**Лекция №1. Методы и системы доставки аудиоконтента.**

*Канал звукового вещания* (**КЗВ**) от студии (или иного источника высококачественной звуковой программ) до акустической системы абонентского устройства слушателя организуется в составе системы звукового вещания. Согласно стандарту ГОСТ Р 52742-2007, электрический КЗВ состоит из трактов формирования (ТФП) и первичного (ТПРП) распределения программ. Тракт вторичного распределения программ ЗВ (ТВРП) объединяет две сети: передающую радиовещания (РВ) и проводного вещания.

***Каналы доставки программ*** образуют *вторичную сеть* (не путать с ТВРП!), организуемую на базе первичной сети связи. Она строится на основе кабельных, радиорелейных и спутниковых систем передачи по радиально-узловому принципу с учетом административной подчиненности территорий и делится на *магистральную*, *внутризоновую* и *местную*. Для ввода звуковых сигналов в первичную сеть связи используется специальное каналообразующее оборудование. С 1970-х г.г. КЗВ организовывался на базе *цифровой системы передачи* (**ЦСП**) ИКМ-30, формирующей групповой поток со скоростью **Rц = 2048 кбит/с** (Е1), предназначенный для организации 30 каналов с битрайтом Rц1=64 кбит/с каждый. Для минимизации цифровой скорости Rц1ЗВ, необходимой для передачи одной звуковой программы, использовался метод *почти мгновенного компандирования* (ПМК), который изучается в дисциплинах «Звуковое вещание» и «Методы цифровой обработки аудиосигналов». В результате применения этого метода скорость цифрового потока Rц1ЗВ составляет около 320 кбит/с, что позволял передать в потоке 2,048 Мбит/с блок из 6 монофонических РВ программ.

В 1990-х г.г. наибольшее распространение в России для организации и распределения каналов доставки сигналов радиовещания получает цифровое оборудование со сжатием аудиоданных. На передающей стороне сигналы каждого канала дискретизируются отдельными (канальными) дискретизаторами с разделением во времени (импульсы дискретизации каждого канала разнесены во времени), в результате чего формируются канальные АИМ-сигналы. Затем канальные АИМ-сигналы объединяются в групповой АИМ-сигнал, который квантуется и кодируется. На приемной стороне производится обратное преобразование сигналов.

Комплекс такой аппаратуры обеспечивал полностью цифровой транзит от студий подготовки программ до приемных периферийных студий, ЧМ или АМ передатчиков. Кодирование ЗВС по стандарту MPEG-1 уровень II позволило уменьшить скорость передачи почти в 4 раза и организовать в потоке 2048 кбит/с две группы каналов - 8 каналов высшего класса качества (ВКК) с полосой 40...15000 Гц и 14 каналов первого класса качества (ПКК) с полосой 50...10000 Гц**.** Для этого использовались следующие параметры кодирования (частота дискретизации Fд, кГц и разрядность кода m): **каналы ВКК -** Rц1ВК = (32×15)/4 = 120 кбит/с; RцВК = 120 × 8 = 960 кбит/с и **каналы ПКК -** Rц1ПК = (24×13)/4 = 78 кбит/с; RцПК = 78 × 14 = 1092 кбит/с.

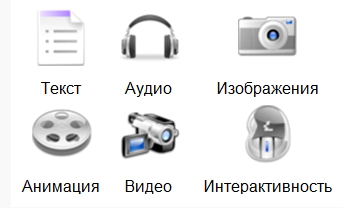
В настоящее время коэффициенты компрессии кодеков ЗВС многократно возросли, а в студиях ЗВ формируются монофонические программы со скоростью Rц1МОНО = 48×16 = 768 кбит/с. Также стали доступны иные способы распространения программ.

Так, в качестве трактов первичного распределения все шире используются сети, организованные с помощью цифровых IP-технологий. По сути, IP- вещание сводится к передаче вещательных программ непрерывным потоком в виде потокового аудио/видео (*StreamingV/A*) от IP-головной станции на оборудование абонента. Последовательности IP-пакетов цифрового *V/A* принимаются по мере того, как попадают на абонентский терминал. Показатели и методы измерений подтверждают, что IP-сеть подходит для приложений, связанных с передачей аудио и видео контента.

**Тренды развития XXI века.** За последнее десятилетие в технологиях связи и вещания проявились тренды развития, которые обобщенно можно сформулировать следующим образом:

* переход от единообразного контента, например, звукового вещания, к *мультимедийным* (**ММ**)трафикам*;*
* расширение номенклатуры *абонентских устройств* (**АУ**), превращение их в универсальные персональные устройства связи, становящиеся, по сути, активными сетевыми компонентами, которые переключаются между различными сбытовыми сетями автоматически;
* совершенствование каналов и развитие способов доставки ММ контента на основе использования совокупности современных систем передачи и сетей связи;
* динамическое взаимодействие широкополосных и вещательных сетей как основы для реализации современных сервисов;
* конвергенция (сближение) мобильной связи и вещанияв процессе гибридизации средств доставкиММ контентана основе инновационных технологий.

