Оглавление

[1 общие сведения 2](#_Toc6191980)

[2 конденсаторы в LC-фильтрах 3](#_Toc6191981)

[3 вторичный стабилизатор (нумерация 300+) 3](#_Toc6191982)

[4 АРУ (нумерация 300+) 3](#_Toc6191983)

[4.1 АРУ детектор 4](#_Toc6191984)

[4.2 Усилитель АРУ 4](#_Toc6191985)

[4.3 заключение АРУ-детектор 5](#_Toc6191986)

[5 разгонный УПЧ на VT4,VT302 (нумерация 310+) 5](#_Toc6191987)

[5.1 метод налаживания усилителей на примере VT4,VT310 5](#_Toc6191988)

[5.2 альтернативная схема 6](#_Toc6191989)

[6 ЧМ-демодулятор (нумерация 320+) 6](#_Toc6191990)

[7 АМ-демодулятор (нумерация 330+) 7](#_Toc6191991)

[7.1 заключение демодуляторы 8](#_Toc6191992)

[8 УПЧ VT3,330 и фильтры к VT4 (нумерация 340+) 8](#_Toc6191993)

[8.1 проверка первой петли АРУ 8](#_Toc6191994)

[9 УПЧ VT2,VT350 (нумерация 350+) 9](#_Toc6191995)

[9.1 альтернативный фильтр АМ 465 кГц (400+) 9](#_Toc6191996)

[9.2 проверка второй петли АРУ 10](#_Toc6191997)

[10 каскад VT1,VT360 (нумерация 360+) 11](#_Toc6191998)

[11 смеситель (нумерация 370+) 12](#_Toc6191999)

[12 УВЧ и антенный диплексер (нумерация 380+) 12](#_Toc6192000)

[13 гетеродин (нумерация 390+) 13](#_Toc6192001)

[14 установка блока и первая проверка 13](#_Toc6192002)

[15 заключение 14](#_Toc6192003)

приёмник ОКЕАН/SELENA

ЧАСТЬ 5

УВЧ-УПЧ на Ge-транзисторах (2)

# общие сведения

Объём доработок немалый, процедуры отчасти "хирургические", поэтому проще изъять плату из приёмника. По умолчанию все работы по налаживанию делаются при малом питании 6,3 В для уверенной работы приёмника при ослабленных аккумуляторах. Нужно при питании 9,5 В проверить термическую стабильность Ge-транзисторов (особенно VT4) и отсутствие самовозбуждения.

Если приём УКВ планируется только в качестве "на всякий случай", то можно обойтись налаживанием ЧМ-тракта "на слух" и по показанию S-meter с немодулированным сигналом, но смириться искажениями -30дБ, и ЧМ-детектор не надо доработать. Но для АМ-приёма, как главный режим, без измерений АЧХ с ГУН на 465 кГц ±50 кГц ничего хорошего не получается.

Блок УВЧ-УПЧ подготовится к тому, что в приёмнике будут 8 диапазонных модулей и УКВ-приём включается отдельным переключателем. Это может быть либо кнопочный переключатель от уже не нужней АПЧ, или вовсе новый переключатель. Тем не менее, и старый вариант переключения УКВ в барабане не теряется.

При установке второго транзистора (ОБ) в усилителях растёт добротность контуров и это может сначала вызвать самовозбуждение. В процессе налаживания правильной формы АЧХ и линейного режима усилителя это исправляется. Поэтому рекомендуется, каждую выполненную работу в отдельности проверять измерениями.

Отследим, чтобы ранее маркированные сомнительные индуктивности отремонтировались по ходу работы. Надо достаточно мощным паяльником отпаять их экраны. При этом фиксировать плату горизонтально и стороной оловом сверху, цепко прихватить сильно греющийся экран, хорошо прогреть олово и экран и одним(!) ходом изъять вниз. Если мало греть, то олово образует толстую пробку и не даст вытащить экран мимо каркаса индуктивности.

На рисххх отображен "джентльменский набор" инструментов для проведений работ. К этому ещё нужен мультиметр, осциллоскоп хотя бы до 2 МГц (желательно 20 МГц), ГУН 465 кГц (желательно и 10700 кГц). Есть на прилавках довольно бюджетные DDS-генераторы до 10 МГц с функциями модуляции и даже ГУН (проверим наличие выхода синхронизации ГУН с осциллографом). Если настроить DDS-генератор в режиме импульсного сигнала на 3567 кГц, то на третьей гармоники он выдаст уловимый сигнал на 10700 кГц. Таким же путём настройкой 5,9 МГц можно создать сигнал на 17,7 МГц для настройки КВ-модуля 16м.

Рекомендуется поставить в качестве временных компонентов выводные изделия. Их проще паять, и они всегда на виду и потом не останутся забытыми в схеме.

# конденсаторы в LC-фильтрах

Часто обсуждается качество LC-фильтров и роль конденсаторов. Для теста я заменил КСО 510 пФ на импортные MURATA NP0 SMD 1206. Это привело к расширению и "смягчению" формы АЧХ на 10%. Соответственно, я поставил обратно древние КСО.

Маленькие квадратные конденсаторы в фильтрах 10700 кГц (1980ие годы) не терпят вторичной пайки. Их лучше совсем не трогать, либо всех заменить на керамику NP0 одной серии.

# вторичный стабилизатор (нумерация 300+)

Низкое усиление в ООС не только связано с малым паспортным усилением (β) транзисторов МП35 и МП39. Транзистор VT6 управляется полным коллекторным током от VT7 - а много там не надо. При токе 0,1 мА усиление в VT7 очень малое, так как β в таком режиме намного ниже паспортного значения. Если к Б-Э от VT6 подключить 470 Ом, то это вынудит VT7 поставить ток около 0,5 мА при котором его усиление было бы значительно больше. Но это шунтирует вход VT6 и в результате общее усиление ООС не растёт - вроде тупиковая ситуация.

