

Лекція 9.

Цель: Обеспечение максимального покрытия территории страны доступом к услугам информационных сетей

Технические средства решения задачи

Разработан вариант системы с использованием в прямом канале стандарта DVB-S (модуляция QPSK, каскадное кодирование сверточное/PC). В обратном канале использовался специально разработанный протокол, базирующийся на информационной синхронизации доступа.

На эту систему получено 8 патентов на изобретение и полезную модель, в число которых входят как технические решения, запатентованные в Украине, так и международные.

Системы (6 комплектов) в различной конфигурации поставлены в Кувейт, страны Юго-Восточной Азии.

Широкое распространение такой системы ограничивалось рядом параметров, главным из которых являлась необходимость реализации условия прямой видимости на антенну каждой абонентской станции, что существенно усложняло процедуру разворачивания сети и стоимость как абонентских станций, так и центральной. Для повышения экономической эффективности системы в ее состав введена подсистема цифрового телевизионного вещания в формате MPEG-2 или MPEG-4 по стандарту DVB-S. Наличие или отсутствие такой подсистемы в составе разворачиваемой системы определялось конфигурацией.

Большое число «мертвых зон» в пределах зоны обслуживания (ЗО) также ограничивало эффективность покрытия большой территории, содержащей много мешающих факторов. И хотя для компенсации влияния мешающих факторов, разработан ряд методов, технических решений, технологий, защищенных патентами на изобретение и полезные модели, тем не менее, говорить о решении поставленной задачи в полном объеме не приходилось.

Модель решения проблемы

Для решения указанной проблемы была разработана и проанализирована алгоритмическая модель ЗО системы, удовлетворяющая дислокации абонентов на территории страны. Поскольку актуальной задачей является покрытие услугами небольших городов, поселков с прилегающими территориями (в крупных городах обычно есть сети разного типа - кабельные, эфирные и другие), то система, которая предлагается, должна отвечать следующим требованиям:

-Система должна обеспечивать максимально полное покрытие зоны обслуживания, которая включает у себя территорию с городской застройкой (радиусом до 10...12 км которая может включать у себя каналы моделей Релея, Райса) и зону пригородной застройки и сельскую (канал Гаусса). Суммарный радиус ЗО до 50...60км.

Такая зона обслуживания для Украины - города с предместьем и сельской местностью. При этом предместье и село обычно не имеют сетей

кабельного телевидения, на которых организуют доступ к указанным выше услугам.

- выбранный способ передачи должен также позволять расширение зоны обслуживания как по размеру, так по полноте охвата пользователей в ЗО.

Иллюстрация такой модели показана на Рис.1

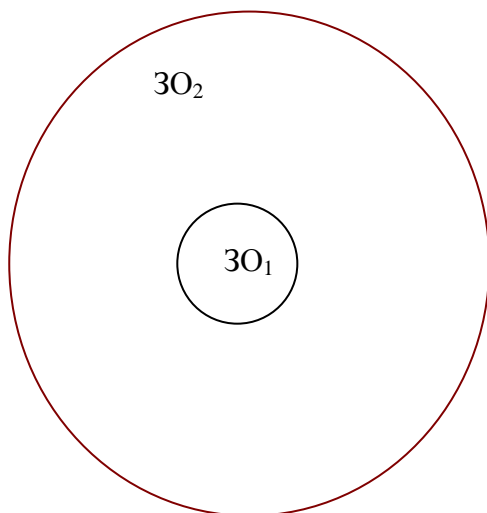


Рис.1 Иллюстрация предлагаемой ЗО

Общая конфигурация зоны обслуживания (ЗО) представляет собой совокупность зон с двумя типами застройки. Это территория с городской и пригородной застройкой - зона обслуживания первого типа (ЗО₁) и с сельской застройкой - зона обслуживания второго типа (ЗО₂).

В ЗО₁ условия передачи включают у себя как наличие отраженных лучей (каналы модели Райса - прием основного луча при наличии отбитых; и модели Релея - прием отраженного луча) так прием в условиях прямой видимости (канал модели гаусса).

В ЗО₂ условия передачи обычно ограничиваются каналом модели гаусса.

В результате анализа была предложена система, состоящая из подсистемы с одночастотной модуляцией (стандарт DVB-S в прямом и модифицированный стандарт в обратном канале) и подсистема с многочастотной модуляцией (стандарт 802.16). Эти подсистемы подключаются к системному серверу, который коммутрует данные по физическим адресам абонентов. Маршрутизацию (по сетевым адресам) выполняет провайдер информационной сети.

В состав также введена упомянутая выше подсистема ТВ вещания.

Максимальная конфигурация предусматривает наличие в составе всех подсистем в максимальной конфигурации.

Минимальная конфигурация может состоять из одной из указанных подсистем в минимальной конфигурации.

Такая система позволяет предоставить услуги доступа к информационным ресурсам практически во всех условиях и по каналам разных моделей.

Однако «мертвые зоны» остаются практически в обеих ЗО. Если для исключения части недоступных зон в ЗО₁ иногда достаточно расширить подсистему 802.16 с разносом оборудования по территории населенного пункта (что существенно удорожает систему и ее эксплуатацию), то подсистема DVB-S предполагает наличие прямой видимости, что часто нереально (или труднодостижимо) на участке непосредственного доступа абонента, особенно на больших расстояниях.

