$;

10 с - не более $\pm 2 \cdot 10^{-11}$.

*2.6. Среднеквадратическая относительная суточная нестабильность частоты - не более $\pm 2 \cdot 10^{-11}$.

2.7. Напряжение выходных сигналов 5 МГц, 1 МГц, 100 кГц на нагрузке 50 Ом - не менее 1 В.

2.8. Диапазон перестройки частоты стандарта магнитным полем



Общий вид прибора

1,9.10⁻⁹ с погрешностью отсчета относительного изменения частоты стандарта по лимбу "ПОЛЕ С" - не более $\pm 15\%$ от величины показания лимба.

2.9. Температурный коэффициент частоты стандарта - не более $\pm 5 \cdot 10^{-12}$ на 1°C.

2.10. Резервное питание обеспечивает нормальную работу прогретого стандарта в рабочих условиях в течение 30 минут.

2.11. Питание прибора осуществляется от сети переменного тока напряжением 220 ± 22 В частотой 50 $\pm 0,5$ Гц; 220 ± 11 В или 115 $\pm 5,7$ В частотой 400 ± 28 Гц с содержанием гармоник до 5%; или от источника постоянного тока +27 ± 3 В с силой тока не менее 1,5 А.

2.12. Потребляемая мощность от сети переменного тока в прогретом состоянии - не более 65 ВА;

- от источника постоянного тока +27 В - не более 27 Вт.

2.13. Стандарт обеспечивает свои технические характеристики после прогрева в течение 4-х часов.

2.14. Прибор допускает непрерывную круглосуточную работу в рабочих условиях.

2.15. Нормальные условия эксплуатации:

- температура окружающего воздуха, С - +20 ± 5 ;
- относительная влажность воздуха, % - 65 ± 15 ;
- атмосферное давление, кПа /мм рт.ст./ - 100 ± 4 /750 ± 30 /;
- напряжение питающей сети, В - 220 $\pm 4,4$;
- частота питающей сети, Гц - 50 $\pm 0,5$.

2.16. Рабочие условия эксплуатации:

- температура окружающего воздуха - от +10 до +50°C;
- относительная влажность - до 95% при температуре до +30°C.

2.17. Предельные условия транспортирования:

- температура окружающего воздуха - от минус 50 до +50°C.

После пребывания в предельных условиях время выдержки прибора в нормальных условиях не менее 2-х часов/.

2.18. Габаритные размеры прибора - 495x175x480 мм.

2.19. Масса прибора - не более 25 кг.

2.20. Нарботка на отказ - не менее 1200 часов.

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

Примечание. Пункты, помеченные "ж", обеспечиваются при поддержании внешней рабочей температур с точностью $\pm 1^{\circ}\text{C}$.

3. СОСТАВ ИЗДЕЛИЯ

3.1. Состав прибора соответствует таблице 1.

Таблица 1

Наименование	Обозначение	Кол.	Примечание
1. Стандарт частоты Ч1-50	Е32.721.090	1	
2. Укладочный ящик	Е34.161.192-04	1	Поставляется по спецзаказу
3. Запасное имущество и принадлежности:			
- провод соединительный	Е34.863.015-01	2 или	Е34.860.052-8Сп-1шт. Е34.860.053-8Сп-1шт.
- кабель соединительный	Е34.851.340 Оп	4	
- кабель соединительный	Е34.853.341	1	
- переход ВЧ 50 Ом	Е32.236.094 Сп	1	
- плата	Е33.661.490	1	
- предохранитель ВПИ-1,1А	ОК0.480.003 ТУ	1	
- предохранитель ВПИ-1,2А	ОК0.480.003 ТУ	2	
- лампа СМ-28.005-01	ТУ16-535-041-72	2	
- лампа газоразрядная	Е33.374.003	1	
4. Техническое описание и инструкция по эксплуатации	Е32.721.090 ТО	1	
5. Формуляр	Е32.721.090 Ф0	1	

4. УСТРОЙСТВО И РАБОТА ИЗДЕЛИЯ

4.1. Принцип действия

Стандарт частоты ЧИ-50 - это прибор, в котором колебания кварцевого генератора синхронизируются с высокой точностью по частоте микроволнового перехода в атомах Rb^{87} . Сигнал кварцевого генератора, рис.1, умножается до частоты микроволнового перехода в атомах Rb^{87} , $f_{\text{пер.}} = 6834 \text{ МГц}$. Ввиду не кратности частот кварцевого генератора и частоты перехода Rb^{87} , для получения микроволнового поля с частотой равной $f_{\text{пер.}}$ из умноженной в n раз частоты кварца $f_{\text{кв.}}$ вычитается частота синтезатора $f_0 = 5,317460 \text{ МГц}$. Причем частота синтезатора выбирается таким образом, чтобы выполнялось равенство $f_{\text{пер.}} = f_{\text{кв.}} \cdot n - f_0$, $f_{\text{кв.}} = 5 \text{ МГц}$. В канале умножения осуществляется частотная модуляция с частотой $f_m = 85 \text{ Гц}$. Свет от спектральной лампы проходит через оптический фильтр, газовую ячейку с парами Rb^{87} , конденсор и попадает на фотодиод. Газовая ячейка с парами Rb^{87} эквивалентна высокодобротному контуру. Поглощение света парами Rb^{87} в ячейке изменяется в зависимости от величины отклонения частоты СВЧ сигнала $f_{\text{кв.}} \cdot n - f_0$ от частоты $f_{\text{пер.}}$. Так как сигнал микроволновой накачки $f_{\text{кв.}} \cdot n - f_0$ модулирован по частоте $f_m = 85 \text{ Гц}$, то световой поток, проходящий через ячейку от источника света, модулирован этой частотой.

Световой поток принимается фотодиодом, на выходе которого получается сигнал с частотой $f_m = 85 \text{ Гц}$, синфазный с сигналом модулятора, если частота поля микроволновой накачки $f_{\text{кв.}} \cdot n - f_0 < f_{\text{пер.}}$ находится слева от вершины линии атомного перехода, и противофазный, если справа $f_{\text{кв.}} \cdot n - f_0 > f_{\text{пер.}}$. Причем при переходе через вершину линии фаза сигнала ошибки не меняется скачком на 180° , а амплитуда проходит через нуль (рис.2). Фаза указывает на знак отклонения.

Напряжение детектора усиливается предварительным усилителем и подается на блок УСИЛИТЕЛЬ. В блоке УСИЛИТЕЛЬ сигнал 2Ω усиливается

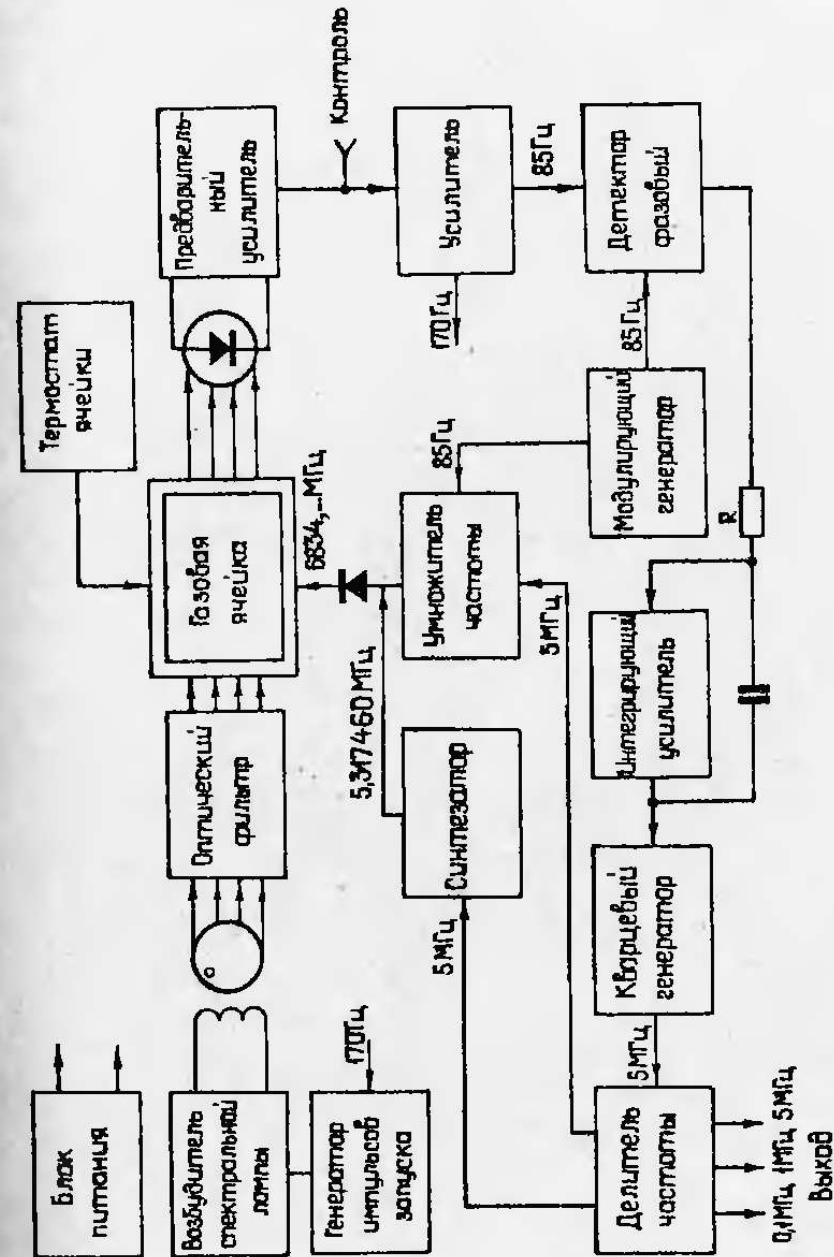


Рис.1. Структурная схема стандарта частоты

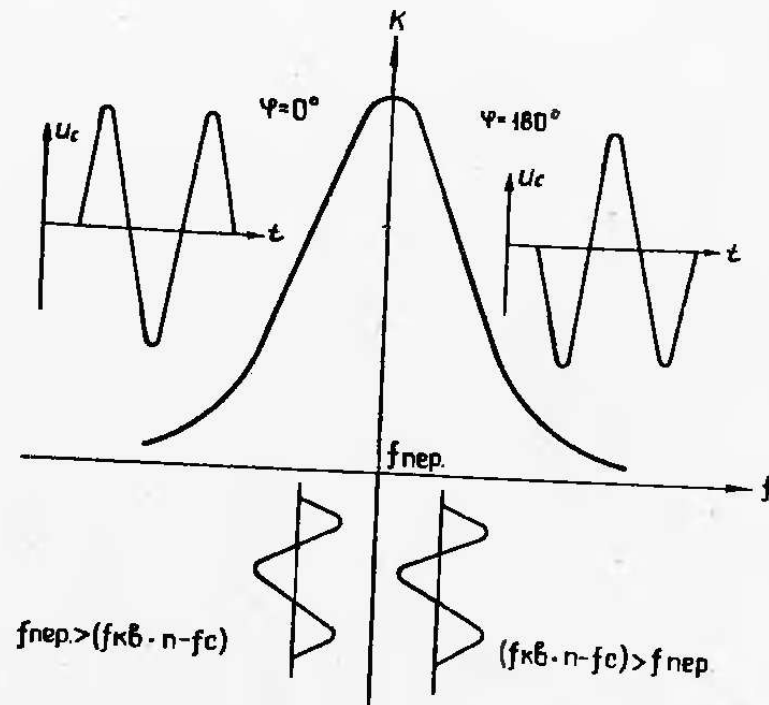


Рис.2 Резонансная кривая микроволнового перехода в атомах Rb^{87}

широкополосным усилителем, детектируется и подается на генератор импульсов запуска для выключения его при поджиге спектральной лампы. Сигнал первой гармоники усиливается селективным усилителем и подается на фазовый детектор, где сравнивается с сигналом модулирующего генератора. Выходное напряжение фазового детектора соответствующей полярности подается через интегрирующий усилитель на управляющий элемент кварцевого генератора. Таким образом, частота кварцевого генератора фиксируется по частоте атомного перехода Rb^{87} , обладающего долговременной нестабильностью, равной нескольким единицам одиннадцатого знака. Для удобства эксплуатации в приборе предусмотрена возможность одновременного питания его от сети 220 В, 50 Гц либо 400 Гц от внешних аккумуляторов +27 В. Кроме того, в приборе имеются встроенные аккумуляторы резервного /аварийного/ питания. Внешние аккумуляторы автоматически подключаются к прибору в случае падения напряжения в сети и, если нет внешних аккумуляторов, подключается резервное питание. Это позволяет использовать прибор в качестве эталона времени, так как при отключении внешних источников питания шкала времени не теряется.

В приборе предусмотрен автоматический контроль за правильной работой прибора. В случае какого-либо отказа или когда прибор работает в неоптимальном режиме, загорается лампочка ОТКАЗ на передней панели прибора. Лампочка ОТКАЗ загорается и горит в течение времени прогрева и при переходе прибора на внутренние аккумуляторы /гаснет при восстановлении напряжения сети до нормального уровня/. Лампочка ОТКАЗ может погаснуть и раньше окончания полного прогрева прибора.

4.2. Электрическая схема

На общей электрической принципиальной схеме прибора /Е32.721.090 ЭЗ, лист I/ показано электрическое соединение низкочастотных и высокочастотных цепей всех узлов стандарта частоты 41-50.

На втором листе приведена электрическая принципиальная схема блока питания.

Регулировкой подстройка кварца производится коррекция частоты кварцевого генератора путем изменения напряжения на управляющем диоде. Переключатель КОНТРОЛЬ служит для коммутации контролируемых цепей по гальванометру ИП.

Регулировкой поле С изменяется ток подмагничивания в объеме ячейки, что приводит к изменению частоты.

Тумблер АВТОПОДСТРОЙКА осуществляет коммутацию цепи управляющего напряжения, подаваемого на кварцевый генератор, и одновременно осуществляет подключение цепи обратной связи.

Электрический счетчик Э1 контролирует время наработки прибора.

Контроль температуры в объеме ячейки и спектрального источника света осуществляется измерением сопротивления датчиков температуры, установленных в термостатируемых объемах и выведенных на контакты 1,2 и 3,4 разъема АВТОМАТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА КОНТРОЛЯ.

Выход КОНТРОЛЬ предназначен для наблюдения сигнала с выхода преобразователя.

Контроль напряжения на аккумуляторной батарее осуществляется измерением напряжения на контактах 49, 50 разъема АВТОМАТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА КОНТРОЛЯ. Ниже дается описание работы составных частей изделия.

4.3. Генератор кварцевый /ЕЗЗ.261.054/

Задающий каскад выполнен по схеме емкостной трехточки на транзисторе Т1 /ЕЗЗ.126.029/.

Возбуждение на третьей механической гармонике резонатора обеспечивает контур L1, С5 настроенный на частоту $f = 13,0 - 13,5$ МГц, имеющий емкостную реакцию.

Перестройка частоты задающего генератора осуществляется подстроечным конденсатором С1 и дросселем Др1 /подбирается при регулировке/.

Параллельно конденсатору С1 включен варикап Д1, емкость которого меняется в зависимости от приложенного к нему постоянного напряжения, что обеспечивает дистанционную перестройку частоты.

