



CQ-QRP

Издание Российского Клуба Радиооператоров Малой Мощности

66 Весна 2019



AM/QAM RX в окружении старинной техники. Коллекция R2ATK, Фото RX3ALL

СОДЕРЖАНИЕ

Клубные новости — *Владислав Евстратов RX3ALL*

Новости науки (подборка) — *Владимир Поляков RA3AAE*

Радисты первой дрейфующей. Серафим Иванов — *Михаил Каверин RW3FS*

Приемник и передатчик с квадратурной AM-QAM — *Михаил Белов R2ATK*

Гетеродинный приемник для QAM — *Владимир Поляков RA3AAE*

Радиосвязь на частотах ниже 9 кГц — *Игорь Лавриненков R2AJA*

Трехдиапазонный CW трансивер «Полевик-С» — *Владислав Жигалов R2DNN*

О прохождении радиоволн диапазона 80 м — *Виталий Тюрин UA3AJO*

Заметки из журналов прошлых лет — *Сергей Каргапольцев R2DOC*

Юмор

Главный редактор — *Владимир Поляков RA3AAE*.

Редколлегия: *Владислав Евстратов RX3ALL, Дмитрий Горох UR4MCK, Владислав Жигалов R2DNN, Михаил Паршиков RK3FW*

© Клуб RU-QRP

Клубные новости

Владислав Евстратов RX3ALL

Здравствуйтесь, уважаемые читатели!

В предыдущих номерах нашего журнала были опубликованы статьи, в которых вы смогли познакомиться с идеей использования квадратурной АМ модуляции – КАМ:

В. Поляков. "QAM, экспериментаторы!" – CQ QRP #52;

В. Поляков. "История одного проекта" – CQ QRP #63;

В. Поляков. "Продолжение проекта: РВ без АМ" – CQ QRP #64;

М. Белов, В. Поляков. "Модулятор и первые опыты с КАМ" – CQ QRP #65.

В этом номере мы продолжаем цикл статей, посвящённых квадратурной АМ модуляции (КАМ), и ее возможному применению в радиовещании и радиосвязи.

Более 30-ти лет назад Владимир Тимофеевич Поляков RA3AAE разработал и предложил к использованию в радиовещании синхронный АМ приёмник. И вот, в этом году, в подмосковной Малаховке произошло историческое событие: были проведены первые опыты по использованию КАМ (QAM). Благодаря стараниям Михаила Белова R2ATK, идея и разработка Владимира Тимофеевича воплотилась в жизнь. Был собран синхронный АМ приёмник с квадратурными каналами и передатчик с КАМ. В этом номере мы публикуем схемы синхронного приёмника для КАМ, КАМ-передатчика, а также их описания.

Однако схемы и статьи никак не могут в полной мере дать нашим читателям представление о конструкциях в целом и самое главное, об особенностях работы и о качестве звучания синхронного приёмника и связки КАМ передатчик – КАМ приёмник: т.е. потенциально – радиовещания этим видом модуляции. Понимая это и желая поближе познакомить радиолюбителей (и, возможно профессионалов) с квадратурной АМ модуляцией, 23 марта 2019 года, в Малаховке, было снято видео, в котором Михаил Белов R2ATK и Владимир Тимофеевич Поляков подробно рассказывают о конструкциях приёмника и передатчика. А также об очень весомых преимуществах КАМ перед обычной АМ. Во второй части видео проводится демонстрационное сравнение: синхронного приёмника и АМ приёмника при прослушивании АМ радиостанции; синхронного приёмника с КАМ и АМ приёмника при прослушивании КАМ передатчика.

Следует заметить, что даже в этих любительских экспериментах (модулирующий сигнал брался от FM-тюнера) и отнюдь не профессионального уровня записи видео, качество звучания связки КАМ передатчик – КАМ приёмник приближается к качеству ЧМ вещания. При организации радиовещания этим видом модуляции на профессиональном уровне, качество звучания будет ещё выше. По итогам этих экспериментов у нас не осталось никаких сомнений в нужности восстановления радиовещания на средних и длинных волнах на просторах нашей Родины и целесообразности внедрения КАМ, дающей большой выигрыш над обычной АМ.

Дорогие читатели! Поздравляем Вас с **Днём Радио** и с **74-й годовщиной Великой Победы** всего нашего народа над германским фашизмом! Желаем Вам творческого успеха в нашем увлечении и мирного неба над головой! **CQ-QRP #66**

Новости науки

Владимир Поляков *РАЗААЕ*

4 апреля этого года в Малаховке было отмечено еще одно историческое событие. Накануне днем в воздухе висела туманная дымка. За ночь воздух остыл, капельки



тумана превратились в мельчайшие ледяные кристаллы, и жители Подмосковья утром увидели великолепное круговое гало вокруг диска Солнца, что ясно видно на приводимой фотографии.. Не знаю, как днем, но перед закатом гало тоже было видно, даже в городе, хотя оно было не столь яркое и впечатляющее, как утром,

Необыкновенное и редкое атмосферное оптическое явление — солнечное гало. Фото R2ATK

В РТИ создадут комплекс мониторинга ионосферы для северных регионов России

Группа компаний РТИ (Радиолокация, Технологии, Информация) и Институт солнечно-земной физики Сибирского отделения Российской академии наук (ИСЗФ СО РАН) создадут наземно-космический экспериментальный комплекс мониторинга ионосферы. В концерне сообщили, что это повысит эффективность работы радиотехнических средств КВ-диапазона радиолокации и радиосвязи.

Специалисты ссылаются на непрогнозируемые потери связи с авиацией и с инфраструктурой, эксплуатирующей Северный морской путь, а также на снижение способности к обнаружению объектов у радиолокационных станций в северных регионах России из-за природной активности ионосферы.

«Проект даст ответы на важнейшие научные вопросы о причинах изменения ионосферы и её корреляции со вспышками на Солнце. Полученные данные позволят прогнозировать изменения ионосферы и предупреждать их последствия, а также снизят риски финансовых и человеческих потерь на северном стратегическом направлении», — заявил “Ъ” генеральный директор РТИ Максим Кузюк.

Кроме того, по мнению источников “Ъ” в отрасли, проект смогут использовать в своих интересах и военные.

Источник: <https://www.kommersant.ru/doc/3882873> 14.02.2019

Радиотелескоп помог разгадать загадку образования молний



Несмотря на, казалось бы, давно изученное такое природное явление, как молния, процесс зарождения и распространения электрического разряда в атмосфере оставался далеко не таким понятным, как считалось в обществе. Группа европейских учёных во главе со специалистами института Karlsruhe Institute of Technology (KIT) смогла пролить свет на детальные процессы образования грозового разряда и использовала для этого очень необычный инструмент — радиотелескоп.

Значительный массив антенн радиотелескопа LOFAR (Low Frequency Array) размещён на территории Нидерландов, хотя тысячи антенн распределены также по большой площади Европы. Космическое излучение фиксируется антеннами и затем анализируется. Для изучения молний учёные впервые решили использовать LOFAR и получили удивительные результаты. Ведь молния сопровождается радиочастотным излучением и вполне может фиксироваться антеннами с хорошим разрешением: до 1 метра в пространстве и с частотой один сигнал в микросекунду. Оказалось, что мощный астрономический инструмент может детально рассказать о явлении, которое происходит буквально под носом.

Радиотелескоп помог впервые показать образование недавно открытых «игл» молнии — ранее неизвестного типа распространения разряда молнии по положительно заряженному плазменному каналу. Каждая такая игла может быть до 400 метров длиной и диаметром до 5 метров. Именно «иглы» объяснили такое явление, как многократные удары молнии в одно и то же место в предельно короткое время. Ведь накопленный в облаках заряд не разряжается однократно, что было бы логично с точки зрения известной физики, а бьёт в землю не один и не два раза — множество разрядов происходит в доли секунды.

Как показала картинка с радиотелескопа, «иглы» распространяются перпендикулярно положительно заряженным плазменным каналам и, тем самым, возвращают часть заряда в породившее грозовой разряд облако. По мнению учёных, именно такое поведение положительно заряженных плазменных каналов является объяснением доселе малопонятных деталей в поведении молний.

Источник: <https://3dnews.ru/986217?ext=subscribe&source=subscribeRu> 21.04.2019

Американские бомбы в 1942-1945 годах разрушали ионосферу Земли

Бомбы, сбрасывавшиеся англо-американской авиацией на города Германии, стали первым искусственным фактором, оказавшим негативное влияние на верхние слои атмосферы планеты. Регулярные налеты «Летающих крепостей» (Boeing B-17 Flying Fortress) на города и промышленные объекты Германии во времена Второй мировой войны нанесли ущерб ионосфере планеты, несопоставимый со всеми природными катаклизмами.

Корреспондент информационного агентства «Экспресс-Новости» выяснил из отчета британских ученых, опубликованных изданием «European Geosciences Union journal», что нагрев верхних атмосферных слоев под воздействием ударной волны приводил к ослаблению ионосферы Земли. Проведенные недавно исследования с высокой вероятностью свидетельствуют, что после каждой мощной «ковровой бомбардировки» ионосфере требовалось не менее суток,



чтобы «справиться» с последствиями.

А ведь это были простые, пусть и сверхкрупные бомбы, без электро-магнитного или радиационного излучения.... Да к тому же и исследования негативного действия

масштабных бомбардировок союзнической авиации на атмосферу Земли проводились в первый раз. А их дальнейшее полноценное проведение станет возможно лишь после оцифровки данных метеосводок и отчетов о боевых вылетах.

Ущерб атмосфере. Как стало известно корреспонденту информационного агентства «Экспресс-Новости», исследователи изучили данные метеосводок, находящиеся в архивах Исследовательского центра радио в Слау, что в Великобритании:

- проанализированы изменения в верхних атмосферных слоях, выявившие снижение концентрации электронов в период после 152-х ковровых бомбардировок европейских городов;
- было установлено, что в момент взрыва бомбы «падала» концентрация электронов в ионосфере из-за ее нагрева.

Примечательно, что использовались метеоданные, полученные в Слау (Великобритания), который находится за сотни километров от места бомбардировочных налетов во времена Второй мировой войны.

Источник: <https://express-novosti.ru/interesting/2147491160-amerikanskie-bombyi-v-1942-1945-godah-razrushali-ionosferu-zemli.html>

CQ-QRP #66

Радисты первой дрейфующей. Серафим Иванов

Михаил Каверин RW3FS

Недооценить вклад радиосвязи и радистов в освоение безграничных просторов Арктики в 30-е годы прошлого века трудно. И первая фамилия, что всплывает в памяти многих, когда они слышат слова "радист" и "Арктика", — это Герой Советского Союза Эрнст Кренкель (RAEM). Однако в те далёкие годы радиосвязь в сложнейших условиях Заполярья обеспечивали многие прекрасные профессионалы. Вот что написал в своей книге "Впервые над полюсом" Николай Стромиллов (UA3BN) — сам превосходный радист и радиоинженер, как говорится, "от Бога": "Справедливости ради скажем, что черты, свойственные Кренкелю и характеризующие его как профессионала, были присущи и многим полярным радистам...". Об одном из них, Серафиме Иванове, рассказывает эта статья.

