

СЕРБИЯ. С 1 июля 2023 г. при поддержке фонда "Русский мир" продолжилась трансляция информационно-музыкально-познавательных радиопередач на русском языке "Окно в Россию" на "Радио Воеводины", являющемся базовым медиа национальных этнических меньшинств Сербии. Трансляция радиопередач проходит на Национальном канале этнических меньшинств Сербии (частота вещания — 100 МГц) и "Радио Воеводины" (частота вещания — 107,7 МГц) по понедельникам в 19.00; на Q-Радио (частота вещания — 89,2 МГц) — по воскресеньям в 09.00 часов, с повтором в понедельник; посредством интернет-радио "Гуманитарное радио Крагуеваца" — в круглосуточном режиме ежедневно, а также на других локальных радиостанциях Сербии (источник — URL: <https://tele-satinfo.ru/index.php?id=17207> (23.07.23)).

США. 25 июня 2023 г. в Калифорнии после 38 лет радиовещания Международная радиостанция KVOH The Voice of Hope ("Голос Надежды") отключила

вещание на частоте 9975 кГц в 22:30 по местному времени (источник — URL: <https://swling.ru/2023/07/06/zamolchala-radiostancija-kvoh-voice-of-hope/> (23.07.23)).

ЧЕХИЯ. Country Radio начало вещание на средних волнах в Ческе-Будеёвицах. AM-радио в диапазоне средних волн в Ческе-Будеёвицах и некоторых частях южной Чехии пополнилось ещё одной программой. Частная музыкальная радиостанция Country Radio начала вещание в AM. Это единственная радиостанция, которая в настоящее время вещает на средних волнах с передатчика в южной Чехии. Country Radio начало вещание с мачты компании České Radiokomunikace (ČRA) на частоте 954 кГц, которая недавно использовалась в Ческе-Будеёвицах для испытаний цифрового вещания на средних волнах по системе DRM. Country Radio, которое имеет стабильную высокую аудиторию на AM, также вещает на средних волнах 1062 кГц с передатчика Прага-Збраслав. Эта трансляция будет прекраще-

на осенью 2023 г. в связи со строительством нового дата-центра. В этот же период будет запущено вещание Country Radio с передатчика в Либлице, поэтому покрытие будет сохранено. Для вещания в Либлице будет использоваться существующая антенная система, состоящая из двух мачт высотой 355 м, что является самым высоким сооружением в Чешской Республике. В прошлом радиостанция в Либлице использовалась Чешским радио для трансляции своей программы "Двойка". ČRA прекратила вещание в диапазоне средних волн и сосредоточилась на расширении цифрового радиовещания в системе DAB+, которая уже охватывает 95 % населения Чешской Республики и является первой и пока единственной сетью DAB+ с таким покрытием в Чешской Республике (источник — URL: <https://www.parabola.cz/clanky/7529/country-radio-zacalo-vysilat-na-am-v-ceskych-budejovicich/> (23.07.23)).

Хорошего приёма и 73!

Радиоприёмники семейства "Океан" и Selena

Часть 4

Главная плата (УВЧ и УПЧ)

ХАЙО ЛОХНИ, Германия/Россия, г. Гай Оренбургской обл.

Восстановление приёмников "Океан"/Selena продолжается простыми доработками главной платы приёмника, на которой размещены УВЧ, смеситель и УПЧ. Благодаря хорошему качеству приёмников выпуска до 1984 г. эти доработки простые. После 1984 г. ("Океан-214") в конструкцию и схему введены различные упрощения, что требует большего объёма работ. Проведены наиболее часто повторяемые доработки, дающие существенное улучшение качества приёма. Более глубокие доработки в рамках восстановления нецелесообразны.

1. Введение

За годы проведения проекта "Океан"/Selena я провёл глубокую доработку различных радиочастотных трактов на заводских печатных платах. Результатом было существенное улучшение ра-

диоприёма, но остались не решаемые и заметные в эксплуатации моменты с заводской печатной платой. В результате, за исключением нескольких резисторов, все остальные компоненты пришлось поменять и все катушки индуктивности перемотать. Любопытный

радиолюбитель может по моим следам "перекопать" главную печатную плату целиком. На сайте журнала выложены все подробные описания. Позже были "с нуля" разработаны новые схемы радиотракта и новые печатные платы для приёмника "Океан-209" в транзисторном исполнении и для приёмника "Океан-214" на микросхемах. В их последних версиях 2023 г. они исчерпают весь изначально заложенный потенциал концепции приёмника "Океан", но это уже другая история.

В рамках восстановления предлагается провести некоторые избранные относительно простые доработки заводской платы, которые не требуют особо продвинутых приборов и материалов, но существенно улучшающие приём. Нужно отдавать себе отчёт в том, что такие доработки не могут обеспечить качества при AM-приёме с большими антеннами.

Для проведения работ используем питание от приёмника или качественного линейного сетевого БП (6,3...9,6 В), потребуются мультиметр, простые генераторы на частоту 465 кГц и желательно на частоту 10700 кГц. Идеально бы иметь под рукой DDS-генератор для генерации AM- и ЧМ-сигналов хорошего качества и измеритель АЧХ на частотах ПЧ. Простой осциллограф с максимальной частотой 20 МГц выручит, если имеется хороший щуп 1:10 с верхней граничной частотой 60 МГц и входной ёмкостью не более 15 пФ.

2. Подготовка к работам

Сначала надо изъять из барабана переключателя диапазонов все планки и маркером подписать их. Можно просто откинуть главную плату, если доработок совсем мало. Для этого отпаять провода со стороны УКВ-блока и зацепить

плату на длинный крючок из толстого провода, шасси поставить "головкой вниз". Но так как провода от платы к барабану переключателя диапазонов слишком длинные и отчасти на грани поломки, плату стоит полностью изъять, сделать чертёж заводского подключения по факту, так как могут быть не указаны номерами места подключения проводов.

По умолчанию следует обязательно заменить все оксидные конденсаторы. Для замены надо использовать конденсаторы с номинальным напряжением 16...35 В. Далее указаны рекомендуемые ёмкости этих конденсаторов для улучшения работы радиотракта.

3. Подстроечные катушки в тракте ПЧ 465 кГц

Чтобы не искать фантомные неисправности по всей печатной плате, сначала нужно заняться часто встречающимися скрытыми дефектами. Если в контурах тракта ПЧ 10700 кГц по опыту не следует ожидать механических поломок, то с контурами тракта ПЧ 465 кГц часто имеются проблемы механического характера. С течением времени кардасы некоторых подстроечных катушек рассыпаются внутри, и их не настроить, даже можно их "докрутить до негодности".

Для подстроечников этих контуров следует подобрать отвёртку из немагнитного материала с размером жала чётко под пазы в подстроечниках. При необходимости можно пожертвовать одной отвёрткой, отшлифовав до размера паза. Разогревают с помощью фена до +60 °С (не больше!) компаунд, фиксирующий подстроечник катушки, это размягчит его, но не расплавит. Убирают компаунд и отвёрткой вывинчивают подстроечники фильтров ПЧ

4. Стабилизатор напряжения питания радиотракта (вторичный стабилизатор)

Для приёмника "Океан-209" и также в нулевой серии "Океан-214" (радиотракт построен на транзисторах КТ368А) нужно установить штатное напряжение питания радиотракта -4,4 В, а в приёмниках после 1986 г. рекомендуется увеличить его до +5 В (при доработках стабилизатора). Используемый во вторичном стабилизаторе стабилитрон серии 7ГЕ2А-К имеет существенный ТКН — -4...-5 мВ/К (многократно проверено), как это указано в документации на селеновый стабилитрон 7ГЕ2А-С. Судя по его реальным свойствам, 7ГЕ2А-К — это два последовательно включённых кремниевых диода, и его вскрытие это подтвердило. Даже по меркам 1970-х годов его применение