Вариант решения вопроса с «мертвыми зонами»

Использование частотного ресурса системы или его части для организации опорной сети, к которой подключаются узлы доступа стандарта 802.11a/b/g, посредством которых обеспечивается доступ абонентского терминала к информационным услугам. При этом образуются хот-споты или даже хот зоны, а узлы доступа могут входить в состав абонентских станций, которые обслуживаются оператором системной сети.

В качестве средств подключения терминалов абонентов могут быть проводные каналы Ethernet, сети PLC и т.д.

К недостаткам такого технического решения можно отнести потребность в большом частотном ресурсе, что существенно ограничивает суммарную реализуемую пропускную способность системы.

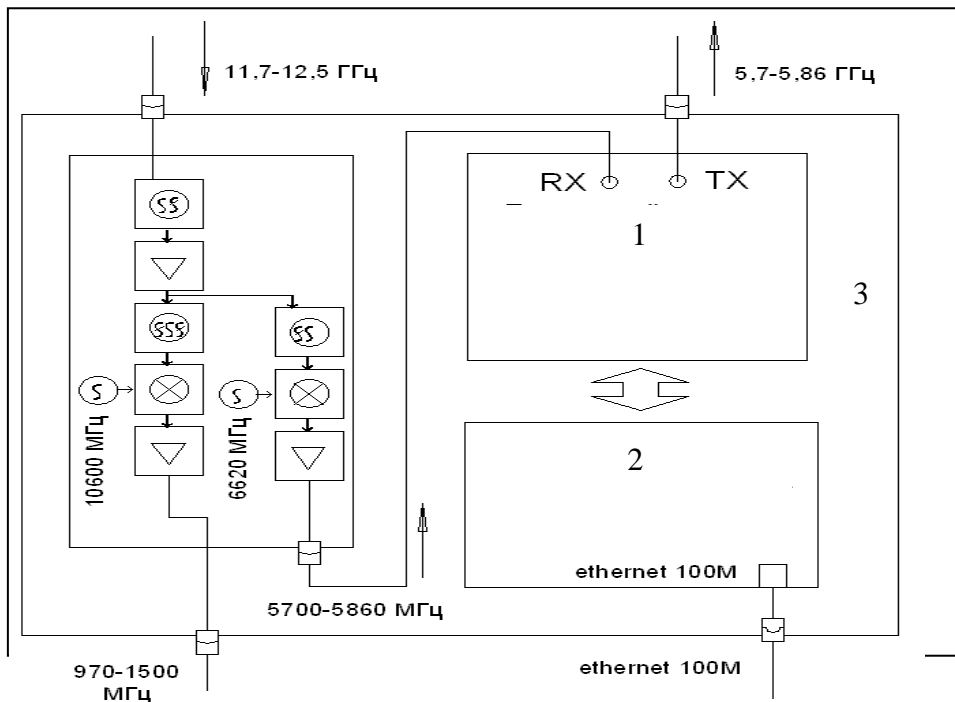
Развитие технологии, базирующейся на спецификации Wi-Fi, в частности появление на рынке программно-аппаратных средств, поддерживающих Wi-Fi, позволило создать центральную и абонентскую станции для реализации канала передачи данных длиной десятки километров и подключения к нему до 60 абонентских станций (АС). К цифровому входу каждой АС подключаются абонентские терминалы (компьютеры), объединенные в проводную или беспроводную локальную сеть. Такая локальная сеть образуется либо по проводной сети в формате Ethernet, либо посредством технологии 802.11a/b/g или с использованием технологии PLC. Такая технология позволяет снизить стоимость абонентского оборудования, приходящуюся на одного абонента.

Примеры таких средств: Router Microtic R52nM, используемый в приемно-передающем тракте в качестве модулятора/демодулятора, Microtic RB411 (RB711-5HnD), используемый в качестве маршрутизатора/коммутатора. И других. Использование таких блоков позволяет снизить стоимость АС и ЦС и обеспечить приемлемую длину канала связи, а значит и размер зоны обслуживания системы беспроводного мультисервисного доступа.

Возможны различные конфигурации создаваемой сети.

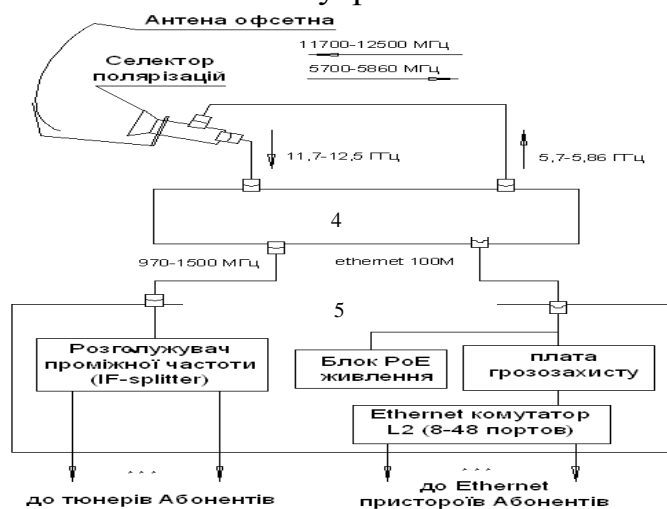
Рассмотрим здесь следующую конфигурацию:

В составе АС и ЦС используется аппаратура поддерживающая стандарт 802.11n. На рисунках 3...6 показан состав абонентской и центральной станций системы в этой конфигурации.



