

О некоторых возможностях длинноволнового радиовещания с фазовой синхронизацией

В.Т. Поляков

Автономная некоммерческая организация высшего образования Российский новый университет, г. Москва, ул. Радио, д.22;

Показаны возможности радиовещания на длинных волнах (ДВ) с использованием современных технологий и фазовой синхронизации несущих от единого Госстандарта времени и частоты (ГСВЧ), позволяющие решить общегосударственные задачи:

- 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 приемников-навигаторов с высокоточными часами.*

The possibilities of broadcasting on long waves (LV) with the use of modern technologies and phase synchronization of carriers from a single standard of time and frequency (TFS), allowing to solve national problems:

- to provide all, without exception, the population of the country with several information and music programs;*
- to notify the entire population of the country or its part in case of any emergency situations;*
- equip organizations and individuals with navigation available in all conditions, as well as the exact time;*
- to enable the wide use of cheap portable and pocket receivers-navigators with high-precision clocks.*

Радиофикация страны, начатая еще на заре радиотехники в 20-е годы прошлого века, развивалась двумя путями: была построена сеть мощных ДВ и СВ радиостанций, обслуживающих практически всю территорию СССР, а в населенных пунктах создавались радиоузлы проводного вещания, сводящие к минимуму затраты абонентов на приобретение и установку радиотрансляционных точек. Достигнув пика в 50...70-е послевоенные годы, ДСВ вещание стало приходить в упадок, и причин тому несколько:

- развитие УКВ ЧМ вещания и телевидения, обеспечивавших более качественную подачу информации, а в дальнейшем сетей широкополосного доступа и Интернет;
- возросший уровень бытовых и промышленных помех, распространяющихся по силовым электросетям переменного тока.

Одновременно с упадком ДСВ радиовещания стало невозможным и оповещение населения в случае чрезвычайных ситуаций: войн, ураганов, наводнений и т.д. Окончательно добило ситуацию постановление ВГТРК о прекращении радиовещания в диапазонах ДВ СВ и КВ с 14.01.2014, после которого Россия оказалась вообще без радио, если не считать УКВ ЧМ, доступного только в относительно крупных населенных пунктах. Республика Саха (Якутия) просила Минсвязи разрешить им вещание на ДВ и СВ, потому что другие способы радиовещания у них просто невозможны.

Беда также в том, что при ЧС людей нечем оповестить. При наводнении в Крымске, например, ездили на автомашине с громкоговорителем и звонили в церковные колокола! В Уфе колокольни официально рассматриваются как средство оповещения! При наводнении на Дальнем Востоке в позапрошлом году включили законсервированную СВ радиостанцию на частоте 810 кГц, поскольку другого способа

связи с подтопленными городками и поселками не было (после устранения разрушений от паводка ее выключили). Видео оповещение, сотовая связь и Интернет не работают при отсутствии электричества, а энергосистемы при ЧС терпят аварии в первую очередь. Во многих удаленных местах современных видов связи просто нет.

Радиовещание на ДВ, и в меньшей степени на СВ имеет ряд характерных особенностей, делающих его во многих случаях незаменимым. Прежде всего, это огромный радиус действия передатчиков, достигающий тысячи и более километров. Так, радиостанцию им. Коминтерна, работавшую на частоте 173 кГц из Подмосковья, было слышно по всей Европе и в Западной Сибири, были даже случаи ее приема на американском континенте. Сейчас под Москвой можно принять польские, английские, французские, турецкие, иранские станции. Во всем мире от вещания на ДСВ не отказываются. Так, в США и Китае насчитывают по 600 и более радиостанций, вещающих в этих диапазонах (в США – только СВ).

Другая особенность – высокая проникающая способность, позволяющая прием внутри зданий, в низких местах, густом лесу и даже неглубоко под поверхностью земли или воды, что объясняется большой толщиной скин-слоя на ДСВ. УКВ и более короткие волны такими возможностями не обладают. Сигнал на ДСВ стабилен и мало зависит от местоположения приемника и времени.

Надо возрождать вещание на ДВ и СВ на новом техническом уровне – строить мощные автоматизированные передатчики с высоким КПД (такие уже есть) и выпускать стационарные и карманные (по типу сотовых телефонов) с ЖК дисплеем, цифровой шкалой настройки и декодером бегущей строки.

Предлагается система радиовещания, обслуживающая как крупные, так и мелкие города, поселки и деревни, а также всю территорию страны. Система включает небольшое число ведущих мощных радиостанций и множество маломощных местных станций ограниченного радиуса действия, ретранслирующих ее сигнал, и обслуживающих мелкие населенные пункты (НП). В них возможен громкоговорящий прием простыми и дешевыми приемниками-радиоточками, размещенными у населения в пределах обслуживаемого НП, питаемых энергией поля и не требующих никаких других источников питания (электросети или батарей). За пределами НП прием возможен экономичными батарейными приемниками. Концепция «беспроводных радиоузлов» подробно изложена в [1].

Расчеты показывают, что громкоговорящий прием радиоточками возможен на расстоянии не менее 50...100 км от мощной станции (100...300 кВт) и не менее 1 км от местной станции мощностью всего 100 Вт (мощность обычной электрической лампочки), напряженность поля при этом больше 0,1 В/м [1]. Индустриальные и бытовые помехи в таких условиях незаметны.

