

**КАЛИБРАТОР ПЕРЕМЕННОГО НАПРЯЖЕНИЯ
ШИРОКОПОЛОСНЫЙ Н5-3**

РУКОВОДСТВО ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ

Часть 2

2000

1 КОНСТРУКЦИЯ	3
2 ОПИСАНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПРИНЦИПИАЛЬНЫХ СХЕМ ПРИБОРА	5
2.1 Общие указания	5
2.2 Описание электрической принципиальной схемы прибора	5
2.3 Описание электрической принципиальной схемы платы индикации	5
2.4 Описание электрической принципиальной схемы платы базовой	7
2.5 Описание электрической принципиальной схемы платы генератора высокочастотного	8
2.6 Описание электрической принципиальной схемы платы фильтров	9
3 ОПИСАНИЕ ПРИНАДЛЕЖНОСТЕЙ ПРИБОРА	9
3.1 Описание аттенюатора, нагрузки и конденсатора разделительного	9
3.2 Описание усилителя	11
3.3 Описание фильтра гармоник	14
4 КАЛИБРОВКА И РЕГУЛИРОВКА ПРИБОРА	19
4.1 Общие указания по калибровке прибора	19
4.2 Считывание калибровочных констант	20
4.3 Ввод калибровочных констант	21
4.4 Регулировка прибора	22
5 УСТРАНЕНИЕ НЕИСПРАВНОСТЕЙ	28
5.1 Общие указания	28
5.2 Меры безопасности и защиты прибора	28
5.3 Перечень средств измерения и контроля	29
5.4 Устранение неисправностей	29
ПРИЛОЖЕНИЕ А. Схема электрическая принципиальная и перечень элементов Калибратора переменного напряжения широкополосного Н5-3	33
ПРИЛОЖЕНИЕ Б. Плата индикации. Схема электрическая принципиальная, перечень и план размещения элементов	35
ПРИЛОЖЕНИЕ В. Плата базовая. Схема электрическая принципиальная, перечень и план размещения элементов	40
ПРИЛОЖЕНИЕ Г. Плата генератора высокочастотного. Схема электрическая принципиальная, перечень и план размещения элементов	52
ПРИЛОЖЕНИЕ Д. Плата фильтров. Схема электрическая принципиальная, перечень и план размещения элементов	58

1 КОНСТРУКЦИЯ

1.1 Прибор, внешний вид и конструкция которого показаны на рисунке 1.1, выполнен в малогабаритном корпусе (поз.8), состоящем из верхней и нижней крышек, боковых вставок, увеличивающих высоту корпуса, передней (поз.12) и задней (поз.2) панелей. На внутренней поверхности нижней крышки закреплено шасси, на котором расположена базовая плата (поз.9) и силовой трансформатор (поз.7).

К передней панели крепится плата индикатора и клавиатуры (поз.10). Выходной разъем (поз.11) прикреплен к базовой плате и дополнительно крепится к шасси винтами через отверстия в нижней крышке.

Горизонтальные платы фильтров (поз.14) и высокочастотного генератора (поз.13) собраны в пакет с экранами (поз.15) и включается в разъемы базовой платы. Для подключения платы высокочастотного генератора используются три дополнительные вертикальные соединительные платы.

На задней панели расположены: вентилятор (поз.1), сетевой предохранитель (поз.4), разъем интерфейса (поз.6), сетевой разъем (поз.3) и выключатель сети (поз.5).

1.2 Корпус прибора скрепляется четырьмя винтами, устанавливаемыми со стороны верхней крышки. Задняя и передняя панели укладываются в пазы крышек. Для создания наклона при работе используется складывающиеся ножки.

1.3 Описание органов управления и индикации приведено в разделе 10 части 1 настоящего руководства по эксплуатации.

1.4 Платы ВЧ-генератора (поз.20) и фильтров (поз.17) в пакете с экранами крепятся к базовой плате (поз.21) и шасси (поз.22) восемью шпильками (поз.18), образуя несколько экранированных отсеков. В экранированном отсеке базовой платы расположен выходной аттенуатор, измерительные преобразователи и выходной усилитель. На втором этаже размещена плата ВЧ-генератора. Причем, верхний экран платы (поз.16) используется как теплоотвод транзисторов (поз.15) ВЧ-усилителя. Третьим этажом установлена плата фильтров, которая соединяется в базовой платой с помощью двух плоских жгутов. Для разборки пакета достаточно открутить восемь гаек и последовательно снимать со шпилек платы, экраны и пластины боковых стенок. Верхний экран платы ВЧ-генератора может сниматься вместе с платой (осторожно, без перекоса). Нижний экран (поз.14) прикручен к корпусу аттенуатора (поз.13). Чтобы снять экран и получить доступ к монтажу базовой платы, необходимо еще дополнительно выкрутить шесть винтов. Для снятия базовой платы необходимо выкрутить шпильки, шесть винтов, крепящих ее к шасси, и два винта (поз.23) снизу корпуса прибора, крепящие корпус аттенуатора к шасси.

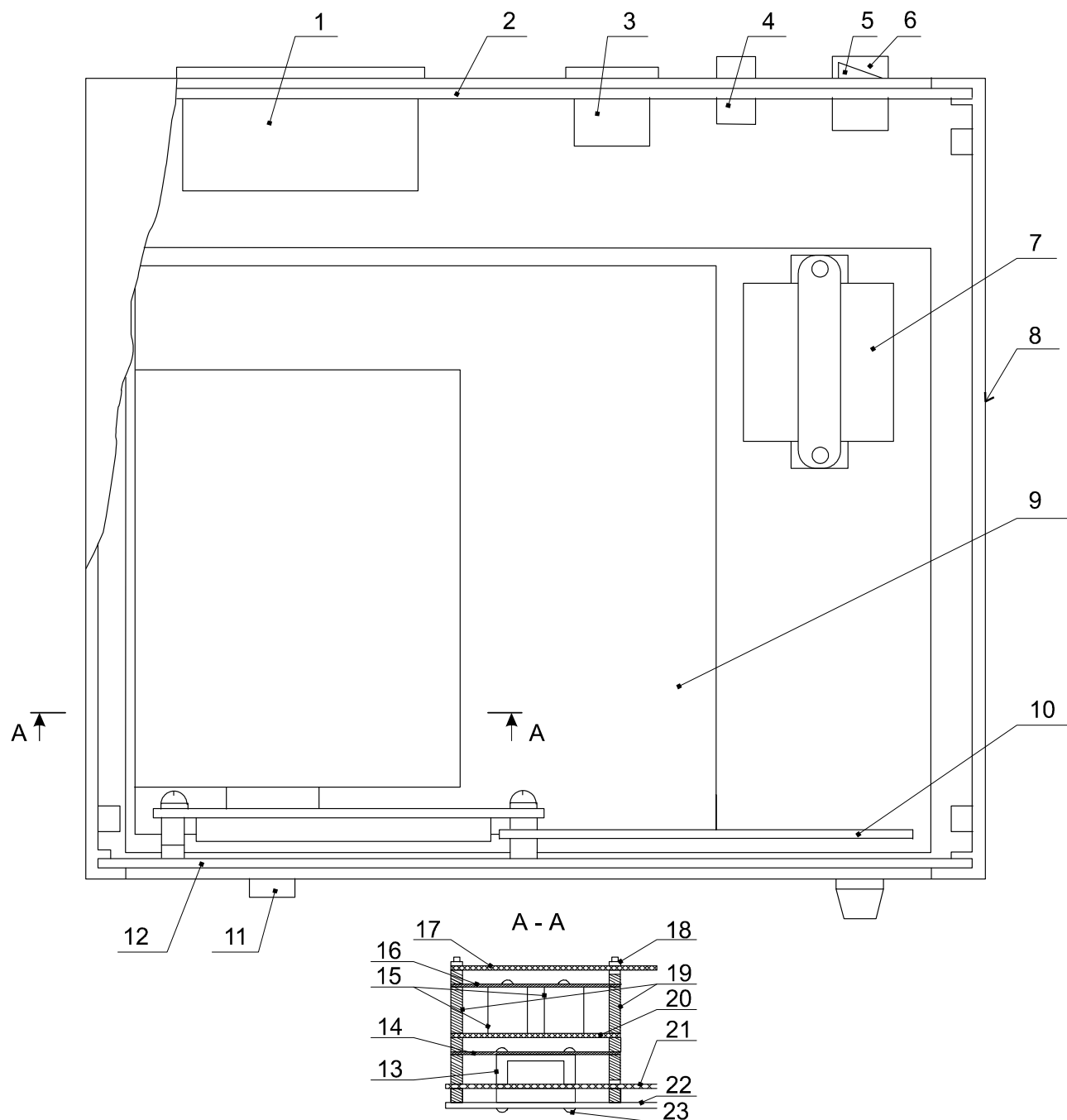


Рисунок 1.1 – Конструкция прибора Н5-3

2 ОПИСАНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПРИНЦИПИАЛЬНЫХ СХЕМ ПРИБОРА

2.1 Общие указания

2.1.1 Назначение раздела - дать необходимые сведения потребителю для изучения прибора с целью правильной эксплуатации, а при необходимости, и для ремонта.

2.2 Описание электрической принципиальной схемы калибратора

2.2.1 Схема электрическая принципиальная калибратора переменного напряжения широкополосного Н5-3 приведена на рисунке А.1 приложения А, перечень элементов – в таблице А.1, размещение функциональных узлов – на рисунке 1.1.

2.2.2 Схема калибратора Н5-3 показывает соединения плат, представляющих законченные функциональные узлы, между собой. На схеме изображены элементы, расположенные на шасси (трансформатор Т1) и задней панели (вентилятор постоянного тока М1, выключатель питания S1, сетевой разъем X1 и предохранитель F1).

2.3 Описание электрической принципиальной схемы платы индикации

2.3.1 Схема электрическая принципиальная платы индикации приведена на рисунке Б.1 приложения Б, план размещения элементов – на рисунке Б.2, перечень элементов – в таблице Б.1.

2.3.2 В схему платы индикации входят:

а) однокристалльный микроконтроллер (D7), содержащий в памяти программу работы калибратора. Правильную работу микроконтроллера при включении и выключении питания обеспечивает микросхема D6, запускающая программу при достижении напряжением питания уровня 4.65 В и останавливающая ее при падении напряжения ниже 4.5 В;

б) клавиатура, организованная в виде матрицы 4 на 8 кнопок (S1...S32). Считывание и вычисление кода нажатой кнопки выполняется программно;

в) символьный двухстрочный индикаторный модуль Н1, включающий схему управления ЖКИ. Управление индикаторным модулем осуществляется записью команд позиционирования курсора и ASCII-кода отображаемых символов. Модуль содержит светодиодную панель подсветки, обеспечивающую видимость изображения при любом освещении. Контрастность изображения регулируется резистором R30;

г) интерфейс RS-232C (V4...V7), изолированный от схемы калибратора оптронами D4, D5. Схема интерфейса питается от выпрямителей отрицательного (V6, C11) и положительного (V7, C10) напряжения соответственно, получаемого из уровней сигналов «RXD» и «DTR», «RTS», поступающих при подключении прибора к интерфейсу персонального компьютера;

д) усилитель низкой частоты (D2) звуковой сигнализации на громкоговорителе В1;

е) электрически программируемая память D1 для хранения калибровочных констант и других данных при отключении питания;

ж) круговой кодовый переключатель А1 для плавного регулирования выходного напряжения. Кодовый переключатель при вращении с помощью контактов, замыкающихся на общий провод, генерирует импульсы, сдвинутые по фазе (на 90°), которые программно обрабатываются микроконтроллером;

и) схема переключения (V1...V3) направления передачи данных (интерфейс или базовая плата).

Питается схема платы индикации от собственного стабилизатора D3 (+5 В).

2.3.3 Большую часть времени микроконтроллер проводит в режиме ожидания событий, таких как: нажатие кнопки, прием символа из интерфейса, вращение ручки редактирования выхода. После обработки введенных данных, одним из указанных способов, происходит запись новых данных в индикатор. Передача управляющего сообщения

в аналоговый блок (микроконтроллеру базовой платы) производится в формате текстовой строки (см. таблицу 2.1). Параметры сигнала такие же, как и интерфейса RS-232C, за исключением уровней сигналов (0 - 5 В). Передача в аналоговый блок происходит только при наличии высокого уровня на выводе P1.0 – «сигнала готовности». Низкий уровень устанавливается микроконтроллером базовой платы на время, пока он обрабатывает очередную строку. Если сигнал готовности не появляется более 1 с, считается, что аналоговый блок неисправен. При необходимости отправления сообщения в интерфейс изменением уровня на линии P1.7 происходит переключение направления передачи. Скорость передачи стандартная и составляет 4.8 кбод.