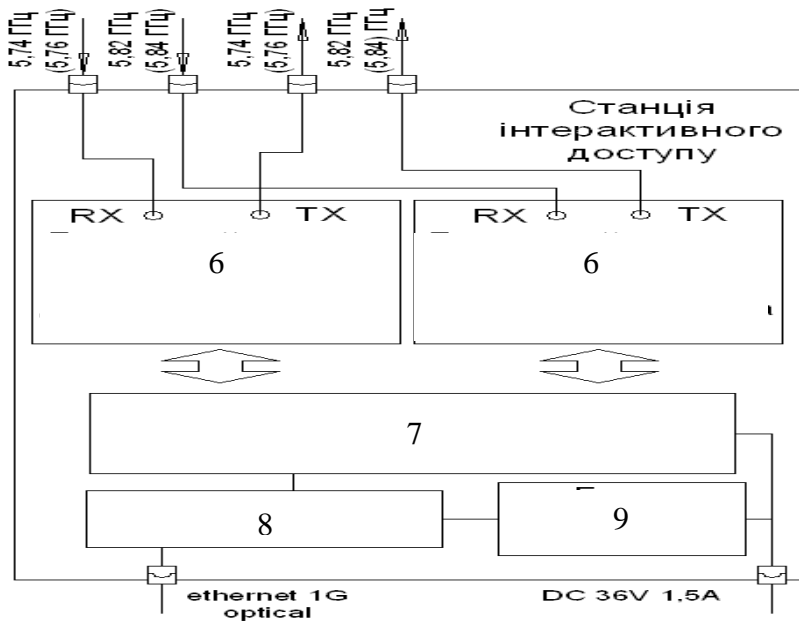
- 1- блок приемо-передаючий (олок модуляторів і демодуляторів) на базі Mikrotik R52nm
 2 – Блок комутації і маршрутизації на базі Mikrotik EB411 (RB711-5nM)
 3 – Блок зовнішній

Рис.3. Схема блоку внутрішньої абонентської станції



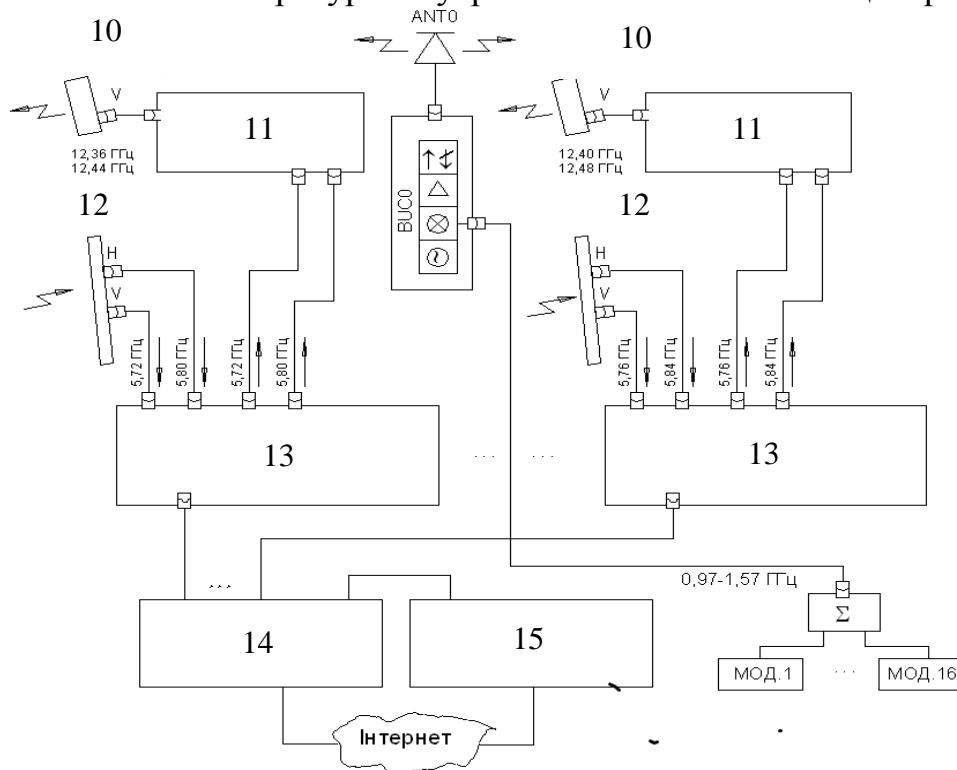
- 4 – Блок зовнішній
 5 – Блок внутрішній

Рис.4. Обща схема абонентської станції



- 6 – Блок приемо-передающий (модуляторов – демодуляторов) на базе Mikrotik R52nm
- 7– Блок коммутации и маршрутизации на базе Mikrotik EB411 (RB800)
- 8 – Блок медиоконвертора
- 9 – Блок вторичного питания

Рис.5. Схема аппаратуры внутреннего использования центральной станции



- 10 – передающая антенна прямого канала
- 11 – Передающий блок (конвертор) прямого канала
- 12 – Приемная антенна обратного канала
- 13 – Станция интерактивного доступа

14 – Модуль предоставления услуг на базе Mikrotik RB1100AHx2

15 – Станция контроля и управления

Рис. 6. Общая схема центральной станции

Выбор используемой конфигурации зависит от параметров зоны обслуживания, дислокации потенциальных абонентов, их потребности в расходуемом ресурсе.

Так вариант использования подсистемы DVB-S для предоставления услуг передачи данных позволяет подключить по одному частотному каналу (полоса около 2,5 МГц) до 127 абонентов с предоставлением скорости по обратному каналу 20 Кбит/с при одновременной работе всех абонентов. При этом реализуется динамическое распределение ресурса в зависимости от числа работающих абонентов и их потребления канального ресурса.

