



CQ-QRP

Издание Российского Клуба Радиооператоров Малой Мощности

64 Осень 2018



Лесная QRP дорога осенью

СОДЕРЖАНИЕ

Клубные новости — *Владислав Евстратов RX3ALL*

Продолжение проекта: РВ без АМ — *Владимир Поляков RA3AAE*

Новости науки и технологии — *Владимир Поляков RA3AAE, Василий Текин*

Модернизация QRPP трансивера “Pixie” — *Юрий Лебединский UA3VLO*

QRPP передатчик — *Виктор Беседин UA9LAQ*

О прохождении радиоволн и дачной антенне — *Виталий Тюрин UA3AJO*

Заметки из журналов прошлых лет — *Сергей Каргапольцев R2DOC*

Письмо, ответ (О рамках и регенераторах), 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!

18 ноября состоялись выборы в Совет Клуба. По итогам электронного голосования в выборах принял участие 71 одноклубник. Отдано 399 голосов. В избранный состав Совета Клуба вошли: Владимир Тимофеевич Поляков RA3AAE, Владислав Евстратов RX3ALL, Валерий Бобров RW3AI, Дмитрий Горох UR4MCK, Александр Пономаренко UR5LAM, Виталий Мельник UI7K и Михаил Бичегов R7AO. Председателем Совета Клуба избран Владимир Тимофеевич Поляков RA3AAE.

22 декабря состоялась констест-игра "[Сделай Сам](#)". Целью этой констест-игры является повышение интереса к работе QRP и на самодельной аппаратуре. В контрольном номере передавался реальный RST и название трансивера на котором работает участник. Несмотря на то, что прохождение в этот день оставляло желать лучшего, самодельная аппаратура участников мероприятия показала себя с наилучшей стороны.

23 декабря, в память о легендарном полярном радисте, Герое Советского Союза Эрнсте Теодоровиче Кренкеле, проводились Международные спортивные соревнования "Мемориал Э. Т. Кренкеля – RAEM". Членами нашего Клуба была поддержана инициатива поработать в Мемориале RAEM на механических ключах. Ключ мог быть любой: вертикальный, "Пила" или Bug. Очень многие радиолюбители присоединились к компании участников на механических ключах. У каждого из них появилась возможность перенестись на воображаемой "машине времени" в прошлое столетие и почувствовать себя настоящим полярными радистом.



Первый телеграфный ключ на 10 – R9LAE. Зачем шестерни и манометр не знаем, нашли в сети.

В январе будущего года нашим клубом будет проводиться традиционная посленовогодняя разминка – [Зимний Полевой День](#) и популярная констест-игра [Мороз-Красный Нос](#). Наш Клуб приглашает всех радиолюбителей принять участие в этих удивительных мероприятиях и попробовать свои силы в работе из нестационарных условий в зимнее время. Фото и видео материалы, а также ваши рассказы, наполненные сильными эмоциями и впечатлениями, которыми вы делитесь после этих состязаний, всегда вызывают большой читательский интерес. Пишите и присылайте.

CQ-QRP #64

Продолжение проекта: РВ без АМ (но с навигацией)

Владимир Поляков *РАЗААЕ*

*На свете нет ничего,
что нельзя было бы улучшить.
Томас А. Эдисон*

Проекту, о котором шла речь в предыдущем номере, исполняется уже полвека. За прошедшее время многое изменилось, появились новые идеи, технологии и разработки, которые подтвердили целесообразность и осуществимость проекта.

Статья построена так: на первой странице кратко изложена суть проекта. Она же и аннотация, и оглавление. Далее следует детальный разбор основных положений и возможностей их реализации.

На огромных территориях России и прилегающих акваториях, в том числе и северных, необходимо решение многих проблем, среди которых:

- обеспечение всего населения страны текущей информацией и оповещение его в случае чрезвычайных ситуаций (ЧС), что проще и дешевле всего решается радиовещанием (РВ) на длинных и средних волнах (ДСВ);
- определение координат, всепогодная и везде доступная навигация мобильных объектов, что невозможно без радионавигации (РН), для которой удобно использовать несущие РВ ДСВ станций;
- доступность для организаций и населения службы единого времени (СЕВ), что обеспечивается синхронизацией несущих РВ ДСВ станций и гетеродинов приемников от единого Госстандарта времени и частоты (ГСВЧ), это же нужно и для РН.

Суть проекта. Поскольку РВ с амплитудной модуляцией (АМ) устарело, неэффективно, и сейчас почти полностью прекращено, предлагается:

- Перейти от АМ на квадратурную амплитудную модуляцию (КАМ), позволяющую при той же пиковой мощности передатчика увеличить его радиус действия вдвое и энергетическую эффективность десятикратно.
- Построить (восстановить) сеть РВ и РН на основе нескольких (3...5) мощных ДВ передатчиков (порядка 500 кВт), синхронизированных ГСВЧ, передающих общегосударственную информацию и обеспечивающих навигацию на всей территории страны и прилегающих акваториях. Их сигнал может быть ретранслирован местными СВ передатчиками для создания высокой напряженности поля в городах и поселениях, с синхронизацией их несущих по сигналам ГСВЧ или ДВ станций. На СВ будет возможно местное вещание и местная, более точная навигация.
- Разработать и выпускать промышленно линейку радиоприёмников от самых простых, не требующих питания, до экономичных гетеродинных с часами, навигатором, памятью, графическим дисплеем, синтезатором частот настройки, и прочими атрибутами современных гаджетов.

Реализация предлагаемого проекта послужила бы сплочению страны и дала бы гражданам неограниченные удобства и возможности как в обычной жизни, так и при самых трудных ЧС с отключением электричества. Теперь детали.

Квадратурная модуляция сейчас широко используется в цифровой связи и считается одной из самых помехоустойчивых и перспективных. Там ее правильнее бы назвать манипуляцией. Например BPSK – Binary Phase Shift Keying, предусматривает манипуляцию фазы сигнала на 180° , причем несущая оказывается подавленной. При QPSK используют вторую, квадратурную (сдвинутую по фазе на 90°) несущую, манипулированную другим цифровым сигналом, поступающим с той же тактовой частотой. Вторая несущая тоже оказывается подавленной. Общая скорость передачи при QPSK вдвое выше, чем при BPSK, но и требуемое отношение сигнал/шум при приеме на 3 дБ выше. На рис. 3, 4 даны векторные диаграммы и схема модулятора QPSK.

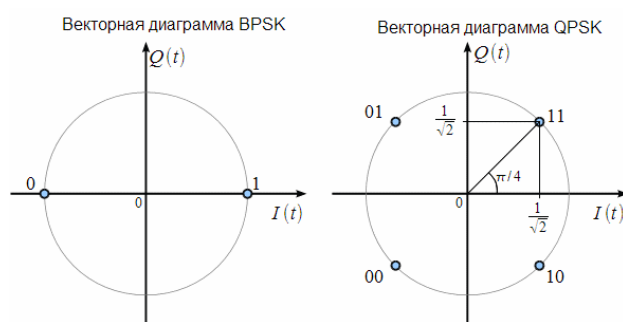


Рис. 3. Векторные диаграммы.

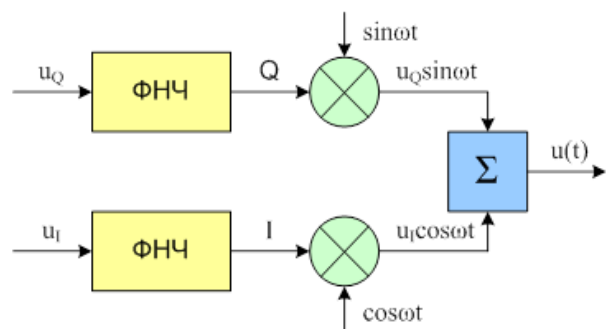


Рис. 4. Модулятор QPSK.

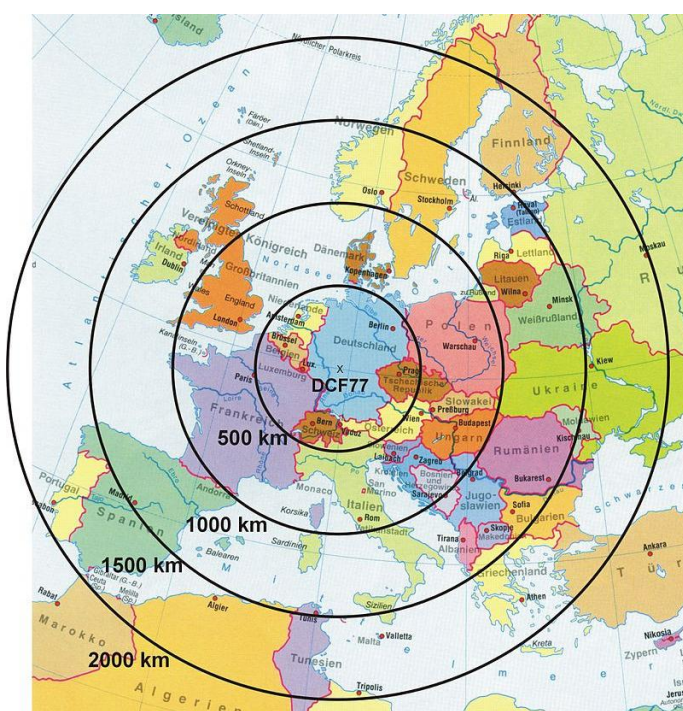
Аналогом BPSK при передаче музыки и речи является DSB – та же AM, но с полностью подавленной несущей. Давно известно, что при AM тоже возможно передавать вторую программу на квадратурной несущей без расширения занимаемой полосы частот, но эта возможность никогда не была реализована из-за слишком высоких требований к точности фазового сдвига. Так, для достижения переходного затухания каналов 60 дБ требуется точность установки 90° сдвига фазы несущих (и гетеродинного сигнала в приемнике) лучше $0,1^\circ$.

Мир пошел по другому пути: в радиосвязи перешли на однополосную модуляцию (SSB), а РВ осталось на традиционной AM с ее низкой эффективностью, о чем подробно рассказано в [7, 8]. Содержание этих статей примерно одинаково, просто контингент читателей разный. В статьях описан упрощенный вариант аналоговой КАМ, предлагаемый для замены AM в РВ. Звуковой сигнал подается лишь на один балансный модулятор (БМ), например, канала Q (Quadrature), см. рис. 4. На его выходе получается DSB сигнал с подавленной несущей. В канале I (In phase) ФНЧ и БМ отсутствуют, и на сумматор подается просто сигнал несущей. Он сдвинут на 90° относительно подавленной несущей канала Q и может быть значительно меньше пиковой амплитуды DSB сигнала в канале Q. Зачем вообще нужна эта несущая? Для работы ФАПЧ или АПФ в синхронном приёмнике и для радионавигации, о чем ниже.

Эффективность КАМ. Если при AM передатчик использует лишь 30% своей мощности для передачи боковых полос (собственно, и несущих информацию) на

пиках модуляции при $m = 1$, и лишь 4,5% в среднем, при $m = 0,3$, то при КАМ этот показатель приближается к 100%. Предположим, что мы установили амплитуду несущей 0,1 от пиковой амплитуды сигнала. Мощность пропорциональна квадрату амплитуды, следовательно мы будем тратить на несущую лишь 1% пиковой мощности передатчика. А в среднем (при $m = 0,3$) это составит порядка 10%. Так что 90% мощности идет на пользу, что в 20 раз больше, чем в среднем у АМ передатчика. Отметим также экономичность радиостанции с КАМ – потребляемая от сети мощность значительно уменьшается при тихих звуках и, особенно, в паузах, когда АМ передатчик продолжает потреблять полную мощность. По этим скромным оценкам 50-ти киловаттная КАМ станция должна звучать так же, как мегаваттник с АМ! А что такое 50 кВт? Мощность мотора легковой малолитражки!

