

ШПД в гибридных сетях



Вещательная технология МИТРИС (в США принято название MVDDS) выгодно отличается от других технологий тем, что выделенная для нее в эфире широкая полоса частот 11,7–12,5 ГГц позволяет совместить внедрение широкополосных сервисов с решением задач собственно цифрового телевизионного вещания. Так, введение в систему ве-

щательного МИТРИС дополнительного «интерактивного» канала, играющего роль uplink и передающего трафик от пользователя обратно к провайдеру сервиса, позволяет формировать гибридную асимметричную сеть передачи данных, прямой канал которой имеет большую пропускную способность

Операторы мобильных сетей, поддерживающие сервисы передачи данных, находятся в состоянии постоянного поиска таких решений для транспортных сетей распределения, которые по мере расширения их сервисов способствовали бы быстрому и эффективному увеличению емкости сети. Этот процесс будет нуждаться в еще большем ускорении при внедрении в качестве первичных сетей доступа перспективных сетей 4G/LTE, которые требуют от беспроводных распределительных сетей достижения рекордных информационных емкостей. Безусловно, внедрение новых оптоволоконных сетей способно окончательно решить данную задачу. Однако их внедрение требует больших дополнительных инвестиций, а также длительного периода проведения работ по планированию сети и ее строительству, который может существенно задержать продвижение на рынок широкополосных мобильных сервисов и сервисов Интернета. Поэтому в данный момент для большин-

ства операторов первостепенной является задача модернизации существующих распределительных сетей, одно из главных направлений которой – использование возможностей существующих и вновь создаваемых вещательных сетей на основе стандартов DVB.

Традиционные проводные сети, которые изначально были разработаны для поддержки сервисов телефонии, способны передавать только симметричный трафик. Внедрение технологий асимметричного широкополосного доступа, таких как ADSL, DOCSIS и GPON, способствовало увеличению емкости прямого канала до уровня, обеспечивающего возможность просмотра веб-страниц, скачивания больших файлов и передачи текущего видео (стриминга). В настоящее время отношение трафиков downlink (DL) и uplink (UL) в фиксированных сетях в зависимости от конкретного применения и используемой технологии доступа находится в пределах от 3:1 до 10:1.

На рис. 1 показано, как по мере эволюции систем высокоскоростной пакетной передачи данных от HSPA к HSPA+ растут трафики uplink и downlink. При этом соотношение трафиков DL/UL изменяется в пользу DL.

Таким образом, для поддержки используемой ранее инфраструктуры доступа транспортные системы вообще и микроволновые распределительные системы в частности были сугубо симметричными, что было продиктовано свойствами традиционных телефонных сетей. Но симметричная конфигурация не всегда оптимальна для широкополосных распределительных сетей, так как линии uplink часто имеют низкие коэффициенты нагрузки. Поскольку количество используемых мобильных устройств постоянно растет, требуя повышения емкости сети, то те сотовые сети, которые изначально строились для поддержки голосовой связи, за счет привлечения возможностей микроволновой вещательной сети для передачи широкополосных данных

быстро адаптируются к параметрам, соответствующим передаче широкополосного трафика downlink, а их трафики могут быть приведены в соответствие с указанными на рис. 1 соотношениями DL/UL. Операторы сознательно форсируют эти изменения с целью переосмысления задач, решаемых их сетями, и преобразования этих сетей из сетей доступа в сети распределения.

В свою очередь технологии DVB все шире применяются в системах наземного цифрового телевидения и уже занимают в цифровом телевидении лидирующее положение. Технология предоставления сервисов на основе ввода в передаваемый поток MPEG-2 данных IP, которые мультиплексируются с программами цифрового ТВ или используют отдельный широкополосный канал DVB, не задействованный для ТВ-вещания, позволяет использовать каналы DVB в качестве широкополосных каналов downlink, поддерживающих высокоскоростной цифровой доступ для стационарных и мобильных пользователей. Вещательная система МИТРИС (как и любая другая вещательная платформа) образует одностороннюю среду передачи, в которую путем мультиплексирования с программами DTV могут интегрироваться традиционные сервисы TCP/IP. Однако для реализации двухсторонней передачи данных требуется введение в систему вещательного МИТРИС дополнительного «интерактивного» канала, играющего роль uplink и передающего трафик от пользователя обратно к провайдеру сервиса. Таким путем формируется гибридная асимметричная сеть передачи данных, прямой канал которой имеет большую пропускную способность. Реализация этой концепции поможет опередить обычные сценарии конвергенции систем DVB и сетей передачи данных, в том числе беспроводных и сотовых сетей, и достигнуть за счет этого таких скоростей передачи данных, которые для этих сетей были ранее недостижимы.

Рассмотрим поведение протокола TCP в такой гибридной системе при реализации uplink на базе сетей стандартов 802.11/802.11b, GSM и GPRS и покажем, что большая пропускная способность для протокола TCP может быть достигнута даже в том случае, если для передачи трафика uplink используются относительно узкополосные сети доступа.