Вот как в журнале "Радиофронт" (1937, № 9) были описаны последние часы существования ледового лагеря Шмидта. "На льдине осталось шесть человек. Горизонт был окутан туманной дымкой, низко плыли тяжёлые серые облака. Эрнст Кренкель снял наушники и сообщил, что из Ванкарема в лагерь направляются три самолёта. Радист Серафим Иванов радостно кивнул головой. "Улетаем, Симочка!" — сказал Кренкель, и оба радиста посмотрели на опустевший ледовый лагерь. Здесь, в одной палатке, они пережили немало тревожных дней."

Мало кому сейчас известно, что радистами на легендарном "Челюскине" и в лагере Шмидта был не один Кренкель. Даже коротковолновики с сорокалетним стажем затрудняются назвать ещё хоть одну фамилию. Однако, на "Челюскине" было четыре радиста. Это два штатных — Эрнст Кренкель и Владимир Иванюк. Плюс ещё двое — прикомандированный от Центральной радиолaborатории Ленинграда разработчик судового КВ передатчика Николай Стромиллов и Серафим Иванов, следовавший в составе новой смены зимовщиков на остров Врангеля. В лагере Шмидта радистами были Кренкель, Иванов и Иванюк. Но Иванюк был эвакуирован из ледового лагеря одним из первых самолётов — на помощь радистке Уэлена Людмиле Шредер.

В довоенных журналах "Радиофронт" есть немало публикаций, которые рассказывают об освоении Арктики и о радистах, обеспечивавших надёжной радиосвязью эту непростую и небезопасную работу. В том числе, и об известном полярном радисте Серафиме Иванове...

Какие же пути привели его в Арктику?

Серафим Александрович Иванов родился в 1905 г. в кубанской станице Динская. В шестнадцатилетнем возрасте увлёкся Сима Иванов новым для того времени делом — радиотехникой. Ему удалось смастерить первый в Динской детекторный приёмник и услышать голос Москвы. Это вызвало всеобщее признание его как настоящего умельца. Тяга к технике помогла пареньку из казачьей станицы и во время службы на Черноморском флоте в 1927—1931 гг., где он получил специальность радиста. Весной 1931 г. группа краснофлотцев Чёрного моря затеяла интересный разговор. Возник он после чтения журнала "Наука и жизнь", где была статья о готовящихся экспедициях в Арктику. К ней были приложены бланки для тех, кто хотел бы поработать в этих суровых полярных краях. В той группе краснофлотцев был и молодой радист Серафим Иванов. Возможность применения радиознаний в Арктике взволновала его. И в тот же день заполненные бланки были направлены в Москву, в адрес Арктической комиссии.

И вот, осенью того же года, ледокол доставил бывшего черноморца на Новую Землю, на полярную станцию "Маточкин шар". Зимовка на Маточкином шаре продолжалась год. За это время Иванов знакомится с особенностями полярной радиосвязи, серьёзно готовя себя как полярного радиста.

Затем радиослужба Главсевморпути направила Иванова на остров Врангеля для восстановления радиосвязи с материком, которую зимовщики не имели больше года. "Челюскин" должен был доставить его на место назначения. Поднялся он на палубу парохода в августе 1933 г. простым пассажиром, а в Ванкарем прибыл в мае 1934-го родным членом челюскинского коллектива. Вместе со всеми он с честью выдержал тяжёлое испытание, разделив с Кренкелем полярную радиовахту на льдине.

В мае же 1934-го прямо из Ванкарема Иванов улетает уже на остров Врангеля — налаживать радиосвязь с восточными зимовками Арктики. Вот где ему пригодился незаурядный талант оператора и любовь к своему делу! Начальник полярной станции Минеев писал так:

"Теперь мы имели связь с материком и могли в любое время запросить и получить нужные сведения. Радист Иванов держал связь регулярно, а так как у нас был недостаток в радиолампах для большого передатчика, Иванову после прилёта пришлось работать с мысом Шмидта не передатчиком, а с помощью регенеративного приёмника. Включив в цепь антенны ключ, он прекрасно работал с мысом Шмидта. Насколько мне помнится, ему почти совсем не приходилось пользоваться большим передатчиком."

С полярной авиацией Иванов познакомился ещё во время зимовки на Новой Земле. При посадке потерпел катастрофу самолёт, которым пилотировал начальник полярной авиации Шевелёв. Около месяца выжившие члены экипажа жили на полярной станции, и уже тогда Шевелёв сделал Иванову предложение поступить на лётную службу. И вот, в марте 1935 г., Иванову поручают радиосвязь на самолёте Водопьянова во время перелёта Москва — мыс Шмидта — Хабаровск. А впервые Иванов и Водопьянов встретились ещё в лагере Шмидта. Именно Водопьянов вывез Кренкеля и Иванова на материк.



**Экипаж самолёта Н-127:
бортмеханик Ф. Бассейн, М. Водопьянов и
радист С. Иванов.**

В августе 1934 г. На ледоколе "Красин" Иванов уходит со сменой зимовщиков с острова Врангеля и в октябре прибывает во Владивосток. На Большую Землю Серафим Иванов возвращается знатным человеком своей Родины. Правительство награждает его орденом Красной звезды.

В июле—сентябре 1935 г. Серафим Иванов принимает участие в высокоширотной экспедиции на ледоколе "Садко". Экспедиция побывала на Шпицбергене, Новой Земле, Земле Франца Иосифа и достигла 82 градуса северной широты. Это был мировой рекорд свободного плавания судна в высоких широтах. И здесь Иванов участвует в частых воздушных разведках с лётчиком Бабушкиным. А в марте 1936-го опять Земля Франца Иосифа, опять с Водопьяновым. Экипажи двух самолётов, Водопьянова и Махоткина, прокладывают дорогу в сторону полюса — определяют положение аэродрома на острове

Увлекательное дело

«Радиофронт» поднял вопрос чрезвычайной важности: молодежь нашей великой родины должна овладеть техникой коротких волн. Стране нужны тысячи опытных и преданных радистов, а для этого надо в первую очередь развить коротковолновое любительство и привить вкус к этому заманчивому увлекательному делу.

Я старый полярный радист. Несколько лет работал и полярной авиации. Любительской работой и в эфире никогда не занимался. Но сейчас эта увлекательная область радиодетальности меня так взволновала, что по возвращении из арктической экспедиции я даю обязательство сесть за монтаж любительского передатчика и в ближайшее время выйти в эфир.

Желаю советской молодежи, радиолюбителям — длинноволновикам всяческих успехов и области овладения короткими волнами! Буду рад каждой связи с советским коротковолновиком.

**Радист-орденоносец
С. Иванов**

Рудольфа для решающего броска на Северный полюс и место будущего базового лагеря в районе Северного полюса.

На долю Серафима Иванова выпала честь связать Москву с бортом флагманского корабля, стартовавшего 21 мая 1937 г. с острова Рудольфа на Северный полюс. В эти часы к его сообщениям чутко прислушивались все полярные радиостанции. Они принимали сигналы летящего самолёта вплоть до 88-й параллели и через радиоцентр на Диксоне передавали в Москву.

А когда Водопьянов совершил блестящую посадку в районе Северного полюса, через несколько часов уже вступила в строй радиостанция Кренкеля. Она продолжила работу станции флагманского корабля, и Серафим Иванов, как и в незабываемые дни челюскинской эпопеи, стал ближайшим помощником своего друга Кренкеля.

25 мая в составе экипажа Молокова на полюс прилетает Николай Стромилов, и Серафим Иванов напишет позже: "На Северном полюсе работали исключительно на коротких волнах. Радиовахту несли поочерёдно — я и Николай Стромилов. Кренкеля мы берегли, так как ему предстояло ещё целый год держать связь на новой полярной станции "Северный полюс"."

А начальник Полярной авиации Шевелёв писал так: "Общими чертами Иванова и Стромилова являются необычайная выдержка и работоспособность. На полюсе они работали буквально круглые сутки, так как связь была загружена до отказа переговорами с Москвой, передачей и приёмом информации, корреспонденций и прочее. При этом они ещё успевали участвовать во всех авральных работах экспедиции."

За участие в экспедиции на Северный полюс Серафим Иванов был награждён орденом Ленина.

Вторая командировка в те края стала последней в жизни Серафима Иванова. Во время возвращения звена Водопьянова в Москву (после безрезультатных поисков самолёта Леваневского, пропавшего в районе Северного полюса) Иванов заболел. Коварный и быстротечный недуг овладевал им. Несмотря на отказавшую правую руку, он продолжал исполнять обязанности радиста. Погода не позволяла самолётам быстро продвигаться к Москве, поэтому из Вологды его поездом отправили в Москву в сопровождении врача. Но было слишком поздно — 2 декабря 1937 г. Серафим Иванов скончался.

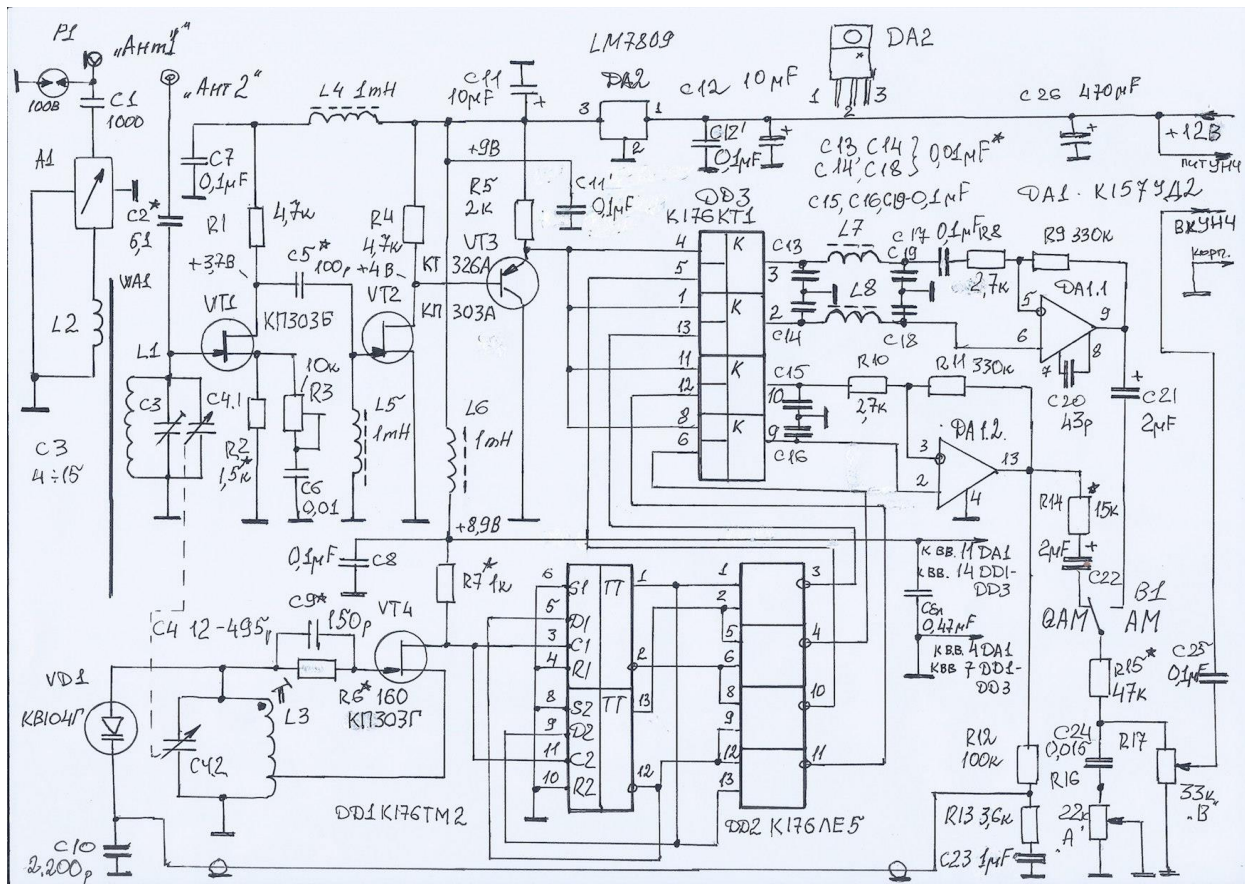
Урна с прахом Серафима Александровича Иванова покоится на Новом Донском кладбище в Москве.

