

УДК 621.396

ВОЛКОВ В.В., НАРЫТНИК Т.Н., КСЕНЗЕНКО П.Я., ХИМИЧ П.В.

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ МИТРИС И DOCSIS
ДЛЯ ПОСТРОЕНИЯ МИКРОВОЛНОВЫХ СЕТЕЙ BACKHAUL**

Одесский областной радиопередающий центр, v.v.v51@mail.ru
СП «Институт электроники и связи УАННП», director@mitris.com
ЧАО «РОКС», pk@roks.com.ua

Аннотация: Предложены технические решения использования технологий МИТРИС и DOCSIS для построения микроволновых транспортных распределительных сетей backhaul, а также проанализированы перспективы их развития для достижения пропускной способности до 10 Гбит/с и более.

Ключевые слова: беспроводные технологии, МИТРИС, DOCSIS, пропускная способность, транспортная распределительная сеть, backhaul, микроволновый диапазон.

VV VOLKOV, NARYTNIK TN, KSENZENKO PY, KHMICH PV

**USING TECHNOLOGY AND DOCSIS MITRIS
FOR CONSTRUCTION OF MICROWAVE NETWORKS BACKHAUL**

Odessa Regional transmitting the centers, v.v.v51@mail.ru
JV "Institute of Electronics and Communication UANNP», director@mitris.com
PJSC "Rocks», pk@roks.com.ua

Abstract: the use of technology solutions and DOCSIS MITRIS to build microwave transport distribution network backhaul, as well as analyzes the prospects for their development to achieve throughput of up to 10 Gbit / s or more.

Keywords: wireless technologies MITRIS, DOCSIS, throughput, transport distribution network, backhaul, microwave range.

ВВЕДЕНИЕ

Развертывание новых и расширение существующих распределительных (backhaul) сетей происходит по мере увеличения количества новых малых ячеек сетей доступа, которые дополнительно нагружают существующие сети backhaul, в том числе точки присутствия оптоволоконных сетей и системы управления объединенной инфраструктурой в местах появления новых ячеек. Все это требует дальнейшего увеличения пропускной способности сетей backhaul. Развитие сетей может идти по пути создания вариантов беспроводных сетей backhaul на новых частотах, в том числе микроволновых сетей, с использованием технологий МИТРИС и DOCSIS, и применения малогабаритных и экономичных сетевых интерфейсов.

В настоящем докладе рассмотрены возможности микроволновых сетей backhaul, основывающихся на технологиях МИТРИС и DOCSIS 3.0, использование которых для решения указанных задач, как нам представляется, является очень перспективным. Вклад технологии МИТРИС состоит в большой информационной емкости радиоканала и высокой энергетической эффективности. В соединении с предоставляемыми технологией DOCSIS 3.0 новыми возможностями в организации прямого и обратного каналов эти качества МИТРИС позволяют создать эффективную микроволновую сеть backhaul.

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

В литературе имеются многочисленные свидетельства успешного использования технологии DOCSIS совместно с различными микроволновыми системами (MMDS, MVDDS и др.) [1-5]. Но для

построения микроволновых сетей backhaul по-настоящему перспективным является соединение достижений современной технологии DOCSIS с возможностями, предоставляемыми системой МИТРИС. В системе MMDS явно не хватает полосы uplink, а в системе MVDDS обратный канал вообще не предусмотрен, поэтому она может использоваться только в составе гибридной сети, взаимодействуя с сетью какого-либо другого стандарта. Не подходит для сетей backhaul и система LMDS, поскольку сразу по нескольким причинам, главной из которых являются большие потери в дожде, радиус обслуживания для нее не может превышать 5-6 км, что явно недостаточно для распределительной сети.

