

# СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ЦИФРОВОГО РАДИОВЕЩАНИЯ

Зелевич Е.П., профессор ИПК МТУСИ

## **Современные системы цифрового звукового вещания**

позволяют передавать сопровождающую информацию, включая малокадровые изображения. Одновременно развиваются такие новые формы вещания, как Интернет-вещание, обеспечивающее персонализацию контента за счет интерактивности. Новые системы наземного и спутникового цифрового вещания предусматривают наращивание мультимедийных возможностей за счет их высоких качественных показателей при наличии обратного канала. Таким образом, можно говорить о сращивании различных технологий вещания на основе интерактивной мультимедийности.

В Германии, Франции, Англии и в других странах Европы наземное цифровое радиовещание перешло из стадии экспериментов в вещание на постоянной основе. Например, цифровое радиовещание стало общедоступным в Англии и Швеции в 1995 г., однако в настоящее время нельзя говорить о том, что европейские слушатели ориентированы исключительно на программы ЦРВ.

**Международными организациями определены сроки вытеснения аналоговых форм вещания цифровым радиовещанием, при этом внедрение новых систем будет происходить параллельно с функционированием существующих аналоговых систем.**

**В какой форме программы цифрового радиовещания доставляются слушателям? Каковы отличительные особенности и новые возможности систем цифрового радиовещания?**

**Стандартизирован ряд систем наземного, спутникового и комбинированного цифрового радиовещания, внедрение которых расширяется.**

### **Цифровая система А (наземное вещание)**

- Цифровая система А (проект “Эврика-147”) является полностью проработанной системой ЦРВ, обеспечивающей передачу звука и информации в рамках наземной сети, для обеспечения приёма на подвижные и стационарные приёмники. Она развивается на основе рекомендаций ITU-R (Rec.BS.1114). Система начала функционировать в Европе в 1995 г. и в настоящее время ею охвачено 25 стран в разных частях мира.

### **Цифровая система А (спутниковое вещание)**

- Возможности функционирования спутникового варианта системы ЦРВ (проект “Эврика-147”) были продемонстрированы ещё в 1988 г. в Женеве на экспериментальной линии. Такая система была запущена в реальную эксплуатацию под названием “MediaStar” в 1996 г. в диапазоне 1,5 ГГц. В 1999 г. проект был возобновлён под названием “Глобальное радио”. Система, предусмотренная этим проектом, обеспечивает обслуживание европейских стран с помощью четырёх спутников.

### **Цифровая система В**

- Спутниковый сегмент цифровой системы В был предложен “Голосом Америки” и Jet Propulsion Laboratory (VOA/JPL). Испытания системы были успешно проведены в 1995 г. и позволили подтвердить идеологию, заложенную в основу системы. Она развивается на основе рекомендаций ITU-R (Rec.BO.1130). Однако, в настоящее время планов для реального развития системы не имеется.

### **Цифровая система С**

- Цифровая система С является полностью проработанной системой, испытания которой проведены в пяти главных районах США. Она была создана на основе широкой коалиции инвесторов, в которую вошли 15 основных радиовещательных корпораций Америки и ведущие производители средств связи. Эта система рассматривается как основа для стандарта США для использования частными производителями. Она развивается на основе рекомендаций ITU-R (Rec.BS.1114).

### **Цифровые системы Ds и Dh**

- Цифровая система Ds создана в рамках проекта WorldSpace и в настоящее время успешно функционирует. Она развивается на основе рекомендаций ITU-R (Rec. BO.1130).  
Цифровая систем Dh является гибридной наземно-спутниковой системой, опирающейся на спутниковый сегмент системы WorldSpace и наземные одночастотные сети в Ирландии, Германии и Претории.  
Спутниковый сегмент системы Ds и Dh базируется на основе рекомендаций ITU-R (Rec. BO.1130), её наземные компоненты включены в рекомендации BS.1547.

