

## **Практическое занятие 8**

### **ЦИФРОВОЕ РАДИОВЕЩАНИЕ**

Существующие системы аналогового радиовещания уже давно исчерпали свои возможности. УКВ-вещание с частотной модуляцией обеспечивает достаточно высокое качество передачи, не подвержено атмосферным помехам, но в условиях автомобиля в результате многолучевого приема и постоянно меняющихся углов отражения от препятствий возможны искажения сигнала. Кроме того, зона уверенного приема не превышает 50 км от передатчика. Для расширения зоны вещания требуется синхронная сеть передатчиков, работающих на одной частоте. Вещание с амплитудной модуляцией (АМ) охватывает большую территорию, но подвержено воздействию атмосферных и промышленных помех. Кроме того, коэффициент полезного действия АМ-передатчика составляет в среднем 4% - почти как у паровоза. Львиная доля мощности тратится на излучение несущей частоты, и АМ-вещание давно стало обузой для энергетики.

Кроме того, выделенные для радиовещания диапазоны катастрофически перенаселены. Шаг сетки частот составляет в Европе 9 кГц (ДВ и СВ), в США - 10 кГц (СВ). Это дает чуть больше 100 частотных каналов с полосой вещания 2x4,5 кГц. Один частотный канал без риска взаимных помех может выделяться удаленным друг от друга передатчикам, поэтому возможное их число в несколько раз больше названной цифры. На коротковолновых диапазонах шаг сетки частот всего 5 кГц, что уже меньше необходимой полосы частот. С учетом дальнего прохождения радиоволн на КВ помеховая обстановка ухудшается и качество вещания становятся удручающим.

Переход к однополосной модуляции позволил бы увеличить число каналов в два раза и в несколько раз повысил бы экономичность передатчиков, но не может решить проблему помех. Кроме того, однополосную передачу невозможно принять на существующие приемники. Поэтому запланированный переход на однополосное радиовещание вряд ли состоится - на сегодняшний день регулярно вещает лишь несколько КВ-радиостанций. И это уже вопрос не техники, а экономики и социологии. Консервативная масса рынка огромна - сотни миллионов существующих приемников сопротивляются внедрению любых новых систем.

В таких условиях отказ от старой системы вещания возможен только в том случае, если потребителю будет предложено не просто повышение качества, а что-то новое, недоступное ранее. Естественно нежелание человека платить деньги, пока он не убедится, что товар того стоит. Цифровое вещание открывает принципиально новые возможности в передаче звуковых программ и программ "радиомультимедиа", сочетающих звуковую, видео, графическую, текстовую и другие виды информации. Возможность пересылки разнообразной сопутствующей информации существенно расширяет спектр сервисных услуг, которые могут быть предоставлены вещателями. Так, сопровождение музыкальных передач информацией о производстве и исполнителе стало в цифровом радио уже традиционным. Кроме того, в испытательных проектах практиковалась выдача на дисплей приемников текстового содержания пере-

дачи, фотографий эстрадных исполнителей и картинок, иллюстрирующих содержание новостей.

## **ВЫБОР СИСТЕМЫ ВЕЩАНИЯ**

Существующие системы ЦЗРВ можно разделить на две категории:

- системы, требующие выделения отдельного частотного диапазона
- системы, которые могут использовать диапазон совместно с существующими радиослужбами

Наиболее совершенной из разработанных к настоящему времени систем ЦЗРВ (Digital Audio Broadcasting), которые относятся к первой категории, является "Эврика-147/ DAB". Она принята Европейским Радиовещательным Союзом (EBU) в качестве общеевропейской и рекомендована для внедрения во всем мире Межсоюзной технической комиссией всемирной конференции радиовещательных союзов (Inter-Union Technical Committee of the World Conference of Broadcasting Unions). Ее приняли не только государства Европы, но и Канада, Китай, Индия, Австралия и другие. Это открывает возможность беспрепятственного обмена радиопрограммами и информацией на международном уровне.

Ко второй категории можно отнести системы ЦЗРВ, разработанные в США. Эти системы предназначены для работы в УКВ-диапазоне 87,5 - 108 МГц и СВ диапазоне 525 - 1608 кГц одновременно с существующими аналоговыми одновременно с существующими аналоговыми АМ- и ЧМ-радиостанциями.