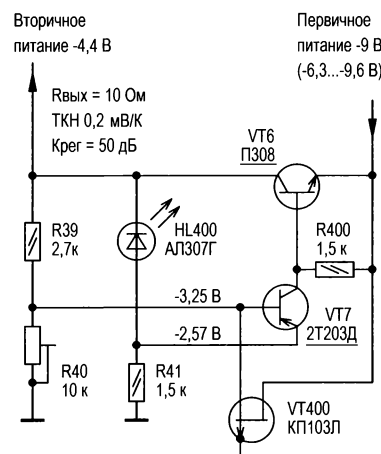


Рис. 1

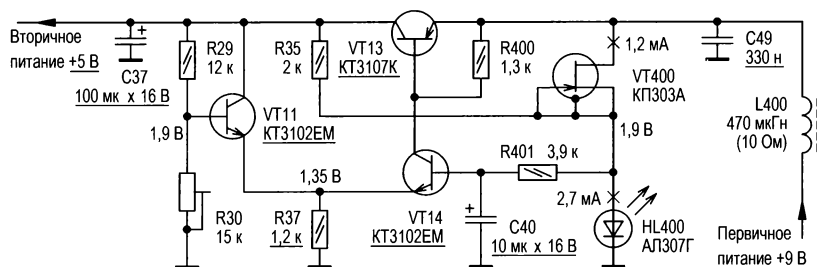


Рис. 2

465 кГц. Очищают их и проверяют плотную посадку ферритового магнитопровода в пластиковой втулке, при необходимости его приклеивают. Затем надо проверить надёжность крепления пластмассовой насадки с резьбовым соединением. Если она шатается, надо удалить металлический экран. Для этого его прогревают паяльником и быстро вытаскивают, оловотсос может не сработать. Насадку приклеивают, монтируют экран и винчивают подстроечники примерно на старую позицию.

нельзя назвать удачным, но до 1993 г. он использовался в производстве. Есть некоторые версии стабилизатора в приёмниках после 1988 г. выпуска с ИК-диодом или светодиодом красного свечения на его месте, что лучше, но также не очень хорошо.

Во вторичных стабилизаторах установлены транзисторы с малым h_{213} или у них установлен такой режим. Ещё имеется проблема запуска стабилизатора при низких температурах и разряженной батарее. На рис. 1 показана схема доработанного стабилизатора для при-

ёмника "Океан-209" (и подобных), она нарисована справа—влево по аналогии с заводской документацией.

Светодиод HL400 и кремниевый транзистор VT7 имеют почти одинаковые ТКН, поэтому температурный дрейф выходного напряжения не превышает 0,2 мВ/К. Увеличенное усиление внутри ООС дало снижение выходного импеданса с 25 Ом до 10 Ом, а подавление перепадов входного напряжения улучшилось в пять раз — с 36 дБ до 50 дБ. Малоэффективный резистор запуска R32 убран, установлен транзистор VT400, который запустит стабилизатор при малом входном напряжении, после этого при штатной работе он не участвует (режим отсечки). Предложенные компоненты были актуальны во второй половине 1970-х годов, но можно их заменить на современные, это не критично. Этот стабилизатор немного шумоват, но при выходном импедансе 10 Ом блокировочный конденсатор ёмкостью 47 мкФ обеспечит подавление шумов на частотах более 300 Гц. Напряжение шумов можно уменьшить на 3...6 дБ, установив конденсатор ёмкостью 100 нФ параллельно резистору R39.

Схема доработанного вторичного стабилизатора в приёмнике "Океан-214" (и подобных) показана на рис. 2. Так как в его радиотракте сильно меняется ток потребления при работе АРУ, требуется улучшенная стабилизация при изменении потребляемого тока. В дифференциальном усилителе VT11-VT14 применены транзисторы с большим коэффициентом h_{213} , поэтому они меньше нагружают источник образцового напряжения (светодиод HL400) и узел ООС. Дополнительно с помощью резистора R400 токи транзисторов VT11 и VT14 уравниваются, и их совместное усиление увеличивается в разы. Резистор R401 в сочетании с конденсатором C40 эффективно подавляет шумы. Светодиод HL400 имеет в три раза меньший ТКН, чем у стабилитора 7ГЕ2А-К. Можно дальше улучшить параметры стабилизатора, заменив светодиод микросхемой параллельного стабилизатора напряжения К142ЕН19 (ТЛ431) при R29 = 6,8 кОм, R37 = 1,8 кОм, R39 = 10 кОм (он ранее был на месте транзистора VT400). Дроссель L400 (серия СЕСЛ) вместо резистора сопротивлением 47 Ом улучшает развязку на средних и высоких частотах, заодно имеет малое сопротивление по постоянному току. Увеличенный номинал конденсатора C37 улучшает подавление низкочастотных помех. Транзистор VT400 нужен в сочетании со светодиодом, чтобы снизить влияние входных перепадов напряжения питания, его подбирают по начальному току стока 0,5...1,5 мА (не критично).

В результате все воздействия на вторичный стабилизатор вызывают изменения его выходного напряжения не более 6 мВ, выходное сопротивление составляет 2...0,5 Ом, в целом достигнуто улучшение стабилизации на порядок. Приёмник на высоких КВ и на УКВ-диапазонах будет работать с высокой частотной стабильностью, а это главный момент для возможности отказаться от АПЧ.

5. Увеличение усиления в тракте УПЧ АМ

Транзисторы в УПЧ АМ работают с током коллектора около 1,5 мА, когда АРУ ещё не действует и тракт имеет максимальное, но недостаточное усиление. Их эмиттерный импеданс составляет около 18 Ом при высоком качестве транзисторов. Установленные в цепи эмиттера блокировочные конденсаторы ёмкостью по 33 нФ образуют постоянную времени около 600 нс и частоту среза по уровню –3 дБ около 300 кГц. Но это только в одном каскаде и без учёта разброса конденсаторов по ёмкости. В итоге всему УПЧ не хватает 6 дБ усиления на частоте 465 кГц, и это в лучшем случае. Замена всех эмиттерных конденсаторов на другие ёмкостью 100...330 нФ даст дополнительно 6...8 дБ усиления.

Транзисторы серии ГТ322 оказались хорошим вариантом, и их не стоит менять. На заводе не применяли плохие экземпляры, и отводы от колебательных контуров сделаны оптимальными для этих транзисторов. Совсем другая ситуация имеется в приёмнике "Океан-214". Простая замена транзисторов серии КТ3126 на КТ3127А ($h_{219} \geq 70$) уже даст заметный результат, колебательные контуры с высоким импедансом шунтируются в меньшей мере. Транзистор КТ3128А не самый хороший выбор, его h_{219} при уменьшении тока коллектора в интервале 1,2...0,08 мА даже увеличивается, и это в данном случае вредит качеству АРУ. Хорошие результаты получаются с транзисторами КТ3108А и КТ326Б, если их подобрать с $h_{219} > 100$.

6. Детекторные и смесительные диоды

Популярные диоды серии Д9 были заявлены как универсальные, и мы их найдём на каждом шагу в отечественной схемотехнике. Однако у него отличный КПД сохраняется только до частоты 10 кГц, и время выключения составляет десятки микросекунд. На более высоких частотах ему мешает инерционность при выведении носителей заряда из р-п перехода. Уже на частоте 465 кГц отмечается ослабление его выпрямительных свойств. На КВ его работу можно назвать символической. Среди доступных малосигнальных диодов прошлого века нашлась отличная альтернатива — диоды серии Д311. У них время выключения составляет всего 8(10) нс после импульсного тока 1(3) мА. Но самое ценное — малое пороговое напряжение — около 170...200 мВ при токе 0,5...1 мА, что на 100 мВ меньше, чем у всех остальных малосигнальных германиевых диодов, включая импортные изделия. Тяжело объяснить, почему за 60 лет этот диод не нашёл себе достойное место в отечественной схемотехнике.