### **Цифровая система E**

- Цифровая система E спроектирована для спутникового и дополнительного наземного вещания с помощью ретрансляторов, использующих одинаковые частоты как для спутникового, так и для наземного сегментов. Цифровая система E была формально одобрена в составе рекомендаций ITU BO.1130 в 2000 г. В состав организаций, поддерживающих создание системы, вошла также администрация Японии. К 2000 г. в составе системы насчитывалось 12 функционирующих наземных ретрансляторов. После запуска вещательного спутника предполагается начало коммерческой эксплуатации системы в Японии с середины 2003 г.

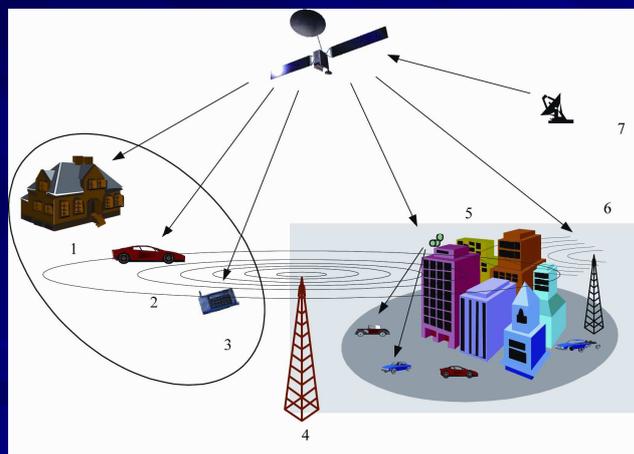
### **Цифровая система F**

- Цифровая система F является наземной системой и была предложена в 1998 г. Её предварительные испытания были проведены в Токио в 1999 г., и в этом же году она была принята как стандарт Японии. Частотный диапазон системы 188-192 МГц.

### **Цифровая система G**

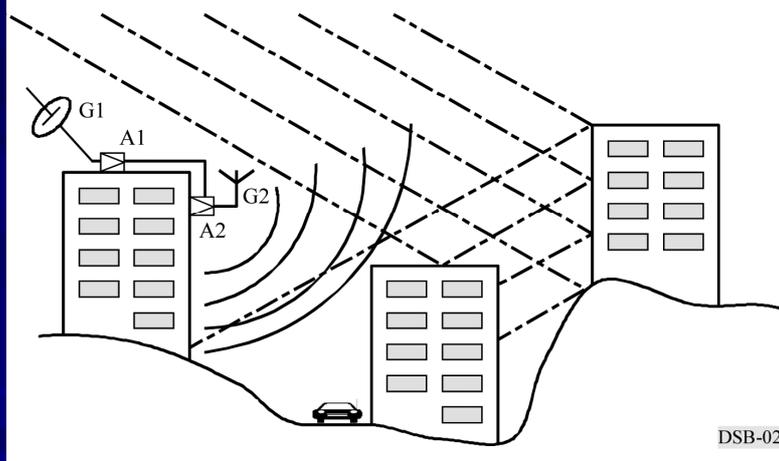
- Цифровая система G является гибридной спутниково-наземной системой. Эксплуатация системы началась с конца 2001 г. Система использует три геостационарных спутника с высокой эллиптической 24-часовой орбитой. Для обеспечения функционирования системы установлены 105 наземных ретрансляторов в 45 странах.