В эту группу входят следующие системы:

- In-Band Adjacent Channel (IBAC) - в соседнем канале по отношению к действующему аналоговому ЧМ-радиоканалу. Вариант с вещанием в резервном канале называется In-Band Reserved Channel (IBRC). Требуемая полоса частот 200 кГц. Цифровое кодирование звуковых сигналов обеспечивается с помощью "перцептуального звукового кодера" (Perceptual Audio Coder (PAC)), разработанного фирмой AT&T, скорость передачи цифрового потока 160 кбит/с.
- In-Band One Channel (IBOC) - в канале, совмещенном с каналом аналогового ЧМ-радиовещания, требуемая для комплексного сигнала полоса частот 400 кГц. Цифровое кодирование звуковых сигналов обеспечивается с помощью PAC, скорость передачи цифрового потока 160 кбит/с.
- USADR FM-1 - в канале, совмещенном с каналом аналогового ЧМ-радиовещания, требуемая для комплексного сигнала полоса частот 440 кГц. Применяется разделение цифрового сигнала на 48 субканалов, причем скорость передачи цифрового потока в каждом из них составляет 8 кбит/с, а суммарная скорость - 384 кбит/с.
- USADR FM-2 - в канале, совмещенном с каналом аналогового ЧМ-радиовещания, требуемая для комплексного сигнала полоса частот 440 кГц. Применяется разделение цифрового сигнала на 64 суб-

канала. Скорость передачи цифровой потока в каждом из них равна 2 Кбит/с. Общая скорость передачи цифрового потока - 384 кбит/с.

- USADR AM, предназначенная для использования в СВ диапазоне 525 - 1608 кГц одновременно с существующими аналоговыми АМ-радиостанциями. Комплексный сигнал включает в себя аналоговый АМ и цифровой сигналы. В последнем может содержаться одна стереопрограмма и дополнительная информация. Цифровой звуковой сигнал кодируется по системе MUSICAM при скорости 96 кбит/с. Общая скорость цифрового потока равна 128 кбит/с. Полоса частот, занимаемая комплексным вещательным сигналом, составляет 40 кГц.

### **СИСТЕМА ЭВРИКА-147/ DAB**

Система "Эврика-147/ DAB" пригодна для организации наземного, спутникового и кабельного вещания и обладает следующими техническими преимуществами:

- высокое качество звуковоспроизведения (на уровне проигрывателей компакт-дисков);
- передача цифрового сигнала требует меньшей мощности, чем передача аналогового, а качество звучания остается неизменным начиная с момента, когда прием сигнала вообще становится возможным.
- возможность передачи в узкой полосе частот шириной 1,54 МГц шести стереопрограмм (с качеством, характерным для проигрывателя компакт-дисков) совместно с разнообразной дополнительной информацией;
- для каждого канала выделяется своя полоса частот и качество передачи можно динамически регулировать в месте, откуда ведется передача.
- возможность охвата вещанием больших территорий (в том числе территории всей России) путем организации одночастотных сетей (то есть сетей, состоящих из передатчиков, работающих в синхронном режиме на одной и той же частоте) или непосредственно вещания с искусственных спутников Земли;
- возможность передачи электронных газет, факсов, изображений, бизнес информации, телевизионных сигналов и т.д. ("радиомультимедиа");
- возможность приема программ наземного и непосредственно спутникового вещания на радиоприемники с ненаправленными штыревыми антеннами в домашней обстановке, в движущемся автомобиле или в походных условиях;
- высокая устойчивость к воздействию помех и, в частности, помех многолучевого распространения, позволяющая добиться стабильного приема даже при быстром перемещении автомобилей в городских районах со сложной многоэтажной застройкой;

- наличие специальных каналов для передачи информации ограниченному кругу пользователей (закрытые каналы с паролем или пейджинг);
- возможность использования универсального приемника при реализации наземного спутникового, гибридного и кабельного вариантов вещания.

### **Краткое описание стандарта DAB**

Комплекс стандартов DAB определяет способы передачи информации, области занимаемых частот, набор сервисных услуг и методы их предоставления и т.д. Системное построение и технические характеристики системы регламентированы в принятом в 1995 г. и дополненном в 1997 г. европейском телекоммуникационном стандарте ETS 300401.

Принцип транслирования DAB-радиопрограмм принципиально отличается от рассмотренных систем радиовещания. Уже не одна, а несколько различных программ объединяются в единый блок, называемый ансамблем (ENSEMBLE, или MULTIPLEX) и передаются на одной несущей частоте. Каждый ансамбль может состоять из 6 основных программ, а также дополнительных данных, связанных с программами.

Для передачи цифровой эфирной информации определено использование системы COFDM (Coded Orthogonal Frequency Division Multiplexing). Эта система предполагает дискретизацию аналогового потока не только по времени, но и по частоте. Полученные элементы оцифровываются, определенным образом перемешиваются и затем модулируют совокупность несущих, количество которых определяется мощностью передаваемого информационного потока (в стандарте DAB может использоваться от 192 до 1536 несущих). Расстояние между несущими выбирается таким образом, чтобы пересечение спектров соседних несущих не создавало помех при демодуляции, то есть чтобы выполнялось условие их ортогональности.