Технология мультимедиа (*multimedia* - многокомпонентная среда) позволяет объединить в информационной системе визуальную информацию (текст, графику, анимацию, видео) и звуковое сопровождение (аудиоинформацию) и подразумевает так называемую *интерактивность* (обратную связь со слушателем и возможность слушателя влиять на эфир).

В интерактивной системе в одном объекте-контейнере может содержаться текстовая, аудиальная, графическая и видеоинформация, а также способ интерактивного взаимодействия с ней (рис.1). Техническим средством в данном случае может служить мобильный телефон, цифровой радиоприемник, электронная почта, интернет-сайты или все перечисленное сразу.

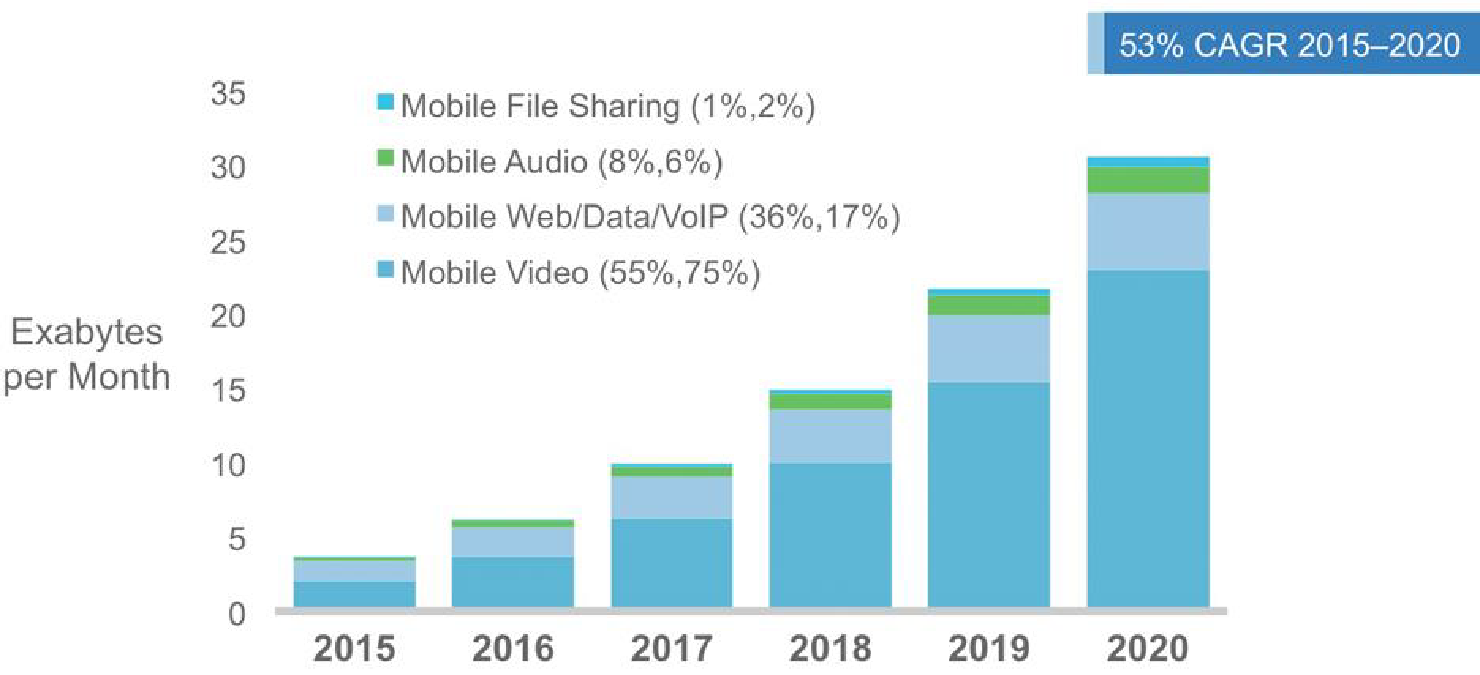
**Рис. 1.** Основные составляющие мультимедиа.

Информация, необходимая для абонента ММ системы связи должна быть представлена в виде различных аудиовизуальных (A/V) данных. Под *мультимедийным трафиком* понимается цифровой поток данных, который содержит в себе информацию о различных видах сообщений, мультисенсорно воспринимаемых человеком. В зависимости от оказываемой услуги выделяют две основные категории мультимедийного трафика:

* *трафик реального времени*, предоставляющий возможность оказания мультимедийных услуг для передачи информации между пользователями *в режиме реального времени*;
* *трафик данных*, который образуется однонаправленными услугами современных телекоммуникационных сетей, такими как передача файлов, цифровое телевизионное вещание, системы дистанционного видеонаблюдения.