## Комбинированная наземно-спутниковая система ЦРВ

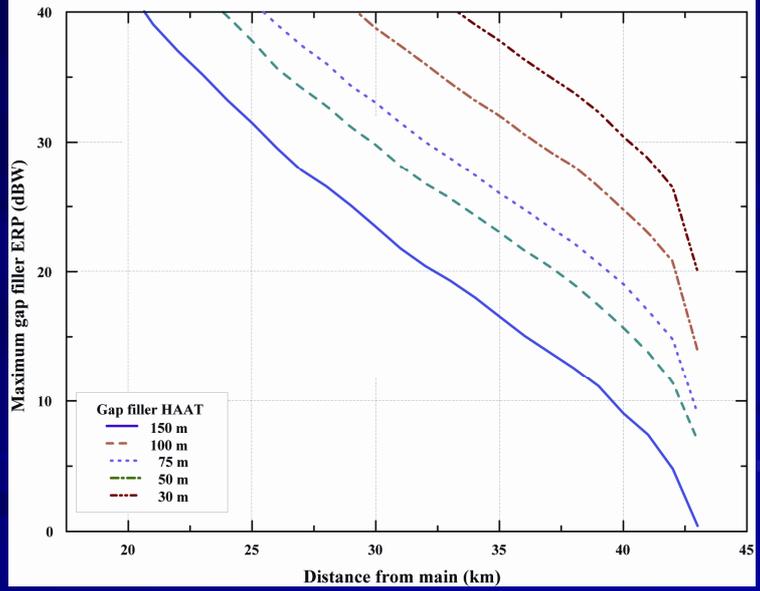


- 1 – коллективный приемник
- 2 – мобильный приемник
- 3 – переносной приемник
- 4 – ретранслятор
- 5 – локальный ретранслятор
- 6 – ретранслятор
- 7 – наземная станция

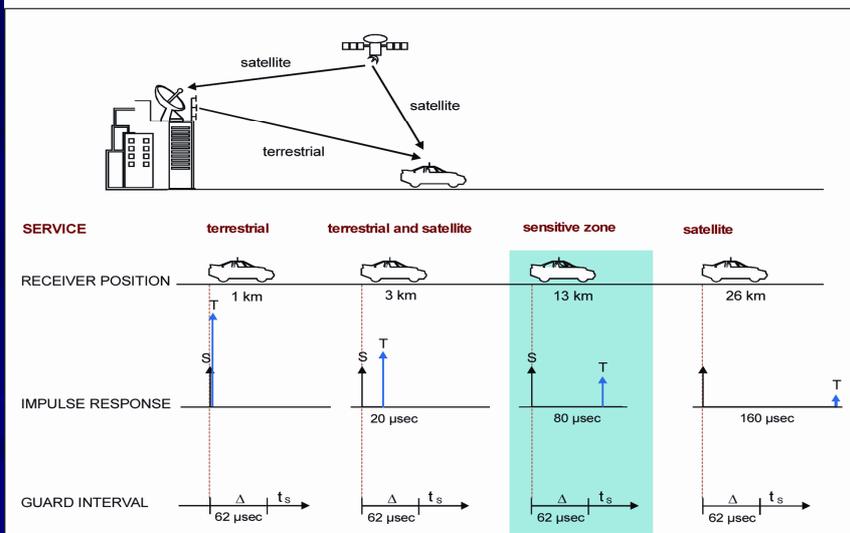
## Co-channel gap-filling technique



Domain of operation of a gap-filler as a function of distance, HAAT and e.r.p.

