Оглавление

[1 введение 2](#_Toc137400241)

[2 заводская схема - общие сведения 2](#_Toc137400242)

[2.1 антенная проводка и приём 3](#_Toc137400243)

[3 Блок А3 3](#_Toc137400244)

[3.1 детектор АМ 4](#_Toc137400245)

[3.2 детектор ЧМ 5](#_Toc137400246)

[3.3 переключатель АМ-ЧМ 5](#_Toc137400247)

[3.4 основной УПЧ VT10VT15 5](#_Toc137400248)

[3.4.1 схема ОЭ в УПЧ 6](#_Toc137400249)

[3.5 детектор АРУ и смещение УПЧ 6](#_Toc137400250)

[3.6 АРУ 7](#_Toc137400251)

[3.7 ФСС АМ и ЧМ 8](#_Toc137400252)

[3.8 УПЧ1 - АМ/ЧМ 9](#_Toc137400253)

[3.9 УПЧ1 - ЧМ и контур L3 9](#_Toc137400254)

[3.10 гетеродин АМ 10](#_Toc137400255)

[3.11 смеситель АМ 10](#_Toc137400256)

[3.12 УВЧ АМ 11](#_Toc137400257)

[4 БЛОК А1 - УКВ 12](#_Toc137400258)

[5 итоги 12](#_Toc137400259)

приёмник ОКЕАН/SELENA

ЧАСТЬ 6

УВЧ-УПЧ на Si-транзисторах

# введение

Моя история с приёмниками ОКЕАН начались с 214ым и я уже думал, что его доработкой и закрою тему. Но мне "подкинули" в подарок красивый ОКЕАН-209 и во время его глубокой и основательной доработке я осознал свой неполноценный подход к ОКЕАН-214. Спустя года я повторно перекопал ОКЕАН-214 и уже другими глазами смотрел на его проблемные зоны. Предложенный материал является собранием многих опытов. Особенность с 1985 года ещё та, что год в год разработчики поменяли схему и поэтому немного сложно сформировать сжатое описание доработок и модификаций.

Версия 1985 года на КТ368 в УПЧ можно назвать наверно самым удачным вариантом за всё время выпуска приёмников. В данном разделе ведём доработки на схемах на Si-pnp-транзисторах выпуском после 1985 года.

# заводская схема - общие сведения

Главное изменение в схемотехнике стало применение Si-pnp-транзисторов. От этого возникло существенное упрощение коллекторных узлов и блокировки по ВЧ. Но зато вся схема полностью питается от вторичного стабилизатора +4,4 В и он совсем не отвечает этой задаче. Низкое питание также губительно оказалось для разгонного УПЧ - он с трудом развивает нужный размах для демодуляторов и сложно его подтянуть к малым искажениям. Питание +4,4 В сыграет роль уровня отсчёта для настройки режимов по постоянному току и поэтому в схемах даются потенциалы относительно питания +4,4 В.

В схеме на первый взгляд улучшили избирательность на 465 кГц, добавлен 1 контур в ФСС и на 10700 кГц вообще стянули избирательность в 4ех-контурный фильтр. К сожалению, эти хорошие намерения создали новые проблемы, которых в старых моделях нет, а здесь вредят.

Транзистор КТ3126Б имеет относительно хорошие свойства для работы в АРУ без искажения АЧХ фильтров, но не дотянет до ГТ322А и только с КТ3127А или КТ3108А сможем вернуть это качество.

## антенная проводка и приём

Если приёмник базово восстановлен (ранее описано) и работает штатно, то довольно скоро мы заметим принципиальные проблемы по антенному хозяйству. Причины в конструкции, а также в другом характере помех в наши дни.

Приёмник работает от трёх разных антенн - на ДВ-СВ всегда задействована магнитная резонансная антенна (МРА), на всех диапазонах действует телескопическая антенна (ТА) и внешней проволочной антенны можно вести приём на ДВ-СВ-КВ. По общей схеме все эти три антенны связаны между собой конденсаторами 2С1 и 2С2 и сигналы присутствуют на их всех одновременно. Но хуже всего, вся проводка между антеннами протянута через весь приёмник и это создаёт в немалые проблемы.

"Горячая" антенная проводка пересекает фильтры сосредоточенной селекции (ФСС) в виде длинной перемычки рядом с "горячими" конденсаторами ФСС. Если подключена проволочная КВ-антенна, то при приёме УКВ этим проникают помехи прямо на промежуточной частоте ПЧ=10,7 МГц. При приёме на АМ-диапазонах помехи от бытовой техники на ПЧ (465 кГц) проникают в ФСС на 465 кГц. Это является грубым просчётом в конструкции и это сводит на нет состоятельную работу приёмника с хорошими антеннами.

Встроенная крупногабаритная магнитная резонансная антенна (МРА) для ДВ-СВ делает эти приёмники значительно лучше, чем мы это стали привыкать от работы большинства современных приёмников. Но связанная к МРА (через 2С1 и 2С2 = 5 пФ) антенная разводка в квартирной обстановке основательно портит это качество. Это можете легко проверить и исправить, просто отцепить 2C2, настроить резонанс входного контура и приёмник уже не узнать.

