ГЕНЕРАТОР КАЧАЮЩЕЙСЯ ЧАСТОТЫ 43

Техническое описание и инструкция по эксплуатации

СОДЕРЖАНИЕ

I. Назначение 6
2. Технические данные 6
3. Состав генератора . . . . . IO
4. Устройство и работа генератора и его составных частей II
4.I. Принцип действия II
4.2. Схемы электрические принципиальные I6
4.3. Конструкция 34
5. Маркирование и пломбирование 44
6. Общие указания по эксплуатации 45
7. Указания мер безопасности 45
8. Подготовка к работе 46
9. Порядок работы 47
IO. Характерные неисправности и методы их устранения 47
II. Техническое обслуживание 52
I2. Поверка ГКЧ 63
I3. Правила хранения 68
I4. Транспортирование 68
Приложение I. Напряжение и сигналы, наблюдаемые при нормальной работе генератора.. . . 72

Приложение 2. Формы сигналов, наблюдаемых на присоединительных контактах и контрольных точках печатных плат блока НЧ 74
Приложение 3. Намоточные данные трансформаторов 78
Приложение 4. Генератор качающейся частоты . . . . . Схема электрическая принципиальная 83
Приложение 5. Блок НЧ. Схема электрическая принципиальная 86
Приложение 6. Модулятор частотный. Схема электрическая принципиальная 93
Приложение 7. Модулятор амплитудный. Схема электрическая принципиальная 98
Приложение 8. Усилитель системы АРМ. Схема электрическая принципиальная I03
Приложение 9. Устройство ВЧ. Схема электрическая принципиальная I05
Приложение I0. Блок питания. Схема электрическая принципиальная II4
Приложение II. Усилитель частотной метки. Схема электрическая принципиальная II7
Приложение I2. Усилитель метки выходной. Схема электрическая принципиальная I20
Приложение I3. Корректор линейности частотной шкалы. Схема электрическая принципиальная I22

Приложение I4. Усилители согласующие. Схема электрическая принципиальная I24
Приложение I5 - 25. Схемы расположения элементов на печатных платах I25

Общий вид генератора качающейся частоты

I. НАЗНАЧЕНИЕ

I.I. Генератор качающейся частоты (ГКЧ)43 предназначен для использования в качестве источника СВЧ колебаний в составе панорамного измерителя коэффициента стоячей волны (КСВн) Р2-43.

I.2. Рабочие условия эксплуатации ГКЧ:

- температура окружающего воздуха от 278 К до 313 К;
- относительная влажность 95% при температуре 303 К;
- атмосферное давление от 62 до I04 кН/м^2;
- напряжение сети 220 ±22 В частотой 50 ±0,5 Гц.

2. ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ

2.I. Диапазон рабочих частот генератора качающейся частоты от 5,64 до 8,24 ГГц.

2.2. Основная погрешность измерения частоты при помощи встроенного частотомера не превышает ±0,2%.

2.3. Дополнительная погрешность измерения частоты при помощи встроенного частотомера от изменения температуры окружающего воздуха не превышает ±0,I% на каждые I0 К изменения температуры.

2.4. Погрешность установки частоты по частотной шкале в режиме ручной перестройки частоты, начальной и конечной частот полосы качания в режиме качания не превышает ±3%.

2.5. Прибор работает в следующих режимах перестройки частоты:

а) ручная перестройка частоты;

б) ручное качание в установленной полосе;

в) периодическое качание частоты по пилообразному закону с длительностью периодов 0,08 с ±10%, 1 с ±10%, 10 с ±10% и длительностью обратного хода (5 - 15)% от длительности периода качания;

г) медленное качание частоты с разовым запуском и длительностью периода 40 с ±20%.

2.6. Полоса качания частоты генератора:

а) максимальная - полный диапазон частот генератора;

б) минимальная - не более 1% от минимальной частоты диапазона.

2.7. Генератор работает в следующих режимах работы:

а) непрерывная генерация (НГ);

б) амплитудная модуляция (АМ) меандром с частотой 100 кГц ±0,1%.

2.8. Величина выходной мощности генератора на согласованную нагрузку в режиме НГ и автоматической регулировке мощности (АРМ) от датчика сигнала ошибки не менее 4 мВт при неравномерности выходной мощности относительно частотной характеристики датчика сигнала ошибки не более ±0,4 дБ.

Примечание. В качестве датчика сигнала ошибки используется направленный детектор измерителя КСВн, в комплект которого входит ГКЧ.

2.9. Выходная мощность ГКЧ в режиме АРМ от датчика сигнала ошибки при помощи ручки ВЫРАВНИВАНИЕ изменяется не менее, чем в 2 раза.

2.10. КСВн выхода генератора в режиме АРМ от собственного датчика не превышает 1,15.

2.11. Высокочастотный выход ГКЧ коаксиальный с волновым сопротивлением 50 Ом и размерами 7/3,04 мм.

2.12. Амплитуда (полный размах) выходного сигнала перестраиваемой метки на разъеме ⊖ ИНДИКАТОР (контакт Б3) должна быть отрицательной полярности не менее 0,8 В на сопротивлении нагрузки 10 кОм. Изменение ее в диапазоне частот генератора не более 100 раз.

2.13. Амплитуда (полный размах) выходного сигнала напряжения развертки на разъеме ⊖ ИНДИКАТОР (контакт А1) для всех режимов качания частоты не менее 5 В положительной полярности, нарастающего от уровня 0 - 0,3 В на сопротивлении нагрузки 5,1 кОм.

2.14. Амплитуда (полный размах) напряжения, синхронного с напряжением, осуществляющим перестройку частоты, на разъеме ⊖ ИНДИКАТОР (контакт А2) не менее 5 В отрицательной полярности для максимальной полосы качания на сопротивлении нагрузки 10 кОм.

2.15. Поток мощности электромагнитного поля на расстоянии 1 м от прибора, создаваемый прибором при его работе, не превышает $1 \cdot 10^{-9}$ Вт/см^2.

2.16. Амплитуда (полный размах) отрицательного напряжения синхроимпульса на разъеме ⊖ ИНДИКАТОР (контакт Б2) не менее 5 В на сопротивлении нагрузки 5,6 кОм.

www.pdf.ru

2.I7. Прибор нормально работает при питании его от сети переменного тока 220 ±22 В, частотой 50 ±0,5 Гц и содержанием гармоник до 5%.

2.I8. Нормальными условиями работы ГКЧ являются:

- температура окружающего воздуха 293 ±5 К;
- атмосферное давление I00 ±4 кН/м^2;
- относительная влажность 65 ±I5%;
- напряжение сети 220 ±4,4 В частотой 50 ±0,5 Гц.

2.I9. Электрическая изоляция цепей электропитания ГКЧ выдерживает без пробоя испытательное напряжение 750 В эфф. Сопротивление изоляции указанной цепи относительно корпуса не менее 20 МОм в нормальных условиях, при повышенной влажности - I МОм, при повышенной температуре - 5 МОм.