Здесь уместно дать небольшое отступление о большой лжи, распространяемой в СМИ противниками РВ на ДСВ: «Обслуживание радиостанций сложно и дорого, и они потребляют много электроэнергии». Современные передатчики, собранные из транзисторных блоков, практически не требуют настройки и имеют высокий КПД, особенно, если использован ключевой режим транзисторов. В любом случае КПД выше, чем у УКВ передатчиков. Предположим, что надо обслужить территорию радиусом 400 км. УКВ передатчик мощностью 1 кВт даже со 100-метровой мачтой имеет радиус действия 40 км, а обслуживаемая площадь пропорциональна квадрату радиуса. Следовательно, нужно 100 передатчиков и 100 мачт. Даже если каждую станцию будут обслуживать 2 человека (техник и ведущий), набирается коллектив в 200 человек, разбросанных по огромной территории. Одна СВ станция с одной (!) такой же мачтой при равной мощности (100 кВт) обслужит ту же и даже большую территорию, а 200 человек, собранных в одном месте, горы своротят! Будут и техники, и ведущие, и корреспонденты, и редакторы программ, что абсолютно недоступно двоим на УКВ станции. Так что проще и дешевле?



Синхронизация и сети. Как читатель уже понял из первой части статьи в предыдущем номере журнала, проект предусматривает синхронизацию передатчиков, а в последующем и гетеродинов приемников от единого стандарта времени и частоты. Эта проблема уже была решена при создании синхронных сетей РВ, сейчас её еще успешнее можно решить, т. к. только в Европе работает около десятка СДВ передатчиков точного времени и частоты, включая наш РВУ (Талдом) на частоте 66,6) кГц. Пример немецкого DCF на частоте 77,5 кГц дан рис. 5

Рис. 5. Зона действия передатчика точного времени и частоты DCF77.

Этот передатчик, расположенный в Майнфлингене, хорошо принимается в Москве настенными, настольными и даже наручными часами с радиокоррекцией (рис. 6).



Рис. 6. Бытовые часы с коррекцией времени по радио.

Встроенная в часы антенна принимает сигнал от радиостанций по всему миру, и автоматически корректирует индицируемое время. Показанные на фото наручные часы могут принимать 6 (шесть!) радиостанций, которые, в свою очередь, синхронизированы со временем по Гринвичу (UTC), которое устанавливается атомными часами. Атомное время считается самым точным временем среди всех существующих. В технологии атомных часов используется принцип собственных колебаний, происходящих на уровне атомов и молекул.

Такие СДВ приёмники, встроенные в часы, легко объединить с синтезаторами, переносящими частоту на любую желаемую в диапазонах ДВ и СВ, и служащими гетеродинами в радиоприёмниках в соответствии с данным проектом. Мощные же РВ передатчики, как правило, имеют собственные атомные стандарты частоты. При относительной нестабильности на уровне $10^{-11} \dots 10^{-12}$ они «уходят» на малый фазовый угол относительно эталонов ГСВЧ за сутки, недели и даже месяцы. Поэтому приёмники эталонной частоты (ПЭЧ) на РВ станциях называют компараторами – с их помощью лишь время от времени «сличают» фазы собственного эталона и ГСВЧ. РВ станции временно могут работать и автономно.

Мощных ДВ станций даже на такую большую страну, как Россия, нужно немного, на первых порах достаточно 3...5. Пример расположения станций дан на рис. 7.



Рис. 7. Расположение ДВ станций. 1 – станция ГСВЧ, 2...5 – ведомые РВ.

Стрелками на рисунке показано направление распространения сигнала от станции ГСВЧ 1 к РВ станциям 2 и 3, и далее последовательно к 4 и 5.

Сеть из нескольких ДВ передатчиков обеспечит все население страны и ближнего зарубежья одной-двумя программами общегосударственного РВ и оповещением, но она также позволяет и наращивание. В городах и населенных пунктах, где велик уровень бытовых и промышленных помех, возможна установка менее мощных СВ передатчиков, синхронизированных от ближайшей ДВ станции и либо ретранслирующих её программу, либо передающих свою местную.

Навигация. С развитием мореходства главными приборами на кораблях стали компас, секстан и хронометр. Первый позволял определить направление меридиана, второй – широту места (по высоте светил над горизонтом) и местное время (Солнце в полдень проходит через меридиан). С долготой дело обстояло плохо – её можно было узнать, только сравнив местное время с гринвичским. Ход хронометра тщательно регулировали и выставляли по Гринвичу еще на берегу, и хранили как зеницу ока всё путешествие, а оно могло длиться месяцы и годы.... Уход хронометра вызывал неустрашимые ошибки в определении долготы места. Колумб даже перепутал Америку с Индией! Отсюда ясны, во-первых, важность точного времени, во-вторых, одно из неоченимых благ, которые дало нам радио – теперь часы можно откорректировать по УТ, приняв какую нибудь радиостанцию!

Давно ушли в прошлое времена, когда местная навигация осуществлялась путем взятия пеленгов на маяки, вершины гор и т. д. С 60-х годов от угломерной перешли к дальномерной навигации, основанной на измерении времени прохода радиоволны от маяка до определяемой точки. То же самое произошло и в геодезии: на смену теодолитам и в дополнение к ним пришли свето- и радиодальномеры. Вся современная радионавигация основана на измерении времени.

Сейчас акцент делается на спутниковые системы РВ и РН, причём создаются они независимо. Перечисленные в начале статьи проблемы ими решаются, хотя и требуют огромных капиталовложений. Так, РВ со спутников (ИСЗ) ведется одновременно с телевидением (ТВ) с геостационарных ИСЗ на сантиметровых волнах и требует для приёма специализированных установок (в просторечии «тарелок») с точностью наведения антенны порядка 1° и дорогой приёмно-усилительной аппаратурой. Ни о какой портативности и мобильности при этом нет и речи. Приём сигнала с геостационарных ИСЗ, расположенных над экватором, затруднен в приполярных районах и невозможен в Арктике выше $75...80^\circ$ с.ш.

Спутниковая РН (ГЛОНАСС, GPS и т.д.) требует запуска и поддержания большого созвездия ИСЗ (24 и более), уязвима как со стороны ИСЗ, так и со стороны приёмников, работающих на пределе чувствительности и подверженных влиянию как естественных, так и искусственных помех. При затенении неба (густой лес, узкие ущелья, под землей, под водой и в помещениях) спутниковые навигационные системы (РНС) неработоспособны.

Как и любая РНС (кроме радиопеленгации низкой точности), спутниковая требует высокоточной синхронизации «часов», т. е. задающих генераторов передатчиков на ИСЗ. Практически на ИСЗ устанавливаются атомные стандарты частоты,

требующие непрерывной сверки и коррекции их хода наземными службами. Использование спутниковых сигналов для нужд службы единого времени (СЕВ) возможно, и получило распространение, но затруднено значительными сдвигами частоты из-за эффекта Доплера при быстром движении спутника по орбите.

Альтернативой спутниковой могла бы стать наземная система РНС и СЕВ на длинных волнах (ДВ), особенности распространения которых в условиях Земли хорошо изучены за более, чем 100-летнюю историю радио и вполне прогнозируемы. Более того, накоплен большой опыт разработки и использования ДВ РНС (Омега, Декка, Лоран, Марс, Чайка и т.д.). Для уменьшения капитальных затрат на создание сетей РВ и РН имеет смысл их совместить. Сейчас ДВ РВ и РНС принадлежат разным ведомствам, разрабатываются и эксплуатируются независимо, но мощные передатчики практически одинаковы, а антенные системы тождественны! Для ДВ систем они требуют львиной доли затрат, почему их и не следует дублировать, а имеет смысл объединить.

Ключевым моментом предложения является синхронизация всех оставшихся, реставрированных и вновь строящихся РВ передатчиков сигналом ведущих СДВ станций ГСВЧ. Синхронизация должна быть фазовой, и с предельно высокой точностью. РВ станции работают на разных частотах в международно-принятой сетке частот $9m$, где m – целое число. Путем умножения и деления частот задающего генератора (ЗГ) станции и сигнала ГСВЧ частоты могут быть приведены к одной частоте сличения, на которой и производится фазовая автоподстройка частоты (ФАПЧ) ЗГ.

Хотя точная синхронизация и непростая задача, она решается на «слаботочковом» уровне задающих генераторов в лабораторных условиях и не требует больших вложений и капитального строительства. Содержание РВ передач станций может быть одинаковым или разным, но автор категорически против передачи рекламы, разговорного жанра, попсы и низкопробной музыки. Формат радиостанции (РС) «Маяк», принятый до 90-х годов вполне пригоден.

Несущие колебания синхронизированных РВ станций служат основой РНС для неограниченного числа пользователей, имеющих радиоприёмники с возможностью фазовых измерений. В зависимости от необходимой точности и сложности приёмника могут использоваться разные методы: радиолога, дальномерный или разностно-дальномерный.

Поскольку несущие РС излучаются непрерывно, неприменим в чистом виде лишь импульсно-фазовый метод РН, т. к. импульсная модуляция несовместима с амплитудной модуляцией (АМ или КАМ) РВ сигнала. Но и тут есть выход.

Для устранения фазовой неоднозначности в излучаемый РВ станциями сигнал вводятся метки времени в виде тональных посылок или музыкальных мелодий, фаза их спектральных составляющих также должна быть привязана к фазе несущей (тональная частота получается из несущей простым делением).

Из изложенного уже ясно, что в предложенной системе каждая РС, синхронизированная от ГСВЧ, служит вторичным эталоном, проблема СЭВ и

стабилизации хода часов пользователя полностью решена и доведена почти до точности ГСВЧ, а их начальная установка производится по меткам времени. Кстати, именно так РС ГСВЧ в Майнфлингене синхронизирует все бытовые радиочасы в Европе (и даже в Москве, где каждую ночь, когда улучшается прохождение ДВ, немецкие радиочасы «отскакивают» на 2 часа назад, на среднеевропейское время).

Итак, если сигнал каждой станции будет содержать сведения о времени (грубо – в метках и точно – в фазе несущей), то находясь в неизвестном месте и включив приёмник-навигатор, вы можете определить по времени прихода сигналов от двух РС разность расстояний до них. Это дает одну линию вашего положения (гиперболу с фокусами на РС). Сравнение времени прихода сигналов от третьей станции и одной из первых двух даст другую линию положения (тоже гиперболу с другими фокусами). Пересечение двух линий положения однозначно даст ваше местоположение. Для примера на рис. 8 показаны линии положения на авиационной штурманской карте, соответствующие одинаковым временным Δt задержкам сигналов в локальной РНС, содержащей одну ведущую РС (А), и две ведомые (В и С), синхронизированные с А. Временная задержка на 1 мкс соответствует разности расстояний между линиями $\Delta D = c \cdot \Delta t = 300$ м.