Решение найдём в удлинении ВАХ VT6 использованием Si-npn-транзистора П308. Он вместе с резистором R300 заставит VT7 работать током 0,5мА, но при этом сам транзистор имеет дифференциальное входное сопротивление около 300 Ом и R300 это не существенно шунтирует. Это увеличит усиление внутри ООС в 2...3 раза. Транзистор 2T203Д ещё добавит немного усиления, тоже в пределах 2...3 раза. Подобрать транзисторы по β не менее 50 (П308) и не менее 120 (КТ203). Вместо П308 можно поставить МП38А и непосредственно к базе добавить последовательно 1 или 2 диода КД503А для "удлинения" его входной ВАХ на 400....700 мВ мВ.

Проблема огромного ТКН заводской схемы решим использованием на месте VT7 также Si-транзистора, у которого на Б-Э имеется ТКН на -2 мВ/К. К тому мы заменим опорный элемент зелёным светодиодом АЛ307Г, с таким же ТКН и в идеале получаем нулевой ТКН стабилизатора.

Резистор запуска R32 ухудшает стабилизацию и был исключен из схемы. Вместо его VT300 в момент включения приёмника имеет малое сопротивление и форсирует процесс запуска, даже при холоде и ослабленных аккумуляторах. При заходе схемы в режим стабилизации VT300 будет в отсечённом состоянии и не повлияет на стабилизацию. Подобрать VT300 по полной отсечке в пределах 1,8...2,5 В.

В новой компоновке выходной импеданс стабилизатора улучен в 2...3 раза и составляет 10 Ом. Сквозная стабилизация составляет не менее 300 (50 дБ), чем входной перепад питания на 3 В вызывает на выходе неважное изменение на 10 мВ, что обеспечит качественный УКВ-приём и при ослабленных аккумуляторах.

# АРУ (нумерация 300+)

В доработанной схеме АРУ "проникает" по всему тракту и определяет работу всех узлов. Поэтому надо с ней начинать доработки сигнальной части.

## АРУ детектор

Нужна отзывчивая работа АРУ-детектора, что диодом Д9 не обеспечено. Его заменить на быстродействующий Д311А. Так как детектор работает на обе полуволны, надо для симметрии нагрузки второй диод также менять на Д311А. В новом исполнении АРУ-детектор меньше нагружает УПЧ и у LC-контуров добавится добротность. Диоды Д18 или Д20 также хорошо работают на данном месте.

Установим новое подключение АРУ-детектора от УПЧ на С300,С301,R301 и на С110 поставим современное изделие, поменяем номинал R47.

Резистор R44 удалить и параллельно к С96 поставить временно 22 кОм, настроить на R38 смещение 0,8 В для VT3, т.е. временно АРУ не будет работать.

Вместо C106 поставить новый конденсатор C302 в маленьком стоящем исполнении, чем освобождаем место на плате для VT301 (рисххх).

рисххх ФОТО платы в этой части

Новый детектор АРУ в отличие от АМ-демодулятора составляется инертным от больших конденсаторов, и для получения максимального напряжения выпрямляются обе полуволны и напряжение почти на 100% доходит к VT301. АРУ-детектор работает без прямого смещения и реагирует пропорционально на сигналы, которые более 100мВ по размаху.