2.20. Мощность, потребляемая ГКЧ от сети при номинальном напряжении, не превышает 250 ВА.

2.2I. ГКЧ обеспечивает технические характеристики после прогрева в течение 30 минут.

2.22. Время непрерывной работы ГКЧ 8 часов.

2.23. Габаритные размеры ГКЧ, не более:

а) генератора 500x480x300 мм;

б) генератора в укладочном ящике 580x575x425 мм;

в) генератора в транспортной таре 740x660x560 мм;

2.24. Масса ГКЧ не более:

а) генератора - 45 кг;

б) генератора в укладочном ящике - 58 кг;

в) генератора в транспортной таре - 80 кг.

2.25. Наработка на отказ генератора не менее I250 часов.

3. СОСТАВ ГЕНЕРАТОРА

3.I. Основные составные части генератора приведены в табл. I.

Таблица I

Наименование	Количество, шт.	Примечание
Генератор качающейся частоты 43	I	
Переход коаксиальный 32-II2/I	I	
Переход коаксиальный 32-II2/2	I	

Продолжение табл. I

Наименование	Коли-чество, шт.	Примечание
Кабель	I	Маркировка 006
Кабель соединительный	I	Маркировка 296-
Кабель соединительный	I	Маркировка 148
Техническое описание и инструкция по эксплуатации	I	
Ящик укладочный	I	ГКЧ-43

4. УСТРОЙСТВО И РАБОТА ГЕНЕРАТОРА И ЕГО СОСТАВНЫХ ЧАСТЕЙ

4.I. Принцип действия.

Структурная схема генератора качающейся частоты показана на рис. I. Основным элементом генератора качающейся частоты определяющим его структурную схему, является генераторная лампа.

Схема построения ГКЧ основывается на свойстве генераторной лампы изменять частоту генерируемого сигнала в широких пределах от изменения напряжения, питающего цепь замедляющего электрода.

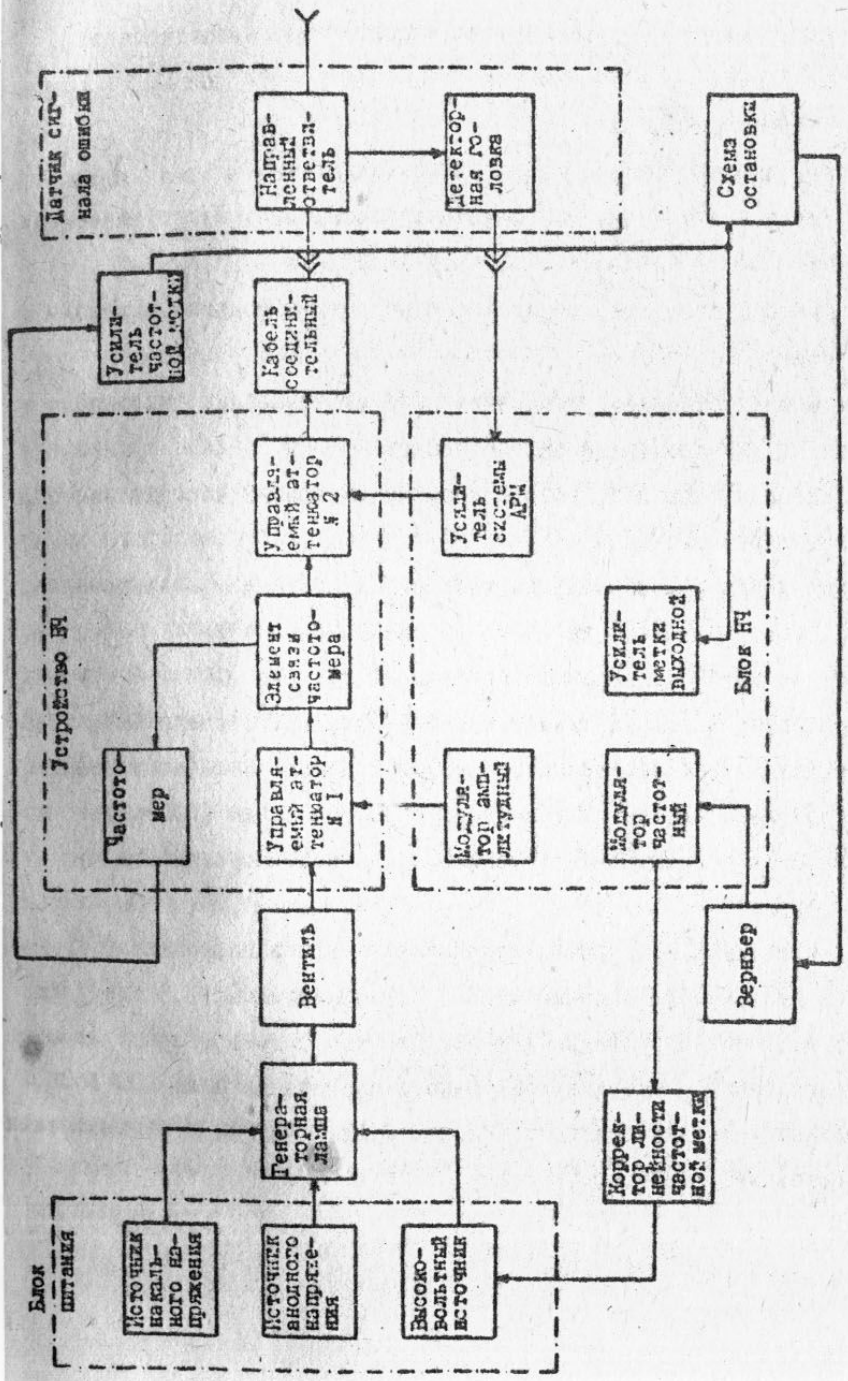

Рис.I. Структурная схема генератора качающейся частоты

В зависимости от функций, выполняемых отдельными частями, схема ГКЧ разделяется на следующие основные части:

- генераторная лампа;
- источники питания генераторной лампы;
- схема и элементы, обеспечивающие режимы перестройки частоты ГКЧ;
- схемы и элементы, обеспечивающие режимы модуляции выходной мощности ГКЧ;
- схема и элементы, обеспечивающие стабилизацию выходной мощности ГКЧ в рабочем диапазоне частот;
- схема и элементы, обеспечивающие измерение частоты сигнала, генерируемого ГКЧ.

Напряжения при нормальной работе ГКЧ приведены в приложении I. Формы сигналов на контрольных точках печатных плат блока НЧ приведены в приложении 2.

Генераторная лампа является источником СВЧ сигнала ГКЧ. Она определяет рабочий диапазон частот прибора. В качестве генераторной лампы используется лампа обратной волны (ЛОВ).