Увеличение пиковой скорости данных при переходе от HPSA к HPSA+

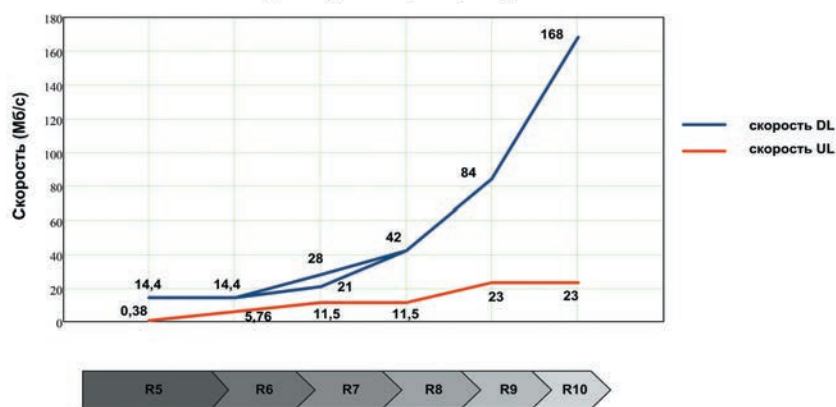


Рис. 1. Рост трафиков downlink и uplink в процессе эволюции систем высокоскоростной пакетной передачи данных от HPSA к HPSA+. Отношение трафиков DL/UL изменяется в пользу DL

Типичная конфигурация гибридной сети

Стандартная интерактивная сеть на основе платформы DVB содержит две основных части: канал вещания и ин-

портным потоком несущей в соответствии со стандартом DVB-S2.

На стороне конечного пользователя передаваемые данные принимаются на Broadcast Interface Module, т. е. на

За счет применения технологии асимметричного доступа операторы сетей и их подписчики могут получить дополнительные возможности для повышения емкости прямого канала (downlink), в том числе и при модернизации существующих сетей, имеющих ограниченную полосу прямого канала

терактивный канал. В системе DVB трафик downlink TCP/IP при помощи сетевого процессора инкапсулируется из IP в DVB, образуя совместимый с MPEG-2 транспортный поток, который затем поступает в модулятор для осуществления модуляции в соответствии со спецификацией DVB-S2. Для инкапсуляции из IP в DVB может использоваться метод MPE (Multi-Protocol Encapsulation). В системе МИТРИС для передачи широкополосных данных можно использовать один из каналов, который освобожден от вещания программ DTV. В этом случае нет необходимости в мультиплексировании данных в транспортный поток DVB вместе с программами DTV, а требуется только инкапсуляция их в MPEG-2 TS и модуляция этим транс-

приемник стандарта DVB-S2. Приемник DVB может представлять собой отдельный set-top-box или компьютерную карту. Компьютер клиента посылает данные обратно по uplink (в случае взаимодействия с PSTN – при помощи модема). Сеть провайдера вещательных сервисов также оборудуется интерфейсом для интерактивной сети, а ее основанная на IP топология должна быть сконфигурирована для того, чтобы обеспечить передачу асимметричного потока данных TCP. В этой конфигурации при прямой передаче данных широкополосные данные посылаются через вещательный канал (DVB), а запросы и подтверждения – в прямом и обратном направлениях через интерактивную сеть. Структура такой сети показана на рис. 2.

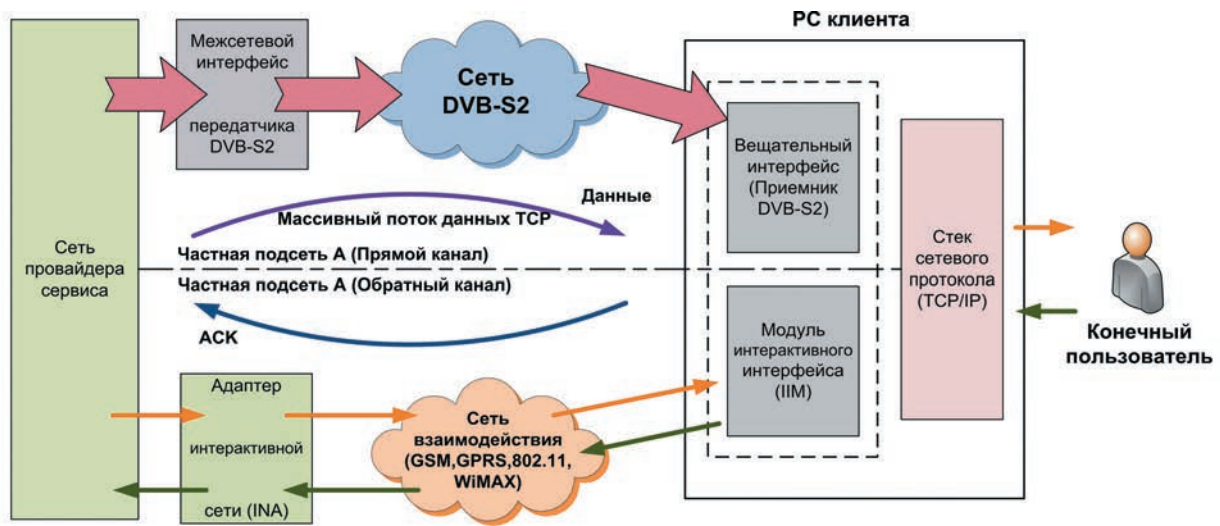


Рис. 2. Интерактивная сеть DVB-S2 для асимметричного обмена данными TCP

При отработке системы на лабораторном стенде оборудование конечного пользователя обычно интегрируется в один хост, который представляет собой PC на основе Windows с приемной картой PCI DVB. На стороне провайдера сервисов в качестве сервера данных ис-

для получения информации о пропускной способности TCP, времени полного прохождения, размере посылки подтверждения передачи данных по сети и величине ACK последовательности.

