

ВЗАИМОСВЯЗЬ ВИДА МОДУЛЯЦИИ И ВЕЛИЧИНЫ РАДИУСА СОТЫ ПОКРЫТИЯ ПО ТЕХНОЛОГИИ WiMAX

Л.В. Шаповалова

Донецкий национальный технический университет

Процес розрахунку покриття мережі WiMax залежить від великої кількості параметрів середовища передачі та тих, що закладені в будову системи WiMax. Максимальний радіус комірки WiMax, як і в будь-яких радіосистемах, визначається на основі попередньо заданої BER (ймовірності бітової помилки) або SINR (Signal to interference plus noise ratio), що є залежним від виду модуляції.

В рамках реализации стратегии развития города Донецка по созданию благоприятных условий в сфере электронных средств обработки, передачи и распространения информации, предоставления услуг всем категориям потребителей, создания единой мультисервисной сети города, создания и развития современной инфраструктуры в разных сферах, исполкомом Донецкого городского совета было принято решение № 235 от 17.05.09 г. о согласовании концепции «Цифровой город». Данная концепция направлена на социально-экономическое развитие города Донецка, в частности, на развитие инфраструктуры связи, повышение инвестиционной привлекательности отраслей информатизации, существенное совершенствование городской сети телекоммуникаций на базе новейших технологий, их интеграция в глобальные информационные ресурсы, создание для доступа широких слоев населения к современным телекоммуникационным услугам и информационным ресурсам.

В последнее время в сфере телекоммуникаций, широко стало рассматриваться поколение беспроводных технологий, в частности, стандарт IEEE 802.16 WiMAX. Технология была специально разработана с целью предоставления универсальной беспроводной связи на большие расстояния для широкого спектра устройств – от рабочих станций до портативных компьютеров и мобильных телефонов. В рамках проекта «Цифровой город», весьма актуальным и выгодным является рассмотрение технологии WiMAX.

Несмотря на актуальность и востребованность данной технологии при проектировании сетей, некоторые вопросы и

проблемы остаются очень важными и неразрешенными. В большинстве случаев проектирование сетей WiMax является довольно сложным и неоднозначным процессом. Расчет покрытия происходит на основе измерений уровня помех на местности. Данный процесс зависит от большого количества параметров среды передачи, и параметров, свойств и характеристик самой технологии WiMax. Среди основных факторов, которые влияют на дальность передачи информации, следует выделить такие как влияние вида модуляции, чувствительность приемника, коэффициент системного усиления, влияние интерференции, а так же ряд других факторов и параметров. В данной статье рассматривается одна из взаимосвязей, имеющая немаловажную роль при построении сети по технологии WiMAX.

Важным является то, что технология WiMAX имеет высочайшие в классе BWA (Broadband Wireless Access) энергетические параметры канала связи, что обеспечивает заданную высокую скорость передачи данных (пропускную способность) на наибольшей дальности и, наоборот, – на заданной дальности сеть WiMAX имеет высочайшую пропускную способность. Тем самым, системы WiMAX обеспечивают высочайшую плотность потока данных, измеренную пропускной способностью в Mbps в перерасчете на один километр квадратный территории, которые покрывается. Высокая пропускная способность систем WiMAX достигается за счет возможности поддержки на больших дальностях высокой символьной скорости вследствие высокой энергетики системы. Символьная скорость, или по другому скорость модуляции (или кодовая скорость), характеризует скорость передачи информации (данных) на физическом (радио) уровне сети. А так же является скоростью передачи последовательности символов, которая реализуется модуляцией сигнала. Символьная скорость передачи полностью определяется используемым типом модуляции, т.е. каждый тип модуляции обеспечивает определенную символьную скорость. Тем самым высокая плотность потока данных в сетях WiMAX достигается за счет возможности поддержки на больших в сравнении с другими системами дальностях высокоскоростных типов модуляций.

В системах WiMAX применяется квадратурная амплитудно-фазовая модуляция QAM, а также фазовая модуляция QPSK и BPSK. На сегодняшний день QAM является одной из наиболее эффективных методов модуляции, которая разрешает достигать максимально возможные скорости передачи данных.

При реализации QAM каждая несущая OFDM сигнала моделируется полезным сигналом одновременно по амплитуде и по

фазе, образуя сигнал, положение которого в пространстве координат фазы и амплитуды называется диаграммой созвездия (constellation diagram) и несет информацию о закодированном в нем символе. На рисунке 1 представлена диаграмма созвездия модуляции 16QAM.

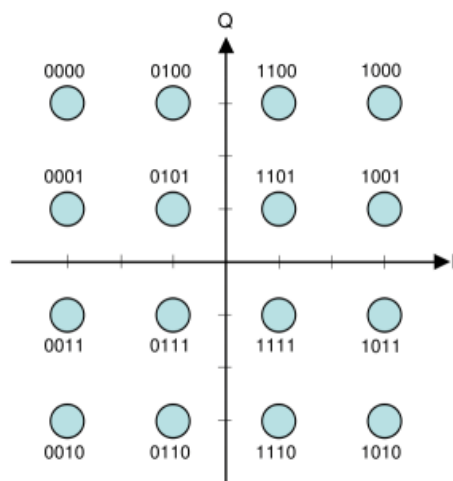


Рис. 1. Диаграмма созвездия модуляции 16 QAM

Вектор сигнала 16 QAM имеет 16 возможных позиций в пространстве координат амплитуды и фазы, которые кодирует 16 значений символа от 0000 до 1111. Вектор сигнала 64 QAM имеет 64 позиции, которые кодирует 64 значение символа. Модуляции BPSK и QPSK кодируют 2 и 4 значение символа с помощью, соответственно, двух и четырех возможных значений фазы. Амплитуда сигнала в модуляциях BPSK и QPSK не меняется. Тем самым эти два типа модуляции можно рассматривать как частный случай амплитудно-фазовой модуляции QAM. Таким образом, модуляция 64 QAM является самой скоростной, поскольку разрешает передавать 64 возможных значений в одном символе данных, который обеспечивает высшую символьную скорость и, в результате, высшую скорость передачи данных в сравнении с низшими модуляциями.