Для питания цепей генераторной лампы используются источники питания:

а) источник накального напряжения - стабилизированный источник постоянного напряжения 6,3 В, ток не менее I,5 А;

б) источник напряжения для питания анода генераторной лампы - стабилизированный источник постоянного напряжения плюс IOO-300В, номинальная величина анодного напряжения выбирается в соответствии с паспортом на генераторную лампу;

в) источник питания цепи замедляющей системы генераторной лампы - высоковольтный источник с выходным напряжением 250 - 2000 В, ток не менее 20 мА. В указанных пределах напряжение перестраивается автоматически или вручную, тем самым, обеспечивая электронную перестройку частоты ГКЧ.

Режимы перестройки частоты ГКЧ определяются схемой частотного модулятора.

Частотный модулятор вырабатывает пилообразное напряжение и синхронные с ним прямоугольные импульсы. В усилителе-сумматоре частотного модулятора пилообразное напряжение суммируется с постоянным напряжением и сумарный сигнал используется в качестве опорного сигнала в высоковольтном источнике питания. Он определяет закон и пределы перестройки частоты ГКЧ. Линейность перестройки частоты ГКЧ определяется схемой корректора линейности частотной шкалы, которая изменяет коэффициент передачи входных напряжений на сумматор при помощи нелинейной отрицательной обратной связи так, чтобы обеспечить линейную перестройку частоты от напряжений, поступающих для управления частотой с верньерного устройства. Амплитуда пилообразного напряжения и величина постоянного напряжения меняется при помощи потенциометров верньера, тем самым, меняется полоса и начальная частота полосы качания ГКЧ. Усилитель-сумматор одновременно является усилителем высоковольтного стабилизатора. Пилообразное напряжение также поступает на выходной разъем ⋐ ИНДИКАТОР (контакт А1) в качестве напряжения развертки осциллографического индикатора. Прямоугольные импульсы предназначены для синхронизации индикаторных устройств.

Режимы модуляции выходной мощности ГКЧ осуществляются схемой амплитудного модулятора. Амплитудная модуляция выходного сигнала генератора основывается на свойстве управляемого аттенюатора на *p-i-n* диодах менять ослабление СВЧ сигнала в зависимости от тока, протекающего через *p-i-n* диоды. Амплитудный модулятор генерирует меандр с частотой 100 кГц, который подается на управляемый аттенюатор в качестве управляющего напряжения. В результате сигнал, генерируемый ГКЧ, модулируется меандром с частотой 100 кГц - ГКЧ работает в режиме АМ. Если на управляемый аттенюатор не подается управляющее напряжение - генератор работает в режиме непрерывной генерации.

Стабилизацию выходной мощности ГКЧ осуществляет система автоматической регулировки мощности (система АРМ), в которую входят усилитель системы АРМ (приложения 8, 17), собранный на печатной плате, элементы усилителя, расположенные в блоке НЧ (приложение 5), датчик сигнала ошибки системы АРМ, управляемый аттенюатор на *p-i-n* диодах, расположенный в устройстве ВЧ (группа диодов Д8-Д14 блока У4, приложение 4).

Принцип работы заключается в следующем. Сигнал, пропорциональный выходной мощности ГКЧ, с датчика сигнала ошибки системы АРМ подается на усилитель системы АРМ. Усиленный сигнал ошибки сравнивается с опорным напряжением, детектируется и поступает в качестве управляющего напряжения на управляемый аттенюатор. Изменение ослабления управляемого аттенюатора в зависимости от сигнала ошибки обеспечивает стабилизацию выходной мощности

Качество работы системы АРМ характеризуется точностью работы относительно частотной характеристики датчика сигнала ошибки (выражается неравномерностью сигнала, пропорционального выходной мощности ГКЧ, наблюдаемого на выходе датчика сигнала ошибки при работе системы АРМ) и определяется коэффициентом стабилизации системы АРМ с учетом пределов регулирования, быстродействия и чувствительности систем АРМ.

Генератор работает без АРМ, если на вход усилителя системы АРМ не подается сигнал ошибки.

Для измерения частоты сигнала в схеме генератора имеется резонансный частотомер, на который часть сигнала из основного СВЧ тракта генератора подается через элемент связи. Индикатором резонанса частотомера является стрелочный прибор.

На разъем ⋐ ИНДИКАТОР (контакт Б3) подается сигнал частотной метки встроенного частотомера после усилителя выходного частотной метки и усилителей согласующих.

В основном СВЧ тракте генератора между генераторной лампой и платой СВЧ включен вентиль, являющийся развязывающим элементом выхода генераторной лампы от СВЧ тракта генератора.

4.2. Схемы электрические принципиальные

4.2.1. Генераторная лампа и СВЧ часть ГКЧ (приложение 4).

В качестве генераторной лампы в ГКЧ используется ЛОВ. Электронная перестройка частоты ГКЧ осуществляется путем изменения напряжения, приложенного между замедляющей системой и катодом генераторной лампы. Корпус лампы и конструктивно с ним связанная замедляющая система заземлены, поэтому в высоковольтном источнике, питающем замедляющую систему лампы, заземлен плюс.

Вентиль, включенный к выходу генераторной лампы, предназначается для развязки выхода генераторной лампы от последующего СВЧ тракта генератора, нагружающего генераторную лампу, т. е. обеспечивает работу генераторной лампы на нагрузку, КСВн которой не превышает I,7.

Устройство ВЧ является комплексным СВЧ узлом и включает в себя электрически управляемый аттенюатор на p-i-n диодах для осуществления амплитудной модуляции (модулятор), частотомер с элементом связи и второй аттенюатор на p-i-n диодах (регулятор), входящий в состав системы АРМ. Конструктивно устройство ВЧ выполнено на основе П-волновода, вход и выход устройства коаксиальные (разъемы типа "гнездо" канала 7/3). В схеме ГИЧ устройство ВЧ обозначено У4 (Приложение 9).

Технические характеристики устройства ВЧ следующие:

а) КСВн входа и выхода при отсутствии управляющего тока через диоды модулятора и регулятора, а также КСВн входа при токе через регулятор от 0 до 20 мА не более 3,0;

б) КСВн входа устройства ВЧ при токе $i_{мод}$ = 60 мА через диоды модулятора, а также КСВн выхода устройства ВЧ при токе $i_{рег}$ = 20 мА через диоды регулятора не более 3,0;

в) затухание, вносимое устройством ВЧ при пропускании через диоды модулятора управляющего тока $i_{мод}$ = 60 мА, не менее 30 дБ;

д) затухание, вносимое устройством ВЧ при пропускании через диоды регулятора управляющего тока $i_{рег}$ = 20 мА, не менее 20 дБ.