Дополнительная дискретизация по частоте позволяет применять перемешивание и сверточные коды, повышающие устойчивость информации к помехам. Еще одной существенной особенностью системы COFDM является использование защитного интервала между передачей отдельных символов. Этот интервал перекрывает предполагаемое время появления отраженного сигнала символа, что снижает чувствительность к помехам, вызванным многолучевым распространением радиоволн.

Количество несущих, расстояние между ними, длина защитного интервала и значение FEC (степени защиты за счет применения сверточного кодирования) являются переменными величинами. Использование такой системы передачи обеспечивает возможность чистого приема в местах плотной городской застройки. Еще одним важным плюсом применения COFDM является высокое качество мобильного приема, одной из основных проблем которого является сложность адаптации приемника к постоянному изменению мощности сигнала из-за изменения конфигурации отраженных сигналов.

Специфика компоновки и передачи цифрового материала позволяет пересылать в общем потоке любые виды оцифрованной информации, при усло-

вии, что они не требуют широкой полосы частот. Это может быть текст, графика или даже движущиеся картинки.

Система Эврика-147/DAB подвергалась лабораторным и полевым испытаниям при работе в диапазоне частот 1452-1492 МГц (L-диапазон). При испытаниях применялся режим II, что соответствует наличию 384 несущих в передаваемом радиосигнале. Кодирование цифровых звуковых сигналов в данной системе производилось кодерами MUSICAM при скоростях цифровых потоков на выходах кодеров от 192 кбит/с до 256 кбит/с на один стереосигнал. Система проверялась на способность передавать пять стереоканалов: один - со скоростью 256 кбит/с, два - со скоростью 224 кбит/с, два - со скоростью 192 кбит/с. Имелась возможность, в дополнение к пяти стереоканалам, передать один моноканал со скоростью 64 кбит/с и два канала данных со скоростями 64 и 24 кбит/с, соответственно.

В DAB сигнал, прежде чем поступить на передатчик, проходит несколько стадий обработки. Структура передающего тракта такова:

- Сигналы отдельных каналов поступают на входы кодеров, где происходит оцифровка и сжатие информации по стандартам MPEG1 или MPEG2.

- Сигналы с кодеров каналов поступают на групповой мультиплексор, который формирует последовательный поток битов с временным мультиплексированием, состоящий из кадров длительностью 24, 48 или 96 мс (модели DAB I, II, III, IV). В этот поток включаются данные скоростного канала информации (FIC), которые используются приемником для идентификации каналов.

- Сигнал с выхода мультиплексора поступает на вход COFDM-модулятора, который добавляет информацию для коррекции ошибок, защитные интервалы и данные, идентифицирующие передатчик.

- После этого осуществляется быстрое преобразование Фурье и кодирование I/Q символов. Кодированные данные поступают на высокоскоростной цифро-аналоговый преобразователь, который формирует модулированный сигнал ПЧ.

- Частота сигнала ПЧ конвертируется в частоту, присвоенную каналу, и сигнал усиливается до необходимого для трансляции уровня мощности.

### **Этапы развития DAB**

Европейские фирмы в 1987 году основали консорциум Eureka-147 с целью разработки принципиально новой системы цифрового радиовещания DAB. Участниками этого проекта являются около 50 фирм и организаций из Великобритании, Германии, Франции, Голландии, Италии, Швеции, Швейцарии, Норвегии, Финляндии, Японии, Канады, США и ряда других стран. В участники проекта от России, по представлению институтов - лидеров проекта - IRT (Германия) и ССЕТТ (Франция), был в 1995 г. принят ИРПА им. А.С.Попова.

В 1992 году на основе всемирного соглашения для DAB были выделены L-

и S-диапазоны. Первые приемники, в основном для измерительных целей, были созданы в 1988 году. С 1990 года ряд членов проекта Эврика-147 приняли участие в проекте JESSI, в рамках которого была разработана первая интегральная микросхема для коммерческих DAB-приемников. Первый DAB-приемник потребительского типа был представлен на выставке в 1995 году в Берлине. Миниатюризация приемников продолжается, в настоящее время их серийным выпуском занимаются фирмы Grundig, Philips и др. В европейских странах эксплуатируется уже несколько десятков тысяч приемников.

### *Великобритания*

Правительство Великобритании в 1994 году приняло решение о выделении для наземного DAB диапазона частот 217,5-230 МГц. В данном диапазоне можно разместить семь многопрограммных сигналов DAB (так называемых "DAB-блоков" или "ансамблей"), каждый из которых занимает полосу частот, равную примерно 1,55 МГц. При этом обеспечиваются защитные частотные интервалы между сигналами DAB шириной около 200 кГц. Для облегчения опознавания ансамблей каждому из них присвоен короткий идентификатор (11B, 11C, 11D, 12A, 12B, 12C, 12D). Ансамбль 12B с сентября 1995г. использует BBC для передачи пяти национальных программ, принимаемых на территории всей Великобритании. Ансамбли 11C, 11D, 12A, 12D зарезервированы для служб Независимого национального радио (Independent National Radio (INR) Services).