Услуги передачи данных обеспечиваются по секторам ЗО. Число секторов составляет до 12. Пропускная способность в прямом канале (секторе) – 34 Мбит/с, которая разделяется между всеми одновременно работающими абонентами в секторе. При этом число обратных каналов в секторе – до 25. Модуляция в прямом и обратном каналах – QPSK.

Стоимость АС станции этой подсети в серийном производстве составляет около \$1000.

Использование подсистемы 802.16 предполагает обслуживание в четырех секторах.

В любой конфигурации система может содержать подсистему телевизионного вещания в формате MPEG-2 или MPEG-4. Это подсистема введена для обеспечения ускорения окупаемости системы, предоставляя наиболее востребованные населением услуги. Стандарт, по которому принимается ТВ канал, соответствует DVB-S с целью использования сравнительно дешевых приемников спутникового ТВ вещания. Вещание осуществляется через антенну с круговой диаграммой направленности. Количество каналов – до 20. Пропускная способность на один канал – 34 Мбит/с.

Особенности использования такой конфигурации

1. Для реализации скорости 150 Мбит/с согласно протоколу 802.11.n в используемой аппаратуре применяется модуляция OFDM, 64QAM, 5/6, и при частоте на трассе сравнительно низкой (в районе 5ГГц) реально реализовать дальность 25...30км при использованном уровне мощности и антенн с высокими коэффициентами усиления. Компенсацию мешающих факторов иногда можно реализовать повышением энергетика канала связи, если их влияние приводят к потерям энергетика. Это, во-первых, удорожает аппаратуру ЦС и АС, а во-вторых, не всегда можно получить разрешение на использование требуемого энергетического ресурса.

2. Стоимость АС в этом случае финансируется, как правило, пользователем. Хотя при подключении локальной сети посредством технологий 802.11 или PLC, обслуживание также может быть возложено на оператора системы.

3. Поскольку скорость в канале 150 Мбит/с делится на всех абонентов в канале связи (секторе), а АС в секторе может быть до 64, то на одну АС при одновременной работе в среднем приходится 2,3 Мбит/с, что не всегда приемлемо.

4. Если стоит задача сплошного покрытия территории страны, то это не всегда реализуемо, так как при разрешенной мощности передатчика дальность от антенны АС до антенны ЦС составит не более 25км. При использовании 12 – секторной антенны можно имитировать территорию, занимаемую одним сектором, треугольником стороны которого составляют 25, 25, 12,5 км.

Даже если воспользоваться доступом по 802.11n, размер хот-спота составит не более 300м. Поэтому надо либо создавать хот зоны общим количеством до 25 и подключать их к АС, либо принимать меры по увеличению размера хот-спота, что может привести к установке антенн на компьютеры пользователей или принимать меры по повышению уровня сигнала, что не всегда допустимо.

Возможен вариант разворачивания системы в полном объеме с добавлением в качестве подсистемы использующей протокол 802.11n рассмотренной здесь.

Конфигурация системы зависит от предъявляемых требований, т.е. от требуемых размера ЗО, плотности дислокации абонентов, величины используемого абонентами ресурса, параметров трассы распространения. Приемлемая конфигурация является результатом оптимизации, проводимой при проектировании системы и образуемой ею сети.

Использование различных конфигураций позволяет решить ряд задач достижения требуемой эффективности сети.

Так, например когда требуется обеспечить доступ к службам Интернет пользователей города, размером около 15...20км. Пользователи дислоцированы произвольно по всем реализуемым 12 секторам.

Пользователи дислоцированы группами, каждая из которых занимает территорию размером до 300м, доступ по открытому пространству. Число таких групп – до 20 на сектор. Требуемая скорость, предоставляемая в среднем одному абоненту, составляет не менее 5 Мбит/с.

В этом случае следует использовать третью конфигурацию, предоставляя на каждую группу пользователей по одной АС, и реализуя доступ по 802.11.n.

Если размер территории, занимаемый группой абонентов, составляет до 100м, то можно для доступа использовать другой стандарт (802.11.a/g...).

Рассмотрим второй вариант, когда нужно обеспечить зону обслуживания на территории, занимаемой районным центром и примыкающими к нему населенными пунктами в радиусе относительно центральной части районного центра, составляющем до 30км. При этом в райцентре передача происходит по каналам модели Гаусса, Райса и Релея, на прилегающей территории – Гаусса. При этом на отрезке трассы длиной около

сотни метров от абонентских терминалов наблюдаются переотраженные сигналы, являющиеся искажающими факторами.

Исключить влияние искажающих факторов можно либо подъемом антенны АС на высоту, где реализуется канал модели Гаусса, либо поместить точку доступа Wi-Fi в месте, где канал Гаусса поддерживается, а абонентские терминалы дислоцируются в зоне покрытия этой точки доступа. В этом случае сеть подсистемы DVB-S используется в качестве опорной сети. Или использовать конфигурацию с базированием процедуры согласования передатчика и приемника АС и ЦС со средой распространения посредством указанных выше чипов модулятора/демодулятора, роутера и других, из серии Mikrotik. Такое техническое решение позволяет существенно (в 1,5...2 раза) уменьшить стоимость АС, сэкономить частотный ресурс за счет использования ресурса 2...5ГГц, используемого в системе Wi-Fi.