С задающего каскада сигнал подается на усилитель АРУ, выполненный на транзисторе Т2. Усиленный сигнал поступает на детектор ДЗ и на усилитель постоянного тока ТЗ, включенный в цепь базового делителя задающего каскада. Выпрямленный сигнал, пропорциональный уровню на резонаторе, открывает транзистор УПТ, тем самым, изменяя ток базы транзистора, устанавливает необходимый режим работы задающего каскада.

С усилителя АРУ сигнал через эмиттерный повторитель Т4 поступает на выходной усилитель Т1 /ЕЗЗ.661.088/, выполненный по схеме с общим эмиттером, нагрузкой которого служит контур L1, СЗ, С4. Связь с нагрузкой трансформаторная. Кварцевый резонатор расположен внутри цилиндра одноступенчатого термостата. Элементы задающего каскада, АРУ, УПТ и усилителя мощности, схема контроля температуры расположены вокруг цилиндра термостата. Цилиндр с расположенными на нем элементами помещен в сосуд Дьюара.

Выходной каскад и усилитель постоянного тока схемы контроля температуры расположены в торце сосуда Дьюара на печатной плате ЕЗЗ.661.088.

Генератор и схема контроля температуры питаются стабилизированным напряжением +12,6 В от внутреннего стабилизатора Т2, ТЗ /ЕЗЗ.661.088/.

Схема контроля температуры состоит из усилителя постоянного тока на микросхеме МС1 и усилителя мощности /Т5, Т6, Т7/. Датчиком является терморезистор ММ1-1 /Р15/, включенный в плечо моста /R18, R19, R20, R15/. Сигнал разбаланса моста усиливается микросхемой МС1 и поступает на усилитель мощности /Т5, Т6, Т7/, охваченный отрицательной обратной связью. МС1 - дифференциальный усилитель постоянного тока.

В коллекторную цепь выходного транзистора Т5 включена обмотка подогрева термостата. Ток в обмотке подогрева, пропорциональный раз-

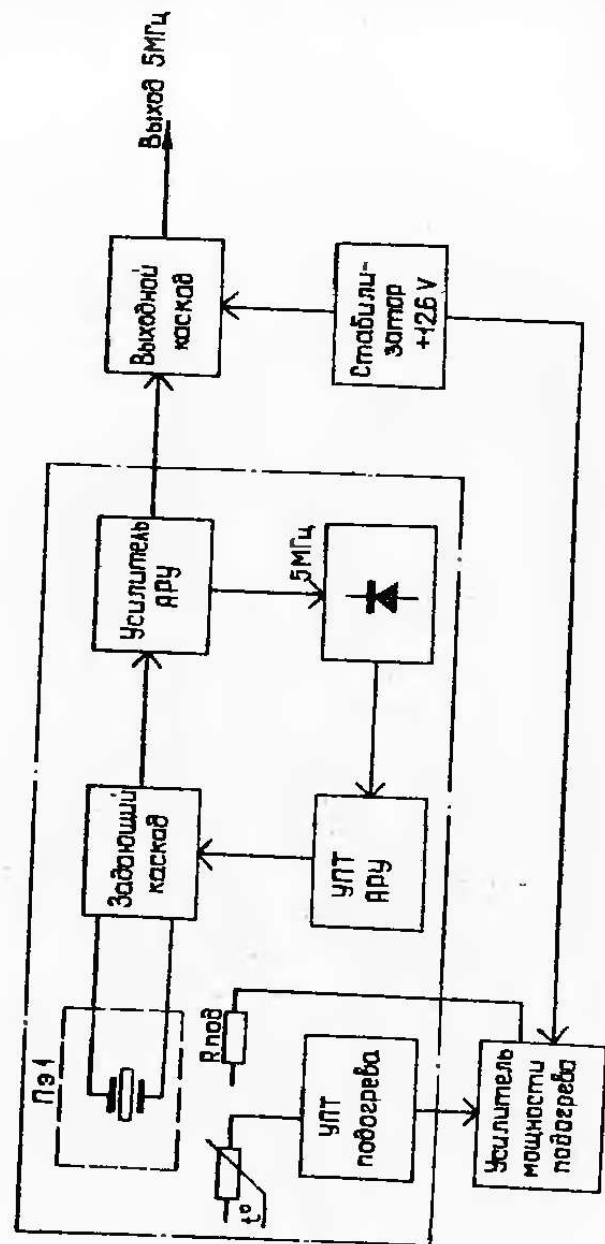


Рис.3 функциональная схема генератора кварцевого

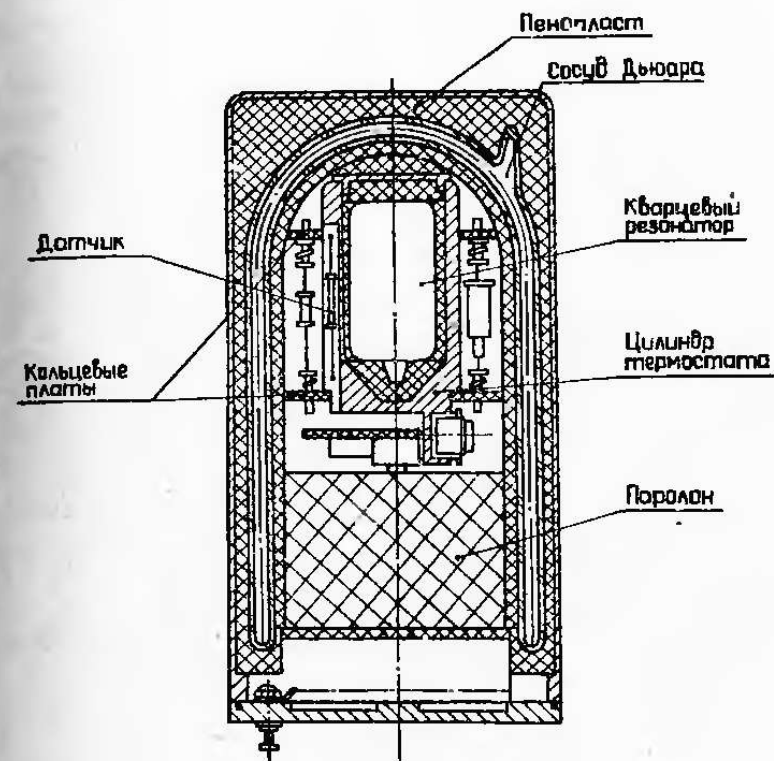


Рис.4 Продольный разрез кварцевого генератора

балансу моста, обеспечивает необходимую мощность в термостате в зависимости от данной окружающей температуры.

Температура в термостате устанавливается равной температуре минимального ТКЧ кварцевого резонатора /от +68 до +75°C/.

Примечание. При длительной эксплуатации возможен уход частоты кварцевого генератора на величину больше $1 \cdot 10^{-7}$. Установка номинального значения частоты кварцевого генератора осуществляется подбором конденсатора С1 и дросселя Др1 /ЕЗБ.126.029/.

4.4. Делитель частоты /ЕЗБ.208.229 33/

В блоке делителя частоты расположены две платы: делитель частоты 5 МГц - 1 МГц - 0,1 МГц ЕЗБ.661.291 и буферный усилитель ЕЗБ.661.284.

Делитель частоты предназначен для выдачи сигналов синусоидальной формы с частотами 1 МГц и 0,1 МГц, синхронизированных по фазе с входным сигналом.

Буферные усилители предназначены для устранения влияния подключаемых цепей на работу стандарта частоты.

Делитель частоты 5 МГц - 1 МГц - 0,1 МГц состоит из двух регенеративных делителей:

а/ регенеративный делитель частоты 5 МГц - 1 МГц;

б/ регенеративный делитель частоты 1 МГц - 0,1 МГц.

Регенеративный делитель частоты 5 МГц - 1 МГц.

Делитель частоты 5 МГц - 1 МГц. осуществляет деление выходной частоты 5 МГц до 1 МГц. Блок-схема делителя частоты изображена на рис.5.

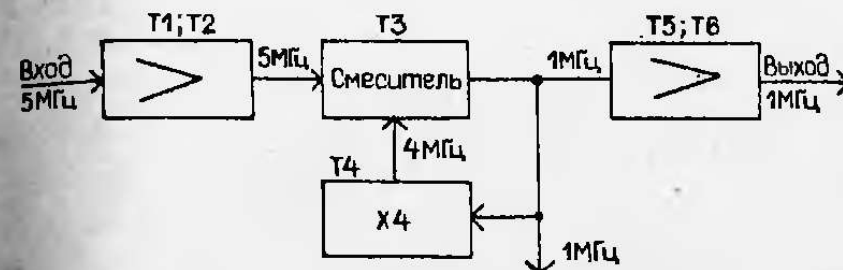


Рис.5. Блок-схема делителя частоты 5 МГц-1 МГц.

Делитель относится к типу регенеративных. Он запускается автоматически при подаче на вход сигнала 5 МГц напряжением 0,5 В эфф., если к нему подведено питающее напряжение +12,6 В. При отсутствии входного сигнала 5 МГц делитель частоты не дает выходного эффекта, то есть на выходе его нет сигнала 1 МГц. Входной сигнал 5 МГц поступает на буферный резонансный усилитель, выполненный по каскадной схеме /транзисторы Т1, Т2/, контур которого С4, Л1 настроен на частоту 5 МГц. Сигнал 5 МГц с обмотки связи контура С4, Л1 подается на базу смесительного каскада /транзистор Т3/. В эмиттерную цепь смесителя поступает сигнал 4 МГц с умножителя частоты /транзистор Т4/. В коллекторную цепь Т3 включен контур, состоящий из индуктивности первичной обмотки Тр1 и емкостей С7, С9 и настроенный на резонансную частоту 1 МГц. Сигнал 1 МГц снимается со вторичной обмотки Тр1 и поступает на базу умножителя Т4. Коллекторная цепь умножителя нагружена контуром, состоящим из индуктивности Л2 и емкости С14, который настроен на частоту 4 МГц. Сигнал со вторичной обмотки Л2 подается в цепь эмиттера смесительного каскада. Со вторичной обмотки Тр1 сигнал частотой 1 МГц подается через резистор R41 на делитель 1 МГц - 0,00 кГц для его запуска, а через резистор R18 в эмиттерную цепь выходного резонансного усилителя. Выходной резонансный усилитель Т5 в

коллекторной цепи имеет контур, состоящий из первичной обмотки Tr2 и емкостей C18, C20, настроенный на частоту 1 МГц. Выходной усилитель выполнен по схеме с заземленной базой и имеет автоматическую регулировку усиления, выполненную на диоде Д1 и транзисторе Т6. Со вторичной обмотки Tr2 напряжение с частотой 1 МГц подается на контакт 1 выходного разъема. Диодная цепочка Д2, R23, C21, C22 позволяет получить постоянное напряжение примерно пропорциональное уровню выходного сигнала 1 МГц, которое используется для стрелочной индикации выходного напряжения.

Регенеративный делитель частоты 1 МГц - 100 кГц.

Делитель частоты 1 МГц - 100 кГц осуществляет деление входной частоты 1 МГц до 100 кГц. Блок-схема делителя изображена на рис.6.

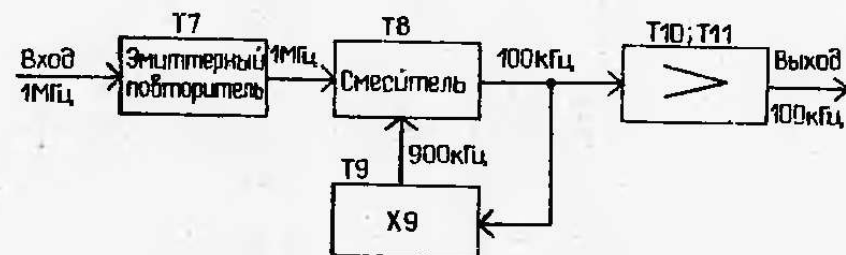


Рис.6. Блок-схема делителя частоты 1 МГц-100 кГц

По принципу работы делитель частоты 1 МГц - 100 кГц аналогичен делителю 5 МГц - 1 МГц. Сигнал с частотой 1 МГц поступает на эмиттерный повторитель, выполненный на транзисторе Т7. С сопротивления нагрузки эмиттерного повторителя R26 сигнал с частотой 1 МГц по-

ступает на базу смесительного каскада Т8. В эмиттерную цепь смесителя подается сигнал с частотой 900 кГц с умножителя частоты Т9. В коллекторную цепь Т8 включен контур, состоящий из индуктивности первичной обмотки Tr3 и емкостей C24, C26 и настроенный на разностную частоту 100 кГц. Сигнал 100 кГц снимается со вторичной обмотки Tr3 и поступает на базу умножителя Т9. Коллекторная цепь умножителя нагружена контуром, состоящим из индуктивности первичной обмотки Tr4 и емкостей C29, C31, который настроен на частоту 900 кГц. Сигнал со вторичной обмотки Tr4 подается в цепь эмиттера смесительного каскада. Со вторичной обмотки Tr3 сигнал частотой 100 кГц подается в эмиттерную цепь выходного резонансного усилителя. Выходной резонансный усилитель Т10 в коллекторной цепи имеет контур, состоящий из первичной обмотки Tr5 и емкостей C35, C37, настроенный на частоту 100 кГц. Выходной усилитель выполнен по схеме с заземленной базой и имеет автоматическую регулировку усиления, выполненную на диоде Д3 и транзисторе Т11. Со вторичной обмотки Tr5 напряжения частотой 100 кГц подается на контакт 4 выходного разъема. Диодная цепочка Д4, R40, C39, C40 позволяет получить постоянное напряжение примерно пропорциональное уровню выходного сигнала 100 кГц, которое используется для стрелочной индикации выходного напряжения.

Буферные усилители представляют собой каскады, построенные по схеме с общей базой /транзисторы Т1, Т2/ и стабилизацией амплитуды выходного напряжения с помощью транзисторов Т3, Т4 и диодов Д1, Д2. С буферного усилителя 5 МГц /транзисторы Т2, Т4/ через цепочку R13, Д3 проходит цепь контроля 5 МГц. Сигналы 5 МГц с буферного усилителя, собранные на транзисторах Т1, Т3 подаются на умножитель частоты /разъем Ш6/ и на синтезатор 5,317460 МГц /разъем Ш5/.

4.5. Синтезатор частоты 5,317460 МГц /Е32.206.181/

Синтезатор частоты предназначен для преобразования опорного сигнала частоты 5 МГц в когерентный с ним сигнал частотой

5,317460 МГц. Структурная схема синтезатора приведена на рис.7. Принцип работы синтезатора следующий.

Опорный сигнал частоты 5 МГц, поступающий на разъем Ш1, последовательно делится на 7, умножается на 4, вновь делится на 9 и полученная при этом частота 0,317460 МГц смешивается с опорной. В результате образуется сигнал требуемой частоты 5,317460 МГц, который в дальнейшем фильтруется, усиливается и с разъема Ш2 подается на умножитель частоты.