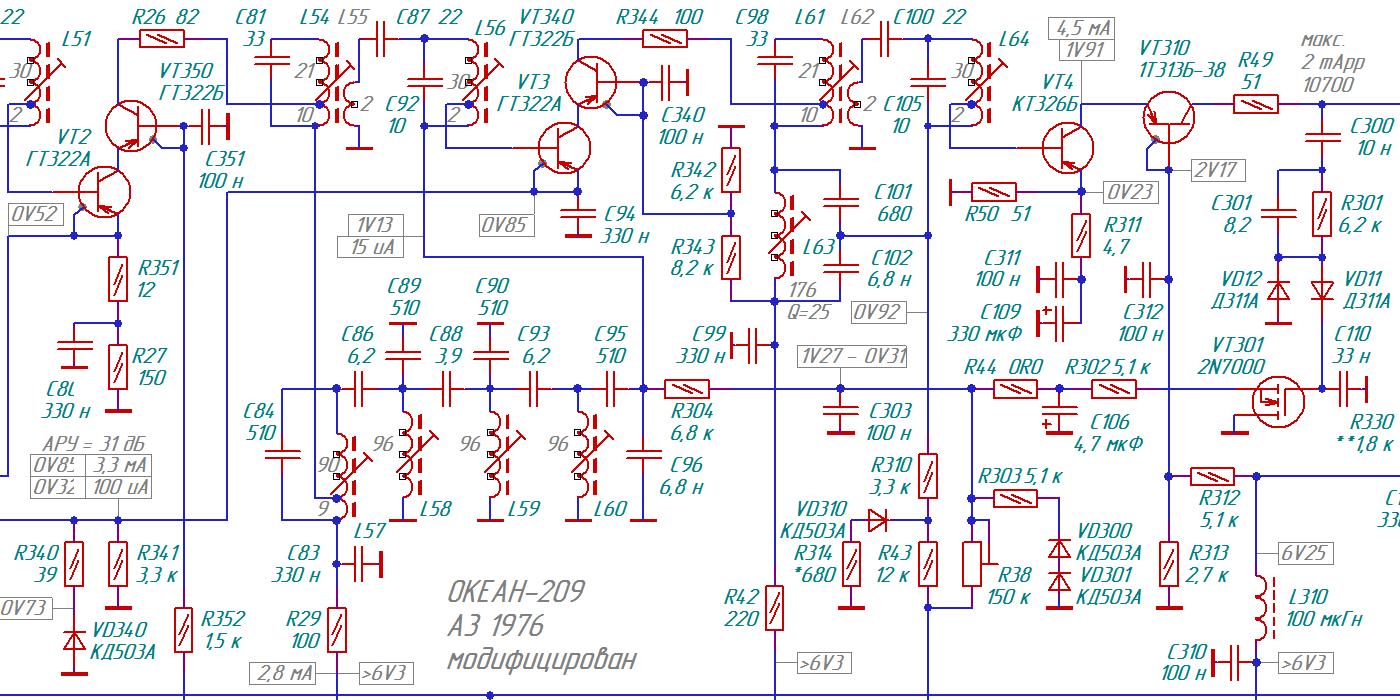
## Усилитель АРУ

Последующий усилитель АРУ (VT301) мало нагружает диодный детектор и создаст начальное смещение для VT3. Сначала установить R302,R304,VD300,VD301,C303 и на месте R38 поставить VT301. У эмиттера VT3 поменять R28 на 220 Ом, чем установим формально его будущий режим. Подбором R303 установить на эмиттере VT3 потенциал 0,85 В, начинать с малых номиналов.

При отсутствии ПЧ-сигнала смещение для УПЧ VT3 ограничен током через диоды VD300,VD301 на примерно 1,25 В. С появлением сигнала от АРУ-детектора действием от VT301 снизится ток диодов и напряжение на немного. При значительном сигнале диоды останутся без тока и смещение образуется исключительно током через R303, теоретически вплоть до нулевого смещения и отсутствия усиления в VT3.

### усилитель АРУ на n-MOSFET

Если не наблюдать исторический контекст, то можно с таким же хорошим результатом составлять АРУ-усилитель на более доступном транзисторе BS107, BS170, 2N7000 (КП50х) по схеме в рисххх.



VT301 работает в схеме истокового повторителя и по мере роста сигнала на VD11VD12 тянет потенциал на С106 в сторону общего провода. Резистором R38 наладить смещение на С303 на 1,27 В, при этом заземлять затвор VT301. Поэтому требуется пороговое напряжение у VT301 не менее 1,5В при 100 мкА. А слишком высокое пороговое напряжение более 2,0 В вызывает слишком высокий порог АРУ. При замыкании истока на общий провод на С303 должно быть потенциал 0,31 В от действия R302.

Наладить АРУ с подбором R340 по максимальному усилению и R341 по минимальному усилению в VT3, динамика АРУ в VT3 должна быть 30...32 дБ.

## заключение АРУ-детектор

Доработкой мы снизили влияние АРУ на работу сигнальных детекторов, что очень важно для малых искажений в них. Обеспечивается большое изменение смещения для VT3, которое потом сможем распределить правильно по несколько каскадам и наладить эстафетную работу усилителей.

# разгонный УПЧ на VT4,VT302 (нумерация 310+)

Если ЧМ-демодулятор работает с постоянной сигнальной амплитудой и поэтому мы его оставим высокоомной нагрузкой, то АМ-демодулятор будет сильно изменён и динамически нагрузит УПЧ на 1,5...2 кОм. Чтобы на такую нагрузку создать размах 4...6 В с малыми искажениями огибающей, надо существенно увеличить ток покоя для VT4 и ГТ322 уже не подходит. Установить КТ326Б, предложенный ГТ313Б можно заменить на КТ326Б, увеличить тогда R313 до 3,9 кОм.

Рабочий ток покоя у VT4 установлен на 3,3 мА подбором R314. Диод VD310 стабилизирует ток транзистора.

Существенное улучшение линейности для низких аудиочастот в модуляции получаем от резко увеличенного С109, который максимально сглаживает неизбежные выпрямительные процессы АМ-сигнала в VT4 вплоть до 16 Гц модуляции. Это эффективное техническое решение исчезла из бытовой схемотехники ещё в 1960их годах, но для высококачественных приёмников оно нужно, если не получается напрямую заземлять эмиттер.

## метод налаживания усилителей на примере VT4,VT310

Установка коллекторных последовательных резисторов не только предотвращает самовозбуждение, они ещё практичны для настройки тракта. Суть метода состоится в том, что настроить фильтр между каскадами без подключения приборов к самому фильтру, используя ранее налаженные усилители.

Для этого в данном примере поставим за R49 к фильтрам демодуляторов заземление на 100 нФ, чем убираем их влияние на результат и R49 служит широкополосной нагрузкой без резонансов. К щупу осциллографа поставим последовательно 51...100 Ом во избежание СВЧ-самовозбуждения. Подавать сигнал на вход усилителя к VT4 из импеданса 50 Ом, не более 12 мВ по размаху. Но для этого надо ещё убирать резонанс предыдущих LC-контуров. В данном примере надо к L61,L64 и L63 поставить шунты по 220 Ом.

Проверить усиление от базы VT4 к R49, оно составляет примерно 12 дБ (4 раза) в широком полосе частот, так как убраны все резонансные узлы.

Измерения проводить удобнее, если АРУ деактивировать. К R302 поставить перемычку. Практично очень будет, если поставить временно вместо подобранного R303 потенциометр 2,2...5 кОм с нужным шунтом и с ним выставить удобнее для замеров усиление, заодно плавно проверить влияние АРУ на АЧХ.