Антенный разъём активен на все АМ-диапазоны. В годы разработки приёмников считалось нормальным делом, чтобы к разъёму подключать проволочную антенну, помеховая обстановка это позволяла даже в городах. В наши дни характер помех кардинально изменялся. Импульсные помехи с короткой длительностью и высокой пиковой амплитудой проходят УВЧ с существенной амплитудой и легко могут перегружать УВЧ, смеситель и первый УПЧ. Поэтому этот антенный разъём будет в пользу только в условиях лесной дачи, далеко от соседей. Редко так везёт, требуется современного решения.

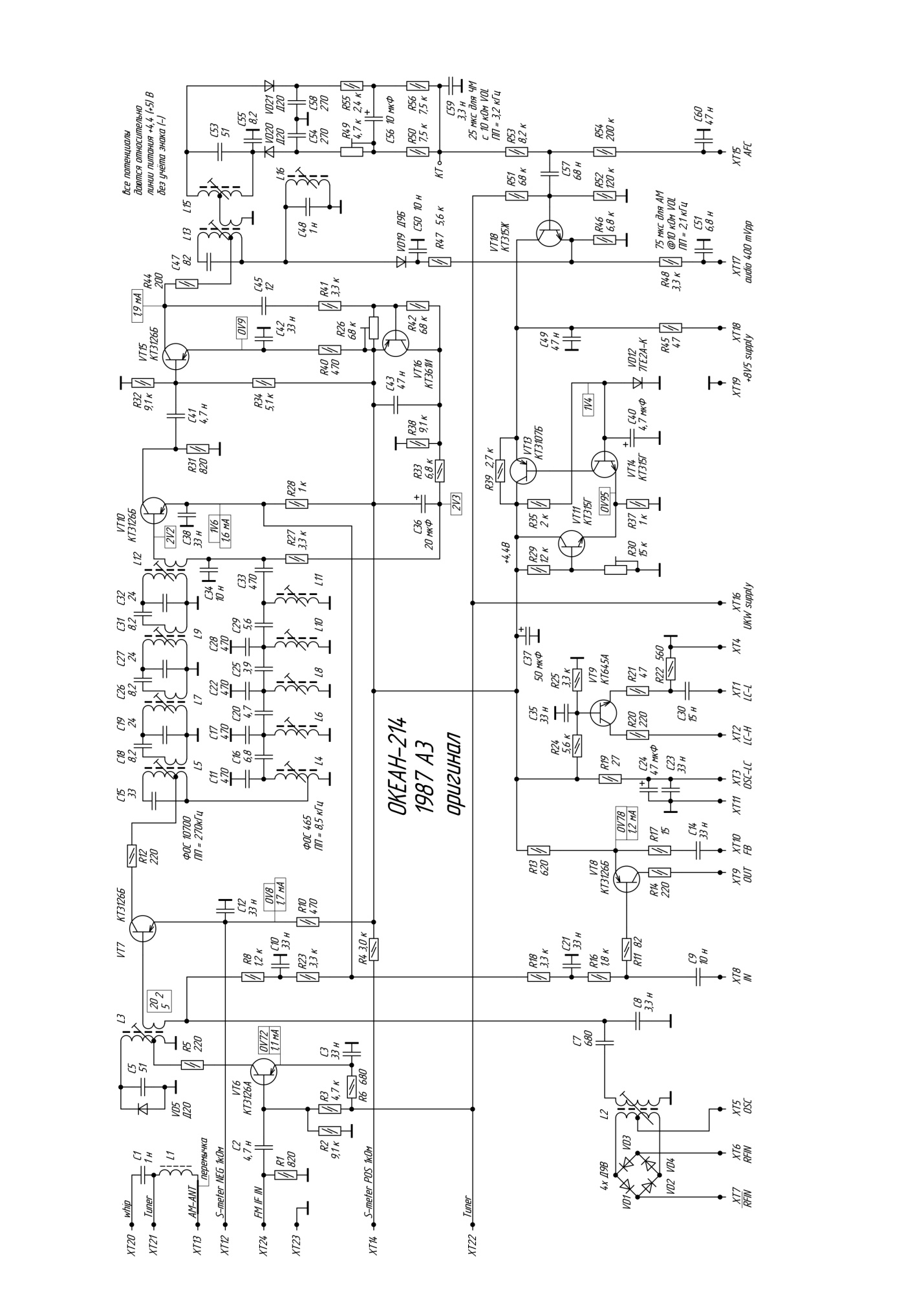
На диапазонах КВ приёмник развивает только умеренную чувствительность от ТА по сравнению с приёмником ОКЕАН-209 и эту проблему сложно решать правильным образом. Но в городских условиях в наши дни много не ловить, помехи покрывают даже приличные сигналы.

Большая телескопическая антенна и удачная схема УВЧ в составе блока УКВ обеспечивают хорошую предельную чувствительность. Однако, в наши дни в городах диапазон плотно занят и схема в части смесителя не справится с многосигнальной обстановкой. Простым "решением" можно почистить приём, работать со свернувшей антенной. Но тогда многие сигналы принимаются с малым С/Ш.