Эксклюзивно низкое пороговое напряжение у диода Д311 хорошо повлияет на работу детекторов. Поэтому стоит во всех детекторах поменять диоды серии Д9 на Д311 (индекс мало важен). В результате слабые сигналы слышны более разборчиво, а мощные сигналы детектируются с меньшим

уровнем искажений. От смещения диодов можно отказаться, тем более, что это портит бы линейность при мощных сигналах. В приёмнике "Океан-209" (и подобных) нужно оставить кремниевый диод Д103 в детекторе АРУ, так как он отвечает за начальный термостабильный режим АРУ и по быстродействию соответствует задаче.

В частотном демодуляторе диоды серий Д18 и Д20 являются лучшим выбором, и даже в моих продвинутых версиях я от них не отказался. Кое-как диод ГД508 может их заменить, если

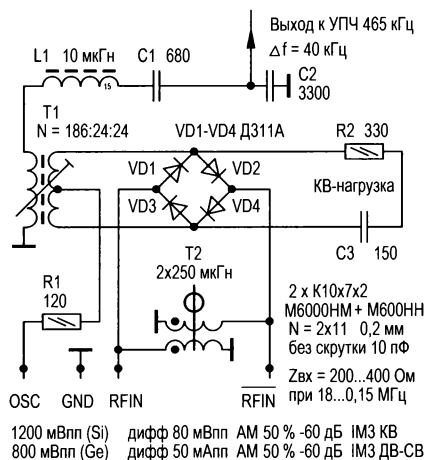


Рис. 3

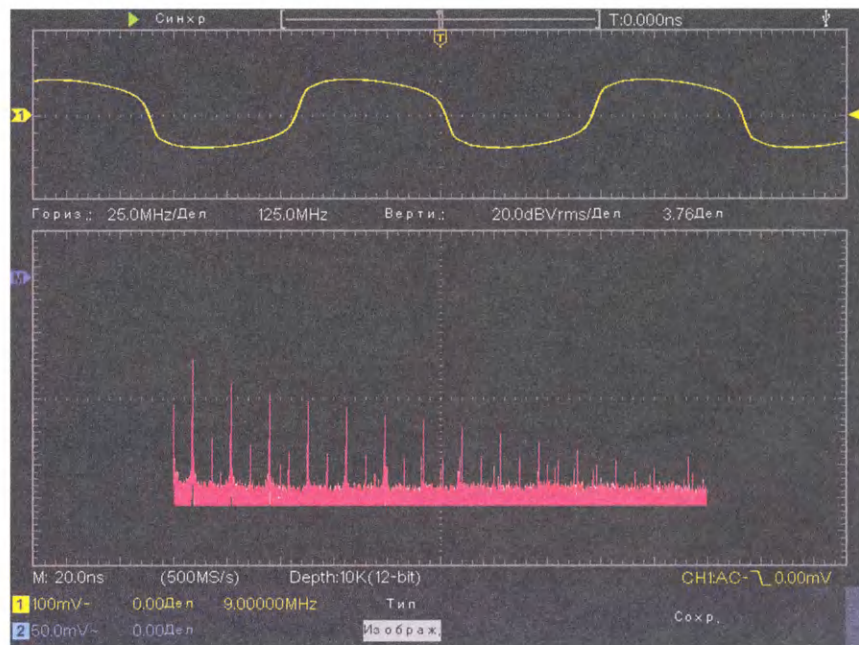


Рис. 4

амплитуда сигнала большая. Они имеют быстродействие с запасом и к тому же малый обратный ток, а малая ёмкость позволит сделать ЧМ-демодулятор с широкой и линейной характеристикой. Замена диодов Д18 и Д20 импортными АА113 дала заметно худший результат, хотя эти диоды массово применялись в

импортной высоко оценённой аппаратуре. Также ВЧ-диоды 1N270 не удивили качеством аудиосигнала. Как и диод Д311, диоды Д18, Д20 вышли в свет ещё в середине 1960-х годов и по качеству параметров не теряли актуальность для добросовестно разработанной аппаратуры высшей категории. Это одно из удивительных познаний в нашем путешествии по "Океанам" и времени. Многие приёмники того периода можно с этими диодами улучшить, в том числе импортные и всякие "вялые" приёмники на микросхемах с диодным демодулятором.

После 1991 г. в детекторах приёмников появились кремниевые диоды серий КД519—КД522, и по причине высокого порогового напряжения они работали плохо.

Эффективным мероприятием будет замена диодов серии Д9 в смесителе, при этом лучший результат по линейности получен с диодами Д311А, но и другие диоды этой серии работают на порядок лучше, чем диоды серии Д9. В партии из 20 диодов Д311 обычно найдётся две четвёрки для смесителей и несколько пар для двухдиодных детекторов. При измерениях с помощью мультиметра в режиме диодного тестера нужно соблюдать постоянство температуры, измерять за секунду, а диодам заранее дать возможность принять температуру рабочего стола. В четвёрки и пары следует подобрать диоды с разбросом прямого напряжения не более ± 1 мВ. Можно, конечно, подобрать диоды с замерами при двух разных

токах или даже по полной ВАХ, но тогда нужно привести все индуктивные узлы в идеальный порядок по симметрии.

На рис. 3 показана схема доработки диодного смесителя на заводской плате по испытаниям 2023 г., нумерация элементов условная. Из-за хорошей отзывчивости и низкого порогового напря-

жения диодов Д311 придётся добавить в линию подачи сигнала от гетеродина резистор R1 (82 Ом) при германиевом транзисторе в гетеродине или 120 Ом при кремниевом, чтобы восстановить прежнюю нагрузку гетеродина. Этот резистор чётко ограничит пиковый ток, что улучшает ТКЧ гетеродина.

Для гетеродина на кремниевом транзисторе в смесителе можно применить диоды серии КД419 или КД922, резистор R1 тогда должен иметь номинал 68 Ом. Однако из-за подачи синусоидального сигнала гетеродина не реализуется потенциал этих диодов по линейности при переходных процессах. Но смеситель мог бы работать до УКВ без деградации параметров. В реальной работе не было замечено выгоды применения этих диодов по сравнению с диодами серии Д311. Диоды серии ГД508 тоже пригодны при R1 = 68 Ом, но Д311 остаются лучшим выбором.

На **рис. 4** показан сигнал гетеродина на среднем отводе трансформатора T1 при наличии в смесителе трансформатора T2. На частоте 9 МГц хорошо выражен импульсный режим, несмотря на питание смесителя синусоидальным сигналом. На частоте 18 МГц это тоже имеет место, и только на частотах более 50 МГц всё переходит в чистый синус. Также удалось существенно подавить чётные гармоники сигнала гетеродина на более чем 43 дБ. Завышенный крутой фронт сигнала (наклон вершин импульсов) связан с дифференциальной паразитной индуктивностью симметричных обмоток (около 50 нГн доработано) трансформатора T1. Заводское исполнение этого трансформатора и неудачные обмотки в УВЧ-контуре способствовали раньше паразитному приёму УКВ-диапазона.

Дроссель L1 является частью выходного резонансного контура на частоте 465 кГц вместе с обмоткой трансформатора T1 и конденсаторами C1, C2.