Управляемые аттенюаторы, входящие в состав устройства ВЧ, являются аттенюаторами на p-i-n диодах. Работа их основывается на свойстве p-i-n диода менять в широких пределах активное сопротивление от изменения управляющего тока, подаваемого на диоды. Изменение сопротивления p-i-n диодов вызывает изменение ослабления вносимого аттенюатором. Диоды включены параллельно СВЧ тракту. В обесточенном состоянии сопротивление диода составляет несколько килоом, т.е. гораздо больше волнового сопротивления полосковой линии 50 Ом, и вся СВЧ мощность проходит по СВЧ тракту практически без ослабления. С увеличением тока через диод его сопротивление уменьшается до 3-5 Ом, диод шунтирует СВЧ тракт, и часть СВЧ мощности рассеивается на диоде. Модулятор и регулятор собраны на 7-ми диодах каждый. Управляющий ток подается через резисторы 150 Ом. В модуляторе ток через диоды Д1, Д2, а в регуляторе через диоды Д8, Д9, Д13 и Д14 при помощи соответствующих резисторов подбирается таким образом, чтобы КСВн выхода модулятора и КСВн входа и выхода регулятора не превышал величин, указанных выше.

По СВЧ сигналу диоды замыкаются на корпус через конструктивные емкости. Быстродействие управляемых аттенюаторов определяется быстродействием изменения сопротивления p-i-n диодов. Постоянная времени аттенюаторов составляет порядка 50 мкс. Для обеспечения частоты амплитудной модуляции до 100 кГц на модулятор требуется подавать импульсы управляющего тока специальной формы, позволяющие уменьшить постоянную времени модулятора.

Входящий в состав устройства ВЧ частотомер обеспечивает следующие технические характеристики:

а) основная погрешность измерения частоты не более ±0,2%;

б) амплитуда частотной метки на выходе ГКЧ не менее I В;

в) изменение амплитуды частотной метки в рабочем диапазоне частот не более IOO раз.

Частотомер ГКЧ выполнен на объемном резонаторе, в котором возбуждается колебание волны типа H_{III}.

Частота перестраивается путем передвижения одной короткозамкнутой торцевой стенки, что приводит к изменению длины резонатора. При уменьшении длины резонатора частота увеличивается.

Резонатор возбуждается при помощи отрезка П-образного волновода, используемого в качестве элемента связи. Сигнал из резонатора на детекторную секцию отводится при помощи петли связи. Резонанс индицируется по максимальному значению сигнала детекторной секции.

Отсчет частот ведется по цилиндрической спиральной шкале, градуированной в ГГц. Шкала расположена соосно резонатору и при вращении ее меняется длина резонатора, что приводит к перестройке резонансной частоты.

Датчик сигнала ошибки системы АРМ включается в выходной СВЧ тракт с целью получения сигнала, пропорционального выходной мощности ГКЧ и используемого в системе АРМ для стабилизации выходной мощности прибора.

4.2.2. Модулятор частотный (приложение 6).

Частотный модулятор (ЧМ) ГКЧ состоит из:

а) печатной платы "Модулятор частотный" (приложение 23);

б) элементов, расположенных в блоке НЧ (приложение 5) - резисторов RI - RII, RI3 - RI6, конденсатора CI, переключателей B2, B3, кнопки Кн;

в) элементов, расположенных в генераторе качающейся частоты (приложение 4) - резисторов RI-R5, диодов ДI, Д2, переключателя BI, разъемов ШI, Ш2, Ш5, ШIO. По функциональному назначению в состав частотного модулятора входит верньер У6 (см. приложение 4), печатная плата "Корректор линейности частотной шкалы" (приложения I3, 26) и печатная плата усилителей согласующих УII (приложения I5, 28).

Схемой частотного модулятора определяются режимы перестройки частоты ГКЧ. ЧМ выполняет следующие функции:

а) вырабатывает пилообразное напряжение с параметрами:

- амплитуда не менее 5 В;

- линейность не хуже 2%;

- периоды 0,08; I; IOс в автоматическом режиме и 40с в режиме с разовым ручным запуском кнопкой ПУСК;

б) вырабатывает синхроимпульсы отрицательной полярности с амплитудой не меньше 5 В (полный размах) на нагрузке 5,6 кОм, синхронные с пилообразным напряжением;

в) обеспечивает режим ручной перестройки в пределах амплитуды пилообразного напряжения;

г) суммирует пилообразное напряжение регулируемой амплитуды, напряжение начальной частоты, поступающее с верньерного устройства и напряжение начала диапазона;

д) обеспечивает стабилизацию высоковольтного напряжения относительно суммы перечисленных напряжений (выполняет функции усилителя высоковольтного стабилизатора);

е) обеспечивает сопряжение высоковольтного напряжения с частотной шкалой верньера, тем самым обеспечивает точность отсчета частоты по частотной шкале ±3%.

Схема частотного модулятора состоит из следующих функциональных частей:

а) генератора пилообразного напряжения;

б) низковольтной части сумматора-стабилизатора высоковольтного напряжения;

в) механизма перестройки частоты - верньера;

г) корректора линейности частотной шкалы.

Схема генератора пилообразного напряжения состоит из:

а) интегрирующего усилителя;

б) нуль-органов (верхнего и нижнего), при помощи которых во всех режимах качания амплитуда пилы остается привязанной к опорным напряжениям, определяющим верхний и нижний ее уровень;

в) триггера и ключевого каскада.

В интегрирующем усилителе в качестве первого каскада применен двойной транзистор типа 1КТ011А (ПП3 в схеме составного повторителя). Так как транзистор такого типа может работать с малыми токами, входное сопротивление повторителя составляет 3 - 5 МОм.

Остальными каскадами усилителя являются усилитель напряжения на ПП6, усилитель тока на ПП7, усилитель напряжения на ПП10 и входной каскад -повторитель на ПП11. Коэффициент усиления по напряжению интегрирующего усилителя порядка 150, что обеспечивает нелинейность формируемого им пилообразного напряжения не хуже 2%.

Схема нуль-органа верхнего уровня выполнена на транзисторе ПП12 и представляет собой управляемый блокинг - генератор, который находится в заторможенном режиме опорным напряжением плюс 18 В с диодов Д24, Д25. Аналогично выполнена схема нуль-органа нижнего уровня на транзисторе ПП15. Опорное напряжение плюс 0,1 В снимается с резистора R63.

Триггер на ПП13, ПП14 управляет ключом, выполненным на транзисторе ПП16, нагрузкой которого служит резистор R56.

В автоматическом режиме перестройки 0,08 схема генератора пилообразного напряжения работает следующим образом.