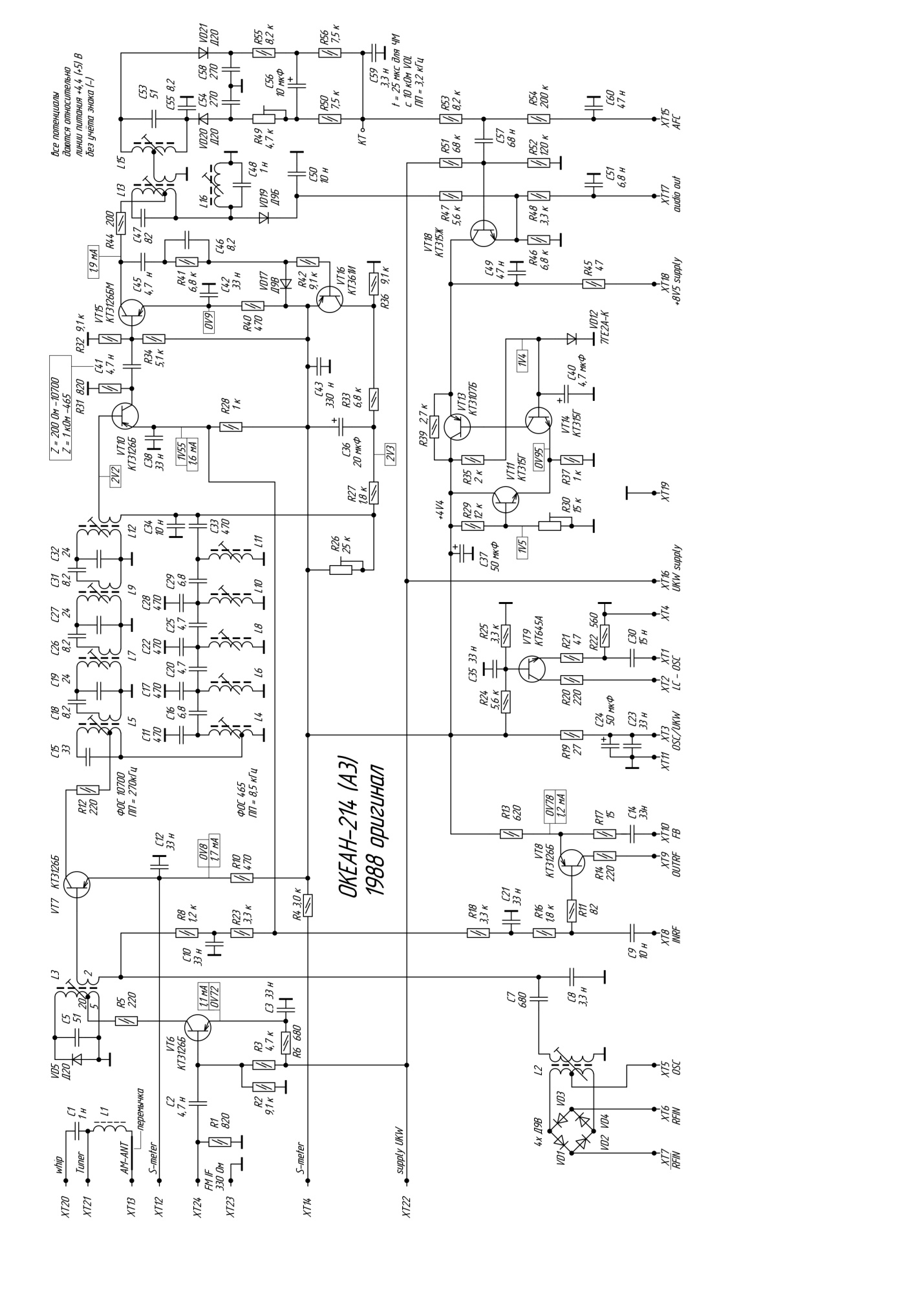
Если так резюмировать, ТА только на УКВ даст положительный и предсказуемый результат. На ДВ и СВ исключительное использование МРА дает самый чистый приём, даже в помещении. А на КВ только внешняя антенна за пределами зоны с бытовыми помехами даст приличный приём. Однозначно, антенное хозяйство надо доработать.

# Блок А3

Центральная плата (блок А3) содержит все радиочастотные узлы АМ-приёма и УПЧ-ЧМ, на рисххх схема из 1987 года.



и на рисххх из 1988 года.



Изменения не значительные и касаются в основном АРУ-детектора. Это до конца выпуска приёмников остался "экспериментальной" зоной для заводских новаторов, в доработках это окончательно доведём.

## детектор АМ

Детектор АМ на VD19 рассчитан на работу с сигналом размаха 2...3 В, при котором искажения могут быть минимальные. В старых выпусках было достаточно усиления в тракте, но с 1987 года приёмнику не хватает 6...10 дБ усиления, и при слабых сигналах детектор не выходит "на прямую". Искажения штатной схемы составляют в реальных условиях не менее 3%, чем выполнены условия 2ого класса по ГОСТ.

И здесь имеется проблема "висячего" заряда в накопительном конденсаторе С50.

Детекторный контур имеет рабочую добротность около Q=10 под сильным действием выходного импеданса из VT15 (КТ3126) и поэтому контур мало влияет на форму сквозной АЧХ. Но надо отметить, что в приёмниках до 1985 года с транзисторами КТ368 или Г322 рабочая добротность контура составляла 20, что положительно повлияло на выходной шум, усиление, и искажения на 4дБ меньше.