## альтернативная схема

Была испытана для разгонного УПЧ схема дифференциальный усилитель на 2хКТ326Б током 2х3мА. Она в итоге не решила главные проблемы. Если до 10мВ размаха на входе она показала практически отсутствие искажений АМ, то при 30мВ выходные аудиоискажения составили -30 дБ. Такой резкий рост не наблюдается в простом каскодном усилителе с резонансной нагрузкой. А на 10700 кГц не хватает усиления от VT3, чтобы ДУ зашел в выгодный режим ограничения. К этому вопросу мы возвращаемся позже при создании новой платы УВЧ-УПЧ.

# ЧМ-демодулятор (нумерация 320+)

Принципиально можно строить детектор ЧМ без контура L65/66, если искажения -30дБ устроят. Можно для эксперимента срезать связь L66-L69 и подать сигнал 1...3 В по размаху импедансом 3 кОм на L69. Сначала ничего на НЧ-выходе не появится, пока не внести дисбаланс конденсатором C320 с одной стороны. Зачем тогда нужен первый контур?

Если одним контуром смотреть характеристику дискриминатора, то она имеет всегда форму "S", как бы мы не постарались и искажения менее 3% не настроить при терпимом КПД. А двухконтурный фильтр с настройкой слегка выпуклой вершиной имеет протяжённую прямолинейную ФЧХ (критическая связь).

В заводском исполнении контуров осуществляется конденсатором связи между контурами С116 = 2,7...3,9 пФ - это проблематичное решение для высокой линейности детектора и крайне не удобное для налаживания. Оказалось, что конструкторы постарались исправить кривую характеристику детектора тем, что у L69 обмотка не симметрична - она 16 и 18 витков содержит, которые слабо связаны между собой.

Эту двойную кривизну надо исправить. Аккуратно выпаять L69 (сначала экран отдельно) и нанести 2 обмотки по 12 витков одновременно из слабо скрученной пары проводов (0,1мм).

L65 также переделать, чем снизим соотношение L/C и добротность контура станет более "управляемой" в процессе налаживания. При этом L65 надо посадить отдельную в верхнюю камеру каркаса. Начинать обмотку L66 с горячего конца в нижней камере каркаса.

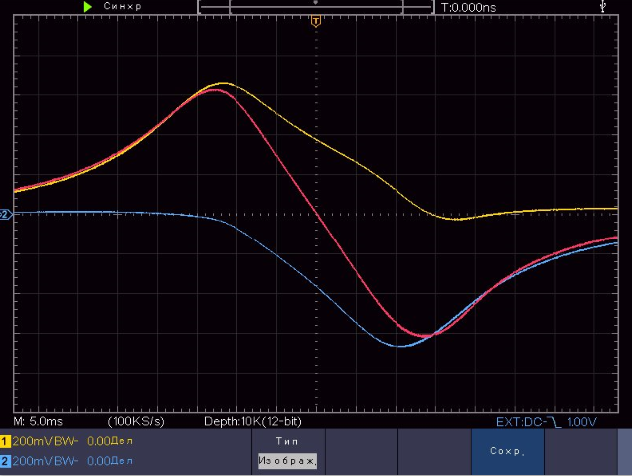
Связь контуров через асимметричное действие С320 позволит более тщательно настроить АЧХ на критическую связь с минимальной ошибкой в ФЧХ, чем заводская схема. Ключевой момент - плотная связь обмоток в L69.

Полностью укомплектовать демодулятор, кроме С117(!), С143 и С322, но с С142 = 1 нФ. Установить R323 в среднее положение. КПЕ С320 установить в минимальное значение, для минимальной связи контуров в начале налаживания. Выкрутить подстроечник из L69. Поставить шунты по 220 Ом к L61 и L64.

К L66 требуется шунт 33 кОм и к L69 18 кОм для достижения нужной ширины демодуляторной характеристики (таблица в схеме).

Подавать к базе VT4 пробный сигнал (10700 кГц без модуляции) размахом не более 15мВ и замером напряжения АРУ-детектора настроить L65 в резонанс, потом настроить L69 в резонанс. Это вызывает легкое уменьшение на выходе детектора АРУ. При этом рост емкости КПЕ С320 углубляет этот провал при резонансе, настроить провал на примерно 10% центром на 10700 кГц.

При замере напряжений над С119 и С120 и их разности получаем характеристику дискриминатора (100 кГц/дел) в рисххх.



На ней видим характерно по центру выражено линейный участок, при отстройке ±300 кГц "бугры" с нулевой крутизной. В конце всех проверок установить С143, так как он немного мешает при налаживании, пока не достигнута полная симметрия.

Подавать пробный сигнал ЧМ на 10700 кГц, LF=1 кГц и DEV= ±75 кГц и настроить на КТ1 минимум искажений и нулевое среднее смещение мелкими прокрутками на L66, L69, C320, R323. При тщательной работе можно настроить искажения явно ниже -50 дБ.

Выход АПЧ на ХТ18 будет использован для индикации правильной настройки радио на радиостанцию по центру с минимальными искажениями. После доработок система АПЧ не нужна.

# АМ-демодулятор (нумерация 330+)

Решение проблемы "висячего" заряда на С114 решается несколькими изменениями. Сначала снизим импеданс источника - поставим R330 = 2,2 кОм. В то же время увеличим сопротивление нагрузки (R62+R324). Вторым диодом увеличим выходное напряжение и нагрузим УПЧ симметрично в обеих полуволнах. Принципиально меняется роль С114. Его номинал подобран таким, чтобы частота среза лежала в геометрической середине между 465 кГц и граничной звуковой частоте - это примерно при √(465\*6)= 55 кГц. Таким образом, на С114 образуется в среднем точная копия огибающей, а пульсация на 465 кГц подавлена на 6...10 дБ. На С331 добавится ещё 10 дБ подавления пульсации без повреждения НЧ-сигнала. А главное подавление несущей и восстановление огибающее происходит на С142. Дело в том, что он к диодам подключен далеко через делитель напряжения и его "висячее" напряжение не мешает динамической выпрямительной работе диодов. Диоды и в минимумах огибающей работают в выраженном выпрямительном режиме. В некоторой степени это относится тоже к С331. Всё это обеспечит искажение по модуляции не хуже -43 дБ, типично -50 дБ.