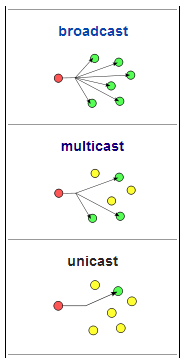
Описательные данные трафика должны использоваться внутри систем коммутации сети для точного определения параметров каждого информационного компонента. На основании этих данных может быть произведен расчет суммарной пропускной способности канала связи для каждого из компонентов мультимедиа.

В связи с ростом числа новых услуг и пользовательских терминалов, поддерживающих видеоконтент, резко возрастает информационный трафик, осуществляемый по сетям подвижной радиосвязи, что было предсказано многими организациями. В частности, согласно прогнозам компании *Cisko,* в период с 2015 по 2020 год предполагается экспоненциальный рост объема мобильной передачи данных (рис.2), которая будет прирастать на 53 процента в год, при этом трафик мобильного видео возрастёт в 11 раз, что составит 75% от мирового трафика мобильной передачи данных к концу прогнозного периода. К 2020 г. более 50% потока данных будет распределяться по сотовым сетям, а остальной поток - по сетям Wi-Fi.



**Рис. 2.** Глобальный прогноз потока данных по беспроводным сетям.

В настоящее время активно развиваются следующие способы реализации мультимедийных трафиков - каналов и способов доставки ММ контента:

* *Unicast* - способ доставки ММ контента индивидуальным пользователям;
* *Multicast* - передача данных определенной группе адресатов;
* *Broadcast* (P2MP) – групповая передача данных (вещательных сигналов) по схеме «точка -многоточие» всем адресатам.

Сейчас нет телерадиосетей, используемых для передачи контента, которые могут охватить всю зрительскую аудиторию, поэтому более широкое развитие имеют универсальные платформы, которые поддерживают и наземное, и кабельное, и спутниковое, и IPTV (интерактивное) вещание. Но даже учитывая эти факты, телерадиосетям все еще не представляется возможности оказать полный спектр услуг и осуществлять взаимодействие со всеми устройствами. Поэтому все чаще применяются широкополосные сети, в частности, для реализации современных сервисов.

Каналы доставки ММ контента**:**широкополосные цифровые, формируемые автоматически на основе использования совокупности современных систем передачи, сетей связи, организованных на их основе (Wi-Fi**,** Wi-Max, LTE MBM и SDN)**,** а также облачно-ориентированных платформ сетей радиодоступа на основе SDR (*Software Defined Radio*); причём LTE поддерживает все три способа доставки ММ контента; Растущая популярность гаджетов, поддерживающих видео контент, появление гибридных услуг и новых форм потребления медиа, требует новых решений, в частности, для передачи вещательных сигналов по схеме P2MP.

***О современном радиовещании как вещании мультимедийном***. В последнее время принято различать два вида радиоуслуг. Традиционный вид – *линейные услуги*, к которым обычно относят новости, музыкальные хит-парады и информационные программы. Однако для дальнейшего роста и развития вещатели во всем мире стараются производить и предлагать так называемые *расширенные услуги,* иначе ─ *услуги гибридного вещания.* Эти услуги основаны на интерактивности, сдвиге во времени и возможности воспроизведения в любом месте. Таким образом, вещательные компании начали включать в традиционное линейное программирование новые опции: сервисы доставки данных по запросу; гибридные и интерактивные услуги; мультискрин (возможность пользования несколькими экранами) и др. Наряду с этим расширяются и возможности приемных устройств ─ услуги должны быть доступны не только обычным радио и телевизионным приемникам, но и SmartTV (*технология интеграции Интернета с телевизором*), персональным компьютерам, смартфонам и планшетам.

Вещательные компании, с одной стороны, должны передать контент как можно большему количеству пользователей, а с другой – стремится найти индивидуальный подход к каждому слушателю. Расширенные радиоуслуги, как и Интернет - вещание, не являются заменой обычным радиопрограмм, они дополняют их своим функционалом, благодаря чему у пользователя появляется еще больше свободы в выборе контента.

В последнее время большую популярность набирает передача данных через интернет или так называемое *потоковое вещание*. Потоковое (медиа) вещание представляет слушателям непрерывный поток аудиоданных в виде последовательности сжатых [TCP](http://en.wikipedia.org/wiki/Transmission_Control_Protocol)- [пакетов](http://en.wikipedia.org/wiki/Packet_(information_technology)), которые собираются в приемнике и воспроизводятся по мере получения с некоторой задержкой. Приемники, компьютеры или мобильные телефоны с доступом в интернет могут принимать в хорошем качестве тысячи станций по всему миру. Так же стремительно развивается интерактивное и гибридное вещание. Уже сейчас на рынке появляются гибридные радиоприемники, имеющие экран для отображения дополнительной информации.