Во входном усилителе, выполненном на транзисторах Т1 и Т2, применена схема АРУ /Т2/ для обеспечения стабильности уровня входного сигнала. Через емкость С10 опорный сигнал подается на формирователь импульсов запуска делителя на 7. Делитель на 7 выполнен на микросхемах Мс2, Мс1, Мс4, Мс6. Выходная частота делителя $f = 0,714... \text{МГц}$ подается на вход умножителя на 4, который собран на микросхеме Мс9 и имеет входной /L2, С23, С19/ и выходной /L3, С29, С31/ контуры. Выходная частота умножителя $f = 2,85... \text{МГц}$. Сигнал этой частоты поступает на формирователь импульсов запуска делителя на 9, который выполнен на транзисторе Т4. Делитель на 9 образуют микросхемы Мс2, Мс3, Мс5, Мс7, Мс8. Выходная частота делителя $f = 0,317460 \text{ МГц}$ через переходную цепочку R13, С34 подается на вход 3 смесителя /Мс10/, а на вход 4 через цепочку R14, С35 подается опорный сигнал частотой 5 МГц. Требуемая частота 5,317460 МГц выделяется контурами L4, С37, L5, С41 и поступает на активный фильтр, выполненный на микросхеме Мс11.

В выходном усилителе /Т5, Т6/ также применена схема АРУ /Т6/ для повышения стабильности уровня выходного сигнала. Выходной сигнал синтезатора $f = 5,317460 \text{ МГц}$ снимается с контура L8, С53 через разделительную емкость С55 на нагрузку R18.

4.6. Умножитель частоты /Е32.203.257 ЗЗ/

Блок умножителя частоты предназначен для умножения сигнала частоты

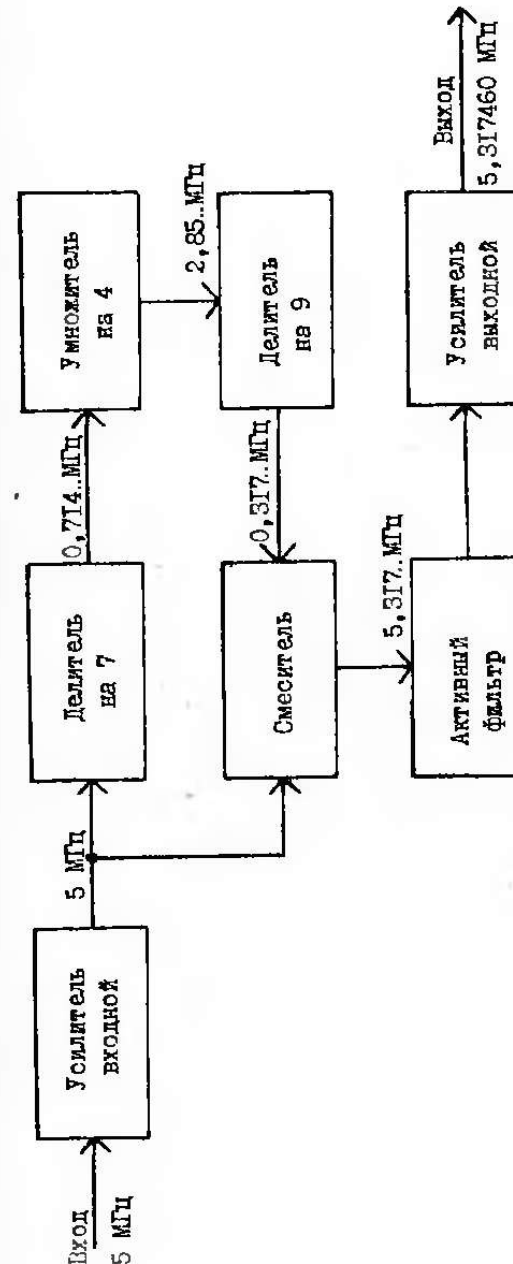


Рис.7 Структурная схема синтезатора частоты.

той 5 МГц опорного кварцевого генератора до частоты 90 МГц и осуществления частотой модуляции выходного сигнала частотой 85 Гц.

Сигнал частотой 5 МГц с блока кварцевого генератора подается на блок умножителя частоты через разъем Ш1. Перед умножением 5 МГц сигнал модулируется сигналом частоты 85 Гц, поступающим через разъем Ш2.

Модулирование 5 МГц удваивается до 10 МГц, утраивается до 30 МГц и еще раз утраивается до частоты 90 МГц.

Цепь частотного модулятора состоит из транзистора Т1 и соединительных элементов. Сигнал частоты 5 МГц подается в цепь базы Т1 через Ш1, R1 и C1. Второй сигнал частоты 85 Гц подается в цепь коллектора Т1 через Ш2, Др1, R9 и R10. Варикап Д2, катушка L1 и конденсатор C6 составляют цепь резонансного контура на частоту 5 МГц. Когда сигнал частоты 85 Гц подается на эту настроенную цепь, емкость варикапа Д2 меняется в такт с частотой 85 Гц и модулирует сигнал основной частоты 5 МГц частотой 85 Гц. Напряжение отпирающего диода Д1 и сопротивление R7 устанавливают постоянное рабочее напряжение диода Д2.

Кроме усиления сигнала 5 МГц, Т1 обеспечивает развязку для защиты от обратной связи цепей генератора с модулированным сигналом частоты 5 МГц. Напряжение стабилизации Д5 устанавливает опорное напряжение для баз транзисторов Т1, Т2, Т3, Т4 и Т5.

В цепь базы Т2 балансного удвоителя частоты модулированный сигнал 5 МГц подается через конденсатор C7. Усилитель Т2 питает первичную обмотку трансформатора Тр1 сигналом частоты 5 МГц. Транзистор Т2 представляет собой усилитель класса А, а первичная обмотка трансформатора Тр1 подстраивается на частоту 5 МГц с помощью конденсатора C9. Сопротивление R12 обеспечивает отрицательную обратную связь для стабилизации усиления. Трансформатор Тр1 и диоды Д3 и Д4 образуют двухполупериодный выпрямитель, с которого импульсы частоты 10 МГц через конденсатор C13 подаются на вход фильтра 10 МГц. Дроссель Др4 обеспечивает замыкание цепи диодов по постоянному току.

Каскад на транзисторе Т3 собран по схеме усилителя с общей базой и согласует низкочастотную цепь балансного удвоителя с высокочастотной

цепью полосового фильтра на 10 МГц. Элементы C14, R17, L2, C15, C16 и L3 образуют цепь полосового фильтра на 10 МГц с двумя связанными контурами. Конденсатор C17 обеспечивает высокочастотную связь между фильтром и входом устроятеля частоты 10 - 30 МГц.

Каскад на транзисторе Т4 усиливает отфильтрованный сигнал частоты 10 МГц для возбуждения цепи устроятеля 10-30 МГц. Отрицательная обратная связь для стабилизации усиления обеспечивается за счет резистора R19. Резонансная цепь Др7, C20 в цепи коллектора транзистора Т4 настраивается на 10 МГц и обеспечивает максимальный сигнал для устроятеля частоты.

Диод Д6 и RC цепь R21, C21 генерируют импульсы частоты 10 МГц оптимальные для выделения третьей гармоники.

Контур L4, C24 настраивается на частоту 30 МГц и выделяет эту гармонику перед дальнейшим усилением и фильтрацией в последующей цепи фильтра.

Каскад на транзисторе Т5 собран по схеме усилителя частоты 30 МГц с общей базой и обеспечивает согласования импедансов между низкочастотной цепью устроятеля и высокочастотной цепью полосового фильтра на 30 МГц. C26, R24, L5, C27, L6, C28 и C30 образуют полосовой фильтр с двумя связанными контурами. Дроссель Др8 обеспечивает замыкание цепи базы Т6 по постоянной составляющей.

Транзистор Т6 работает как устроятель частоты в классе "С" с регулировкой усиления по обратной связи через Т7. Транзистор Т6 проводит импульсы тока, оптимальные для выделения 3-й гармоники. Сигнал 90 МГц фильтруется цепью полосового фильтра, состоящего из двух связанных контуров: L7, C31, C35 и L8. Отфильтрованный сигнал 90 МГц подается в цепь выходного усилителя Т8 через конденсатор связи C36. Дроссель Др10 обеспечивает замыкание базы Т8 по постоянной составляющей.

Выходной усилитель Т8 усиливает сигнал частоты 90 МГц, подаваемый с выхода Т5, и обеспечивает дополнительную фильтрацию настра-

иваемой цепи L 9, C40. Переменным конденсатором C41 регулируется согласование выходного импеданса T8 с согласующим аттенуатором /R28, R29, R30/. Емкости C45, C46, C48 и индуктивность L 10 образуют "П" согласующую цепь для сигнала 90 МГц. Далее сигнал частоты 90 МГц через разъем ШЗ подается на генератор гармоник - диод Д2, находящийся непосредственно в резонаторе ЕЗ6.113.624.

На разъем ШЗ через Ш4, С47, Др14 и L10 одновременно поступает сигнал частоты 5,317460 МГц для подмешивания к 76-й гармонике частоты 90 МГц. Сигнал частоты 6834 МГц выделяется резонатором ЕЗ6.113.624. Цепь Др13, R32 служит для обеспечения выбора рабочей точки диода.

Через конденсатор C43 часть выходного сигнала 90 МГц подается на диоды Д8 и Д10 для выпрямления. Ток эмиттера транзистора Т6 регулируется транзистором Т7. Ток базы Т7 является разностью между током, протекающим через R26 и диоды Д8, Д10. Регулировка обратной связи устанавливается таким образом, что амплитуда выходного сигнала увеличивается или уменьшается, как необходимо, пока ток через диоды Д8 и Д10 не будет в точности равен току через R26. Сопротивление R26 определяет коэффициент регулирования. Через конденсатор C42 часть выходного сигнала 90 МГц подается на диод Д9. Ток этого диода через R31 и С2 подается на измерительный прибор для контроля выхода 90 МГц.

4.7. Модулятор /ЕЗ2.081.312 38/

Блок модулятора состоит из двух плат: модулирующего генератора ЕЗ3.661.269 и интегрирующего усилителя ЕЗ3.661.267, рис.16.

Модулирующий генератор состоит из задающего генератора /Т1, Т2, Т3/, формирующего устройства /Т4, Т5/, двоичного делителя /Т6, Т7/ и фазовращателя. Задающий генератор генерирует синусоидальный сигнал с частотой $2f_m = 170$ Гц. Частота генерации определяется цепочкой С3, R5, С4, R7, R9 и может регулироваться в небольших пределах потенциометром R9. Цепь обратной связи, состоящая из /R2, С2, Д1, Д2/ обеспечивает поддержание постоянства амплитуды генерируемых колеба-

ний.

Сигнал с задающего генератора поступает на формирующее устройство /Т4, Т5/, состоящее из триггера Шмидта, дифференцирующей цепи и диодного ограничителя. С выхода формирующего устройства снимаются очень короткие импульсы с частотой следования $2f_m = 170$ Гц. Эти импульсы запускают двоичный делитель Т6, Т7/. Сигнал прямоугольной формы с двоичного делителя подается на фазовращатель и далее на выход.

Фазовый детектор собран на микросхеме МС1 /101К1А/. Опорный сигнал /меандр/ заводится с эмиттерных повторителей /Т10, Т11/ на базы триодов микросхемы, а сигнал с усилителя через трансформатор подается на эмиттер транзисторов микросхемы МС1. Сигнал управления снимается со средней точки трансформатора Тр1 и поступает на интегрирующий усилитель.

Интегрирующий усилитель предназначен для одновременного выполнения двух функций: усиления напряжения постоянного тока, поступающего с выхода фазового детектора и интегрирования сигнала. Интегрирование осуществляется резистором R4 /плата ЕЗ3.661.267/ и конденсатором С1 /см. общую схему прибора/.

Усилитель собран на микросхемах МС1 /101К1А/, МС2, МС3 /140УД1А/. На микросхеме МС1 собран эмиттерный повторитель, который служит для увеличения входного сопротивления схемы.

Микросхемы МС2 и МС3 представляют собой операционные усилители, включенные последовательно для увеличения общего коэффициента усиления.

Потенциометром R1 осуществляется балансировка усилителя.

С1-R7 - корректирующая цепочка, С2 - корректирующая емкость. Служат для предотвращения возбуждения усилителя.

Цепочки R8, Д2, R9, Д1 служат для развязки по цепи питания. Диоды Д1 и Д2 одновременно служат и для стабилизации питающего напряжения.

Выходной сигнал с точки 5 микросхемы МСЗ подается на выход и затем на управляющий элемент кварцевого генератора.

4.8. Усилитель /ЕЗЗ.032.336 33/

Блок усилителя состоит из четырех плат: платы селективного усилителя ЕЗЗ.661.261, платы управления подогревом термостата ячейки ЕЗЗ.661.263, плата автоматического поджига спектральной лампы ЕЗЗ.661.265, плата схемы логики ЕЗЗ.661.266, рис.17.

Селективный усилитель предназначен для усиления сигнала, снимаемого с предварительного усилителя до величины, необходимой для нормальной работы фазового детектора.

Частотная характеристика усилителя формируется с помощью трех RC-фильтров.

Фильтр R3, R4, R5, C1, C2, C3 осуществляет подавление второй гармоники в спектре сигнала и настроен на 170 Гц.

Цепочка R12, C8, R13, C9 - это фильтр низких частот. Двухконтурный Т-образный мост C12, C13, C14, R22, R24, R25, R27 в цепи отрицательной обратной связи настроен на частоту 85 Гц и обеспечивает полосу пропускания усилителя порядка 6-10 Гц. Для обеспечения устойчивой работы предусмотрена развязка по питанию между каскадами. Полоса усилителя регулируется потенциометром R24, а усиление усилителя потенциометром R6. На этой же плате расположен потенциометр "Усиление 2Ω" R2, сигнал с которого идет на схему автоматического управления поджигом спектральной лампы /плата ЕЗЗ.661.265/. Сигнал 2-й гармоники усиливается усилителем 2-й гармоники /транзисторы Т1, Т2, Т3/, детектируется диодами Д1, Д2; постоянное напряжение усиливается и с транзистора Т5 подается на схему запуска спектральной лампы. Кроме того, постоянное напряжение подается на индикатор контроля и на схему логики.

Схема логики служит для контроля за правильной работой стандарта частоты и световой индикации неисправностей.

На вход схемы логики через сопротивление R1 и диоды Д1, Д3 и Д2, Д4 поступает контролируемый сигнал с интегрирующего усилителя. Если сигнал меньше +3 В, то сигнал не проходит через диоды, транзистор Т3 закрыт, и лампочка ОТКАЗ в цепи коллектора этого транзистора не горит. Если сигнал больше 3 В, пробивается опорный диод Д2 и сигнал попадает на базу транзистора Т1. Транзистор Т1 открывается, напряжение на коллекторе Т1 падает, уменьшается и потенциал на базе Т2, транзистор Т2 закрывается, напряжение на коллекторе возрастает и через диод Д5 подается на базу Т3. Транзистор Т3 открывается и загорается лампочка ОТКАЗ на передней панели прибора. Это говорит о наличии неисправности в кварцевом генераторе. При наличии сигнала 2-й гармоники постоянное напряжение со схемы автоматического управления поджигом спектральной лампы подается на базу Т4, транзистор стирит, напряжение на коллекторе небольшое, транзистор Т3 закрыт; лампочка не горит. Если сигнал 2-й гармоники отсутствует, транзистор Т4 закрыт, напряжение на коллекторе большое, это напряжение через диод Д7 подается на базу Т3, транзистор Т3 открывается, загорается лампочка ОТКАЗ. Это говорит о наличии неисправности в одном из блоков: дискриминаторе, модуляторе, кварцевом генераторе, умножителе, синтезаторе.