В качестве исходного проекта (прототипа) для построения комплекса оборудования микроволновой сети backhaul нами использован проект городской сети передачи данных на базе технологий МИТРИС и DOCSIS, которая была подробно описана в статье [3]. Опираясь на этот проект, мы предлагаем использовать для построения микроволновой сети backhaul тот же принятый в Великобритании и Российской Федерации план частот, состоящий из двух поддиапазонов: 10,15-10,3 ГГц и 10,5 -10,65 ГГц. Один из этих поддиапазонов предназначается для передачи прямых каналов, а другой – для передачи обратных. Эти поддиапазоны должны быть разделены на две примерно равных части, занимающих полосы частот около 65 МГц, которые предназначены для использования в смежных секторах с целью частотного разделения каналов на границе между соседними секторами. При этом дуплексное разделение в системе по-прежнему достигается за счет одновременного использования для прямых и обратных каналов отдельных поддиапазонов и ортогональной поляризации. Количество секторов в системе может быть четыре и более.

По широкополосным прямому и обратному каналам микроволновой сети backhaul передаются объемы информации, значительно превышающие те, которые свойственны самым высокоскоростным системам доступа. В условиях передачи одним передатчиком объединенного канала, состоящего из восьми модулированных 256QAM несущих, для радиолинии прямого канала это неизбежно приводит к резкому увеличению бюджета по мощности. Это увеличение зависит от таких факторов:

1. Объединения до 8-ми радиочастотных каналов в один нисходящий канал приводит к необходимости увеличения бюджета на 15 дБ.

2. Перехода от модуляции 64QAM (SNR = 28 дБ) к модуляции 256QAM (SNR=35 дБ), который дает увеличение еще на 7 дБ.

В сумме получаем увеличение бюджета радиолинии в среднем на 22 дБ. На первый взгляд, необходимо было бы учесть и третье слагаемое – увеличение шумовой полосы приемника в восемь раз (до 65 МГц). Но этот фактор можно не учитывать, поскольку обработка обратных каналов производится на каждой несущей отдельно, а эффективная шумовая полоса будет равна полосе одной несущей.

Для обратного канала, наоборот, нужно учитывать все три слагаемых, а именно:

1. Увеличение бюджета на 9 дБ за счет объединения 4-х каналов в один обратный канал.

2. Переход от модуляции QPSK (SNR = 12 дБ) к модуляции 64QAM (SNR = 28 дБ), что увеличивает бюджет обратного канала еще на 16 дБ.

3. Увеличение бюджета радиолинии на 6 дБ за счет увеличения шумовой полосы приемника в 4 раза.

- В сумме получаем очень большую величину – 31 дБ. Но здесь на помощь нам приходит присущее методу S-CDMA свойство IPPC, которое позволяет получить выигрыш по мощности на 20 дБ. Оставшиеся 11 дБ можно компенсировать за счет увеличения коэффициентов усиления антенн центральной станции и станций клиентов. Это увеличение коэффициентов усиления антенн дает равный вклад в бюджет прямого и обратного каналов, поэтому для прямого канала увеличение бюджета на недостающие 11 дБ ($22 \text{ дБ} - 11 \text{ дБ} = 11 \text{ дБ}$) придется реализовать за счет увеличения мощности передатчика центральной станции.

В каждом их секторов центральной станцией могут обслуживаться до 128 клиентов в одном upstream канале S-CDMA. Для сети backhaul это вполне достаточно. Все 128 передатчиков станций клиентов работают одновременно, и их сигналы должны быть одновременно приняты LNB центральной станции. Таким образом, режим работы в обратном канале существенно отличается от применяемого нами ранее режима TDMA, при котором в каждый момент времени, соответствующий передаче слота информации, в сети присутствует только один абонентский передатчик. Динамический диапазон приемника одного сектора центральной станции по входу за счет одновременной передачи 128 сигналов с шириной полосы 15 МГц (против одного канала с шириной полосы 3,2 МГц) должен быть увеличен ориентировочно на 40 дБ. Реализация такого большого увеличения динамического диапазона может представлять собой непростую техническую задачу, но при современном уровне технологии эта задача вполне может быть решена.

С другой стороны, непрерывный режим работы передатчика обратного канала, хоть и несколько усложняет тепловой режим выходного усилителя мощности трансивера клиента, тем не менее, несколько упрощает его схему, поскольку позволяет отказаться от схемы выключения питания усилителя в паузах.

Для соединения всех частей системы в единый комплекс могут широко использоваться оптоволоконные линии и интерфейсы гигабитного Ethernet, что в процессе проектирования системы дает разработчику дополнительные степени свободы.