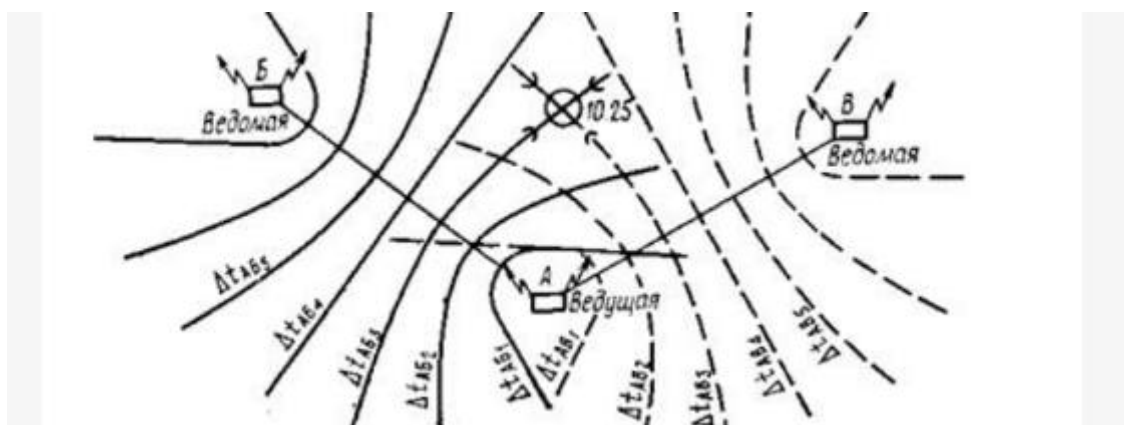
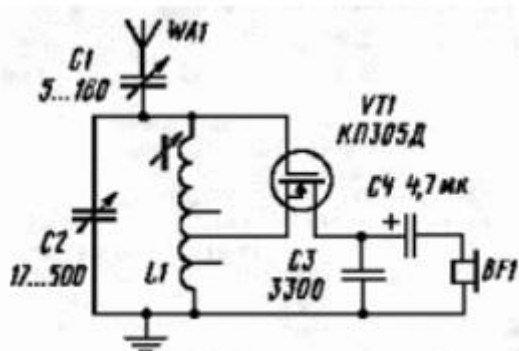


Рис. 8. Линии положения в гиперболической РНС. Прямоугольники – РС, кружок – найденное местоположение приемника.

Именно так работают все фазоразностные или гиперболические РНС, в том числе и спутниковые. Но эти действуют в трехмерном пространстве, и требуют для определения места минимум четырех РС (спутников). В нашем проекте ведущей служит станция ГСВЧ, ведомыми – все остальные радиовещательные.

Пара слов о точности РНС. Она зависит от точности измерения фазового сдвига между колебаниями несущих принятых станций, приведенных к одной частоте сравнения. Например, при частоте сравнения 100 кГц и точности измерения фазы 1° ошибка определения места будет около 8 м ($1/360$ длины волны 3 км). Этого вполне достаточно для практических нужд, и к такой точности уже приближаются современные морские РНС ДВ и СДВ диапазонов. Известны дифференциальные методы определения относительного расположения двух приёмников, повышающие точность ещё на порядок, до метра и менее.

Приёмники. Возможно создание линейки приёмников, от самых простейших, не требующих батарей и питаемых энергией поля местной РС, до сложных, с ЖК дисплеем, часами, синтезатором настройки, памятью и графикой. К сожалению, имеющийся у населения парк АМ приёмников для КАМ не подходит, хотя возможна переделка – добавление детектора КАМ. Он представляет собой смеситель на полевом транзисторе с напряжением отсечки, близком к нулю. КАМ сигнал подается на исток, а в цепь затвора включается высокодобротный контур, пьезо- или кварцевый резонатор. Он выделяет несущую и поднимает ее уровень. Фазовый сдвиг несущей на 90° получается при слабой ёмкостной связи затвора с истоком.



Со стока транзистора снимается демодулированный звуковой сигнал. Подобный детектор (рис. 9) уже был предложен для АМ [10] и показал хорошие результаты. Для приема КАМ в него нужно добавить фазовращатель в цепи затвора или истока. Возможен громкоговорящий прием при напряженности поля $\geq 0,1$ В/м

Рис. 9. Синхронный АМ детектор.

Основной же тип приёмника в предлагаемой системе – это гетеродинный с ФАПЧ (рис. 10). Схем подобных приёмников полным-полно, и они описаны в книгах [2-5]. Почти все схемы УКВ ЧМ приемников годятся и для КАМ, нужно лишь перемотать две УКВ катушки (входную и гетеродинную) на диапазоны СВ и ДВ, и увеличить постоянную времени (номиналы) RC цепочки пропорционально-интегрирующего фильтра (ПИФ). Входным контуром может служить магнитная антенна.

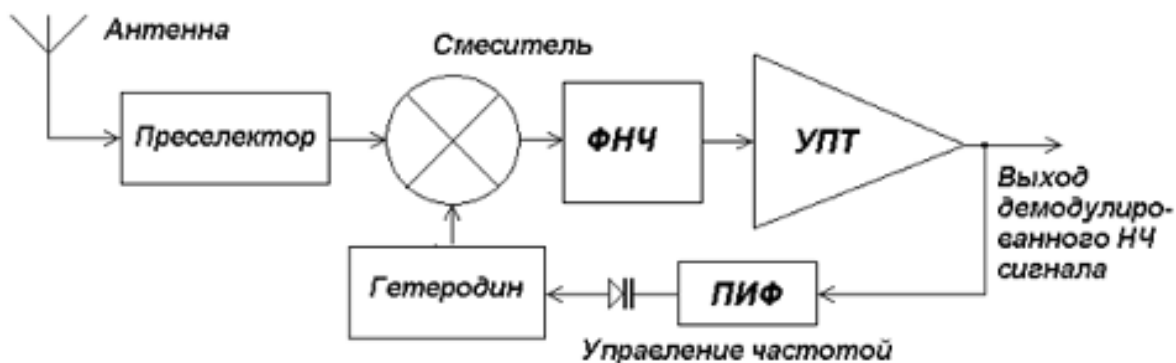


Рис. 10. Гетеродинный приёмник с ФАПЧ для прослушивания РС с КАМ.

Такой приёмник с синхронизацией гетеродина по несущей принимаемой станции подойдет на первых порах внедрения РВ с КАМ, если синхронизации РС от ГСВЧ ещё не будет, а также для экспериментов любителей по радиосвязи с КАМ. Можно использовать плавную настройку, и она будет несколько необычной: при подходе к частоте станции будет слышен свист понижающегося тона, потом произойдёт захват частоты, свист пропадёт и станция будет слышна чисто. Свист (биения) более высокого тона появится при дальнейшей перестройке приёмника (полоса удержания шире полосы захвата). Он не будет громче принимаемой программы, поскольку несущая при КАМ слабее боковых полос, и не будет «резать уши», но зато послужит хорошим индикатором точной настройки, да и наличия сигнала.

Любопытно отметить, что подобный приёмник для АМ сделан давным-давно [11], описание дважды опубликовано в «Радио» и на множестве сайтов в сети, а от повторивших его поступали только положительные отзывы. Но система ФАПЧ обладает свойством устанавливать фазу гетеродина в квадратуре (со сдвигом 90°) с фазой несущей, и в АМ приёмнике приходится делать два квадратурных канала и ставить фазовращатель. Ничего этого не нужно для КАМ (рис. 10), и приёмник будет почти вдвое проще, чем для АМ.



Пойдём дальше: добавим канал приёма эталонной частоты от РС ГСВЧ, выполненный тоже по рис.10, и синхронизируем с ней опорный кварцевый генератор синтезатора. Он будет выдавать сетку частот настройки 9m для канала приёма РВ станций и индцировать частоту на дисплее. Поскольку станции тоже синхронизированы, ФАПЧ в этом канале уже не нужна – частоты совпадают точно. Но фаза принимаемого сигнала может быть любой, она зависит от расстояния до РВ станции. Поэтому на гетеродинном входе смесителя нужен управляемый фазовращатель, работающий от несущей РВ станции. Он подстроит фазу гетеродинного сигнала в квадратуре с несущей, и она будет оптимальной для приема информационных боковых полос РВ станции. ФАПЧ превратилась в АПФ.

Рис. 11. Возможный внешний вид приемника.

Но это же готовый навигационный приёмник! Если знать, на сколько мы повернули фазу гетеродинного сигнала, то мы измерили фазу принятого. Фазовращатель будет цифровым, и отсчет поступит в микропроцессор, который и вычислит первую линию положения. Настроившись на другую станцию, получим вторую линию и свое местоположение. Настройка может быть как ручной, так и автоматической, все уже хорошо отработано в спутниковых навигаторах.

Особо надо отметить чувствительность и помехоустойчивость предлагаемой навигации. Если в синтезаторе использовать даже плохонький кварц на 100 кГц со стабильностью 10^{-5} , то для его подстройки достаточна полоса ФАПЧ всего 1 Гц. Полоса АПФ в РВ канале может быть еще уже – ну кого волнует, если подстройка и измерение фазы будут длиться несколько секунд? Тогда отношение сигнал/шум для навигации будет на 40.дБ выше, чем для приёма вещания, то есть навигация будет работать даже тогда, когда сигнала совсем не слышно.

Обобщая сказанное, можно утверждать, что предложенная система позволит:

- обеспечить все без исключения население страны несколькими информационными и музыкальными программами;
- оповестить все население страны или его часть в случае любых чрезвычайных ситуаций;

- оснастить организации и частные лица навигацией, доступной в любых условиях, а также точным временем;
- дать возможность широкого использования дешевых портативных и карманных приёмников-навигаторов с высокоточными часами.

Литература:

1. Поляков В.Т. **Техника радиоприема. Простые приемники АМ сигналов.** — М.: ДМК Пресс, 2001. 266 с., ил. Электронный ресурс: <http://amfan.ru/>
2. Поляков В.Т. **Гетеродинный прием.** В сб. Радиоежегодник 1988. — М.: Изд. ДОСААФ, 1988, с. 16 – 38. Электронный ресурс: <http://www.radiolamp.ru/shem/tuner/2.php?no=14>
<http://news.cqham.ru/articles/detail.phtml?id=707>
3. Поляков В.Т. **Упорядочение эфира и когерентная связь.** В сб. Радиоежегодник 1989. — М.: Изд. ДОСААФ, 1988, с. 6 – 17.
4. Поляков В.Т. **Радиовещательные ЧМ приемники с фазовой автоподстройкой.** — М.: Радио и связь, 1983, 98 с., ил.
5. Поляков В. Т. **Радиолюбителям о технике прямого преобразования.** — М.: изд. «Патриот», 1990, 264 с., ил..
6. Поляков В. **Приемник эталонной частоты.** — Радио, 1988, № 5, с. 38-40.
7. Поляков В. **QAM, экспериментаторы!** CQ-QRP # 52 (осень 2015). Электронный ресурс: <http://grp.ru/cqgrp-magazine/1165-cq-grp-52>
8. Поляков В. Т. **Квадратурная модуляция как альтернатива АМ в радиовещании и связи.** Вестник РосНОУ, Серия: Сложные системы, модели, анализ и управление, выпуск 1, с. 20 – 25. Электронный ресурс: <http://vestnik-rosnou.ru/сложные-системы-модели-анализ-и-управление-complex-systems-models-analysis-management/2017/1/20>
9. Поляков В.Т. **Концепция объединения систем радиовещания и радионавигации длинноволнового диапазона.** VII Всероссийские Армандовские чтения. Труды Всероссийской научной конференции «Современные проблемы дистанционного зондирования, радиолокации, распространения и дифракции радиоволн. Муром, 2017. Электронный ресурс: <http://www.mivlgu.ru/conf/armand2017/rmdzs-2017/pdf/S3>
10. Поляков В. **Эксперименты с синхронным детектированием.** Радио, 2001, № 4, с.20-22. <http://www.radioman-portal.ru/pages/1368/index.shtml>
11. Поляков В. **Синхронный АМ приемник.** — Радио, 1984, No 8, с. 31 - 34; Радио, 1999, No 8, с. 16, 17. Электронный ресурс: http://www.chipinfo.ru/literature/radio/199908/p16_18.html
12. Поляков В.Т. **О некоторых возможностях длинноволнового радиовещания с фазовой синхронизацией.** Армандовские чтения. Труды Всероссийской научной конференции «Современные проблемы дистанционного зондирования, радиолокации, распространения и дифракции радиоволн. Муром, 2018.