Уже на первом этапе обслуживался район, охватывающий территорию Лондона и пригородов, на которой проживают более 10 миллионов человек. К настоящему моменту программы может принимать более половины населения страны.

### *Германия*

В 1995 г. на конференции в Висбадене было принято решение о возможности использования для наземного DAB частот в УКВ диапазонах II (87 - 108 МГц), III (174 - 240 МГц), в L-диапазоне (1452 - 1467,5 МГц). В том же году в Баварии началось опытное DAB-вещание семи звуковых программ и сервисной информации с 13 радиостанций на частотах 12 ТВ-канала. Добавочные местные программы транслируются в L-диапазоне. В земле Северный Рейн-Вестфалия к 1996 году было установлено пять передатчиков, работающих на частотах 12 ТВ канала; дополнительные местные станции приступили к вещанию в Кельне и Дюссельдорфе. В начале 1996 г. было распределено среди слушателей 2000 приемников, к концу того же года на руках у населения находилось уже 15000 тыс. приемников DAB с различным уровнем сервиса. С 1997 года началось регулярное вещание DAB в Баварии.

Сегодня вещанием в этом стандарте обеспечено более 60% территории страны. Предполагается, что к 2004 г. сигнал DAB будет приниматься на всей территории Германии. Полный переход с аналогового радиовещания на цифровое должен завершиться в период между 2010 и 2015 годами. Для ве-

щения будут использоваться сеть передатчиков, работающих в 12 ТВ канале (223-230 МГц, по одному DAB- блоку для каждой земли) и в L-диапазоне (1452-1467,5 МГц), где 100 DAB- блоков отдаются региональным программам. При таком распределении в любом месте Германии можно будет принять, как минимум, двенадцать высококачественных звуковых стереопрограмм и ряд каналов дополнительной информации при использовании приемника DAB с простой штыревой антенной.

### *Россия*

Работы по созданию цифровой системы радиовещания начались в России в начале 1980 года во ВНИИРПА им. А.С. Попова, которые завершились созданием отечественной системы ЦРВ, опытных образцов передающего и приемного оборудования и организацией экспериментального вещания в г. Новгороде в 1993 году. Однако, поскольку в 1995 году была стандартизована в качестве общеевропейской система ЦЗРВ Эврика-147/DAB, которая существенно отличается от отечественной, то, начиная с 1993 года, все работы были сосредоточены на внедрении в России этой системы. К сожалению, далее зафиксированы в основном не факты, а намерения.

Для экспериментального вещания в Санкт-Петербурге Министерство Связи приняло решение о выделении полосы частот в диапазоне 92 - 100 МГц. Опытные работы были успешно проведены, однако, для внедрения указанной системы ЦЗРВ в масштабах Российской Федерации этих усилий недостаточно. До сих пор отсутствует единая федеральная программа введения цифрового стандарта на телевидении и радиоэлектронных СМИ.

Для решения проблемы вещания необходимо решение множества организационных проблем, в первую очередь - выделение отдельного диапазона частот. Европейский опыт показал, что использование диапазона 88-108 мГц совместно с существующими ЧМ-станциями нецелесообразно. В конце 1999 г. коллегия Минсвязи РФ наметила трехэтапную стратегию перехода на цифровое радиовещание, рассчитанную на 10-15 лет:

- **2001-2002 гг.** Опытное вещание в Москве и Петербурге 6 государственных станций: "Радио России", "Маяк", "Маяк-FM", "Юность", "Орфей" и одной местной. Возможна передача пейджинговой или мультимедийной информации.
- **2002-2003 гг.** Расширение опытного вещания на Московскую и Ленинградскую области, появление 6 коммерческих станций.
- **2003-2010 гг.** Полный охват территории РФ, в дальнейшем - сокращение количества аналоговых УКВ станций.

Для разработки был рекомендован диапазон 176-230 мГц. Однако стратегия - не программа и реальных шагов для реализации этой концепции до сих пор не сделано. Российская бюрократия сильнее прогресса. Конкретные частоты в рекомендованном диапазоне могут быть выделены только после продолжительного анализа электромагнитной обстановки, который должен провести НИИ Радио. А после выделения частот комитетом Минсвязи предстоит еще выиграть конкурс на ее использование в МПТР (Министерство печати и теле- и радиовещания). После этого останется пустяк - найти

средства для реализации проекта. На государственное финансирование рассчитывать не приходится, на средства населения - тем более. Недавно состоянием российского проекта заинтересовались некоторые западные компании - производители DAB оборудования. Желая выйти на российский рынок, они готовы финансировать развертывание опытной зоны вещания. Вероятно, это наиболее реалистичный сценарий успешного развития событий.