Рассмотрим вариант, когда нужно обеспечить максимальную скорость в секторе. В этом случае целесообразно применять вариант в различных рассмотренных конфигурациях. Использование в этих конфигурациях различного частотного диапазона и различных технологий доступа и модуляции обеспечивает реализацию минимального мешающего взаимного влияния при увеличении суммарной скорости (пропускной способности в секторе) практически до величины, равной сумме скоростей обеих конфигураций.

Вариант, когда требуется предоставить доступ абонентам, дислоцированным в зоне затрудненного доступа, в так называемой «мертвой зоне».

Этот вариант, пожалуй, может оказаться наиболее востребованным при разворачивании сети. В этом случае в недоступной зоне создается один или несколько хот-спотов или хот зон, формируемые узлами доступа Wi-Fi, и соединяются по каналу передачи данных с ЦС и дальше с внешней информационной сетью. Благодаря модуляции, используемой в узлах доступа, появляется возможность предоставления услуг и в условиях наличия переотраженных сигналов. Т. е. таким образом, удастся подключить пользователей, дислоцированных на территории в условиях каналов модели не только Гаусса, но и Райса, Релея.

Заключение

Представленная система позволяет реализовать покрытие информационными услугами территорию страны, обеспечив максимальное значение пропускной способности доступа абонентского доступа.

Наличие нескольких конфигураций позволяет оптимизировать систему и сеть в каждой зоне обслуживания.

Система позволяет решить ряд социальных задач, обеспечивая максимальную экономическую эффективность.

Литература

1. Універсальна мультимедійна дистрибутивна система UMDS-30

Деклараційний патент України на корисну модель №17376 від 15.09.2006 з пріоритетом від 12.04.2006, Наритник Т.М. Лазоренко В.М. Казіміренко В.Я.

2. В.П. Бабак, Т.М. Наритник, Ю.В. Куц, В.Я. Казіміренко. Обробка сигналів у радіоканалах цифрових систем передавання інформації. – К.:Книжкове видавництво НАУ, 2005.–474с.

3. Сергей Пахомов «Стандарт беспроводной связи IEEE 802.11n», КомпьютерПресс, №6, 2007

4. Микроволновая интегрированная телерадиоинформационная система МИТРИС-ИНТ Деклараційний патент України №51495А від 15.11.02р. з пріоритетом від 12.04.2002р. Наритник Т.М., Казіміренко В.Я., Войтенко О.Г., Набок Є.М., Орлов А.Г., Савастьянов В.А., Файнгольд О.М.

5. Микроволновая интегрированная телерадиоинформационная система МИТРИС-ИНТ Международная заявка РСТ/UA02/00038 от 31.03.03г. Дата подачи 02.09.02 Нарытник Т.Н. Войтенко А.Г. Казіміренко В.Я. Козловский П.Л. и др.

6. Мікрохвильова інтерактивна дистрибутивна інформаційна система МІДІС. Деклараційний патент України на винахід №55296А від 17.03.2003р. з пріоритетом від 23.10.2002р. Наритник Т.М, Казіміренко В.Я., Войтенко А.Г., та інші.

7. Микроволновая интегрированная телерадиоинформационная система МИТРИС КОМ Патент №36925 на полезную модель Российской Федерации от 27.03.2004г. с приоритетом от 20.11.2001г. Нарытник Т.Н., Войтенко А.Г. Ильченко М.Е., Казіміренко В.Я. та інші.

8. Микроволновая интегрированная телерадиоинформационная система МИТРИС-К Патент №35493 на полезную модель Российской Федерации от 10.01.2004г. с приоритетом от 30.11.2000г. Нарытник Т.Н., Войтенко А.Г., Ильченко М.Е., Казіміренко В.Я. та інші.

9. Центральна станція мікрохвильової телерадіоінформаційної системи МІТРИС-UMDS Патент України на корисну модель №23044 від 10.05.07 р. з пріоритетом від 20.10.2006 р., Наритник Т.М., Казіміренко В.Я. та інші.

10. Микроволновая интерактивная дистрибутивная информационная система «МИДИС» Патент на изобретение Российской Федерации №RU (11) 2308170 (13) С2 от 25.07.2007 с пріоритетом от 22.10.2003 г.

Нарытник Т.Н., Войтенко А.Г., Ильченко М.Е., Казіміренко В.Я., та інші.

11. Телекомунікаційна система широкосмугового радіодоступу з інтеграцією засобів радіо- і проводового доступу «МІТРИС-Е» Патент України на корисну модель №75581, дата публікації 10.12.2012р., Бюл.№23 з пріоритетом від 27.04.2012. Ильченко М.Ю., Наритник Т.М., Казіміренко В.Я., та інші.

12. Мікрохвильова інтегрована телерадіоінформаційна система мультисервісного радіодоступу з підвищеною пропускнуою здатністю UMDS-К. Заявка на корисну модель U 2012 11 866 від 15.10.2012.

13. Мікрохвильова інтегрована телерадіоінформаційна система мультисервісного радіодоступу з підвищеною пропускнуою здатністю UMDS-К Заявка на корисну модель U 2012 11 866 з пріоритетом від 15.10.2012.

14. Мікрохвильова інтегрована телерадіоінформаційна система мультисервісного радіодоступу. Патент України на винахід №71488, дата публікації 10.07.2012 р., Бюл.№13 з пріоритетом від 30.01.2012.