В качестве интерактивной сети рассматривались широко распростра-

печить в канале downlink скорости, эквивалентные тем, которые имеют широкополосные локальные сети передачи данных. Будущая адаптация решений на основе DVB с целью поддержки характеристик ULA/IPv6 позволит поддерживать одновременно большую гибкость и более тесное взаимодействие с портативными терминалами.

Важно отметить, что при работе интерактивной сети на основе DVB введения на хосте клиента специальной конфигурации или стека для модифицированного протокола не требуется.

Построение гибридной сети на основе WLAN

В данном сценарии в качестве интерактивной сети используется беспроводная WLAN. Беспроводной мост WLAN используется, как в качестве решения ИИМ (Intelligent Information Management) в точке доступа, так и в качестве адаптера интерактивной сети (INA) в сети провайдера сервисов. Испытывались сети, построенные на основе стандартов WLAN IEEE 802.11b/802.11n, для которых были достигнуты максимальные скорости uplink 11 и 50 Мб/с соответственно. Поскольку современные сети широкополосного доступа, включая 802.11n и WiMAX, обеспечивают достаточную пропускную способность для обслуживания обычных пользователей, которая сопоставима с той, которая обеспечивается в канале DVB, возможен сценарий конвергенции с WLAN в зоне покрытия сети DVB. Результирующий RTT гибридной сети таков, что дополнительная задержка, вносимая беспроводной сетью, например, сетью 802.11n, составляет всего нескольких мсек и является

Современные наземные системы вещания на основе стандартов семейства DVB (DVB-S, DVB-C, DVB-T) представляют собой эффективные системы распределения программ DTV. А при совместном использовании их с обычными локальными или сотовыми сетями они могут стать основой широкополосных систем интерактивной передачи данных

пользуется хост Linux. Например, если передатчик DVB-S2, передающий в полосе радиоканала 36 МГц, будет запрограммирован на модуляцию 8-PSK и кодовое отношение 2/3, то при символической скорости 29,7 Мбод будет достигнута битовая скорость downlink 58,8 Мб/с. Поведение протокола TCP исследовалось при передаче на протяжении 60 с некоторого объема данных от сервера данных к компьютеру клиента. Загружаемые файлы, которые генерировались сервером данных, после мониторинга интерфейса сети анализировались в течение периода обмена данными средством планирования TCPT

ненные технологии, от обычных PSTN и ISDN линий связи до технологий беспроводных сетей (IEEE 802.11b/802.11n) и сотовых сетей (GSM/GPRS). Далее будут представлены результаты, полученные при построении сети на основе разных технологий сотовой связи и технологий LAN, в том числе некоторые результаты измерений параметров передачи TCP по асимметричной цифровой наземной телевизионной сети. Для канала взаимодействия предложены обычные технологии, такие как PSTN или GSM, которые при низкой стоимости за счет взаимодействия с надежной downlink-сетью вещания DVB могут обес-

пренебрежимо малой по сравнению с задержкой в DVB части.

Большая емкость обратного канала (uplink) всегда обеспечивает относительно большой трафик TCP. В то же время даже относительно высоким скоростям downlink (17 Мб/с) соответствует трафик uplink всего около 500 Кб/с, который намного ниже достижимой для WLAN пропускной способности. Это доказывает, что эффект насыщения, который наблюдается в сетях на основе PSTN/ISDN при больших размерах окна TCP, в данном случае не наблюдается.

Тем не менее, надо отметить, что, хотя емкость WLAN и соответствует трафику АСК, скорость пакетов, передаваемых по прямому каналу, намного превышает возможности беспроводных устройств, что видно из рис. 3. Величины, приведенные в таб. 1, определялись и в передатчике, и в приемнике посредством мониторинга пакетного трафика TCP при прохождении им uplink (в конфигурации 802.11b/DVB). При высоких скоростях передачи наблюдается заметная потеря пакетов АСК. К счастью, наличие даже больших в процентном отношении потерь АСК (44,9 %), которые наблюдаются в случае 512К, не приводит к необходимости даже однократной повторной передачи передатчиком пакета данных. Графики временной последовательности, полученные при более точных испытаниях, показывают, что нераспознанные данные, которые теряются и рассеиваются при прохождении потока АСК, не разрушают пакетов. Это значит, что пакеты АСК, которые прибывают неповрежденными, содержат такие последовательности чисел, которые до истечения времени поступления в передатчик перекрывают поврежденные пакеты.