Укомплектовать детектор (рисххх) и пробным АМ-сигнал проверить АЧХ по модуляции. До 5 кГц не должен быть спада. При модуляции 400 Гц мерить искажения, они должны быть явно менее -40дБ в отдельности и не более -40дБ в сумме.

Резистор R331 ограничит импульсный ток диодов, что на порядок снизит излучение гармоник ПЧ в УВЧ, а также на несколько дБ улучшает аудиоискажения.

Резистор R330 выбирается компромиссно в пределах 1,2...3,3 кОм. Малый номинал улучшает питание демодулятора из низкого импеданса. В нерезонансной схеме и 2хД311 при 1 кОм достигнут минимум искажений -56 дБ. С другой стороны, номинал 3,3 кОм обеспечит высокую добротность контура и симметричность синуса к С330. Поэтому 1,8 кОм считать оптимумом, который ещё обеспечит хороший размах сигнала при линейной работе VT4.

## заключение демодуляторы

Главное изменение в детекторах - это перераспределение фильтрации и установка частоты среза 6,5 кГц для АМ и 3,1 кГц для ЧМ, обеспечение пропорциональной работы диодов и оптимальную передачу модуляции.

Для ЧМ определяющим конденсатором является С322=3,9 нФ, который создает заметный деемфазис на 40 мкс (FMAX = 3,7 кГц). Номинал определялся экспериментально подачей импульсной АМ на 10700 кГц к коллектору VT4, так как импеданс LC-контуров участвует в процессах. С последующими конденсаторами С142 = 1 нФ до УНЧ достигается окончательно FMAX = 3,1 кГц и штатный деемфазис 50 мкс.

# УПЧ VT3,330 и фильтры к VT4 (нумерация 340+)

На VT3 начинается эстафета АРУ - это он должен сначала закрываться при умеренных сигналах, а потом при сильных сигналах перехватывают предыдущие транзисторы в тракте инициативу по АРУ. Эта последовательность обеспечивается действием VD340 и R340, они обеспечивают стремительное снижение тока для VT3 в начальном этапе. R341 создает в режиме приглушения (VD340 заперт) остаточную длинную пологую характеристику АРУ, на которую будем вешать главную область действия АРУ предыдущих усилителей. Итого VT3 отработает 33 дБ от всего диапазона АРУ, а первые 20 дБ VT3 в одиночестве работает по АРУ.

S-meter убираем от VT3 к VT2. Добавляется второй транзистор VT340 на месте R37 и цепь его смещения, поставить R344 (SMD0805) и поменять R42. Проверить статический режим каскода и поменять С94. Эмиттерная блокировка с увеличением С94 обеспечивает полное действие при 465 кГц.

Налаживание проходит по общей методике. Для городского УКВ-приёма в плотно занятом УКВ-диапазоне оставим С100,С105 и настроим АЧХ с круглой вершиной. Для высококачественного приёма поменять конденсаторы и настроить АЧХ с выражено ровной плоской вершиной и шириной 230 кГц (-1дБ). Добавить к контурам резисторы в несколько десятки кОм, опытные номиналы указаны в схеме в таблице. Они обеспечат и нужную ширину и симметрию АЧХ.

Для замеров используем R49 как нерезонантную нагрузку, заземлением (100нФ) за ним мы заодно деактивируем АРУ. Шунтируем L54,L56,L60 по 220 Ом. Настроим фильтры между VT340 и VT4.

## проверка первой петли АРУ

Цель проверки - установить правильную работу АРУ в первой петли, чтобы обеспечить максимальный диапазон сигнальной динамики без искажения. Соответственно, при подаче 12 мВ размаха ПЧ-сигнала (АМ) на базу VT3 действием АРУ к базе VT4 должно поступать не более 30 мВ размаха (АМ и R311 = 4,7 Ом). При 36мВ размаха пиков модуляции (m=50%) на базе VT4 искажения аудиосигнала достигают -40 дБ. При ЧМ допускаются до 60мВ на базах. Оптимальную глубину АРУ подстроим подбором R341, когда на нём имеется остаточный потенциал 0,32 В для смещения предыдущих усилителей - это важный момент. Лишняя глубина ухудшает С/Ш, а недостаточная глубина ограничит допустимую сигнальную динамику на базе VT3 для сильных сигналов. Это приведёт к лишнему заглушению входных усилителей и также к деградации С/Ш.

В этом плане на месте VT4 было бы лучше поставить Si-транзистор, но подходящие для АРУ Si-pnp-ВЧ-транзисторы к 1976 году не были доступны. Это позволило бы расширить сигнальную динамику на входе VT3 на 4 дБ до 20 мВ размаха. Замена ГТ322А на этом месте на КТ3128 или КТ3108 требует принципиальных изменений в обвязке и настроек АРУ и поэтому не предлагается. Вариант на КТ326Б показал довольно заметное влияние на АЧХ фильтров. Рекомендуется, на месте VT3 поставить ГТ322А с максимальным усилением (β).

# УПЧ VT2,VT350 (нумерация 350+)

В этом каскаде не только добавим развязывающий второй транзистор VT350, а ещё подключаем VT2 к АРУ. Для этого удалить делитель на R22,R24 и подать смещение из цепи АРУ через R350. Проверить статический режим, вместо S-meter временно подключать резистор 1,5 кОм.