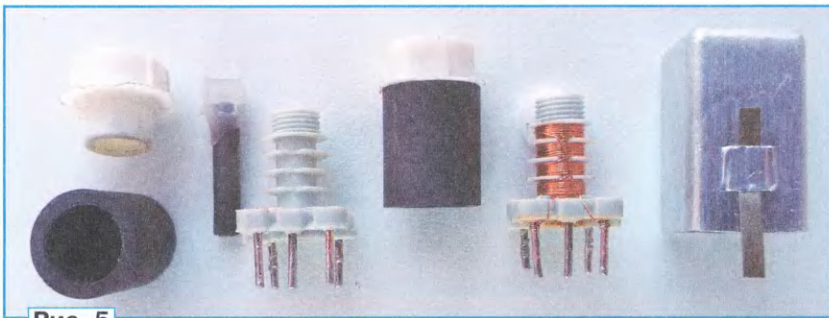


Рис. 5

Однако вынос дросселя L1 образует эффективный ФНЧ вместе с конденсаторами C1, C2 для подавления сигналов в КВ-диапазоне на входе УПЧ, особенно это касается гармоник гетеродинного сигнала. Этим устранена опасность смесительного режима первого каскада УПЧ, что в заводской схеме имеет место и забивает УПЧ ложными сигналами и шумом.

Цепь R2C3 действует на КВ-частотах выше 3 МГц. В процессе преобразования возникает не только сигнал на полезной ПЧ 465 кГц, но с такой же энергией на зеркальной ПЧ в КВ-диапа-

зоне. Если для этого сигнала нет нагрузки, напряжение холостого хода вызывает интермодуляцию на диодах. Эта цепь станет особо важной при установке дросселя L1 и качественном исполнении трансформатора T1. На КВ-диапазонах за счёт её установки увеличится динамический диапазон смесителя на 6...10 дБ, так как ещё сигналы преобразования на гармониках гетеродина поглощаются.

Ещё один полезный эффект получим, если избежать режима короткого замыкания на выходе ПЧ диодного моста в очень широком диапазоне частот. Это приведёт к увеличению амплитуды

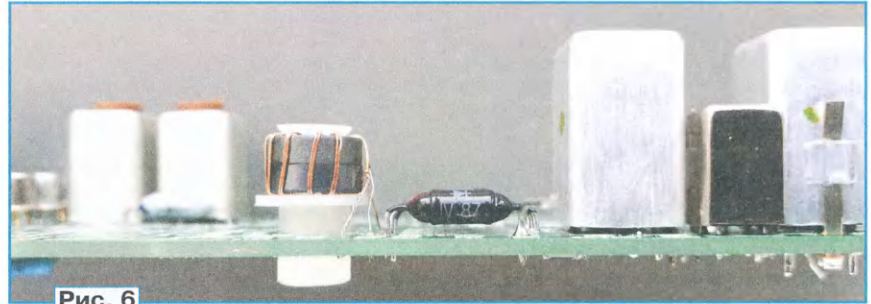


Рис. 6

полезного сигнала на входе смесителя на 1...2 дБ и также на выходе в спектре полезной ПЧ 465 кГц. К этому добавится прирост добротности УВЧ-контура и улучшение дальней селективности. В заводском исполнении трансформатора T1 создаётся короткое замыкание на КВ от действия выходного резонансного трансформатора и его большой паразитной ёмкости в контуре прямо к обмотке и без разделения в секциях каркаса.

При наличии навыка в намоточных работах стоит переделать трансформатор T1. В заводском исполнении его симметрия сильно нарушена, и к выходной обмотке имеется сильная ёмкостная

острым ножом от корродированного олова вплоть до розовой меди. Намотать 3×24 витка для ПЧ-контура в нижние три секции каркаса и симметрично 2×12 витка к диодам в верхнюю секцию. Концы проводов заранее лудить и плотно по два витка мотать на выводы в самом верш, потом с флюсом это быстро спаять.

Очень эффективное улучшение даст входной трансформатор T2. С ним смеситель станет полноценным на главной печатной плате, и на диапазонных планках в барабане не нужно мучиться с симметричной обмоткой, можно установить простую обмотку связи без заземления.

Это избавит ВЧ-узел от "кривых" ВЧ-токов по всей проводке, возрастет селективность. На **рис. 6** показан его монтаж на новой печатной плате версии 2023 г. с пластиковым крепежом (M4).

Этот трансформатор намотан на двух кольцевых магнитопроводах К10×7×2 из ферритов М600НН и М6000НМ как оптимальный вариант для диапазона 0,1...30 МГц (по уровню -3 дБ). Комбинации ферритовых колец М400НН/М10000НМ или М600НН/М2000НМ работают на грани хорошего результата. Такой составной магнитопровод существенно улучшает симметрирующее действие трансформатора в диапазоне 0,15...18 МГц при простоте изготовления и установки. Сначала надо склеить кольца лаком, потом отшлифовать острые грани. Обмотку (11 витков) делают двойным обмоточным проводом диаметром 0,2 мм совсем без скрутки для обеспечения высокого импеданса. Контрольный параметр — индуктивность по 250 мкГн в отдельности и 1 мГн в целом. Можно смонтировать трансформатор на миниатюрную макетную плату и установить её перпендикулярно, припаяв в отверстия диодов, трансформатор будет над диодами в устойчивом положении.

С этими доработками смеситель точно не является слабым звеном, и на КВ заметим более чистый приём, но одна "подстава" в нём ещё осталась.

7. Конденсаторы в LC-контуре УПЧ АМ

Существенный "прокол" в заводском варианте УПЧ АМ имеется с конденсаторами в выходном трансформаторе диодного смесителя и в контуре АМ-демодулятора. По неизвестной причине было решено использовать изделия из керамики Н90 (красные квадраты), они вызывают интермодуляцию и ещё заметный дрейф резонанса при измене-

паразитная связь, которая вредит чистоте спектра выходного сигнала смесителя. Надо использовать обмоточный провод диаметром 0,1 мм и намотать на нижние три секции каркаса по 62 витка (186 витков в сумме). В верхнюю секцию разместить строго симметричную обмотку на 2×24 витка без особой скрутки. Намного лучше всё это получается с изделием Q-4386 (www.quartz1.com), так как оно обладает замкнутым магнитопроводом, легко разбирается, и его удобно переделать (**рис. 5**).

В этом варианте после удаления старых обмоток нужно очистить его выводы

нии температуры. Поэтому нужно заметить на выходе смесителя конденсаторы 680 пФ и 3300 пФ и в АМ-демодуляторе контурный конденсатор номиналом 1000 пФ на изделия из керамики NP0 с теми же номиналами.

В некоторых версиях компоновки в контурах 10,7 МГц тракта УПЧ ЧМ установлены совсем небольшие конденсаторы квадратной формы. Они совсем не терпят повторной пайки. Если их не трогать, проблем и не будет, а если решите кое-что проработать с пайкой, их следует заменить новыми изделиями, которые сделаны из керамики NP0, да ещё менять это во всех контурах для сохранения формы АЧХ при изменении температуры.

Катушки индуктивности фильтров ПЧ с ферритами M100NH и M600NH имеют значительный отрицательный ТКИ. Поэтому конденсаторы из керамики M150—M1500 добавляют дрейф в том же

передаётся искажениями менее –40 дБ, и АРУ всё равно успевает за естественным федингом радиотракта и небыстрой перестройкой по частоте.

9. Настройка LC-контуров и фильтров в УПЧ

Когда выпускались приёмники "Океан"/Selena, в ремонтных мастерских оснащение измерительными приборами было скромное, на измеритель АЧХ не стоило надеяться. Счастливец мог себя считать владельцем тестера Ц-4323, у которого был встроенный генератор с частотой 465 кГц. Поэтому предусмотрено на заводе LC-фильтры в тракте УПЧ АМ и УПЧ ЧМ приёмника изначально разработаны со связью между контурами меньше критической, при которой имеется только один выраженный и однозначно уловимый максимум в АЧХ. Поэтому можно настроить оба

для хорошего звучания. Лучше такой картины вы вряд ли сможете настроить приёмники без их глубокой модернизации.

Фильтр на частоту 465 кГц ещё имеет достаточно широкую и практически ровную вершину, так как контуры сработали с повышенной добротностью, и это делает невозможным провести настройку "на слух". Без измерителя АЧХ этот приёмник из нулевой серии качественно уже не настроить. Наверно, по этой причине решили упростить схему приёмника "Океан-214" для серийного выпуска, чтобы он подлежал сервису в скромных мастерских по всей стране.