Конфигурация сети на основе GSM/GPRS

Адаптация технологий мобильной сотовой связи для их использования в гибридной технологии с применением микроволнового оборудования стандарта DVB-S2 обеспечивает жизнеспособное, доступное по цене и очень эффективное решение, поддерживающее высокоскоростной цифровой доступ для портативных и мобильных пользователей. Простейший сценарий предполагает использование сети передачи данных GSM, в которой сотовый телефон действует как модуль интерак-

тивного интерфейса на стороне PC клиента. Производится соединение по коммутируемым линиям между ИМ и INA (в данном случае – сервером вызова) через сети общего пользования PLMN и PSTN. Применение такого асимметричного решения может для единственного соединения GSM обеспечить пропускную способность на уровне 700 Кб/с. Создание сети на базе пакетной радиосвязи GPRS представляется еще более заманчивым, т. к. она способна поддерживать соединение типа «всегда включено». Пакеты uplink посылаются через мобильный телефон к технологическому решению ИМ сети общего пользования PLMN и от него через узел GGSN в Интернет или, в конечном счете, к INA, который в этом случае является сетевым интерфейсом Интернета. В этом применении отсутствуют соединения по коммутируемым линиям, которые имеют место в сети взаимодействия, такой как, например, сеть на основе GSM.

Однако такой вариант построения характеризуется некоторыми техническими трудностями, так как данные АСК, генерируемые хостом клиента, должны пройти через межсетевой экран и межсетевой интерфейс оператора, которые обычно формируются для общепринятого (т. е. двунаправленного) TCP-соединения, а не для отдельной ветви АСК.

Возможности микроволнового сегмента и особенности его проектирования

Технология МИТРИС выгодно отличается от других вещательных технологий тем, что для нее в эфире выделена широкая полоса частот 11,7–12,5 ГГц, что дает возможность внедрения широкополосных сервисов и совмещения их с решением задач собственно

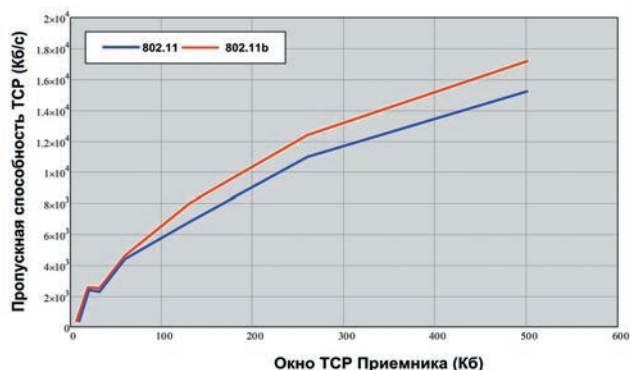


Рис. 3. Пропускная способность TCP для гибридной сети LAN/DVB

Таб. 1. Параметры uplink для варианта построения 802.11b/DVB

Окно TCP приемника	128К	256К	512К
Нагрузка uplink (Кб/с)	171	266	394
Нагрузка uplink (пакет/с)	325	503	746
% потерянных АСК	0,0	3,1	44,9
Коэффициент повторной передачи	0	0	0
Пропускная способность TCP (Кб/с)	7725	12013	17743

цифрового телевизионного вещания. При ее использовании в качестве односторонней сети передачи данных она позволяет реализовать достаточно большую зону покрытия или построить мост для передачи сигнала на большое расстояние. Это обусловлено дополнительными преимуществами, которые дает использование стандарта DVB-S2, позволяющего поддерживать 28 комбинаций типов модуляции и кодовых отношений от 1/4 QPSK до 9/10 32-APSK. Для модуляции 8-PSK в зависимости от величины кодового отношения спектральная эффективность находится в пределах от 1,8 бит/сек/Гц до 2,7 бит/сек/Гц. Более высокая спектральная эффективность позволяет получить пропускную способность в среднем на 30 % большую, чем для стандарта DVB-S.

Обычно мобильные локальные сети, с которыми работает сеть МИТРИС, имеют ячейки очень малых размеров. А это значит, что в пределах зоны покрытия системы МИТРИС таких ячеек будет достаточно много. Из-за большого количества станций клиентов, расположенных в пределах зоны обслуживания МИТРИС, микроволновая сеть должна быть достаточно разветвленной.

Другой вариант применения необходим тогда, когда группы клиентов находятся друг от друга на значительном расстоянии, например, в соседних населенных пунктах или на острове, отде-

ленном от суши нешироким проливом. В этом случае должен быть построен мост, соединяющий удаленных клиентов с центральной станцией. Представляет интерес максимальное расстояние, на которое может быть передан широкополосный сигнал при разных, в том числе и неблагоприятных, условиях на трассе передачи. Наличие, например, на участке трассы водной поверхности, обладающей большим коэффициентом отражения, может сильно повлиять на качество передаваемого сигнала из-за возникновения второго (отраженного от поверхности воды) луча, имеющего высокий уровень и могущего вызвать глубокое замирание сигнала в приемнике станции клиента.

При умеренных замираниях, которые одинаково действуют по всей по-

налов, разделенных по частоте, пространству, поляризации, времени или углу прихода, имеют в течение короткого промежутка времени независимые характеристики замираний. В системах с разделением этот факт используется для улучшения общих параметров путем комбинирования нескольких каналов приема или выбора лучшего из них. Чаще всего используется метод пространственного разделения.