Если транзистор ПП14 триггера открыт, то ключ на ПП16 находится в закрытом состоянии и отрицательное напряжение с коллектора ПП16 через Д20, открытый транзистор ПП18,Д27, контакт 7, интегрирующие резисторы R1, R7 и переключатель В2а (блок НЧ), контакт 38 подается на вход интегрирующего усилителя, заряжая емкость С1 (блок НЧ). Заряд интегрирующей емкости происходит почти постоянным током, поэтому на выходе усилителя получается линейно-нарастающее напряжение (прямой ход). Это напряжение подается на нуль-орган верхнего уровня. В исходном состоянии диод Д10 открыт, а Д9 закрыт опорным напряжением, поэтому часть вторичной обмотки Тр1, связанная с диодом Д9 и включаемая в

цепь положительной обратной связи блокинг-генератора, оказывается отключенной и блокинг-генератор находится в заторможенном режиме. В момент совпадения уровня выходного напряжения интегратора и опорного напряжения диод Д9 открывается, включая часть вторичной обмотки TpI в цепь положительной обратной связи блокинг-генератора, тем самым создавая условия для блокинг процесса. Блокинг-генератор генерирует импульсы, которые через СІО подаются на триггер и переводят его во второе устойчивое состояние. ПП14 закрывается, а ПП16 открывается и положительный скачок напряжения через Д2І, ПП18, Д26, контакт 7, резисторы RI, R7 и переключатель В2а (блок НЧ), контакт 38 подается на вход интегрирующего усилителя, стремясь перезарядить конденсатор СІ. Для уменьшения постоянной времени RC цепи параллельно интегрирующим резисторам RI, R7 через Д32 подключается резистор R75. С выхода интегрирующего усилителя линейно-падающее напряжение (обратный ход) подается на нуль орган нижнего уровня (ПП15, диод ДІ6) для сравнения с опорным напряжением нижнего уровня. При достижении линейно-падающим напряжением опорного, ДІ7 открывается и включает часть обмотки Тр2 в цепь положительной обратной связи блокинг-генератора. Импульсы блокинг-генератора через СІ8, контакт 27, В2в (блок НЧ) контакт І6 переводят триггер в первоначальное состояние и процесс формирования пилообразного напряжения повторяется.

В режиме 40 выход интегратора и нуль-орган нижнего уровня, вход интегратора и выход детектора Д28, Д29 через контакт 38, переключатель В2г (блок НЧ), контакт 29, а также вход детектора и выход нуль-органа нижнего уровня через контакт 3І, В2в (блок НЧ), контакт 27 до запуска охвачены обратной связью, стабилизирующей начальный уровень. Запуск формирования

пилы осуществляется при помощи кнопки ПУСК. Совершив полный период, напряжение возвращается до начального уровня.

В режиме РУЧНОЕ параллельно конденсатору интегратора СІ в блоке НЧ подключается резистор ІО кОм (RII в блоке НЧ). В этом случае, так как суммирующая точка (контакт 38) имеет постоянный потенциал 4,5 В, на выходе интегратора устанавливается напряжение порядка +9 В – прекращается работа генератора пилообразного напряжения, и ручное качание частоты осуществляется при помощи потенциометра КАЧАНИЕ (RI4 в блоке НЧ), который питается от стабилизирующих диодов Д24 – Д25 напряжением І8 В. Это напряжение одновременно является опорным напряжением для нуль-органа верхнего уровня, т.к. определяет максимальное значение пилообразного напряжения.

Для более точного сравнения амплитуды перестраивающего напряжения во всех режимах качания предусмотрена коррекция нуль-органов изменением токов через резисторы R54 и R63.

Сумматор-стабилизатор высоковольтного источника собран по схеме операционного усилителя-сумматора. Первые два каскада усилителя (ПП2, ПП4, ПП1, ПП5) дифференциальные усилители. Первая пара транзисторов помещена в общий корпус для выравнивания локальных температур. Транзистор ПП8 работает в качестве усилителя тока, ПП9 предоконечный усилитель напряжения. Усилитель охвачен отрицательной обратной связью через элементы С3, С5, R23 для предотвращения самовозбуждения. Оконечным каскадом сумматора являются лампы регулируемого высоковольтного источника питания.

Параллельно входной цепи регулирующих ламп высоковольтного источника подключена схема корректора линейности частотной шкалы, выполненного по схеме делителя, управляемого напряжением обратной связи. Коэффициент усиления сумматора изменяется по закону, обратно пропорциональному изменению крутизны частотной характеристики ЛОВ. В результате корректор линейности обеспечивает формирование напряжения, осуществляющего перестройку частоты, такой формы, которая обеспечивает линейное качание частоты ГКЧ.

Механизм перестройки частоты является дифференцирующим механизмом, который позволяет осуществлять индикацию начальной частоты и полосы качания на одной шкале, т.е. определять начальную и конечную частоту полосы качания. Напряжение, соответствующее начальной частоте, изменяется потенциометром НАЧАЛЬНАЯ ЧАСТОТА верньера и поступает на контакт 20 сумматора. Амплитуда пилообразного напряжения, соответствующее установленной полосе качания, изменяется потенциометром ПОЛОСА верньера и поступает на контакт I9 сумматора. Кроме этого, на контакт I7 сумматора поступает напряжение обратной связи с делителя высоковольтного источника питания, определяющее начало диапазона.

4.2.3. Усилитель частотной метки и усилитель метки выходно

Усилитель частотной метки (У7, ГКЧ) и усилитель метки выходной (У5 блока НЧ) самостоятельные печатные платы.

Усилитель частотной метки (приложение II) выполняет следующие функции:

- преобразует постоянный сигнал резонанса частотомера в режиме НГ в переменный с частотой I00 кГц;
- усиливает сигнал резонанса (частотной метки) до амплитуды не менее 0,8 В.

Первый каскад усилителя частотной метки - прерыватель на IKTOIIA (ПП1). Он управляется напряжением с частотой I00 кГц, поступающим от модулятора амплитудного, через трансформаторы TpI и Тр2.

Трансформатор Тр2 является симметрирующим и улучшает развязку входа усилителя от управляющего напряжения I00 кГц.

Усиление сигнала резонанса осуществляется при помощи усилителя тока (ПП2) и усилителя напряжения (ПП3). Выходной каскад-повторитель. Усиление усилителя регулируется изменением отрицательной обратной связи при помощи RI4 (приложение II). Усиленный сигнал частотной метки (контакт II) подается на усилитель метки выходной (приложение I2), с выхода которого подается через плату усилителей согласующих далее на разъем ⊖ ИНДИКАТОР (контакт Б3).

Усилитель метки выходной выполняет функции:

- осуществляет отсечку усиленного сигнала резонанса снизу;
- согласует входное сопротивление схемы усилителя индикации метки со схемой отсечки;
- усиливает и детектирует сигнал резонанса после схемы отсечки для индикации частотной метки на стрелочном приборе.