CQ-QRP #64

Новости науки и технологии

Подобрал в сети Владимир Поляков РАЗААЕ

<https://kyivweekly.com/sputnikovye-sistemy-pomogut-sledit-za-ionosferoj/>

Спутниковые системы помогут следить за ионосферой

Декабрь 11, 2018

Иркутские исследователи разработали алгоритм, позволяющий на основе данных навигационных спутниковых систем следить за состоянием ионосферы Земли в различных регионах. Работа ученых позволит обнаруживать возмущения в ионосфере, которые могут привести к сбоям радиотехнических и радиоэлектронных систем на Земле. Исследования поддержаны грантом Российского научного фонда (РНФ). Статья ученых опубликована в журнале *Results in Physics*.

Ионосфера — это часть атмосферы Земли, которая, кроме нейтральных молекул газов, содержит заряженные частицы — ионы. Ионосфера подразделяется на три области (слоя): D, E и F. Самый нижний из них (D) начинается с высоты в 60 километров — выше границы стратосферы, а самый верхний (F) заканчивается на границе экзосферы Земли — самой последней оболочки атмосферы. Слои ионосферы отличаются друг от друга концентрацией заряженных частиц, этот же показатель определяет физические характеристики каждой области и их влияние на технические устройства. Именно благодаря существованию ионосферы на нашей планете возможна передача радиосигналов на большие расстояния. Заряженные частицы в ионосфере способны отражать длинные волны и обеспечивать их передачу по всему земному шару, физически невозможную по прямой линии.

Возмущения в ионосфере часто становятся причиной проблем в системах связи. Чтобы подготовиться к возможным сбоям, нужно создать систему, которая могла бы при помощи доступных средств следить за состоянием ионосферы. Один из способов получить сведения — использовать данные спутников, таких как GPS и ГЛОНАСС. Ключевая характеристика, которая связывает сигнал спутника с состоянием ионосферы, — это количество электронов (полное электронное содержание) вдоль луча, посылаемого на Землю. Для обнаружения возмущений ионосферы на основе этого показателя сегодня используется несколько индексов. Наиболее известный из них, ROTI, представляет собой среднее значение скорости, с которой изменяется полное электронное содержание. На его основе ранее разработали несколько других индексов, но у всех них, по словам ученых, есть недостатки: неясно, как их значение связано с амплитудой ионосферного возмущения и ошибками измерений.

Ученые Института солнечно-земной физики (ИСЗФ) СО РАН предложили новый индекс для оценки состояния ионосферы на основе данных навигационных спутниковых систем. Для него амплитуды возмущений полного электронного содержания по всем наблюдаемым в данный момент спутникам усредняют

на основе полученных математических уравнений. Ученые назвали его WTEC (на русский язык это переводится как «индекс волновой активности полного электронного содержания»).

«Мы полагаем, что новый индекс WTEC имеет большой потенциал для исследования ионосферных возмущений — от изучения отдельных событий до построения глобальных карт возмущений. На основе WTEC, который может быть рассчитан в реальном времени, можно будет также оценивать риск возникновения сбоев в радиотехнических системах», — говорит один из авторов исследования, научный руководитель ИСЗФ СО РАН Гелий Жеребцов.

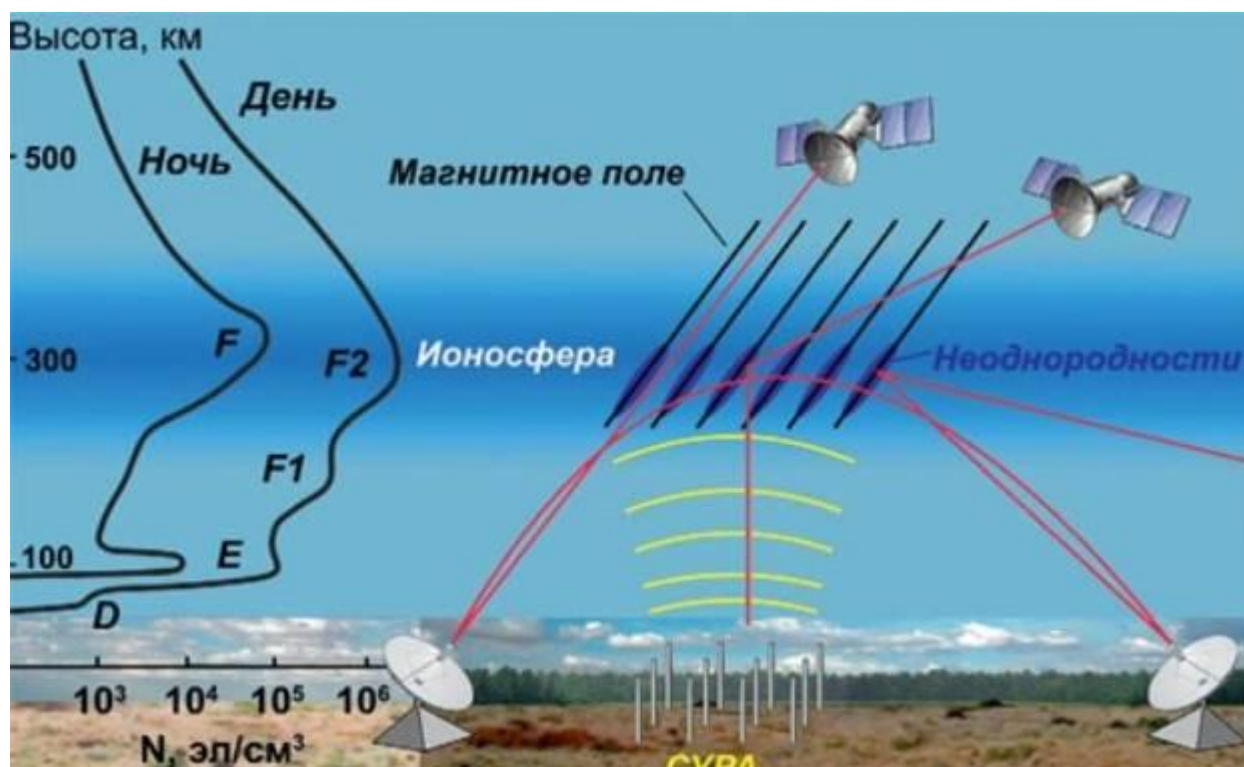
<https://media.kpfu.ru/news/kak-stavyat-eksperimenty-v-plazmennoy-laboratorii-atmosfery-zemli-obyasnil-uchenyy-kfu>

Как ставят эксперименты в «плазменной лаборатории» атмосферы Земли, объяснил ученый КФУ

Тема: Новости институтов

Дата публикации: 05.12.2018

Используя стенды для исследования околоземного и космического пространства, ученые создают в ионосфере плазменные возмущения с заданными свойствами и интенсивностью и изучают их характеристики.



В журнале Space Science Review вышла [статья](#), посвященная результатам модификации ионосферы мощным коротковолновым радиоизлучением.

В мире существует всего четыре наземных комплекса, так называемые нагревные стенды, которые, воздействуя на верхние слои атмосферы, могут создавать в них искусственные плазменные возмущения (неоднородности). Что это за приборы и для чего ученые «возмущают» космическую плазму, рассказал один из авторов статьи [Владимир Фролов](#) – сотрудник научно-исследовательской лаборатории Исследований ближнего космоса Казанского федерального университета, сотрудник Научно-исследовательского радиофизического института Национального исследовательского Нижегородского государственного университета.

«Сегодня в мире работают три нагревных стенда. Один из них находится в России, он называется СУРА, второй расположен неподалеку от норвежского города Тромсё и носит название EISCAT-heater, а третий, HAARP, установлен в США, на Аляске», – сообщил Владимир Леонтьевич.

Используя стенды для исследования околоземного и космического пространства, ученые создают в ионосфере плазменные возмущения с заданными свойствами и интенсивностью и изучают их характеристики, используя хорошо развитые методы диагностики ионосферы.

«Сегодня для такой диагностики используются ионозонды вертикального и наклонного зондирования, станции некогерентного рассеяния, радары когерентного рассеяния, – объясняет В.Фролов. – Кроме того, зондирование ионосферы осуществляется с помощью сигналов низкоорбитальных и высокоорбитальных искусственных спутников Земли. Хочу отметить, что в последнее время все большую роль начинают играть спутниковые методы диагностики искусственных плазменных возмущений, которые позволяют изучать их свойства как непосредственно в возмущенной области ионосферы, так и во внешней ионосфере и даже в магнитосопряженной к нагревному стенду ионосфере».

Ученый утверждает, что модификация ионосферы не приводит к необратимым последствиям в ней, а сами возмущения быстро исчезают после окончания экспериментов и никак не влияют на жителей Земли.

«Эксперименты, которые мы проводим, позволяют нам изучать взаимодействие электромагнитных волн с частицами фактически в безграничной плазме, – отмечает физик. – Благодаря этому исключается влияние разного рода краевых эффектов, присущих лабораторным экспериментам».

Научная статья в журнале Space [Science Review](#) представляет собой обзор существующих нагревных стендов и используемых на них уникальных диагностических средств.

«В этой статье детально описываются теоретические представления о развивающихся в плазме процессах, включая плазменные неустойчивости,

генерации высокочастотной и низкочастотной плазменной турбулентности, – рассказывает Владимир Фролов. – Они приводят к сильному разогреву плазмы, генерации искусственных неоднородностей ее плотности в диапазоне масштабов от долей метра до десятков и даже сотен километров, а также к ускорению электронов до сверхтепловых энергий, что вызывает дополнительную ионизацию плазмы и генерацию искусственных оптических излучений».

По словам В.Фролова, сегодня ионосфера Земли для ученых – это не что иное, как естественная плазменная лаборатория, в которой можно проводить множество экспериментов, в том числе по таким направлениям, как физика плазмы, физика Солнца и планет солнечной системы, физика ионосферы и магнитосферы.

«Результаты исследований свойств искусственной ионосферной турбулентности, полученные на стенде СУРА в 2017-2018 гг.» – так называется открытая лекция, с которой **6 декабря** выступил Владимир Фролов в Казанском федеральном университете.

<https://kpfu.ru/physics/uluchshit-sistemy-radiosvyazi-pomozhet-sozdannaya.html>

26 декабря 2017

Улучшить системы радиосвязи поможет созданная физиками КФУ трехмерная карта масштабных помех в ионосфере Земли



Она построена на основе данных, полученных с помощью уникального ионозонда Казанского федерального университета и плотной сети GPS/ГЛОНАСС - приемников.

Ученые CAE "Астровывзов" уверены: созданная ими трехмерная карта слабых перемещающихся ионосферных возмущений (ПИВ) позволит выявить причину формирования этих волновых структур в средних широтах. В отличие от сильных (они появляются во время магнитных бурь), слабые ПИВ изучены пока мало. Эти движущиеся к югу лентообразные волновые структуры в ионосфере Земли являются своего рода помехами, оказывая существенное влияние на распространение радиосигналов, поэтому их исследование имеет большое значение для совершенствования систем радиосвязи, радиолокации, навигации.

Авторам статьи, опубликованной в [Advances in Space Research](#), впервые в мире удалось осуществить комплексный анализ слабых среднеширотных ПИВ, совместив данные, полученные при использовании двух методик радиозондирования. Благодаря этому они смогли воссоздать трехмерную пространственно-временную структуру среднеширотных ионосферных возмущений. Эти гигантские волновые неоднородности по своей структуре схожи с лентообразным полярным сиянием, но увидеть их невозможно, так как в средних широтах они не светятся.

Использование ионозонда с повышенным временным и высотным разрешением, созданного заведующим кафедрой радиоастрономии КФУ А. Акчуриным, и особо плотной сети приемников GPS/ГЛОНАСС позволило исследователям зафиксировать структуру слабых среднемасштабных перемещающихся ионосферных возмущений в нужном ракурсе.