Для **налаживания тракта ПЧ АМ** сигнал с генератора частотой 465 кГц подают через резистор сопротивлением 1 кОм на один из диодов смесителя со стороны выходного трансформатора смесителя, размах сигнала должен быть не более 10 мВ. В барабанном пере-

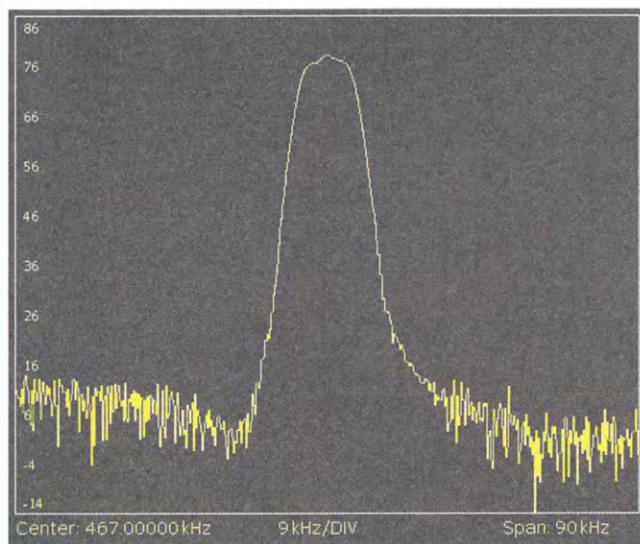


Рис. 7

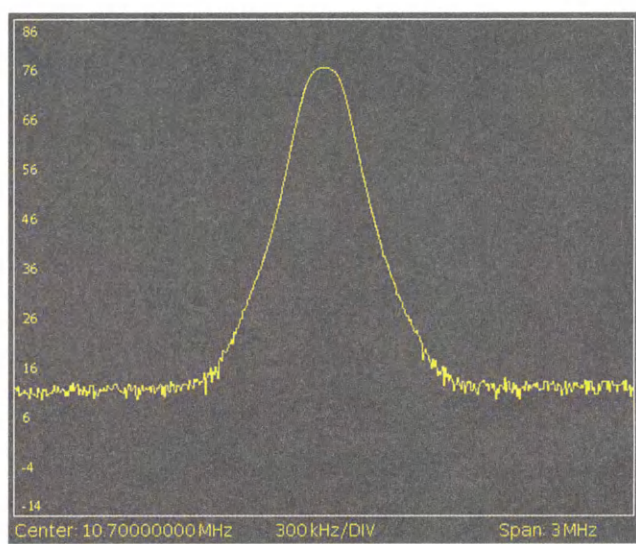


Рис. 8

направлении, и применение на заводе слюдяных конденсаторов ёмкостью 470 (510) пФ с нулевым ТКЕ было оправдано. Замена на керамику NP0 существенно улучшает стабильность АЧХ в УПЧ ЧМ, но нужно при замене переделывать все контуры, в том числе и в УКВ-блоке старого образца выпуска 1972—1984 гг.

8. Уменьшение быстродействия АРУ

При служебной АМ-радиосвязи лучше оставить АРУ достаточно быстродействующей, чтобы противодействовать быстрым замираниям сигнала и не пропустить первые моменты выхода в эфир. Для длительного прослушивания радиопередач это нецелесообразно, так как быстродействующая АРУ вызывает существенные искажения в спектре НЧ-сигналов, ожидаемо на уровне –20 дБ. Поэтому рекомендуется оксидный конденсатор в цепи АРУ увеличить в 2...4 раза, что заметно смягчит звучание хорошо модулированных АМ-сигналов. При хорошем компромиссе модуляция на частоте 50 Гц с глубиной 50 %

тракта УПЧ с помощью простого немодулированного генератора 465/10700 кГц по максимальным показаниям индикатора настройки. И даже старая методика "на слух" при приёме стабильного радиосигнала тут сработает с достаточным качеством.

В приёмнике "Океан-214" из нулевой серии 1985 г. было взято много хорошего из приёмника "Океан-209", и ещё в нём использованы прекрасные транзисторы серии КТ368 (импортные аналоги — SS9018), поэтому LC-контуры имеют высокую нагруженную добротность. И сам фильтр на частоту 465 кГц составлен из качественных катушек индуктивности. После его настройки форма АЧХ в УПЧ (без демодуляторных контуров) имела вид, показанный на рис. 7. Имеется явно выраженная и полноценная селективность по соседнему каналу. Для приёма в диапазоне ДВ-СВ при отстройке на 9 кГц подавление составляет не менее 50 дБ. И в тракте УКВ ЧМ при отстройке 300 кГц подавление составляет не менее 40 дБ (рис. 8). При этом для самого полезного сигнала полоса достаточно широкая

ключателя диапазонов не должно быть диапазонного модуля. При полном расстройке тракта сначала надо добиться хотя бы незначительного отклонения стрелки индикатора. Для этого, возможно, придётся увеличить уровень выходного сигнала генератора. Начинают наладку подстроечными контурами от демодулятора и заканчивают у смесительного трансформатора. Делают несколько повторов до лучшего результата. При этом изменяют уровень сигнала генератора, чтобы стрелка индикатора не отклонялась более чем на 50 % шкалы.

Для **налаживания тракта ПЧ ЧМ** первым делом надо установить подстроечный резистор в демодуляторе точно в среднее положение. Налаживание нужно проводить при отключённой АПЧ, если настраивать тракт при приёме стабильного радиосигнала. Исходя из того, что изначально имеется настройка, достаточно правильная для однозначного приёма, её можно проводить "на слух" без измерительного генератора. Настраивают приёмник на радиостанцию на наилучшее звучание или меньший шум с речевой програм-

мой, где модуляция не слишком большая. Убирают из второго LC-контура демодулятора подстроечник. Настраивают поочерёдно LC-контуры УПЧ на максимальное показание индикатора, начиная от первого контура демодулятора вплоть до коллекторного контура УКВ-смесителя. После получения однозначного максимума по индикатору надо подстроить второй контур демодулятора для получения самого чистого звучания и подстроить первый контур демодулятора, он отвечает за громкость. При этом на контрольной точке демодулятора должно быть нулевое постоянное напряжение. Точную настройку демодулятора проводят незначительной подстройкой его контуров и уже в самом конце корректируют подстроечным резистором нулевое напряжение при полном отсутствии сигнала, а также при подаче сигнала ПЧ по центру АЧХ тракта.

денсатора связи. При проверке с измерителем АЧХ это оказалось бесполезным делом, так как это приводит к раздвоению пика АЧХ, поэтому при настройке "на слух" или показаниям индикатора настройка производится на один из пиков АЧХ, в результате первый УПЧ получает многосигнальный спектр, да ещё со вторым пиком АЧХ за пределами АЧХ последующего УПЧ.