На рисунке 2 представлены зоны обслуживания разными модуляциями фиксированных абонентов сети WiMAX в диапазоне частот 5 ГГц. Так обслуживание абонентов, оснащенных внешней направленной антенной на модуляции 64QAM_{3/4}, что поддерживает максимальную символьную скорость и соответствующую скорость передачи данных, обеспечивается на дальности до 25 км., 16QAM_{1/2} - на дальности до 40-45 км. Тем самым, дальность обслуживания на скоростных модуляциях 64 QAM и 16 QAM в сети WiMAX в четыре и

больше раз больше соответствующих дальностей обслуживания на аналогичных модуляциях систем preWiMax.

Способность поддержки той или другой модуляции зависит от многих параметров связи, и прежде всего, от энергетических параметров системы.

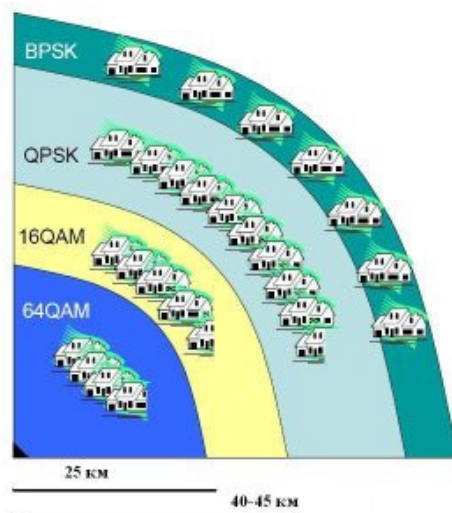


Рис. 2. Зоны обслуживания сети WIMAX

Как видно из диаграммы созвездия модуляции QAM, чем выше тип модуляции, тем меньше по амплитуде и фазе отличаются векторы соседних значений символа, который передается. Тем самым, для безошибочного приема символа (приема с некоторым допустимым уровнем ошибок) нужен мощнейший сигнал, а точнее, высшее отношение мощности сигнала к шуму.

Каждый тип модуляции для передачи символа с уровнем ошибок, который не превышает определенного максимального значения, требует определенного минимального значения отношения уровня сигнала к шуму Signal/noise Ratio (SNR или S/n). Кроме отношения SNR часто используется практически идентичное понятие C/n Carrier/noise Ratio или C/n.

Каждый тип модуляции характеризуется необходимым уровнем отношения сигнала к шуму SNR, необходимого для передачи бит информации с ошибками Bit Error Rate (BER) не выше за некоторый допустимый уровень. На рисунке 3 представлены зависимости отношения SNR от битовых ошибок для каждого типа модуляции.

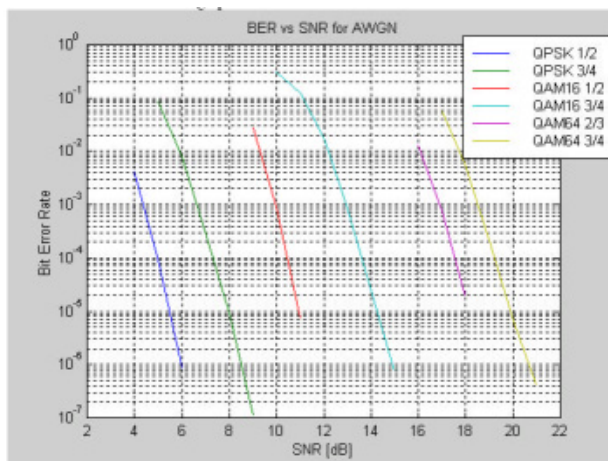


Рис. 3. Зависимость отношения сигнал/шум от битовой ошибки

Стандарт IEEE 802.16-2004 определяет для поддержки модуляции 64 QAM на уровне ошибок не выше $BER=10e-6$ с учетом коррекции ошибок $F_{ec}=3/4$ значение отношения сигнал/шум для каждой несущей OFDM сигнала SNR равное 24.4 db. Более поздний стандарт IEEE 802.16e-2005 задает для фиксированных и мобильных сетей WiMAX более жесткое значение $SNR = 21$ db для 64QAM $3/4$ с $BER=10e-6$.

Расчет радиуса соты для разных видов модуляции является несколько идеализированным. Для достижения таких результатов при практическом построении необходимо оценить дополнительные энергетические характеристики системы, такие как чувствительность приемника и коэффициент системного усиления.

Выводы

В данной работе рассматривался один из важнейших вопросов, который необходимо учитывать при проектировании и построении сетей по технологии широкополосного и беспроводного доступа WiMax – влияние вида модуляции на радиус соты покрытия. Основное внимание, прежде всего, требуется отвести оценке факторов, которые влияют на радиус действия системы, и на основе их – разработке возможной методике расчета зоны покрытия WiMax.

Библиографический список

1. Вишнеvский В.М. Широкополосные беспроводные сети передачи информации. -М.: Техносфера, 2005.
2. Сергиенко А.Б. Цифровая обработка сигналов. Спб.: Питер, 2003.
3. Стекольщик Б. Цифровая связь. - Москва, Санкт-Петербург, Киев, 2003.
4. Васильев В.Г. Технология широкополосного беспроводного доступа WiMAX стандарта IEEE 802.16 / Васильев В.Г. // Киев - "UNIDATA" – 2007.