При приёме крепкого АМ-сигнала с полноценной модуляции образуется на С50 частый размах НЧ-сигнала до 600 мВ и к потенциометру 4R1 поступает сигнал средним размахом 200 мВ (при m=50%), в отдельных неискажённых пиках модуляции размах доходит до 400 мВ.

## детектор ЧМ

Детектор ЧМ в данном приёмнике построен по проверенной классике - это симметричный фазово-амплитудный детектор, иногда под названием дробный детектор. Амплитуда выходного звукового сигнала детектора в заметной мере зависит также от амплитуды сигнала, как мы это знаем от старых ламповых радиоприёмников.

Детектор составлен таким образом, что монотонность характеристики обеспечена в интервале ±300 кГц, а очень высокая линейность выдержана на ±200 кГц. Детектор в отдельности при подаче тестового сигнала на коллектор VT10 из источника 50 Ом, правильной настройке контуров и симметричности диодов может выдать общий коэффициент искажений не хуже 0,2% (-54дБ).

Суммарный резистивный импеданс к КТ (к С59) составляет 15 кОм при штатном уровне сигнала (АРУ в действии), и с конденсатором C59 правильно образуется постоянная времени 50 мкс (deemphasis). Буферный усилитель мало нагружает детектор и на его выходе уже не сузится полоса по звуковой полосе, доминирует при ЧМ в тракте фильтровое действие от С59 (τ = 50 мкс). При слабом сигнале импеданс к С59 в 1,5 раза выше и это выгодно образует шумоподавляющий эффект. Это характерно для "старых добрых" УКВ-приёмников и делает их работу мягкой приятной.

## переключатель АМ-ЧМ

В режиме ЧМ подачей питания приводится VT18 в действие и он развяжет ЧМ-детектор от нагрузки потенциометра VOL, чем обеспечивается высокое качество тракта. Низкий импеданс на эмиттере подавит шум от АМ-детектора, приводя АМ-детектор в отсечку. Когда для АМ-приёма деактивируется VT18, имеем двухзвенную RC-цепочку от АМ-детектора к УНЧ и это позволит оптимизировать АМ-детектор, снизить его динамические искажения.

## основной УПЧ VT10VT15

В приёмниках с хорошим ФСС последующий за ним УПЧ должен внести в тракт основную долю усиления, а также значительную часть глубины АРУ. В старых выпусках в главном УПЧ транзисторы стыковались LC-контуром, с 1985 года в схеме имеется прямая стыковка. Если на КТ368 это сработало хорошо, то позже с 1987года на КТ3126 схема не выходит на необходимое усиление, не хватает 6...10дб. На VT10 усиление по напряжению составляет примерно КУН = 30/18 дБ на 465/10700 кГц, на VT15 примерно 44 дБ к диоду АМ-детектора и 32 дБ к диодам ЧМ-детектора. На базе VT15 допускается до 30 мВ размаха (3% искажения для АМ), при установленном равновесии АРУ считать до 20 мВ нормой. Детектор АРУ сработает примерно при 7...10 мВ размаха на базе VT15. Оттуда и получается выходная динамика 6...10 дБ от полного действия АРУ.

При полном действии АРУ ток в VT10 меняется максимально в 2..2,5 раза, а VT15 не участвует в АРУ. Таким образом, усиление главного УПЧ меняется на не более 6...8 дБ для всей сигнальной динамики приёмника. Проблема "перевёрнутой" АРУ от ОКЕАН-209 и здесь не решена.

Резистором R26 настроится режим по постоянному току всего усилительного тракта. По-разному, но всегда неудачным образом, его подключили к "горячим" сигнальным линиям тракта. Резистором R26 выставить стрелку от S-meter в крайне левое положение при отсутствии сигнала.

В схеме имеется ещё один "сжигатель" сигнала - это резистор смещения базы от VT10. В некоторых версиях он установлен номиналом 1,8 кОм, что вызывает дополнительно затухание на 3 дБ в ФСС465.

Стыковочный конденсатор С41 между VT10 и VT15 установлен с изгибом вверх, здесь особенно удачно можно провести замеры, либо подавать пробный сигнал без демонтажа платы, или можно деактивировать АРУ.

В версиях 1990их годов отчасти не предусмотрен R44. Этот резистор снизит вредное влияние нелинейных емкостей транзистора и подавляет самовозбуждение. Но так как схема к тому времени уже настолько деградировала от упрощений, и этот пробел уже маскировался в общей массе недоделок. Рекомендуется поставить R44 (SMD 0805) до начала работ.

### схема ОЭ в УПЧ

В приёмниках с транзисторами КТ3126 в отличие от КТ368 не хватает усиления на высоких КВ-диапазонах и на УКВ. Одна из причин во всех приёмниках семейства - это слабая блокировка у эмиттеров УПЧ-каскадов. На частоте 465 кГц конденсаторы 33 нФ предоставят XC=10 Ом, что соизмеримо с эмиттерным импедансом, нужно было не менее 100 нФ поставить. Другая причина, что у КТ3126 ещё при 5 МГц усиление начинает стремительно убывать в выбранных здесь режимах. В схеме ОЭ его входной и выходной сопротивления на 465 / 10700 кГц составляют RВХ = 0,9 / 0,45 кОм и RВЫХ = 2,1 / 0,6 кОм при токе 1,2 мА. Это главное препятствие к увеличению усиления каскадов, этим шунтируются LC-контура, портится селективность.