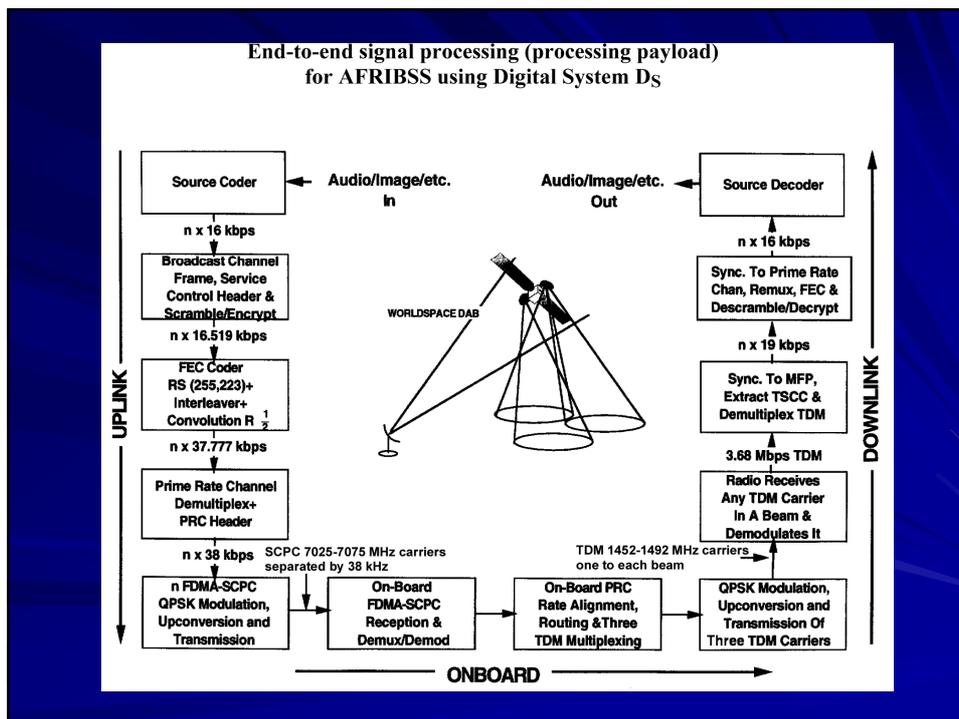


Path geometry and related active echo position in a hybrid satellite/terrestrial service

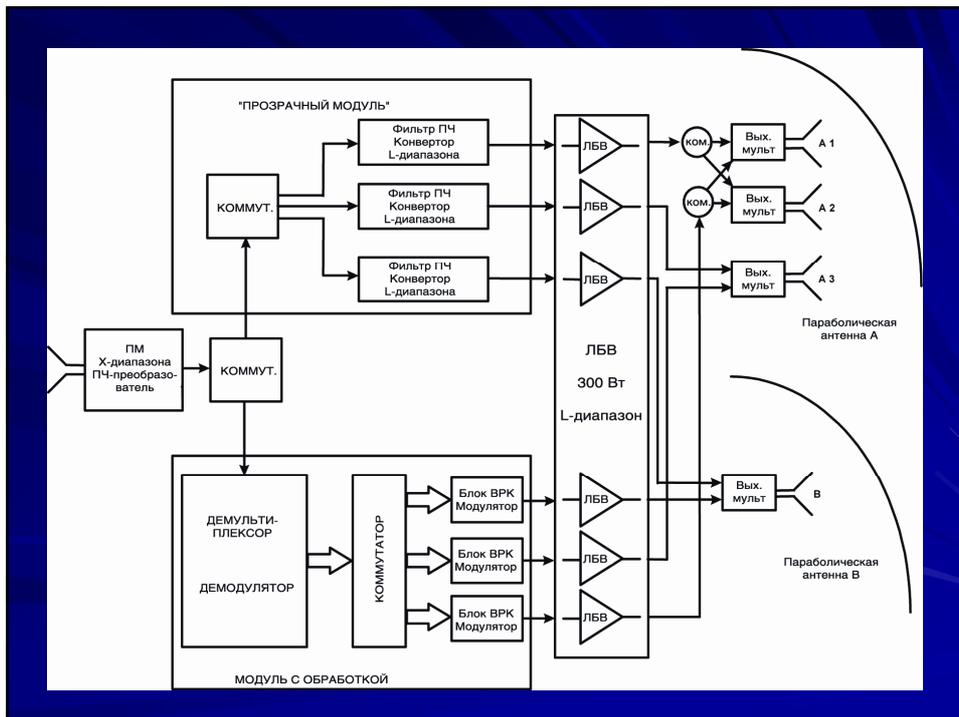


Несмотря на перечисленные достоинства системы, ее развитие идет не достаточно интенсивно, так как имеется значительная конкуренция со стороны вещателей, устойчиво работающих в сети УКВ-ЧМ вещания, где обеспечивается качество звучания, близкое к компакт-диску, но с меньшими затратами. Системы ЦРВ, созданные по первоначальному стандарту EBU, не позволяют осуществлять персональное вещание программ и требуют формирования программного блока от 5 программ и выше. В итоге на практике перечисленные недостатки перевесили такие несомненные преимущества стандарта, как возможность создания одночастотной сети вещания и универсальность.