За историческое фото — благодарность Михаилу Кутюмову (UA1QV) и Галине Ивановне Погодиной (г. Вологда).

Приёмник и передатчик с квадратурной АМ – QAM

Михаил Белов R2ATK

Пояснения к принципиальной схеме приёмника с синхронным детектированием по схеме RA3AAE



Входные контура приёмника рассчитаны на подключение внешних антенн – гнездо “Ант1” (коаксиальный разъём любого типа) для антенн типа: Delta Loop, диполь на 160 м и т.д. питаемые по коаксиальному кабелю с сопротивлением $50 \div 100$ Ом. При необходимости, входной сигнал регулируется аттенкуатором А1 с максимальным затуханием ≈ 20 dB. Гнездо “Ант2” – для коротких антенн – штыря, провода длиной $2 \div 4$ м. Основной вариант – ферритовая (магнитная) антенна WA 1 от р/п VEF-12 (201, 202 и т.д.). ДВ катушки удаляются. В качестве L2 применяется штатная катушка связи СВ. Входной контур L1, C3, C4.1 (C4.1 – C4.2 – двухсекционный КПЕ $12 \div 495$ пФ). Гетеродин приёмника работает на учетверённой частоте по отношению к частоте входного сигнала, поэтому гетеродинный контур C4.2, L3, VD1 должен перестраиваться в диапазоне $\approx 2.080 \div 6.450$ кГц для принимаемых частот $\approx 520 \div 1611$ кГц. В нашем случае катушка L3 содержит 38 витков на гладком каркасе $\varnothing 6$ мм. с подстроечником 100НН. Отвод от 10-го витка, считая от заземлённого (холодного) конца.

В схему RA3AAE добавлен ещё один каскад УВЧ на полевом транзисторе КП303Б. Усиление каскада (глубина ООС) регулируется подстроечным

резистором R3. Питание каскада – через фильтр C7L4. Элементы связи со вторым каскадом УВЧ: C5, L5 (фильтр, ослабляющий сигналы ниже 500 кГц).

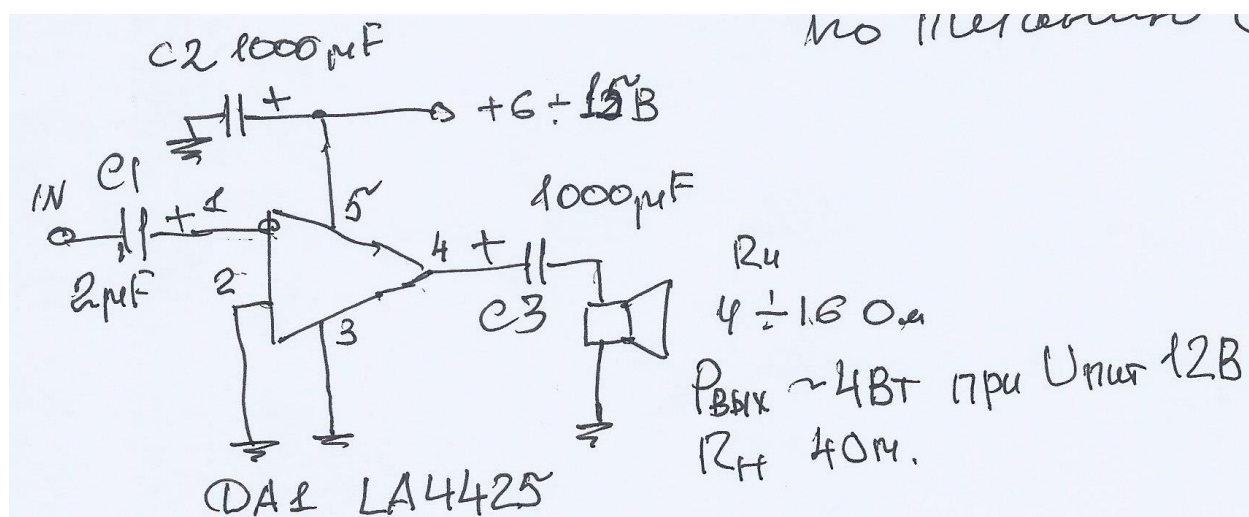
Для питания УВЧ (VT1 - VT3), гетеродина VT4, микросхем цифровой части приёмника DD1-DD3, микросхемы ОУ DA1, применена микросхема DA2 – стабилизатор напряжения 9 В типа LM-7809.

На выходе смесителя установлены фильтры нижних частот (ФНЧ), которые определяют селективность приёмника по соседнему каналу. На верхнем по схеме ОУ DA1.1 выполнен УНЧ канала АМ. Элементы фильтра с частотой среза 9 кГц: C13, C14, L7, C14, C18, L8. На второй половине ОУ DA1.2 выполнен усилитель постоянного тока, с выхода которого напряжение автоподстройки подаётся на варикап VD1 для работы цепи ФАПЧ. ФНЧ здесь упрощенный, и содержит только конденсаторы C15C16. Но когда мы используем DA1.2 предусилителем УНЧ для режима QAM, на входе желательно установить такой же ФНЧ, как и в канале АМ.

Конденсаторы фильтров C11, C11.1 и C12, C12.1 устанавливаются рядом с выводами DA2. L6, C8 – фильтр в цепи питания гетеродина и ИМС DD1-DD3; DA1. Катушки фильтров L7, L8 имеют индуктивность около 125 мН, намотаны на двух кольцах М2000НН К16х8х5, провод ПЭЛ 0,15 около 100 витков. При монтаже цифровой части приёмника на DD1-DD3 следует установить блокировочные конденсаторы на линии питания “+9 В” ёмкостью $\approx 0,1 \div 0,3 \mu\text{F}$ типа КМ-5, КМ-6.

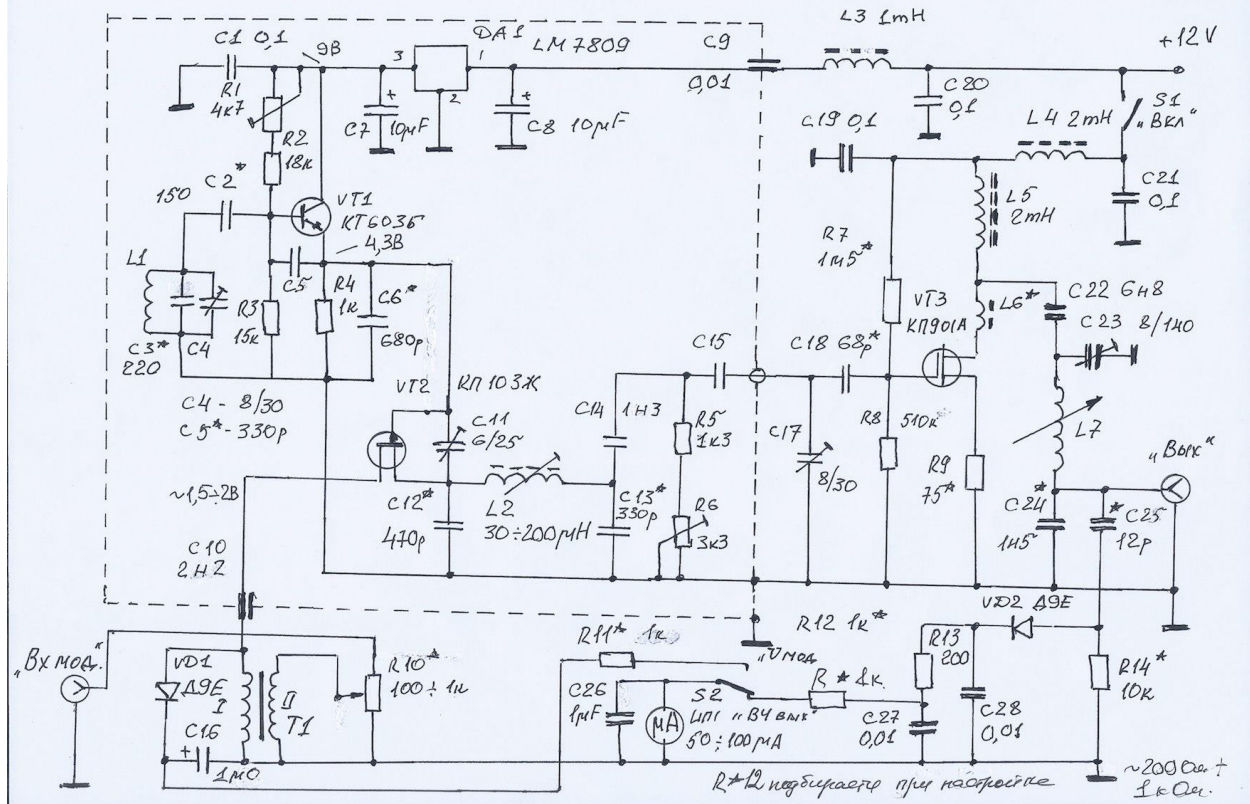
R17 (гр.“В”) – регулятор громкости; R16 (гр.“А”) – регулятор тембра ВЧ (завал выше 7 кГц). R15* – $47 \div 100 \text{ кОм}$ в зависимости от чувствительности УНЧ. R14* – $15 \div 33 \text{ кОм}$ для выравнивания громкости в режимах QAM и АМ.

Оконечный УНЧ к этому приёмнику можно использовать практически любой, с чувствительностью $\approx 50 \div 100 \text{ мВ}$ и полосой $63 \div 10.000 \text{ Гц}$. Выходная мощность желательно $1,5 \div 4 \text{ Вт}$, чтобы можно было использовать качественные акустические системы на динамиках типа ЗГД-38, 4ГД-28, 4ГД-35 и т.д. В нашем случае применён УНЧ на ИМС К174УН7, питаемый напряжением $12 \div 14 \text{ В}$ от АКБ или сетевого адаптера. Возможно также применение ИМС УНЧ типа LA4425. Схема её включения крайне проста – разделительные конденсаторы по входу и выходу (C1,C3) и блокировочный по питанию (C2).



Пояснения к принципиальной схеме передатчика.