Таблица 2.1

Команды управления аналоговым блоком				
Заголовок	Данные	Разделитель	Назначение	Пример
+	xxxxxx	{вк}{пс}	Значение кода ЦАП установки выходного уровня при положительной полярности. Диапазон мантиссы от 0 до 32000	+12345 {вк}{пс} (12345 мл.р.)
-	xxxxxx	{вк}{пс}	Значение кода ЦАП установки выходного уровня при отрицательной полярности	-23456 {вк}{пс} (23456 мл.р.)
H	xxxxxx	{вк}{пс}	Частота в герцах. Десятичная точка подразумевается в конце числа – xxxxxx .	H01000 {вк}{пс} (1000 Гц)
K	xxxxxx	{вк}{пс}	Частота в килогерцах. Десятичная точка подразумевается в середине числа – xxx.xx	K10000 {вк}{пс} (100 кГц)
M	xxxxxx	{вк}{пс}	Частота в мегагерцах. Десятичная точка подразумевается в середине числа – xxx.xx	M00100 {вк}{пс} (1 МГц)
A	0	{вк}{пс}	Включить аттенюатор «-6 дБ»	A0 {вк}{пс}
	1		Включить аттенюатор «-10 дБ»	A1 {вк}{пс}
	2		Включить аттенюатор «-20 дБ»	A2 {вк}{пс}
	3		Включить аттенюатор «-30 дБ»	A3 {вк}{пс}
	4		Включить аттенюатор «-40 дБ»	A4 {вк}{пс}
	5		Включить аттенюатор «-50 дБ»	A5 {вк}{пс}
	6		Включить аттенюатор «-60 дБ»	A6 {вк}{пс}
	7		Включить аттенюатор «-70 дБ»	A7 {вк}{пс}
L	0	{вк}{пс}	Загрузка устройств аналогового блока без изменения частоты	L0 {вк}{пс}
	1		Полная загрузка устройств аналогового блока	L1 {вк}{пс}
W	-	{вк}{пс}	Выключить компаратор калибровки нуля (работать)	W {вк}{пс}
Z	-	{вк}{пс}	Включить компаратор калибровки нуля (для калибровки нуля)	Z {вк}{пс}
C	-	{вк}{пс}	Почистить контакты реле	C {вк}{пс}
Примечание - {вк}{пс} - символы возврата каретки (0Dh) и перевода строки (0Ah)				

2.3.4 В функцию микроконтроллера также входит реализация всех алгоритмов цифровой калибровки, как при установке выходного напряжения, так и при калибровке прибора. Значение кода загрузки ЦАП выходного уровня, передаваемое в аналоговый блок, вычисляется с учетом всех поправок, действующих при текущих амплитуде и частоте. Заданное значение устанавливаемой частоты передается в аналоговый блок после округления и исключения нереализуемых значений.

2.4 Описание электрической принципиальной схемы платы базовой

2.4.1 Схема электрическая принципиальная платы базовой приведена на рисунке В.1 приложения В, план размещения элементов – на рисунке В.2, перечень элементов – в таблице В.1.

2.4.2 Все функциональные аналоговые узлы прибора, обеспечивающие воспроизведение напряжения до 11 МГц, расположены на базовой плате:

а) управляющая микро-ЭВМ – микроконтроллер D10, принимающий управляющие сигналы с платы индикации, преобразующий их в коды управления реле, аналоговых ключей и ЦАП частоты и амплитуды;

б) формирователи напряжения (D11...D16) для управления поляризованными (двухпозиционными) реле (K1...K7) – усилители с противофазными выходами, организованные в виде неполной матрицы в пять столбцов на четыре строки и обеспечивающие подачу на обмотки реле коротких (20 мс) двухполярных импульсов;

в) синтезатор частоты D20 с диапазоном 9 Гц – 11 МГц. Выходной сигнал синтезатора формируется на резисторах R38, R39 и, кроме основной гармоники, содержит высокочастотные и комбинационные составляющие. Для фильтрации последних применен LC-фильтр высокого порядка (L4...L7). С помощью дифференциального усилителя D21 парафазный сигнал преобразуется в однофазный. На выходе усилителя применен дополнительный фильтр, корректирующий частотные искажения амплитуды фильтра синтезатора. На усилитель подается также сигнал коррекции смещения всего усилительного тракта;

г) шестнадцатиразрядный ЦАП опорного напряжения D32, задающий уровень выходного напряжения. Выходное напряжение ЦАП может регулироваться в пределах от минус 3 В (при значении кода загрузки +32000) до +3 В (соответствует коду загрузки минус 32000);

д) трехкаскадный выходной усилитель. Усиление первого каскада D35 ($K = 1$ или $K = 3$) изменяется переключателем D30. Второй каскад D36 обеспечивает усиление воспроизводимого сигнала по напряжению ($K = 4$). Третий каскад D37 – повторитель напряжения, обеспечивает получение необходимой мощности. Второй и третий каскады охвачены общей обратной связью на низкой частоте, обеспечивающей низкие нелинейные искажения. На высокой частоте второй каскад имеет местную обратную связь, обеспечивающую устойчивость усилителя;

е) система стабилизации амплитуды, которая обеспечивает установку заданного напряжения на входе аттенюатора с помощью измерительного преобразователя переменного тока D40, D41 и измерительного преобразователя (масштабирующего) постоянного тока D44. Система стабилизации сравнивает постоянное опорное напряжение ЦАП (D32) и обратной связи с помощью усилителя D33. Дополнительное подавление пульсаций напряжения обратной связи обеспечивает активный фильтр D38, а основная постоянная времени системы авторегулирования определяется интегрирующей цепочкой C70, C72, R50, R51, R52. Усиленный сигнал ошибки подается на вход опорного напряжения синтезатора частоты (регулирование амплитуды) или, при воспроизведении постоянного напряжения, непосредственно в выходной усилитель;

ж) усилитель D39, обеспечивающий коррекцию смещения на выходе калибратора при воспроизведении переменного напряжения;

и) трехкаскадный аттенюатор, коммутируемый высокочастотными реле K1...K7;

к) схема стабилизации высокочастотного напряжения, состоящая из двух пиковых детекторов V21 и V23. Разностный сигнал детекторов усиливается микросхемами D42, D43 и подается на плату ВЧ-генератора для регулирования выходной амплитуды;

л) компаратор D31 полярности напряжения на выходе опорного ЦАП для калибровки нуля;

м) датчик температуры D7, расположенный на радиаторе стабилизаторов напряжения D1...D5, и компаратор D8, настроенный на срабатывание при температуре около 65 -75 °С.

2.4.3 Микроконтроллер аналогового блока принимает и декодирует команды главного процессора. После обработки команд процессор загружает соответствующие значения кодов в ЦАП выходного уровня, цифровой синтезатор и замыкает-размыкает необходимые контакты реле. На время, пока не будет исполнена очередная команда, микроконтроллер аналогового блока удерживает низкий уровень на возвратной линии "SA" разъема X4, сообщая об этом главному процессору. При обнаружении перегрева (такое может происходить при выходе из строя охлаждающего вентилятора) микроконтроллер отключает высокочастотный генератор, который является основной нагрузкой блока питания, и сообщает об этом главному процессору генерацией меандра частотой около 500 Гц на линии "SA". Одновременно включается аварийный индикатор V11.

2.4.4 Все используемые в схеме реле относятся к классу поляризованных. Для их управления микроконтроллер формирует на обмотке короткие импульсы: одной полярности для включения и другой - для выключения. В статическом состоянии обмотки обесточены и в выключенном приборе остаются в положении, которое было в момент выключения. На базовой плате расположены как усилители управления реле базовой платы – D11...D14, так и усилители управления реле ВЧ-генератора - D15, D16.

2.4.5 Питание схемы калибратора производится от пяти стабилизаторов:

- а) D1 напряжением +5 В («+5 Вг») для питания схемы цифрового синтезатора частоты и микроконтроллера аналогового блока;
- б) D2 напряжением +5 В («+5 Ва») для питания аналоговой схемы;
- в) D3 напряжением +15 В («+15 В») для питания выходного каскада, генератора высокочастотного и индикаторной платы;
- г) D5 напряжением минус 5 В («-5 Вг») для питания синтезатора частоты;
- д) D4 напряжением минус 15 В («-15 В») для питания выходного каскада и генератора высокочастотного.

Питание высокочастотного генератора включается транзисторными ключами V1...V4 только при воспроизведении напряжения частотой свыше 11 МГц.

2.5 Описание электрической принципиальной схемы платы генератора высокочастотного

2.5.1 Схема электрическая принципиальная платы генератора высокочастотного приведена на рисунке Г.1 приложения Г, план размещения элементов – на рисунке Г.2, перечень элементов – в таблице Г.1.

2.5.2 На плате ВЧ-генератора содержатся следующие функциональные узлы:

а) задающий LC-генератор на транзисторах V1, V4. Частота генерации определяется переключаемыми контактами реле K1 и K2 колебательными контурами L5 – L8. Стабилизация амплитуды генератора осуществляется путем сравнения напряжения питания минус 15 В (опорное напряжение) с выходным напряжением пикового детектора V8. Разностный сигнал усиливается микросхемой D1 и подается на регулирующий элемент генератора – транзистор V4, выполняющий роль переменного резистора;

б) регулятор амплитуды – аналоговый перемножитель D2. На вход перемножителя подаются сигналы: высокочастотный от задающего генератора (постоянной амплитуды) и управляющее напряжение постоянного тока с базовой платы. Выходной сигнал равен их произведению и выдается в виде тока (токовый дифференциальный выход) на дифференциальный усилитель;

в) дифференциальный усилитель выполнен на транзисторах V15, V17. Максимальная двойная амплитуда входного напряжения на каждом усилителе может достигать 8 В. Благодаря наличию глубокой обратной связи усилитель имеет низкое выходное сопротивление и может обеспечить достаточную мощность на затворах транзисторов выходного каскада;

г) выходной двухтактный каскад на полевых транзисторах V2 и V3, благодаря большому запасу по выходной мощности, имеет очень хорошую линейность и обеспечивает малые нелинейные искажения. Развязка по постоянному току и сложение мощности осуществляется с помощью выходного трансформатора T1. Стабилизация режима по постоянному току выходных транзисторов осуществляется с помощью усилителей на транзисторах V6, V7, устанавливающих начальный ток выходных транзисторов около 170 мА;

д) выходной фильтр L9...L11 для подавления высших гармоник перестраивается параллельно выбору контуров задающего генератора. Этот фильтр представляет собой набор последовательных контуров, настроенных на частоту выходного напряжения.

2.5.3 Схема управления реле ВЧ-генератора расположена на базовой плате. ВЧ-генератор включается только при воспроизведении напряжения частотой выше 11 МГц. В остальных случаях его схема обесточена.

2.6 Описание электрической принципиальной схемы платы фильтров

2.5.1 Схема электрическая принципиальная платы фильтров приведена на рисунке Д.1 приложения Д, план размещения элементов – на рисунке Д.2, перечень элементов – в таблице Д.1.

2.6.2 На плате фильтров размещены:

а) десять полосовых фильтров, работающих в диапазоне частот от 0.11 – 11 МГц. Каждый фильтр имеет коэффициент перекрытия по частоте, приблизительно равный 1.57;

б) один фильтр нижних частот предназначен для работы в диапазоне от 0 до 110 кГц;

в) схема управления поляризованными реле, являющаяся продолжением схемы управления, размещенной на базовой плате, и вместе составляющими матрицу из четырех строк и пяти столбцов.

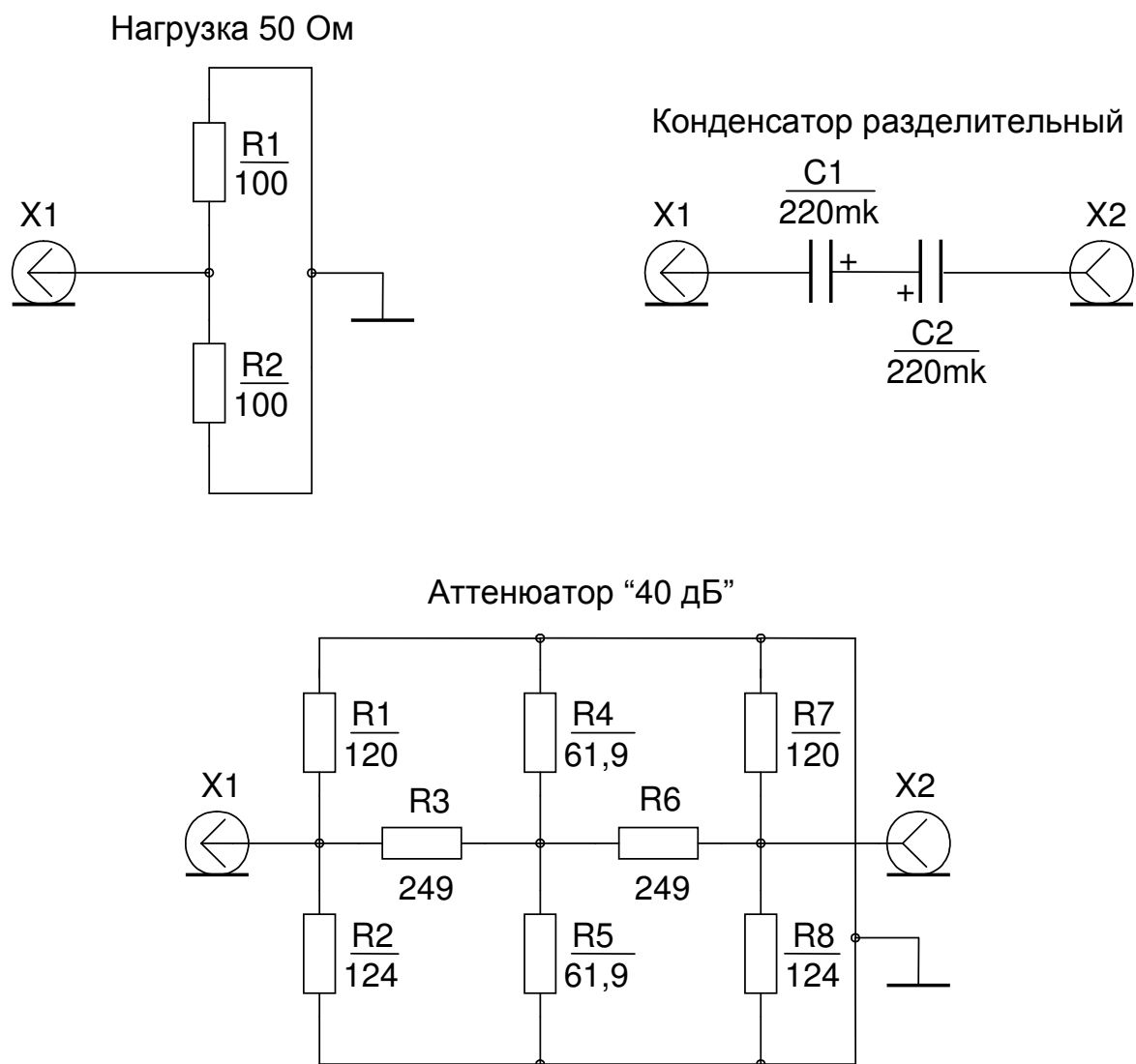
2.6.3 Все фильтры рассчитаны на нагрузку сопротивлением 50 Ом. Звенья фильтра включены последовательно, но всегда выбран только один. Мимо остальных фильтров сигнал проходит по обходной цепи.