Фильтр на 10700 кГц (L54,L56) настроить по заводской компоновке с круглой вершиной, либо менять конденсаторы и настроить плоскую вершину и полоса 230 кГц (-1дБ).

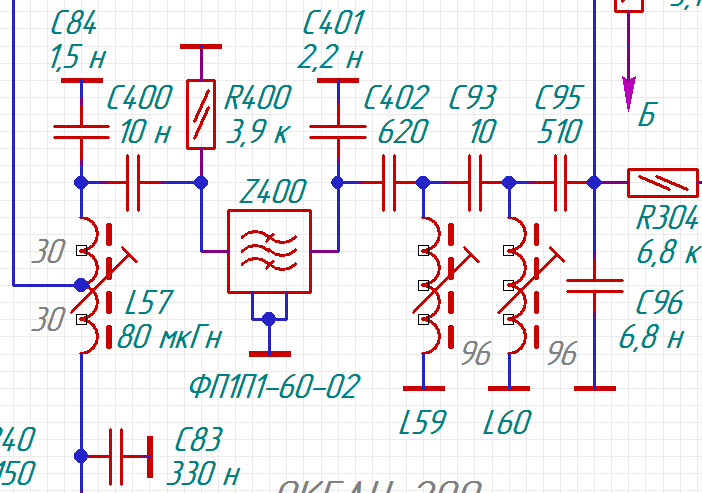
Если нет возможности измерения АЧХ, ФСС 465 кГц на 4 контура настроить с заводской компоновкой с круглой АЧХ по абсолютному максимуму на 465 кГц.

Для высококачественного звучания предлагается менять конденсаторы связи между контурами ФСС 465. Налаженная АЧХ имеет на вершине 2 горки и центральную впадину на 1...2 дБ, полоса примерно 10 кГц (-10 дБ).

Для замеров АЧХ фильтров между VT350 и VT3 используем R344 как широкополосную нагрузку, АРУ деактивировать перемычкой над R302. К базе VT2 убрать все резонансы и подавать не более 15 мВ размаха сигнал.

## альтернативный фильтр АМ 465 кГц (400+)

Приемники до 1984 года имеют большое усиление, и их ФСС465 на 4 LC-контура не соответствует этому, тем более после доработок. Особенно при приёме слабого сигнала на соседнем канале от сильной радиостанции это слышно, проходит шипение от высоких частот модуляции. Предлагается существенное улучшение приёма установкой компактного пъезофильтра ФП1П1-60-02 на 7 резонаторов согласно схеме в рисххх.

рисххх

По моей статистики 80% изделий ФП1П1-60-02 обеспечивают качественную АЧХ с плоской вершиной на 8 кГц, при -6...-10 дБ ширина составляет 10 кГц и при ширине 12 кГц затухание около -40дБ. Предварительную проверку изделий делать с чисто резистивным согласованием на 3 кОм.

Предложенная схема решит несколько проблем. В заводской схеме L57 составляет некоторую преграду для блокировки контура на 10,7 МГц, чем ухудшается ДД предыдущего каскада. Здесь L57 исполнен симметричной обмоткой и для блокировки на 10,7 МГц мало мешает, так как C84 также блокирует и обмотки сработают встречно вне рабочего резонанса на 465 кГц. R400 обеспечивает согласование фильтра и его нулевое смещение.

Входной отвод от L57 нагружает УПЧ на 750 Ом, а в заводской схеме это было 350 Ом. Соответственно, усиление от VT2VT350 по напряжению растёт на 6 дБ и в итоге общее затухание всего ФСС к базе VT3 не меняется, наоборот тракт выиграет примерно 3 дБ. Выходной импеданс к VT3 составляет также 750 Ом.

Особенность согласования ПКФ с помощью двух контуров на L59L60 обеспечивает не только большую свободу настройки формы АЧХ при малом затухании, ещё существенно улучшается дальнее заграждение ниже -80 дБ в этом узле. На стыке С401С402 со стороны LC-фильтра предоставлен импеданс 3 кОм при правильной настройке. В приёмнике SELENA B-215 c 1992 года в данной части допущена грубая ошибка, одним контуром высокой добротности (>150) при высоком соотношении L/C никак не согласовать ПКФ. Этот поздний приёмник в целом терял класс до несерьёзности и его негодности к доработке.

На L57 устанавливается минимальная неровность на вершине АЧХ, этот контур мало влияет на избирательность, он определяет форму внутри полосы пропускания. Обмотки делать на слабо скрученной паре проводов 0,1мм, не требуется литцендрата. Существенно сильнее повлияют L59L60 на глобальную форму АЧХ.

Для монтажа ПКФ сверлить 2 или 3 дополнительные отверстия (1,2мм) на позиции от L58. Выводные конденсаторы (5мм) С401 и С402 (NP0) найдут место рядом c ПКФ на существующие отверстия.

С данным фильтром обеспечен высококачественный приём на всех АМ-диапазонах в штатных сетках шагом 5-9-10кГц. Крутые скаты АЧХ позволяют хорошо уходить от помех и не терять полезный сигнал. Дополнительное усиление на 3 дБ хорошо для приёма на телескопической антенны - это главный плюс приёмников ОКЕАН-209 и мы его усилили.