«Необходимо отметить, что большинство радаров когерентного и некогерентного рассеяния имеют недостаточную чувствительность, чтобы детектировать слабые среднемасштабные ПИВ. В мире существует всего один радар, расположенный в Аресибо (Пуэрто-Рико), который может их увидеть. Однако он работает не более двух дней в году под такие задачи. Ранее считалось, что причиной формирования всех перемещающихся ионосферных возмущений являются внутренние гравитационные волны, – рассказывает Адель Акчурин. – Нам удалось выяснить, что этой распространенной теории не противоречит только часть ПИВ, а остальные не укладываются в ее рамки и требуют дальнейшего исследования».

Ученые Казанского университета планируют создать свою теорию генерации среднемасштабных ПИВ, которая учитывала бы все возможные факторы, воздействующие на ионосферу, в том числе космическое излучение.

Примечание редакции: Существуют и другие мнения, как среди ученых, так и среди широкой общественности, по поводу опасности искусственных воздействий на ионосферу. В любом случае широкий комплекс исследований, намечаемый в Казанском университете, можно только приветствовать. А исследовать есть что! Несколько лет назад на одной из конференций мне довелось прослушать доклад В. Л. Фролова о нагревом стенде «Сура» и искусственных ПИВ. Он сообщил, что они исчезают или куда-то уходят в течении десятков минут после окончания нагрева. Я спросил, куда они уходят и долго ли живут? – «Этого мы не знаем» – честно ответил Владимир Леонтьевич.

РАЗАЕ

Эффективное использование низковольтных харвестеров энергии

Прислал Василий Текин

[Advanced Linear Devices » ALD310700A, ALD310700](#)

В настоящий момент к харвестерам энергии проявляется повышенный интерес, так как они являются чрезвычайно перспективными для питания приложений Интернета Вещей (IoT). В качестве примера можно привести гибкую ткань, способную преобразовывать тепло человеческого тела в электрическую энергию. Исследователи из Китая и Австралии утверждают, что при воздействии разности температур этот материал генерирует напряжение в диапазоне милливольт. Результаты своего исследования они подробно описали в статье «Thermoelectric Fabrics: Toward Power Generating Clothing» в журнале Scientific Reports.

Однако в шумихе, которую поднимают вокруг подобных исследований, обычно забывают о проблемах, возникающих при работе со столь низкими напряжениями и малыми объемами собираемой энергии. Трудность работы с харвестерами энергии, такими как упомянутая выше ткань, заключается в том, что генерируемые напряжения близки к пороговому напряжению обычных транзисторов. Достаточно сложно управлять собранной энергией при таких низких напряжениях.

Следовательно, существует потребность в полупроводниковых устройствах, способных работать со сверхнизкими напряжениями и малыми уровнями энергии. Одним из решений данной задачи могут стать сборки P-канальных MOSFET с нулевым пороговым напряжением. Например, микросхемы ALD310700A/ALD310700 предназначены для работы с низковольтными сигналами (Рис. 1). Основными приложениями для этих сборок становятся проекты, в которых рабочие напряжения оказываются меньше, чем 0.5 В. Ключевыми преимуществами ALD310700A/ALD310700 являются: минимальное рабочее напряжение менее 0.2 В, минимальный рабочий ток менее 1 нА, а также согласованные и предсказуемые температурные характеристики.

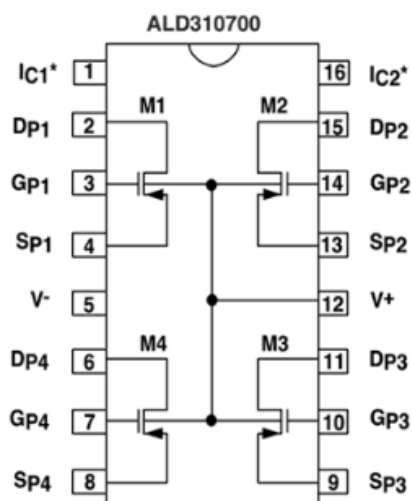


Рис. 1. Прецизионные P-канальные MOSFET-сборки ALD310700A/ALD310700 имеют четыре транзистора в одном корпусе.

MOSFET с нулевым пороговым напряжением являются представителями семейства электрически программируемых аналоговых MOSFET EPAD (Electrically Programmable Analog Device). Использование технологии EPAD позволяет не только выполнять переключения при низких напряжениях, но и сохранять высокое быстродействие и низкие токи утечки на уровне обычных MOSFET.

В новых транзисторах даже при нулевом напряжении затвор-исток $V_{GS} = 0.0$ В ток стока составляет $I_{DS} = 1$ мкА при напряжении сток-исток $V_{DS} = 0.1$ В. С технической точки зрения MOSFET с нулевым пороговым напряжением отличаются улучшенными характеристиками при работе с напряжениями вблизи 0.0 В и токами более 1 мкА. Однако их также можно использовать как обычные МОП-транзисторы, так как они проводят ток и ведут себя как постоянный резистор, даже когда напряжение затвора составляет 0.0 В. Управляющее напряжение на затворе способно регулировать ток стока даже в отрицательном диапазоне, вплоть до -0.4 В, после чего транзистор полностью выключается.

MOSFET с нулевым пороговым напряжением снимают необходимость в использовании схем сдвига уровня, в цепях управления, в которых сигнал формируется относительно земли или напряжения питания V_+ . Это позволяет значительно снизить смещение выходных сигналов относительно входных и расширить их диапазон, что особенно важно в условиях работы с низкими напряжениями (Рис. 2). При использовании транзисторов с нулевым пороговым напряжением удастся создавать многокаскадные аналоговые схемы с чрезвычайно низким напряжением питания.

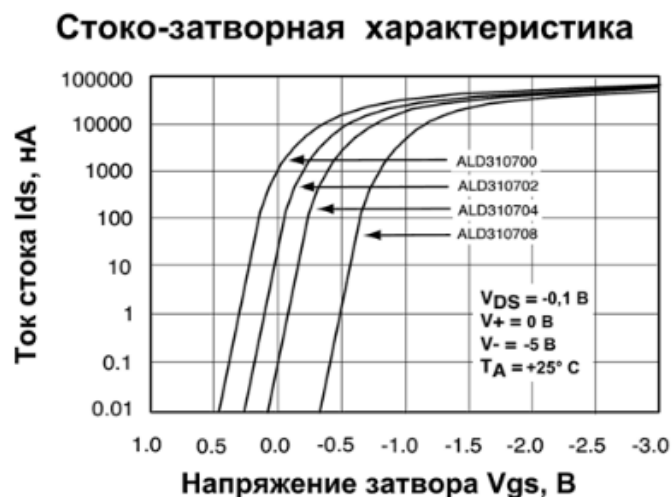


Рис. 2. Вид сток-затворных характеристик ALD310700A/ ALD310700 поясняет, как новые транзисторы могут помочь в создании низковольтных схем, использующих источники питания с напряжениями менее +0.5 В.

Технология EPAD, которая используется в MOSFET с нулевым пороговым напряжением, позволяет создавать транзисторы с прецизионными значениями порогового напряжения и сопротивления канала в открытом состоянии. Этого удастся достичь с помощью электрического программирования. После программирования заданные параметры сохраняются даже при выключении питания.

Таким образом, EPAD MOSFET – это высокоточный и высокостабильный MOSFET, который характеризуется особым видом вольт-амперных характеристик. Изначально, EPAD-устройства в сочетании с внешним фиксированным резистором применялись в качестве альтернативы для подстроечных резисторов, однако сейчас для них появилось много других приложений.

Так как сборки транзисторов EPAD MOSFET выполняются по технологии КМОП, они имеют некоторые общие ограничения, характерные для всех КМОП-микросхем. Например, максимальный уровень напряжения для них составляет 10 В. Они также чувствительны к электростатическим разрядам.

Основные особенности при работе с низкими напряжениями

Низковольтные системы, которые работают с напряжениями питания менее 5 В, как правило, требуют MOSFET с пороговыми напряжениями 1 В или даже ниже. Пороговое напряжение или напряжение включения MOSFET – это напряжение, ниже которого проводящий канал транзистора быстро отключается. Для аналоговых схем пороговое напряжение напрямую влияет на диапазон рабочих сигналов и уровни токов смещения.

Пороговое напряжение затвора $V_{GS(th)}$ у транзисторов, входящих в сборки ALD310700A/ALD310700, устанавливается на уровне 0.00 ± 0.02 В и имеет напряжение смещения всего лишь ± 0.001 В (1 мВ). Поскольку транзисторы в данной сборке находятся на одной и той же подложке, то они демонстрируют превосходное согласование температурных характеристик.

При напряжениях равных или меньших, чем пороговое напряжение, уровень рабочего тока экспоненциально зависит от напряжения смещения на затворе. Таким образом, MOSFET с нулевым пороговым напряжением способны работать в предпороговой области с токами смещения в диапазоне наноампер и мощностью потерь в диапазоне нановатт. Эти качества делают их отличным выбором для широкого спектра прецизионных аналоговых приложений, таких, например, как токовые зеркала и дифференциальные усилители (Рис. 3).

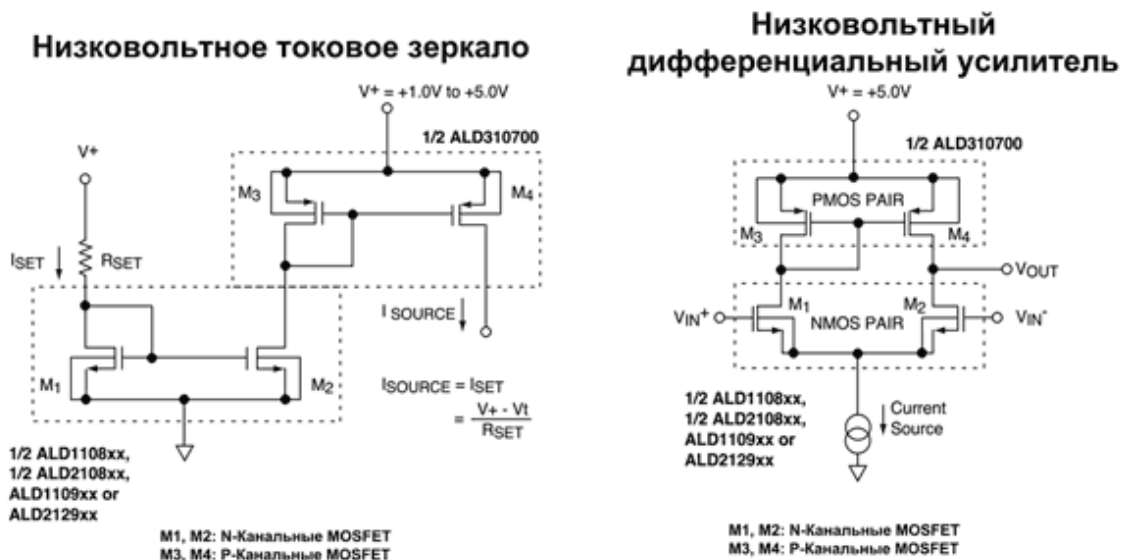


Рис. 3. Приложения для MOSFET-транзисторов с нулевым пороговым напряжением.

При напряжениях меньше порогового проводящий канал в EPAD MOSFET быстро отключается. Однако это происходит не скачком. Снижение тока идет в соответствии со снижением напряжения на затворе с фиксированной скоростью приблизительно 116 мВ на декаду. Таким образом, если пороговое напряжение равно +0.20 В, а ток стока составлял 1 мкА при $V_{GS} = +0.20$ В, то при снижении напряжения затвор-сток до $V_{GS} = +0.09$ В ток стока уменьшится до 0.1 мкА. Экстраполируя эти данные, получим, что ток стока достигнет 0.01 мкА (10 нА) при $V_{GS} = -0.03$ В, 1 нА при $V_{GS} = -0.14$ В и т. д. Эта предпороговая характеристика распространяется вплоть до токов менее 1 нА и заканчивается при достижении уровня токов утечки. Задаваясь «нулевым током», пользователь может оценить соответствующее значение напряжения затвор-сток. Обратите внимание, что, используя приведенный выше пример, с пороговым напряжением $V_{GS(th)} = +0.20$ В, ток стока будет равен примерно 20 нА даже тогда, когда напряжение на затворе станет равным 0 В.