Сигнал первой гармоники больше 1 В с селективного усилителя через конденсатор C1 поступает на диоды Д8, Д9, детектируется и подается на базу Т5. Транзистор Т5 открыт, напряжение на коллекторе маленькое /0,5 В/. Это напряжение подается на базу транзистора Т6 и закрывает его.

Транзистор Т6 закрыт, напряжение на коллекторе увеличивается и через диод Д10 поступает на базу Т3 и открывает его. Загорается лампочка ОТКАЗ.

Через диоды Д11, Д12 поступают сигналы, по которым контролируется правильность работы термостата, готовность прибора к работе. При правильной работе напряжение на коллекторе транзистора подогрева

меняется от 3 В до 24 В. Если это нарушается, то загорается лампочка ОТКАЗ. Допустим, что напряжение на коллекторе стало 27 В. Это напряжение подается на базу Т8, в эмиттер которого заводится +27 В. Транзистор Т8 открывается, напряжение на коллекторе уменьшается, транзистор Т9 закрывается, напряжение на коллекторе увеличивается и через диод Д12 подается на базу Т3. Транзистор Т3 открывается, загорается лампа ОТКАЗ. Это говорит о неисправности в системе управления подогревом. Если напряжение меньше 3 В, закрывается транзистор Т7, напряжение на коллекторе Т7 увеличивается и через диод Д13 подается на базу Т3. Транзистор Т3 открывается, загорается лампа ОТКАЗ. Значит неисправность в системе управления подогревом или транзисторы подогрева.

Примечание. Во время прогрева прибора лампа ОТКАЗ должна гореть.

Схема управления подогревом термостата ячейки предназначена для поддержания с высокой точностью температуры в газовой ячейке. Упрощенная схема управления подогревом изображена на рис.8. В диагональ моста включена микросхема МС1 /140УД1А/, представляющая из себя операционный усилитель. В другую диагональ включен источник питания. В одно из плеч моста включен датчик температуры - термосопротивление. При изменении температуры в точках 1 и 2 появляется разность потенциалов. Она усиливается операционным усилителем МС1 /140УД1А/, затем усилителем тока на транзисторах Т1 и Т2 и с эмиттера Т2 сигнал управления подается на базу управляющего транзистора Т1, в цепи коллектора которого включена обмотка подогрева. При определенной температуре напряжение в точках 1 и 2 равно нулю и ток в обмотке подогрева уменьшается до нуля.

4.9. Дискриминатор рубидиевый /ЕЗЭ.803.002 ЗЗ/

Дискриминатор рубидиевый служит для получения сигнала ошибки пропорционального отклонению умноженной частоты кварцевого генератора

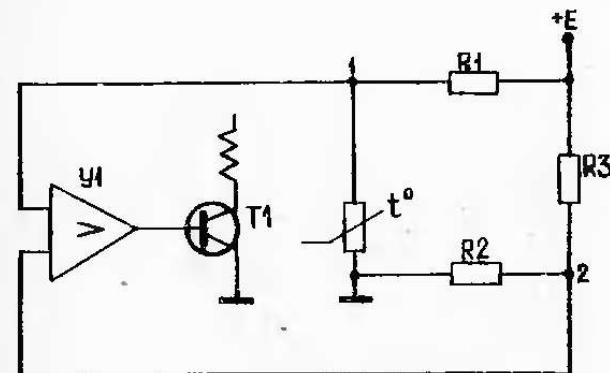


Рис.8 Упрощенная схема управления подогревом термостата ячейки

от частоты сверхтонкого перехода основного состояния атомов равной 6834, 682540 МГц.

Дискриминатор рубидиевый состоит из следующих основных узлов /рис.9/: а/ Спектральный источник света, включающий в себя газоразрядную спектральную лампу Л1, наполненную инертным газом криптоном и Rb⁸⁷, отражатель 34 и схем;

- Высокочастотного генератора для поддержания газосового разряда, которая представляет собой обычный LC генератор, собранный на транзисторе Т7. Напряжение питания на генератор подается через электронный фильтр Т8, Т9. Частота генерации равна 75-85 МГц.

- Поджига газосового разряда, которая представляет собой резонатор на управляемом диоде Д1 и транзисторах Т4 и Т5, который управляет разрядом емкости С6 через импульсный трансформатор Тр1, со вторичной обмотки которого снимается импульс, поджигающий лампу. Транзистор Т6 служит для заперания схемы поджига при достижении сигналом второй гармоники определенного уровня.

- Термостатирования для поддержания рабочей температуры газоразрядной лампы, представляющей собой мост сопротивлений, в одно из плеч которого включен термодатчик R1, а в диагонали моста включен усилитель подогрева МС1, Т3, Т2, П1.

Рабочая температура источника от 106 до 110°C. Точность поддержания температуры не менее $\pm 0,1^\circ\text{C}$. Термосопротивление R4 служит для контроля температуры.

Схемы спектрального источника света размещены на плате Е33.661.282.

б/ Оптический фильтр 33, содержащий инертный газ аргон /Ar / и Rb⁸⁵, в котором происходит фильтрация одной из оптических линий спектра излучения источника света.

в/ Оптическая линза 32, которая служит для фокусировки светового потока источника света на фотодиод Д1.

г/ Ячейка поглощения 31, наполненная смесью газов аргон-неон

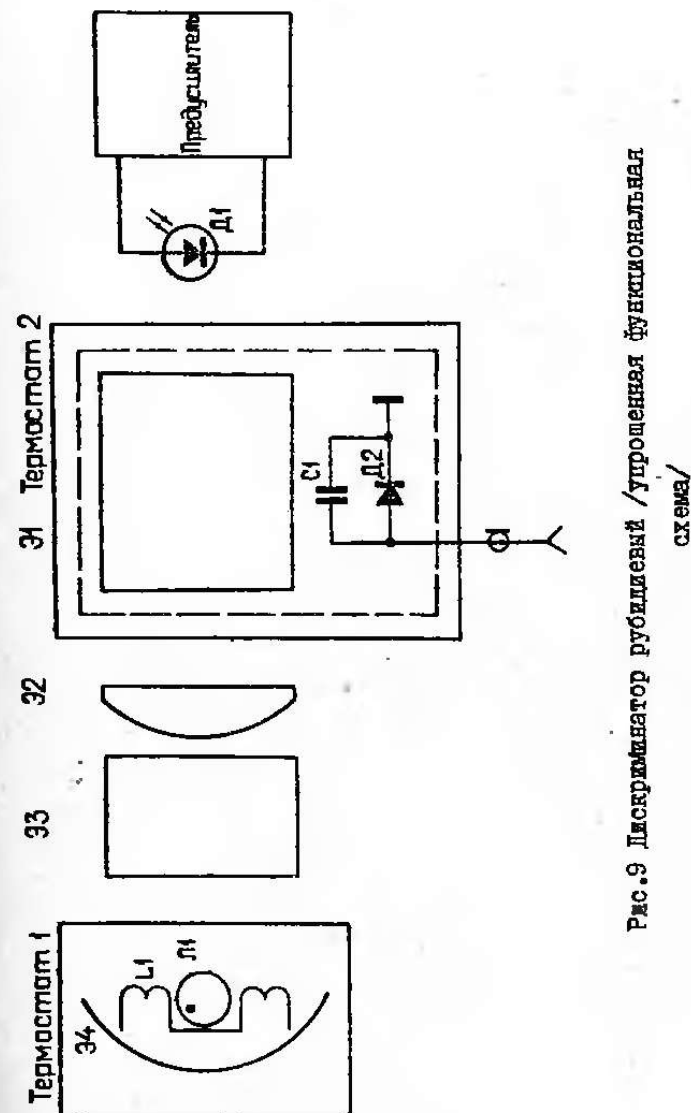


Рис.9 Дискриминатор рубидиевый /упрощенная функциональная схема/

и Rb^{87} , где происходит сравнение умноженной частоты кварцевого генератора с частотой сверхтонкого перехода атомов Rb^{87} . Ячейка поглощения помещена в объемный СВЧ резонатор, настроенный на частоту перехода 6834, 682540 МГц и возбуждаемый с помощью генератора гармоник Л2, С1.

д/ Фотоприемник, состоящий из фотодиода Д1 и широкополосного, маломощного предусилителя Т2, МС1, помещенного на плате ЕЗЗ.661.281, который вырабатывает напряжение пропорциональное отклонению умноженной частоты кварцевого генератора от вершины линии атомного перехода. Напряжение питания на предусилитель подается через электронный фильтр Т1, Д1.

г/ Магнитная обмотка R5, расположенная на поверхности объемного резонатора, служит для создания однородного магнитного поля параллельного оси резонатора.

в/ Обмотка подогрева R2, датчик R4 и контрольный датчик R3 являются элементами схемы термостатирования дискриминатора.

Резонатор с ячейкой поглощения Э1, содержащий пары Rb^{87} настроен на частоту сверхтонкого перехода атомов этого элемента. Свет газоразрядной лампы Л1, возбуждающейся ВЧ генератором и разогретой до температуры 106-110°C последовательно проходит оптический фильтр ЗЗ, фокусирующую линзу З2 и ячейку поглощения Э1 и попадает на фотодиод Д1, который включен на входе широкополосного маломощного предусилителя. Резонатор возбуждается мощностью, умноженного по частоте и преобразованного с помощью синтезатора сигнала кварцевого генератора. Поглощение света парами ячейки зависит от величины отклонения частоты СВЧ сигнала от частоты атомного перехода. При модуляции по частоте СВЧ сигнала сигналом низкой частоты, на выходе фотодиода появится сигнал ошибки с частотой модуляции, фаза и амплитуда которого определится знаком и величиной отклонения от частоты атомного перехода частоты кварцевого генератора.

4.10. Блок питания /ЕЗЗ.721.090 ЗЗ/

Блок питания предназначен для обеспечения всех электрических цепей стандарта частоты необходимыми напряжениями и токами.

Блок питания выдает следующие напряжения и токи:

- постоянное стабилизированное напряжение +12,6 В при токе нагрузки 190 мА;
- постоянное стабилизированное напряжение +20 В при токе нагрузки от 280 до 330 мА;
- постоянное стабилизированное напряжение -12,6 В при токе нагрузки 20 мА;
- постоянное нестабилизированное напряжение +27 В при токе нагрузки от 100 до 550 мА;

Кроме того блок питания обеспечивает аварийную работу от внутренней и внешней аккумуляторных батарей напряжением от 24 до 30 В. В блок питания предусмотрено устройство для заряда внутренней аккумуляторной батареи.

Источник +12,6 В собран по компенсационной схеме стабилизатора на транзисторах Т12, Т10, Т11, на плате ЕЗЗ.661.321. Источник +20 В выполнен также по компенсационной схеме стабилизатора на транзисторах Т3, Т4, Т5, Т6 на плате ЕЗЗ.661.321.

Стабилизаторы +20 В и +12,6 В подключены последовательно к источнику +27 В.

Источник -12,6 В совместно с преобразователем собран на отдельной экранированной плате ЕЗЗ.661.322. Стабилизатор выполнен на транзисторах Т3, Т4, Т5, Т6. Преобразователь выполнен на транзисторах Т7, Т8 и трансформаторе Тр1.

Источник +27 В с полупроводниковым фильтром Т1, Т2 собран на плате ЕЗЗ.661.321. Регулирующий транзистор Т2 расположен на задней панели прибора.

Регулирующие транзисторы Т3, Т4 источников +20 В +12,6 В распо-

ложены также на задней панели прибора.

Зарядное устройство собрано на транзисторах Т1, Т2 [плата ЕЗЗ.661.320/ и регулирующем транзисторе Т5, обеспечивает постоянный ток заряда 160 мА внутренней аккумуляторной батареи Б1. После полного заряда в течение 15 часов тумблер ЗАРЯД ставится в положение ВЫКЛЮЧЕН. Устройство, собранное на транзисторе Т3 [плата ЕЗЗ.661.320/ и реле Р1, предохраняет внутреннюю аккумуляторную батарею Б1 от чрезмерного разряда.

В блоке питания предусмотрены два электронных ключа, служащих для автоматического переключения блока питания на работу от внутренней аккумуляторной либо от внешней аккумуляторной батареи при внезапном отключении сети.

Ключи собраны на плате ЕЗЗ.661.320.

Для автоматического подключения внешней батареи служит ключ, выполненный на транзисторах Т4, Т5, Т6, Т7, Т8 и регулирующем транзисторе Т6. Подключение внутренней батареи обеспечивается ключом, выполненным на транзисторах Т9, Т10, Т11, Т12 и регулирующем транзисторе Т7.

Каскады на транзисторах Т4-Т8 и Т8-Т12 представляют собой усилители постоянного тока.

ВНИМАНИЕ! Время работы встроенных аккумуляторов не должно превышать 30 мин. За это время необходимо устранить неисправность в сети, подзарядить внешние аккумуляторы или подключить новую батарею, чтобы избежать выключения прибора.

4.II. Конструкция

Стандарт частоты выполнен в виде отдельного блока и используется в качестве настольного прибора.

При необходимости он может быть встроен в типовую стойку.

Расположение узлов на шасси - двухстороннее. Внизу расположены следующие узлы: усилитель, модулятор, синтезатор, делитель, преобразователь блока питания. Сверху расположены кварцевый генератор, умножитель, рубидиевый дискриминатор, трансформатор и плата блока питания.

а также аккумулятор резервного /аварийного/ питания. Такое расположение узлов в стандарте частоты максимально упростило доступ к ним при ремонте и регулировке прибора. Кроме этого, при снятии нижней крышки открывается доступ ко всем регулировочным элементам, расположенных там узлов.

Все электрические схемы выполнены с применением печатного монтажа. Основные органы управления прибора размещены в нише на передней панели. В нише расположены следующие органы управления: тумблеры ЗАРЯД, АВТОПОДСТРОЙКА, переключатель и индикаторный прибор КОНТРОЛЬ, ручки ПОДСТРОЙКА КВАРЦА и ПОЛЕ "С" $1 \text{ ДВЛ. } 1.10^{-11}$.

На передней панели расположены: тумблер СЕТЬ, лампочки ЗАРЯД и ОТКАЗ, лампочка включения сети. На задней панели прибора расположены разъемы выходных сигналов 5 МГц, 1 МГц, 0,1 МГц и разъем КОНТРОЛЬ. Там же расположены защитные предохранители, разъемы питания "220 В", "50 Нз" и "-27 В", выход АВТОМАТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА КОНТРОЛЯ, клемма заземления, мощные транзисторы блока питания и подогрева термостатов, электрохимический счетчик числа часов наработки. Конструкция узлов позволяет при снятии крышек замену любого элемента схемы. Для снятия верхних и нижних крышек необходимо снять боковые крышки и ослабить винты, зажимающие замки на задней панели.