2.6.4 Частотные характеристики звеньев фильтров приведены в подразделе 11.4 «Аналоговая калибровка прибора (регулировка)» части 1 настоящего руководства.

3 ОПИСАНИЕ ПРИНАДЛЕЖНОСТЕЙ ПРИБОРА

3.1 Описание аттенюатора, нагрузки и конденсатора разделительного

3.1.1 Аттенюатор «40 дБ», нагрузка 50 Ом и конденсатор разделительный 100 мкФ, входящие в состав комплекта прибора, имеют схемы, показанные на рисунке 3.1. Перечень элементов, примененных в схемах аттенюатора, нагрузки и конденсатора разделительного, приведен в таблице 3.1.



Разъемы X1, X2 в приведенных схемах являются конструктивными элементами

Рисунок 3.1 – Схемы электрические принципиальные аттенюатора, нагрузки и конденсатора разделительного

Таблица 3.1

Позиционное обозначение	Наименование	Количество
Нагрузка 50 Ом		
R1, R2	Резистор C2-29В-0,125-100 Ом $\pm 0,25$ %-1,0-А ОЖ0.767.099 ТУ	2
Аттенюатор «40 дБ»		
R1, R7	Резистор C2-29В-0,125-120 Ом $\pm 0,25$ %-1,0-А ОЖ0.767.099 ТУ	2
R2, R8	Резистор C2-29В-0,125-124 Ом $\pm 0,25$ %-1,0-А ОЖ0.767.099 ТУ	2
R3, R6	Резистор C2-29В-0,125-249 Ом $\pm 0,25$ %-1,0-А ОЖ0.767.099 ТУ	2
R5	Резистор C2-29В-0,125-61,9 Ом $\pm 0,25$ %-1,0-А ОЖ0.767.099 ТУ	1
Конденсатор разделительный		
C1, C2	Конденсатор FT-SMD 4 В-220 мкФ ± 40 % 7343 B45196-E107 ± 40 % "SIEMENS MATSUSHITA COMPONENTS"	2

3.2. Описание усилителя

3.2.1 Усилитель используется при проверке переменной составляющей (пульсаций и шумов) в режиме воспроизведения напряжения постоянного тока и определении коэффициента гармоник на выходе калибратора Н5-3 в частотном диапазоне свыше 200 кГц для повышения чувствительности регистрирующего устройства, например, осциллографа. Полоса пропускания усилителя составляет не менее 250 МГц по уровню минус 6 дБ. Усилитель рассчитан на включение в 50-омный тракт. Максимальная амплитуда выходного сигнала усилителя на нагрузке 50 Ом составляет не менее ± 1 В (при напряжении питания ± 6 В). Двухполярное напряжение питания усилителя (+6 В и минус 6 В) подается от внешнего источника (допускается +5 В и минус 5 В).

3.2.2 Схема усилителя показана на рисунке 3.2. Он имеет два каскада с усилением $K = 4$ и $K = 5$. Каждый из каскадов выполнен на основе малошумящего широкополосного операционного усилителя. В схеме имеются элементы точной настройки коэффициента передачи и напряжения смещения (нуля). Перечень элементов, примененных в схеме усилителя, приведен в таблице 3.2.

Таблица 3.2

Позиционное обозначение	Наименование	Количество
X1	Вилка - часть корпуса	1
X2	Розетка - часть корпуса	1
X3	Штепсель Хв5.645.006	1 белый
X4	Штепсель Хв5.645.006-01	1 черный
X5	Штепсель Хв5.645.006-04	1 красный
A1	ПЛАТА УСИЛИТЕЛЯ КМСИ.469135.096	1
C1, C2	Конденсатор К10-17В-Н90-0,047 мкФ ОЖО.460.107 ТУ	2
C3...C6	Конденсатор FT-SMD 16 В-10 мкФ ± 40 % 6032 В45196-E1226 ± 40 % "SIEMENS MATSUSHITA COMPONENTS"	4
C7, C8	Конденсатор К10-17В-Н90-0,047 мкФ ОЖО.460.107 ТУ	2
C9	Конденсатор КТ4-25В-250 В-2/10 пФ-М75-В ОЖО.460.135 ТУ	1
C10, C11	Конденсатор К10-17В-Н90-0,047 мкФ ОЖО.460.107 ТУ	2
C12, C13	Конденсатор FT-SMD 20 В-2,2 мкФ ± 40 % 6032 В45196-E4225 ± 40 % "SIEMENS MATSUSHITA COMPONENTS"	2
D1	Микросхема AD8009AR "ANALOG DEVICES"	1
D2	Микросхема КР1162ЕН6А АДБК.431420.164 ТУ	1
D3	Микросхема КР142ЕН5Б БКО.348.634-02 ТУ	1
D4	Микросхема AD8009AR "ANALOG DEVICES"	1

Продолжение таблицы 3.2

Позиционное обозначение	Наименование	Количество
	РЕЗИСТОРЫ	
R1	C2-29B-0,125-100 Ом $\pm 0,5$ %-1,0-A ОЖО.467.099 ТУ	1
R2	СП3-19а-0,25-22 кОм ± 10 % ОЖО.468.134 ТУ	1
R3	C2-29B-0,125-100 Ом $\pm 0,5$ %-1,0-A ОЖО.467.099 ТУ	1
R4	P1-12-0,25-220 Ом ± 5 % Т АЛЯР.434110.005 ТУ	1
R5	C2-29B-0,125-499 Ом $\pm 0,5$ %-1,0-A ОЖО.467.099 ТУ	1
R6	P1-12-0,25-220 Ом ± 5 % Т АЛЯР.434110.005 ТУ	1
R7	C2-29B-0,125-100 Ом $\pm 0,5$ %-1,0-A ОЖО.467.099 ТУ	1
R8	C2-29B-0,125-374 Ом $\pm 0,5$ %-1,0-A ОЖО.467.099 ТУ	1
R9	СП3-19а-0,25-68 Ом ± 10 % ОЖО.468.134 ТУ	1
R10	C2-29B-0,125-49,9 Ом $\pm 0,5$ %-1,0-A ОЖО.467.099 ТУ	1
R11, R12	C2-23-0,5-10 Ом ± 10 % А-В ОЖО.467.081 ТУ	2
V1, V2	Стабилитрон КС215Ж аА0.336.110 ТУ	2

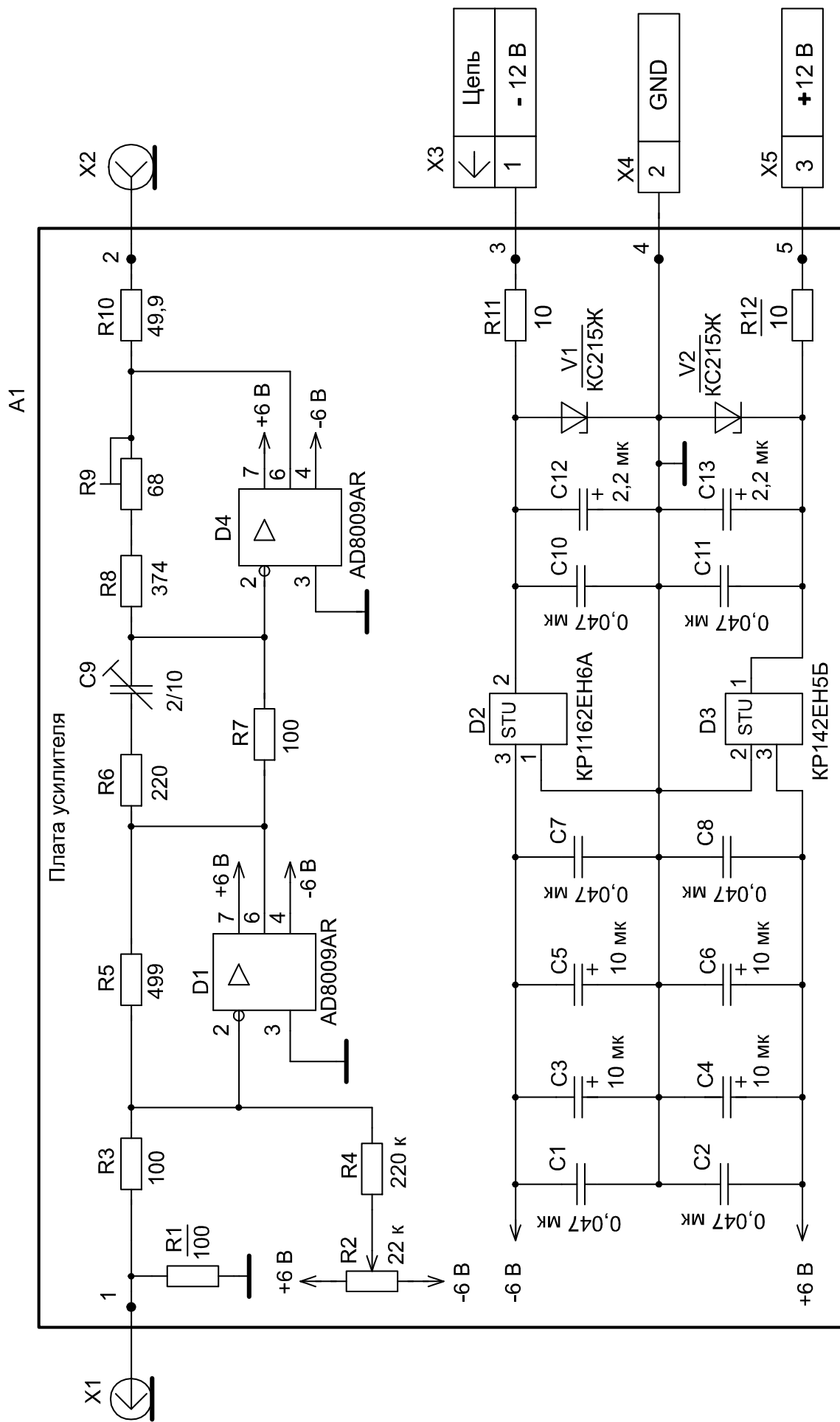


Рисунок 3.2 – Схема электрическая принципиальная усилителя

3.3 Описание фильтра гармоник

3.3.1 Фильтр гармоник предназначен для измерения коэффициента гармоник выходного напряжения калибратора в диапазоне частот от 100 кГц до 50 МГц. При использовании фильтра осуществляется подавление (задержание) первой (основной) гармоники выходного напряжения. Все остальные компоненты спектра выходного напряжения проходят через фильтр с минимальным ослаблением.

3.3.2 Схема фильтра в соответствии с рисунком 3.3 содержит двойной Т-мост и широкополосный буферный усилитель с выходным сопротивлением 50 Ом, обеспечивающий независимость частоты настройки моста от импеданса нагрузки фильтра. Двойной Т-мост обеспечивает очень высокую степень подавления на частоте, при которой выполняются условия его баланса. Параметры всех элементов моста могут изменяться в широких пределах. Схема электрическая принципиальная фильтра приведена на рисунке 3.4.