Как известно, мощность, рассеиваемая на нагрузочном резисторе, уменьшается пропорционально квадрату напряжения питания. Поэтому снижение напряжения питания является одним из основных способов сокращения энергопотребления. Однако расплатой за уменьшение напряжения питания и снижение потребления становится ухудшение частотных характеристик, сужение полосы пропускания и увеличение негативного влияния шумов и помех. Поэтому разработчики вынуждены искать компромиссные решения при создании электронных схем.

Еще одно важное преимущество сборок EPAD MOSFET заключается в высокой согласованности их температурных характеристик. В общем случае в паре транзисторов EPAD MOSFET температурные изменения характеристик одного транзистора (например, тока утечки, тока стока и т.д.) частично компенсируют аналогичные изменения во втором транзисторе. Температурная стабильность может быть дополнительно улучшена за счет смещения транзисторов в точку с нулевым температурным дрейфом, однако это потребует дополнительных усилий при построении схемы и приведет к повышенному уровню потребления.

[Посмотреть технические характеристики EPAD MOSFET-транзисторов](#)

Примечание редакции: Существуют и другие интересные применения описанных в статье EPAD MOSFET-транзисторов. В частности, для детектирования слабых сигналов. Боб Калтер N7FKI в статье «Высокочувствительный детекторный приёмник» (QST, January 2007) описал использование транзистора ALD110900A (очевидно, более старого из этой серии) в детекторном приёмнике, схема которого практически не отличается от схемы синхронного детектора, см. рис. 9 в моей статье в этом выпуске выше. Лишь вместо отвода от контурной катушки Боб применил катушку связи, и у него в схеме отсутствует разделительный конденсатор C4. Но его роль проявляется лишь при сильных сигналах, см. статью в Радио, 2001, № 4. Боб пишет о «драматическом» увеличении силы сигнала при переходе от диодного к этому детектору, но... «никакой магии!». **РАЗАЕ**

Модернизация QRPP трансивера PIXIE

(продолжение, начало в CQ-QRP # 57)

Юрий Лебединский UA3VLO

При эксплуатации модернизированного трансивера «PIXIE», собранного из набора присланного из Китая, обнаружались ещё некоторые неудобства и недостатки.

1. Невозможность использования электронного ключа с малым током коммутации, так как ток, протекающий через транзистор Q2 во время передачи, достигает 100 мА и более. У меня в электронном ключе реле РЭС-64 постоянно залипало.

2. Отсутствие самоконтроля при передаче.

Для устранения этих недостатков в трансивер добавлен узел управления выходным каскадом, предложенный Валерием RW3AI, и генератор самоконтроля. Схема трансивера с новыми и предыдущими доработками приведена на рис. 1.

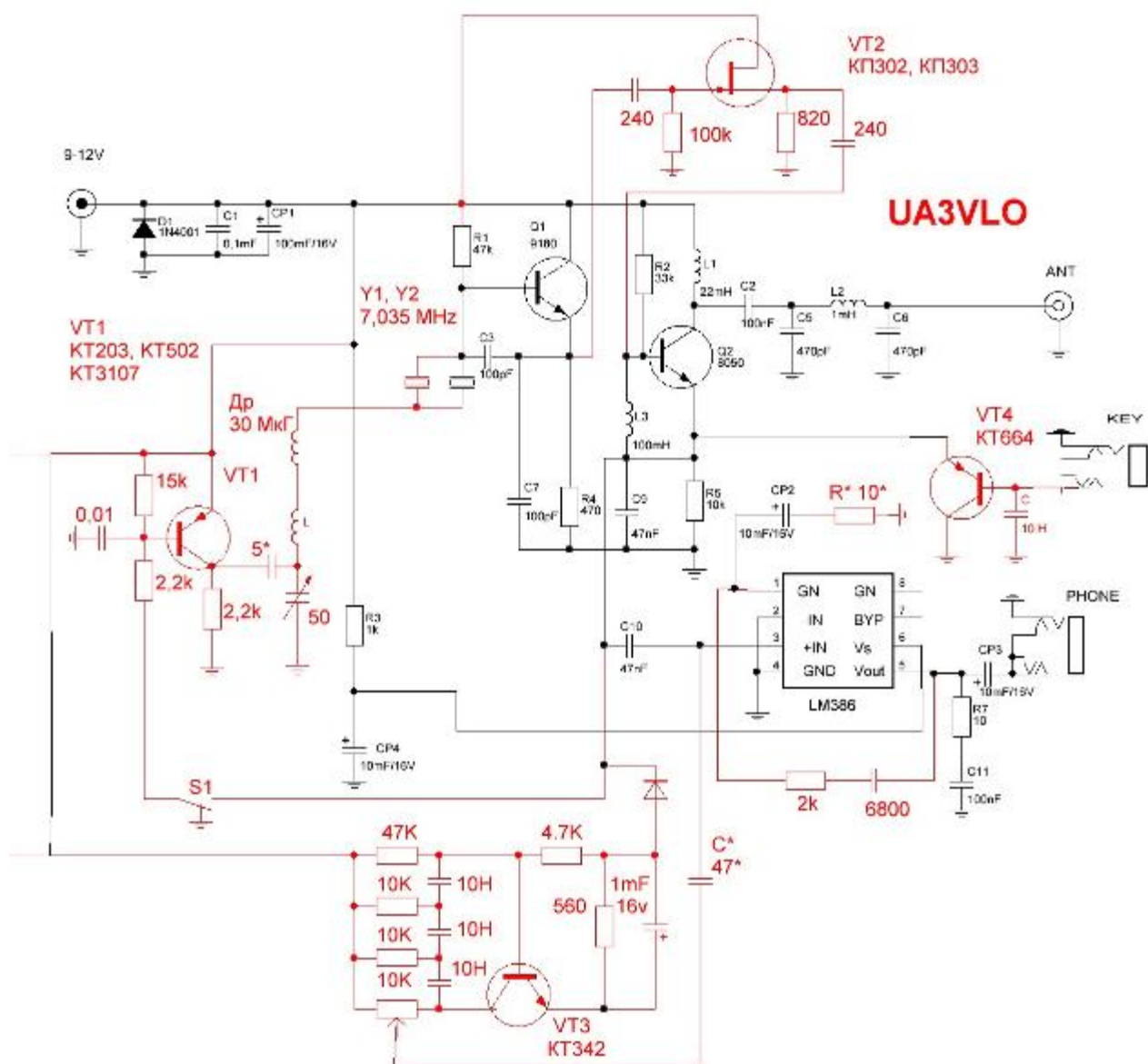


Рис. 1

Добавленные узлы выделены цветом. Из схемы оригинала удален диод D3, который при передаче включался в прямом направлении и снижал тем самым напряжение питания, поступающее на вывод 6 ИМС LM386 до 0.6 Вольт и запрещал её работу. Без этого диода напряжение питания на вывод 6 микросхемы поступает постоянно, что позволяет сигнал с генератора самоконтроля собранного на транзисторе VT3, подавать на вход (вывод 3) ИМС LM386. В этом случае сигнал самопрослушивания комфортный и без щелчков. Уровень сигнала самопрослушивания подбирается с помощью конденсатора С*.

Конструктивно генератор выполнен на отдельной плате. Она установлена вертикально рядом с основной платой PIXIE (рис. 2).



Рис. 2

Узел управления выходным каскадом выполнен на транзисторе VT4. У меня применяется транзистор КТ664А9 в корпусе sot-89, предназначенный для поверхностного монтажа, но можно использовать и другой р-п-р транзистор, например КТ208, КТ209. Желательно, чтобы у этого транзистора напряжение



насыщения при токе 100 мА не превышало 0,3...0,4 В. Чтобы не переделывать плату PIXIE, конструктивно этот узел собран на штекере (рис. 3) для подключения ключа.

Рис. 3.

В результате трансивер «PIXIE», собранный из набора, присланного из Китая, после всех доработок позволяет улучшить следующие характеристики:

1. Кварцевый генератор на транзисторе Q1, переделанный на «Super VXO», позволяет с практически кварцевой стабильностью перестраивать частоту в пределах 7000 – 7030 кГц.
2. Истоковый повторитель на транзисторе VT2 исключает влияние выходного каскада на стабильность частоты.
3. Узел для сдвига частоты при передаче, собранный на транзисторе VT1, исключает “плачущий” сигнал при манипуляции и позволяет сдвигать частоту на 800 – 1000 Гц.
4. Цепочка CP2 и R* (10 Ом), идущая с вывода 1 ИМС LM386, намного увеличивает усиление УНЧ и тем самым громкость принимаемых сигналов.
5. Цепочка R (2 кОм) и C (6800 пФ) между 1 и 5 выводами ИМС образует фильтр НЧ, сужающий полосу пропускания.
6. Переключатель S1, в нижнем по схеме положении, сдвигает частоту генератора вниз при приеме, что позволяет точно настроиться по нулевым биениям на частоту корреспондента. Установив после этого переключатель в верхнее положение, слышно, с каким тоном нужно вызывать корреспондента, чтобы быть на его частоте.
7. Узел управления выходным каскадом, собранный на транзисторе VT4, позволяет использовать электронный ключ с малым током коммутации.
8. Генератор самоконтроля, собранный на транзисторе VT3, улучшает комфортность работы в эфире.

Все перечисленные доработки расширяют возможности трансивера “PIXIE” как при повседневной работе, так и в соревнованиях. С ноября 2016 года, на таком трансивере при мощности 0.3 Вт в диапазоне 40 метров проведено около 300 QRPP QSO с 28 странами по списку диплома DXCC:

ES, UA3, EU, UA0, YU, UT, LZ, SP, ON, HA, S5, DL, 9A, E77, F, LY, YO, OH, OE, UN, PA, LX, YL, OM, OK, OH0, I, HB9.

В том числе в соревнованиях:

OK-OM DX contest 2016 – 20 QSO	Сделай сам зима 2017 – 8 QSO
LZ DX contest 2016 – 56 QSO	HA DX contest 2018 – 63 QSO
Сделай сам зима 2016 – 11 QSO	UBA contest 2018 – 53 QSO
HA DX contest 2017 – 28 QSO	Мороз Красный нос 2018 – 9 QSO
IARU 2017 – 21 QSO	IARU contest 2018 – 28 QSO

Из интересных связей – это QSO с OH0Z, UP25L, LX7I, LX8HQ, RD0A.

Питание трансивера – сетевой стабилизированный источник с выходным напряжением 12В. Антенна W3DZZ, расположенная на крыше 9-этажного дома, живу на 1 этаже.

Длина кабеля 48 метров.

г Александров ноябрь 2018

QRPX-передатчик

Виктор Беседин UA9LAQ

Телеграфный передатчик, принципиальная схема которого приведена на рис. 1, работает в диапазоне 20 метров. Его выходная мощность зависит от напряжения питания и составила 0,165; 11,1; 37,8 мВт при напряжениях питания 1,53; 6,0; 13,8 В и токах, потребляемых передатчиком 0,215; 3,7; 5,48 мА, соответственно. Перестройка по частоте передатчика, при кварцевом резонаторе 14,050 МГц, возможна в пределах 14053,9...14065,7 кГц, т. е. на 11,9 кГц, что вполне достаточно для работы QRP вблизи от соответствующей частоты 14060 кГц, отведённой для экспериментов с пониженной мощностью.

На рис. 2 приведён эскиз монтажной платы передатчика, на рис. 3 – фото собранной платы передатчика.