При отдельном налаживании ЧМ-демодулятора нужно заранее знать центральную частоту сквозной АЧХ от УПЧ ЧМ и настроить ЧМ-демодулятор на неё. В таком случае сканирующий сигнал в диапазоне не менее ± 800 кГц можно подавать непосредственно с выхода генератора (импеданс 50 Ом) на базу последнего транзистора УПЧ. Очень удобно настроится всё, если на вход двухканального цифрового осциллографа подать сигналы с выходов диодов демодулятора (жёлтая и синяя

В приёмнике "Океан-214" в гетеродине применён транзистор серии КТ645, и это — плохой выбор по многим параметрам. Его замена транзистором КТ3142А или даже КТ312Б ($h_{213} > 40$) улучшает работу гетеродина. Если доработать цепи общего провода на печатной плате и разводку переключателя диапазонов и КПЕ, можно установить транзистор КТ368А — это лучший вариант. В этом транзисторе удивительно хорошо сочетаются низкое сопротивление в кристалле с малыми ёмкостями, что обеспечивает не только быстрое действие, а ещё малый шум на НЧ и на ВЧ, к тому же самовозбуждение на СВЧ маловероятно. При установке этого транзистора придётся немного увеличить сопротивление демпфирующего резистора в коллекторной цепи до надёжного подавления паразитной генерации, этот дополнительный резистор (SMD) нужно установить на диапа-

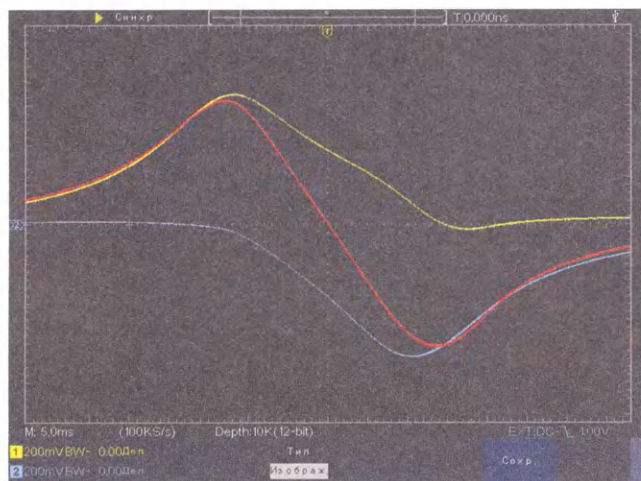


Рис. 9

При тщательной настройке демодулятора не только демодуляторная характеристика имеет идеальную форму, а ещё два LC-контура работают в режиме двухконтурного фильтра с критической связью. Это означает, что на коллекторе последнего транзистора в тракте УПЧ АМ при центральной частоте (сигнал без модуляции) имеется лёгкий спад уровня на 10...30 % (APU выключена). Плохой особенностью приёмника "Океан-214" является, что LC-контуры на частоту 10700 кГц в составе УКВ-блока настраиваются с "размазанным максимумом", у них полоса большая, это не исправить без доработки.

В приёмнике "Океан-209" высокая добротность LC-контуров на выходе УКВ-смесителя требует тщательной настройки его АЧХ. Пробный ПЧ-сигнал надо подавать от генератора через RC-цепь 1 нФ+1 кОм на эмиттер смесителя и подстроечниками установить максимальные показания индикатора. Лучше было бы отсоединить УПЧ с нагрузкой 300 Ом и наладить АЧХ этого фильтра.

В некоторых публикациях можно найти предложения по улучшению АЧХ фильтра на выходе УКВ-смесителя за счёт установки дополнительного кон-

кривые на рис. 9), и, установив математическую операцию ХА-ХВ, можно получить характеристику демодулятора (красная кривая на рис. 9).

Довольно важным моментом для получения линейности центрального участка демодуляторной кривой является связь контуров демодулятора. Она определяется в приёмнике "Океан-209" конденсатором ёмкостью 2,7 пФ между катушками индуктивности демодулятора, а в "Океане-214" — у второй катушки индуктивности демодулятора конденсатором ёмкостью 8,2 пФ, соединённым с общим проводом. Странно, что разработчики не установили на их месте подстроечные конденсаторы. При правильном налаживании характеристика демодулятора при отстройке от центральной частоты $\pm 250...350$ кГц имеет свои пики, поэтому соседний канал демодулируется слабо.

10. Особенности доработки приёмника "Океан-214"

Применение других компонентов и упрощение схемы приёмника "Океан-214" требует больше доработок, но, с другой стороны, делает их проще, чем в приёмнике "Океан-209".

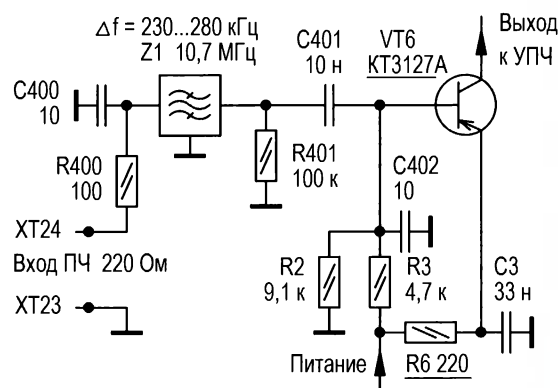


Рис. 10

зонных планках индивидуально. Можно уменьшить напряжение смещения на базе на 0,3 В и установить германиевый транзистор ГТ311Д, (ГД311Л), в смесителе на диодах КД311 установить ограничительный резистор номиналом 82 Ом.

В коллекторном контуре первого каскада УПЧ ЧМ (VT6) установлен один ограничительный диод Д18 (Д20). Его надо заменить двумя диодами, включёнными встречно—параллельно. Подходят диоды серий КД512, КД514, КД707А9 (BAV99). Это не будет решением проблемы перегрузки второго (!) каскада УПЧ ЧМ, но очень сильные сигналы не будут терять свою читабельность. Нужно слегка подкорректировать резонанс коллекторного контура первого УПЧ, уменьшить номинал контурного конденсатора на 3...8 пФ.

Применение транзистора серии КТ312Б в УКВ-смесителе привело к тому, что первый ПЧ-фильтр, стоящий за ним, потерял селективность, и на вход УПЧ поступает многосигнальный спектр. По слабой стойкости к перегрузкам приёмный канал забивается ложными сигналами. Но даже идеальная замена транзистором КТ3128А в смесителе не решит проблему. Предпо-

ложительно, на заводе планировалось хорошее техническое решение этой проблемы, но до осуществления дело не дошло. "Загадочным образом" печатная плата на входе первого каскада УПЧ ЧМ сделана под установку пьезокерамического фильтра (ПКФ) современных серий, но отверстий для него нет. Умелыми руками можно установить любой из современных ПКФ на частоту 10700 кГц, хорошо бы выбирать изделие с затуханием в полосе пропускания

Если был установлен ПКФ и имеется измеритель АЧХ, есть смысл доработать ПЧ-фильтр на четырёх LC-контурах. Исходный вариант фильтра имеет слабую связь между контурами. Схема доработанного фильтра показана на **рис. 11**, заменяются конденсаторы с другими номиналами.

Более сильная связь контуров существенно (на 4...8 дБ) уменьшает потери сигнала, к тому АЧХ фильтра получает ровную вершину протяжённостью

На месте VT15 не подходят транзисторы серий КТ3127, КТ3128, КТ363, можно поставить КТ326Б. На месте активного выпрямителя VT16 подойдёт практически любой ВЧ-транзистор структуры p-n-p с $h_{219} > 50$ (серии КТ3126, КТ3127, КТ3128, КТ363, КТ3108), можно даже поставить транзистор серии ГТ322.

Конденсатор С45 задаёт уровень сигнала ПЧ 465 кГц, а резистор R41 — уровень сигнала ПЧ 10700 кГц на входе детектора. Излишний уровень вызывает вредное уменьшение сигнала, поступающего на демодуляторы, низкий уровень вызывает искажения в каскаде на транзисторе VT15 и на аудиовыходе. При сигнале размахом 20 мВ на базе транзистора VT15 напряжение на конденсаторе С43 должно быть близко к 0,9 В. Резистором R26 устанавливают порог срабатывания АРУ при сигнале размахом 3 мВ на базе транзистора VT15. Тестовый сигнал подают на резистор R31 от генератора с выходным сопротивлением 50 Ом.

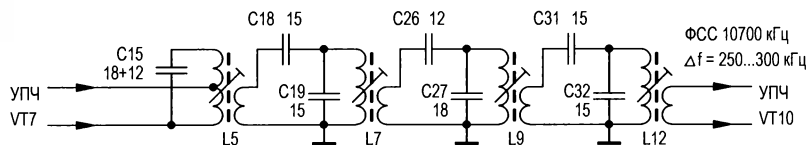


Рис. 11

не более 6 дБ и полосой пропускания 230...280 кГц. Схема доработки показана на **рис. 10**.