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.

Приборы, принятые в ОТК и подготовленные к упаковке, пломбируются /при необходимости/ путем установки мастичных пломб на боковые стенки прибора.

На запорные замки укладочного ящика, в который уложен 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.

6.2. При приемке прибора необходимо убедиться в наличии полного состава его согласно табл. I.

6.3. Для обеспечения доступа к органам управления и присоединения, расположенным на задней панели, рабочее место должно иметь зазор между задней панелью прибора и соединяемыми предметами не менее 100 мм.

6.4. 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.

6.5. Работа прибора должна происходить в условиях, которые не выходят за пределы рабочих условий эксплуатации.

Питающая цепь не должна иметь резких скачков напряжения, рядом с рабочим местом не должно быть источников сильных магнитных и электрических полей /трансформаторов и т.д./.

Недопустима механическая вибрация рабочего места.

7. УКАЗАНИЯ МЕР БЕЗОПАСНОСТИ

7.1. Перед включением прибора необходимо корпусную клемму прибора соединить с защитным заземлением или корпусными клеммами других приборов, работающих в комплексе.

7.2. К работе с прибором допускаются лица, прошедшие инструкцию по технике безопасности для работ с напряжением до 1000 В.

7.3. При ремонтных работах на приборе, питающемся от сети 220 В переменного тока, необходимо соблюдать правила техники безопасности во избежание поражения электрическим током.

8. ПОДГОТОВКА К РАБОТЕ

8.1. При работе прибора необходимо, чтобы около него не было источников сильных магнитных полей, превышающих 1 миллиэрстед (МЭ).

8.2. Перед включением прибора органы управления должны находиться в следующем положении:

- тумблер СЕТЬ -- в положении выключено ;
- переключатель КОНТРОЛЬ -- в положении "Г" ;
- тумблер ЗАРЯД -- в положении выключено ;
- тумблер АВТОПОДСТРОЙКА -- в положении выключено.

8.3. Прибор должен включаться только в сеть 220 В, 50 Гц либо 220 В, 115 В 400 Гц или +27 В постоянного тока. При подключении прибора к внешней батарее необходимо строго соблюдать полярность включения. При питании прибора от сети 115 В 400 Гц необходимо переключить тумблер "220 В - 115 В" на задней панели прибора. Тумблером СЕТЬ включить прибор. Должна загореться лампа ОТКАЗ и может гореть в течение всего времени прогрева прибора. Она загорается и при переходе на автономное питание, при работе на нем, а также, когда не произведена предварительная регулировка прибора (не выставленном "статизме" на ноль). Во всех иных случаях горение лампочки ОТКАЗ говорит о неисправности прибора.

8.4. После включения прибор должен прогреваться в течение не менее 4-х часов.

8.5. Предварительная регулировка и калибровка прибора сводится к проверке режимов путем переключения ручки КОНТРОЛЬ и показаний стрелочного индикатора.

8.6. При переключении переключателя КОНТРОЛЬ должны наблюдаться при нормальной работе прибора следующие показания микроамперметра.

Таблица 2

Контролируемая цепь	Показания прибора, мкА	Примечание
2 гармоника	$+35 \pm 15$	
Статизм	0 ± 25	
5 МГц	$+35 \pm 15$	
1 МГц	$+35 \pm 15$	
0,1 МГц	$+35 \pm 15$	

Продолжение табл.2

Контролируемая цепь	Показания прибора, мкА	Примечание
90 МГц	$+35 \pm 15$	
5,31746 МГц	$+10 \div +50$	
Подогрев ячейки	$10 \div +50$	
Подогрев спектральной лампы	$10 \div +50$	
-12,6	-35 ± 15	
Батарея	$+35 \pm 15$	

8.7. После прогрева в течение 4-х часов включить тумблер АВТОПОДСТРОЙКА. Переключатель поставить в положение СТАТИЗМ. Если стрелка индикатора находится не на нуле, то необходимо, медленно вращая ручку ПОДСТРОЙКА КВАРЦА, установить стрелку на нуль. Лампочка ОТКАЗ должна погаснуть. Это говорит о готовности прибора к работе.

В дальнейшем, для избежания ошибки в измерениях, необходимо следить, чтобы стрелка индикатора прибора, показывающего "статизм", не выходила за границы ± 25 мкА. В случае выхода стрелки за эти пределы ручкой ПОДСТРОЙКА КВАРЦА вернуть стрелку индикатора на нуль.

Выключается прибор тумблером СЕТЬ, а затем только отключается сетевая вилка от розетки сети.

8.8. После подготовки прибора к работе органы управления должны находиться в следующих положениях:

- тумблер СЕТЬ - в положении включено;
- тумблер АВТОПОДСТРОЙКА - в положении включено;
- тумблер ЗАРЯД - в положении выключено;
- переключатель КОНТРОЛЬ - в положении СТАТИЗМ.

9.1. Подготовка к проведению измерений.

9.1.1. Перед работой прибора аккумуляторы поставить на заряд, так как прибор поставляется заводом-изготовителем с разряженными втресненными аккумуляторами.

Заряд аккумуляторов проводить в течение 15 часов после включения тумблера ЗАРЯД. При этом загорается лампочка ЗАРЯД. По истечении 15 часов тумблер ЗАРЯД необходимо выключить, лампочка ЗАРЯД при этом должна погаснуть. Проводить заряд аккумуляторов более 15 часов не рекомендуется, так как это может привести к выходу их из строя.

9.1.2. При использовании прибора в качестве хранителя времени для надежной работы необходимо питать его от сети и от внешних аккумуляторов, так как при отключении или падении напряжения сети прибор автоматически переключится на внешние аккумуляторы и шкала времени при этом не потеряется.

9.1.3. Если прибор во время эксплуатации некоторое время работал от внутренних аккумуляторов, то по окончании работы необходимо заново зарядить аккумуляторы до полной емкости. Перед этим предварительно надо их разрядить.

Прибор отключается от внешних источников питания, но не выключается тумблер СЕТЬ. Как только прибор перейдет на внутренние аккумуляторы - загорится лампочка ОТКАЗ, которая через некоторое время /около 30 мин / погаснет.

Разряженные аккумуляторы зарядить до номинальной рабочей емкости согласно п.9.1.1.

9.2. Проведение измерений.

9.2.1. Ручкой ПОЛЕ С можно изменять частоту прибора в пределах $1,9 \cdot 10^{-9}$. Изменение частоты отсчитывается непосредственно по ламбу, имеющемуся на ручке.

Примечание. Положение ручки ПОЛЕ С устанавливается на заводе-изготовителе и корректируется при поверке прибора.

9.2.2. Прибор является автономным прибором, не требующим для обслуживания оператора. В процессе работ во избежание ошибок необходимо лишь следить за показаниями индикатора при положении переключателя КОНТРОЛЬ – СТАТИЗМ, и световой индикацией лампочки ОТКАЗ /при работе прибора в неоптимальном режиме лампочка загорается/.

ВНИМАНИЕ I

1. В режиме прогрева у стандарта частоты потребляемый ток увеличивается. Поэтому питать непрогретый прибор от встроенных аккумуляторов запрещается, так как время разряда аккумуляторов резко уменьшается.

2. При работе с прибором необходимо помнить, что погрешность за счет статизма ± 25 мкА/ системы автоподстройки приводит к изменению значения частоты на величину порядка $\pm 1 \cdot 10^{-11}$.

10. ХАРАКТЕРНЫЕ НЕИСПРАВНОСТИ И МЕТОДЫ ИХ УСТРАНЕНИЯ

10.1. Наличие в приборе встроенной автоматизированной системы позволяет контролировать правильную работу стандарта частоты и отыскивать неисправные узлы. Это производится следующим образом. Если в приборе произошел отказ какого-либо узла, загорается лампочка ОТКАЗ на передней панели. Тогда при помощи переключателя В2 /КОНТРОЛЬ/ и показаний микроамперметра находится неисправный узел. В табл.3 находится возможная неисправность и способ ее устранения.

10.2. При нормальной работе прибора показания микроамперметра КОНТРОЛЬ вполне определены и соответствуют следующим значениям /см.табл.2 пп.8.6/. В таблице 3 обозначены показания микроамперметра: "0" - нуль, "н" - нормально, "бн" - больше нормального.

1

Компьютеризация узла	2-я Станция гармоника	5 МГц	I МГц ОМЦ	90 МГц МПЦ	Полюс-Положительный	Батарейка	Вывод контр-роль	Возможная неисправность	Способ устранения
У1	О	О	О	О	Н	Н	Н	Обрыв в цепи питания, выключатель из строя став-близатор	Проверить реле транзисторов. неисправные заменить
кварцевый генератор	н	он	н	н	н	н	н	Обрыв в цепи автоподстройки строки	Проверить монтаж и устранить обрыв
У2	н	н	н	о	н	н	н	Неисправен делитель 100 кГц обрыва в монтаже	Проверить реле транзисторов Т7-Т11, неисправный заменить
	н	н	н	н	н	н	н	Неисправен делитель 1 МГц обрыва в монтаже	Проверить монтаж, реле транзисторов Т3-Т6, неисправный заменить
Делитель	н	о	н	н	н	н	н	Неисправен буферный усилитель	Проверить реле транзисторов Т2-Т4 / плата

Продолжение табл.3

Контро- лируе- мый узел	Положение переключателя В2										Выход Возможная КОИТ- неисправ- ность	Способ устранения
	2-я гар- мона- ка	Стан- ция	5МГц	1МГц	0,1МГц	90МГц	537460 МГц	Поло- гров грев ячей-спек- тр	Поло- гров грев ячей-спек- тр	12,6 Ватт		
У2											Е33.661.284/ неисправный заменить	
У3	О	Н	Н	Н	Н	О	Н	Н	Н	Н	Неисправен буферный усилитель, обрыв в монтаже	Проверить монтаж, устранить обрыв. Проверить режим транзисторов Т1-Т3 /плата Е33.661.284/ исправный заме- нить
Синте- затор	О	Н	Н	Н	Н	О	Н	Н	Н	Н	Неисправен синтезатор, обрыв в монтаже	Проверить монтаж, проверить режимы транзисторов, не- исправный заменить
У4	О	ОН	Н	Н	Н	О	Н	Н	Н	Н	Неисправен буферный усилитель, обрыв в монтаже	Проверить трансис- торы Т1-Т3 /плата Е33.666.284/ неис- правный заменить
Умно- житель	О	ОН	Н	Н	Н	О	Н	Н	Н	Н	Обрыв в монтаже неисправен умножитель	Проверить монтаж, устранить обрыв, проверить режимы транзисторов, неис- правный заменить

Продолжение табл.3

Контро- лируе- мый узел	Положение переключателя В2										Выход Возможная КОИТ- неисправность	Способ устранения
	2-я гар- мона- ка	Стан- ция	5МГц	1МГц	0,1МГц	90МГц	537460 МГц	Поло- гров грев ячей-спектр. лампы	Поло- гров грев ячей-спектр. лампы	12,6 Ватт		
У5	О	О	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Неисправен интегриру- емый усилитель, обрыв в монтаже	Проверить монтаж цепи автоподст- ройки, устранить обрыв. Проверить режим усилителя
Модуля- тор	О	Н	Н	Н	В	Н	Н	Н	Н	О	Неисправен генератор 85 Гц	Проверить режим схемы, найти не- исправный эле- мент и заменить
У6	О	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Неисправен усилитель 2-й гармо- ника, обрыв в монтаже	Проверить монтаж устранить обрыв Проверить режимы транзисторов и неисправный эле- мент
Усилитель	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	О	Н	Н	Неисправна схема уп- равления подогревом ячеек	Проверить режимы транзисторов и максросхем, неис- правный элемент заменить
У7	О	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	О	Н	Неисправен термостат спектраль- ной лампы. Неисправна схема за- пуска	Проверить режимы схем управления подогревом и сх- мы запуска. Найти неисправный эле- мент и заменить

10.3. При отсутствии индикации в положении переключателя КОНТРОЛЬ-I /2 ГАРМОНИКА/ наиболее вероятным является выход со строя дискриминатора. Если на разъеме КОНТРОЛЬ нет "шумовой дорожки", то необходимо проверить дискриминатор со стороны предусилителя-исправность ВЧ кабеля и наличие питания на разъеме Ш4, У7. Вскрыть дискриминатор со стороны предусилителя, проверить монтаж проводов, работу схемы. Восстановить работу схемы при необходимости. При снятой плате предусилителя возможно визуально осмотреть ячейку поглощения и при наличии механических повреждений /микротрещина и т.д./ ее необходимо заменить.

При наличии на разъеме КОНТРОЛЬ "шумовой дорожки" с импульсами запуска необходимо проверить:

- а/ наличие сигналов на ВЧ кабелях, подходящих к блоку умножителя, кроме кабеля, идущего к дискриминатору;
- б/ исправность диода дискриминатора /проверяется авометром между средней жилой и корпусом указанного выше кабеля/;
- в/ наличие сигнала 90 МГц на выходе умножителя;
- г/ целостность ячейки поглощения.

При наличии сигналов на узлах неисправность находится не в дискриминаторе.

При наличии на разъеме КОНТРОЛЬ "шумовой дорожки" без импульсов запуска наиболее вероятным является выход со строя источника спектрального. Вскрыть прибор со стороны источника. Закрыв отверстие дискриминатора от попадания света, проверить горит ли спектральная лампа /малое свечение/.

В случае отсутствия свечения необходимо проверить:

- а/ наличие питающих напряжений на плате ЕЗЗ.661.282;
- б/ работу схемы поджига /на контакте I TrI должны наблюдаться короткие импульсы амплитудой 300-700 В/;
- в/ работу схемы ВЧ-генератора.

При исправности указанных схем необходимо заменить спектральную лампу, для этого:

- а/ отпаять провода, идущие на контакты 7,8,9 и отвинтить винты, крепящие плату;
- б/ приподнять плату и снять в центре прокладки утеплителя;
- в/ отвинтить винты и извлечь лампу вместе с держателем;
- г/ заменить лампу и все восстановить.

После этого необходимо выключить источник, проверить горение лампы, отключение термостата.

10.4. При проверке сигнала с выхода предусилителя (разъем КОНТРОЛЬ) на экране осциллографа при нормальной работе прибора должен наблюдаться сигнал 2-й гармоники. У непрогретого прибора на фоне шумовой дорожки наблюдаются импульсы запуска. Импульсы запуска наблюдаются при отсутствии сигналов 1-й и 2-й гармоники на входе усилителя.

10.5. Для удобства проведения ремонтных работ в приложениях даны таблицы режимов транзисторов, приводятся намоточные данные трансформаторов, раскрыты микросхемы.

II. ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ

II.1. Общие указания

Стандарт частоты является точным, прецизионным прибором, требующим аккуратного обращения и своевременной поверки его выходных характеристик.

При хранении и консервации прибора, необходимо придерживаться правил, изложенных в разделе I3.

Транспортирование прибора должно осуществляться согласно раздела I4.

12. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ПОВЕРКЕ

СТАНДАРТА ЧАСТОТЫ

Настоящий раздел устанавливает методы и средства первичной и периодической поверок приборов (при выпуске из производства, находящихся в эксплуатации, на хранении и выпускаемых из ремонта).