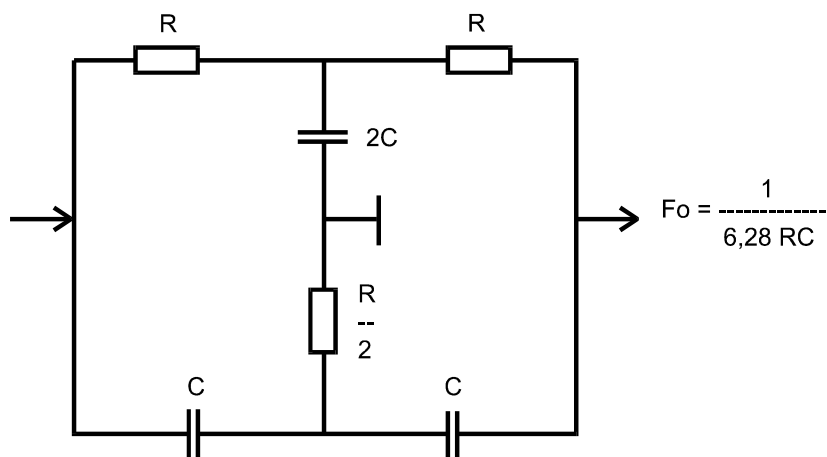


Рисунок 3.3

3.3.3 Ступенчатое изменение частоты настройки фильтра осуществляется подключением конденсаторов (коммутаторами S1...S3). Плавное регулирование частоты режекции (задержания) производится переменными резисторами R2, R7, R8. Точная балансировка моста осуществляется резисторами R3, R5, R10 и конденсатором C11. На входе фильтра имеется сопротивление нагрузки 50 Ом (R4), обеспечивающее согласование с выходом калибратора. Двухполярное напряжение питания фильтра (+5 В и минус 5 В) подается от внешнего источника. Расположение элементов настройки фильтра показано на рисунке 3.5.

Настройка фильтра производится следующим образом:

- а) при выключенном напряжении питания установить значение емкости конденсаторов, соответствующее выбранному диапазону рабочей частоты;
- б) установить резисторы R3, R5, R10 и конденсатор C11 точной настройки в среднее положение;
- в) установить сопротивления резисторов и конденсаторов Т-моста согласно данным таблицы 3.3. Сопротивления плеч моста устанавливаются между контрольными точками, пользуясь мультиметром В7-64, включенным как омметр, емкость - движковыми переключателями S1...S3. Если требуется настроить фильтр на частоту, отсутствующую в таблице 3.3, то требуемые значения сопротивлений плеч моста можно вычислить, используя выражение для вычисления частоты подавления (см. рисунок 3.3);
- г) включить фильтр в измерительную схему (можно производить настройку фильтра, не отключая его от измерительной схемы);
- д) подать на фильтр сигнал, коэффициент гармоник которого требуется измерить;
- е) точно настроить фильтр на максимальное подавление первой гармоники.

Настройка выполняется по достижению минимального уровня сигнала на выходе фильтра. Наиболее удобно настраивать фильтр с помощью осциллографа, который позволяет однозначно убеждаться в отсутствии первой гармоники в выходном сигнале фильтра.

Начинать настройку необходимо резистором R5 и конденсатором C11 (он действует только на высоких частотах). Если не удастся добиться баланса моста этими элементами, то необходимо привести в действие резисторы R3 и R10. В последнюю очередь для настройки можно применять резисторы R2, R7 и R8 предварительного регулирования (грубого). Точной настройкой является состояние, при котором на выходе фильтра отсутствует первая гармоника или ее уровень ниже остальных составляющих (практически достаточно, чтобы амплитуда первой гармоники не превышала половины амплитуды остальных компонентов спектра). В процессе настройки фильтра необходимо иметь в виду:

а) минимальному уровню выходного сигнала при регулировании сопротивлением или емкостью одного плеча необязательно соответствует состояние полного баланса моста;

б) состояние баланса моста на одной и той же частоте может быть достигнуто при различных значениях параметров элементов. Имеется в виду, что баланс моста достигается не только при установке теоретических значений сопротивления и емкости его плеч, но и при согласованном отклонении параметров нескольких элементов в ту или иную сторону;

в) настройка моста производится методом последовательных приближений.

Таблица 3.3

Частота, МГц	Сопротивление плеча, Ом			Емкость плеча, пФ			Положение переключателя *			
	R		R / 2	2 C	C					
	R1+R2+ +R3	R8+R9+ +R10	R5+R6+ +R7	C2+C4 +C6+	C1+C3 +C5+ C7+C9	C12+ C13+ C14+ C15+ C16				
	между точками “1”-”3”	между точками “3”-”5”	между точками “2”-”4”	C8+ C10+ C11			S1.1, S2.1, S3.1	S1.2, S2.2 S3.2	S1.3, S2.3, S3.3	S1.4, S2.4, S3.4
0.2	199	199	100	8290	4002	4002	1	1	1	1
0.5	80	80	40	8290	4002	4002	1	1	1	1
1.0	396	396	198	790	402	402	0	1	1	1
2.0	198	198	99	790	402	402	0	1	1	1
3.0	262	262	131	400	202	202	0	0	1	1
5.0	158	158	79	400	202	202	0	0	1	1
10	79	79	39	400	202	202	0	0	1	1
15	129	129	65	160	82	82	0	0	0	1
20	97	97	49	160	82	82	0	0	0	1
30	65	65	33	160	82	82	0	0	0	1
50	159	159	80	40	20	20	0	0	0	0
100	80	80	40	40	20	20	0	0	0	0
* "1" - замкнуто, "0" – разомкнуто										

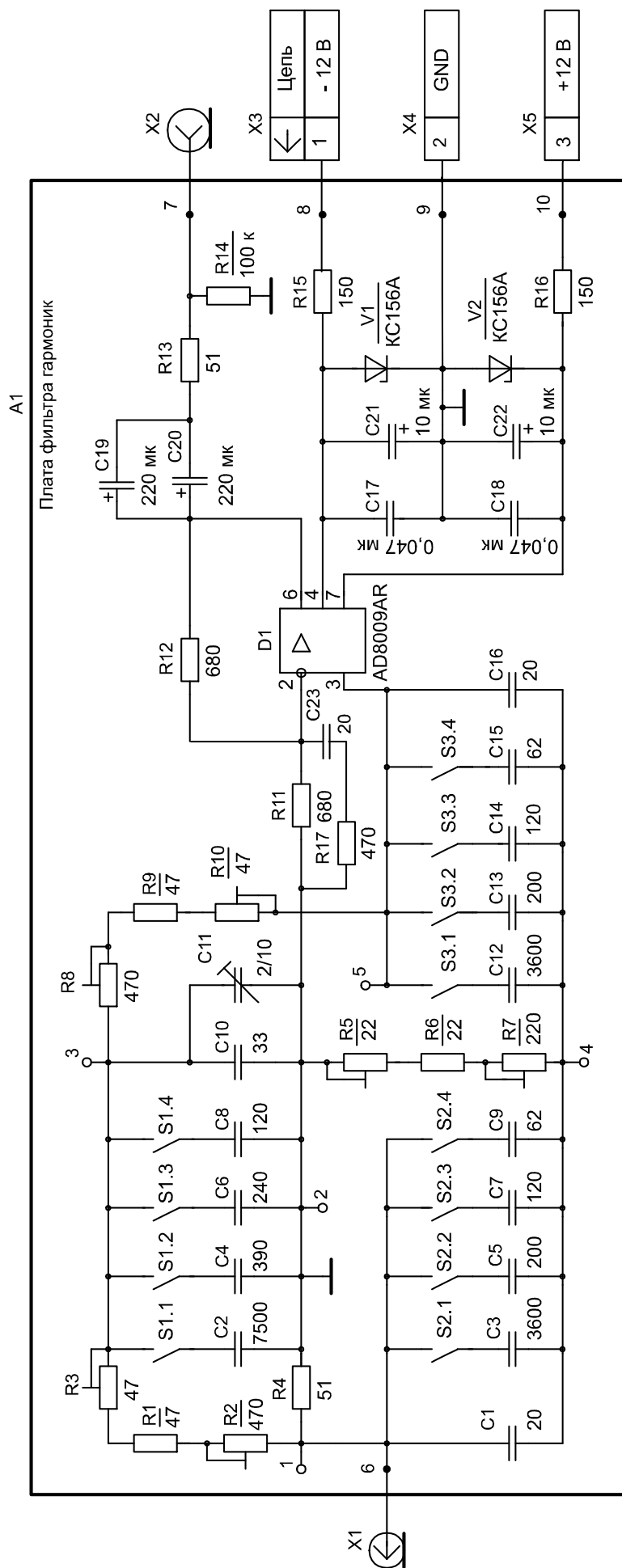


Рисунок 3.4 – Схема электрическая принципиальная фильтра гармоник

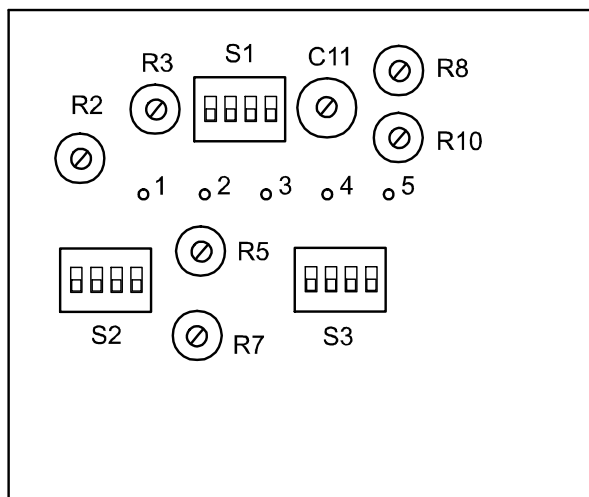


Рисунок 3.5 – План размещения элементов регулировки фильтра гармоник

3.3.4 Перечень элементов, примененных в схеме усилителя, приведен в таблице 3.4.

Таблица 3.4

Позиционное обозначение	Наименование	Количество
X1	Вилка - часть корпуса	1
X2	Розетка - часть корпуса	1
X3	Штепсель Хв5.645.006	1 белый
X4	Штепсель Хв5.645.006-01	1 черный
X5	Штепсель Хв5.645.006-04	1 красный
A1	ПЛАТА ФИЛЬТРА ГАРМОНИК КМСИ.468835.002	1
	КОНДЕНСАТОРЫ	
C1	K10-17В-М47-20 пФ $\pm 10\%$ ОЖО.460.107 ТУ	1
C2	K10-17В-М47-7500 пФ $\pm 10\%$ ОЖО.460.107 ТУ	1
C3	K10-17В-М47-3600 пФ $\pm 10\%$ ОЖО.460.107 ТУ	1
C4	K10-17В-М47-390 пФ $\pm 10\%$ ОЖО.460.107 ТУ	1
C5	K10-17В-М47-200 пФ $\pm 10\%$ ОЖО.460.107 ТУ	1
C6	K10-17В-М47-240 пФ $\pm 10\%$ ОЖО.460.107 ТУ	1
C7, C8	K10-17В-М47-120 пФ $\pm 10\%$ ОЖО.460.107 ТУ	2
C9	K10-17В-М47-62 пФ $\pm 10\%$ ОЖО.460.107 ТУ	1
C10	K10-17В-М47-33 пФ $\pm 10\%$ ОЖО.460.107 ТУ	1
C11	КТ4-25В-250 В-2/10 пФ-М75-В ОЖО.460.135 ТУ	1
C12	K10-17В-М47-3600 пФ $\pm 10\%$ ОЖО.460.107 ТУ	1
C13	K10-17В-М47-200 пФ $\pm 10\%$ ОЖО.460.107 ТУ	1
C14	K10-17В-М47-120 пФ $\pm 10\%$ ОЖО.460.107 ТУ	1
C15	K10-17В-М47-62 пФ $\pm 10\%$ ОЖО.460.107 ТУ	1
C16	K10-17В-М47-20 пФ $\pm 10\%$ ОЖО.460.107 ТУ	1

Продолжение таблицы 3.4

Позиционное обозначение	Наименование	Количество
	КОНДЕНСАТОРЫ	
C17, C18	K10-17B-H90-0,047 мкФ ОЖО.460.107 ТУ	2
C19, C20	FT-SMD 6,3 В 220 мкФ $\pm 20\%$ 7343 B45196-E6106 $\pm 40\%$ "SIEMENS MATSUSHITA COMPONENTS"	2
C21, C22	FT-SMD 20 В-10 мкФ $\pm 20\%$ 6032 B45196-E6106 $\pm 40\%$ "SIEMENS MATSUSHITA COMPONENTS"	2
C23	K10-17B-M47-20 пФ $\pm 10\%$ ОЖО.460.107 ТУ	1
D1	Микросхема AD8009AR	1
	РЕЗИСТОРЫ	
R1	P1-12-0,25-47 Ом $\pm 5\%$ -Т АЛЯР.434110.005 ТУ	1
R2	СПЗ-19а 0,25-470 Ом $\pm 10\%$ ОЖО.468.134 ТУ	1
R3	СПЗ-19а 0,25-47 Ом $\pm 10\%$ ОЖО.468.134 ТУ	1
R4	P1-12-0,25-51 Ом $\pm 5\%$ -Т АЛЯР.434110.005 ТУ	1
R5	СПЗ-19а 0,25-22 Ом $\pm 10\%$ ОЖО.468.134 ТУ	1
R6	P1-12-0,25-22 Ом $\pm 5\%$ -Т АЛЯР.434110.005 ТУ	1
R7	СПЗ-19а 0,25-220 Ом $\pm 10\%$ ОЖО.468.134 ТУ	1
R8	СПЗ-19а 0,25-470 Ом $\pm 10\%$ ОЖО.468.134 ТУ	1
R9	P1-12-0,25-47 Ом $\pm 5\%$ -Т АЛЯР.434110.005 ТУ	1
R10	СПЗ-19а 0,25-47 Ом $\pm 10\%$ ОЖО.468.134 ТУ	1
R11, R12	P1-12-0,25-680 Ом $\pm 5\%$ -Т АЛЯР.434110.005 ТУ	2
R13	P1-12-0,25-51 Ом $\pm 5\%$ -Т АЛЯР.434110.005 ТУ	1
R14	P1-12-0,25-100 кОм $\pm 5\%$ -Т АЛЯР.434110.005 ТУ	1
R15, R16	C2-23-0,5-150 Ом $\pm 10\%$ А-В ОЖО.467.081 ТУ	2
R17	P1-12-0,25-470 Ом $\pm 5\%$ -Т АЛЯР.434110.005 ТУ	1
S1...S3	Выключатель ВДМ1-4 АГО.360.039 ТУ	3
V1, V2	Стабилитрон КС156А СМ3.362.812 ТУ	2

4 КАЛИБРОВКА И РЕГУЛИРОВКА ПРИБОРА

4.1 Общие указания по калибровке прибора

4.1.1 В приборе Н5-3 применена цифровая калибровка, выполняемая без его вскрытия. Методы цифровой калибровки приведены в разделе 11 первой части настоящего руководства по эксплуатации (КМСИ.411115.001 РЭ, часть 1). Калибровка проводится в исправном приборе и является основным элементом восстановления его полной работоспособности после ремонта.