ПКФ с полосой пропускания 180 кГц и менее имеют затухание 8...12 дБ и вызывают в принимаемом сигнале вредную паразитную АМ, страдает качество звучания. Цель R401C401 по рекомендациям фирмы MURATA обеспечивает отсутствие смещения по постоянному току во избежание гальванических процессов и деградации ПКФ, номиналы не критичны. И по опыту радиомастеров по этой причине многие приёмники оказываются на их столах. Согласование для ПКФ должно создаваться от входного импеданса транзистора, а не от R401, как это часто видим в схемах. Нехорошая практика "согласования резистором" портит соотношение С/Ш в последующем транзисторе, так как сигнальная энергия "сжигается" в резисторе и малая часть поступает в транзистор. Для правильного согласования нужно увеличить эмиттерный ток транзистора VT6 до 3 мА, уменьшив сопротивление резистора R6 от 680 Ом до 220 Ом, подбором этого резистора можно наладить идеальную форму АЧХ от ПКФ. Это заодно добавит усиления, и в итоге затухание ПКФ мало меняет усиление всего тракта. На месте транзистора VT6 можно установить транзистор серий КТ3127А, КТ326Б, КТ363Б, КТ3108А ($h_{219} > 50$). Со стороны УКВ-блока сигнал представлен импедансом примерно 220 Ом, последовательным резистором R400 импеданс доведён до 330 Ом для согласования с правильной формой АЧХ ПКФ. Подборкой конденсаторов С400 и С402 (0...12 пФ) можно корректировать форму АЧХ у ПКФ с малым затуханием и получить плоскую вершину АЧХ протяжённостью 150...220 кГц. Для налаживания сканирующий тестовый сигнал подают на базу смесительного транзистора через последовательную RC-цепь 1 нФ + 1 кОм и снимают сигнал с коллектора VT6 на низкоомный шуп. ПЧ-фильтр в УКВ-блоке без его модификации настраивают на максимальный уровень сигнала.

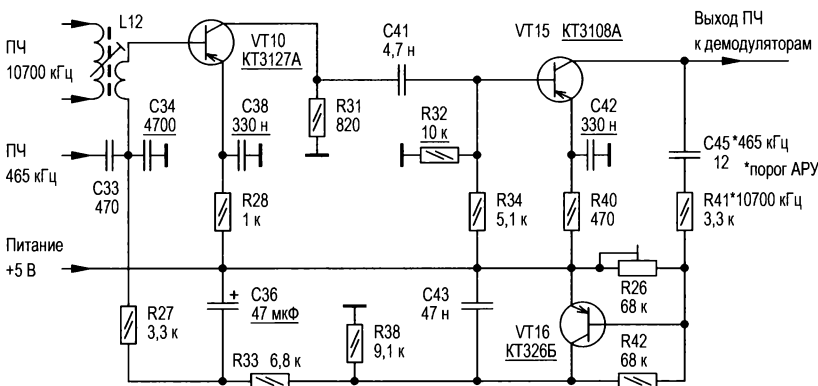


Рис. 12

150...200 кГц. Это избавит выходной спектр на коллекторе VT15 от ложной паразитной АМ и уменьшит искажения звука на 8...14 дБ. Для измерения АЧХ надо подавать сигнал генератора с выходным сопротивлением 50 Ом на элементы С5 и L3, поэтому транзистор VT7 получает сигнал без резонанса. Снимают сигнал с коллектора транзистора VT10 шупом с импедансом 50 Ом, коллектор VT15 временно напрямую соединяют с общим проводом для отключения АРУ. В заключение проверяют и при необходимости корректируют форму АЧХ демодулятора в соответствии с полученной формой АЧХ тракта.

АРУ и работа индикатора настройки в приёмнике "Океан-214" отличаются особой "вялостью", поэтому предлагается простая доработка АРУ. Имеются три разные схемы детектора АРУ за весь период выпуска приёмников. По замыслу самая хорошая из них та, в которой нет диодов и один транзистор КТ361И (VT16) работает как активный выпрямитель. Этот детектор легко доработать в соответствии со схемой на **рис. 12**. Рекомендуются и другие детекторы АРУ доработать аналогичным образом.

Замена транзистора VT10 обеспечивает меньшую нагрузку предыдущих каскадов, и ёмкость конденсатора С34 можно уменьшить до 3300...4700 пФ, что даст несколько децибел дополнительного усиления на ПЧ 465 кГц.

При напряжении питания +5 В надо увеличить сопротивление резистора R32, чем корректируется ток коллектора транзистора VT15, и увеличивается запас по напряжению на его коллекторе.

Увеличение ёмкости конденсатора С36 до 47 мкФ даст хороший компромисс между быстротой действия АРУ и снижением искажений в звуковом НЧ-диапазоне.

11. Установка главной платы

Особенно в приёмнике "Океан-209" в месте расположения на плате гетеродина, смесителя и УВЧ надо установить дополнительную шину общего провода из толстого провода. Это заметно устраним склонность УВЧ к самовозбуждению, пример показан на **рис. 13** на глубоко доработанной плате.

В приёмнике "Океан-214" делают подобное с нижней стороны платы.



Рис. 13

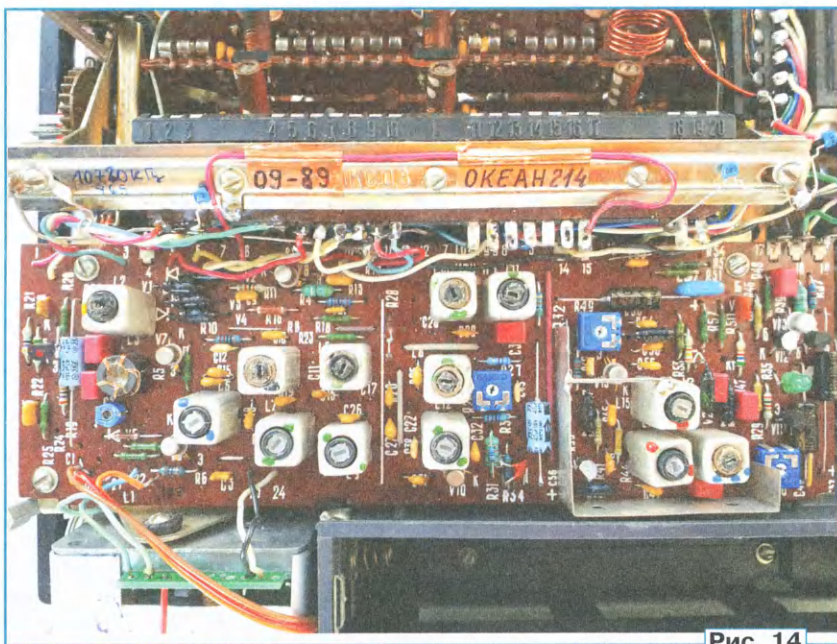


Рис. 14

Установка экрана из ферромагнитного листа под демодуляторами очень важное мероприятие, иначе наводка 50 Гц от сетевого трансформатора на катушки индуктивности демодуляторов будет значительной. Эффективность мероприятия хорошо проверить на сигнале без модуляции. Склонность доработанного УПЧ к самовозбуждению имеет свою причину в неудачной разводке общего провода. Хороший опыт по устранению показала пайка толстым проводом между экранами фильтров последних в тракте усилителей. Также можно подкрепить провод общего провода с нижней стороны платы.

Сначала осуществляют примерку платы на резьбовые держатели в шасси, их можно изогнуть так, чтобы плата крепилась без изгибов и натяжения. Начинают установку с тяжело доступной разводки КПЕ, идеальный пример с контактной лентой (планкой) был пока-

зан в первом разделе цикла. В более простом варианте провода заземления от КПЕ к печатной плате делают из толстого провода с некоторым запасом для нормальных изгибов, но без перегиба. Устанавливают "горячие" провода от КПЕ к барабану переключателя диапазонов (контакты 4, 11, 20), но чтобы они не мешали вращению барабана и установке платы.