14 мая 2002г начались опытные передачи по трансляции стереофонических программ звукового вещания "Радио России", "Маяк" и "Юность" в цифровом формате через спутник связи и вещания "Экспресс-6А" (точка стояния 80 градусов в.д.) на территорию России от Калининграда до Владивостока. Однако это еще не регулярное вещание.

### **СИСТЕМА DRM**

Для диапазонов средних и коротких волн разработан стандарт DRM. Разработчики решили обратиться к этим диапазонам, поскольку они дают беспрецедентные возможности для дальнего вещания при существенно меньших затратах на его организацию, а техническое качество вещания уже не отвечает современным требованиям.

Организация DRM (Digital Radio Mondiale) была основана в марте 1998 г. Это некоммерческий международный консорциум, включающий более 60 участников из Европы, Азии и Америки, в том числе российский канал "Голос России". В основу нового стандарта, названного "система А" положен доработанный прототип системы Skywave-2000, разработанной французской фирмой Thomcast. Осенью 2000 года Международный Союз Электросвязи рекомендовал своим членам использовать его, после чего закрепилось название "система DRM".

Формат характеризуется гибкими параметрами передачи, позволяющими использовать его во всех диапазонах ниже 30 МГц. Одновременно он может использоваться и для диапазона УКВ. Первые системы DRM будут вещать в стандартной полосе радиоканала, составляющей 9/10 кГц. Впоследствии можно формировать и более широкие потоки, повышая качество передачи сигнала. Для внедрения новой системы можно модернизировать существующие АМ-передатчики, что снимет ряд проблем переходного периода.

Основные преимущества следующие:

- Улучшение приема и качества звучания
- Возможность использования во всех диапазонах
- Возможна совместная передача данных и аудиосигнала
- Есть выбор режимов для оптимизации пропускной способности/качества и надежности/устойчивости приема
- Очень высокая эффективность использования спектра: от 3 до 4 бит/Гц/с;

Система открыта для последующего улучшения, новых методов компрессии и процессов кодирования. Для РЧ каналов для радиовещания ниже 30 MHz в настоящее время используют ширину полосы 9 или 10 кГц.

DRM система может использоваться:



- в пределах номинальной ширины полосы, в соответствии с настоящей планировкой;
- в пределах каналов с шириной полосы кратной 4.5 кГц (половина 9 кГц) или 5 кГц (половина 10 кГц), для того, чтобы была возможность совместного вещания с аналоговым АМ сигналом или для обеспечения большей пропускной способности передачи, если в будущем это будет разрешено.

### **Краткое описание стандарта DRM**

В отличие от стандарта DAB, использующего MPEG II, в DRM применяется более современный вариант компрессии MPEG-4. Он включает адаптивный механизм компрессии сигнала AAC (Advanced Audio Coding) в моно и стереовариантах, а также CELP (Code-excited Linear Prediction) для высококачественного кодирования речи и шумоподобных сигналов. В MPEG-4 долгосрочное предсказание проводится не во временной, а в спектральной плоскости. Кодер делает предсказание, а затем кодирует либо разницу между реальным и предсказанным сигналом, либо сам входной сигнал, если его значение можно закодировать более компактно, чем разницу. Кроме того, кодер поддерживает несколько новых механизмов, связанных со способностью потока адаптироваться к изменениям параметров канала. Любой из вариантов может дополняться техникой SBR (Spectral Band Replication), предназначенной для повышения качества передачи верхних частот. При передаче на частотах ниже 30 МГц все форматы, кроме стереофонического, используют полосу 9/10 МГц. Использование техники SBR требует более широкой полосы.

Помимо аудиосигналов, в цифровом потоке могут передаваться данные. Мультиплексированный поток аудио- и данных формируют основной сервисный канал Main Service Channel (MSC). В MSC передается до 4 потоков, каждый из которых переносит или аудио или данные. Информация канала MSC разбивается на логические кадры по 400 мс каждый. Дополнительно к MSC формируются еще два дополнительных канала. Основной и сервисные каналы определенным образом мультиплексируются, в результате чего образуются транспортные суперкадры длительностью 1200 мс.

Первый дополнительный канал, Fast Access Channel - FAC (канал скоростного доступа), переносит данные о параметрах радиочастотного сигнала и информацию, позволяющую выделять отдельные услуги. К параметрам сигнала относятся идентификатор потока, ширина занимаемой полосы, тип модуляции, тип кодирования, индекс глубины перемежения, количество передаваемых услуг. Эти параметры передаются в каждом FAC кадре. К параметрам, характеризующим услуги, относится указание типа сервиса (аудио/данные), флаг условного доступа, указатель языка и некоторые другие. Они передаются последовательно - в одном кадре параметры, относящиеся к одному сервису.