Поляков В.Т. РА3 ААЕ Схема принципиальная ПЕРЕДАТЧИКА с ДАМ.
Белов М.А. R2 АТК



Контурная катушка L1 намотана проводом ПЭЛШО 0,41 на гладком каркасе $\varnothing 6$ мм без сердечника. Число витков для частот $980 \div 1134$ кГц около 50-ти (подбирается при настройке). Мотать следует с натяжением виток к витку. После намотки покрыть клеем БФ-2 и высушить в течение суток.

Конденсаторы C2, C3, C5, C6 – типа КСО-1, группа "Г".

Конденсаторы C9, C10 – проходные КТП с креплением в отверстие гайкой.

L2 – вариометр с индуктивностью от 30 до 200 μH (можно катушку на каркасе $\varnothing \approx 6 \div 8$ мм с подстроечным сердечником $400 \div 600 \text{ нН}$).

L3, L4, L5 – готовые дроссели на ток не менее 200mA, L6 – 3÷4 витка любого провода $\varnothing 0,4 \div 0,7$ мм на кольце $\varnothing 6$ мм. (если каскад не будет возбуждаться на УКВ, то можно не ставить).

Блокировочные конденсаторы C1, C19, C20, C21, C26, C27, C28 типа КМ. Конденсаторы П-контура: C23 – тип КПВ 8/140 пФ; C24 – КСО-2, КТ-2; C25 – КТ-1, КТ-2, КД.

Катушка П-контура изготовлена на базе регулятора размера строк от старых ч/б телевизоров проводом ПЭЛШО 0,41 до заполнения каркаса.

Модуляторный трансформатор Т1 применён готовый, типа ТОТ. НЧ-вход модулятора рассчитан на подключение к низкоомному выходу "наушники" ($16 \div 100$ Ом) любой звуковоспроизводящей аппаратуры: магнитофоны, CD-плееры, FM-радиоприёмники с уровнем сигнала около 1 В.

Монтаж и настройка.

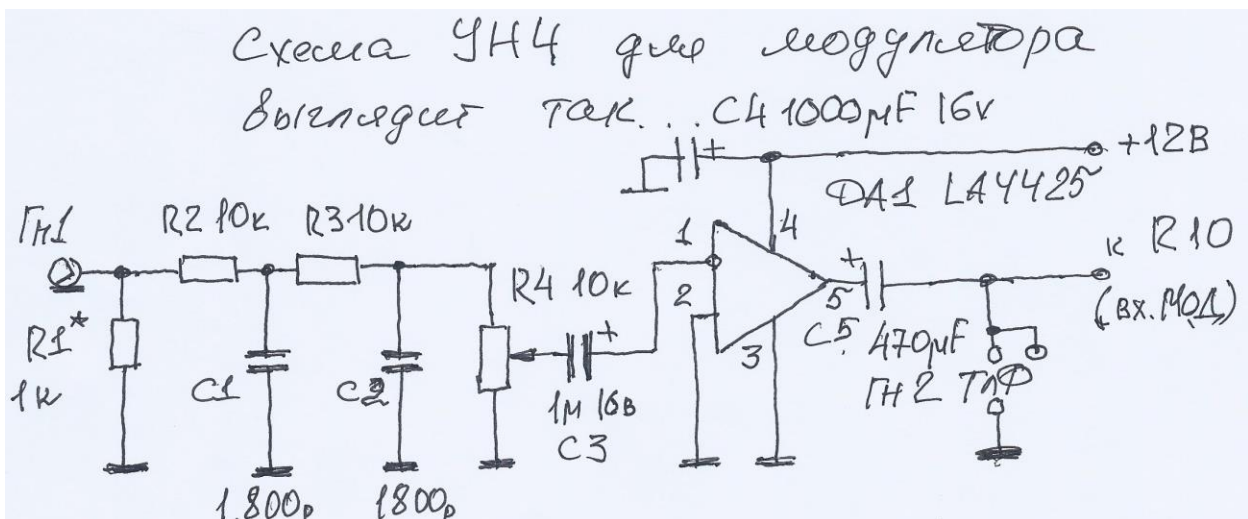
К выходу QAM-модулятора, рассчитаному и описанному Владимиром Тимофеевичем Поляковым, подключён выходной (буферный) каскад на полевом транзисторе VT3 КП901А с параллельным питанием стока через катушки L4, L5 по постоянному току.

Для согласования с нагрузкой применён П-контур C23, L7, C24, процесс настройки контролируется прибором ИП1 в положении переключателя S2 “ВЧ выход”, а в положении “U мод.” контролируется входной НЧ сигнал (оптимальная глубина модуляции).

Резистором R10 и регулятором громкости источника сигнала, устанавливается необходимый уровень сигнала.

Цепи индикатора по НЧ – VD1, C16, R11. По ВЧ – R14, C25, VD2, C28, R12, R13.

При желании повысить чувствительность модулятора по НЧ-входу до $150 \div 250$ мВ можно применить любой УНЧ на ИМС типа К174УН4, транзисторах или как в нашем случае, на LA4425, которая устанавливается на радиатор площадью 10 кв.см. Это позволяет использовать в качестве источника сигнала линейный выход магнитофона, УКВ ЧМ тюнера или CD-проигрывателя.



На входе УНЧ перед регулятором уровня модуляции R4, устанавливается фильтр с частотой среза ≈ 8 кГц.

ГН1 – разъём типа “тюльпан” для подключения источника НЧ сигнала. ГН2 – телефонное гнездо “3,5” для подключения головных телефонов (слуховой контроль). Оба наушника включаются параллельно.

Видео: [Демонстрация работы передатчика и приёмника с квадратурной АМ модуляцией – QAM](#). Комментарий к видео [Владислава Евстратова RX3ALL](#):

В отдельных кадрах для записи звука использовался профессиональный рекордер ZOOM F8N с высокочувствительными микрофонами. Однако, вся “беда” в том, что у Михаила R2АТК все приёмники отлично настроены и имеют великолепное звучание. Если провести сравнение с серийным АМ приёмником, то разница в качестве звучания АМ и QAM будет ещё более заметна. [CQ-QRP #66](#)

Вопрос одного из первых читателей и ответ

Пока номер журнала готовился к публикации, уже поступил вопрос от прочитавшего статью. Разумеется, им мог быть только член редколлегии.

Вопрос: Возник вопрос: как будет себя вести синхронный приемник при прослушивании дальних станций, подверженных замираниям? Наверное будет происходить периодический срыв и захват слежения с соответствующими звуковыми эффектами? 73! *Дмитрий UR4MCK*.

Ответ: Дима, вопрос в самую точку! В киноролике видно и слышно: когда мы крутили настройку, было много слабых свистов "Ти-и-у-у-(нулевые биения)-у-у-и-и...". Они хорошо знакомы всем, кто гулял по эфиру с телеграфным приемником (любым, ПП, супер с ТЛГ гетеродином). Я очень удивился – этих слабых станций вообще не слышно на АМ приемник! Хотя прекрасно знал, что если АМ станцию вообще не слышно (она ниже порога детектирования и под шумом), то включи ТЛГ гетеродин, и, чаще всего, удастся услышать несущую по биениям. Это не выходит, когда уж совсем нет прохождения, никакого. У нас в эксперименте было предвечернее время, когда в АМ дальних станций еще совсем не было слышно, но их слабые несущие уже появились (поглощение в слое D, сильное днем, к вечеру ослабло, а ночью исчезнет совсем, и пойдут DX, отражаясь от слоя E).

Это был панегирик CW – телеграфом удастся принять очень слабые сигналы. Теперь о ФАПЧ. Гетеродинный приемник вообще не имеет порога – он линейный! Отношение сигнал/шум в нем не ухудшается от входа до выхода, поэтому и слышны слабые биения. ФАПЧ тоже линейна по амплитуде сигнала, и это делает полосы захвата и удержания пропорциональными амплитуде входного сигнала A_c . Например, если A_c была 1 мВ на магнитной антенне и полоса захвата была ± 1 кГц (цифры с потолка, никто не мерил, но примерно так), то при $A_c = 1$ мкВ полоса захвата будет ± 1 Гц. Ее трудно заметить, проскочив нулевые биения, но она есть! Другое дело, что шума эфира в полосе ЗЧ 10 кГц будет микровольт 10, но в полосе ФАПЧ, скажем 1 Гц, шума будет в корень из отношения полос, в 100 раз меньше, т.е. 0,1 мкВ. Вот почему я утверждаю, что ФАПЧ будет работать даже тогда, когда сигнала ЗЧ вообще не слышно! Проблема полностью снимается с переходом на синтезаторы, кварц дает стабильность 10^{-6} , а это 1 Гц на 1 МГц.

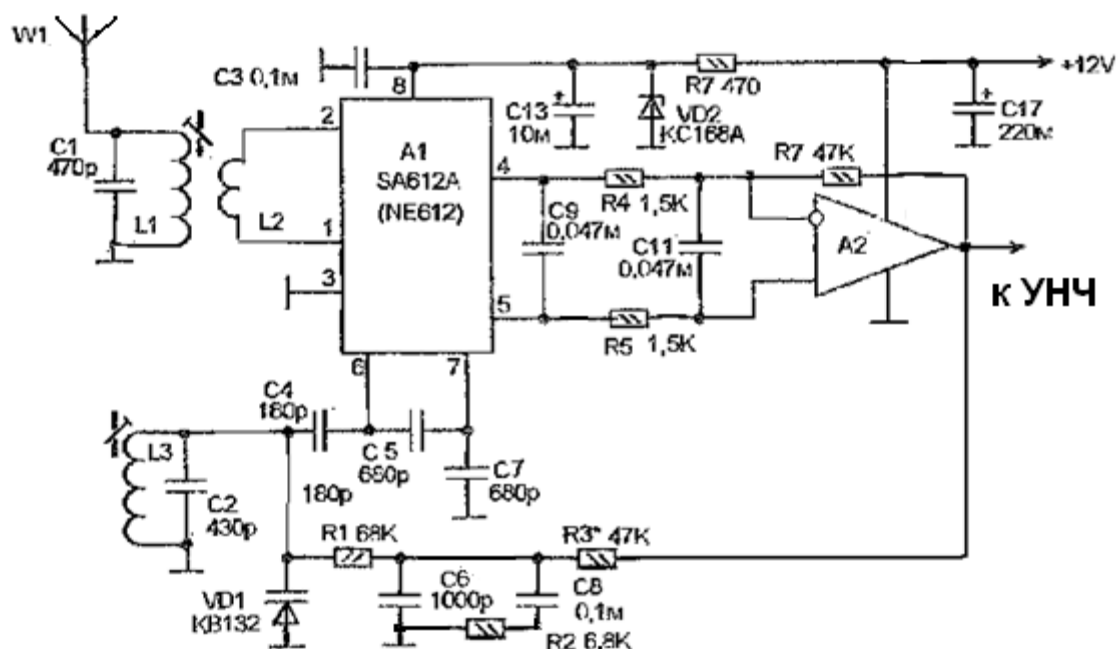
Теперь о федингах. Если плавный гетеродин настроен неточно, то будут и срывы и новые захваты. А если точно, в нашем примере ± 1 Гц, то никаких срывов не будет даже при сигнале 1 мкВ, закопанном на 20 дБ под шумом эфира. Более того, у ФАПЧ с ПИФ есть память – конденсатор в ПИФ заряжается при сильном сигнале и хранит заряд некоторое время, поддерживая частоту гетеродина равной частоте сигнала. Время хранения обратно пропорционально полосе ПИФ и может достигать секунд. Есть ПИФы на ОУ, которые вообще дают нулевую ошибку по фазе и имеют очень большое время хранения. Про ФАПЧ тома написаны, но о памяти ФАПЧ мало кто знает. Когда дело дойдет до навигации, именно такие системы и будут использованы. Пока же имеет смысл поэкспериментировать с плавными гетеродинами, чтобы выявить все особенности, подводные камни и пр. Поле исследований здесь огромно. *РАЗААЕ* *CQ-QRP #66*

Гетеродинный приемник для QAM (проект)

Владимир Поляков RA3AAE

Этот проект направлен на развитие телефонной связи с применением квадратурной амплитудной модуляцией (КАМ, QAM) и привлечение к ней максимального числа радиолюбителей-коротковолновиков, наблюдателей, Си-Бистов и «свободных» радиовещателей. Он предусматривает эксперименты с гетеродинным приемником, оснащенным системой ФАПЧ на диапазонах СВ 0,5...1,5, КВ 1.5...3,5, 3.5...3.8 или Си-Би 26...28,5 МГц. Отличаться будут только данные контуров входной цепи и гетеродина. Про КАМ, особенности и достоинства этого вида модуляции читайте в предыдущих номерах CQ-QRP.