В качестве L1 применена готовая катушка от радиостанции “Кама-С” (ШИ4778005) без экрана. Она намотана посеребрённым проводом диаметром 0,51 мм (12 витков, длина намотки 12 мм) по канавке с шагом, исключающим замыкание соседних витков. Катушка L2 намотана проводом ПЭВ-2 0,6...0,8 мм поверх L1 у “холодного” её конца и имеет 3 витка: виток к витку или с небольшим шагом, как “позволит” каркас с канавкой катушки L1 (провод катушки не натянут, а находится на расстоянии в полмиллиметра от провода катушки L1). Можно использовать для надёжности и провод в изоляции, например, МГТФ, закрепив его от перемещения, например, ниточным бандажом. Диаметр каркаса катушки - 10 мм, каркас имеет подстроечный сердечник из карбонильного железа (МР-3...МР-20) с резьбой М6 х 0,75 мм.

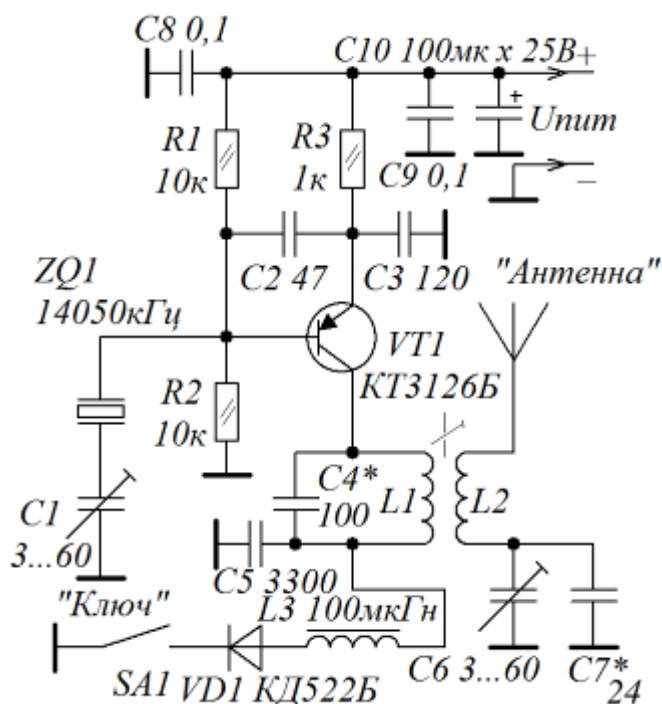


Рис. 1. Схема QRP-передатчика на биполярном транзисторе.

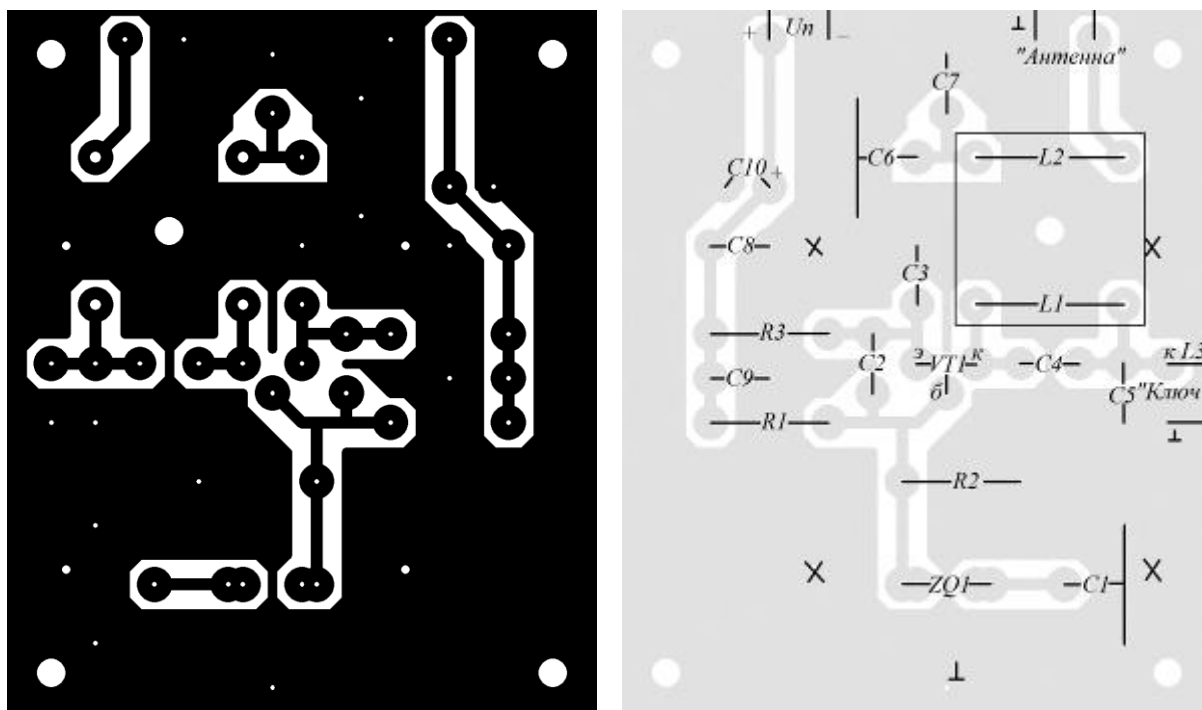


Рис. 2. Эскиз монтажной платы QRPP передатчика. Слева – вид со стороны проводников, справа – со стороны расположения деталей. Размеры печатной платы: 50 x 60 x 1,5 мм.



Катушка L2 – катушка связи передатчика с антенной. Конденсаторы C6 и C7 включены параллельно и служат для обеспечения согласования выхода передатчика с антенной. Они могут быть заменены КПЕ (желательно) с воздушным диэлектриком ёмкостью до 500 пФ.

Рис. 3. Фото собранной платы передатчика

На передатчике проведено несколько связей в радиусе одного километра, при использовании суррогатной антенны.

г. Тюмень

О прохождении радиоволн и дачной антенне

Виталий Тюрин UA3AJO

О зимнем дневном ионосферном прохождении на СВ.

Долгота дня на нашей широте в настоящее время не превышает 7 часов, что соответствует и зимнему годовому минимуму солнечной радиации, поглощение в слое D минимально. Дневная активность канала Вести ФМ на частоте 1413 кГц, соответственно, максимальна. В течении всего дня станция проходит на уровне 0,5 мВ/м, с медленными замираниями в пределах $\pm 0,5$ балла. Две станции из Куркино на частотах 738 и 612 кГц на удалении 90 км проходят не просто с одинаковыми уровнями, но иногда (из-за ионосферной рефракции), уровень сигнала на частоте 738 кГц превышает уровень сигнала на частоте 612 кГц на несколько дБ. И это при том, что передатчик на 612 кГц в 4 раза мощнее передатчика на 738 кГц (20 кВт и 5 кВт, соответственно). Чем ближе станция от места наблюдения и чем ниже её рабочая частота, тем меньше вероятность ионосферной рефракции в дневное время.

У меня есть свежие данные от 20.10.18 по этим станциям из Купавны. Это направление от Куркино на восток и расстояние примерно 50 км. Измерения проводил Дегеном и PL606.

738 кГц: $E = 0.5$ мВ/м; 612 кГц: $E = 1.5$ мВ/м (макс. пиковое значение, потому что модуляция отрицательная, макс. мощность в паузе), с разницей в 10 дБ. Получается, что у станции на 738 кГц не 5 кВт, а всего 2 кВт. С увеличением расстояния до 90 км разница уменьшается до 6 дБ. Станция на 738 кГц работает на вертикальную мачту высотой 100 м, а 612 кГц – на горизонтальный полноразмерный ромб, на высоте 30...40 м. Передатчики используют различные режимы модуляции. Конечно, чем больше расстояние, тем больше влияние ДН в вертикальной плоскости. Полагаю, что у станции 738 кГц ДН более прижата к земле, чем у 612 кГц, если не сказать, что последняя хорошо излучает в зенит.

Путешествуя по Европе, в отношении эфирного вещания на СВ, пришёл к выводу: мощных передатчиков (от 100 кВт и более), стало намного меньше, малой мощности (от 5 кВт и менее) – достаточно, особенно в Греции, Италии, Израиле, но там по-другому считают прибыль. Чистую экологию, бережное отношение к флоре, фауне и людям там тоже считают прибылью.

Наклонная дельта на даче.

К созданию данной антенны автор пришёл не сразу – заставило ухудшающееся с каждым годом прохождение на КВ, когда на простейшие антенны типа наклонный луч и при выходной мощности передатчика даже 100 Вт, не очень то интересно стало работать в эфире, не говоря о работе с выходной мощностью 5 Вт.

При проектировании данной антенны ставились две задачи: максимально использовать рядом находящиеся предметы (дом, высокие деревья), а контур антенны должен быть замкнутым. В итоге получилась следующая антенна: верхняя точка ($H = 10$ м) расположилась на высокой ветке стоящей рядом с домом

берёзы, два нижних конца провода антенны подключены к крайним нижним углам металлической крыши (H = 3 м). Таким образом две стороны дельты получились проволочными, с плоскостью наклона примерно 45° , а основанием дельты явилась металлическая крыша дома.



Судя по получившейся резонансной частоте 12 МГц, периметр дельты, с учётом конфигурации крыши, составил около 25 м, но с помощью тюнера данная антенна на диапазонах: 7, 10, 14, 18, 24 и 28 МГц имеет КСВ не более 1.3, и при этом достойно работает на указанных диапазонах малой мощностью. На диапазонах 3.5, 7.0 и 10 МГц антенна имеет индуктивную составляющую входного сопротивления, на 14...28 МГц – ёмкостную. Если предполагается работать только на одном из диапазонов, антенну лучше всего согласовывать непосредственно у места запитки, в одном из нижних её углов.

В моём случае антенна запитывается коаксиальным кабелем длиной 5 м. а тюнер находится на столе рядом с трансивером. В месте запитки антенны, оплётка кабеля

соединена с крышей дома. Крыша – двускатная. Размер крыши 8x8 м. Высота конька от земли – 6 м. Расстояние от берёзы до дома – 8 м. Данную антенну желательно бы промоделировать, и посмотреть её теоретическую ДН в вертикальной плоскости. К сожалению, эту антенну мне довелось испытывать только в конце дачного сезона, поэтому большой статистики у меня нет, но даже несколько десятков проведённых связей говорят о том, что антенна хорошо работает и на запад (Европа), и на восток (Япония), хотя угол наклона направлен на северо-запад. О недостающих данных для моделирования готов сообщить дополнительно.

CQ-QRP #64

Заметки из журналов прошлых лет

Сергей Каргапольцев R2DOC

БАРОМЕТРИЧЕСКОЕ ДАВЛЕНИЕ И QSO

В настоящей заметке я хочу поделиться моими наблюдениями над зависимостью связи на коротких волнах от барометрического давления.

При низком барометрическом давлении связь удавалась на большие расстояния, чем при высоком давлении. В этом отношении вполне подтверждались наблюдения RK—1152, помещенные в одном из прошлых номеров нашего журнала.

На близких расстояниях, до 300 км, слышимость сильно возрастает при давлении выше 780 мм и мощность передатчика удавалось понижать до 0,5 ватт, без ущерба для QRR, тогда как на расстоянии свыше 300—400 км при мощности в 15 ватт QRR была не выше R—3.

При давлении ниже 780—770 мм явление получалось совершенно обратное. На расстоянии до 300—400 км слышимость

была не выше R3—2 и при уменьшении мощности совершенно пропадала, тогда как на расстоянии больше 400—300 км слышимость была не ниже R7—8 и удавалось понижать мощность с 15 ватт до 0,5—0,3 ватта, без потери слышимости. Хорошие dx QSO удаются только при низком давлении и в большинстве случаев только с тем пунктом, в котором давление также низкое.