Относительно основных средств приема для радио и телевизионных услуг мнения специалистов можно суммировать следующим образом:

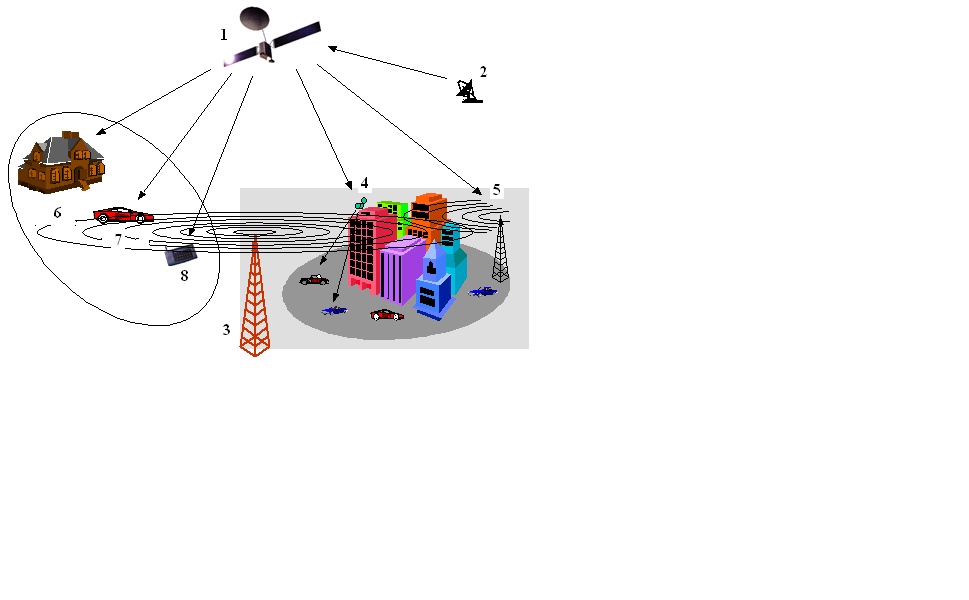
* в большинстве стран *наземное радиовещание* безусловно самый популярный способ получения радиоуслуг – им пользуется до 100 % радиослушателей;
* хотя радио доступно и на других платформах, т.е. эти услуги могут быть получены с помощью и других средств доставки, однако эти альтернативные средства пока используются незначительно. Например, несмотря на громогласную поддержку в пользу IP-радио, факт остается фактом: для вещания в интернете необходима очень широкая полоса, которая растет пропорционально количеству слушателей, что делает интернет - вещание спектрально неэффективным. Кроме того, инфраструктура IP-радио строится на основе каждого пользователя, поэтому, чем больше слушателей, тем больше серверов необходимо радиостанции.

В соответствии с мировым опытом, задача перспективного развития телерадиовещания решается путем создания абсолютно новых систем вещания, спроектированных таким образом, чтобы удовлетворить высоким требованиям слушателей к качеству вещательных программ при различных условиях приема. Этим требованиям, в частности, отвечают новые системы *цифрового радиовещания* (**ЦРВ**), основанные на представлении и передаче звуковых сигналов в цифровой форме во всех звеньях вещательного тракта - от студии до абонентского приемника (исключая, естественно, эфирное распространение сигнала). Применение таких систем, среди прочего, позволяет:

* повысить эффективность использования *радиочастотного спектра* (**РЧС**);
* улучшить качество приема и увеличить количество программ;
* уменьшить мощность излучения передатчиков при той же зоне обслуживания, что и у аналоговых систем;
* использовать способы передачи сигналов, которые нечувствительны к помехам и адаптированы к разным средам и условиям распространения;
* обеспечить мобильный прием без значительного ухудшения качества услуги.

В рамках существующих (аналоговых) систем эфирного радиовещания одновременное удовлетворение этих требований практически невозможно.

Архитектура системы ЦРВ (в общем случае, комбинированной) представлена на рис. 3. Здесь: 1- бортовой ретранслятор ИСЗ; 2 - основная станция передачи программ на ИСЗ; 3 – антенна дополнительной *наземной сети* (НС ЦРВ), где осуществляется переизлучение сигналов ИСЗ; 4 – со-канальный наземный передатчик-ретранслятор; 5 – наземный ретранслятор-повторитель; 6, 7 и 8 – соответственно стационарный, автомобильный и переносный приемники сигналов в спутниково-наземной системе (**СНС**) ЦРВ.