Второй дополнительный канал, Service Description Channel - SDC (канал описания услуг), содержит информацию, относящуюся к условному доступу, программу передач, информацию об авторских правах, вспомогательную информацию для некоторых приложений, а также ссылки на альтернативные

частоты, на которых передается тот же канал. Информация SDC размещается в начале каждого суперкадра и начинается с ссылок на альтернативные частоты. Это позволяет автоматически выбрать канал, принимаемый в данный момент наилучшим образом.

В DRM, как и в DAB, применяется система модуляции COFDM. Эта система весьма эффективна для передачи сигналов по радиоканалу с многолучевым распространением радиоволн и селективным замиранием сигнала, характерным для коротких волн. Для компенсации помех многолучевого распространения используется защитный интервал. Он не должен превышать 20% от общей длительности символа, чтобы не снизить пропускную способность канала. Количество несущих, размещаемых в полосе частот канала, ограничивается Допплеровским смещением частоты сигнала, возникающим в режиме мобильного приема. С учетом этих факторов в полосе 9/10 кГц используется около 200 несущих. Их точное количество, равно как и длительность символа и защитного интервала, зависит от характера распространения радиоволн (поверхностные или пространственные), предположительной дальности передачи и требуемой достоверности.

Каналы, входящие в MSC, разделяются на 2 части, различающиеся по значимости информации для правильного декодирования. Они подвергаются отдельному помехоустойчивому кодированию, характеризующемуся разной степенью помехозащищенности. В качестве помехоустойчивого кодирования применяется перемежение данных и сверточное кодирование со скоростями кода от 0.5 до 0.8. Перемежение данных в системах COFDM реализуется и по времени, и по частоте, что позволяет восстанавливать сигнал при высоком уровне селективного замирания в радиоканале. Кроме того, для борьбы с этим явлением в поток вводятся пилотные сигналы, позволяющие приемнику оценить степень затухания сигналов на каждой несущей частоте. Уровень налагаемой защиты также зависит от диапазона и предполагаемой дальности распространения сигнала. В частности, при передаче на коротких волнах глубина перемежения составляет 2.4 с, а на длинных и средних волнах - 0.8 с. Кроме того, на коротких волнах используется сверточное кодирование с более низкими скоростями кода и вводится большее количество пилотных сигналов.

## **ПЕРСПЕКТИВЫ ЦИФРОВОГО ВЕЩАНИЯ**

Необходимо признать, что цифровое вещание превосходит по качеству и возможностям аналоговое. Однако не всегда качественное превосходство переходит в количественное, как это получилось с DAB - стандартом. Поэтому цифровое вещание полностью заменит аналоговое еще очень не скоро, и об исчезновении традиционного радио говорить пока рано.

Первоначальная ошибка была в том, что DAB рассматривался только как технический стандарт. Однако история техники наглядно демонстрирует, что одни только технические преимущества еще не являются для массового потребителя решающим аргументом при выборе товара, должны еще быть какие-то иные достоинства. Угадать, что будет востребовано рынком - задача неразрешимая. Достаточно вспомнить такие форматы звукозаписи, как DAT,

DSS или минидиск, так и не вытеснивший компакт-кассету и отступающий под натиском твердотельной памяти.

При разработке DAB возможность передачи дополнительной информации была заложена изначально, однако концепция вещания поначалу сохранилась: тот же принцип построения передач, та же назойливая реклама. Существующие сегодня широковещательные программы в основном рассчитаны на безликого среднего слушателя и обращаются к общенациональной аудитории. При таком подходе нельзя учесть региональные особенности аудитории, местные интересы и традиции, и т.д. Стандарт DAB рассчитан на локальное, региональное вещание и вполне отвечает интересам коммерческого радио, но в целом смена стратегии идет достаточно медленно. Чтобы заинтересовать потребителя, а, тем самым, стимулировать и производителя, BBC первой создала новую программу для цифрового формата, ее примеру последовали и другие радиовещательные компании.

DAB-радио планируется использовать не только для трансляции традиционных радиопрограмм (свободных и закодированных), но и для передачи деловой информации. Она будет выводиться на дисплей DAB-приемника или на монитор компьютера в виде телетекста. Такая возможность существует благодаря использованию протокола MOT (Multimedia Object Transfer), разработанного для приведения разнородных данных к стандартному формату телетекста. Кроме того, предполагается использовать DAB-службы для передачи шифрованной информации, предназначенной для узкого круга абонентов. Этой службой могут пользоваться банки, страховые конторы и другие организации для распространения информации между филиалами.