Метод пространственного разделения требует использования двух или большего количества антенн, отстоящих друг от друга на расстояние не менее 70 длин волны (предпочтительней – на 100 длин волны). При использовании метода пространственного разделения вторая антенна может располагаться перпендикулярно направле-

раметров по сравнению с только пространственным разнесением за счет использования еще и частотного разделения по типу 1+1. При этом гибридное разделение требует дополнительной пары частот, которыми разработчик располагает не всегда. Но если вторая пара частот ему доступна, то разработчик должен выбрать именно метод гибридного разделения, который позволяет достигнуть максимального улучшения параметров на RF в условиях многолучевых федингов, особенно опасных на длинных трассах.

Разделенный прием может осуществляться не на две, а на большее количество антенн. Чем больше количество антенн, тем больший выигрыш в отношении сигнал/шум может быть получен. Однако чаще всего используется разделенный прием не более чем на три антенны. Выбор трехантенного разделения обусловлен тем, что при размещении антенн на вышке, установленной в ограниченном пространстве на вершине горы, важно выиграть место и понизить ветровую нагрузку на конструкцию вышки. Четырехантенный же вариант, повышая требования к жесткости конструкции вышки по отношению к трехантенному, на RF дает малый эффект или вообще его не дает. В трехантенном варианте одна из антенн помещается в нижней части вышки. При этом конструкция вышки должна будет выдерживать ветровую нагрузку в основном от двух антенн.

При разработке гибридной сети передачи данных очень важно правильно оценивать возможности ее микроволнового сегмента. Причем эту оценку на высоких частотах приходится производить для сложных географических условий, в том числе для гористой местности, или условий, характеризующихся наличием отражающих поверхностей (например, водной поверхности в случае прокладки трассы над водоемом).

При проектировании трассы должны быть точно рассчитаны такие параметры:

- определен эффективный диаметр антенны для трасс, проходящих над поверхностью, обладающей сильным отражением (рефракцией);
- точно рассчитана такая настройка антенны, при которой будет преодолен эффект отражения;
- выбрано оптимальное разнесение антенн в пространстве;
- предсказано изменение свойств атмосферы;

Адаптация технологий мобильной сотовой связи для их использования в гибридной технологии с применением микроволнового оборудования стандарта DVB-S2 обеспечивает жизнеспособное, доступное по цене и очень эффективное решение, поддерживающее высокоскоростной цифровой доступ для портативных и мобильных пользователей.

лосе частот радиоканала, с целью уменьшения их влияния в приемниках применяется АРУ. Но если замирания имеют настолько большую величину, что уровень сигнала падает до уровня шума и даже ниже него, АРУ хоть и будет по-прежнему в состоянии «вытащить» уровень сигнала в приемнике, но не сможет увеличить или хотя бы сохранить на том же уровне отношение сигнал/шум.

При таких глубоких замираниях существует только один метод, позволяющий достичь приемлемого отношения сигнал/шум. Его смысл состоит в использовании двух или большего количества «копий» принимаемого сигнала, которые могут быть разделены по времени, по частоте, по фазе, по поляризации или разнесены в пространстве. Этот метод называется методом приема с разделением. Два или более радиока-

нию распространения. Каждая из антенн снабжается своим приемником. Выходные сигналы приемников обрабатываются так, чтобы обеспечить наилучшие параметры принимаемого сигнала.

Еще большие выгоды предоставляет метод гибридного разделения. При применении метода гибридного разделения используется обычная трасса с частотным разделением, на одном конце которой установлена пара передатчиков, а на другом конце – пара приемников, пространственно отделенных друг от друга и подсоединенных к отдельным антеннам, которые расположены так, как это делается в случае пространственного разделения. При такой конфигурации преимущества методов частотного и пространственного разделения соединяются. Гибридное разделение должно дать дополнительное улучшение RF-па-

- определена максимальная задержка за счет многолучевого режима распространения.

На основе этих расчетов разработчик микроволновой линии может достичь того, что в сложных условиях распространения над поверхностью земли и при изменении климатических условий будут достигнуты такие же коэффициенты битовых ошибок и готовности радиолинии, которые свойственны оптоволоконным линиям связи.

Хорошее знание характера изменения местных климатических условий позволит спроектировать микроволновую линию так, чтобы наиболее полно были учтены все зависящие от времени изменения, в том числе – сезонные. В сухом и жарком климате атмосфера характеризуется постоянной термодинамической нестабильностью, находясь в состоянии постоянного турбулентного перемешивания воздушных масс. На высоте более 1 км над уровнем моря наблюдаются сильные перепады в уровне принимаемого сигнала, который может снижаться до уровня – 90 дБм. Если рассчитать радиолинию для нормальных условий, то можно получить длительную деградацию параметров радиолинии за счет стойкого ухудшения условий распространения радиосигналов. Имеются сообщения о передаче в тяжелых условиях сигналов со скоростью 40 Мб/с на частоте 12 ГГц на расстояние до 90 км. Передача на такое большое расстояние стала возможной, благодаря применению на RF гибридного метода разнесения и трех антенн вместо четырех для снижения ветровой нагрузки на вышку и общего снижения стоимости. Если используется пролет такой большой длины, то необходимо точно определить места размещения антенн на расположенной на вершине горы вышке, для того чтобы избежать дифракции или блокирования растительностью или сложным рельефом трассы.