**Рис. 3.** Варианты технической реализации цифрового радиовещания**.**

Функционирование такой системы может выглядеть следующим образом. Несколько звуковых программ, сформированных различными студиями, объединяются (мультиплексируются) в единый цифровой поток на входе модулятора передающей станции 2. В результате сформированный банк вещательных программ транслируется на бортовой ретранслятор ИСЗ 1. Здесь, после демодуляции, возможно демультиплексирование единого цифрового потока - с целью формирования локальных наборов (пакетов) звуковых программ из общей совокупности программ на ИСЗ для конкретной зоны вещания - в соответствии с командами, поступающими из центра управления системой вещания (на рисунке не показан). Сформированные таким образом локальные цифровые потоки поступают далее на модулятор бортового ретранслятора, а модулированный УВЧ сигнал излучается затем антенной системой ИСЗ в сторону Земли на соответствующие зоны обслуживания.

***Совершенствование*** ***техники доставки и приема вещательного сигнала.***  Цифровая революция, которая началась приблизительно четверть века назад, кардинально повлияла на привычки потребителей услуг телерадиовещания. Это становится очевидным, если учесть масштабы проникновения мобильных телефонов и компьютеров в жизнь населения, а также вездесущим доступом в интернет. Современные радиоприемники все больше превращаются в мощные компьютерные системы, обеспечивая таким образом доступ к множеству услуг, среди которых радиовещание лишь одна из многих. В результате жизненный цикл радиовещательных устройств снижается. Всё это оказывает влияние на механизм распределения контента.

Крупные радиовещательные компании имеют сетевую структуру, предполагающую размещение РВС по обширной территории. Самым распространенным способом доставки контента с головной радиостанции сети (в общем случае – с выхода центральной аппаратной тракта формирования программ) на любую радиостанцию сети является метод P2MP, для чего чаще всего используется спутниковый радиоканал. Также используется метод доставки контента на РВС при помощи технологии AoIP (*Audio-over-IP*). При этом применяется один из способов групповой передачи P2MP. Достоинством этого метода является относительная техническая простота реализации. На рынке существуют надежные системы автоматизации, позволяющие автоматически “врезать” в ретранслируемую программу рекламно-информационные блоки. На стороне РВС программа ЗВ принимается спутниковым приемником и ретранслируется в эфир.

В качестве примера на рис. 4 схематично показано распределение контента в сети цифрового радиовещания Германии. Программы национального мультиплекса преобразуются в поток данных ETI с помощью специального мультиплексора ETM. На мультиплексор программы подаются через NGN[[1]](#footnote-1)- сеть или с помощью цифровой абонентской линии (DSL).

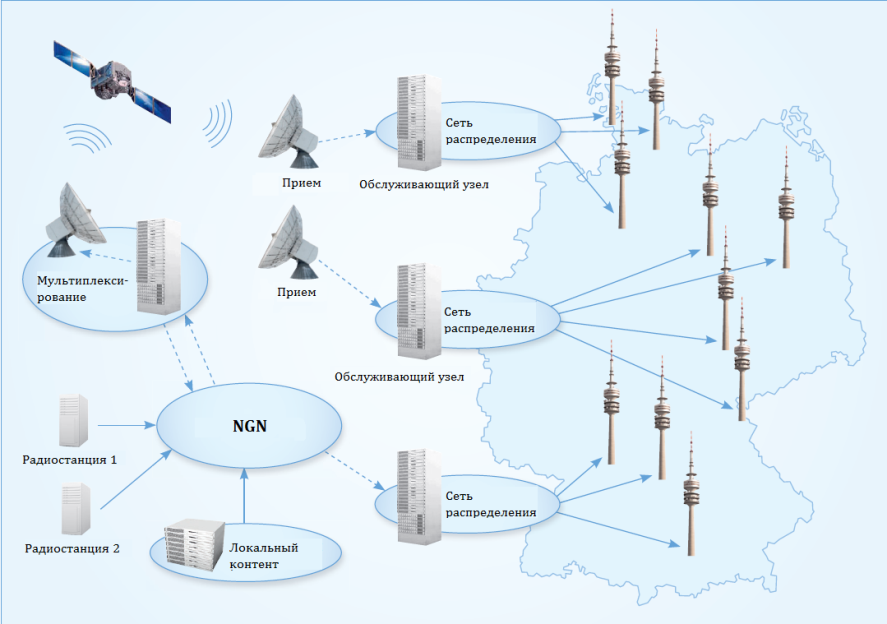


Рис. 4. Пример сети распределения контента.

Новые требования СМИ, предъявляемые к системам вещания (например, предоставление услуг по запросу и т.п.), предполагает доступ к соответствующим *широкополосным сетям* (**ШПС**). Необходимость в широкополосной передаче будет только возрастать, благодаря чему возрастет спрос на *гибридные вещательные услуги*. Однако это потребует серьезного усложнения приемников за счет увеличения объема памяти и использования интеллектуального программного обеспечения, которое предусматривает доступ пользователя к ресурсам.