Введение

В конце 80-х возросшие потребности в качестве и ассортименте предоставляемых услуг, необходимость реализации мультимедиа и интерактивности, а также загруженность дециметрового диапазона различными радиослужбами привели в конце 80-х годов к разработке новых мультимедийных широкополосных систем (Multimedia Wireless systems – MWS) с использованием современных видов модуляции: за рубежом – это локальные многоточечные распределительные системы LMDS (Local MDS) с рабочим диапазоном 27,5 - 29,5 ГГц и MVDS с рабочим диапазоном 40,5 – 42,5 ГГц; в Украине – это микроволновая интегрированная телерадиоинформационная система МИТРИС в диапазоне частот 11,7-12,5 ГГц [1]. **Несмотря на все препятствия, благодаря своим высоким техническим и эксплуатационным характеристикам, система МИТРИС введена и успешно эксплуатируется в ряде городов Украины и за границей.**

Перспективным является дальнейшее развитие цифровых инфокоммуникационных систем на базе радиотехнологии МИТРИС, которые предоставляют пользователям не только услуги теле- и радиовещания, а и доступ к сети Интернет, то есть мультимедийные услуги. В последние годы в Украине проведена разработка системы широкополосного радиодоступа UMDS, которая базируется на следующих радиотехнологиях: многоканального наземного телерадиовещания в диапазоне радиочастот 11,70-12,50 ГГц; мультисервисного радиодоступа в диапазоне радиочастот 12,75-13,25 ГГц и 10,15-10,65 ГГц; широкополосного радиодоступа по стандарту IEEE 802.11 и в диапазонах радиочастот 5,15-5,35 ГГц; 5,47-5,67 ГГц и 5,725 ГГц – 5,850 ГГц [1].

Проблема предоставления телекоммуникационных и информационных услуг населению страны всегда являлась актуальной задачей. Решение такой задачи существенно осложняется в периферийных районных центрах и практически на всех сельских территориях, где есть зачастую лишь телефонные сети общего пользования, пропускная способность которых не позволяет обеспечить качественный доступ к информационным ресурсам населению этих территорий. Разворачивание такой сети затрудняется также сложностью, связанной с оплатой предоставляемых услуг абонентами отдаленных сельских местностей, реализацией достаточного уровня пропускной способности каналов доступа, исчерпанностью частотного ресурса.

В представленном докладе проанализированы разработанные с участием авторов новые технические решения по развертыванию сети широкополосного доступа на базе микроволновых систем мультисервисного радиодоступа типа UMDS.

Цель и назначение такой мультисервисной системы

Задачей проектируемой системы являлась возможность покрытия информационными услугами практически всю территорию Украины.

Такая система, которая включает в своем составе абонентскую сеть и сеть backhaul, должна предоставлять информационные услуги, быть достаточно дешевой и простой в пользовании. Пропускная способность абонентской сети и сети backhaul должна обеспечивать качественный доступ к услугам сети Интернет. Необходимо также по максимуму минимизировать использование лицензируемых частотных диапазонов.

Для реализации приемлемого уровня пропускной способности предлагается комбинированная реализация широкополосного беспроводного доступа, как по каналам абонентской сети, так и по каналам сети backhaul. Экономия частотного ресурса обеспечивается использованием нелицензируемого частотного диапазона.

Для достижения экономической эффективности такая система должна обеспечить предоставления максимального числа востребованных услуг максимальному числу абонентов. То есть, в системе должно быть реализовано покрытие услугами территории, как с застройкой городского типа, так и пригородного и сельского типов.

На территориях с городской застройкой передача данных потребует использования каналов различных моделей (Релея, Райса и Гаусса). На территориях с пригородной застройкой возможна реализация каналов указанных моделей, но при этом количество каналов Релея и Райса будет снижаться, а каналов Гаусса - расти. Так же будет меняться и плотность абонентов, использующих каналы данных типов.

Число пользователей на единицу территории по мере удаления от города уменьшается, перечень востребованных услуг также перераспределяется в пользу телевизионного вещания и служб, базирующихся на нем.

Технические решения по созданию мультисервисной сети в нелицензируемом частотном диапазоне.

Число пользователей на единицу территории по мере удаления от города уменьшается, перечень востребованных услуг также перераспределяется в пользу телевизионного вещания и служб, базирующихся на нем. Такие соображения явились основой для построения алгоритмической модели зоны обслуживания и стали основой для предлагаемого технического решения.

Предложенная модель зоны обслуживания (ЗО), предполагает большое (до 200..300 раз) различие в плотности дислокации потенциальных пользователей на разных территориях ЗО и, следовательно, техническое решение должно обеспечивать различные скорости передачи. При этом должна обеспечиваться максимально возможная экономия частотного и энергетического ресурса. Предложено техническое решение, заключающееся в

обслуживании территории с городской или пригородной застройкой сетью стандарта 802.16, а территорию с сельской застройкой -сетью с одночастотной модуляцией. Сетеобразующие системы управляются от общего стационарного сервера, что дает возможность достаточно просто предоставлять услуги в разных ЗО одной системой backhaul.

Наличие на трассе распространения большого числа искажающих факторов приводит к дополнительному расходу энергопотенциала канала связи – энергетическим потерям [2]. Техническое решение [3] несколько снижает спектральную эффективность, однако не реализует широкополосного доступа и не позволяет реализовать покрытия теневых зон. При этом дефицит частотного ресурса увеличивается.