Все опыты производились с передатчиком Гартлей п. п, мощность которого могла меняться от 0,3 до 15 ватт. Наблюдения производились с 18 до 24 часов по московскому времени.

Прошу всех товарищей поделиться своими наблюдениями по этому вопросу на страницах нашего журнала.

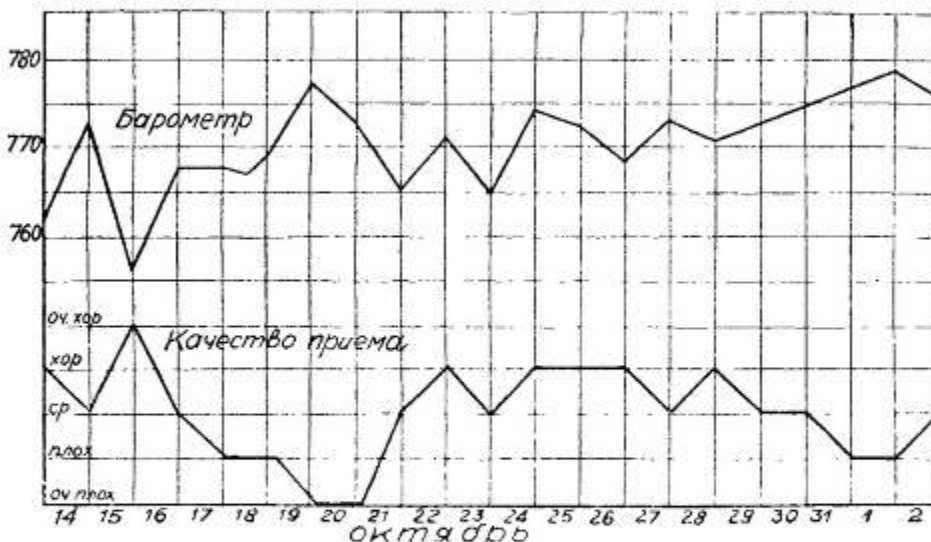
EU 6AO А. Ковалев

журнал "РАДИО ВСЕМ" за 1930 год, № 9, CQ SKW № 6, стр. 43

ЕЩЕ О ВЛИЯНИИ АТМОСФЕРНОГО ДАВЛЕНИЯ НА РАСПРОСТРАНЕНИЕ КОРОТКИХ ВОЛН

Заинтересовавшись сообщением RK—1152 («Радио Всем» № 8 1929 г.) о связи между качеством приема и атмосферным давлением, я решил провести более длительный опыт в этом направлении. Трех-

Это бывает при незначительных временных изменениях давления, и колебание слышимости бывает не сильное. В случае же изменения давления регулярного, равномерного, изо дня в день в течение



недельные регулярные наблюдения блестяще подтвердили RK—1152. С поразительной точностью слышимость следует за изменениями давления. Если давление с утра резко падает, то к вечеру можно наверняка ожидать великолепную «радиопогоду». Если давление медленно изменяется в течение нескольких суток, — так же постепенно меняется и слышимость. Только в очень редких случаях падение давления вызывает ухудшение слышимости, а повышение давления — улучшение.

нескольких суток (что в Московской области явление не редкое), — качество приема непременно изменяется в обратную сторону, т. е. при повышении давления качество приема понижается и, наоборот, при понижении давления качество приема повышается.

Наблюдения производились на волнах от 20 до 35 метров.

RK—629

журнал "РАДИО ВСЕМ" за 1930 год, № 1, CQ SKW № 1, стр. 5

Письма читателей

7 октября 2018. Здравствуйте, уважаемый Владимир Тимофеевич. Возможно, у вас найдётся немного времени, чтобы ответить на вопрос вашего давнего читателя (40 лет). Всегда с интересом читал ваши статьи и книги. Они всегда с изюминкой и очень просты и оригинальны. Считаю вас одним из наиболее компетентных в вопросах радиосвязи.

Я интересуюсь вопросами дальнего приема на промышленные приёмники, проанализировал много схем усилителей и антенн. Сравнил эффективность магнитной рамочной антенны, полуволнового диполя и проволочной комнатной антенны. Параметры рамки: $D = 800$ мм, $d = 16$ мм, $N = 1$, $Q = 400$. Проволочной антенны: $h = 10$ м. $f = 14$ МГц. Вот что получилось: при напряжённости поля $E = 3 \cdot 10^{-8}$ В/м напряжение на рамке 1,77 мкВ, на диполе 0,2 мкВ, на проволочной антенне 0,15 мкВ. Получается, что рамка с истоковым повторителем (чтобы не снизить добротность) в 8,6 раз эффективнее, чем полноразмерный диполь и в 11,8 раз эффективнее, чем проволочная антенна, и поэтому нет необходимости увеличивать коэффициент усиления усилителя. Приёмник Tecsun PL660.

Вопрос: обеспечит ли такая схема (рамочная антенна с истоковым повторителем подключенная к антенному входу приёмника) дальнюю связь? Возможно, вы посоветуете что-то другое? Заранее благодарю за ответ.

У меня и ещё вопрос по вашей статье о регенераторах. Высокая чувствительность регенераторов без резонансной антенны нереализуема, поскольку и высокочувствительный приемник, и антенные усилители без хорошей антенны - это просто игрушка, непригодная для дальнего приема. По расчётам укороченная резонансная антенна ($Q=200$) превосходит ненастроенную проволочную антенну такой же длины в 280 раз. Но ее нельзя подключить ко входу регенератора т.к. у него входное сопротивление порядка нескольких кОм, а это приведёт к снижению добротности и сведет на нет эффективность антенны. Можно ли подключить такую антенну к регенератору? Заранее благодарю за ответ. Еще вопрос, если можно. Какой смысл применять СВ регенератор если при полосе пропускания 10 кГц необходима добротность $Q = 200$, а у ферритовых антенн она и так около 150? Заранее благодарю за ответ. С уважением, **Родионов И.П.**

Ответ

Здравствуйте, Игорь! Прочитал эти вопросы, а заодно и предыдущие письма. Там вы привели результаты сравнения рамки диаметром 0,8 м и полноразмерного диполя при приеме на частоте 14 МГц. Рамка развивала примерно в 10 раз большее напряжение при прочих равных условиях, надо полагать. Значит ли это, что рамка эффективнее? Нет, конечно! Ведь диполь развивает это малое напряжение на согласованной нагрузке в 75 Ом, а на что была нагружена рамка из письма неясно. Возможны три варианта:

1) рамка согласована петлёй связи и нагружена на те же 75 Ом, тогда сравнивать можно. Но уверен, что рамка не даст такого же напряжения, как диполь.

2) Нагрузка (вход приёмника) включена в рамку последовательно. Тогда не будет даже приблизительно такого же напряжения, как в случае 1, а будет гораздо меньше. Выходное сопротивление такой рамки будет очень низким (r – доли ома, $X_L + X_C = 0$ при последовательном резонансе). Таким же низким должно быть и входное сопротивление приёмника для согласования.

3) Вход приёмника подключен параллельно конденсатору, настраивающему рамку, и тогда входное сопротивление приёмника должно быть очень высоким, чтобы не «угробить» добротность рамки, её резонансные свойства и эффективность приёма. В этом случае рамка и конденсатор – параллельный контур. Напряжение на нем будет гораздо больше, чем во всех предыдущих случаях, включая диполь.

Любопытно отметить, что во всех трех случаях мощность, отдаваемая рамкой в приемник, будет одинаковой! Именно она и определяется эффективным объемом, занимаемым ближним полем антенны. Остальное – вопросы согласования. При оптимальном согласовании конструктивная добротность рамки уменьшается ровно в 2 раза, поскольку сопротивление генератора (рамки) должно равняться сопротивлению нагрузки (входному сопротивлению приёмника). Тогда в приёмник и отдается максимальная мощность. А напряжение и, соответственно, ток можно менять как угодно контурами, трансформаторами, местом подключения и т.д.

Теперь о регенераторах. Почему вы решили, что входное сопротивление регенератора «порядка нескольких кОм»? Это прямо зависит от степени связи контура регенератора с антенной цепью. Вносимое в антенну сопротивление может изменяться от малых долей ома до многих мегомов в зависимости от вида и степени связи. Надо еще учесть, что с подходом к точке генерации сопротивление контура регенератора возрастает, и связь с антенной приходится ослаблять. Если же антенна прямо входит в контур (короткая проволочная или ферритовая магнитная), то она тоже регенерируется и работает лучше. Слабо связанная антенна и регенерируется слабее.

Регенерация на СВ смысл имеет, поскольку поднимается уровень несущей, что улучшает и селективность, и качество детектирования, а завал высоких звуковых частот из-за сужения полосы можно компенсировать регулятором тембра в УНЧ. Ведь крутизна скатов резонансной кривой регенератора невелика, всего 6 дБ/октаву. Например, если на частоте 1 МГц вы получили регенерированную добротность 1000, то полоса пропускания контура по уровню –3 дБ составит 1 кГц или ± 500 Гц относительно несущей. Звуковые частоты 500 Гц будут ослаблены на 3 дБ, 1 кГц – на 6 дБ, 2 кГц – на 12 дБ, 4 кГц – на 18 дБ. Обеспечить АЧХ УНЧ с подъёмом в сторону верхних частот, соответствующим указанным цифрам, не составляет особого труда, достаточно простой RC-цепочки.

Выше 4 кГц подъёма лучше не делать, при дальнем приёме верхние звуковые частоты бесполезны и даже вредны. Но несущие соседних по частоте станций будут сильно ослаблены, а АМ детектор имеет свойство подавлять слабые сигналы в пользу сильных, и вы получите «задаром» прибавку к селективности по соседнему каналу еще децибел 20...25!

72 и 73! РА3ААЕ

Юмор



Излучение меньше, чем у микроволновки! — уверяет читателей самарская газета «Волжская коммуна».

<http://www.vkonline.ru/content/view/195555/izluchenie-menshe-chem-u-mikrovolnovki>

Интересно, а зачем тогда металлизированный зонт? Опять же непонятно, как они сумели измерить излучение микроволновки, снаружи или внутри?



На этом снимке обратитен внимание не на то, как она держит плату, но на то, как она держит паяльник!

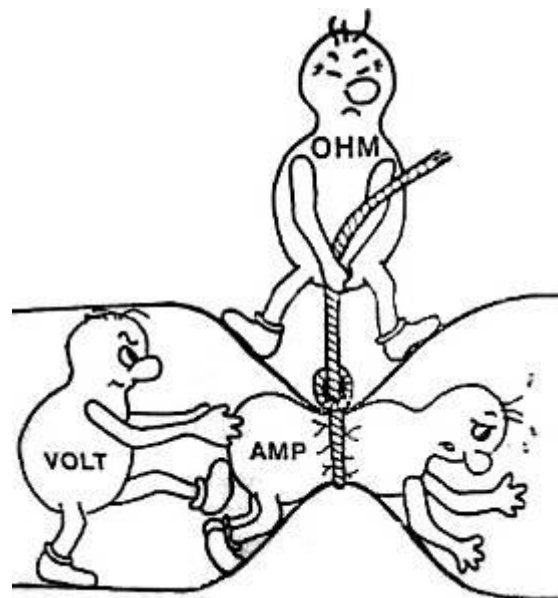
Непридуманная история. В школе для особо одарённых детей на приёмном собеседовании шестилетнего Вовочку тётя попросила рассказать, чем автобус отличается от троллейбуса. Вовочка честно ей сообщил, что в автобусе двигатель внутреннего сгорания, а в троллейбусе – электромотор.

Оказалось – ничего подобного! Просто троллейбус с рогами, а автобус – без них. И нечего тут морочить тётя голову!

Дороги, которые мы выбираем...



Раз уж речь зашла о незыблемом законе Ома, то вот ещё на эту тему:



CQ-QRP # 64