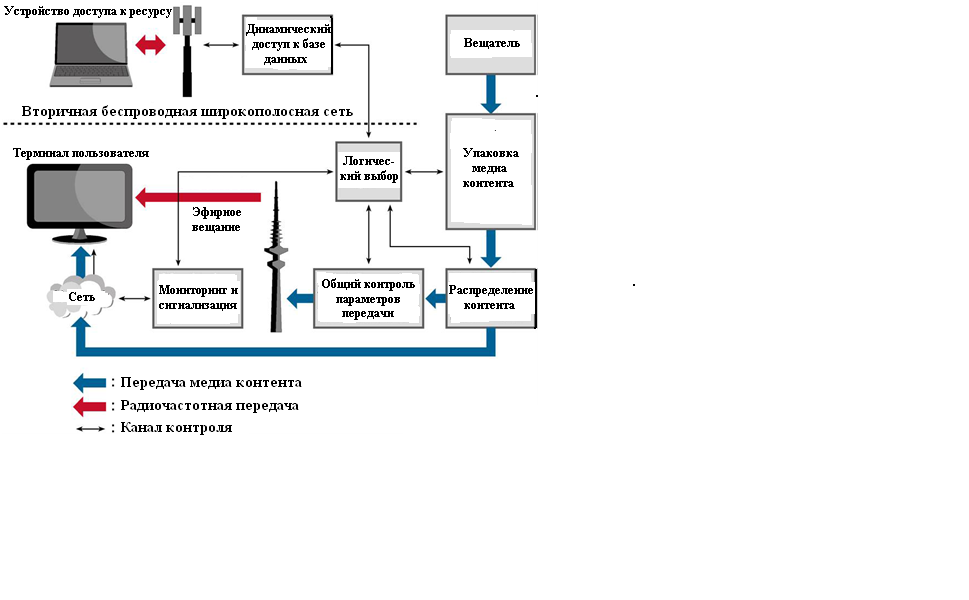
Из прогноза специалистов Европейского союза вещателей (EBU) следует, что наземное распределение останется существенной платформой доставки контента, однако будет дополнено *гибридными* (широкополосными/радиовещательными) *системами* и *мобильными сетями* (LTE), причем важность последних будет быстро возрастать. Ожидается быстрое развитие технологии IPTV (*интерактивного*) вещания. Способностей широкодоступной ныне технологии LTE может оказаться недостаточно для существенного роста вещательных услуг. Поэтому ожидается прогресс в области гибридных решений на основе наземной платформы как единого механизма доставки контента, а также доставки программ на основе IP-распределения по интернету.

Методы построения радиовещательных сетей в нашей стране имеют дополнительный комплекс проблем, связанных с тем, что территория России располагается в 10 часовых поясах. Часовые пояса не позволяют вещательному контенту выходить в одно и то же время на всей территории вещания сетевой радиостанции. В разных часовых поясах контент будут выходить со смещением по времени, равным разнице между местным временем и временем в часовом поясе *мск*. Часовые пояса приводят к несоответствию жанра и настроения программ локальному времени РВС. Другими словами, в разное время суток у радиостанции специфическая аудитория, характеризуемая собственной моделью прослушивания радио. Для решения этой проблемы в студиях формируют контент с учетом часового пояса потенциальных слушателей. Так, из четырёх программ ЗВ, формируемых в Москве, программы «Радио-1» и «Радио России» имеют по четыре дубля каждая. Каждый дубль имеет опережающий сдвиг по времени. В отличие от этого программы «Маяк» и «Орфей» распределяются без сдвигов по времени.

***Широкополосные и вещательные сети.*** Традиционный способ доставки видео и аудио контента зрителям в последнее время не является исключительным и всеобъемлющим. С развитием сетей LTE-Advanced (LTE-A) разработан новый стандарт для мобильной радиосвязи – версия 9, представляющая развитие технологии *групповой передачи мультимедийных ШП услуг* (MBMS). Стандарт eMBMS (*evolved* *MBMS*) обеспечивает передачу данных P2MP как в единственной соте, так и в одночастотных сетях, состоящих из ряда сот.

Широкополосные и вещательные сети, как правило, работали независимо друг от друга. В то же время взаимодействие между наземным вещанием и *широкополосными беспроводными сетями* (ШПБС), такими как LTE MBM, является весьма привлекательным для вещателей по нескольким причинам. Прежде всего, смартфоны и планшеты являются устройствами, которые предназначены для отображения аудиовизуального контента. Продвинутые потребители уже пользуются возможностями ШПБС, остальные ожидают, что гаджеты с доступным функционалом в ближайшее время смогут поддерживать любые услуги связи и доступ к A/V контенту. На повестке дня разработка универсальной платформы, так как ни одна из существующих не способна, с одной стороны, предоставить весь спектр услуг всем типам приемных устройств, а с другой ─ передать контент как можно б*о*льшему количеству пользователей.