В составе клиентских устройств во многих случаях целесообразным будет использование кабельных модемов, интегрированных с точками доступа сети Wi-Fi стандарта IEEE 802.11n. Использование интегрированной точки доступа поможет существенно уменьшить количество оборудования, применяемого во вторичной сети доступа, и снизить стоимость сети в целом.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Значительный рост требований к емкости микроволновых распределительных сетей обусловлен увеличением трафика, генерируемого на предприятиях среднего бизнеса и в домохозяйствах. В то время как крупный бизнес предпочитает соединение по технологии «оптоволоконный кабель к помещению» - Fiber To The Premises (FTTP), предприятия малого и среднего бизнеса (SMB) уже требуют от сети backhaul передачи таких объемов информации, которые могут быть переданы только с помощью технологии DOCSIS 3.0. Поэтому DOCSIS 3.0 может стать ключевой составной частью микроволновой сети backhaul, использующей на РЧУ уровне технологию МИТРИС.

В свою очередь мобильные устройства также стремительно развиваются по пути увеличения скорости данных, что проявляется в совершенствовании широкополосных технологий WiMAX и LTE нового поколения. За счет устройств 3-5G сервисы мультимедиа будут обогащены возможностью передачи текущего видео. Сегодня мобильные устройства поддерживают цифровые камеры с разрешением более 5-ти мегапикселей, которые могут передавать текущее видео. По мере развития технологий эта тенденция будет только усиливаться.

Особо важным аспектом является достигаемое с помощью оборудования DOCSIS 3.0 увеличение пропускной способности обратного канала, как за счет объединения каналов, так и за счет применения технологии Synchronous Code Division Multiple Access (S-CDMA). Благодаря этому среди всех других беспроводных технологий только технология МИТРИС может предоставить радиоканалы с необходимой шириной полосы для каналов downlink и uplink, позволяя реализовать эффективную широкополосную распределительную сеть, на основе чего может быть достигнут новый уровень пропускной способности сети. Этому способствует предлагаемый стандартом метод объединения каналов downstream и upstream, а увеличению пропускной способности upstream – еще и множественный доступ по методу S-CDMA. Решающим фактором снижения общей стоимости центральной станции сети является модульное построение модема (CMTS) DOCSIS 3.0.

При практической реализации всех указанных преимуществ может быть построена микроволновая сеть более высокого уровня, чем предложенная ранее MAN, а именно, - микроволновая распределительная сеть с недостижимой для существующих беспроводных решений пропускной способностью, которая в большинстве случаев может по производительности конкурировать с проводными и оптоволоконными решениями, значительно превосходя их по экономичности.

В докладе также проанализированы перспективы развития технологии DOCSIS в ближайшем будущем и возможные революционные изменения, которые позволят резко увеличить пропускную способность сети, построенной на основе этой технологии. Все они в полной мере будут использованы предлагаемой микроволновой сетью, позволив увеличить ее пропускную способность до 10 Гб/с и более.

Литература

1. Кравчук С.О. Телекомунікаційні системи терагерцового діапазону. Монографія.-Житомир.-2014.-394с. Кравчук С.О., Наритник Т.М.
2. Ксьонзенко П.Я., Наритник Т.М., Химич П.В. Особливості побудови міських мереж передачі даних на базі технології МИТРИС.// Наукові вісті НТУУ "КПІ".-2011.-№6.-С.16-29.
3. Нарытник Т.Н., Ксензенко П.Я., Химич П.В. Преимущества и перспективы развития микроволновых распределительных сетей на основе технологий МИТРИС и DOCSIS// Электронное научное специализированное издание – журнал «Проблемы телекоммуникаций» • № 4 (9) • 2012 • с.104-128.
4. Нарытник Т.Н. Ксензенко П.Я., Химич П.В. Гетерогенные распределительные сети асимметричного доступа с использованием микроволновых технологий цифрового телевизионного вещания// З'вязок.-№2.-2013.-С.12-20.
5. Ксензенко П.Я., Нарытник Т.Н., Химич П.В. Backhaul для гетерогенных сетей Журнал //«Телекоммуникации».-№1-2.-2014.-с.10-21.