Главным ограничителем для доведения усиления до желаемого значения (добавить хотелось бы 6...10 дБ) - это сама схема ОЭ, по которой построены все каскады приёмника. Тут не надо жить с иллюзией, что можно чем-то решить проблему простым путём. Конструктор правильно и оптимально составил схемы. Схема ОЭ имеет в селективных усилителях со средним импедансом в несколько 100 Ом потенциально лучшее усиление. Но она имеет и "лучшее" вредное обратное действие от коллектора к базе. По этому механизму противофазный сигнал большой амплитуды от коллектора противодействует входному сигналу на базе, надо убрать эту ООС.

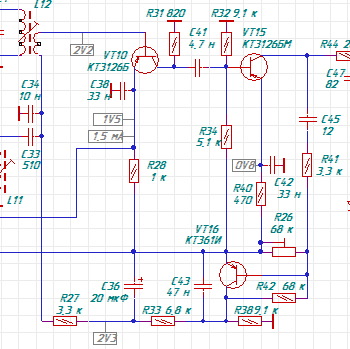
Транзистор VT15 на выходе нагружен довольно высокоомно и сигнал развивает несколько Вольт по размаху. Следовательно, VT15 предъявит каскаду VT10 свой низкоомный входной импеданс - около 250 Ом на 10700 кГц и около 1,3 кОм на 465 кГц. Если шунтировать выход от VT15 и снизить размах, то падает его усиление, зато растёт его входной импеданс и VT10 прибавит усиление. Но от этого у входа VT10 снижается входной импеданс и ФСС сильнее нагружается, падает уровень сигнала. Как мы видим, вся цепочка оптимально налажена и вряд ли мы в ней "вытягиваем" желанные 6..10 дБ. Мы имеем дело с заведомо оптимизированным по усилению и затратам узлом.

Можно для схемы ОЭ запомнить, что если нужен на коллекторе высокий импеданс, то база должна питаться из низкоомного источника. Если нужен на входе ОЭ относительно большой импеданс, тогда надо у коллектора создать низкоомную нагрузку.

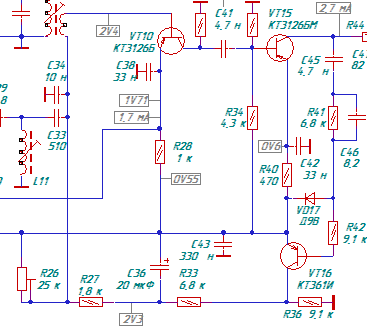
## детектор АРУ и смещение УПЧ

Детектор АРУ сделан со вспомогательным транзистором, но по годам это очень разнообразно реализовано и во всех вариантах имеются существенные недостатки.

рис АРУ

1987

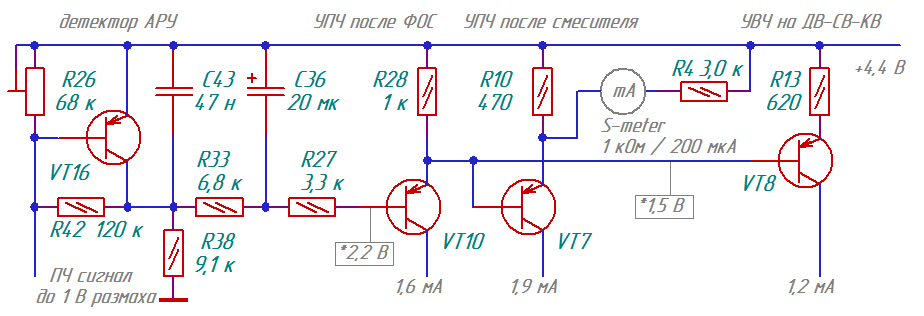
Только в схеме 1987года правильным образом установлен фильтрующий конденсатор С43 прямо у выхода детекторного транзистора. В остальных версиях импульсы коллектора на частоте ПЧ проникают в другие чувствительные узлы и создают помехи даже на КВ и УКВ.

1988

Более эффективно работает вариант с Ge-диодом у базы (версии до 1985 года и 1988 года), чем создаётся подпороговое смещение и детекторный транзистор лучше отзывается на сигналы. Но выпрямление идёт и в транзисторе и поэтому выбор конструктора на низкочастотный КТ361И очень не удачный.

## АРУ

В рисххх показана принцип работы АРУ по постоянному току, здесь с детектором версии 1987 года.



Усиление транзисторов меняется пропорционально току покоя и вся схема АРУ строго по этому принципу составлена. Детектор предоставит управляющее напряжение в пределах 2,2....1,4 В у базы VT10 (относительно питанию).

Недостатком АРУ через снижение тока биполярного транзистора - это отсутствие роста допустимого входного напряжения при глушении. Как при максимальном токе допускается примерно 20 мВ размаха на базе при прямой емкостной блокировке на эмиттере, так это остаётся и при глубоком заглушении транзистора. Введение ООС на R17 у эмиттера в УВЧ не улучшает ситуацию при глушении. Ещё при малых антенных сигналах АРУ уже значительно снизит ток и ROOC потеряет доминирование в эмиттерной цепи.