Еще одной службой, которую предполагается развить в рамках национальных DAB-проектов, является предоставление информации о состоянии на дорогах. Это особенно актуально ввиду того, что DAB-радио в сильной степени ориентировано на мобильный прием. Помимо предоставления широкого спектра сопутствующей информации цифровое вещание предполагает возможность организации передач по запросу и других интерактивных служб. В мобильных приемниках в качестве обратного канала предполагается использовать сети GSM.

На будущее положение DAB на рынке может негативно повлиять широкое распространение приемников спутникового телевизионного вещания DVB, которым отдают явное предпочтение и промышленность, и радиостанции. Ввод в эксплуатацию цифрового мультиплексного радио dRadio обеспечил трансляцию через спутник HotBird-5 в одном единственном канале DVB до 40 некодированных радиопрограмм в формате MPEG-2. Спасение DAB пока в том, что для DVB разработаны только стационарные приемники, рассчитанные на эксплуатацию в одном из трех режимов: DVB-S (прием сигнала со спутника), DVB-C (через кабель) и DVB-T (наземно). Однако новые системы прямого спутникового вещания позволяют принимать программы и в движущемся автомобиле.

В конце 2001 года в Америке начали регулярную работу две национальных

сети спутникового непосредственного цифрового радиовещания - Sirius Satellite Radio и XM Satellite Radio. В эфире сразу появились десятки новых высококачественных радиопрограмм. Специалисты отмечают не только принципиально иную бизнес-модель спутникового радиовещания, которое может существовать и без традиционной радиорекламы, на деньги подписчиков, но и ожидаемые революционные изменения в программировании и в выборе содержания прослушиваемых передач, которые станут доступными самим радиослушателям. Весь этот спектр удовольствий стоит слушателю 9 долларов 95 центов в месяц. Со спутников транслируются 100 каналов в формате MPEG-2.

**XM Satellite Radio Holdings Inc.** предлагает радиослушателям 71 музыкальный канал, их репертуар охватывает массу музыкальных направлений от классической музыки до рока. Кроме того, вниманию радиослушателей предлагаются новостные каналы, материалы для которых предоставляют CNBC, CNN Headline News, USA Today и C-SPAN, а также ряд других агентств. Через спутники транслируются спортивные и развлекательные передачи, ток-шоу и программы для детей. В космическом сегменте системы спутникового цифрового радиовещания работают два спутника связи под кодовым названием Rock и Roll. Сигнал принимается со спутников непосредственно на радиоприемники, а в городских районах с многоэтажной застройкой для трансляции сигнала дополнительно будут использоваться наземные ретрансляторы.

Основное преимущество прямого спутникового вещания имеют перед существующими УКВ радиостанциями - глобальность. Однако затраты на создание такой системы достаточно велики. В странах и регионах с низкой плотностью населения или находящиеся на значительном удалении от экватора спутниковое радио может оказаться неэффективным и непопулярным по чисто экономическим соображениям. И в ряде случаев наземное цифровое радиовещание имеет больше перспектив в обозримом будущем, в отличие от США, хотя бы в связи с на порядки меньшими расходами на их внедрение. Вот тут и выходит на сцену DRM.

Развитие цифрового вещания в "дальнобойных" диапазонах особенно актуально для России при ее огромной территории и средней плотности населения 9 человек на квадратный километр. В небольших городах, в которых живет более половины населения страны, коммерческое вещание УКВ-ЧМ часто оказывается нерентабельным. Поэтому для почти забытых диапазонов ниже 30 МГц в России открыты прекрасные перспективы.

**Цифровое радио** — технология беспроводной передачи цифрового сигнала посредством электромагнитных волн радиодиапазона.

**Преимущества**

- Более высокое качество звука по сравнению с FM-радиовещанием. В настоящее время не реализовано из-за низкой скорости потока (типично 96 кбит/с).
- Помимо звука могут передаваться тексты, картинки и другие данные. (Больше, чем в RDS)
- Слабые радиопомехи никак не изменяют звук.
- Более экономичное использование частотного пространства посредством передачи сигналов.
- Мощность передатчика может быть сокращена в 10 — 100 раз.

### **Недостатки**

- В случае недостаточной мощности сигнала в аналоговом вещании появляются помехи, в цифровом - трансляция пропадает вовсе.
- Задержка звука из-за времени, необходимого на обработку цифрового сигнала.

В настоящий момент во многих странах мира проводятся «полевые испытания».

### **Внедрение цифрового радиовещания**

Сейчас в мире постепенно начинается переход к "цифре", но он гораздо медленнее, чем у телевидения из-за недостатков. Пока массовых отключений радиостанций в аналоговом режиме нет, хотя сокращается их количество в AM-диапазоне из-за более эффективного FM.