В приборе имеются и органы аналоговой калибровки (регулировки) - в схемах низкочастотного генератора, платы фильтров, опорного источника и преобразователя переменного напряжения обратной связи. Это элементы, предназначенные для начальной установки режимов схемы, настройки нуля и формирования заданной АЧХ фильтров. Практически необходимость в их регулировании возникает только при выпуске прибора или замене элементов. Методы настройки АЧХ фильтров и других регулировок описаны в п.4.4 настоящего документа.

4.1.2 При калибровке прибора следует учитывать некоторые особенности организации ЭНЗУ:

а) контроль и диагностика исправности данных ЭНЗУ выполняются при включении прибора и при записи в ЭНЗУ калибровочных констант в ходе калибровки, поэтому сообщения об ошибках (см. п.10.2.2 КМСИ.411115.001 РЭ, часть 1) могут появиться только в этих случаях;

б) для восстановления данных в ЭНЗУ необходимо провести калибровку прибора. При этом нужно иметь в виду, что даже неполная калибровка восстанавливает признаки исправности ЭНЗУ (контрольную сумму). Поэтому при калибровке необходимо внесение всех калибровочных констант (выполнение всех шагов). При неполной калибровке вместо невнесенных констант записываются инициализированные значения - единичный масштабный коэффициент.

ВНИМАНИЕ! Для предотвращения записи ошибочных данных в ЭНЗУ в процессе калибровки не следует допускать выключения прибора, а также необходимо принимать меры по снижению вероятности сбоев сетевого питания.

4.1.3 В приборе предусмотрена возможность считывания и ввода данных ЭНЗУ. Это позволяет на основе записей, сделанных в формуляре при выпуске, восстановить данные при выходе из строя микросхемы ЭНЗУ без проведения калибровки. Это важно еще и потому, что позволяет восстановить заводскую калибровку АЧХ аттенюатора (конструктивную калибровку). Порядок считывания данных ЭНЗУ описан в подразделе п.4.2, порядок ввода значений констант - в подразделе п.4.3.

4.1.4 Прибор Н5-3 калибруется путем автоматического вычисления и записи в ЭНЗУ цифровых масштабных коэффициентов. Система цифровой калибровки построена на следующих принципах:

а) базовой является калибровка масштаба тракта передачи сигнала на постоянном токе - для всех ступеней выходного аттенюатора;

б) на переменном токе во всем частотном диапазоне (в двенадцати частотных точках) выполняется калибровка коэффициентов передачи выходного тракта при выключенном аттенюаторе (предел 3 В). Это калибровка активной части схемы прибора, устанавливающей (стабилизирующей) напряжение на входе аттенюатора. Калибровочные коэффициенты, полученные на этом этапе, в сочетании с коэффициентами ослабления аттенюатора на постоянном токе используются для установки напряжения при включенном аттенюаторе. Исключение составляет частотный диапазон свыше 3 МГц, для которого на пределе 1 В определяются другие частотные поправки. Эти поправочные коэффициенты (вместо поправок предела 3 В) используются для установки напряжения на пределах с ослаблением от минус 10 до минус 70 дБ. Смысл такой замены в том, что на высоких частотах из-за неидеального согласования с нагрузкой при выключенном аттенюаторе не удастся хорошо откалибровать уровень напряжения на входе аттенюатора;

в) на частотах до 11 МГц (где реализована непрерывная шкала частот) применяется метод линейной интерполяции между частотными калибровочными точками. На высоких

частотах (свыше 11 МГц) применяются индивидуальные калибровочные коэффициенты на каждую частотную точку;

г) считается, что аттенюатор не имеет частотной погрешности или она незначительна и имеет предсказуемый характер (подъем или спад) и может характеризоваться только одним параметром – коэффициентом «наклона» АЧХ. Причем, «наклон» АЧХ аттенюатора (на самом деле - цепей и элементов коммутации звеньев аттенюатора) является параметром конструктивным и не изменяющимся в процессе эксплуатации. Поэтому калибровка «наклона» АЧХ на ослабленных пределах производится ТОЛЬКО при выпуске или капитальном ремонте (элементов аттенюатора). Для компенсации частотной погрешности («наклона») на ослабленных пределах (на пределах с ослаблением от минус 20 до минус 70 дБ) применяется метод частотной пропорционально-квадратичной коррекции (полиномом второй степени). С помощью полинома только по одной калибровочной точке на частоте 30 МГц вычисляется поправка для всего частотного диапазона от 0 до 50 МГц, но начинает заметно действовать, начиная с 5 МГц;

д) технологическая калибровка (калибровка отдельных узлов калибратора) включает калибровку смещения и разнополярности ЦАП опорного напряжения, ослабления внешнего аттенюатора «40 дБ»;

е) калибровка прибора проводится ТОЛЬКО с его собственной нагрузкой (из комплекта поставки).

4.2 Считывание калибровочных констант

4.2.1 Калибровочные константы могут быть выведены на индикатор прибора. Они представлены в неявном виде – как напряжение, которое нужно установить на выходе, если бы масштабный коэффициент был равен единице, и вычисляются как отношение номинального значения напряжения в точке калибровки к калибровочному коэффициенту, определяемому на данном шаге калибровки. Такое представление позволяет при вводе констант сразу (без вычисления) устанавливать необходимое значение напряжения на калибруемом пределе.

4.2.2 Для просмотра значения калибровочных констант необходимо выполнить следующие операции:

а) нажать кнопки и . На индикаторе должно появиться сообщение "Ext_Calibr";

б) ввести трехзначный код-ключ - число 530. Набор кода производится кнопками цифрового ввода , и с интервалом не более 2,5 с между нажатиями;

в) если код введен правильно, то на индикаторе прибора появляется значение калибровочного уровня шага "00" (на верхней строке) и сообщение "Cal_Step_N=00" на нижней строке, подтверждающее переход в режим выбора шага калибровки. В противном случае прибор переходит в режим полного сброса, и вызов внешней калибровки нужно повторить сначала;

г) нажатием кнопок ("уменьшение номера шага") или ("увеличение номера шага") выбрать необходимый номер шага калибровки;

д) нажать кнопку ("подтверждение калибровки") - на индикаторе появляется номинальное значение напряжения и частоты в точке калибровки;

е) нажать кнопку (кнопка приобретает значение "показать установленный уровень без учета калибровочного коэффициента") - на верхней строке индикатора появится значение напряжения, соответствующее фактически установленному уровню при заданном номинальном напряжении, а на поле состояния (справа в нижней строке) указатель номера выводимой константы, например, "V10" (значение константы десятого шага). Это число и есть калибровочное значение, которое записывается в формуляр, а впоследствии может быть введено для восстановления калибровочного коэффициента. **Внимание!** Калибровочное значение отображается только в течение 2.5 - 3 с, а затем прибор возвращается в режим ожидания редактирования выхода;

ж) для возврата в режим выбора номера шага калибровки необходимо нажать кнопку **Clr** ("отмена"). Повторное нажатие кнопки **Clr** приводит к выходу из режима калибровки.

4.3 Ввод калибровочных констант

4.3.1 Калибровочные константы могут быть введены в процессе калибровки. При этом возможны два сценария:

а) очистить ЭНЗУ (записать исходные значения калибровочных коэффициентов) и ввести ВСЕ калибровочные значения, записанные в формуляре. Так следует действовать при выходе из строя ЭНЗУ или при замене микросхемы ЭНЗУ, когда необходима полная калибровка;

б) ввод без очистки ЭНЗУ (выборочно) - выполнить операции калибровки, добиваясь получения записанного значения калибровочной константы.

4.3.2 Очистка ЭНЗУ и запись исходных значений (инициализация) выполняется при замене микросхемы энергонезависимой памяти. Для полной инициализации ЭНЗУ необходимо выполнить следующие операции:

а) нажать кнопки **Shift** и трижды **9** (999 - код инициализации). На индикаторе должно появиться сообщение "_Ini_Cal_Mem" и, если код введен правильно, сообщение "Wait" ("Ждите"), пока происходит запись;

б) нажатием кнопок **Shift** и **ClrM** инициализировать служебную память;

в) установить на выходе напряжение 0 В нажатием кнопки **Zero** и через 10-20 с нажатием кнопок **Shift** и **CZ** произвести калибровку нуля ЦАП.

4.3.3 Для ввода значения калибровочных констант необходимо провести следующие операции:

а) нажать кнопки **Shift** и **ExCal**. На индикаторе должно появиться сообщение "Ext_Calibr";

б) ввести трехзначный код-ключ - число 530. Набор кода производится кнопками цифрового ввода **5**, **3** и **0** с интервалом не более 2,5 с между нажатиями;

в) если код введен правильно, то на индикаторе прибора появляется значение калибровочного уровня шага "00" (на верхней строке) и сообщение "Cal_Step_N=00" на нижней строке, подтверждающее переход в режим выбора шага калибровки;

г) нажатием кнопок **⇐** ("уменьшение номера шага") или **⇒** ("увеличение номера шага") выбирается необходимый номер шага калибровки;

д) нажать кнопку **Enter** ("подтверждение калибровки") - на индикаторе появляется номинальное значение напряжения и частоты в точке калибровки;

е) кнопкой **↔** включить режим редактирования. Изменением редактируемой позиции кнопками **⇐**, **⇒** и вращением кодового переключателя отредактировать выходной уровень таким образом, чтобы при нажатии кнопки **Prev** ("показать калибровочную константу") индицировалось требуемое значение (записанное в формуляре). Если константы вводятся в очищенное ЭНЗУ, то значение, устанавливаемое при редактировании, совпадает с вводимой константой, а ввод производится в один прием (в этом и состоит смысл очистки). При вводе константы в неочищенное ЭНЗУ редактируемое значение выхода не совпадает с устанавливаемой константой из-за действия текущего калибровочного коэффициента (не равного единице), и поэтому ввод возможен только методом последовательных приближений (изменить – посмотреть на результат – снова изменить – опять посмотреть);

ж) для возврата в режим выбора номера шага калибровки необходимо нажать кнопку **Clr** ("отмена"). Повторное нажатие кнопки **Clr** приводит к выходу из режима калибровки.

4.4 Регулировка прибора

4.4.1 Для проведения регулировки необходимо снять верхнюю крышку прибора, обеспечив доступ к элементам регулировки. Для того, чтобы получить доступ к резистору R71 базовой платы, необходимо снять платы фильтров и генератора высокочастотного. Расположение элементов регулировки показано на рисунках 4.1 – 4.3.