Проверка прибора производится в сроки, определяемые инструкциями Госстандарта СССР, а также после проведения ремонтных работ, но не реже одного раза в год.

12.1. Операции и средства поверки

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

Таблица 4

Номер пункта МУ	Наименование операции, производимых при поверке	Допустимые значения погрешностей, предельное значение параметра	Средства поверки
12.3.1	Внешний осмотр		
12.3.2	Опробование		
12.3.3	Определение метрологических параметров:		
12.3.3а	определение величины напряжения выходных сигналов 5,1 и 0,1 МГц	не менее 1 В	ВЗ-41
12.3.3б	определение относительной погрешности прибора по частоте	$\pm 1 \cdot 10^{-10}$	Ч1-50 Ч7-12 ЧЗ-38
12.3.3в	определение средне-квадратической относительной вариации частоты	$\pm 2 \cdot 10^{-11}$	Ч1-50 Ч7-12 ЧЗ-38

Примечания: 1. Вместо указанных в таблице образцовых и вспомогательных средств поверки разрешается применять другие аналогичные меры и 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.

12.2. Условия поверки и подготовка к ней

При проведении операций поверки должны соблюдаться следующие условия:

- температура окружающего воздуха 293 ± 5 К / $20 \pm 5^\circ\text{C}$;
- относительная влажность воздуха, % - 65 ± 15 ;
- атмосферное давление, кПа / мм рт.ст. / - 100 ± 4 / 750 ± 30 ;
- напряжение питающей сети $220 \text{ В} \pm 11 \text{ В}$ частотой 50 Гц с содержанием гармоник до 5%.

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

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

Перед проведением операций поверки должны быть выполнены следующие подготовительные работы:

- произвести внешний осмотр прибора;
- проверить комплектность прибора (кроме ЗИП) и наличие технической документации;
- разместить прибор на рабочем месте, обеспечив при этом удобство работы;
- соединить проводом клеммы КОНИУС поверяемого и применяемых для измерений приборов между собой и с земной шиной помещения;
- до начала электрических измерений включить прибор в сеть и прогреть в течение 4 часов.

12.3. Проведение операций поверки

12.3.1. Внешний осмотр.

При проведении внешнего осмотра должно быть проверено:

- отсутствие механических повреждений, влияющих на работоспособность прибора;
- наличие и прочность крепления органов управления, четкость фиксации их положения, плавность вращения ручек органов настройки;

- чистота соединительных разъемов ;
- исправность соединительных кабелей, переходов и т.д. ;
- отсутствие дефектов лакокрасочных покрытий и четкости маркировок ;
- отсутствие отсоединившихся или слабо закрепленных элементов схемы (определяется на слух при наклонах прибора).

При обнаружении дефектов прибор подлежит забракованию и направлению на ремонт.

12.3.2. Опробование

При опробовании прибора определяется соответствие показаний стрелочного индикатора данным, приведенным в табл.2, при соответствующих положениях переключателя КОНТРОЛЬ.

При обнаружении неисправности прибор подлежит забракованию и направлению на ремонт.

12.3.3. Определение метрологических параметров

12.3.3а. Проверка величины напряжения выходных сигналов 5 МГц и 0,1 МГц производится с помощью вольтметра ВЗ-41, путем измерения напряжения выходных сигналов на нагрузке 50 Ом, подключенной кабелем ($R_k = 50 \text{ Ом}$) длиной 1,5 м.

Результаты проверки считаются удовлетворительными, если полученные значения напряжений не менее 1 В эфф.

12.3.3б. Определение относительной погрешности прибора по частоте производится путем сличения частоты выходного сигнала прибора с помощью аппаратуры, собранной по структурной схеме, приведенной на рис.10а. Выходной сигнал прибора снимается с разъема 5 МГц или 1 МГц и подается на разъем ВХОД I компаратора Ч7-12. С источника образцов частоты - стандарта частоты Ч1-50, эталонный сигнал частотой 5 МГц подается одновременно на разъем ВХОД II - 5 МГц компаратора Ч7-12 и разъем ВНЕС. 5 МГц частотомера ЧЗ-38, использующего этот сигнал своего собственного кварцевого генератора. Переключатель прибора Ч7-12 КОЭФФИЦИЕНТ УМНОЖЕНИЯ находится в положении 10^4 . Сигнал F_k с компаратора

тора, частотой 1 МГц, поступает на вход А частотомера ЧЗ-38, работающего в режиме измерения частоты. Время счета частотомера равно 10с. Измерение проводится в течение суток. Для повышения достоверности результата измерения за сутки проводится не менее 6 циклов измерений через равные промежутки времени и в каждом цикле записывается не менее 10 последовательных показаний частотомера. Находится среднее арифметическое значение показаний частотомера за сутки ($N_{ср.ч}$)

$$N_{ср.ч} = \frac{\sum_{i=1}^n N_{i,ср.ч}}{n} \quad (1)$$

где $N_{i,ср.ч}$ - среднее значение показаний частотомера на интервале одного цикла ;

n - число циклов измерений ($n \geq 6$).

$N_{i,ср.ч}$ - определяется как среднее арифметическое значение отдельных показаний частотомера на интервале одного цикла.

$$N_{i,ср.ч} = \frac{\sum_{i=1}^m N_i}{m} \quad (2)$$

где M - показание частотомера (безразмерная величина) ;
 m - число произведенных измерений в течение одного цикла ($m \geq 10$).

Относительная погрешность прибора по частоте (Δ_0) определяется по формуле:

$$\Delta_0 = \frac{N_{ср.ч} - N_0}{M \cdot \tau \cdot f_n} - C \quad (3)$$

где N_0 - показания частотомера, соответствующее номинальному значению частоты ($N_0 = 10^7$) ;
 f_n - номинальное значение частоты прибора, Гц ($f_n = 5 \cdot 10^6$ или $1 \cdot 10^6$ Гц) ;
 M - коэффициент умножения компаратора ($M = 2 \cdot 10^3$ при $f_n = 5 \cdot 10^6$ Гц, $M = 10^4$ при $f_n = 1 \cdot 10^6$ Гц) ;
 τ - время счета частотомера, с. / $\tau = 10 \text{ с}$ /
 C - относительная поправка по частоте образцового источника .

Пример 1. Определение относительной погрешности прибора по частоте при помощи стандарта частоты ЧИ-50.

Пусть показания частотомера (N_i) имеют значения:

$$\begin{aligned} N_1 &= 10000005 & N_6 &= 10000003 \\ N_2 &= 10000003 & N_7 &= 10000000 \\ N_3 &= 10000004 & N_8 &= 10000004 \\ N_4 &= 10000005 & N_9 &= 10000006 \\ N_5 &= 10000006 & N_{10} &= 10000006 \end{aligned}$$

Тогда по формуле (2) вычисляем среднее арифметическое значение отдельных показаний частотомера на интервале одного цикла

$$N_{\text{срц}} = \frac{\sum_{i=1}^n N_i}{n} = \frac{10000005 + 10000003 + 10000004 + 10000005 + 10000006 + 10000003 + 10000000 + 10000004 + 10000006 + 10000006}{10} = 10000004$$

Предположим, что последующие средние арифметические значения отдельных циклов имеют значения:

$$\begin{aligned} N_{\text{срц}(2)} &= 10000004; & N_{\text{срц}(3)} &= 10000005; & N_{\text{срц}(4)} &= 10000006; \\ N_{\text{срц}(5)} &= 10000005; & N_{\text{срц}(6)} &= 10000006; \end{aligned}$$

Тогда по формуле (1) вычисляем, среднее арифметическое значение показаний за сутки

$$N_{\text{срс}} = \frac{\sum_{i=1}^n N_{\text{срц}}}{n} = \frac{10000004 + 10000004 + 10000005 + 10000006 + 10000005 + 10000006}{6} = 10000005$$

По формуле (3) определяем относительную погрешность прибора по частоте

$$\Delta_0 = \frac{N_{\text{срс}} - N_0}{N_0} = \frac{10000005 - 10000000}{10^4 \cdot 10 \cdot 10^6} = +5 \cdot 10^{-11}$$

Результаты считаются удовлетворительными, если относительная погрешность прибора по частоте (Δ_0) не более $\pm 1 \cdot 10^{-10}$ / при $C = 0$

При отсутствии стандарта частоты относительная погрешность

прибора по частоте может быть определена путем сличения частоты его выходного сигнала, снимаемого с разъемов 0,1 МГц, с частотой образцового сигнала, передаваемого по радио, с помощью аппаратуры собранной по структурной схеме приведенной на рис.106.

Для этого может быть использован приемник-компаратор Ч7-10. Измерения производятся по методике, приведенной в техописании приемника-компаратора в течение суток при непрерывной работе приборов. Измерение величины отклонения частоты прибора от частоты образцового сигнала производится путем регистрации показаний счетчика числа m_1 оборотов фазовращателя в момент времени t_1 и m_2 в момент времени t_2 на интервале $\Delta t = t_2 - t_1$ (с). Одно деление счетчика соответствует одной микросекунде.

Знак отклонения частоты прибора от образцовой определяется направлением вращения фазовращателя и является положительным при возрастании показаний счетчика числа оборотов и отрицательным при убывании показаний. Относительная погрешность по частоте определяется по формуле:

$$\Delta_0 = \frac{(m_2 - m_1) \cdot 10^{-6}}{\Delta t} \quad (4)$$

Пример 2. Определение относительной погрешности прибора по частоте при помощи приемника-компаратора Ч7-10.

Пусть показания цифрового индикатора Ч7-10 в начало измерения равны $m_1 = 1234$, а на следующие сутки (через 24 часа) $m_2 = 1240$, тогда:

$$\Delta t = 24 \text{ часа} = 24 \cdot 60 \cdot 60 = 86400 \text{ секунд.}$$

По формуле (4) определяем относительную погрешность прибора по частоте

$$\Delta_0 = \frac{(m_2 - m_1) \cdot 10^{-6}}{\Delta t} = \frac{1240 - 1234}{86400} \approx 7 \cdot 10^{-11}$$

Результаты определения считаются удовлетворительными, если относительная погрешность по частоте (Δ_0) не более $\pm 1 \cdot 10^{-10}$.

12.3.3в. Определение среднеквадратического относительного от-

клонения (нестабильности) частоты за 10с производится измерением его частоты с помощью аппаратуры, собранной по структурной схеме, приведенной на рис. 10а. Измерение может проводиться также с помощью стандарта частоты или кварцевого генератора, имеющего кратковременную нестабильность не более чем у ЧГ-50. Частотомер работает в режиме измерения частоты, при вращении счета 10с. Для повышения достоверности результата измерения записывается не менее 10 последовательных показаний частотомера и находится их среднее арифметическое (N_{cp}) по формуле:

$$N_{cp} = \frac{\sum_{i=1}^n N_i}{n} \quad (5)$$

где N_i - показание частотомера;

n - число произведенных измерений ($n \geq 10$).

Вычисляется отклонение (ΔN_i) каждого показания частотомера от среднего арифметического показаний

$$\Delta N_i = N_{cp} - N_i \quad (6)$$

и рассчитывается среднеквадратическое относительное отклонение частоты

$$\sigma = \frac{1}{M \cdot T \cdot f_H} \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n \Delta N_i^2}{2(n-1)}} \quad (7)$$

Пример 3. Определение среднеквадратического относительного отклонения (нестабильности) частоты за 10с.

Пусть показания частотомера N_i имеют значения

$N_1 = 10000002$	$N_6 = 10000002$
$N_2 = 10000001$	$N_7 = 10000004$
$N_3 = 10000003$	$N_8 = 10000000$
$N_4 = 10000001$	$N_9 = 10000002$
$N_5 = 10000002$	$N_{10} = 10000003$

По формуле (5) вычисляем среднее арифметическое значение показаний частотомера

$$N_{cp} = \frac{\sum_{i=1}^{10} N_i}{n} = \frac{10000002 + 10000001 + 10000003 + 10000001 + 10000002 + 10000002 + 10000004 + 10000000 + 10000002 + 10000003}{10} = 10000002.$$

Определяем отклонение каждого показания частотомера от среднего арифметического значения показаний частотомера по формуле (6)

$$\Delta N_i = N_{cp} - N_i$$

$$\begin{aligned} \Delta N_1 &= 10000002 - 10000002 = 0; \\ \Delta N_2 &= 10000002 - 10000001 = 1; \\ \Delta N_3 &= 10000002 - 10000003 = -1; \\ \Delta N_4 &= 10000002 - 10000001 = 1; \\ \Delta N_5 &= 10000002 - 10000002 = 0; \\ \Delta N_6 &= 10000002 - 10000002 = 0; \\ \Delta N_7 &= 10000002 - 10000004 = -2; \\ \Delta N_8 &= 10000002 - 10000000 = 2; \\ \Delta N_9 &= 10000002 - 10000002 = 0; \\ \Delta N_{10} &= 10000002 - 10000003 = -1. \end{aligned}$$

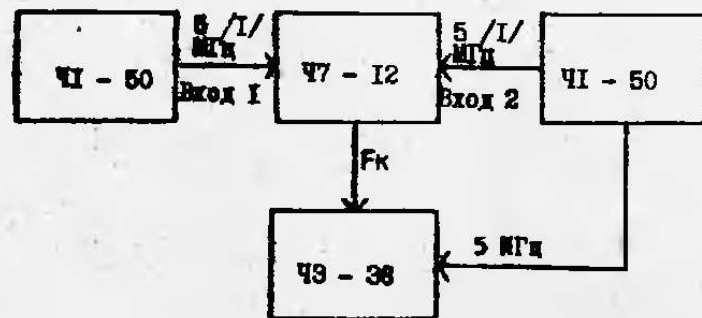
Для формулы (7) определяем

$$\begin{aligned} \Delta N_1^2 &= 0^2 = 0; & \Delta N_2^2 &= 1^2 = 1; & \Delta N_3^2 &= (-1)^2 = 1; & \Delta N_4^2 &= 1^2 = 1; \\ \Delta N_5^2 &= 0^2 = 0; & \Delta N_6^2 &= 0^2 = 0; & \Delta N_7^2 &= (-2)^2 = 4; & \Delta N_8^2 &= 2^2 = 4; \\ \Delta N_9^2 &= 0^2 = 0; & \Delta N_{10}^2 &= (-1)^2 = 1. \end{aligned}$$

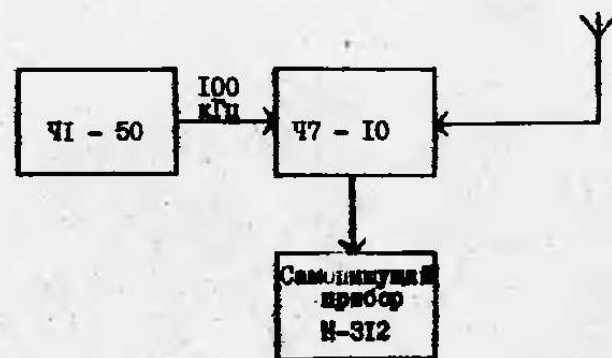
По формуле (7) определяем среднеквадратическое относительное

$$\begin{aligned} \sigma &= \frac{1}{M \cdot T \cdot f_H} \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n \Delta N_i^2}{2(n-1)}} = \frac{1}{10^4 \cdot 10 \cdot 10^6} \sqrt{\frac{0+1+1+1+0+4+4+0+1}{2(10-1)}} \approx \\ &\approx 0,8 \cdot 10^{-11} \end{aligned}$$

Результаты определения считаются удовлетворительными, если среднеквадратическое относительное отклонение частоты за 10с не более $\pm 2 \cdot 10^{-11}$.