Схема отсечки обеспечивает регулировку чувствительности индикации резонанса на встроенном стрелочном приборе без уменьшения точности индикации. Схема отсечки выполнена на диодах Д1, Д2 по симметричной схеме, что обеспечивает нейтрализацию влияния на последующие каскады продетектированного сигнала, возникающего в схеме отсечки. Уровень отсечки регулируется при помощи потенциометра УРОВЕНЬ МЕТКИ (R16 в блоке НЧ). Входной сигнал на схему отсечки подается с выхода усилителя частотной метки.

Согласование выходного сопротивления схемы отсечки с последующими каскадами выполняется при помощи повторителя (ПП1), с выхода которого сигнал подается на стрелочный прибор в ГКЧ.

4.2.4. Модулятор амплитудный (приложение 7).

Амплутудный модулятор обеспечивает режимы модуляции выходной мощности ГКЧ.

Схема амплитудного модулятора формирует меандр специальной формы для осуществления АМ по управляемому аттенюатору (модулятору), расположенному в устройстве ВЧ.

Если в качестве модулирующего сигнала применяется импульс специальной формы (сумма меандра и его дифференциал), постоянная времени p-i-n аттенюатора уменьшается до I мкс. Схема модулятора обеспечивает амплутудную модуляцию меандром с частотой I00 кГц и режим непрерывной генерации. Она также выдает прямоугольные импульсы для управления прерывателями усилителя АРМ и усилителя частотной метки.

Схема амплитудного модулятора состоит из:

а) печатной платы МОДУЛЯТОР АМПЛИТУДНЫЙ (приложение I5);

б) элементов, расположенных в блоке НЧ – переключатель В1.

Структурная схема модулятора амплитудного состоит из трех взаимосвязанных частей:

а) релаксационного генератора типа мультивибратор (ПП1, ПП2), стабилизированного кварцем;

б) триггера с выходным каскадом для управления аттенюатором (ПП3, ПП7, ПП8, ПП9, ПП10, ПП11);

в) выходного каскада для управления ключом преобразователя напряжения (ПП4, ПП5, ПП6).

Первая часть схемы – самовозбуждающийся мультивибратор, частота которого стабилизирована кварцем, вырабатывает импульсы с частотой I00 кГц ±0,I%, которые в режиме АМ I00 кГц управляют триггером и выходным каскадом.

Триггер предназначен для формирования меандра от внутреннего запускающего сигнала. Он выполнен на транзисторах ПП3, ПП7. Запуск триггера производится по базе транзистора ПП3. Скважность меандра регулируется при помощи R18. В режиме АМ I00 кГц – запуск триггера осуществляется сигналом, поступающим от самовозбуждающегося мультивибратора. В режиме НГ на триггер не поступает запускающий сигнал, вход триггера заземляется.

Симметричный эмиттерный повторитель на транзисторах ПП8, ПП9 обеспечивает мощность, необходимую для управления оконечным каскадом.

Напряжение специальной формы для сокращения времени восстановления p-i-n диодов вырабатывается оконечным каскадом. На p-i-n диоды для запирания управляемого аттенюатора подаются импульсы тока, на переднем фронте которых при помощи дифференцирующей цепи формируется выброс тока, превышающий средний ток импульса в 4 – 5 раз.

Оконечный каскад выполнен на транзисторах ПП10, ПП11 p-n-p и n-p-n проводимостей соответственно. Во время отрицательного полупериода транзистор ПП10 закрыт, и ток проходит через транзистор ПП11, дифференцирующую цепь R36, R37, C21 и диоды. Заряд конденсатора C21 дает выброс тока через диоды.

После заряда конденсатора C21 ток через диоды ограничивается сопротивлениями R36, R37. Во время положительного полупериода транзистор ПП11 закрывается, а транзистор ПП10 открывается. Напряжение на конденсаторе прилагается к диодам. Конденсатор C21 разряжается через сопротивления R36, R37 и p-i-n диоды в обратном направлении. Это напряжение запирает диоды. Регулировка уровня выходного напряжения осуществляется при помощи R36. Подбором R28, R29, выбирается номинальный режим работы транзисторов ПП10, ПП11.

Выходной каскад для управления ключом преобразователя напряжения состоит из усилителя тока на ПП4 и повторителя (ПП6, ПП5).

Амплитуда усиленного сигнала стабилизируется при помощи диода Д7. Режим выходного каскада выбирается при помощи R15.

Выходной сигнал используется в качестве управляющего напряжения прерывателей в усилителе АРМ (движок потенциометра R39) и усилителя частотной метки (Ш3).

4.2.5. Усилитель системы АРМ (приложение 8).

Усилитель системы АРМ предназначается для усиления сигнала пропорционального выходной мощности генератора, поступающего от датчика сигнала ошибки.

Усилитель системы АРМ состоит из:

а) печатной платы УСИЛИТЕЛЬ СИСТЕМЫ АРМ (приложение 16);

б) элементов, расположенных в блоке НЧ – резистора R12, переключателя В1, разъемов Ш1, Ш2.

Схема усилителя системы АРМ состоит из прерывателя (ПП1) с частотой преобразования 100 кГц, усилителя переменной частоты (ПП2 – ПП6), усилителя сигнала ошибки (ПП7), детектора (Д6, Д7), выходного каскада (ПП8, ПП9).

В режимах непрерывной генерации сигнал, пропорциональный выходной мощности генератора, поступает на прерыватель.

Сигнал управления прерывателя с частотой 100 кГц подается с модулятора амплитудного (резистор R39 в модуляторе амплитудном, при помощи которого выбирается необходимая амплитуда управляющего сигнала).

В режиме АМ прямо с разъема ВХОД АРМ, а в режиме НГ с выхода прерывателя, сигнал, пропорциональный выходной мощности генератора, подается на усилитель переменной частоты. Величина

поступающего сигнала регулируется при помощи потенциометра ВЫРАВНИВАНИЕ (RI2 в блоке НЧ).

Усилитель переменной частоты (ПП2 - ПП6) является резистивным усилителем с коэффициентом усиления порядка I000 (чувствительность 3 мВ). При помощи схемы сравнивания усиленный сигнал пропорциональный выходной мощности генератора, сравнивается с опорным напряжением и выделяется сигнал ошибки (т.е. сигнал, несущий информацию об изменении выходной мощности генератора) для дальнейшего усиления. Схема сравнения является детектором (Д2, Д3) закрытым опорным напряжением. Диоды Д4, Д5 введены в схему для термокомпенсации.

Усилитель сигнала ошибки усиливает сигнал после сравнения до величины, необходимой для управления аттенюатором, расположенным в устройстве ВЧ (регулятор).

Детектор усиленного сигнала ошибки собран по схеме удвоения напряжения. Продектектированный сигнал ошибки усиливает по току составной повторитель на ПП7, ПП8 - выходной каскад.

Для контроля качества работы системы АРМ после усиления переменной частоты имеется выход для подключения осциллографа (разъем КОНТРОЛЬ АРМ).

4.2.6. Блок питания (приложение I0).