Таблица 4.1

Режим	Калибровочная точка	Элемент регулировки	Допускаемая погрешность	Методика калибровки
Базовая плата				
DCV	0 В	R72	±200 мВ	п.4.4.2
DCV	0 В	R3	±100 мкВ	п.4.4.3
DCV	0 мВ	R71	±50 мкВ	п.4.4.4
DCV	0 В	L4...L7, L12	АЧХ на рисунке 4.4	п.4.4.5
Плата фильтров				
ACV	3 В, 10 МГц	L1, L2, L3	АЧХ на рисунке 4.7	п.4.4.6
ACV	3 В, 6 МГц	L4, L5, L6	АЧХ на рисунке 4.7	
ACV	3 В, 4 МГц	L7, L8, L9	АЧХ на рисунке 4.7	
ACV	3 В, 2 МГц	L10, L11, L12	АЧХ на рисунке 4.7	
ACV	3 В, 1,5 МГц	L13, L14, L15	АЧХ на рисунке 4.7	
ACV	3 В, 1 МГц	L16, L17, L18	АЧХ на рисунке 4.6	
ACV	3 В, 0,6 МГц	L19, L20, L21	АЧХ на рисунке 4.6	
ACV	3 В, 0,4 МГц	L22, L23, L24	АЧХ на рисунке 4.6	
ACV	3 В, 0,2 МГц	L25, L26, L27	АЧХ на рисунке 4.6	
ACV	3 В, 0,15 МГц	L28, L29, L30	АЧХ на рисунке 4.6	
ACV	3 В, 0,1 МГц	L31, L32, L33	АЧХ на рисунке 4.5	
Плата генератора высокочастотного				
ACV	3 В, 15 МГц	L2, C13	(15 ±0.2) МГц	п.4.4.7
ACV	3 В, 20 МГц	L1, C8	(20 ±0.25) МГц	
ACV	3 В, 30 МГц	L4, C27	(30 ±0.4) МГц	
ACV	3 В, 50 МГц	L3, C23	(50 ±0.6) МГц	
ACV	3 В, 15 МГц	L5	-	
ACV	3 В, 20 МГц	C44	-	
ACV	3 В, 30 МГц	L7	-	
ACV	3 В, 50 МГц	L6	-	

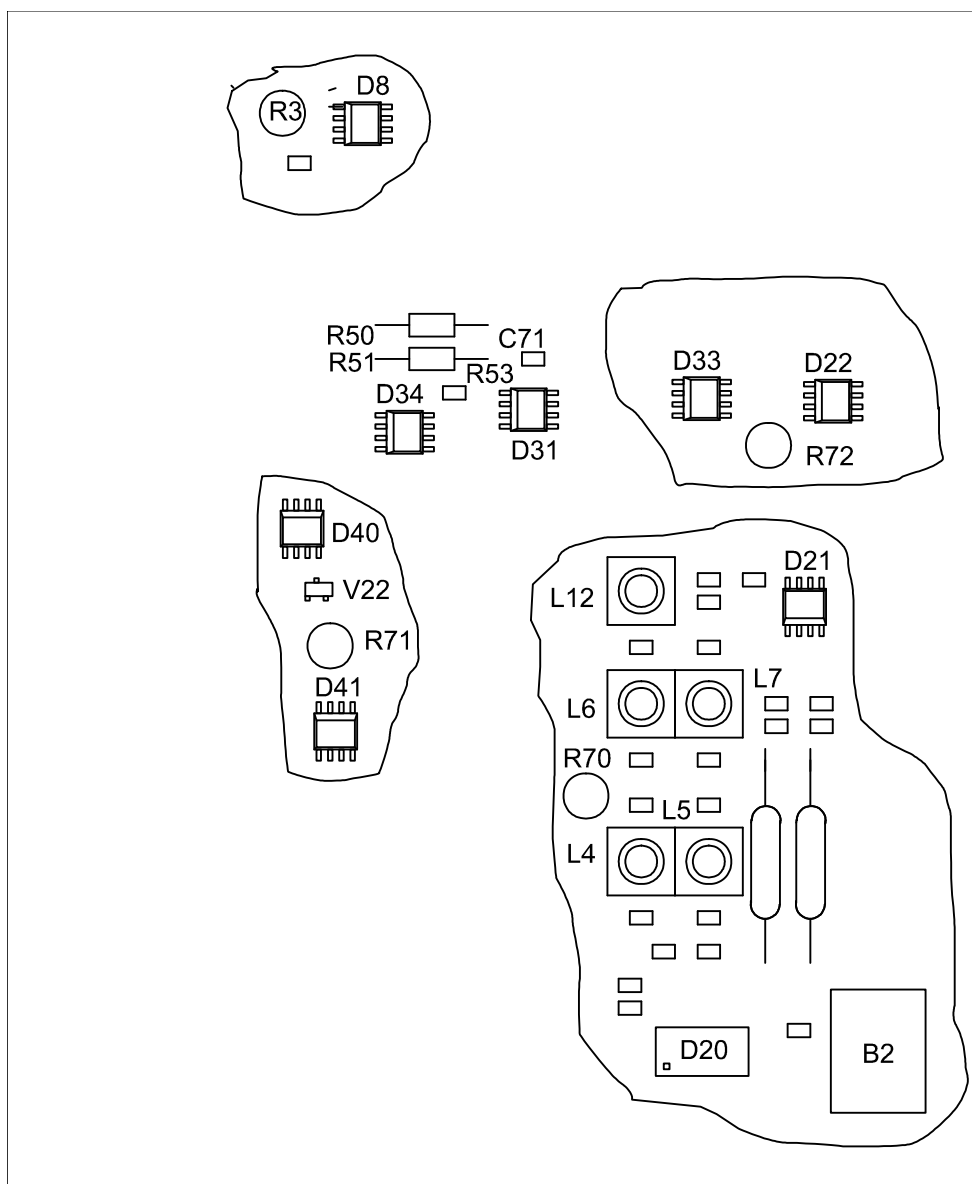


Рисунок 4.1 - Расположение элементов регулировки на базовой плате

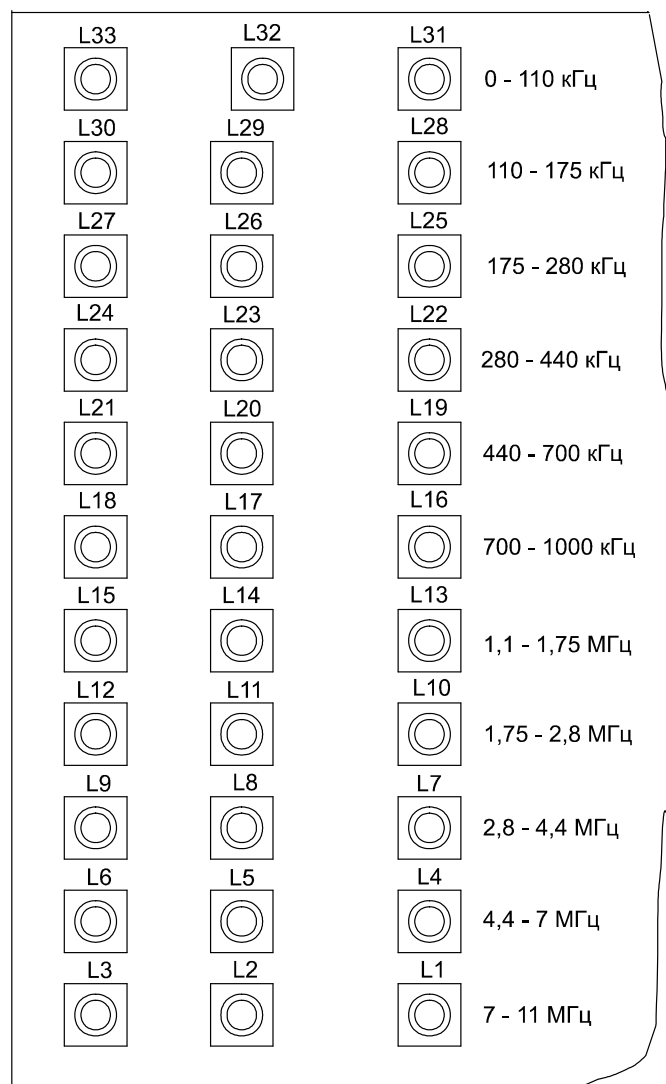


Рисунок 4.2 - Расположение элементов регулировки на плате фильтров

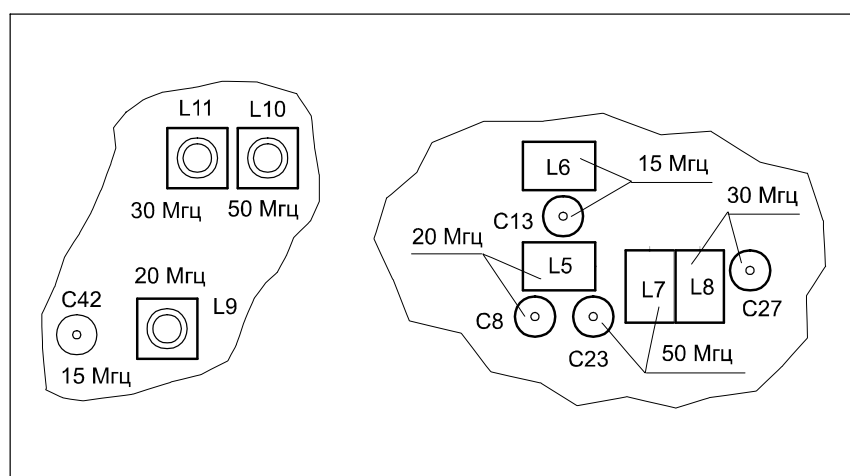


Рисунок 4.3 - Расположение элементов регулировки на плате генератора высокочастотного

4.4.2 Установка напряжения смещения усилителя схемы авторегулирования выходного напряжения производится резистором R72 базовой платы. Для того чтобы правильно отрегулировать смещение, необходимо:

а) провести автокалибровку нуля ЦАП нажатием кнопок **Shift** и **CZ**. Прибор перед этим должен быть прогрет не менее 5 мин;

б) подключить вольтметр В7-64 к верхнему (по схеме) выводу резистора R50* и убедиться, что калибровка нуля ЦАП прошла успешно. Если смещение не превышает ± 300 мкВ, то можно перейти к следующему шагу. В противном случае необходимо повторить автокалибровку;

в) подключить вольтметр В7-64 к нижнему (по схеме) выводу резистора R51 и установить (резистором R72) в указанной точке нуль с точностью ± 200 мкВ.

4.4.3 Установка порога срабатывания компаратора схемы защиты от перегрева производится резистором R3 базовой платы. Эта регулировка выполняется только при замене микросхемы температурного преобразователя. Для правильной установки порога необходимо знать температуру радиатора. Проще всего определить ее для остывшего и выключенного прибора, когда температура радиатора равна окружающей температуре. Установка осуществляется следующим образом:

а) охладить прибор в течение 30 мин (лучше начать регулировку с установки температуры);

б) измерить окружающую температуру и вычислить напряжение предустановки по выражению (4.1):

$$U = K_t \cdot (T_{окр} - T_{пер}), \quad (4.1)$$

где $K_t = 43$ мВ/°С - приведенный температурный коэффициент датчика (ко входу компаратора),

$T_{пер} = 75$ °С – температура срабатывания системы защиты,

$T_{окр}$ – окружающая температура в градусах;

в) подключить вольтметр В7-64 к выходу усилителя (вывод D8:2);

г) включить прибор Н5-3 и в течение 1 - 2 мин (пока датчик не нагрелся) регулировкой резистора R3 установить вычисленное значение напряжения (отрицательное) с точностью ± 100 мВ.

4.4.4 Установка оптимального смещения нуля преобразователя производится резистором R71 (см. рисунок 4.1). Эта регулировка выполняется только при замене микросхемы преобразователя. Для правильной установки нуля микросхемы необходимо:

а) включить прибор в режим воспроизведения постоянного напряжения 0 В (кнопкой **Zero**);

б) закоротить вход преобразователя (левый по схеме вывод резистора R77) на общий провод;

в) подключить вольтметр В7-64 к выходу усилителя (вывод D41:6);

г) регулировкой резистора R71 добиться показаний ± 50 мкВ.

4.4.5 Настройка фильтра синтезатора частоты производится подстроечными сердечниками катушек L4 – L7, L12 (см. рисунок 4.1). Требуемая частотная характеристика фильтра показана на рисунке 4.4 (от выхода микросхемы синтезатора D20:20 или D20:21 до входа аналогового переключателя D22:8). Для регулировки фильтра можно использовать почти любой прибор для исследования АЧХ, работающий в диапазоне частот от 0.1 до 100 МГц, например, типа Х1-54. Для снятия АЧХ можно подключаться непосредственно в указанные точки схемы в режиме воспроизведения напряжения постоянного тока (когда собственный сигнал отсутствует). При настройке АЧХ особое внимание следует обращать на точность настройки режекторных колебательных контуров L4, C56 и L5, C57, которые должны обеспечивать подавление не менее 70-80 дБ на половине частоты синтеза. Для приборов с задающим генератором на 80 МГц максимальное подавление должно быть на частоте 40 МГц. Если частота генератора другая (может быть в диапазоне от 60 до 100 МГц), то и настройка частоты режекции должна ей соответствовать.