а/



б/

Рис.10. Структурная схема определения относительной погрешности стандарта по частоте:

- а) при помощи стандарта 4I-50;
- б) при помощи приемника-компаратора 47-10 по частотам, перелагаемым по радио.

13. ПРАВИЛА ХРАНЕНИЯ

Стандарт частоты является сложным радиотехническим устройством, требующим аккуратного обращения и ухода в процессе эксплуатации и хранения на складах. Прибор, прибывший для длительного хранения /продолжительностью более шести месяцев/, а также поступивший на склад потребителя и предназначенный для эксплуатации не ранее шести месяцев со дня поступления хранится в упаковочном ящике. При постановке на длительное хранение прибор вместе с влагопоглощающими патронами /силикагель/ вкладывается в чехол из полиэтиленовой пленки и герметично зашивается.

Прибор может храниться в капитальных отапливаемых помещениях /температура окружающего воздуха от плюс 5 до плюс 30°C, относительная влажность до 85%/, или в капитальных неотапливаемых помещениях /температура окружающего воздуха от минус 40 до плюс 30°C, относительная влажность до 95%/.

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

Срок длительного хранения в капитальных отапливаемых помещениях - 3 года. Срок длительного хранения в капитальных неотапливаемых помещениях - 2 года.

Влагопоглощающие патроны (силикагель) размещаются в четырех углах полиэтиленового чехла не более чем за час до упаковки прибора.

Конструкция прибора, примененные материалы с защитным гальваническими и лакокрасочными покрытиями и упаковка прибора в укладочном ящике обеспечивает сохранность всех деталей и сборочных единиц прибора без применения дополнительных средств консервации.

При постановке прибора на длительное хранение запорные замки укладочного ящика пломбируются.

14. ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ

14.1. Тира, 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 в полиэтиленовый чехол ;
- обернуть прибор влагозащитной упаковочной бумагой и разместить в укладочном ящике ;
- эксплуатационную документацию вложить в полиэтиленовый чехол, обернуть влагозащитной упаковочной бумагой и разместить в ящике ;
- уложить и закрепить запасное имущество и принадлежности ;
- закрыть и опломбировать укладочный ящик ;
- укладочный ящик завернуть в оберточную влагозащитную бу-

магу и перевязать увязочным шпагатом ;

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

- для амортизации пространство между стенками, дном и крышкой укладочного ящика и наружными поверхностями укладочного ящика заполнить до уплотнения упаковочным амортизирующим материалом (гофрированный картон, бумажная перафинированная стружка, древесная стружка и другие, разрешенные для этой цели материалы) ;

- под крышку упаковочного ящика уложить в полиэтиленовом 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 головок гвоздей, а свободные концы свить и оставить для пломбы ;

- выполнить на ящике соответствующую надпись для распознавания приборов на складах.

14.2. Условия транспортирования

Транспортирование прибора потребителю может осуществляться всеми видами транспорта.

Транспортирование прибора в тирном ящике, предварительно упакованного в укладочный ящик, может производиться при температуре окружающего воздуха от минус 50 до +65°C.

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

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 условия по защите от атмосферных осадков и пыли.

П Р И Л О Ж Е Н И Я

Приложение I *

Таблицы напряжений

Таблица I

Синтезатор частоты 5,3Г7460 МГц Е32.206.181 33

Позиционное обозначение	Тип прибора	Электрод			Примечание
		Коллектор	Эмиттер	База	
T1	2Т306Б	+6,0	0	+0,7	
T2	2Т306Б	+3,5	0	-	
T3	2Т306Б	+3,8	0	0	
T4	2Т306Б	+3,8	0	0	
T5	2Т306Б	+6,0	0,2+0,4	+1,1	
T6	2Т306Б	+3,5	0	-	

Микросхема	Тип	Выводы микросхем					
		1	8	4	7	9	14
Mc1	133ТВ1	-	-	-	0	-	5
Mc2	133ЛА4	-	-	-	0	-	5
Mc3	133ТВ1	-	-	-	0	-	5
Mc4	133ТВ1	-	-	-	0	-	5
Mc5	133ТВ1	-	-	-	0	-	5
Mc6	133ТВ1	-	-	-	0	-	5
Mc7	133ТВ1	-	-	-	0	-	5
Mc8	133ТВ1	-	-	-	0	-	5
Mc9	122УН1Б	0	-	+0,7	+6,3	+6,2	-
Mc10	122УН2В	0	+0,7	+0,7	+6,3	+6,2	-
Mc11	122УН1Б	0	-	+0,7	+6,3	+6,2	-

4. Напряжения, которые определяются подборными элементами и напряжения со знаком "ж", указаны ориентировочно.
5. Напряжения измерены в статическом состоянии.

* Примечания: 1. Все напряжения измерены между электродами транзисторов и корпусом прибора вольтметром ВК7-9.

2. Измеренные значения напряжений могут отличаться от указанных на $\pm 25\%$.

3. Напряжения величиной до 3 В на базах транзисторов указаны ориентировочно.

Таблица 2

Генератор кварцевый ЕЗЗ.261.054 33

Позиционное обозначение	Тип прибора	Электрод			Примечание
		Коллектор	Эмиттер	База	

плата ЕЗЗ.126.029

Т1	2Т306Б	10,5	0	0,7	
Т2	2Т306Б	9,6	0,3	1	
Т3	2Т306Б	0,74	0	0,3	
Т4	2Т306Б	12,6	3,3	4	
Т5	2Т603А	1	0	0,7	
Т6	2Т312Б	0,8	0,7	1,4	
Т7	2Т326А	1,4	12	11,5	

плата ЕЗЗ.661.088

МС1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
122УД1Б	0	-	-	+6	+12	-	+12,6	+12,6	-	8,5	-	-

Позиционное обозначение	Тип прибора	Электрод			Примечание
		Коллектор	Эмиттер	База	

Т1	2Т312Б	10	2,8	3	
Т2	2Т312Б	12	0	0,4	
Т3	2Т603А	20	12,6	12	

Таблица 3

Делитель ЕЗЗ.208.229 33

Позиционное обозначение	Тип прибора	Электрод			Примечание
		коллектор	эмиттер	база	

плата ЕЗЗ.661.291

Т1	2Т306Б	11,0	5,0	5,4	
Т2	2Т306Б	5,0	1,5	2,4	
Т3	2Т306Б	11,0	4,0	4,4	
Т4	2Т306Б	10,0	4,0	4,3	
Т5	2Т312А	6,5 ÷ 11 ^к	2,5 ^к	3,3 ^к	
Т5	2Т301Е	3,8	3,4	4,0	
Т7	2Т306Б	11,5	0,1 ÷ 3,5	0,1-4,3	
Т6	2Т306Б	11,5	4,1	4,3	
Т9	2Т306Б	11,0	3,3	2 ÷ 5	
Т10	2Т312А	9,0 ^к	1,7 ÷ 3,9 ^к	3,7 ^к	
Т11	2Т301Е	2,1 ÷ 6,5	2,3 ÷ 5,0	1,4-4,5	

плата ЕЗЗ.661.284

Т1	2Т312А	18,0	0,5 ÷ 3,0	3,3	
Т2	2Т312А	18,0	2,0 ÷ 4,0	3,2	
Т3	2Т301Е	3,6	2,0 ÷ 4,0 ^к	2,5-4,5	
Т4	2Т301Е	3,9	3,0 ÷ 4,5 ^к	2,5-4,5	

Таблица 4

Умножитель частоты ЕЗ2.208.257 33

плата 5.408.024

Позиционное обозначение	Тип прибора	Электрод			Примечание
		коллектор	эмиттер	база	
T1	2Т306В	9,6	7,0	7,5	
T2	2Т306В	19,5	9,2	9,8	
T3	2Т306В	19,5	7,0	7,5	
T4	2Т306В	19,0	9,0	10,0	
T5	2Т306В	20,0	5,7 ÷ 9,2	6,0-9,5	
T6	2Т603А	20,0	0 ÷ 3,0	0	
T7	2Т312Б	0 ÷ 3,0	0	0,7-2,0	
T8	2Т603А	20,0	0	0	

Таблица 5

Модулятор ЕЗ2.081.312 33

плата ЕЗ3.661.269

Позиционное обозначение	Тип прибора	Электрод			Примечание
		коллектор	эмиттер	база	
T1	2Т301Е	11,0	4,3	5,0	
T2	2Т301Е	17,0	11,5	11,0	
T3	2Т301Е	17,0	11,0	11,5	
T4	2Т301Е	9,5	0,6	-0,3 ÷ 0,8	
T5	2Т301Е	6,5	0,6	0,85	
T6	2Т301Е	8,8	1,7	1,7	
T7	2Т301Е	9,0	1,7	1,7	
T8	2Т301Е	17,5	8,0	8,8	
T9	2Т301Е	17,5	8,3	8,8	
T10	2Т301Е	17,5	8,3	8,8	
T11	2Т301Е	17,5	8,3	8,8	

Микросхема	Тип	Выходы микросхемы				
		2	3	5	7	8
МС1	101КТ1А	-1,7-5,3	0,1	0,54	0,1	-1,7-5,3

плата ЕЗ3.666.267

Микросхема	Тип	Выходы микросхемы		
		1	5	7
МС1	101КТ1А	-	0,1-3,0	-
МС2	140УД1А	-2,0-6,3	-	-
МС3	140УД1А	-	-	2,0-6,3

Таблица 6

Усилитель Е32.032.336 33

Позиционное обозначение	Тип прибора	Электрод			Примечание		
		коллектор	эмиттер	база			
Плата Е33.661.261							
T1	2Т301Е	16,0	5,9	6,0			
T2	2Т301Е	7,0 ÷ 10,0	1,0	0,8 ÷ 1,6			
T3	2Т301Е	11,5	6,3	7,0			
T4	2Т301Е	1,25	0	0,67			
T5	2Т301Е	8,2	0	0,67			
T6	2Т301Е	20,0	7,1	7,7			
Плата Е33.661.265							
T1	2Т301Е	19,0	9,0	8,6			
T2	2Т301Е	20,0	9,0	8,6			
T3	2Т326Б	11,0	20,0	19,0			
T4	2Т301Е	0,5-2,0	0	0,1-0,7			
T5	2Т301Е	20/0,2	0	0,1-1,0			
Плата Е33.661.266							
T1	2Т301Е	0,5-10,0	0	0/0,7			
T2	2Т301Е	0,6/2,5	0	0,7/0,2			
T3	П701А	-	-	0/1,5			
T4	2Т301Е	0,6/2,5	0	0,7/0,1			
T5	2Т301Е	0,7/0,5	0	0,1/0,7			
T6	2Т301Е	0,7/2,5	0	0,7/0,5			
T7	2Т301Е	0,5/2,5	-	-			
T8	2Т203Б	26	-	-			
T9	2Т301Е	0,5/2,5	0	0,7/0,5			
Плата Е33.661.263							
T1	2Т326Б	1,2-4,8	5,0-12,0	4,0-6,0			
T2	2Т602Б	1,5-27,0	0,1-1,0	0,5-6,0			
Макросхема							
МСИ	Тип	Выходы макросхемы					
		I	4	5	7	9	10
МСИ	140УД1А	0	-	4,0-7,6	12,6	6,3*	6,3

Таблица 7

Дискриминатор рубяливый

Е32.803.002 33

Позиционное обозначение	Тип прибора	Электрод			Примечание		
		коллектор	эмиттер	база			
Плата Е33.661.281							
T1	2Т301Е	12,6	11	11,6			
T2	1Т308В	3,3	5,6	5,4			
Микросхема	Тип	Выходы микросхемы					
		2	3,8	5	7		
МС1	101КТ1А	3	2,75	6,25	2,1		
Плата Е33.661.282							
Микросхема	Тип	Выходы микросхемы					
		1	4	5	7	9	10
МС1	140УД1А	0 0	6,3 7	1,8 5	12,6	12,6	10,8 6,3 6,3 6,3
Позиционное обозначение	Тип	Электрод			Примечание		
		коллектор	эмиттер	база			
T1	2Т803А	13,5	0	0,55			
T2	2Т602Б	13,5	0,5	5,8			
T3	2Т326Б	1,2	5,8	5			
T4	2Т203А	12,2	22	0,5			
T5	2Т312Б	0,5	0	0,4			
T6	2Т312Б	0,4	0	0			
T7	2Т904А	10	0	0,4			
T8	2Т603Г	12,6	10	10,5			
T9	2Т301Е	12,5	10,5	10,8			

Таблица 8

Блок питания ЕЗЗ.721.090 33

Позиционное обозначение	Тип прибора	Электрод			Примечание
		коллектор	эмиттер	база	
Плата ЕЗЗ.661.320					
Т1	2Т312А	39	33	32	
Т2	2Т301Е	36	30	30	
Т3	2Т603А	5	4,8	5,5*	
Т4	2Т301Е	18	10	10	
Т5	2Т301Е	19	7	6,5-10	
Т6	2Т203Б	6	19	19	
Т7	2Т312А	30	0	0	
Т8	1Т403Б	35*	32*	28*	
Т9	2Т301Е	20*	10,5*	11*	
Т10	2Т301Е	20	11*	6,5*	
Т11	МП105	20*	19*	19*	
Т12	2Т312А	30	0	0	
Т13	1Т403Б	35*	32	29	
Т14	2Т312А	30*	0	0	

Плата ЕЗЗ.661.321

Т1	2Т603А	35	30	32	
Т2	2Т603А	35	28	32	
Т3	2Т203Б	21	30	32	
Т4	2Т312А	29	20	21	
Т5	2Т301Е	21	16,8	17,5	
Т6	2Т301Е	18,0	1,0-3,0	1,0-4,0	
Т7	2Т301Е	20,0	1,0-6,5*	1,0-3,5*	
Т8	2Т301Е	19,8	1,0-6,5	1,0-3,5	
Т9	2Т306А	1,0-20	20,0	19,8	
Т10	2Т301Е	12,6*	8,6*	9,0*	

Таблица 8

Позиционное обозначение	Тип прибора	Электрод			Примечание
		коллектор	эмиттер	база	
Т11	2Т301Е	12,0*	8*	8*	
Т12	2Т312А	20	12	12	
Плата ЕЗЗ.661.322					
Т1	МП26	0	-15	0	
Т2	МП26	0	-15	0	
Т3	2Т301Е	-13	-14,5	-14	
Т4	2Т203Б	-14	-13	-15	
Т5	1Т403А	-13	-13	-15	
Т6	2Т326А	-13	-9	-9,5	
Т7	1Т403А	+0,3	+19	+22	
Т8	1Т403А	+0,3	+19	+22	

Таблица режимов по переменному току выходных
сигналов узлов прибора

Таблица 9

Откуда поступает	Куда поступает	Амплитуда сигнала	Частота сигнала	Примечание
Генератор кварцевый У1-Ш1	Делитель частоты У2-Ш1	не менее 0,5 В	5 МГц	
Делитель частоты У2-Ш5	Синтезатор У3-Ш1	не менее 0,5 В	5 МГц	
Делитель частоты У2-Ш6	Умножитель У4-Ш1	не менее 0,5 В	5 МГц	
Синтезатор У3-Ш2	Умножитель У4-Ш4	5-500 мВ	5,317460 МГц	
Модулятор У5-Ш1	Умножитель У4-Ш2	30-250 мВ	85 Нз	
Умножитель У4-Ш5	Дискриминатор У7-2	3- 8 В	90 МГц	
Дискриминатор У7-1	Усилитель У6-Ш1	20-500 мВ	170 Нз	В прогретом приборе с частотой кварцевого генератора, настроенной на атомный переход
Усилитель У6-Ш3	Модулятор У6-Ш2	0-50 мВ	-	
Усилитель У6-Ш2	Выходной разъем КОНТРОЛЬ	20-500 мВ	170 Нз	
Делитель У2-Ш7	Выходной разъем 5 МГц	не менее 1 В	5 МГц	
Делитель У2-Ш2	Выходной разъем 1 МГц	не менее 1 В	1 МГц	
Делитель У2-Ш3	Выходной разъем 100 кГц	не менее 1 В	100 кГц	

Приложение 2

Схемы электрические принципиальные с перечнями элементов

ВНИМАНИЕ!