Для решения этой проблемы предлагается к каналу сети backhaul на базе системы [4] к абонентской станции подключить узел доступа Wi-Fi в стандарте 802.11n по порту Ethernet [5]. Таким образом, указанная сеть подключает к глобальной информационной сети, как проводную абонентскую сеть, так и беспроводную в стандарте 802.11n

При этом для полноценной работы по таким каналам даже в одном хот-споте при его полной загрузке будет ощущаться недостаток пропускной способности. Поэтому в [6] предложено техническое решение повышения пропускной способности прямого и обратного каналов сети backhaul. Но такой пропускной способности для разворачивания масштабной сети доступа все равно оказывается не достаточно. И при этом дефицит частотного ресурса также остается.

Предложенный приемо-передающий формирователь информационного потока [7] позволяет реализовать пропускную способность до 1,2 Гбит/с. Проверка выполнялась в нелицензируемом диапазоне 130...134 ГГц на базе такого формирователя [8]. В [9] предлагается техническое решение по созданию сети абонентского доступа и backhaul в терагерцовом диапазоне. Проработан вопрос создания хот-спотов и хот зон требуемых размеров и их дислокации.

Для створення запасу по пропускній здатності каналу передачі, який може використовуватися і в якості опорної мережі, використовується в каналі приймально-передавальний формувач групового сигналу, який використовується в якості модемного обладнання в ЦС і в обладнанні на абонентській стороні каналу передачі. Цей формувач має швидкість передачі по прямому та зворотному каналах до 150Мбіт/с Він використовує модуляцію/демодуляцію (OFDM: BPSK, QPSK, 16 QAM, 64QAM; DSSS: DBPSK, DQPSK, ССК і до 64-QAM), смуга вихідних і вхідних частот: біля 40 МГц; кодування/декодування (каскадне LDPC+ БЧХ).

Принцип роботи формувача.

- радіомодуль Mikrotik R52nM формує груповий сигнал прямого каналу, який на стороні ЦС складається спектру, смугою 40 МГц. Пропускна здатність прямого каналу 150Мбіт/с.

- Груповий сигнал діапазону, наприклад, 2.172-2,527 ГГц може подаватися на передавальний блок, з якого сигнал поступає на передавальну антену і випромінюється в зону обслуговування.

- Сигнали зворотного каналу приймаються і поступають на приймальний вхід формувача. Формувач на стороні АС забезпечує пропускну здатність як зворотного каналу, так і прямого 150Мбіт/с.

Оскільки пропускну здатність формувача в обох напрямках складає біля 150МГ/с, то в каналі такої опорної мережі можна створити і підтримувати хот-спок, підключивши до вузла доступу низку абонентських терміналів, створивши безпроводову локальну мережу. Таке технічне рішення не потребує створення проводової мережі Ethernet і дозволяє спростити підключення абонентських комп'ютерів до опорної мережі.

Відмітимо, що при оптимізації швидкості в каналі передачі таке технічне рішення дозволяє збільшити розмір зони обслуговування за рахунок підключення до одної АС декількох вузлів доступу Wi-Fi тобто реалізувати створення хот зони. При цьому доступ вузлів Wi-Fi може також реалізовуватися по доступу TDMA в першу чергу через високе значення пікфактору в каналі OFDM.

Такий канал передачі даних може реалізовуватися в кількох просторових секторах.

Выводы

Предложенное решение позволяет создать сеть доступа (абонентская сеть и сеть backhaul), предоставляющую услуги широкополосного доступа к службам Интернет и услуги цифрового телевидения на значительной территории и даже на территории страны. Общая пропускная способность сети в 12 реализуемых территориальных секторах может достигать порядка 30Гбит/с. Пропускная способность, предоставляемая абонентам в хот-споте 150 Мбит/с в прямом и обратном **каналах передачи.**

Литература

1. Наритник Т.М., Гофайзен О.В., Баляр В.Б. *Аналіз технічних та експлуатаційних характеристик сучасних мікрохвильових систем розподілу сигналів цифрового мовлення.* - Баляр // *Цифрові технології* . - 2014. - Вип. 15. - С. 87-98. - Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/j-pdf/ct_2014_15_13.pdf.

2. В.П. Бабак, Т.М. Наритник, Ю.В. Куц, В.Я. Казіміренко. *Обработка сигналів у радіоканалах цифрових систем передавання інформації.* – К.: Книжкове видавництво НАУ, 2005.–474с.

3. *Універсальна мультимедійна дистрибутивна система UMDS-30. Деклараційний патент України на корисну модель №17376 від 15.09.2006.*- Наритник Т.М., Лазоренко В.М., Казіміренко В.Я.

4. *Телекомунікаційна система широкосмугового радіодоступу з інтеграцією засобів радіо- і проводового доступу «МІТРС-Е».* Патент України на корисну модель №75581, дата публікації 10.12.2012р.- Ільченко М.Ю., Наритник Т.М., Казіміренко В.Я., Волков В.В., Ременець М.І., Охріменко О.В.

5. Мікрохвильова інтегрована телерадіоінформаційна система мультисервісного радіодоступу. Патент України на корисну модель №71488, дата публікації 10.07.2012 р.- Наритник Т.М., Казіміренко В.Я., Васильєв Г.А., Лазоренко В.М.

6. Мікрохвильова інтегрована телерадіоінформаційна система ширококутового мультисервісного радіодоступу з підвищеною пропускнуою здатністю UMDS-DK, Заявка на корисну модель U2014 04050 від 16.04.2014.- Наритник Т.М., Казіміренко В.Я., Сайко В.Г.