* Упомянутые здесь и далее элементы электрических принципиальных схем приведены и описаны в соответствующих разделах настоящего руководства

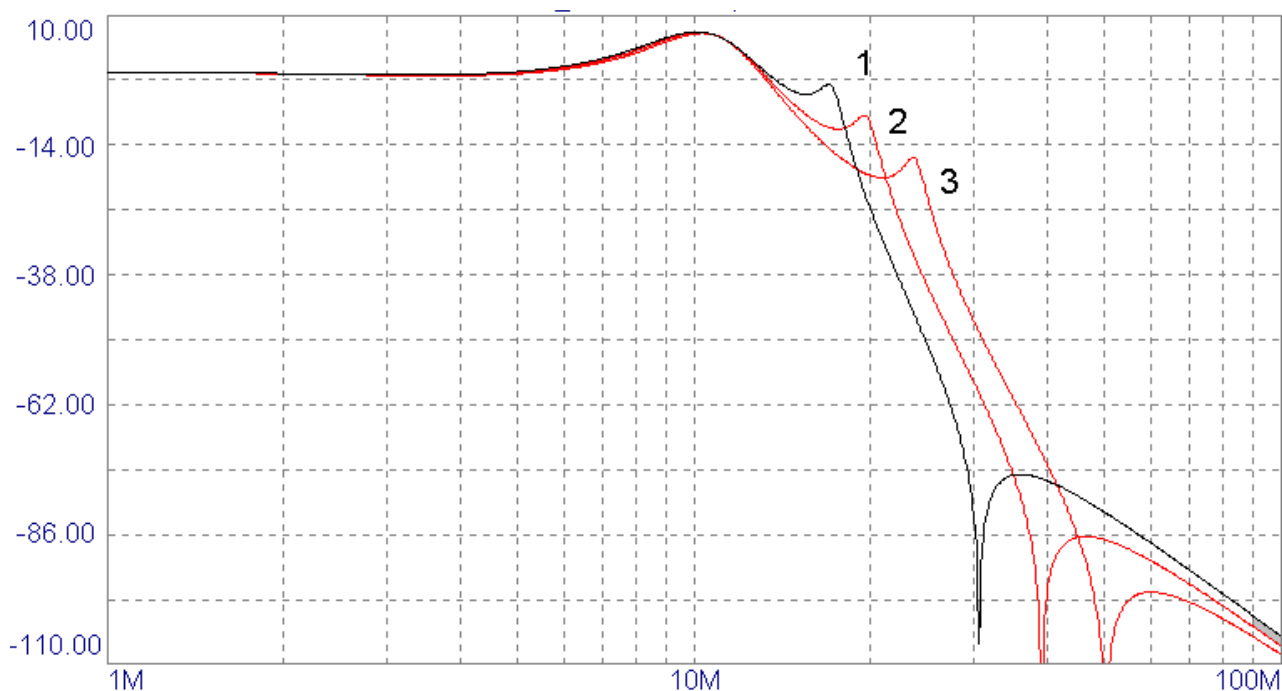


Рисунок 4.4 - АЧХ фильтра синтезатора частоты для вариантов задающих генераторов:
1 - на 60 МГц, 2 - на 80 МГц и 3 - на 100 МГц

4.4.6 Настройка фильтров платы фильтров (см. рисунок 4.2) производится с помощью любого прибора для исследования АЧХ, работающего в диапазоне частот от 0.1 до 100 МГц, например, типа Х1-54. Для настройки фильтров плату необходимо извлечь из прибора и настраивать каждый фильтр, подключаясь непосредственно ко входу и выходу. Сопротивление нагрузки фильтра при снятии АЧХ должно быть равно 50 Ом (подключать детекторную головку с входным сопротивлением 50 Ом). Применение соединительного кабеля на выходе фильтра при настройке не допускается. Рекомендуется применить развязывающий аттенюатор с ослаблением 3 - 6 дБ, устанавливаемый на входе фильтра. Настройка ведется до получения АЧХ, идентичных показанным на рисунках 4.5 – 4.7.

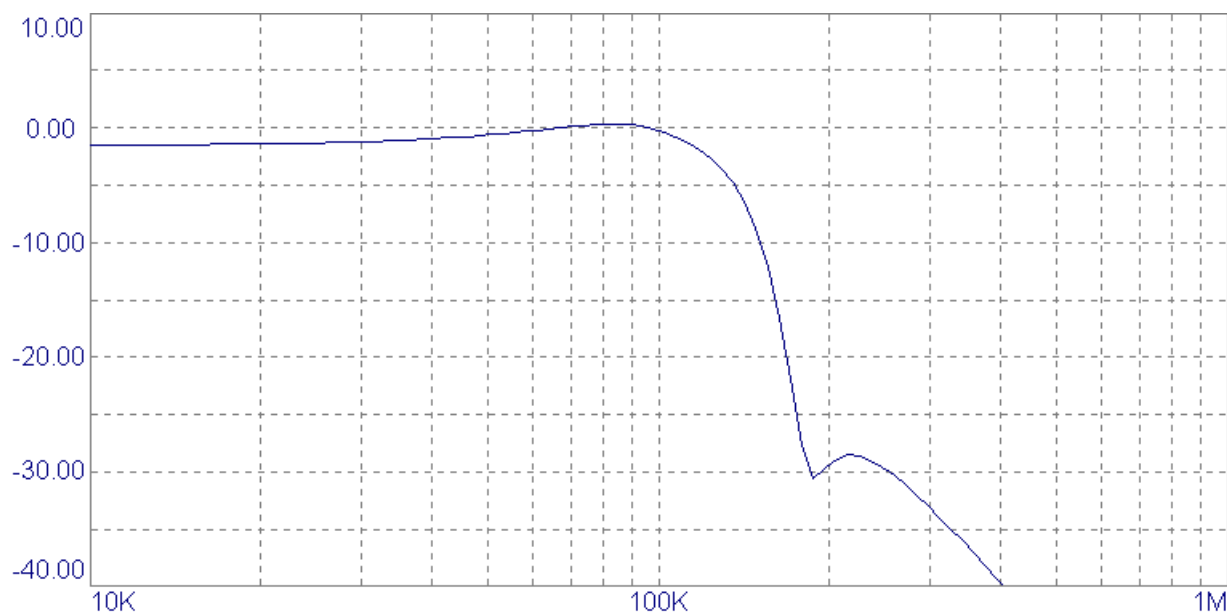


Рисунок 4.5 – АЧХ фильтра 0 – 0.11 МГц

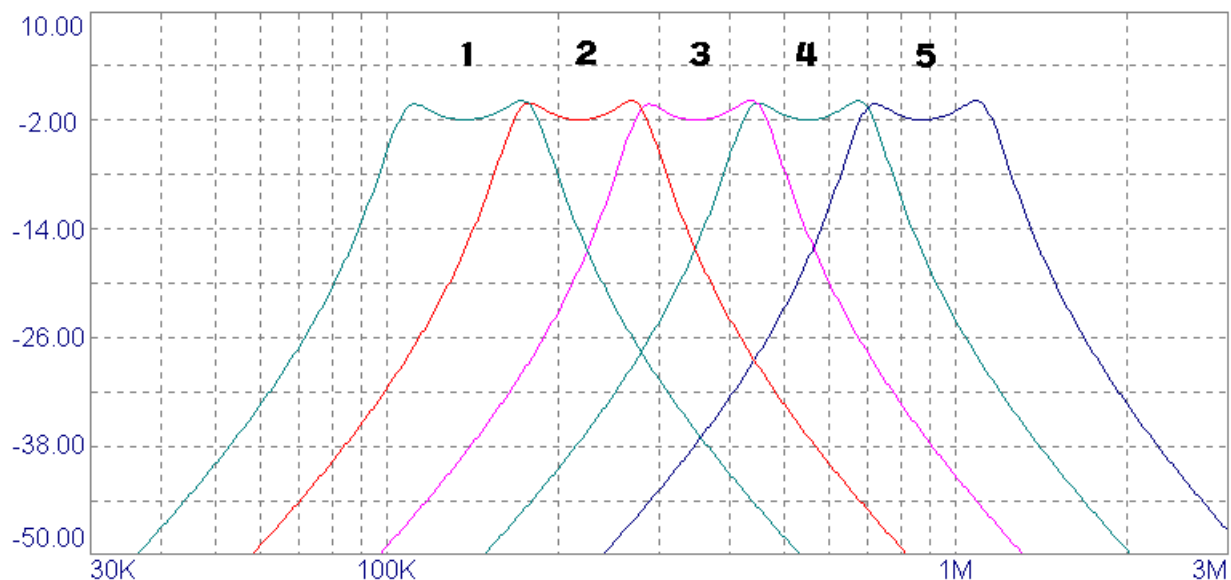


Рисунок 4.6 – АЧХ пяти фильтров диапазона 0.11 – 1.1 МГц:
0.11 – 0.175 МГц, 0.175 – 0.28 МГц, 0.28 – 0.44 МГц, 0.44 – 0.7 МГц, 0.7 – 1.1 МГц

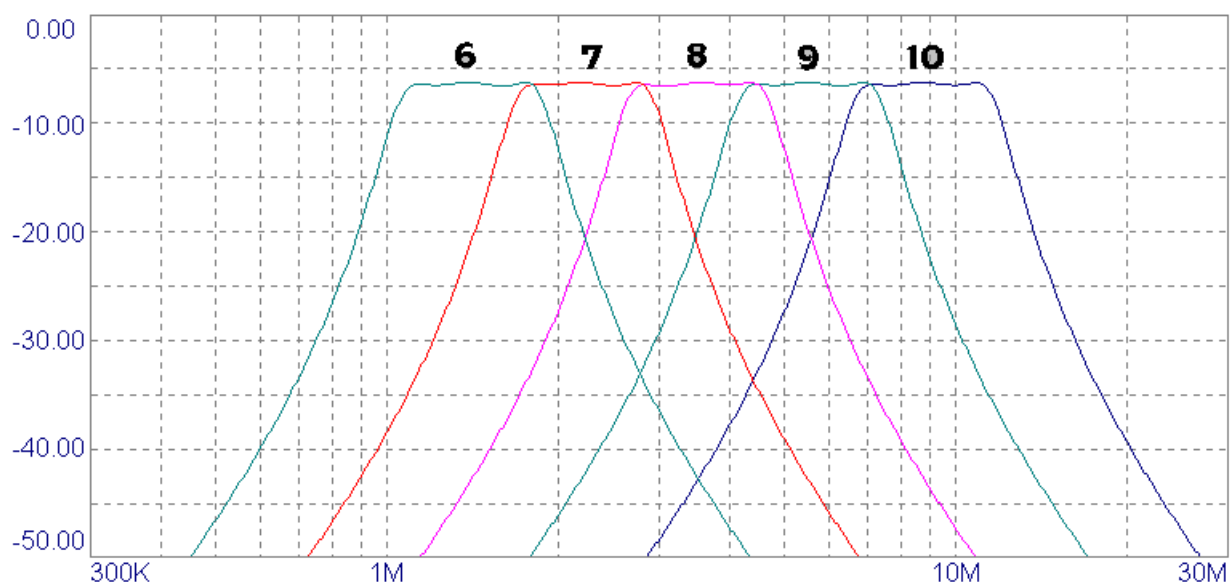


Рисунок 4.7 – АЧХ пяти фильтров диапазона 1.1 – 11 МГц:
1.1 – 1.75 МГц, 1.75 – 2.8 МГц, 2.8 – 4.4 МГц, 4.4 – 7 МГц, 7 – 11 МГц

4.4.7 Настройка платы ВЧ-генератора (см. рисунок 4.3) состоит из операций установки частоты задающего генератора и настройки выходного фильтра. Грубая настройка задающего генератора осуществляется подгибанием витков катушек L1...L4 (обычно это требуется делать только при выпуске прибора). Плавная настройка частоты производится подстроечными конденсаторами C8, C13, C23 и C27 (в соответствии с таблицей 4.1). Выходной фильтр настраивается подстроечными сердечниками катушек L5...L7 и подстроечным конденсатором C44 (в соответствии с таблицей 4.1). Критерием правильной настройки является минимальное падение напряжения на фильтре. Для настройки выходного фильтра необходимо установить на выходе калибратора напряжение одной из частот (15, 20, 30 или 50 МГц) и соответствующей регулировкой добиться минимального уровня на входе фильтра (выходной обмотке трансформатора T1). Для контроля уровня высокочастотного напряжения используется осциллограф С1-108 (с ВЧ-пробником). Частотные характеристики выходных фильтров ВЧ-генератора приведены на рисунке 4.8.