Пример гибридной сети передачи данных, использующей для передачи нисходящего потока радиоканал системы МИТРИС

Рассмотрим теперь пример построения гибридной сети, в основу которого положено решение, предложенное компанией Hypercable («Main data DVB/IP GW @ Hybrid-Net over HYPERCABLE System», www.hypercable.fr). При изло-

жении идеи сохранены все обозначения, используемые в первоисточнике.

Обязательным атрибутом такой сети является маршрутизатор DVB/IP. Сеть предназначена для передачи асимметричного интернет-трафика с использованием для передачи прямого канала данных оборудования системы МИТРИС, а для обратного канала – обычной LAN.

Любая гибридная сеть – это объединение в одну IP-сеть двух разных

В предлагаемой компанией Hypercable концепции гибридной сети используется уникальное решение, которое называется RAW IP TRANSPARENT (прозрачность для чтения после записи) и которое поддерживает все основные IP-протоколы и сервисы. Его главные особенности:

- использование любой сети местного провайдера ISP без какой-либо необходимости включения защиты

Любая гибридная сеть – это объединение в одну IP-сеть двух разных коммуникационных систем. Главной особенностью гибридной сети является способность эффективно передавать в прямом и обратном направлениях асимметричные потоки данных.

коммуникационных систем. Главной особенностью гибридной сети является способность эффективно передавать в прямом и обратном направлениях асимметричные потоки данных.

Есть несколько важных аспектов, сопутствующих передаче асимметричного интернет-трафика, а именно:

- а) прозрачность маршрутизации;
- б) соответствующие параметры (в первую очередь – скорость);
- в) особый принцип работы.

В случае использования гибридной сети необходимо проложить маршрут ответа из сети Интернет к конечному пользователю гибридной сети, для чего этот ответ должен быть передан через подключенный к коммутатору гибридной сети HN GW«S» маршрутизатор, который находится в восходящей линии гибридной сети. Реализовать это можно, применив разные решения. Эти решения должны отличаться IP-протоколами/сервисами в соответствии с требованиями конечных пользователей к поддержке каждого индивидуального применения или в соответствии с необходимостью модификации структуры сети местного провайдера ISP (в тех системах, в которых необходима фильтрация ложных источников IP-адресов).

Коммутатор DVB/IP всегда имеет механизм для адресации IP-пакетов для каждого конечного пользователя или коммутатора LAN.

от спуфинга (фильтрации чужих источников IP-адресов);

- отсутствие необходимости создания таблиц маршрутизации в соответствии с маршрутизатором DVB/IP (нет необходимости привязывать IP адрес к конкретному MAC адресу DVB-S2 приемника МИТРИС);
- нет необходимости в управлении доступом к сервисам, как для отдельного пользователя системы МИТРИС, так и для пользователей LAN.

Все это требует создания адресов MWS_IP для каждого индивидуально-го пользователя гибридной сети (адрес MWS_IP – это IP-адрес абонента MWS-сети).

Важнейшим качеством гибридной сети является полная прозрачность относительно протокола IP-сети. С этой точки зрения гибридная сеть отличается от решений, например на основе Proxu, которые обычно поддерживают только протоколы http или ftp (не поддерживая, например, так же хорошо email как специальный протокол). Лучшее решение – это создание шлюза на основе NAT-системы.

GW«R» переправляет поступающие от LAN IP-запросы приемника (клиента), через модем/маршрутизатор к GW«S» гибридной сети. Эти запросы затем преобразуются в стандартные для работы линии связи IP (как правило, это преобразование GW«S» делает

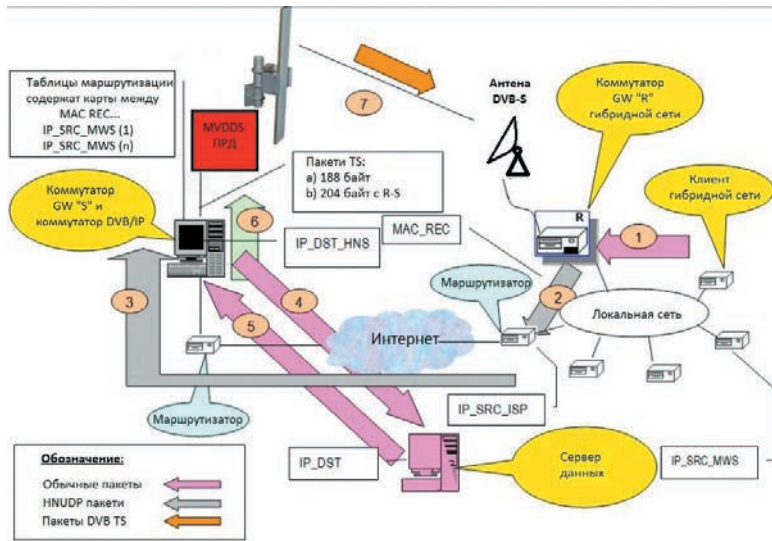


Рис. 4. Алгоритм работы гибридной сети, использующей радиоканал МИТРИС

быстрее, чем это сделал бы приемник сам по себе), и GW«S» посылает ответ от линии связи IP к каналу МИТРИС обратно к приемнику. Алгоритм работы гибридной сети должен быть понятен из рис. 4.