Надо наладить "эстафету" при которой постепенно закрываются VT10 первым, потом VT7, а уже последним при большом сигнале VT8 (УВЧ) "уходит". Тогда приёмник напрямую может обработать в самом канале связи сигналы до 2мВ на базе УВЧ, а при приёме очень слабого сигнала присутствие двух или трёх сигналов рядом по 10 мВ не мешает приёму.

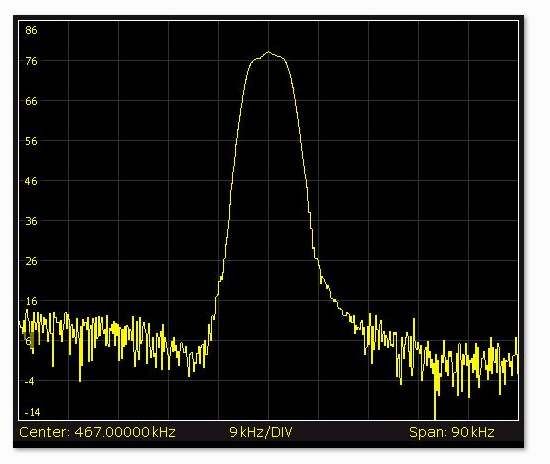
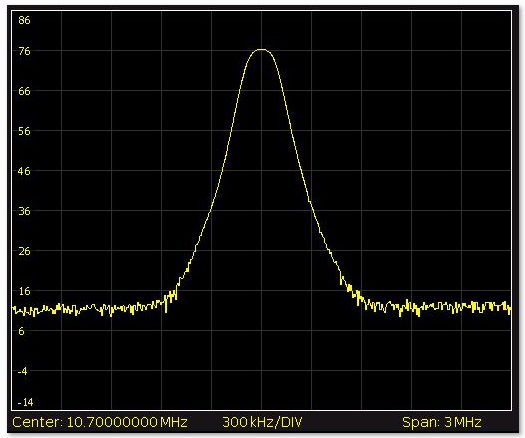
## ФСС АМ и ЧМ

Оба ФСС созданы на LC-контурах высокой добротности, что смогло бы обеспечить относительно малое проходное затухание. Здесь подведут транзисторы КТ3126, VT7 заметно шунтирует вход ФСС на 3дБ, хотя коллектор VT7 подключен на 1/7 обмотки L4 для снижения шунтирования. Коллекторная нагрузка ФСС составляет 900 Ом при 465 кГц, от L5 предоставляется нагрузка около 600 Ом на 10,7 МГц.

Оптимальная нагрузка на выходе ФСС (С34) составляет 2,3 кОм на 465 кГц, если оценить обстановку по правильной форме АЧХ. Форма АЧХ при более высокоомной нагрузке практически не деформируется - это важно при доработке каскада на VT10 на глубокое участие в АРУ. На 10700 кГц можно нагружать фильтр у L12.2 выше 300 Ом без деформации АЧХ. Поэтому VT10 после ФСС должен создать нагрузку 2,3 кОм без действия АРУ. На 10700 кГц от L12.2 предоставлен импеданс 100 Ом, что важно для стабильности усилителя и подавления вредной ООС в VT10.

При правильной настройке ФСС в приёмниках образца 1985 года на КТ368 имеется АЧХ для АМ с ровной вершиной шириной 6 кГц и полосой 8 кГц (-6дБ) (рисххх), для ЧМ вершина круглая и полоса 200 кГц (рисххх).

ФОТО АЧХ

В приёмниках после 1986 года дело обстоит хуже по причине шунтирования с КТ3126 - ширина в ФСС465 составляет 8,5 кГц (-3дБ), но и скаты более пологие и при -12дБ ширина составляет уже 11 кГц.

ФСС10700 составлен с "защитой от дурака" при обслуживании и ремонта. Для этого емкости связи малые, контурные емкости большие, связь контуров слабая. Поэтому АЧХ настроиться всегда однозначно с круглой вершиной с однозначным максимумом. Цена вопроса безошибочной настройки - около 6 дБ "лишнего затухания" и аудиоискажения на уровне -30 дБ (3%).

Рекомендуется мерить АЧХ тракта от базы VT7 до коллектора VT10, так как в этих точках легко создать воспроизводимые условия. Затухание ФСС 10700 кГц можно напрямую мерить в рабочей схеме между точками L5C18 и выходом ФСС, так как низкоомные обмотки связи (100 Ом) там одинаковые, использовать ВЧ-щуп с малой емкостью менее 3пФ. В ФСС465 ситуация не так удачна и прямой замер в рабочем режиме не возможен.

В ремонтной инструкции рекомендуют настройку по максимальному показанию S-meter. В ФСС10700 связывающие конденсаторы подобраны для формы АЧХ типа колокол и результат получается однозначным. А ФСС465 составлен для прямоугольную АЧХ и настройка без сканирующего ГУН может выдать кривую АЧХ.

## УПЧ1 - АМ/ЧМ

УПЧ на VT7 должен составлять для последующего ФСС не изменяющие условия инжекции сигнала. Поэтому база питается с малым импедансом, менее 200 Ом.

Потенциал на эмиттере VT7 используется для S-meter и это сработает довольно красиво на большую динамику в примерно логарифмическом масштабе. Блокировка эмиттера номиналом 33 нФ ошибочно слабая на порядок для частоты 465 кГц.