Блок питания выдает напряжение для питания генераторной лампы и остальной электронной схемы ГКЧ.

Схема блока питания состоит из следующих частей:

а) источника стабилизированного напряжения 250 - 2000 В с током нагрузки до 20 мА;

б) источника стабилизированного напряжения I00 - 300 В с током нагрузки I0 мА;

в) источника стабилизированного напряжения минус 27 В с током нагрузки 250 мА;

г) источника стабилизированного напряжения минус I5 В с током нагрузки I50 мА;

д) источника стабилизированного напряжения плюс 27 В с током нагрузки 250 мА;

е) источника стабилизированного напряжения 6,3 В с током нагрузки I500 мА;

ж) источника нестабилизированного напряжения минус 35 В с током нагрузки I00 мА.

Источники напряжения 250 В - 2000 В, I00 - 300 В, 27 В и 6,3 В выполнены по схеме компенсационного стабилизатора напряжения с усилителем обратной связи.

Основной выпрямитель источника 250 - 2000 В выполнен по схеме удвоения на диодах ДI008 (ДI6 - ДI7) и конденсаторах К50 - 3Б (С8, С9).

Выпрямитель источника I00 - 300 В выполнен по однополупериодной схеме на диодах ДI005А и Д237Б (ДI, Д2, С3, С4, СI2).

Основные выпрямители источника 27 В, минус 27 В, 6,3 В, а также выпрямитель для питания экранных сеток ламп Л6-ЛII выполнены по двухполупериодной схеме. Вспомогательные выпрямители этих источников - по однополупериодной схеме.

Регулирующим элементом источника 250 - 2000 В являются лампы 6Э15П (Л6 - ЛII), включенные параллельно, источника I00 - 300 В - лампа 6П14П-В (Л4), источника 27В-транзистор П2I7 (ПП3).

В источниках минус 27 В и 6,3 В регулирующий элемент выполнен по схеме составного транзистора ПП1, ПП2, ПП4, ПП5, ПП6.

Сигнал ошибки высоковольтного стабилизатора 250 - 2000 В усиливается операционным усилителем - сумматором (см. частотный модулятор), оконечным каскадом которого является регулятор на Л6 - ЛII. В источнике I00 - 300 В усилитель ошибки трехкаскадный. Первые два каскада собраны на транзисторах по балансной схеме (ПП1, ПП2, ПП3, ПП4 в узле У1). Третий каскад собран на лампе 6Н17Б (Л5).

В качестве усилителей обратной связи источников 27 В, минус 27 В используются функциональные блоки Я5-44А.

Нестабилизированное напряжение 35 В снимается с основного выпрямителя источника минус 27 В через фильтр (Др, СI3, С6).

Напряжение минус I5 В получено от источника минус 27 В путем погашения I2 В на стабилитроне типа Д8I5Д (ДI9).

Для защиты генераторной лампы от электрических повреждений в блоке питания имеется схема защиты. В нее входят реле РЭС-22 и пороговые схемы. Пороговая схема на транзисторе П307 (ПП1, узел У5) и реле Р2 отключают напряжения 250 - 2000 В и I00 - 300 В в случае перегрузки по току источника 250 - 2000 В.

Пороговая схема на транзисторах ПП2, ПП3 в узле У5 и реле Р3 включают добавочное сопротивление в цепь накала генераторной лампы в случае повышения напряжения накала больше 6,3 В.

4.3. Конструкция.

Генератор качающейся частоты выполнен в виде одноблочного прибора с использованием нормализованного каркаса "НАДЕЯ". Конструктивно генератор можно разделить на три отдельные части:

- блок питания;
- высокочастотная часть;
- блок низкой частоты (НЧ).

На передней панели генератора размещены следующие узлы и элементы (см. рис. 2):

а) к верхней части панели крепится верньер У6 с потенциометрами типа ПТП НАЧАЛЬНАЯ ЧАСТОТА и ПОЛОСА, при помощи которых выбирается необходимая начальная частота и полоса качания генератора;

б) в средней части передней панели справа размещен микроамперметр, используемый в качестве индикатора резонанса встроенного частотомера или наличия остановки частоты;