Любопытно, что архитектуры систем УКВ связи через репитеры, сотовой телефонной связи, синхронного радиовещания и предлагаемой системы полностью совпадают. Сама жизнь подвела к этой идее и подсказала ее преимущества. Здесь использована та же идея, но применительно к случаю «раздачи» радиовещательных программ (земной волной, при большом уровне сигнала – отсюда надежность, устойчивость и т. д.).

Несущие ведущих мощных радиостанций должны быть синхронизированы с единым государственным стандартом времени и частоты (ГСВЧ) и будут служить вторичными эталонами для потребителей. Местные станции, используя сигнал ведущей как опорный, могут работать на любой другой частоте. Более того, неограниченное число местных станций могут использовать одну частоту, образовав синхронную сеть [2, 3].

Местные станции могут работать и в автономном режиме с питанием от аккумуляторов для оповещения или передачи экстренных сообщений при чрезвычайных ситуациях и отсутствии электричества во всем районе или регионе, работоспособность приемников при этом полностью сохраняется.

Имеется возможность передачи дополнительной информации с малой скоростью до 50 Бод (названия станции, точного времени, погоды, местных новостей, расписания передач и т. д.). Она отображается, например, бегущей строкой на жидкокристаллическом (ЖК) экране приемников, также не требующих питания на малом удалении от радиостанций, или батарейных на значительном. Дополнительная информация передается в инфразвуковом диапазоне модулирующих частот (10...50 Гц).

Парк приемников у слушателей предлагается полностью обновить, используя прогрессивные методы синхронной демодуляции сигнала, обеспечивающие высокое качество сигнала и помехоустойчивость. Отказавшись от стандартной супергетеродинной схемы в пользу гетеродинной (прямого преобразования) [4, 5, 6]. Конструктивное оформление приемника может быть примерно таким, как на рисунке 1.



Рис. 1. Вид приёмника прямого преобразования.

Для синхронизации гетеродина приемника в системе есть целый ряд возможностей. Можно применить ФАПЧ по несущей самого принимаемого сигнала [4]. Поскольку частота несущей стабильна, система ФАПЧ узкополосна, поэтому чувствительна и помехоустойчива.

Можно встроить в приемник отдельный канал приема эталонного сигнала от радиостанции ГСВЧ (66,6) кГц в Москве и 50 кГц в Иркутске), а частоту настройки формировать синтезатором. То же еще легче, но с несколько меньшей стабильностью можно сделать по сигналам мощных ведущих станций. Дополнительный канал прост и дешев, это доказали в Германии, выпуская промышленно бытовые часы с синхронизацией по сигналу радиостанции ГСВЧ в Майнфлингене (DCF-77), работающей на частоте 77,5 кГц в СДВ диапазоне.

Морально устаревшую и низкоэффективную амплитудную модуляцию (АМ) в предлагаемой системе радиовещания надо заменить на квадратурную модуляцию (КАМ), занимающую ту же полосу частот, но не имеющую этих недостатков и

расширяющую радиус действия передатчиков в 1,5...2 раза. Подробно о КАМ рассказано в статьях [7, 8]. Гетеродинные приемники для КАМ получаются особенно простыми, чуть ли не вдвое проще синхронного АМ приемника, построенного автором 35 лет назад и продемонстрировавшего качество приема на СВ, сравнимое с качеством УКВ ЧМ вещания [9].

Дополнительным важным достоинством синхронизированной системы радиовещания является возможность добавление в портативные приемники навигатора, о чем было доложено на прошлогодней конференции [10]. Фазоразностная ДВ навигация обеспечивает точность, сравнимую со спутниковой, но не имеет недостатков последней, в частности, ее практически невозможно подавить искусственными помехами.

Синхронизированная система с КАМ обеспечит улучшенное качество вещания благодаря более сильному сигналу у слушателей, позволяющему расширить полосу звуковых частот до регламентированных ГОСТом 10 кГц и увеличить отношение сигнал/(шум + помехи) на 20...40 дБ по сравнению с аналогичным отношением у обычных АМ приемников.

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 приемников-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>.
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.
5. Поляков В.Т. Трансиверы прямого преобразования. — М.: изд. ДОСААФ СССР, 1984, 144 с.
6. Поляков В. Т. Радиолюбителям о технике прямого преобразования. — М.: изд. «Патриот», 1990, 264 с.
7. Поляков В.Т. Квадратурная модуляция как альтернатива АМ в радиовещании и связи. Вестник Российского Нового университета. Серия «Сложные системы: модели, анализ и управление». Выпуск 1. РосНОУ, Москва, 2017.
8. Поляков В. Т. QAM, экспериментаторы! — CQ-QRP, 2015, No 52, с. 4...10. Электронный ресурс <http://qrp.ru/cqqrp-magazine/1165-cq-qrp-52>.
9. Поляков В. Синхронный АМ приемник. — Радио, 1984, No 8, с. 31 - 34; Радио, 1999, No8, с. 16, 17. Электронный ресурс http://www.chipinfo.ru/literature/radio/199908/p16_18.html.
10. Поляков В.Т. Концепция объединения систем радиовещания и радионавигации длинноволнового диапазона. VII Всероссийские Армановские 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.>