Скорость передачи будет заведомо большей, поскольку медленно работающие звенья линии передачи, соединяющие приемник с провайдером IP сети, заменяются широкополосной связью через сеть МИТРИС.

Перечислим используемые авторами разработки термины и дадим их расшифровку.

• Клиент гибридной сети

Хост (конечный пользователь), которому доступны сервисы гибридной

сети. Этому хосту обычно присваивается один резервный IP-адрес. Установка специального программного обеспечения не требуется.

• Коммутатор гибридной сети «R» (R – на стороне приема)

Хост, в котором установлен приемник гибридной сети. Он должен быть подсоединен к Интернету и работает в качестве коммутатора для клиентов гибридной сети.

• Коммутатор гибридной сети «S» (S – на стороне передачи)

Хост, в котором установлен драйвер передатчика гибридной сети.

• NAT гибридной сети

NAT транслирует адреса IP_SRC_SAT от сети МИТРИС к легальным IP-

адресам, полученным по восходящей линии, и посылает эти IP-пакеты к серверу данных (возможна конфигурация и без легальных IP-адресов клиентов).

• Сервер данных

Хост, с помощью которого клиент гибридной сети передает данные. Это может быть, например, сервер HTTP, сервер FTP, сервер Telnet или хост, работающий с любым программным обеспечением, поддерживающим IP-коммуникации.

• IP_DST

Сервер назначения IP-адресов. Он содержит IP-адреса, к которым клиент гибридной сети желает иметь доступ.

• IP_DST_ISP

Источник IP-адресов, которые назначаются ISP после подсоединения к нему клиента.

• IP_DST_HNS

IP-адреса, которые HN GW«S» устанавливает для пунктов назначения.

• MAC_REC

MAC-адреса приемника DVB.

• HNUDP

Распространенный протокол тунелирования, основывающийся на протоколе UDP, порт 21000.

Покажем теперь особенности функционирования гибридной сети. Начнем с коммутатора гибридной сети «R» (HVGW«R»). На линии от клиента гибридной сети к серверу данных для модификации маршрута пакетов, проходящих от клиентов гибридной сети к серверу данных, используется коммутатор HN GW «R», в результате чего все пакеты подводятся к коммутатору HN GW «S». Для того чтобы это стало возможным, в HN UDR поступающие от клиента гибридной сети IP-пакеты преобразуются таким путем, чтобы оригинальные пакеты в дальнейшем могли быть восстановлены (реконструированы). При создании пакета HN UDP добавляет назначенные IP-адреса к IP-адресам пакетов HN GW «S».

На линии от сервера данных к клиенту гибридной сети ничего подобного не происходит. Отклик на IP-пакеты от сервера данных направляется прямо на коммутатор DVB/IP. Через оборудование МИТРИС по радиоканалу они поступают на коммутатор HN GW «R». Отсюда они по LAN направляются к клиенту гибридной сети.

Коммутатор HN GW «S» поддерживает таблицу маршрутизации – карту между адресом MAC_REC приемника DVB-S2 и IP-адресами клиентов гибридной сети IP_SRC_SAT (IP_RSC_

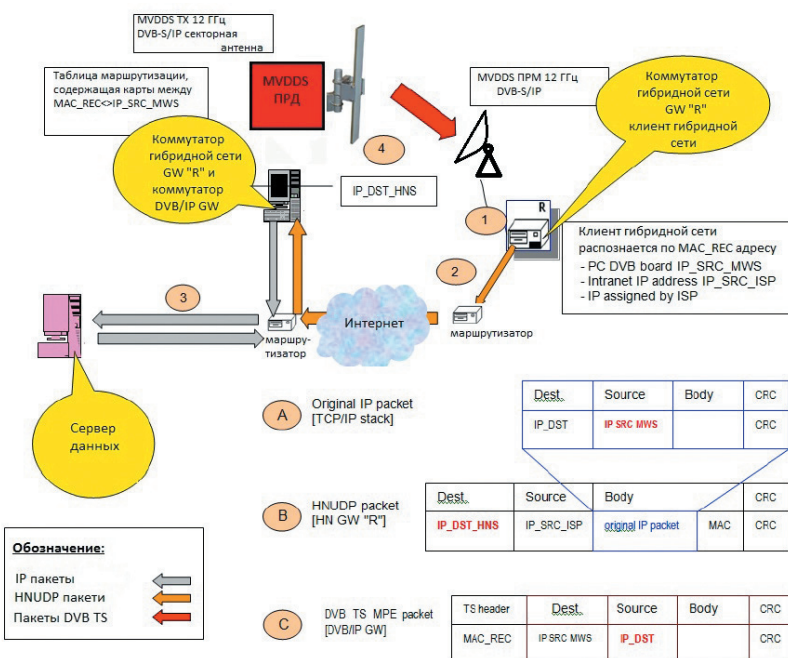


Рис. 5. Схема формирования пакетов в гибридной сети

SAT может быть маршрутизирован посредством того же MAC_REC). Эта таблица поддерживается коммутатором Hybrid-Net GW «S» и далее распространяется на коммутатор DVB/IP.