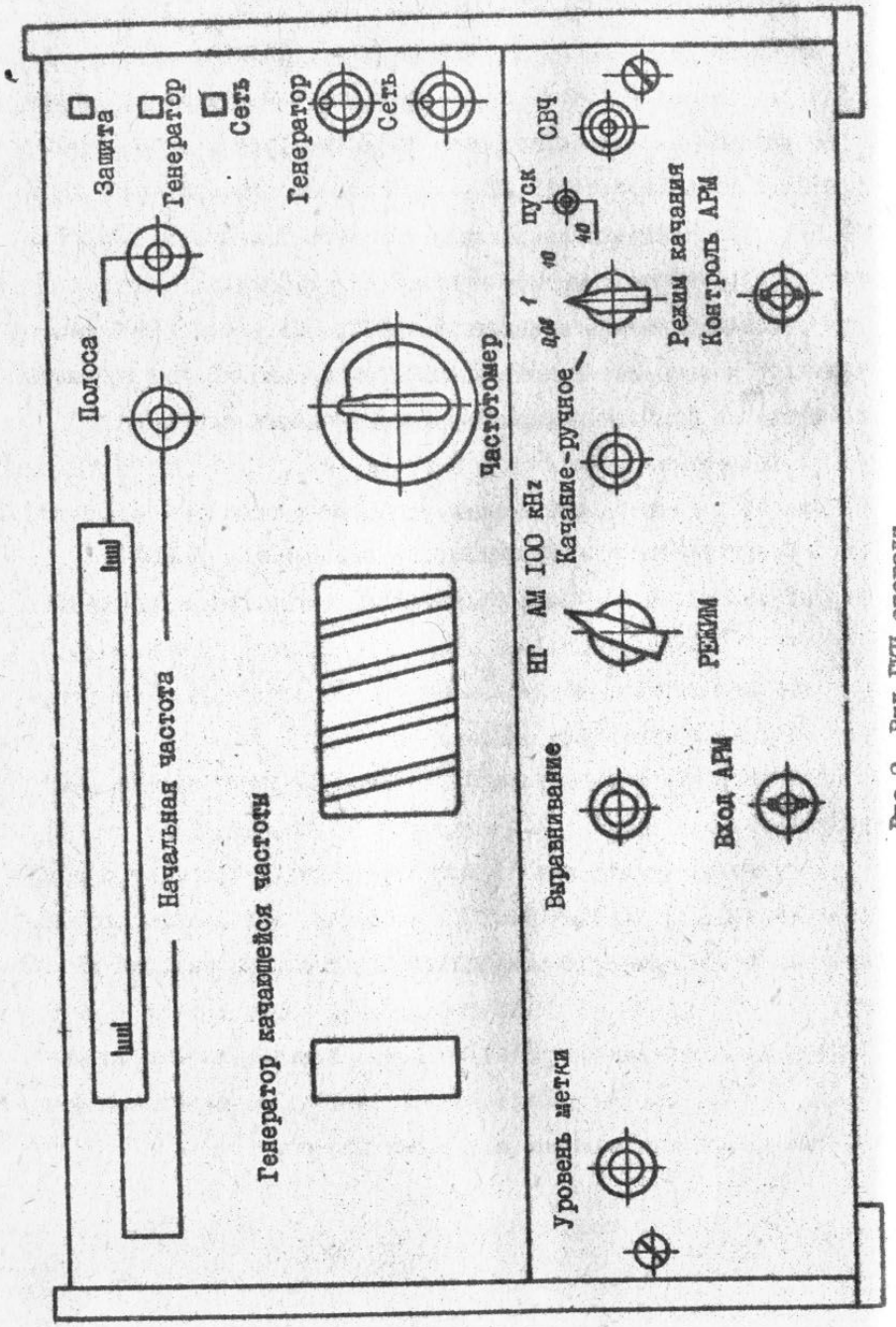

Рис.2. Вид ГКЧ спереди.

в) рядом с микроамперметром крепится устройство ВЧ (УЧ), в котором в один узел объединен частотомер, модулятор, регулятор мощности и возбуждающее устройство частотомера;

г) в правом верхнем углу передней панели генератора (см. приложение IO) - тумблер включения сети В2 СЕТЬ и тумблер В3 ГЕНЕРАТОР, подключающий высокое напряжение для питания замедляющей цепи генераторной лампы, а также сигнальные лампочки: Л1 СЕТЬ - индикация включения напряжения сети, Л2 - ГЕНЕРАТОР - индикация включения напряжения питания цепи замедляющей системы генераторной лампы, Л3 - ЗАЩИТА - индикация неисправности в цепи накала генераторной лампы.

В верхней части генератора размещен блок питания. Блок питания смонтирован на отдельной откидной текстолитовой плате навесными элементами вверх, монтажом вниз.

Трансформаторы Тр1 и Тр2 источника питания расположены на общем каркасе в первом этаже прибора (см. рис. 3).

В правой половине откидной плиты размещены элементы, находящиеся под высоким напряжением, в том числе:

а) высоковольтный выпрямитель (Д16, Д17, С8, С9, R2, R3,С1);

б) источник для питания анода генераторной лампы (Л4, Л5 - со стороны монтажа, У1, Д1, Д2, С3, С12, С4, С19);

в) источник для питания накала генераторной лампы (Д11 - Д14, С14, С15, С16, С20, ПП1, ПП5, У6, Пр5);

г) элементы схемы защиты (Р1-Р3, У5, Л2);

д) аноды ламп Л6 - Л11;

е) часть элементов узла У4, находящихся под экраном в левой части платы (внизу);

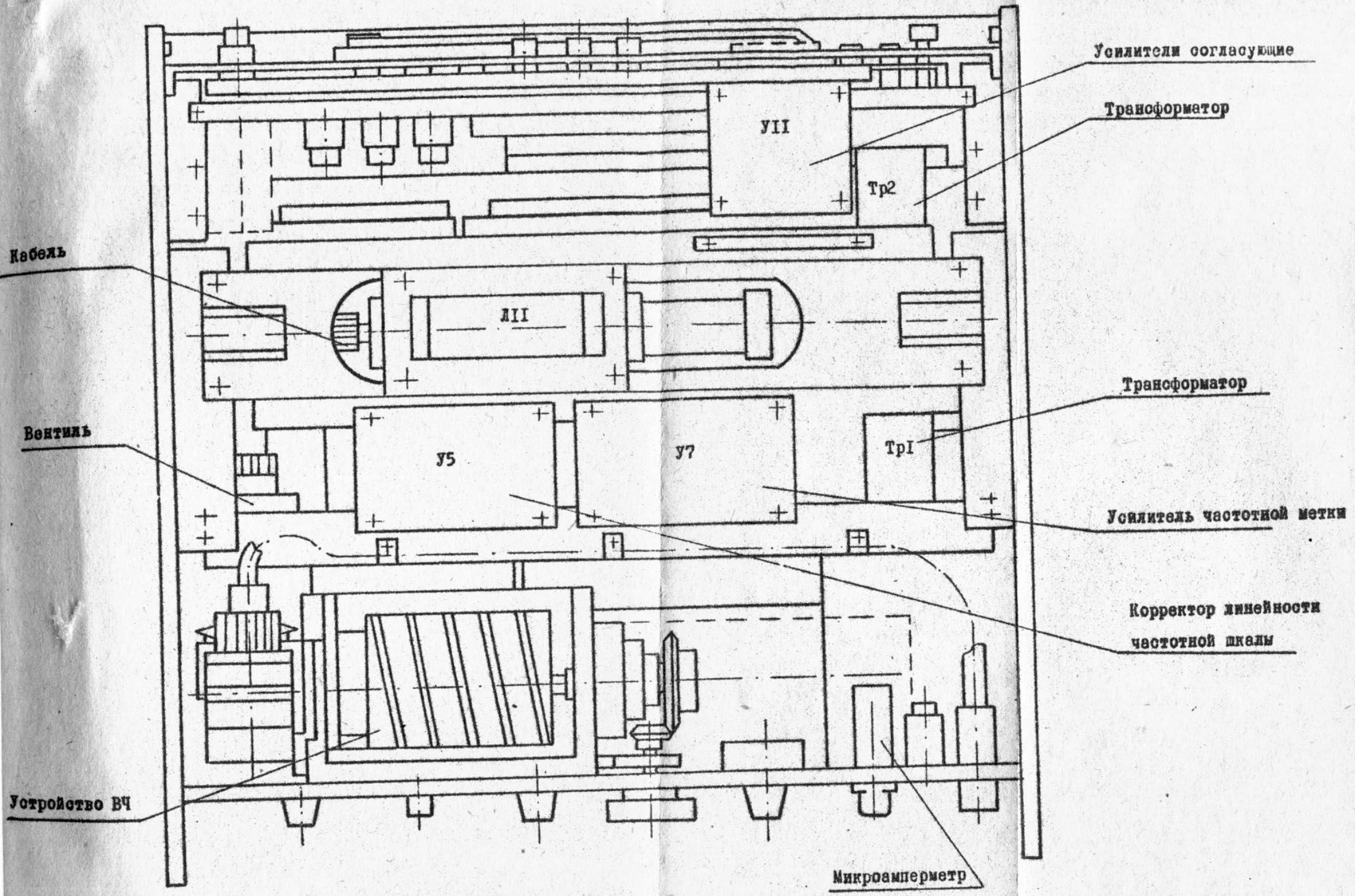

Рис. 3. Вид на ГКЧ сверху без блока питания и верньера