В приборе могут быть установлены комплектующие изделия других типов и номинальных значений, не влияющие на технические данные прибора.

СТАНДАРТ ЧАСТОТЫ Ч1-50

Перечень элементов

Пов. обозн.	Наименование	Кол.	Примечание
Резисторы			
R1, R2	ШПМЛ-М-5 кОм $\pm 0,5$ $\pm 0,1-3$	2	
R3	ОМЛТ-0,25-10 кОм $\pm 5\%$	1	
R4	ОМЛТ-0,25-75 кОм $\pm 5\%$	1	
R5	ОМЛТ-1-470 Ом $\pm 5\%$	1	
R6	ОМЛТ-0,25-680 кОм $\pm 5\%$	1	
R7	ОМЛТ-0,5-680 Ом $\pm 5\%$	1	
R8	ОМЛТ-0,125-1,2 МОм $\pm 10\%$	1	
R10	ОМЛТ-0,125-100 кОм	1	
R9	ОМЛТ-0,125-750 кОм $\pm 10\%$	1	
Конденсаторы			
C1	МБГ4-1-2а-250-10 мкФ $\pm 10\%$	1	
C2	К50-3Б-100-200 мкФ	1	
C3	К50-3Б-50-2000 мкФ	1	
Б1	Аккумулятор КНГ-1,5	22	Последовательно
В1, В3-В5	Тумблер Т3	4	
В2	Переключатель ИПИН ПМ	1	
Л1, Л2	Диод полупроводниковый 2Л202В	2	

Поз. обозн.	Наименование	Кол.	Примечание
ИП1	Микроамперметр М4248, 50-0-50 мкА,		
.	4 кл. Вертикальный	I	
КП1	Клемма приборная	I	
Л1-Л3	Лампа СМ28-0,05-1	3	
П1-П3	Плата ПСИ-6	3	
Пр1	Предохранитель ВП1-1-1 А	I	
Пр2, Пр3	Предохранитель ВП1-1-2 А	2	
Р1	Реле РЭС-22	I	
Транзисторы			
Т1	2Т803А	I	
Т2, Т3	П702	2	
Т4, Т5	П701	2	
Т6, Т7	П217В	2	
Тр1	Трансформатор 4.700.402	I	
Ш1	Вилка кабельная СР-50-III Ф	I	
Ш2	Вилка РПМ7-12Ш-КПА	I	
Ш4	Вилка кабельная СР-50-III Ф	I	
Ш5, Ш6	Переход в.ч. 50 Ом	I	
Ш7, Ш8	Вилка кабельная СР-50-III Ф	2	
Ш9, Ш10	Переход в.ч. 50 Ом	I	
Ш11, Ш12	Вилка кабельная СР-50-III Ф	2	
Ш13, Ш14	Переход в.ч. 50 Ом	I	
Ш15-Ш17	Вилка кабельная СР-50-III Ф	3	
Ш18	Розетка РПМ7-12Г-ПБА	I	
Ш19-Ш21	Вилка кабельная СР-50-III Ф	3	
Ш22	Розетка РПМ7-12Г-ПБА	I	
Ш23, Ш24, Ш26	Вилка кабельная СР-50-III Ф	3	

Поз. обозн.	Наименование	Кол.	Примечание
Ш27	Вилка РПМ7-12Ш-КПА	I	
Ш25, Ш37	Вилка кабельная СР-50-109 Ф	2	
Ш29, Ш30	Вилка кабельная СР-50-III Ф	2	
Ш31	Розетка РПМ7-12Г-ПБА	I	
Ш32	Вилка кабельная СР-50-III Ф	I	
Ш33, Ш34	Переход в.ч. 50 Ом	I	
Ш35, Ш36	Вилка кабельная СР-50-III Ф	2	
Ш38	Розетка РПМ7-12Г-ПБА	I	
Ш39, Ш40	Розетка РПМ7-12Г-ПБА	2	
Ш41	Розетка РПМ7-50Г-ПА	I	
Ш44	Вилка 2РМ14БП34Ш1Е2	I	
Ш42, Ш43	Колодка	2	
Ш45	Вилка 2РМ14БП34Ш1Е2	I	
З1	Счетчик ЭСВ-2, 5-12, 6/0	I	
Г1	Генератор кварцевый ЕЗЗ.261.054	I	
Г2	Делитель частоты ЕЗЗ.208.229	I	
Г3	Синтезатор ЕЗЗ.206.181	I	
Г4	Умножитель частоты ЕЗЗ.208.257	I	
Г5	Модулятор ЕЗЗ.081.312	I	
Г6	Усилитель ЕЗЗ.032.336	I	
Г7	Дискриминатор рубидиевый ЕЗЗ.803.002	I	
Плата ЕЗЗ.661.321			
Резисторы			
Р1	ОМЛТ-0,5-680 Ом $\pm 10\%$	I	
Р2*	ОМЛТ-0,125-5,1 кОм $\pm 5\%$	I	3,9 кОм + 6,2 кОм
Р3, Р4	ОМЛТ-0,125-10 Ом $\pm 10\%$	2	

Поз. обозн.	Наименование	Кол.	Примечание
Резисторы			
R5	ОМЛТ-0,125-3,6 кОм $\pm 5\%$	I	
R6	ОМЛТ-0,125-12 кОм $\pm 10\%$	I	
R7	ОМЛТ-0,125-1,2 МОм $\pm 10\%$	I	
R8	ОМЛТ-0,125-6,8 кОм $\pm 10\%$	I	
R9	ОМЛТ-0,125-270 Ом $\pm 10\%$	I	
R10	ОМЛТ-0,125-8,2 кОм $\pm 10\%$	I	
R11	ОМЛТ-0,125-2,2 кОм $\pm 10\%$	I	
R12	ОМЛТ-0,125-15 кОм $\pm 10\%$	I	
R13	ОМЛТ-0,125-390 Ом $\pm 10\%$	I	
R14	ОМЛТ-0,125-15 кОм $\pm 10\%$	I	
R15	СП5-1А-3,3 кОм	I	
R16	ОМЛТ-0,125-680 Ом $\pm 10\%$	I	
R17	ОМЛТ-0,125-820 кОм $\pm 10\%$	I	
R18	СП5-1А-2,2 кОм	I	
R19	ОМЛТ-0,125-22 кОм $\pm 10\%$	I	
R20	ОМЛТ-0,125-2 кОм $\pm 5\%$	I	
R21	ОМЛТ-0,125-1,6 кОм $\pm 5\%$	I	
R22*	ОМЛТ-0,125-430 Ом $\pm 5\%$	I	510,750 Ом, I кОм
R23	ОМЛТ-0,125-4,7 кОм $\pm 10\%$	I	
R24	ОМЛТ-0,125-8,2 кОм $\pm 10\%$	I	
R25	СП5-1А-1,5 кОм	I	
R26	ОМЛТ-0,125-8,2 кОм $\pm 10\%$	I	
R27	ОМЛТ-0,125-820 Ом $\pm 10\%$	I	
R28	ОМЛТ-0,125-2,7 кОм $\pm 10\%$	I	
R29	ОМЛТ-0,125-510 кОм $\pm 5\%$	I	
R30	ОМЛТ-0,125-10 кОм $\pm 10\%$	I	

Поз. обозн.	Наименование	Кол.	Примечание
Конденсаторы			
C1	K50-6-50В-100 мкФ	I	
C2	K50-6-50В-10 мкФ	I	
C3	K50-6-50В-200 мкФ	I	
C4	KM-6-H90-0,068 мкФ	I	
C5	K50-6-50В-200 мкФ	I	
C6	K50-6-15В-200 мкФ	I	
C7	KM-56-H90-0,15 мкФ	I	
C8	KM-56-H90-0,068 мкФ	I	
Диода полупроводниковые			
D1	D223	I	
D2	D814A	I	
D3, D4	D818Д	2	
D5	D818Б	I	
D6	D818Д	I	
Транзисторы			
T1, T2	2Т603А	2	
T3	2Т203Б	I	
T4	2Т312А	I	
T5-T8	2Т301Е	4	
T9	2Т326А	I	
T10, T11	2Т301Е	2	
T12	2Т312А	I	

Поз. обозн.	Наименование	Кол.	Примечание
	Плата ЕЗЗ.66I.320		
	Резисторы		
R1	ОМЛТ-0,125-8,9 кОм $\pm 10\%$	I	
R2	ОМЛТ-0,125-100 Ом $\pm 10\%$	I	
R3 ^м	МОН-2-15 Ом $\pm 5\%$	I	18 Ом, 24 Ом, 30 Ом
R4 ^м	МОН-2-3,3 Ом $\pm 5\%$	I	5 Ом
R5	СП5-1А-1,5 мОм	I	
R6	ОМЛТ-0,125-2,2 кОм $\pm 10\%$	I	
R7	ОМЛТ-0,125-1 кОм $\pm 10\%$	I	
R8	ОМЛТ-0,125-510 Ом $\pm 5\%$	I	
R9	ОМЛТ-0,125-2,2 кОм $\pm 10\%$	I	
R10, R11	ОМЛТ-0,125-12 мОм $\pm 10\%$	2	
R12 ^м	ОМЛТ-0,125-3,6 кОм $\pm 5\%$	I	3,3 кОм-4,7 кОм
R13	ОМЛТ-0,125-18 кОм $\pm 5\%$	I	
R14	ОМЛТ-0,125-1 кОм $\pm 10\%$	I	
R15	ОМЛТ-0,125-20 кОм $\pm 5\%$	I	
R16	ОМЛТ-0,125-6,2 кОм $\pm 5\%$	I	
R17	ОМЛТ-0,125-1,5 мОм $\pm 10\%$	I	
R18	ОМЛТ-0,125-5,6 кОм $\pm 10\%$	I	
R19	ОМЛТ-0,125-33 кОм $\pm 10\%$	I	
R20	ОМЛТ-0,125-2,7 кОм $\pm 10\%$	I	
R21	ОМЛТ-0,125-5,6 кОм $\pm 10\%$	I	
R22 ^м , R23 ^м	ОМЛТ-0,125-3,6 кОм $\pm 5\%$	2	3,3 кОм-4,7 кОм
R24	ОМЛТ-0,125-2,2 кОм $\pm 10\%$	I	
R25, R26	ОМЛТ-0,125-12 кОм $\pm 10\%$	2	
R27	ОМЛТ-0,125-13 кОм $\pm 5\%$	I	
R28	ОМЛТ-0,125-1 кОм $\pm 10\%$	I	

Поз. обозн.	Наименование	Кол.	Примечание
	Резисторы		
R29	ОМЛТ-0,125-20 кОм $\pm 5\%$	I	
R30	ОМЛТ-0,125-6,2 кОм $\pm 5\%$	I	
R31	ОМЛТ-0,125-5,6 кОм $\pm 10\%$	I	
R32	ОМЛТ-0,125-33 кОм $\pm 10\%$	I	
R33	ОМЛТ-0,125-2,7 кОм $\pm 10\%$	I	
R34, R35	ОМЛТ-0,125-5,6 кОм $\pm 10\%$	2	
	Конденсаторы		
C1	КМ-6-Н90-1,0 мкФ	I	
C2	К50-6-50в-20 мкФ	I	
	Диоды полупроводниковые		
Д1, Д2	Д237А	2	
Д3	Д814А	I	
Д4-Д5	Д818Д	5	
Д6	2С147А	I	
Д10	Д818Д	I	
Д11	2Д103А	I	
Д12	Д814Г	I	
Д13	Д818Д	I	
Д14	Д818Д	I	
Д15	2Д103А	I	
Д16	Д814Б	I	
	Транзисторы		
Т1	2Т312А	I	
Т2	2Т301Е	I	
Т3	2Т603А	I	

Поз. обозн.	Наименование	Кол.	Примечание
Транзисторы			
T4, T5	2Т301Е	2	
T6	2Т203Б	1	
T7	2Т312А	1	
T8	1Т403Б	1	
T9, T10	2Т301Е	2	
T11	2Т203Б	1	
T12	2Т312А	1	
T13	1Т403Б	1	
T14	2Т312А	1	
Плата ЕЗЗ.661.322			
Резисторы			
R1	ОМЛТ-0,125-4,7 кОм $\pm 10\%$	1	
R2	ОМЛТ-0,125-10 кОм $\pm 10\%$	1	
R3	ОМЛТ-0,125-8,2 кОм $\pm 10\%$	1	
R4	СП5-1А 1,5 кОм	1	
R5	ОМЛТ-0,125-820 Ом $\pm 10\%$	1	
R6	ОМЛТ-0,125-1 кОм $\pm 10\%$	1	
R7	ОМЛТ-0,125-2,4 кОм $\pm 5\%$	1	
R8	ОМЛТ-0,125-510 Ом $\pm 5\%$	1	
R9	ОМЛТ-0,125-5,6 кОм $\pm 10\%$	1	
Конденсаторы			
C1	К50-6-25В-200 мкФ	1	
C2	КМ-6-Н90-0,1 мкФ	1	
C3	К50-6-15В-100 мкФ	1	
C4	КМ-6-Н90-0,068 мкФ	1	

Поз. обозн.	Наименование	Кол.	Примечание
Конденсаторы			
C5	КМ-6-Н90-0,1 мкФ	1	
C6	К50-6-50В-100 мкФ	1	
Диоды полупроводниковые			
Д1	Д818Д	1	
Д2, Д3	Д814А	2	
Транзисторы			
T1, T2	МП26	2	
T3	2Т301Е	1	
T4	2Т203Б	1	
T5	1Т403А	1	
T6	2Т326А	1	
T7, T8	1Т403В	2	
Tr1	Трансформатор 4.777.609	1	
Dr1	Дроссель высокочастотный ДЗ-0,1-360 ± 5	1	