Описание. Приемник собран на двух ИМС – дважды балансном смесителе (SA612 или K174ПС1) и любом операционном усилителе (ОУ). Предполагаемая схема:



Как видим, приемник предельно прост (усложнить никогда не поздно) и содержит всего два контура: входной L1C1 и гетеродинный L3C2. На низкочастотных диапазонах катушкой L1 может служить ферритовая магнитная антенна. При необходимости плавной перестройки вместо C1 и C2 используют секции КПЕ с параллельно подключенными подстроечными или «растягивающими» конденсаторами. Для улучшения сопряжения индуктивности и емкости контуров желательно выбирать одинаковыми. Для компенсации емкости антенны (6...10 пФ на 1 метр длины провода) уменьшают емкость C1. Можно использовать и магнитную рамочную антенну вместо L1. Поскольку контура настроены на одну и ту частоту, желательно максимально ослабить связь между ними. Катушку гетеродина L3 лучше всего экранировать.

Через катушку связи L2 сигнал подается на смеситель A1. Катушка связи может содержать от 1/5 до половины числа витков контурной L1. Гетеродин собран на нижних, токозадающих транзисторах МС A1 по схеме емкостной трехточки.

Обратная связь подается через емкостной делитель C4C5C7. Емкости делителя и варикапа тоже следует учитывать при проектировании контуров приемника. Точную подстройку гетеродина на частоту сигнала осуществляет варикап VD1 любого подходящего по емкости типа. При недостаточной емкости несколько варикапов включают параллельно.

Синхронно продетектированный НЧ сигнал через простейший ФНЧ R4R5C9C11 поступает на вход ОУ А2 любого типа. Его усиление определяется резистором R7 и возрастает при увеличении его сопротивления. Цепи коррекции ОУ на схеме не показаны, их надо взять из справочника для имеющегося конкретного типа. С выхода ОУ звуковой НЧ сигнал подается на любой УНЧ (через разделительный конденсатор и регулятор громкости), а постоянная составляющая через пропорционально-интегрирующий фильтр (ПИФ) R2R3C8 подается на варикап, замыкая петлю ФАПЧ. Дополнительная цепочка R1C6 убирает ВЧ составляющие.

При захвате сильных сигналов в петлях ФАПЧ возможно самовозбуждение. Оно устраняется включением резистора R2 1...10 кОм последовательно с интегрирующим конденсатором C8 0,1мкФ, что и превращает фильтр в пропорционально-интегрирующий (ПИФ), и стабилизирует петлю ФАПЧ. Подробнее об этом написано в книге «Радиовещательные ЧМ приёмники с фазовой автоподстройкой» –М., Радио и Связь, 1983. Большинство схем УКВ приемников с ФАПЧ, описанных в ней, можно использовать и на КВ, и даже на СВ, изменив данные контуров и увеличив постоянную времени ПИФ, поскольку при КАМ, в отличие от ЧМ, не надо отслеживать быстрые изменения частоты.

Совместимость приемника с другими видами модуляции.

CW и SSB. Слабые телеграфные сигналы будут слышны на этом приемнике безо всяких переделок, при расстройке гетеродина относительно частоты сигнала, скажем, на 1 кГц, когда захвата частоты еще нет. Устранить захват сильными сигналами легко, установив переключатель QAM/CW, перекидывающим правый вывод R3 с выхода ОУ на движок потенциометра точной подстройки, на крайние выводы которого подано напряжение питания. Такая подстройка особенно полезна при приеме SSB. Приемник будет работать как гетеродинный, без ФАПЧ.

AM. Для нее приемник подходит менее всего, но AM станции слушать можно, по некоторым отзывам, даже с лучшим качеством, чем на обычный детектор огибающей, Надо настроить приемник до захвата несущей AM станции, затем немного расстроить его в любую сторону, но так, чтобы несущая оставалась в полосе удержания ФАПЧ. При этом сдвиг фаз между несущей и гетеродином уже не будет равен 90° и на выходе появится синхронно демодулированный AM сигнал. Чем-то это напоминает прием ЧМ на AM приемник с расстройкой.

ЧМ и ФМ. Прежде замечу, что ЧМ в чистом виде никогда не используют, ни в РВ, ни в связи. Всегда поднимают высокие звуковые частоты перед модулятором, что делает примерно одинаковым индекс модуляции (отклонение фазы в радианах) на всех звуковых частотах, и превращает ЧМ в ФМ. Для узкополосной ФМ (как в Си-Би связи) приемник годится без переделок, а для широкополосной ЧМ надо уменьшить постоянную времени ПИФ (емкости конденсаторов C6, C8). **CQ-QRP #66**

Радиосвязь на частотах ниже 9 кГц

Игорь Лавриненков R2AJA

В этой статье рассказывается о радиолюбительских экспериментах по передаче информации на сверхнизких частотах. В литературе они могут обозначаться как Very Low Frequencies (VLF).

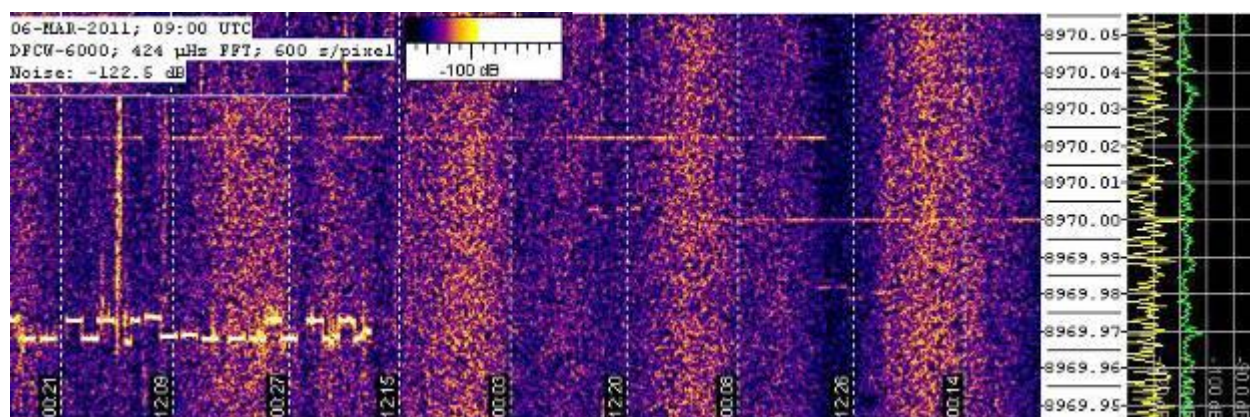
Не существует официального радиолюбительского диапазона для VLF, однако международный союз электросвязи (ITU) не рассматривает волны с частотами ниже 8.3 кГц и не регламентирует их использование. При этом некоторые любители получают специальные исследовательские лицензии для работы с данными частотами.

Диапазон мечтателей или «Dreamers's Band» охватывает в Великобритании частоты от 8.7 до 9.1 кГц. Эта полоса частот, выделена для экспериментального использования посредством «Уведомления об изменении лицензии любительского радио». Несколько британских станций работают на VLF в соответствии с данным уведомлением. В Европе, где лицензионные ограничения менее обременительны, похоже, что все больше станций становятся активными на этих частотах.

Некоторые радиолюбители подключают свои приемники к Интернету, чтобы передающие станции и наблюдатели могли видеть, кто и где сейчас принимается.

Отметим, что длина волны на таких частотах свыше 30 км, поэтому любая любительская антенна будет слишком короткой, её КПД низким, а эффективная излучаемая мощность очень малой.

В качестве приемника таких низкочастотных сигналов как правило используется аудиокарта компьютера с программой, способной долговременно накапливать сигнал, например, «Spectrum Lab». Полосы сигналов на VLF могут занимать доли герца, что требует высокой стабильности и точности настройки на частоту. Обратите внимание на окно обзора частот, показанное на изображении [1].



Для лучшего излучения сигналов на VLF стараются:

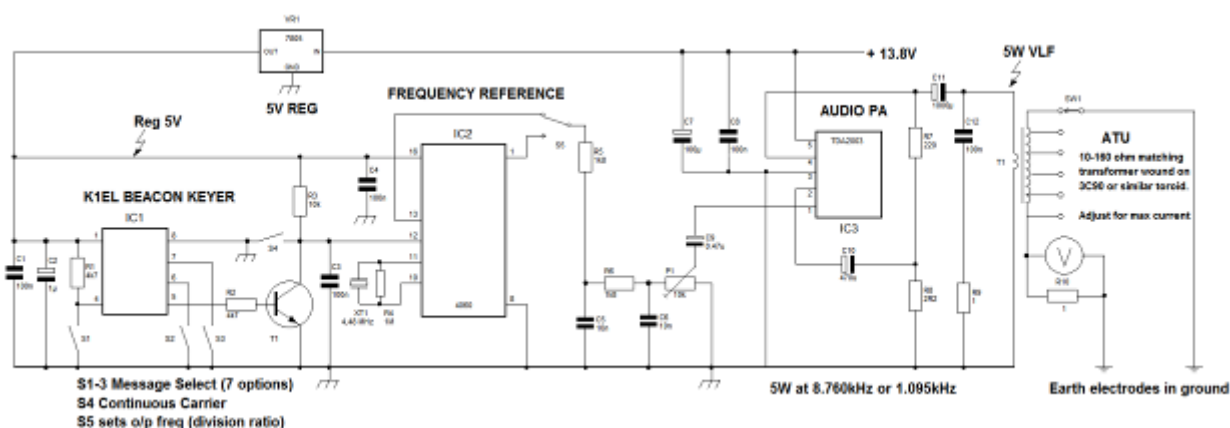
- Увеличить длину антенны насколько возможно;
- Максимально стабилизировать частоту, вплоть до единиц мкГц;

- Увеличить излучаемую мощность;
- Оптимизировать согласующее устройство;
- Оптимизировать систему заземления.