В остальном заводскую разводку не стоит восстанавливать в оригинальном виде, нужно все провода укоротить до минимально возможной длины. Все провода по питанию, стрелочного индикатора, АПЧ, НЧ надо собрать в один жгут и в самом конце работ связать двумя хомутами.

Разводку цепей для гетеродина делают из трёх проводов с лёгкой скруткой и фиксируют её посередине на барабане. Сигнальные провода от УВЧ к смесителю используют тонкие и со скруткой.

На заводской плате имеется существенный недостаток — расположение элементов УВЧ по непонятной причине сделано зеркальным по отношению к контурам в барабане. Поэтому придётся делать разводку крест-накрест и с лишней длиной проводов. Выходные провода от УВЧ делают короткими, а входной провод от контакта 17 барабана прокладывают вдоль металлической шины (красный провод) и фиксируют самоклеющейся металлической фольгой (рис. 14).

Провод от эмиттерной ООС к контакту 12 делают без лишних разворотов.

Проводку к УКВ-блоку тоже нужно упорядочить. Сигнальная линия от УКВ-блока к входу УПЧ должна быть из двух тонких проводов с плотной скруткой. Если внутри УКВ-блока присутствует заземление этой линии, её нужно разрезать, заземление должно быть только у УПЧ.

Провод от дросселя L1 к телескопической антенне делают из полужёсткого провода с дополнительной длиной, чтобы его провести дальше от металлических поверхностей и конструкций.

12. Недостатки и заключение

В любом случае доработка главной платы не может решать все вопросы, не зря были разработаны новые схемы. Если АРУ можно привести в полный порядок с большим трудом, то искажения при приёме ЧМ-сигналов всегда будут сильно зависеть от уровня сигнала.

Все приёмники этого семейства одинаково имеют один большой недостаток — неправильная работа АРУ в целом. Доработка сложная, не для начинающих, в описаниях в архиве это изложено подробно. Проблема состоит в перепутанной последовательности уменьшения усиления. В заводском варианте стремительно и одинаково уменьшается усиление УВЧ и первого каскада УПЧ, а второй каскад УПЧ при этом меняет усиление всего лишь на 8 дБ. При приёме мощных сигналов это вызывает заметный фоновый пустой белый шум, так как последние усилители работают с большим усилением, но поступает к ним слабый сигнал. На удивление этой неполадкой страдают многие приёмники, даже современные и цифровые.

Амплитудное ограничение ЧМ-сигнала является важным моментом в сигнальной обработке для получения идеального качества НЧ-сигнала. Однако в большинстве бытовых приёмников в этой части разрабатчики грешат, и что странно, видимо, с хорошими намерениями. Приёмник "Океан" тут не исключение, да и современные приёмники редко сделаны правильно. В составе популярной микросхемы ТА7358 прямо на выходе смесителя имеются вредоносные ограничительные диоды. Даже в некоторых SDR-приёмниках имеются проблемы с этим по причине не оптимального алгоритма в ПО при приёме ЧМ-сигналов. В УКВ-блоках до 1984 г. установлены ограничительные диоды, вызывающие интермодуляцию. В приёмнике "Океан-214" вредит диодный огра-

нитель на стыке первого и второго каскадов УПЧ ЧМ. Правильным нужно считать, если жёсткое ограничение осуществляется только после полноценной частотной селекции, тогда побочные сигналы не могут дать сбой этому процессу. Доработать тракт УПЧ ЧМ на заводской плате невозможно, и это было последней каплей для решения построить "с нуля" новый тракт.

После монтажа главной платы приёмник "запоёт" уже намного лучше, чем когда-нибудь, простая настройка диапазонов "на слух" уже даст хорошие впечатления от радиоприёма.

В нашем путешествии "по Океанам" и "времени" осталось посетить две достопримечательности — диапазонные планки (ДП) и УКВ-блок. Им посвящены последние два раздела. Ищем на "базарах" лакированные провода диаметрами 0,1, 0,15 и 0,2 мм для доработки катушек индуктивности. Идеально было бы найти посеребрённый медный провод диаметром 0,3 мм для обновления УКВ-индуктивностей, но можно использовать просто голый медный провод того же диаметра. Потребуются выводные конденсаторы (выводы длиной 10 мм с расстоянием

между ними 5 мм) из керамики NPO номиналами 10...470 пФ, особенно в интервале 120...330 пФ нужны номиналы мелким шагом (хотя бы ряд E12, желательно ряд E24). Можно выгодно приобрести целый набор конденсаторов, внимательно проверив их на тип керамики.

От редакции. Упомянутые в тексте материалы находятся по адресу <http://ftp.radio.ru/pub/2023/09/ocean-4.zip> на нашем FTP-сервере.

НЧ-генератор синусоидальных сигналов на базе DDS AD9837A, микроконтроллера EFM8SB10 и цветного дисплея 0,96" с батарейным питанием

А. КУЗЬМИНОВ, г. Москва

Теперь о некоторых ключевых моментах программы. О выводе информации по интерфейсу SPI. Для вывода байта используется стандартная подпрограмма (табл. 2).

двухбайтного числа U.US и массива с двумя элементами: U.UB[0] — старший байт и U.UB[1] — младший байт, которые, во-первых, перераспределяют одно и то же место в памяти МК,

значно определяет числа U.UB[0] и U.UB[1], и наоборот (табл. 5).

Сама подпрограмма вывода двухбайтного слова данных в дисплей показана в табл. 6.

Теперь по поводу вывода двухбайтного слова в DDS. Но сначала сделаем некоторое отступление относительно параметров интерфейса SPI. Он характеризуется следующими четырьмя параметрами: ведущий (Master)/ведомый (Slave), скоростью обмена (точнее, частотой сигнала тактирования SCK), полярностью (POL) и фазой (PHA) (см. рис. 9). Полярность определяет, какого уровня (низкого/высокого) сигнал SCK в неактивном состоянии, т. е. при отсутствии обмена (Low in idle state/High in idle state), а фаза — каким импульсом (первым/вторым) осуществляется стробирование первого бита данных (Data sample on first edge/Data sample on second edge).

Со стороны МК вывод информации по SPI в дисплей и DDS одинаков по трём параметрам: Master, частота им-

```
void outspi(uint8_t byte) {
    SPI0DAT = byte; // вывод байта по SPI
    while (!SPI0CN0_SPIF); // ожидание окончания вывода байта
    SPI0CN0_SPIF = 0; // сброс флага окончания передачи
}
```

Таблица 2

```
void outdat(uint8_t byte) {
    DC = 1;
    CSD = 0;
    outspi(byte);
    CSD = 1;
}
```

Таблица 3

```
void outcmd(uint8_t byte) {
    DC = 0;
    CSD = 0;
    outspi(byte);
    CSD = 1;
}
```

Таблица 4

Две подпрограммы вывода байта данных и байта команды в дисплей соответственно показаны в табл. 3 и табл. 4.

Для вывода двухбайтного слова данных в дисплей используется совмещение

```
union {
    uint16_t US; // U.UB[0]- старший байт
    uint8_t UB[1]; // U.UB[1]- младший байт
} U; // U.US - двухбайтное uint16_t число
```

Таблица 5

```
void outdat16(uint16_t wor) {
    U.US = wor;
    DC = 1;
    CSD = 0;
    outspi(U.UB[0]); //старший байт
    outspi(U.UB[1]); //младший байт
    CSD = 1;
}
```

Таблица 6

Окончание.
Начало см. в "Радио", 2023, № 8

во-вторых, строго определяют друг друга, а именно — число U.US одно-