## проверка второй петли АРУ

В отличие от VT3 на остальных УПЧ и УВЧ нет такого как R341 на продление АРУ-диапазона. Поэтому их эмиттер жёстко сядет на нулевой потенциал при малом потенциале на базе и каскады напрочь могут быть заглушены без остаточного усиления. Тут надо понимать роль эмиттерных резисторов ООС (R351,361,384). Когда АРУ ещё не действует, на них допускается напряжение по размаху примерно UP=IE\*ROOC. Т.е. для VT2 это примерно 30 мВ в добавку к своим 12 мВ, итого VT2 себя до 40мВ размаха ведёт линейно на уровне -40...-50 дБ. Но когда АРУ повлияет на его ток, в конечном итоге транзистор только на 12 мВ размах на базе останется линейным. Поэтому при проверке АРУ во второй петли проверим всё также при 12 мВ на базе VT2.

Стыковка АРУ VT2 и VT3 осуществлена через R341, это он определяет глубину АРУ в VT3, при которой на предыдущих каскадах действует приглушение по мере их штатного усиления. Ошибка во многих приёмниках - перебор глубины АРУ в отдельном узле на порядок выше его штатного усиления. Это вызывает в последующих каскадах работу с малыми сигналами при высоком усилении и это нам знакомый раздражительный шумовой фон при приёме вроде нормальных сигналов.

Идеально будет, если R341 подобран таким, чтобы на базах VT2 и VT3 имеется по 12 мВ и при этом VT4 не искажает сигнал. Это можно подгонять номиналом R311, если у VT4 имеется хороший резерв по собственному усилению (β) на 465 кГц. Больше 10 Ом там не ставить, так как это заметно ухудшает общее усиление всего тракта. В идеале R311 нулевого номинала подбирается.

Эмиттерная ООС у VT2 (VT1,VT8) полезная при приёме слабого сигнала, когда АРУ работает в VT3. Тогда сигналы, которые не проходят ПЧ-фильтры могут иметь эти значительные амплитуды без последствия для слабого сигнала. Кроме того, этими резисторами заход в приглушение станет более затяжным и основная АРУ-работа останется долго за VT2, а линейность у входных усилителей сохраняется и при нижних 20...30 дБ сигнальной динамики.

# каскад VT1,VT360 (нумерация 360+)

Первый УПЧ для ЧМ получает сигнал из двухконтурного фильтра тюнера 1976 года образца c достаточной избирательностью. Поэтому будет достаточным, внедрять ООС у эмиттера VT1 размером 10 Ом и слегка увеличить ток.

Укомплектовать каскод, базу от VT360 подключать на шину питания УКВ, а питание каскода брать от линии +8,5 В (R15 - длинный выводной резистор). R360 временно установить номиналом 1,2 кОм, позже подбирать при налаживании тюнера.

Фильтр к VT2 настроить таким же методом как другие, низкоомной нагрузкой для VT350 служит заземлённый R26, также заземлять R49 для деактивации АРУ. Для подачи сигнала создать у входа VT1 петлю диаметром 2см на 2 витка и от генератора подавать сигнал индуктивно с катушкой менее 1 мкГн.

Кроме того, наладить сквозную АЧХ тракта от входа УПЧ (VT1 либо от выхода АМ-смесителя) до коллектора VT310 при заземлённом R49. Сигнал на 465 кГц подавать на С79 из источника импедансом не менее 3,3 кОм или индуктивно на L52 (L202).

Если АРУ в VT2 правильно наладили, то дополнительное АРУ в VT1(VT8) с такой же характеристикой сразу сработает нужным образом, все каскады отработают диапазон АРУ по мере их штатного усиления и в тракте не будет провала по уровню сигнала.

От тюнера допускается до 60 мВ размаха к базе VT1.

# смеситель (нумерация 370+)

При тесте на 4 диода Д311А (подобраны разбросом 1 мВ) было определено оптимальное значение R371 для стыковки номиналом 68(82) Ом с гетеродином на Ge(Si)-транзисторах. При этом в каждом диоде ток достигает пиковое значение ±1,6 мА.

Поменять диоды на подобранную (отклонение не более 1..2 мВ при 1 мА) четвёрку Д311А и добавить резистор R371 для сохранения нагрузки гетеродину и образования выраженного импульсного режима.

На выходе RL-звено L370,R370 обеспечивает "сжигание" зеркального ПЧ-сигнала, попадающий в область КВ, что улучшает ДД смесителя на 3 дБ. При этом L370 есть часть колебательного контура с L52 и мало снизит рабочую добротность. Также L370R370 c C79 образуют ФНЧ для УПЧ и не пропускает остатки гетеродинного сигнала к УПЧ, которые ранее вызывали смесительный режим в VT2 и шумное заполнение канала.

Можно существенно улучать работу смесителя, упорядочив схему обмоток в контуре ПЧ (L52). В нём важно, чтобы обмотки к диодам были строго симметричными и имели плотную электромагнитную связь между собой. Выходную обмотку посадить отдельно в других камерах каркаса. Литцендрат тут не нужен.

Конденсатор С370 (SMD) посадить близко к L52, что существенно снизит антенный эффект у входа УПЧ.

# УВЧ и антенный диплексер (нумерация 380+)

Антенный диплексер переделать на работу с телескопом на СВ и КВ. Убрать длинную перемычку на печатной плате к клемме (13) и поставить близко к L380 новую клемму ХТ380.

Это снимает проблему проникновения КВ-сигналов от антенны прямо в тракт ПЧ, особенно при приёме на УКВ. От ХТ380 уходит сигнал к УВЧ, провести "прямую линия" к (16) от барабана, крепить её петлями на экранах.

С380 подбирать по диапазону УКВ. Для приёма 87-108 МГц поставить номинал 9,1...12 пФ, типично 10 пФ. Резистором R380 удаляется статика, разделяющий конденсатор (ранее С67) будет на антенном модуле.