Классическое наземное телерадиовещание существует повсеместно, однако ограниченность спектральных ресурсов требует новых подходов к его оптимизированному распределению. Один из таких подходов связан с динамическим взаимодействием между двумя способами доставки медиа-услуг: традиционной эфирной *вещательной передачей* (**ВП**)и *широкополосной сетью*. По мнению специалистов, это весьма актуальный подход, позволяющий снизить потребности в частотном ресурсе при возрастающем объеме трафика телерадиовещания. Рис. 5 представляет упрощенную системутакого взаимодействия на примере передачи ТВ контента.



**Рис. 5.** Функциональная схема динамического взаимодействия вещательной передачии ШПС.

При динамическом взаимодействии *вещательной передачи* (ВП) и ШПС линейные ТВ услуги могут быть доставлены одинаково хорошо посредством эфирной ВП или по ШПС. Кроме того, двунаправленная связь по ШПС также используется для обмена информацией, такой как контроль, передача сигналов и планирование данных между приемниками и оператором сети. При этом каналы распределения любого единичного пользователя ТВ услуг могут быть динамически изменены, даже во время текущей передачи. В результате появляется возможность решать, динамически, по какой из сетей – посредством эфирной ВП или по ШПС – будет доставлена определенная часть контента, соответствующая определенной ТВ программе. Например, доставка посредством ВП оптимальна при большом количестве зрителей, смотрящих конкретную программу, тогда как в случае малочисленности аудитории идеальным каналом распределения является ШПС. При таком подходе с точки зрения телевизионной аудитории опыт традиционной передачи остается неизменным, в то время как «давление» на ТВ спектр уменьшено путем его динамического предложения вторичным пользователям.

Как показано на рис. 5, полная картина системы динамического вещания также включает интерфейс для потенциальных пользователей  управляемого (частотного) доступа к услугам ТВ. Наличие управляемого доступа, формируемого в системе динамического вещания, свидетельствует о существовании контроля со стороны оператора  вещательной сети над доступом операторов ШПС к частотным ресурсам сети.

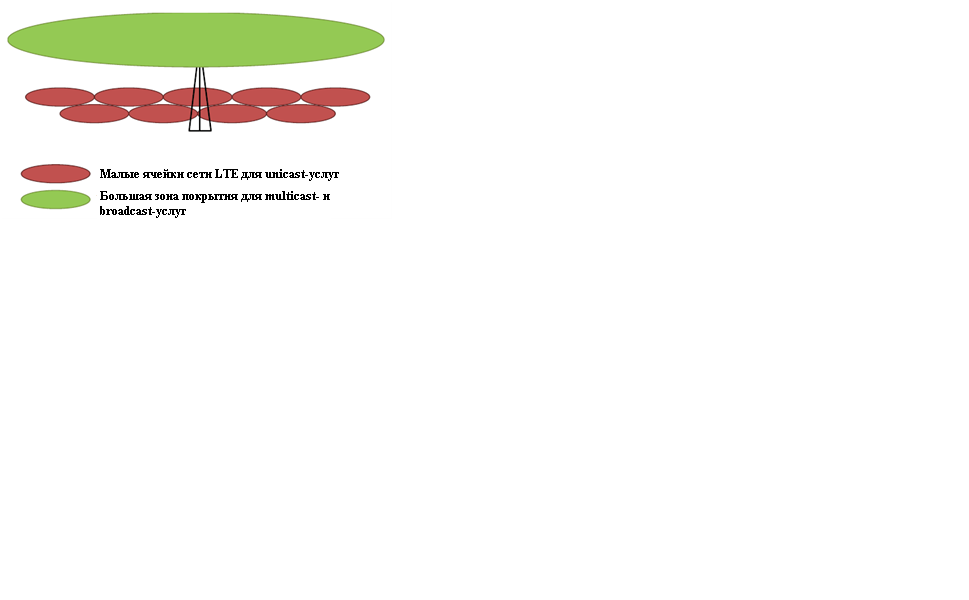
Таким образом, сетевая система управления способна к оптимизации использования спектра посредством эфирной ВП или по ШПС так, чтобы стоимость доставки контента могла быть минимизирована.Такой эффект достигается благодаря тому, что приемник становится активным сетевым компонентом, который переключается между различными сбытовыми сетями автоматически. При этом вне связи с сетями ВП и ШПС, местное устройство хранения данных, встроенное или связанное с приемником, весьма важн*о* и полезно.