Спутниковая цифровая система Ds, реализованная в рамках проекта WorldSpace, в настоящее время успешно функционирует. Концепция системы WorldSpace, в основном ориентированной на развивающийся мир, первоначально принималась далеко не всеми крупнейшими радиовещательными компаниями. Особые возражения вызывало то, что с технической точки зрения предлагаемая система несовместима с европейской системой цифрового радиовещания. Некоторые эксперты не видели возможности производства недорогих 2-режимных радиоприемников, подходящих для приема программ WorldSpace и наземной системы цифрового радиовещания. Однако этот факт являлся лишь одним из уровней неопределенности при создании принципиально новой системы радиовещания, учитывая, что речь шла о сфере, где всегда присутствуют сомнения производителей в немедленном интересе потребителей.



По мере развертывания системы были сделаны некоторые важные технические дополнения. Первоначально идеология системы WorldSpace предполагала выполнение обработки сигналов исключительно на борту, что повышает риск отказа системы в целом. В окончательном варианте были предусмотрены как режим обработки блока сигналов аппаратурой ретранслятора, так и вариант его работы в режиме транспондера. На случай полного отказа одного из спутников системы WorldSpace подготовлен резервный борт.



Ожидаемое качество приема программ также являлось темой для дебатов. Возникали также вопросы: достаточно ли выбранная мощность ретранслятора для того, чтобы обеспечить прием в помещениях городских построек; насколько успешно система будет бороться с эффектом затенения сигналов деревьями и отражениями от зданий и т.п. В настоящее время можно констатировать, что в целом система WorldSpace функционирует успешно, обеспечивая возможность многопрограммного приема (на период опытной эксплуатации со свободным доступом), в том числе и на территории России.

Успешная эксплуатация системы ЦРВ по проекту “Эврика-147” и ее модификаций привели специалистов к выводу о необходимости внедрения цифровых методов передачи хорошо известных слушателям НЧ, СЧ и ВЧ диапазонах. В этих диапазонах качество приема является неудовлетворительным, что объясняется как свойствами используемого типа модуляции, так и наличием высокого уровня различных помех. Внедрение цифровой технологии в указанных выше диапазонах весьма актуально с учетом того, что к концу XX века население в мире имело более 2 млрд. радиоприемников, обеспечивающих прием передаваемых в них программ. В связи с этим в 1996 г. в Париже был организован международный консорциум Digital Radio Mondiale для объединения усилий многих специалистов, направленных на создание единой системы ЦРВ.

Целесообразность внедрения системы ЦРВ в НЧ, СЧ и ВЧ диапазонах обосновывается также тем, что их внедрение в УКВ диапазоне, где основным источником финансирования являются рекламодатели, переход на цифровые формы вещания является затрудненным. Кроме того, произошло разделение слушательской аудитории: автомобилисты предпочитают в основном ОБЧ-ЧМ станции, а остальная часть населения настраивается на программы, передаваемые с амплитудной модуляцией в НЧ и СЧ диапазонах.

В системе DRM применена оригинальная технология, названная SBR – восстановление спектра сигнала, которая дополняет кодирование аудиоисточника. Перед низкочастотным ограничением ширины полосы передаваемого сигнала формируется необходимая информация об исключаемом участке спектра, которая передается в виде дополнительной информации. После декодирования в приемнике исходный частотный диапазон аудиосигнала восстанавливается с использованием этой информации.

При подготовке стандарта DRM рассматривались проекты с многочастотной и одночастотной модуляцией. В настоящее время EBU принят многочастотный стандарт DRM, который продолжает совершенствоваться. Не исключено, что могут появиться дополнительные версии стандарта DRM, в частности, с одночастотным вариантом (по аналогии с развитием серии стандартов, начало которым положил проект “Эврика-147”). В частности, сигналы одночастотной системы, предлагаемой Deutsche Telekom AG, с использованием модуляции APSK, менее подвержены влиянию пераметров тракта передатчика. Анализ передачи на единой несущей для передатчика выглядит весьма благоприятным.