Индуктивность L380 отражает УКВ-сигнал к тюнеру, а С380 создаёт для приёма в АМ-диапазонах частичную емкость для входного антенного контура. Поэтому важно, изначально определиться по УКВ и номиналу С380. Но L380 образует с антенной и её монтажными емкостями последовательный контур у входа УВЧ. Хотелось бы делать L380 большим номиналом, но этот резонансный провал ограничит это намерение. Для приёма вплоть до 16 (19-25) м надо оставить L380 не более 1,2 (1,5-3) мкГн. Заводское исполнение L1 (1 мкГн) можно использовать, но позже нужна ещё такая же индуктивность на компенсацию в антенном модуле.

В заводской схеме УВЧ установлен "ленивый" транзистор ГТ322В, вероятно, потому что имелась проблема с самовозбуждением и после составления каскода на ГТ322А/-В отмечается сильное и устойчивое самовозбуждение. Причиной проблемы оказалось вовсе не "шустрый" транзистор, а отсутствие заземления широкой шины на барабане. Толстый провод длиной 2см от вывода (6) барабана на шину существенно снизила склонность к самовозбуждению, но окончательно не убрал её. Ещё нужен толстый изолированный провод от (4) до (12) на плате УВЧ-УПЧ.

Окончательное и уверенное подавление самовозбуждения получаем установкой на диапазонных модулей "успокаивающих" резисторов. Это дополнительно к R385 0...220 Ом в коллекторной линии, углубление ООС последовательно дополнительно к R384C70 номиналом до 68 Ом. Но обычно самая активная точка - это горячий конец индуктивности промежуточного контура. Часто уже параллельно к индуктивности установленный резистор на 22 кОм (КВ) или 220 кОм (ДВ-СВ) устраняют проблему. Главное, не перебрать малым значением, так как страдает рабочая добротность, следовательно избирательность и ДД.

Добавка в УВЧ второго транзистора в схеме ОБ увеличивает выходное сопротивление и улучшает его избирательность на СВ и низких КВ. Укомплектуем каскод , подключаем перемычку вместо коллекторного контура, проверим статический режим, на R385 можно проверить усиление и действие АРУ.

Увеличение тока и внедрение эмиттерного сопротивления существенно увеличит ДД приёмника. У УВЧ создана самая глубокая ООС из всех усилителей и поэтому у него АРУ действует с большим смещением - УВЧ последним снизит усиление и при приёме слабого сигнала работает в самом линейном режиме. Этим мы создали огромное преимущество новой схемы - УВЧ теперь отлично справится широкополосными импульсными помехами.

# гетеродин (нумерация 390+)

Существенное улучшение гетеродина получаем через фильтрацию питания и смещения. Конденсатор питания надо монтировать так, чтобы не вибрировал резонансом, помогает эластичный клей для обуви. В новой схеме базовое смещение набирается после фильтрации питания через R390 и блокировка базы увеличена до 330 нФ. Это всё вместе с прочной проводкой к КПЕ снизит НЧ-шумы на 20...30 дБ.

Устранение гармоник гетеродина осуществляется индивидуально на диапазонных модулях, об этом отдельно.

Применение ГТ322 в гетеродине на удивление обеспечивает отличный шумовой спектр и высокую частотную стабильность. У данного транзистора внутреннее сопротивление базы малое - оно отвечает за низкий шум. Подобное найдётся в КТ368, КТ3108, КТ326Б в сочетании с малыми емкостями и высоким ВЧ-усилением.

Выходную амплитуду гетеродина можно увеличить заменой транзистора на КТ326Б, те же резисторы, только R371 увеличить до 82...91 Ом. Это требуется только, если по местной электромагнитной обстановке помехи большие, этим ДД смесителя увеличивается на 3...6 дБ.

# установка блока и первая проверка

При установке блока уделять максимальное внимание безвибрационной проводке, особенно в части гетеродина. Провода от (7,8) барабана к смесителю исполнять с круткой, а провода к (5,6) барабана проводить без крутки, но близко параллельно. Скрутку проводов (1,2,3) восстановить и безвибрационно крепить. Провод от (17) барабана к входу УВЧ вести вдоль шины барабана, подальше от других проводов. Провода проложить такими, что можно поднять плату на 60..90грд для проведение корректирующих работ и не оторвать провода. В начале тюнер не подключать, только антенный провод к нему от ХТ21 посадить на GND. От (16) барабана всю проводку убирать, подключить к нему от ХТ380 провод. Подключать телескопическую антенну и тестировать плату в целом.

На КВ могут быть самовозбуждения или странные глухие провалы от не правильно настроенных контуров, это в отдельности исправим позже. На "чистых" диапазонах должен быть заметно лучше приём, чем раньше.

Блок УКВ подключать сначала без антенны, но УПЧ подключать. Отметим рост шума, осталось фильтр в УКВ-блоке предварительно настроить. Применяется проверенная методика заземлением через конденсатор у R364, только подача пробного сигнала осуществить не в тюнере, а на базе VT1 через высокий импеданс выше 10 кОм. Хитрость состоится в том, что фильтр является полностью инвариантным узлом и нет разницы для формы АЧХ, подавать ли сигнал на коллекторе смесителя или у входа УПЧ. Настроить ПЧ-контурами тюнера форму АЧХ, которая соответствует остальным настроенным фильтрам. Тюнер не вскрыть при этом. После подключения антенны можно наслаждаться качественным приёмом, если тюнер двузтранзисторный на ГТ313. Более современные тюнеры надо глубоко модифицировать.

# заключение

Пока владельцы ОКЕАН-209 доработают блок УВЧ-УПЧ, мы в следующем разделе разберёмся с особенностями этого блока (А3) в приёмниках выпуском после 1985 года.