Предварительная передача контента, которая доступна заранее, обеспечивает дополнительную степень свободы для сетевой оптимизации, поскольку становится возможным различать время доставки контента с программным временем представления (например, в эфире). Это позволяет использовать, например, ночные часы или другое время с минимальным использованием частотного ресурса для доставки по ШПС части контента на приемник абонента, что, естественно, подразумевает автоматическую запись материала в память приемника.

***Гибридные решения для доставки контента.*** Одна из тенденций развития электросвязи – *гибридизация средств доставки контента пользователю*, когда для доставки используют, как минимум, две разнородные системы или сети. Динамическое взаимодействие систем в телерадиовещании способно обеспечить непрерывность доставки широкого спектра мультимедийных услуг большому количеству мобильных пользователей при минимизации стоимости доставки и снижении потребности в частотном ресурсе.

Альтернативное решение проблемы эффективной передачи ЗВС и многоадресных данных по схеме P2MP, которое преодолевает ограничения классической сотовой сети, предлагает топология сети TowerOverlay, разработанная в Германии и проходящая в настоящее время проверку в ряде стран Европы и Северной Америки. Особенность этой топологии ─ совмещение двух видов покрытия, осуществляемых, в том числе, в разных диапазонах частот и в разных по размеру зонах обслуживания. Для пользовательского терминала (например, смартфон или планшетный ПК) unicast-услуги будут доступны через сеть сотовой связи стандарта LTE, а по сетиTowerOverlay ─ данные P2MP. Одновременное обеспечение и P2MP и unicast-услуг достигается за счет объединения до пяти несущих LTE для увеличения доступной полосы пропускания в пределах одной соты и, таким образом, для увеличения максимальной доступной скорости передачи данных для каждого пользователя.

Топологию сети *Tower Overlay* иллюстрирует рис. 6. Основная характеристика этой сети – широкая зона покрытия, которая достигается за счет применения соответствующих технологий или сравнительно небольшого количества вещательных передатчиков с достаточно высоким подвесом передающих антенн.

 Возможен сценарий, когда *unicast*-несущая будет принадлежать диапазону 2,6 ГГц, используемому во многих сетях LTE сегодня, а несущая P2MP будет расположена в метровом диапазоне ОВЧ, чтобы обеспечить большую зону охвата.

**Рис. 6.**  Топология *Tower Overlay*.

Таким образом, топология Tower Overlay ─ сетевое решение для эффективной передачи вещательных сигналов и многоадресных данных ─ пример конвергенции (сближения) мобильной связи и вещанияв процессе гибридизации средств доставкимультимедийного контента.

***Заключение*.** Широкий спектр современных мультимедийных услуг, в том числе адресованных мобильным абонентам, выдвигает на передний план проблему доступности этих услуг на обширных территориях со сложным рельефом местности при высокой скорости перемещения абонента. По данным Международного Союза Электросвязи (МСЭ/ITU) задача «бесшовного» покрытия больших вещательных зон решается путём организации комбинированного приёма в спутниковом и наземном (ретрансляторном) сегментах. Сочетая спутниковый и наземный сегменты, становится возможным обеспечить «гладкий» приём, когда вещание осуществляется без заметных на слух искажений: обширные зоны обслуживаются спутником, а в условиях городской застройки или гористой местности используются наземные ретрансляторы.

**Вопросы для самоконтроля**

1. Дайте определение понятию «мультимедийный трафик». Чем отличается трафик реального времени от трафика данных?
2. Поясните различия в способах доставки мультимедийного контента.
3. Услуги гибридного вещания: входит ли в их число реализация интерактивности?
4. В чём заключается основной недостаток интернет- вещания?
5. Укажите основные достоинства применения цифровых технологий в радиовещании.
6. Как реализуется самый распространенный способ доставки контента с головной радиостанции сети на любую радиостанцию сети?
7. Чем вызван резкий рост информационного трафика, осуществляемого по сетям подвижной радиосвязи?
8. Что даёт вещателям взаимное использование эфирной вещательной передачи и широкополосной сети для доставки медиа-услуг?
9. Чем вызвана необходимость гибридизации средств доставки контента пользователю?
10. Укажите основные достоинства топологии сети *Tower Overlay.*
11. В чём смысл разработки и применения спутниково-наземных (комбинированных) систем ЦРВ? Как реализуется «гладкий» приём в таких системах?
12. Сформулируйте основные проблемы, связанные с организацией высококачественного многопрограммного звукового вещания на всей территории России.

\* \* \*

1. *Сети следующего или нового поколения* - мультисервисные сети связи, ядром которых являются опорные IP-сети, поддерживающие полную или частичную интеграцию услуг передачи речи, данных и мультимедиа. [↑](#footnote-ref-1)