Коммутатор HN GW «S» – это точка, через которую проходят все IP-потоки в направлениях к клиенту и от него. Программное обеспечение гибридной сети на стороне клиента управляет маршрутизаторами, туннелируя весь IP-трафик и направляя его в виде пакетов HN UDP к HN GW «S». В нем признаки туннелирования удаляются, и восстановленные оригинальные пакеты направляются по их назначению. Источником IP-адресов для этих пакетов является адаптер IP-сети клиента гибридной сети (IP_SRC_SAT). Если этот IP-адрес является легальным, то направляемый к провайдеру сервисов ответ от провайдера данных направляется в коммутатор HN GW «S». Он поддерживается драйвером коммутатора HN GW «S» и направляется через коммутатор DVB/IP. Оборудование клиента прямо получает IP-пакеты, используя драйвер сети, установленный на плате (решение MPE), или используя программное обеспечение MAIN DATA приемника DVB совместно с сетевым драйвером клиента гибридной сети (решение Piping).

Важно отметить, что используемая в данной системе LAN может быть любой (проводной, беспроводной, сотовой и т. д.). Таким образом, с помощью этого решения можно увеличить пропускную способность практически любой локальной сети, в которой появились узкие места.

Перспективы развития гибридных сетей

Эффективность и гибкость предлагаемой архитектуры могут быть в дальнейшем повышены, если гибридная интерактивная сеть DTV обогатится современными телекоммуникационными и сетевыми технологиями.

Что касается метода инкапсуляции IP/DVB MPE (Multi Protocol Encapsulation), который хоть и является относительно новым, но уже достаточно широко применяется, то он будет постепенно заменен более простой и эффективной схемой. Эта схема разработана сообществом IETF, и на ее основе создан протокол ULE (Ultra Light Encapsulation), обеспечивающий более прямую адаптацию, пригодную и для

IPv4, и для IPv6. В настоящий момент разработка ULE находится в фазе «эскиз для Интернета».

Что касается канала взаимодействия, то постоянное доминирование терминалов 3G делает комплекс технических средств 3G/DVB весьма многообещающим сценарием развития. Поскольку 3G поддерживает более

и сотовых сетей для передачи ими широкополосных данных.

Предлагаемый метод доступа к широкополосным данным с помощью гибридной асимметричной сети опирается на достаточно широко распространенные сети цифрового телевизионного вещания МИТРИС, что позволит добиться повсеместного его внедрения.

Адаптация технологий мобильной сотовой связи для их использования в гибридной технологии с применением микроволнового оборудования стандарта DVB-S2 обеспечивает жизнеспособное, доступное по цене и очень эффективное решение, поддерживающее высокоскоростной цифровой доступ для портативных и мобильных пользователей

удовлетворительную полосу для нисходящей передачи данных и доступа в Интернет по сравнению с 2G и 2G+ соединениями, применение гибридных решений 3G/DVB открывает перспективу для новых применений, соединяя портативный прием и высококачественное вещание аудиовизуального контента с широкополосной интерактивностью. Так могут быть внедрены жизнеспособные и доступные по цене решения для высокоскоростного цифрового доступа к мобильным и стационарным терминалам конечных пользователей.

В завершение хотелось бы отметить, что использование микроволновых вещательных сетей, в первую очередь вещательного МИТРИС, для увеличения пропускной способности существующих сетей доступа и перевода их в разряд распределительных (backhaul) сетей на данный момент в высшей степени актуально. Оно, если и не дает полного и окончательного решения проблемы, то, по крайней мере, позволяет операторам на первом этапе сэкономить время и средства для того, чтобы затем сконцентрироваться на построении более совершенной распределительной сети. Второй важнейший аспект – это существенное расширение возможностей мобильных

При этом важно отметить, что построение гибридной сети – это самый прямой путь к созданию системы интерактивного телевизионного вещания. Кроме того, часто решения на основе МИТРИС могут играть роль микроволновых мостов, предназначенных для соединения между собой находящихся на большом расстоянии групп клиентов. Это особенно важно для стран с развивающейся инфраструктурой коммуникаций. В статье рассмотрены некоторые случаи использования МИТРИС совместно с сотовыми и локальными сетями передачи данных и показаны некоторые результаты, полученные для опытных сетей разного типа. Описан вариант сети, предложенный компанией Нурercable, и предложены некоторые направления дальнейшего совершенствования гибридных сетей.

*П. Я. Ксензенко,
председатель правления ЧАО
«РОКС», pks@roks.com.ua*

*Т. Н. Нарытник,
директор института
электроники и связи Украинской
академии наук, к.т.н., академик УАН
director@mitris.com*

*П. В. Химич,
гл. специалист ЧАО «РОКС»
pks@roks.com.ua*