Если смеситель попал не особо симметричным, то на VT7 может попадать при приёме ДВ и СВ значительная амплитуда гетеродинного сигнала и вызывать вторичное преобразование спектра. Для этого по размаху 40мВ достаточно (подавление 26дБ).

## УПЧ1 - ЧМ и контур L3

На VT6 и VD5 собран каскад с динамической регулировкой полосы пропускания. При малых сигналах диод не сработает, в контур он вносит емкость 1пФ и контур имеет высокую добротность, около 100. Транзисторы подключены к контуру очень слабо, и приёмный тракт имеет ПП = 100 кГц (-3дБ). Это заметно сужает шумовую полосу и приёмник принимает слабый сигнал с хорошим С/Ш. К сожалению, это повышает искажения на выходе детектора до 10%, но для слушания новостей от дальней станции этого достаточно. Ростом сигнала диод открывается постепенно - в этом уникальность диода Д20 и заменить его нечем современным по сути. Контур теряет добротность и приёмный канал расширяется до 220кГц уже ограничен по АЧХ в ФСС, искажения падают до штатного значения 3%.

Диод Д20 не работает как жёсткий ограничитель в классическом понимании для подавления АМ, ему не хватает для этого крутизны в ВАХ, да и второй диод нужен был бы для симметрии (ФЧХ). Тем не менее, от его действия сигнал для VT7 останется в пределах для штатной работы АРУ. Без диода сильный сигнал вызывал бы выпрямительные процессы в VT7, от которых S-meter выдал бы ложные показания, вплоть до "обратного хода".

Но к сожалению, дело не так красиво, АЧХ на коллекторе VT6 при большом сигнале провиснет несимметрично, что вызывает заметные усиления. В целом этот контур вызывает ряд проблем и ни одну задачу он не решит в пользу качества приёма. Лучше бы включить VT76 в АРУ во избежание перегрузки VT7.

## гетеродин АМ

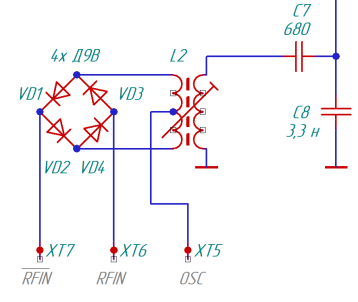
Гетеродин в схеме ОБ и с индуктивной ПОС позволяет выработать большую мощность и при этом оставить транзистор слабо связанным к контуру. Также трансформаторная выдача сигнала создаёт благоприятные условия для стабильной работы, при большой мощности к нагрузке.

Питание слабо фильтруется в RC-фильтре, от чего гетеродин имеет заметный НЧ-шум несущей. Посекундная кратковременная частотная стабильность отличная, на SSB хватило бы. Транзистор КТ645 в гетеродине не самый удачный выбор, у него ВЧ-свойства слабые и по НЧ-шумам он не лучший. Его выбрали скорее по причине проблем с гармониками - но это плохое решение без устранения причин. Проблема паразитного приёма из КВ на ДВ и СВ на основе гармоник гетеродина в этих приёмниках присутствует.

Плохо работающий стабилизатор питания под действием АРУ ухудшает стабильность гетеродина на порядок и на высоких КВ-диапазонах проявится "резиновый" эффект шкалы при настройке приёма.

Частота гетеродина чётким образом зависит от нагрузки (смеситель). Если отцепить смеситель, то на 12 МГц частота снизится на 300 кГц, Такую же настройку частоты поучаем, если вместо смесителя подключить к гетеродину нагрузку 150 Ом. При этом сигнал составляет 1,1...1,2 В по размаху, что соответствует в пике ±4 мА. Причина снижения частоты без нагрузки - в штатном режиме нагрузка через индуктивность обмотки связи уменьшает контурную индуктивность. Основной вклад в температурный дрейф гетеродина внесёт диодный смеситель от дрейфа порогового напряжения диодов с температуры.

## смеситель АМ



Диоды в смесителе напрямую от обмотки гетеродинного контура работают в паре (VD1+VD4 либо VD2+VD3), поэтому их температурный дрейф ВАХ непосредственно меняет нагрузку для гетеродина. На диапазоне 25м (12 МГц) зимнее проветривание помещения легко сдвинет частоту приёма на 20...30 кГц по этой причине.

К диодам прилагается напрямую синусоидальный сигнал гетеродина, импеданс гетеродина на несколько 10 Ом является определяющим. Вроде скоростью синуса должны определяться переключающие процессы диодов. Видимо поэтому конструктор решил, раз уже всё "попорчено" синусом, то можно применить и относительно медленные диоды Д9В. Но у диодов Д9 ещё при 2 МГц достигнута предельная скорость. Он на КВ работает остаточным ресурсом с низким КПД. Это притом, что в номенклатуре тех годов имелись Ge-диоды ГД402, -507, -508 как специализированные смесительные, а также Д311, как скоростной переключательный.

Смеситель на всех трёх портах работает на параллельные резонансные контуры. Поэтому диоды должны иметь малую емкость, а это не сильная сторона от изделия Д9В. В связи с этим время восстановления высокоомного состояния после импульса большое, после импульса 1,5...2 мА процесс длится в Д9В не менее 15нс. Можно считать, что при работе на высоких КВ-диапазонах этот смеситель треть времени находится в неэффективном режиме общего короткого замыкания, что внесёт дополнительно не менее 3дБ затухания, а ещё сильно способствует образованию интермодуляции.