При передаче на множестве несущих передатчик должен обеспечивать высокую пиковую мощность, что означает более низкую эффективность его работы и увеличивающееся влияние нелинейности тракта на передаваемый сигнал. Такая система имеет преимущества в каналах без замирания сигналов, где можно обойтись без эквалайзера, что существенно упрощает приемник и может оказаться решающим фактором на начальных этапах введения цифрового вещания.

Необходима оптимизация излучаемой мощности, которая по предварительным оценкам при той же обслуживаемой территории может составлять до одной десятой от мощности, необходимой при работе в режиме амплитудной модуляции с двумя боковыми полосами частот. Однако нельзя не отметить, что условия распространения сигнала могут сложиться таким образом, что в течение суток и более цифровые радиоприемники не будут функционировать из-за неблагоприятного отношения “сигнал-шум”. В результате этого вместо привычного затрудненного шумами восприятия программ слушатель будет наблюдать индикацию занижения уровня приема.

Несомненным достоинством стандарта DRM является возможность постепенного перевода парка приемников на цифровой режим работы, в течение которого будет производиться одновременно как цифровое, так и традиционное аналоговое вещание каждой программы.

Зарубежные радиовещательные компании в большей степени готовы к переходу на цифровое радиовещание в НЧ, СЧ и ВЧ диапазонах, так как используемые передатчики предполагают возможность работы в однопосном режиме и достаточно просто переводятся в комбинированный режим функционирования с передачей цифрового сигнала и поддержкой существующего аналогового вещания.

В силу особенностей отечественных радиопередатчиков, видимо, целесообразно продолжать аналоговое вещание в существующей объеме и параллельно развертывать радиовещание в цифровой форме в свободных частотных полосах.

Обсуждая цифровые системы радиовещания, нельзя не упомянуть об абсолютно новой форме распространения программ радиовещания, предоставляемой технологиями Интернета. Перенос радиовещания в Интернет приводит к тому, что радиовещание претерпевает трансформацию, которая заключается в появлении визуального ряда и интерактивности. Однако в Интернете теряется самое основное достоинство цифрового радиовещания - получение музыкальных программ с качеством компакт-диска.

Словосочетание “радио в Интернете” звучит парадоксально, так как традиционное радиовещание связано с отсутствием визуального ряда и информация предоставляется исключительно в звуковой форме. Интернет же, напротив, в первую очередь ассоциируется с наличием текста и изображения. Интернет ближе к печатным изданиям, чем к радиовещанию.

Прямое применение Интернета для трансляции эфирного вещания интересно только с позиций возможности доступа к программам любой радиостанции в мире. Однако в таком случае это просто канал распространения, который никак не влияет на содержание.

Перенос радиовещания в Интернет приводит к тому, что радио претерпевает трансформацию. Обеспечение возможностей перемещения по сайту, наличие не только звуковой, но и изобразительной, текстовой и даже видеоинформации, широта выбора позволяют говорить о радио в Интернете как о мультимедийном ресурсе нового поколения.

Интернет – среда с особыми, отличающимися от радио, принципами формирования содержательной части, характеризующимися многовариантностью с ориентацией на конкретного пользователя. В то же время для радиокompании Интернет является дополнительным каналом передачи информации с мультимедийными возможностями.

Учитывая потребности тех слушателей, которые широко пользуются Интернетом, следует готовить материалы таким образом, чтобы не утрачивалась связь с радиостанцией-создателем сайта.

Доставка высококачественных программ слушателям возможна на основе Интернет-протоколов нового поколения. Интернет-вещание позволяет реализовать “отложенный” спрос на программы, так как они аккумулируются в соответствующих базах данных. Именно совмещение DAB и Интернет приемников, в том числе с беспроводным доступом, может способствовать увеличению числа слушателей программ цифрового вещания.

**Спасибо за внимание**



■ **Зелевич Евгений Павлович**  
профессор ИПК МТУСИ  
[zelevich@srd.mtuci.ru](mailto:zelevich@srd.mtuci.ru)  
+7 (495) 362-25-25