Рекомендации знакомы любителям QRSS и радиолюбителям в целом, однако на VLF выполнить их удастся не многим.

Применительно к частотам ниже 9 КГц также можно рассматривать возможность передачи сигналов в земной поверхности.

Роджер, G3XBM, предлагает для формирования сигнала использовать управляемый кварцевый генератор, выходная частота которого многократно делится для получения частоты 8.760 кГц. Далее низкочастотный сигнал усиливается 10 ваттным аудиоусилителем [2].



Согласование выхода аудиоусилителя предлагается выполнять трансформатором, вторичная обмотка которого подключается к вкопанным или воткнутым в землю электродам.

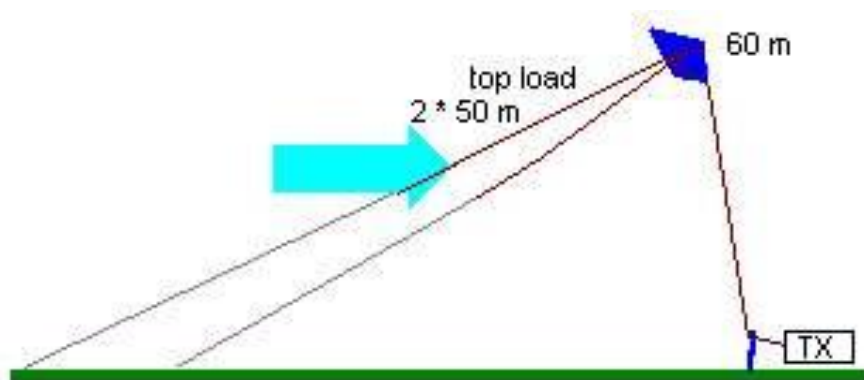


Радиолюбитель DK8KW использует в качестве передатчика прибор для поиска скрытых труб и кабелей «Trassensuchgenerator 81027»

Его генератор работает на частотах от 1030 до 10000 Гц, с выходной мощностью 10 Вт. Имеется встроенное согласующее устройство для активных сопротивлений от 0.7 до 2200 Ом. DK8KW пишет: «Я настроил данное устройство на частоту 8930 Гц, и подключил его к антенне длиной 18 метров через согласующую катушку с индуктивностью около 0.6 Гн. Для её намотки я использовал U-образный ферритовый сердечник. Переменный ток в антенне составил 130 мА.

Эффективную излучаемую мощность (ERP) можно оценить, как 1 мкВт. Услышать этот сигнал я смог с расстояния 1000 метров на антенну – луч, длиной 3 метра, используя FT-817 и конвертер «Datong».

Один из пионеров работы на сверхнизких частотах – Стефан, DK7FC, запустил для поднятия выше излучающей антенны воздушный змей. Два отрезка лееров, на которых поднят змей, длиной по 50 м, служат верхней емкостной нагрузкой этой необычной антенны.



Катушка на фото обладает индуктивностью 2.3 мГн.

Принявшие QRSS сигнал со «змея» станции на расстоянии не менее 200 км показаны на карте. Как видим, передачу приняли даже на севере Атлантики и на Ближнем Востоке.



Для работы на ультранизких частотах следует применять специальное программное обеспечение «EbNaut Coherent BPSK» для максимальной эффективности использования канала связи, естественно, с применением помехоустойчивого кодирования [3].

В мае 2014 года Маркус, DF6NM и Поль Николсон провели в Англии эксперимент, в котором передали на частоте 8.27 КГц 46 бит информации за 132 минуты на расстояние 1028 км. Эффективная излучаемая мощность (ERP) составила около 10 мкВт. Они использовали двоичную фазовую модуляцию, реализованную на механическом реле. Каждый передаваемый символ «0» или «1» длился около 30 секунд. Поль Николсон подготовил корректирующий код (FEC) специально под эти эксперименты, а также декодирующую программу для компьютера <http://abelian.org/fec/>.

В данной передаче необходимое отношение сигнал/шум составило -57 дБ в полосе 2500 Гц, скорость передачи 0.0058 бит/с, а необходимое соотношение энергии бита к спектральной плотности шума E_b/N_0 получилось около -1 дБ, что близко к теоретическому пределу Шеннона (-1.59 дБ) [4].

А уже в декабре 2014 был описан опыт трансатлантической связи на частоте 8.822 КГц. Радиоловитель Джо Декстер, W4DEX, (США) выполнял передачи когерентной двоичной фазовой манипуляцией с использованием кодирования, а Поль Николсон в Тодмордене (Великобритания) принял сообщение из четырёх букв: «EM95». Эффективная излучаемая мощность составляла 150 мкВт, E_b/N_0 около -0.8 дБ, длительность бита – 9 секунд. [5]

К наблюдениям и работе в данном диапазоне волн подключаются и российские радиоловители.

Александр Кудрявцев, RN3AUS, разработал аппаратную приёмную часть для данного диапазона, включающую активную антенну, узел сопряжения с



компьютером, устройство калибровки аудиокарты по GPS, а также подзаряжаемый аккумуляторный источник питания.

В 2016 году для новых экспериментов Стефан, DK7FC, подвесил полотно антенны, длиной 70 метров на высоте 30 метров, между крыш двух зданий. Для согласования была изготовлена катушка диаметром 250 мм, содержащая 2250 витков эмалированного провода диаметром 0.4 мм.



Активное сопротивление катушки получилось около 250 Ом, а индуктивность около 0.3 Гн. Подводимая к антенне мощность составила 260 Вт, а излучаемая в эфир мощность была оценена как 450 мкВт.

Александр, RN3AUS, размесил своё оборудование в тихом загородном месте и с 28 января 2017 Российская приёмная станция VLF начала свою работу. 29 января была зафиксирована несущая передатчика DK7FC, а в течение февраля 2017 года приняты простые сообщения, подтверждающие передачу и приём на 8270 Гц. Приемное оборудование и методики настройки программ для VLF описаны Александром в журнале «Радио» [6,7,8].

Добавим здесь, что приёмная антенна может быть выполнена в виде рамки с активным маломощным усилителем. На фотографии ниже показана экранированная рамочная антенна RA3GZK, с активным усилителем, смонтированным у основания экрана рамки.

В настоящее время обсуждения по теме VLF можно посмотреть на форуме радиолюбителей-длинноволновиков [9] <http://136.su/index.php/topic,6.0.html>



Литература:

1. G3XBM, Sub 9kHz Amateur Radio <https://www.sites.google.com/site/sub9khz/> ;
2. G3XBM, VLF Using Earth Mode, <https://www.sites.google.com/site/sub9khz/earthmode> ;
3. EbNaut Coherent BPSK <http://www.abelian.org/ebnaut/> ;
4. Signal/noise ratio of digital amateur modes <http://pa3fwm.nl/technotes/tn09b.html>;
5. 25 Character BPSK message received by Paul Nicholson, Todmorden, UK http://w4dex.com/vlf/8822hz_dec14/ ;
6. Кудрявцев А. Знакомимся с диапазоном сверхдлинных волн. – Радио, 2015, №1, с.61-63
7. Кудрявцев А. Аппаратура для наблюдений в диапазоне сверхдлинных волн. – Радио, 2015, №2, с.60-63; №3 с.61,62.
8. Кудрявцев А. Дальний приём сигналов любительских радиостанций на частоте 8270 Гц. – Радио, 2017, №11, с.61-64; №12 с.55,58.
9. Форум радиолюбителей ДВ. Эксперименты на 8.97 кГц <http://136.su/index.php/topic,6.0.html>
10. DK7FC, <http://qrz.com/db/dk7fc>
11. RN3AUS, <http://rn3aus.narod.ru/>

е-mail автора – r2aja@mail.ru, сайты: <http://lavrinenkov.blogspot.ru>
<http://lis-multimedia.narod.ru>

Трехдиапазонный СВ-трансивер «Полевик-С»

Владислав Жигалов R2DNN

Увлекаясь минималистическими конструкциями, иногда приходишь к порогу, где заканчивается минимализм: конструкции становятся более удобными в использовании, но и более сложными.

Трансиверы прямого преобразования «Полевик» [1, 2, 3] заслужили интерес со стороны любителей-экспериментаторов – простая схема, недорогие детали, да и характеристики получаются интересные, позволяющие реально работать в эфире, а не только паять и экспериментировать. Характерная черта «Полевика» - двухтактный выходной каскад, служащий одновременно усилителем мощности, удвоителем частоты и смесителем, он собран на двух полевых транзисторах с изолированным затвором. В простейшем включении [2] сигнал при приёме снимается с истоков, а при передаче истоки заземляются.

В описываемой трехдиапазонной конструкции на 20/40/80 м в качестве гетеродина я применил цифровой синтезатор на микросхеме Si5351. Вначале был опробован тот же простой способ включения смесителя, как и в предыдущих схемах. Однако приём трансивера оказался довольно шумным. По совету В.Т. Полякова при приёме со стоков смесителя было убрано напряжение питания, а исток был соединён с землёй. Шума стало заметно меньше (он шёл по питанию с цифровой части), и в итоге получилась практически оригинальная схема «Полевика» в части питания и переключения RX/TX [1] – рис. 1.

Аналоговая часть

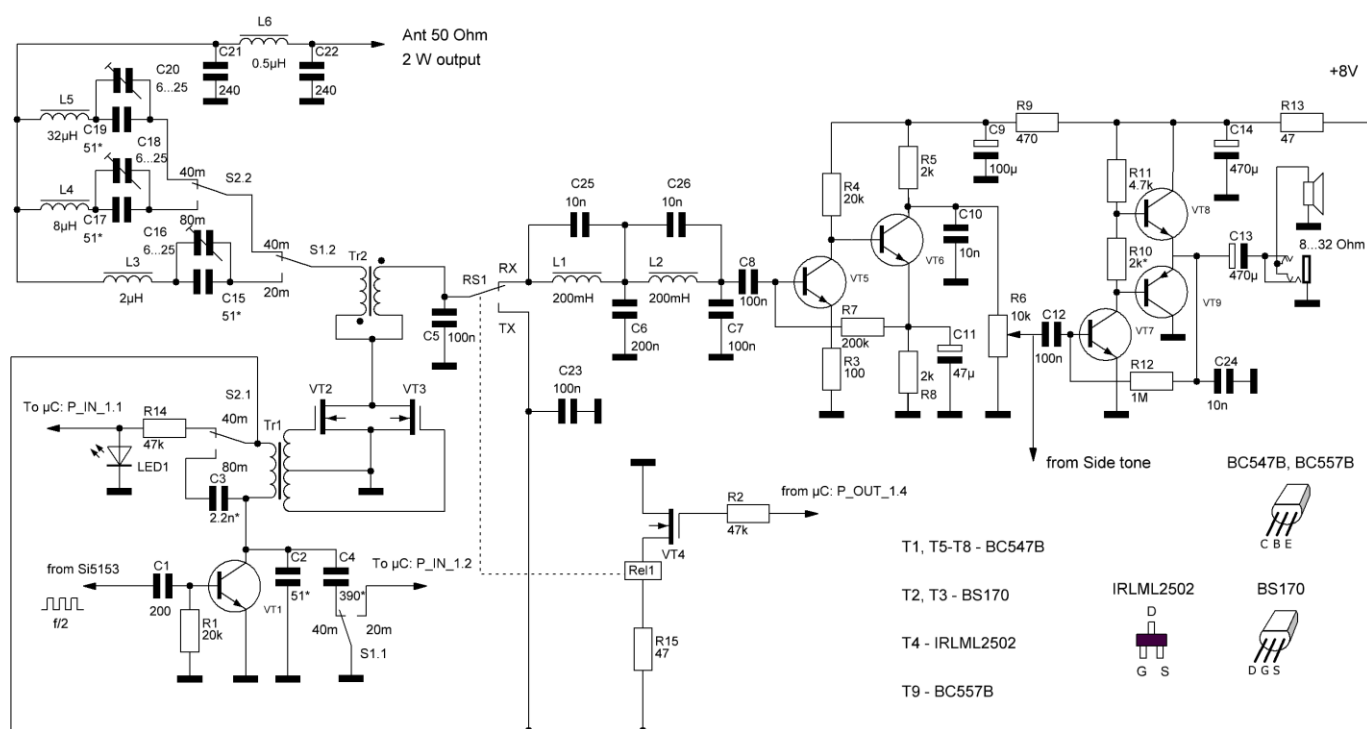


Рис. 1. Схема аналоговой части трансивера.