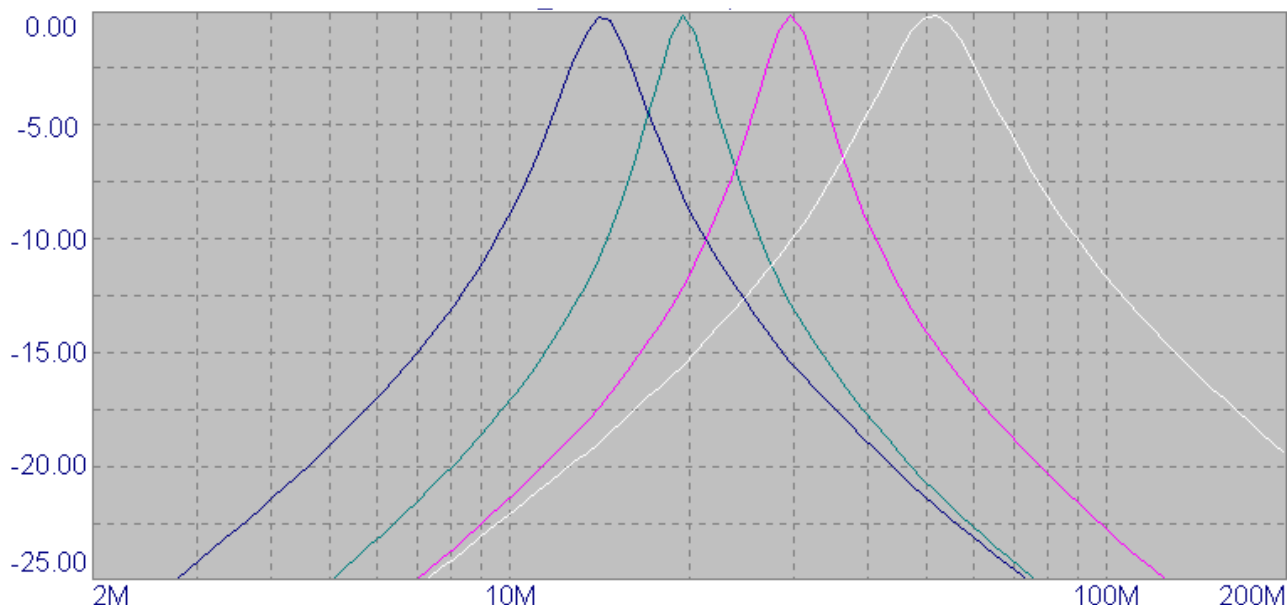


Рисунок 4.8 - АЧХ выходных фильтров генератора высокочастотного

5 УСТРАНЕНИЕ НЕИСПРАВНОСТЕЙ

5.1 Общие указания

5.1.1 Настоящий раздел содержит сведения, необходимые для устранения отдельных или незначительных неисправностей, возможных при эксплуатации. Капитальный ремонт прибора с заменой элементов конструкции, печатных плат, встроенного программного обеспечения должен выполняться изготовителем или специализированными ремонтными предприятиями.

5.1.2 При ремонте прибора следует соблюдать меры безопасности и защиты прибора, изложенные в п.5.2.

5.1.3 Прибор не подлежит ремонту в случаях:

- а) если наблюдаются значительные механические повреждения деталей и узлов, которые не могут быть заменены запасными;
- б) если произошли разрушения деталей и монтажа, приведшие к нарушению изоляции и препятствующие безопасной эксплуатации прибора.

5.2 Меры безопасности и защиты прибора

5.2.1 По степени защиты от поражения электрическим током прибор относится к классу II по ГОСТ 26104-89 и может эксплуатироваться с незаземленным корпусом.

5.2.2 Запрещается подавать:

- а) на выход калибратора (общий контакт коаксиального разъема) напряжение более 700 В (1000 В амплитудного) относительно земли (питающей сети);
- б) на выход калибратора (на центральный контакт относительно внешнего) напряжение более 5 В (10 В амплитудного).

5.2.3 Источниками опасного напряжения 220 В, 50 Гц в приборе являются сетевые цепи: выводы сетевого трансформатора, выводы сетевого предохранителя, сетевой выключатель и сетевой разъем.

5.2.4 К пользованию прибором могут быть допущены лица, аттестованные для работы с напряжением до 1000 В, прошедшие инструктаж о мерах безопасности при работе с радиоизмерительными приборами и изучившие настоящее руководство по эксплуатации.

5.3 Перечень средств измерения и контроля

5.3.1 При проведении ремонта должна быть применена аппаратура с характеристиками, указанными в таблице 5.1. Если в процессе ремонта требуется проведение калибровки прибора, необходимо воспользоваться указаниями по выбору аппаратуры п.11.5 части 1 настоящего руководства.

Таблица 5.1

Наименование и тип	Назначение	Используемые параметры	
		Функция и диапазон (основной параметр)	Погрешность
Осциллограф С1-114/1	Поиск неисправностей по временным диаграммам	Полоса пропускания 0 - 50 МГц, чувствительность от 5 мВ/дел до 5 В/дел	±5 %
Мультиметр В7-64	Поиск неисправностей по режимам в контрольных точках и "прозвонка" элементов и электрических цепей	Измерение:	
		а) постоянного напряжения от ±10 мкВ до ±25 В;	±0.01 %
		б) переменного напряжения от 1 мВ до 250 В частотой 10 Гц - 100 КГц	±0.5 %
		в) силы постоянного тока до 1 А	±1 %
		г) сопротивления постоянному току от 0 до 10 МОм	±0.05 %
		г) частоты от 10 Гц до 50 МГц	±0.01 %
Осциллограф С1-108	Поиск неисправностей в схеме ВЧ-генератора, настройка ВЧ-генератора	Полоса пропускания 0 – 250 МГц, чувствительность от 10 мВ/дел до 2 В/дел	±10 %
Прибор для исследования АЧХ Х1-54	Проверка и настройка фильтров	Диапазон частот от 0.1 до 150 МГц, динамический диапазон 50-60 дБ	±1 дБ

Примечания:

1 Разрешается применять другие меры и измерительные, обеспечивающие измерение соответствующих параметров с требуемой точностью.

2 Средства измерения должны быть поверены в органах государственной или ведомственной метрологической службы в соответствии с ПР 50.2.006-94.

5.4 Устранение неисправностей

5.4.1. Перед ремонтом прибора необходимо изучить настоящее руководство по эксплуатации. Перечень характерных неисправностей, указания по их поиску и устранению приведены в таблице 5.2.

5.4.2 При поиске неисправностей необходимо иметь в виду, что в нормально работающем приборе постоянно работают микроконтроллеры, одновременно выполняя несколько операций:

а) каждое нажатие кнопки или вращение кодового переключателя вызывает изменение состояния индикатора. Если поданная с передней панели команда вызывает изменение выходного уровня, то по последовательному интерфейсу в аналоговый блок передается соответствующая команда. Формат команд соответствует приведенным в таблице 2.1. Их можно наблюдать и имитировать с помощью компьютера, оснащенного программой эмулятора терминала. Нужно только позаботиться о согласовании логических уровней (0 - 5 В) и уровней интерфейса RS-232C (±12 В);

- б) каждое нажатие кнопки сопровождается генерацией звукового сигнала с частотой около 2 кГц;
- в) данные в последовательный канал выдаются в виде пачки импульсов;
- г) наблюдая осциллографом выполнение загрузки ЦАП, можно сделать заключение об их исправности;
- д) наблюдая прохождение аналогового сигнала по цепочке от ЦАП к выходу прибора, можно проконтролировать работоспособность многих узлов прибора (усилителей, фильтров, преобразователей).

5.4.3. Поиск неисправностей в аналоговой части прибора производится при включении неработающего режима и контролем прохождения (преобразования) сигнала в тракте обработки с помощью вольтметра или осциллографа и определении узла или элемента, неправильно выполняющего свою функцию.

5.4.4 При определении неисправности следует иметь в виду, что чаще всего неисправность возникает в наименее надежных, наиболее нагруженных или более подверженных внешним воздействиям элементах. Таковыми в схеме прибора являются:

- а) сильно нагруженные элементы источника питания – силовой трансформатор, выпрямительные диоды, конденсаторы фильтра, стабилизаторы напряжения;
- б) выходные каскады низкочастотного и высокочастотного усилителя;
- в) все разъемные соединения;
- г) механические устройства, в данном случае, реле и, особенно, охлаждающий вентилятор, который работает постоянно;
- д) подверженные коррозии элементы, например, катушки индуктивности, которые могут содержать остатки флюса и в условиях продолжительного нахождения во влажной или агрессивной атмосфере могут обрываться.

Таблица 5.2

Внешнее проявление неисправности или ее признаки	Вероятная причина неисправности	Метод определения неисправности
1 Прибор не включается и не работает вентилятор	Неисправность сетевых цепей	Выключить из сети и проверить исправность предохранителя, выключателя сетевой обмотки трансформатора
2 Сгорает предохранитель	Выход из строя диодов или конденсаторов фильтра выпрямителя, одной из микросхем стабилизаторов	«Прозвонить» диоды и конденсаторы. Попробовать включить прибор при пониженном сетевом питании (начиная от ~20 В) и попытаться найти неисправный элемент с помощью осциллографа
3 Отсутствует индикация	Неисправность микросхем индикаторной платы	Проверить питание индикаторной платы. Проверить питание процессора, работу его генератора
4 Индикация нормальная, но выход неуправляем	Неисправность микросхем аналогового блока, не приходят управляющие команды	Проверить питание процессора аналогового блока, работу его генератора. Проверить работу канала связи. Проверить другие узлы аналогового блока
5 На выходе появилась постоянная составляющая и форма напряжения сильно искажена	Неисправность выходного каскада или его источника питания	Проверить режимы выходного каскада
6 Выходная частота не соответствует заданной	Неисправность задающего генератора	Проверить частоту задающего генератора

Продолжение таблицы 5.2

Внешнее проявление неисправности или ее признаки	Вероятная причина неисправности	Метод определения неисправности
7 Выходное напряжение не соответствует установленному	1 Неисправность выходного фильтра, если это происходит на одном частотном диапазоне 2 Неисправность преобразователя обратной связи	1 Проверить напряжение на входе и выходе платы фильтра. Определить неисправное звено. 2 Проследить прохождение сигнала по цепи обратной связи
8 Выходное напряжение в диапазоне выше 11 МГц не соответствует установленному	1 Неисправности на плате ВЧ-генератора 2 Неисправность в схеме сравнения	1 Проверить узлы платы ВЧ-генератора 2 Проверить работу схемы сравнения уровней опорного и ВЧ-сигнала
9 Выходное напряжение низких уровней воспроизводится с большой ошибкой	Неисправность выходного аттенюатора (резисторов или реле).	Проверить при воспроизведении постоянного напряжения прохождение напряжения через аттенюатор
10 Выходное напряжение нестабильно на всех пределах	Неисправность источника питания	Проверить напряжение и пульсации источников питания
11 Сильный нагрев радиатора источников питания	1 Неисправность выходного каскада 2 Неисправность ВЧ-генератора	1 Проверить работу выходного каскада 2 Проверить работу ВЧ-генератора

5.4.5 Определение неисправности в части прибора, работающей в статическом режиме, производится с помощью вольтметра. Этим способом удобно проверять источник питания и цепи питания. В таблице 5.3 содержатся данные, которые могут облегчить поиск неисправностей. В ней для каждого режима работы указываются узлы, которые должны быть проверены, и метод проверки.

Таблица 5.3

Режим	Проверяемый узел	Метод проверки
Плата базовая		
1 Любой	Источники питания: C16: +22 В ± 20 % C17: минус 22 В ± 20 % C10, C11: +5 В ± 3 % C12: +15 В ± 3 % C13: минус 15 В ± 3 % C14, C15: минус 5 В ± 3 %	Измерение режимов по постоянному току в цепях, где напряжение не зависит от режима работы
2 Выход: +3 В	D32.9: минус 2.3 В ± 1 %; D37.4: +3.1 В ± 3 %; X8.1: +3 В ± 0.5 %	Измерение режимов по постоянному току
3 Выход: минус 3 В	D32.9: +2.3 В ± 1 %; D37.4: минус 3.1 В ± 3 %; X8.1: минус 3 В ± 0.5 %	Измерение режимов по постоянному току

Продолжение таблицы 5.3

Режим	Проверяемый узел	Метод проверки
4 Выход: ~3 В, 1 кГц	D32.9: +2.3 В ± 5 %; D37.4: ~3.1 В ± 3 %, 1 кГц; X8.1: ~3 В ± 0.5 %, 1 кГц; D41.6: минус 2.3 В ± 3 %; D21.6: ~0.66 В ± 5 %, 1 кГц	Измерение режимов по постоянному и переменному току
5 Выход: ~3 В, 15 МГц	D32.9: +2.3 В ± 5 %; D37.4: ~3.1 В ± 3 %, 1 МГц; X8.1: ~3 В ± 0.5 %, 1 МГц; D41.6: минус 2.3 В ± 3 %; D21.6: ~0.66 В ± 5 %, 1 МГц; C86: ~3.2 В ± 5 %, 15 МГц; R95: минус 8 В ± 10 %, D42.6: 0 В ± 3 мВ; D43.6: минус 5 В ± 3 В	Измерение режимов по постоянному и переменному току
Плата ВЧ-генератора		
6 Выход: ~3 В, 15 МГц	D1.6: минус 3 В ± 3 В; D2.7: ~0.6 В ± 40 %, 15 МГц; D2.4, D2.5: +5.6 В ± 10 %; коллектор V15, V17: ~2.5 ± 1 В; затвор V1, V2: минус 10 В ± 3 В; C35: ~4 В ± 30 %, 15 МГц; контакты K4: ~3.5 В ± 30 %, 15 МГц; C25: +14 В ± 5 %; C26: минус 14 В ± 5 %	Измерение режимов по постоянному и переменному току
Плата индикации		
7 Любой	Схема интерфейса: D4.10, D4.11, X4.3, X4.2	1 Подключить компьютер 2 Запустить программу * 3 Проверка прохождения сигналов от выхода ОЭВМ (от D4.11 до X4.3) и от выхода компьютера до входа приемника ОЭВМ (от X1.2 до D4.10)
* Уровни, необходимые для питания схемы интерфейса, появляются только после инициализации последовательного порта компьютера, происходящей при запуске коммуникационной программы		