В 2012 году ГКРЧ подписан протокол, согласно которому выделяется полоса радиочастот 148,5-283,5 кГц для создания на территории Российской Федерации сетей цифрового радиовещания стандарта DRM. Также в соответствии с пунктом 5.2 протокола заседания ГКРЧ от 20 января 2009 г. № 09-01 проведена научно-исследовательская работа «Исследование возможности и условий использования цифрового радиовещания стандарта DRM в Российской Федерации в полосе частот 0,1485-0,2835 МГц (длинные волны)».

Таким образом, на неопределённое время вещание в FM-диапазоне будет осуществляться в аналоговом формате.

### **Цифровое радиовещание в цифровом телевидении**

Цифровое радиовещание может осуществляться во всех видах цифрового телевидения.

### **Digital Radio Mondiale**

**Digital Radio Mondiale (DRM)** — набор технологий цифрового радиовещания, разработанных для вещания в диапазонах, используемых в настоящее время для вещания с амплитудной модуляцией, в частности на коротких волнах. По сравнению с амплитудной модуляцией DRM позволяет передавать больше каналов с более высоким качеством, используя различные кодеки MPEG-4.

DRM также является названием международного некоммерческого консорциума, разрабатывающего и реализующего стандарт вещания DRM. В формировании консорциума приняли участие компании Radio France Internationale, TéléDiffusion de France, BBC World Service, Немецкая волна,

Голос Америки, Telefunken (в настоящее время Transradio) и Thomcast (в настоящее время Thomson SA).

В основе идеи DRM лежит два факта: полоса частот является ограниченным ресурсом, в то время как стоимость вычислительной мощности понижается. Таким образом, современные технологии программного сжатия звука позволяют использовать имеющуюся полосу частот более эффективно.

### **Возможности**

DRM позволяет вести вещание с качеством, сравнимым с FM, используя частоты ниже 30 МГц, то есть диапазоны длинных, средних и коротких волн. Использование этих диапазонов позволяет увеличить дальность распространения сигнала. Использование диапазона ультракоротких волн рассматривается в рамках стандарта DRM+. Стандарт DRM предполагает использование части старой аппаратуры вещания, в частности антенн, для снижения затрат. Вещание в формате DRM устойчиво к эффектам затухания и интерференции сигнала, которым подвержено обычное вещание.

### **DRM Plus**

С 2005 года, альянс DRM изучал возможность использования Digital Radio Mondiale в УКВ и FM диапазонах с частотой от 30 до 108 МГц<sup>[1]</sup>. Использование более широкой полосы частот позволяет увеличить ёмкость канала - в полосе шириной 50 кГц возможно получить близкое к CD качество аудиосигнала (битрейт 350 Кбит/с), а полоса 100 кГц позволяет передавать телевизионное изображение стандартной чёткости на мобильные приёмники, как в технологиях DMB и DVB-H.

31 августа 2009 года DRM+ был официально принят в качестве вещательного стандарта и была опубликована его техническая спецификация<sup>[2]</sup>. DRM+ является последней версией стандарта DRM и включает как традиционный режим для AM-диапазона, так и расширения для использования в полосе частот от 30 до 174 МГц.

### **Diveemo**

В конце 2010 года альянс DRM предложил расширение стандарта, Diveemo, предусматривающее передачу видео с разрешением от 176x144 и частотой кадров от 8 кадров в секунду. Предполагаемое использование включает передачу обучающих и информационных видео трансляций на большие расстояния с минимальными вложениями.

### **Использование DRM**

#### **Использование DRM в мире**

Стандарт DRM для длинных, средних и коротких волн был утверждён ИЕС, а также утверждён ИТУ для применения в большей части мира. Утверждение для второго региона ИТУ (Северная и Южная Америка, Тихий океан) ожидает внесения поправок в существующие международные соглашения. Первый эфир состоялся 16 июня 2003 года в Женеве, на ежегодной Всемирной конференции радиосвязи, проводимой ИТУ.

По состоянию на май 2011 года вещание в стандарте DRM ведут станции BBC World Service, biteXpress, Deutschlandradio, HCJB, KBS World Radio, Radio Australia, Radio Canada International, Radio Exterior de España, Radio

Netherlands, Radio New Zealand International, Radio Portugal International, Raidió Teilifís Éireann (RTÉ), RAI, Вести ФМ, Голос России, Международное французское радио, Немецкая волна, Радио Ватикана и др.

До недавнего времени для приёма вещания в формате DRM обычно использовались персональные компьютеры. Несколько производителей начали выпуск самостоятельных DRM-приёмников (Sangean, Morphy Richards, Starwaves). Компании Kenwood и Fraunhofer представили прототип специализированной микросхемы-декодера в сентябре 2006 года. Микросхема будет производиться компанией STMicroelectronics. Himalaya продемонстрировала две модели своих приёмников в 2006 году.