С цифрового синтезатора поступает меандр половинной частоты. Контур в коллекторе транзистора VT1 выделяет основную гармонику, причём контур перестраивается в резонанс конденсаторами C2, C3, C4 при переключении диапазонов. Переключение делается двухсекционными тумблерами S1 и S2, вторые секции переключают выходные контуры C15C16L3, C17C18L4, C19C20L5. Также для обрезания гармоник на выходе применён общий на все диапазоны П-фильтр C21L6C22, он настроен на частоту среза 18 МГц.

В трансформаторе Tr1 первичная обмотка работает индуктивностью в контуре, обеспечивающем синусоидальный сигнал, а вторичная обмотка с заземлённой серединой открывает поочередно транзисторы VT2 и VT3 смесительного/выходного каскада, удваивая частоту. Контакты реле RS1 в режиме приёма соединяют смеситель с ФНЧ и далее с УНЧ, а в режиме передачи подают на стоки напряжение питания через широкополосный трансформатор Tr2.

Фильтр низкой частоты по характеристикам выбран как компромисс между избирательностью, необходимой для работы телеграфом, и возможностью принимать также SSB – его частота среза выбрана около 1500 Гц, дополнительные конденсаторы C25, C26 делают спад частотной характеристики более резким.

УНЧ обеспечивает громкоговорящий приём, и может также работать с наушниками.

Выходная мощность трансивера при передаче составляет около 2 Вт.

Цифровая часть

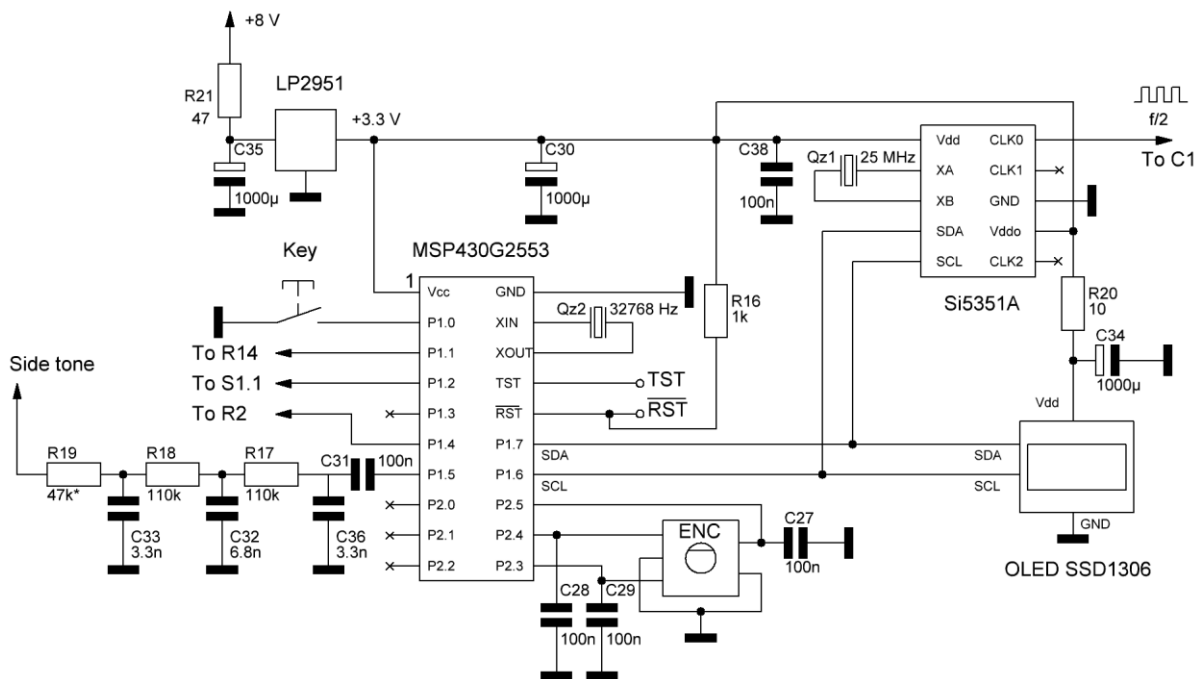


Рис. 2. Схема цифровой части трансивера.

В основе синтезатора частоты – микросхема Si5351, управляемая микроконтроллером MSP430G2553. Данный микроконтроллер не назовёшь

распространённым, вместо него подойдёт любое решение на Arduino с минимальными доработками (надо помнить про то, что частота на выходе в 2 раза ниже, чем отображается на дисплее). Замечу об особенности переключения диапазонов. Переключение делается с помощью тумблеров, микроконтроллер оповещается о выбранном диапазоне подсоединением двух его цифровых входов: P1.1 с помощью S2.1 - к цифровой единице (синий светодиод LED2 обеспечивает уровень не выше 2,5 В), P1.2 с помощью S1.1 - к нулю (к земле). Когда эти входы не соединены с 1 или 0 по схеме, они «подтянуты» в противоположные стороны внутри микроконтроллера.

Выбранная частота (умноженная на 2) отображается на OLED дисплее, настройка идёт энкодером. Коммутация приём/передача управляется через микроконтроллер. Телеграфный ключ замыкает цифровой вход микроконтроллера P1.0 на землю. Микроконтроллер включает RIT (обеспечивающий смещение 600 Гц вниз) и подаёт единицу на выход P1.4, открывающий VT4, который включает обмотку реле. Одновременно с этим с таймера 600 Гц подаётся меандр на ещё один цифровой выход P1.5 через RC-фильтр в УНЧ – это сигнал самоконтроля. Шаг изменения частоты переключается кнопкой энкодера.

Несмотря на то, что питание при приёме не подаётся на смеситель, фильтрация цепей питания цифровой части всё же оказалась необходима. Дело в том, что применённый небольшой OLED-дисплей SSD1306 оказался с непростым характером: его потребление тока импульсное, и гул частотой в десятки герц проникал в приёмную часть по питанию. Пришлось ставить развязывающие RC-цепи. При применении более спокойного в питании ЖК-дисплея (например, Nokia) такая фильтрация будет не столь критична.

Детали, настройка и конструкция

Основные характеристики трансивера – чувствительность приёмной части и мощность передающей - определяются режимом работы смесителя. Здесь можно экспериментировать с амплитудой переменного напряжения на затворах. В описываемом варианте оптимальной оказалась амплитуда 8 В при настроенном в резонанс контуре в коллекторе буферного каскада на VT1. Такая амплитуда обеспечивает выходную мощность около 2 Вт при относительно низком уровне шума при приёме (речь о шуме – прежде всего про диапазон 20 м). Радиаторы на BS170 необходимы, подойдут тонкие алюминиевые пластинки, обжатые по форме корпусов транзисторов и одеваемые на них с натягом.

Трансформатор Tr1 мотается на ферритовом кольце с проницаемостью 50 и размерами 16x8x6 мм. Первичная обмотка 8 витков, вторичная – 18 витков с отводом от середины. Конденсаторы в контуре подбираются по максимальной амплитуде сигнала на коллекторе при сохранении правильной синусоидальной формы. Искажение формы синуса говорит о высоком уровне гармоник, которые, если их оставить, неизбежно попадут на выход трансивера. При настройке контура буферного каскада можно параллельно C2, C3, C4 поставить переменный конденсатор с максимальной емкостью порядка 200...300 пФ и затем заменить его постоянным, проделав эту операцию для каждого диапазона.

Широкополосный трансформатор Tr2 наматывается на любом подходящем ферритовом кольце проницаемостью 2000 и содержит 8 витков двойным слегка скрученным проводом, начало одного провода соединяется с концом второго.

Для лучшего подавления гармоник на выходе и для ослабления паразитного приёма на гармониках можно поставить на каждый диапазон свой выходной П-фильтр, рассчитав фильтры, например, калькулятором [4].

Последовательные контуры рассчитываются исходя из диапазонов: произведение LC будет равно 129, 516, 2064 пФ*мкГн для диапазонов 20, 40, 80 м соответственно. Для удобной регулировки при настройке контуров на диапазоны лучше выбрать ёмкость постоянных конденсаторов примерно в 2 раза больше ёмкости подстроечных (конденсаторы идут в параллель). Далее в зависимости от имеющихся конденсаторов определяют индуктивности L3, L4, L5 и рассчитывают их для имеющихся сердечников, например, через онлайн-калькулятор [5].

УНЧ настраивают подбором резистора R7 для предварительного усилителя (напряжение на коллекторе VT5 – около 1,5 В) и R12, R10 – для оконечного каскада (напряжение на эмиттерах VT8, VT9 должно быть равно половине напряжения питания, а коллекторный ток покоя через них - около 10 мА). При настроенном УНЧ и подключенном синтезаторе, и при настроенном контуре буферного каскада на всех трёх диапазонах настраивают выходные контуры по максимальной выходной мощности на нагрузке 50 Ом, а затем при подключенной антенне – на приём. Для увеличения усиления УНЧ параллельно R3 можно поставить конденсатор 1...2 мкФ.

Этот экспериментальный трансивер был спаян на двух макетках – одна для синтезатора, вторая – для аналоговой части. Корпус от БП компьютера вместил обе платы, а также громкоговоритель (рис. 3).

Тумблеры и синтезатор соединяются с основной платой отрезками экранированного кабеля.

Трансивер потребляет при приёме 40 мА. Ток потребления при передаче зависит от диапазона и составляет 200, 400, 700 мА на диапазонах 80, 40, 20 м соответственно (при питании 8 В). При обязательном наличии радиаторов на выходных BS170 допустимо применять данный трансивер и с напряжением питания 12 В, выходная мощность тогда составит 3...4 Вт. При этом надо заново подобрать резистор R10 в выходном каскаде УНЧ.