В приёмниках семейства из 1990их годов отчасти применяются Si-диоды КД521А, но гетеродин не изменён, также предоставит 1,1...1,2 В размах. Поэтому ток в диодах намного меньше, чем при диодах Д9В. Но при этом у Si-диодов дифференциальное сопротивление не уступает, и смеситель работает по этому параметру не хуже, чем с Д9В. Нагрузка смесителя на КД521А к гетеродину составляет около 500 Ом, на 12 МГц это вызывает только 60 кГц перепад частоты (300 кГц на Д9В) и поэтому настроенные диапазонные модули из таких приёмников не работают сходу в приемниках со смесителем на Ge-диодах.

Смеситель между трёмя резонансными контурами имеет многогранные "странности", данная схема была популярна для частотного уплотнения в телефонных системах с SSB-сигналами малой динамики и малым уровнем помех, поэтому там она хорошая была в 60их годах. Но в приёмниках имеем в худшем случае слабый полезный сигнал и с малой отстройкой в несколько 10 кГц от сильного сигнала. Если полезный сигнал попадает на высокий импеданс ПЧ-контура, то сильный сигнал попадает на малый импеданс ПЧ-контура и "лишнее" сигнальное напряжение оказывается над диодами и подмодулирует их - это она есть, интермодуляция. Но это только часть не хорошей правды.

На горячем конце выходного ПЧ-контура (L2) рабочий импеданс составляет 5,5 кОм без нагрузки от активного УПЧ, с работающим УПЧ примерно 3 кОм, добротность меняется от 6 до 9 при заходе АРУ в глушение. Соответственно, на ВЧ-входе диодной матрицы импеданс составил бы примерно 2х200...270 Ом?

Но удивительным и "неожиданным" образом смеситель нагружает симметричный выход от УВЧ примерно на 2х80 Ом, чем заметно снизится очень высокая добротность УВЧ-контура. На первый взгляд это не логично, ведь, резонансный выход на 465 кГц имеет умеренный импеданс на 5 кОм - откуда тогда это чуть не короткое замыкание? Проблема с резонансным диодным смесителем состоится в том, что он преобразует только часть входной сигнальной энергии на частоту полезной ПЧ (465 кГц). В идеальном импульсном режиме диодов 1/3 сигнальной энергии уходит в спектры на гармониках гетеродина. Оставшиеся 2/3 делятся пополам и 1/3 входной сигнальной энергии уходит в полезный спектр ПЧ, и столько же уходит на зеркальную ПЧ на частоте FПЧЗ = FСИГ+FГЕТ. Все эти высокочастотные составляющие, за исключением одной на полезной ПЧ, найдут на выходе смесителя условие короткого замыкания. Поэтому образуется входной импеданс такого смесителя близко к КЗ, примерно значением дифференциального сопротивления диодов (80 Ом при 1 мА). По этой причине в диодных смесителях с большим ДД тщательно избегают экстремальных импедансов на всех портах в очень широком частотном диапазоне, в разы больше непосредственно интересующего.

## УВЧ АМ

Схема УВЧ почти не менялась от ОКЕАН-209, только КТ3126 чуть больше шунтирует контуры. Контуры УВЧ имеют очень высокую собственную добротность, в старых моделях выше 100 из-за высокого качества намотки с промежутком между витками. Но в реальной работе это не проявится, смеситель сильно нагружает промежуточный контур, падает избирательность в разы, особенно это касается подавления зеркального приёма, худшим образом это на КВ5 (75-50 м) наблюдается.

Симметричный выход к смесителю имеет собственный импеданс (замер сделан без смесителя) 2х400 Ом, только на КВ5 (75-50м) это 2х2кОм и на КВ3 (41м) 2х1кОм. Но диодный смеситель нагружает контуры одинаково примерно на 2х80 Ом, чем он на порядок снизит добротность промежуточного контура. Это с одной стороны облегчит настройку и схождение контуров на ДВ и СВ при серийном производстве, но портит качество приёма по селективности, ухудшает подавление зеркального канала.

# БЛОК А1 - УКВ

За 1980ие годы схема УКВ-блока прошла метаморфозу от схемы на двух Ge-транзисторов с гетеродинным смесителем, через схему на 3 Si-npn-транзисторах (КТ368, КТ339), к концу 1987 года и позже осталась крайне оптимизированная схема на КТ3126. Главный недостаток УКВ-блоков после 1987 года - это слабая избирательность в выходном ПЧ-фильтре, чем перегружается первый УПЧ.

Доработке в этой части посвящена отдельная статья (РАДИО 2023-хх...уу).

# итоги

Анализ схемы ОКЕАН-214 выявил ряд тяжёлых проблем, которых мы не знали в ОКЕАН-209 и которые должны были быть решены по ходу технического прогресса. Самая большая преграда активной современной эксплуатации - низкое усиление тракта. Для работы от телескопической антенны не хватает не менее 12дБ, наверно 20 дБ более правильная цифра. К сожалению, дефицит усиления имеется после ФСС, и там очень мало вариантов наращивания усиления. Это коренным образом меняет эксплуатацию приёмника - он будет "домашним" и работать с уличных антенн. А телескоп ему только на УКВ нужен будет. В следующем разделе даётся описание базовых доработок.