7. Приймально-передавальний формувач інформаційного потоку для каналу зв'язку із підвищеною спектральною ефективністю та пропускнуою здатністю, Патент України на корисну модель №84923, дата публікації 25.11.2013р.- Ільченко М.Ю., Наритник Т.М., Казіміренко В.Я., Войтенко О.Г., Радзіховський В.В., Свириденко В.В.

8. Канал передачі даних в терагерцовому діапазоні з пропускнуою здатністю більше 1 Гбіт/с, Заявка на корисну модель № U 201401891 від 25.02.2014, Рішення про видачу патенту від 13.05.2014р.- Ільченко М.Ю., Наритник Т.М. Казіміренко В.Я. Радзіховський В.В., Кузьмін С.Є.

9. Мікрохвильова інформаційна система надання послуг передачі даних із використанням терагерцового діапазону, Заявка на корисну модель №u201409347 від 22.08.2014.- Ільченко М.Ю., Наритник Т.М., Казіміренко В.Я.

Формула Мітріс- Wi-Fi

1. Мікрохвильова інтегрована телерадіоінформаційна система мультисервісного радіодоступу, що складається із центральної та абонентської станції, причому центральна станція містить принаймні один передавально-приймальний ствол, що включає в себе передавач, вихід якого через дуплексер підключений до антени, та приймальний тракт, вхід якого через дуплексер підключений до антени, вихід до блока подільника, а абонентська станція містить приймально-передавальну антену, яка послідовно з'єднана із зовнішнім та внутрішнім блоками, до складу системи в статусі абонентської станції введена базова станція Wi-Fi, що з'єднана з внутрішнім блоком і забезпечує доступ локальної мережі по стандарту IEEE 802.11, до складу ЦС також введена апаратура системи приймання зворотного (від АС) каналу із доступом по FDMA в складі секторна антена, лінійний тракт, демодулятор зворотного каналу, маршрутизатор (роутер) чи комутатор, до складу АС додатково введено технічні засоби системи формування та передавання зворотного каналу (від АС до ЦС) по FDMA в складі модулятора транспортного потоку, роутера АС, лінійного тракту *відрізняється тим, що* до складу системи введений по меншій мірі один канал передачі даних від ЦС до вузла доступу Wi-Fi в форматі Wi-Fi (частотний діапазон в зоні 2,4 чи 3,6 чи 5ГГц в залежності від отриманого дозволу).

2. Система по п.1 *відрізняється тим, що* у введеному каналі до складу вузла доступу введено приймальну та передавальну антени, приймальний та передавальний лінійні тракти, приймач та передавач на базі роутерів, що підтримують стандарт 802.11n, а до складу ЦС введений блок, що базується на роутері в стандарті 802.11n і виконує функції модему та блоку кодування/декодування, що забезпечує обмін даними із АС, а інформативний потік отримує із зовнішньої інформаційної мережі по порту Ethernet.

Формула каналу передачі

Канал передачі даних в терагерцовому діапазоні з пропускною здатністю більше 1 Гбіт/с, що складається із приймально-передавальних станцій, що містять приймальні та передавальні антени, лінійні тракти та блоки обробки сигналів, *відрізняється тим, що* в якості блоку обробки даних використовується спеціально створений формувач групового потоку, де використовується багаточастотна модуляція OFDM.

Формула Мітріс- Wi-Fi зона

1. Мікрохвильова інтегрована телерадіоінформаційна система мультисервісного радіодоступу, що складається із центральної та абонентської станції, причому центральна станція містить принаймні один передавально-приймальний ствол, що включає в себе передавач, вихід якого через дуплексер підключений до антени, та приймальний тракт, вхід якого через дуплексер підключений до антени, вихід до блока подільника, а абонентська станція містить приймально-передавальну антену, яка послідовно з'єднана із зовнішнім та внутрішнім блоками, до складу системи в статусі абонентської станції введена базова станція Wi-Fi, що з'єднана з внутрішнім блоком і забезпечує доступ локальної мережі по стандарту IEEE 802.11, до складу ЦС також введена апаратура системи приймання зворотного (від АС) каналу із доступом по FDMA в складі секторна антена, лінійний тракт, демодулятор зворотного каналу, маршрутизатор (роутер) чи комутатор, до складу АС додатково введено технічні засоби системи формування та передавання зворотного каналу (від АС до ЦС) по FDMA в складі модулятора транспортного потоку, роутера АС, лінійного тракту *відрізняється тим, що* до складу системи введений по меншій мірі один канал передачі даних від ЦС до вузла доступу Wi-Fi в форматі Wi-Fi (частотний діапазон в зоні 2,4 чи 3,6 чи 5ГГц в залежності від отриманого дозволу), який базується на приймально-передавальному формувачі інформаційного потоку.

2. Система по п.1 *відрізняється тим, що* у введеному каналі до складу вузла доступу введено приймальну та передавальну антени, приймальний та передавальний лінійні тракти, приймач та передавач на базі роутерів, що підтримують стандарт 802.11n, а до складу ЦС введений блок, що базується на роутері в стандарті 802.11n і виконує функції модему та блоку кодування/декодування, що забезпечує обмін даними із АС, а інформаційний потік отримує із зовнішньої інформаційної мережі по порту Ethernet.

3. Система по п.1 *відрізняється тим, що* до складу системи введено кілька вузлів доступу територіально дислокованих таким чином, щоб території покриття кожним перетинались і кожен вузол доступу функціонує на частоті одного із субканалів формувача, дозволяє створити хот зону прийнятної конфігурації та розміру.