Цифровой синтезатор имеет то преимущество, что заботы по точной настройке, стабильности частоты и RIT принимает на себя хорошо повторяемая цифровая часть, и это особенно удобно в многодиапазонных конструкциях. В то же время синтезатор, у которого на выходе меандр, а не синусоида, требует некоторого усложнения схемы, и уводит её из класса минималистических конструкций. Простой выходной каскад «Полевика» работает здесь как топор для каши, зато на основе этого «топора» можно делать самые разнообразные конструкции.



Рис. 3. Конструкция трансивера.

Литература:

1. Поляков В.Т. Смеситель – РА для CW трансивера. CQ-QRP #13 (Август 2006).
2. Горох Д. Трансивер для MAS. CQ-QRP #31 (Лето 2010).
3. Жигалов В. CW трансивер «Полевик 20/40». CQ-QRP #62 (Весна 2018).
4. Онлайн расчёт многозвенных LC-фильтров:
http://vpayaem.ru/information6_1.html
5. Расчет катушки индуктивности на ферритовом кольце:
<http://coil32.ru/calc/ferrite-core.html>

CQ-QRP #66

О прохождении радиоволн диапазона 80 метров

Виталий Тюрин UA3AJO

03.03.19. Продолжил измерения уровней сигнала на частоте 3625 кГц в дневное время. Как и в прошлый раз, моим оппонентом стал Александр Пастухов R2ATY из Внуково, трасса между нами 25 км, но сегодня я слушал его не в 12.15 мск, а в 15.00 мск. Уровень сигнала был на пределе разбираемости и составил не более RS 33. Среднесуточный ход критической частоты области E в зимний период, согласно ионограммам ИЗМИРАН, в этом году находился в пределах 1.7...2.7 МГц, причём минимальные значения относятся к ночному времени, а максимальные – к дневному, обеденному. Только в зимний период можно реально оценить, насколько значительно поглощение земной волны на диапазоне 3.5 МГц. По моим наблюдениям "мёртвая зона" в дневное время достигает 300 и более км, а напряжённость поля земной волны от 100-ваттного передатчика на расстоянии 20 км для условий Москвы и области не превышает 3.0 мкВ/м.

О поглощении земной волны на 3.6 МГц. 4.03.19. Действительно, полноразмерная вертикальная антенна прижимает ДН к горизонту и увеличивает дальность связи земной волной. Однако всё относительно, и речь пойдёт о значительном поглощении радиоволн в диапазоне 3.6 МГц, по сравнению с 1.8 МГц и 1.0 МГц. По моим наблюдениям и по данным графиков из книги [1] следует, что коэффициент поглощения на расстоянии 30 км на 3.6 МГц в 10 раз больше, чем на 1.8 МГц и в 20 раз больше, чем на 1.0 МГц. Антенна наиболее близкого маяка SX на 914 кГц также излучает в зенит, но это не мешает ей в моём Бирюлёвском парке создавать напряжённость земной волны около 0.45 мВ/м при $P = 400$ Вт. Если мощность маяка уменьшить до 100 Вт, напряжённость поля в моём парке уменьшится в два раза и составит не менее 0.2 мВ/м, что тоже неплохо. Но если при тех же 100 Вт увеличить частоту передатчика до 3.6 МГц, напряжённость поля уменьшится в 20 раз и составит не более 10 мкВ/м, что сопоставимо с уровнем шумов на этом диапазоне даже в парке.

О прохождении на 3.6 МГц. Ближнее прохождение на 80-ке удобно наблюдать по проведению ежедневного круглого стола радиолюбителей Москвы и области на частоте 3.625 кГц в 09.00 мск. По результатам регулярных наблюдений можно сделать следующие выводы:

1. Несмотря на ограниченное пространство распространения радиоволн в радиусе не более 50...70 км, трассы с одинаковой протяжённостью, но с различными азимутами в одно и то же время наблюдения, могут значительно отличаться друг от друга по характеру прохождения, с уровнями сигнала от максимума до нуля. Так например, обычно громко звучащий у меня сигнал от RZ3AUM из Строгино, сегодня на круглом столе практически не был слышен, в то же время сигнал его станции хорошо принимал во Внуково R2ATY, причём в любой момент ситуация может поменяться на противоположную. Структура ионосферных слоёв даже в таком ограниченном пространстве заметно не однородна, особенно в зимний период.

2. Также на круглом столе (особенно зимой) удобно наблюдать и за распространением земных радиоволн. Многочисленные наблюдения не только автора, но и Александра Пастухова на этом диапазоне, позволяют сделать вывод о том, что даже с мощностями 100 и более ватт и хорошими антеннами, уровень сигнала чисто земной волны на 80-ке, на трассах более 15-ти км, уже значительно убывает, приближаясь практически к уровню атмосферных шумов.

3. Распространённое в радиолобительской литературе мнение о том, что в дневное время проходят ближние (100-150) км станции, находящиеся в зоне земной волны, считаю ошибочным.

Наблюдения на 80-ке в зимний период провожу в парке на юге Москвы на PL-660.

CQ-QRP #66

Заметки из журналов прошлых лет

Сергей Каргапольцев R2DOC

Передача малыми мощностями на коротких волнах в Центральной радио-лаборатории.

В конце января текущего года в центральной радио-лаборатории Т. З. С. Т. была сделана попытка выяснить, на какое расстояние можно передавать короткими волнами пользуясь в качестве генераторных ламп обычными усилительными лампами Р-5.

С этой целью был собран по схеме проф. Рожанского маленький телеграфный передатчик.

Этот передатчик с двумя такими лампами, работая на антенну в виде вертикального луча в 60 метров вышиной на волне в 40 метров, имел—при анодном напряжении в 240 вольт и 4-х-5-ти ваттах подводимой мощности—около 150—170 миллиампер в антенне.

Первая же пробная работа на нем дала совершенно неожиданные результаты: на его вызов откликнулась станция KPL в Кенигсберге (расстояние 850 километров), которая сообщила о прекрасной слышимости передачи (R-8 по 9-ти балльной системе).

В последующие дни работы удалось связаться с Финляндией (Гельсингфорс), Швецией (Стокгольм) и даже с Англией (Лондон), при чем слышимость в первых двух странах оценивалась также R-8, а в Англии (расстояние 2000 километров) хотя и была значительно слабее R-3, но все-же позволяла обмен сообщениями.

О том, что подобные результаты не являются простою случайностью, можно судить потому, что связь со станцией KPL, с которой ведется регулярная работа, не прерывалась до настоящего времени при чем слышимость работы „r2QW“ (позывные передатчика) в Кенигсберге все время были выше средней (не ниже R-6).

Нужно, конечно, отметить, что передача производилась только в вечерние часы, начиная с 5-ти часов вечера, но и с этим ограничением результаты опытов показывают, какие широкие возможности в смысле связи дает простой любительский передатчик на коротких волнах.

А. Щ.

журнал "Друг Радио" за 1926 год, № 2-3, стр.26

ПРОГРАММА TEST'A QRP.

С целью выяснения возможности связи и характера распространения коротких волн ЦСКВ организует с 1 по 15 июля включительно Всесоюзный test qrp.

1. К участию в test'e допускаются все члены секций, имеющие передатчики и разрешения на них, а также, в качестве наблюдателей, все любители, имеющие коротковолновые приемники и зарегистрированные как РК.

2. Там, где имеются станции коллективного пользования, должны быть построены qrp передатчики и организовано дежурство любителей на все время test'a.

3. В дни, отведенные для работы с qrp, все любительские станции, не работающие на qrp (не участвующие в test'e), должны прекращать работу. Нарушение этого правила ЦСКВ будет рассматривать как неподчинение коротковолновой дисциплине

с соответствующими отсюда выводами. Исключение допускается лишь для передачи особо важных msg и работы с «Х».

4. Для работы в качестве генератора следует употреблять исключительно лампы «Микро» или «МДС».

5. Количество ламп в передатчике не должно превышать двух.

6. Анодное напряжение может быть любое, но не более 160 вольт dc или PAC, обеспечивающ. ток не ниже T 7.

7. Схема передатчика может быть любая.

8. Qrp передатчики коллективных станций (особенно местных секций) желательно сделать приспособленными для «Х»-ов, так как по плану работ местные секции должны делать опыты с «Х»-станциями.

9. Волны для работы применять 20, 40 и 50 метр. band'a.

журнал "Радио Всем" за 1929 год, № 10, CQ SKW, стр. 73

Работа на QRP

Среди многих радиолюбителей-коротковолновиков распространено мнение, что вести связь на расстояниях порядка 500—700 и более километров можно только с мощностями более 30—40 вт. Нет сомнения, что работать на передатчике такой мощности легче, но добиться связи на 1000 и более километров при мощности передатчика в 0,5—1 вт значительно интереснее, да и полезнее.

Летом и осенью прошлого года работая на 80-метровом диапазоне с любительскими радиостанциями, я использовал передатчик мощностью 0,5—0,7 вт с позывным UA3KAF/P. В период с 5 по 24 сентября мной на этом диапазоне было проведено свыше 30 радиосвязей с коротковолновиками СССР и Финляндии.

Среди моих корреспондентов были: UA3CQ, UA3VB, UA4SA, UA4CD, UC2KAB, OH3RY, OH4OC и другие.

Все корреспонденты слышали меня с громкостью от R-5 до R-9. Особенно удачная связь была проведена с радиостанцией UC2KAB, во время которой она слышала мою работу телефоном с RSM 455. Для передатчика мощностью 0,5 вт такая радиосвязь на расстоянии свыше 700 км — вещь довольно редкая! Всех моих корреспондентов удивляло, что мощность моего передатчика не превышала 0,5 вт. Среди дальних связей следует отметить связь с UB5MC (1000 км) и финскими коротковолновиками из гг. Тампере и Вуотсо (950 и 1400 км).

Самой волнующей была встреча с англичанином G3JNS, который 5 октября сообщил мне RST 549. Между нами было около 3000 км.

Мне кажется, что настало время вновь начать вести работу на малой мощности, широко используя передвижные радиостанции.

Москва

Г. Щелчков

журнал "Радио" за 1957 год, № 2, стр. 23

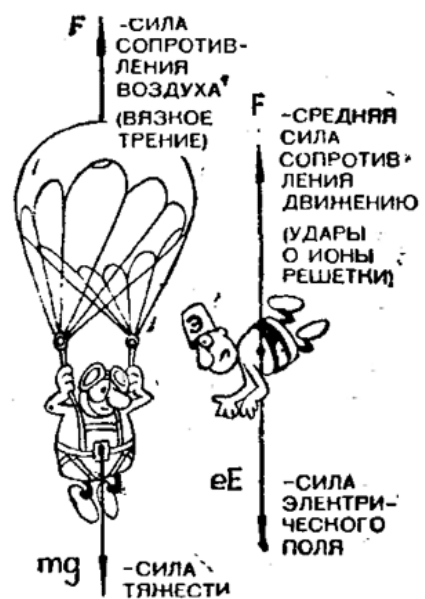
Юмор

Тема закона Ома, поднятая в двух предыдущих номерах, подтвердила свое народное одобрение и оказалась, по-видимому, неисчерпаемой, переплетаясь с ведущими мировыми религиями!

Священный звук О-о-о-у-у-м-м-м.....



Сила медитации и сила сопротивления





Советы электрикам, и в заключение.... О погоде!



CQ-QRP # 66