

Учреждение образования Белорусский  
государственный университет информатики и  
радиоэлектроники

УДК [004.632+004.774]:366.66

Белянков  
Дмитрий Андреевич

**АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ ТЕХНОЛОГИЙ ДОСТУПА К  
ИНФОРМАЦИОННЫМ РЕСУРСАМ**

**АВТОРЕФЕРАТ**

на соискание степени магистра техники и технологии  
по специальности 1-45 81 01 Инфокоммуникационные системы и сети

Научный руководитель  
Цветков Виктор Юрьевич  
доктор т.н., доцент

Минск 2020

## КРАТКОЕ ВВЕДЕНИЕ

Наше время называют информационным веком, готовым предоставить практически любую необходимую информацию. Информация представляет огромную ценность, а ее своевременное получение представляет задачу первостепенной важности. В условиях постоянно растущих требований к сетям передачи данных происходит и развитие средств доступа к ней. Такие возможности стали реальностью благодаря развитию системы отбора, фильтрации, хранения и более или менее свободного доступа – благодаря информационным ресурсам. На сегодняшний день все большее значение уделяется новым знаниям, информационным ресурсам и технологиям доступа к ним, чем определяется актуальность данной работы.

Современный этап развития человечества характеризуется стремительным ростом социального и экономического значения информации. Происходит перераспределение трудовых ресурсов из сферы материального производства и обслуживания в информационную сферу. В настоящее время в развитых странах в ней работает более 50% занятого населения.

Информационные ресурсы общества рассматриваются как стратегические ресурсы, аналогичные по значимости ресурсам материальным, сырьевым, энергетическим, трудовым и финансовым. Под информационными ресурсами понимается вся совокупность сведений, получаемых и накапливаемых в процессе развития науки и практической деятельности людей для их многоцелевого использования в общественном производстве и управлении.

Получать информацию к различным файлам, текстовой, графической и другой информации сейчас может каждый желающий пользователь посредством сети интернет.

Существует множество способов подключения к интернету, и каждый из них имеет свои преимущества и недостатки с точки зрения потребителя. При этом следует учитывать, что для различных людей понятие «получение доступа» имеет совершенно различный смысл. Это, прежде всего, конечные пользователи, желающие получить доступ в сеть интернет в дополнение к, например, обычной телефонной связи. Также можно выделить телекоммуникационные компании (работающие в области телефонной, мобильной, спутниковой связи и т.д.) и провайдеров, обеспечивающих доступ в сеть интернет и другие услуги по передаче данных.

Сейчас все большее предпочтение пользователи стараются отдавать беспроводным технологиям, так как их основным преимуществом является отсутствие кабеля и привязки к одному месту.

На сегодняшний день существует некоторое количество беспроводных технологий, наиболее часто узнаваемых пользователями по их маркетинговым названиям, таким как Wi-Fi, Bluetooth, WiMAX.

В условиях малоэтажной застройки, оптимальной является технология широкополосного беспроводного доступа именно сети на базе стандарта IEEE 802.16. Эта технология позволяет работать в различных по плотности застройки условиях, обеспечивая большую дальность связи, высокое качество связи и скорость передачи данных, чем достигается максимальная мобильность абонента в зоне покрытия. Сеть позволяет предоставлять услуги телефонии, доступа в интернет и передачи данных без использования кабельных линий. Также сеть дает возможность оператору при дальнейшем росте числа абонентов производить масштабирование, не затрачивая при этом больших средств.

В наши дни многие крупные города расширяют свои территории путем присоединения близлежащих поселков с преобладающей малоэтажной застройкой. Развитие данных территорий способствует увеличению численности населения, что в свою очередь вызывает рост потребности в беспроводных сетях и услугах, которые можно организовать с помощью такой сети.

Исходя из вышесказанного, целью диссертационной работы является исследование характеристик сетей беспроводного доступа на основе стандарта IEEE 802.16 (WiMAX) для передачи данных в районе малоэтажной застройки.

Задачи:

- выполнить обзор проводных технологий абонентского доступа;
- выполнить обзор беспроводных технологий абонентского доступа;
- проанализировать и сравнить технологии WiMAX и LTE;
- оценить возможности сети WiMAX с точки зрения охвата района и обеспечение абонентов качественными услугами;
- выполнить расчет энергетических параметров канала WiMAX;
- рассчитать влияние интерференции в канале связи WiMAX.

## **ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ**

*Актуальность темы исследования*

Весь прошлый XX век и начало XXI века приоритет в технологии связи оставался за проводными системами доступа. Для передачи информации требовались тысячи километров кабельных линий, и пользователь услуг был привязан к месту и не был мобилен. Стремительный прогресс микроэлектроники позволил выпускать массово недорогие и доступные средства беспроводной связи, что способствовало активному развитию сетей

беспроводной связи. Одновременно происходило интенсивное развитие технологии беспроводных локальных сетей, персональных беспроводных сетей и беспроводных сетей регионального масштаба.

Сейчас более 80% жителей в течении всего дня активно используют мобильные средства связи, с наличием возможности принимать и передавать информацию. Беспроводные сети доступа в некоторых случаях являются предпочтительным по сравнению с проводной сетью решением, а иногда просто единственно возможным решением.

В настоящее время, в условиях малоэтажной застройки, оптимальной является технология широкополосного беспроводного доступа именно сети на базе стандарта IEEE 802.16. Эта технология позволяет работать в различных по плотности застройки условиях, обеспечивая большую дальность связи, высокое качество связи и скорость передачи данных, чем достигается максимальная мобильность абонента в зоне покрытия.

#### *Цель и задачи исследования*

Целью магистерской диссертации является исследование характеристик сетей беспроводного доступа на основе стандарта IEEE 802.16 (WiMAX) для передачи данных в районе малоэтажной застройки.

#### *Задачи:*

- выполнить обзор проводных технологий абонентского доступа;
- выполнить обзор беспроводных технологий абонентского доступа;
- проанализировать и сравнить технологии WiMAX и LTE;
- оценить возможности сети WiMAX с точки зрения охвата района и обеспечение абонентов качественными услугами;
- выполнить расчет энергетических параметров канала WiMAX;
- рассчитать влияние интерференции в канале связи WiMAX.

#### *Личный вклад автора*

Расчет энергетических параметров и интерференции канала WiMAX для района малоэтажной застройки с анализом полученных результатов.

#### *Апробация материалов исследования*

Результаты исследования были представлены на международном научно-техническом семинаре «Телекоммуникации: сети и технологии, алгебраическое кодирование и безопасность данных» и 56 научной конференции аспирантов, магистрантов и студентов БГУИР.

## **КРАТКОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ**

Во введении рассмотрено современное состояние развития проводных и беспроводных технологий доступа, проблемы их развития и применения, а также дается обоснование актуальности темы диссертационной работы.

В общей характеристике работы сформулированы ее цель и задачи, обоснован выбор объекта исследования, приведены сведения о личном вкладе соискателя, апробации материалов исследования и их опубликованность.

В первой главе рассматриваются сущность технологий проводного и беспроводного абонентского доступа, их классификации, особенности, достоинства и недостатки.

В настоящее время пассивные сети на основе оптического волокна получают все большее распространение. Медные витые пары не выдерживают конкуренции с PON по объемам, скорости и дальности передачи данных, помехозащищенности и масштабируемости. Очень бурно развиваются беспроводные технологии доступа, имеющие свои недостатки и преимущества перед проводными. Наиболее популярными среди них являются Wi-Fi, WiMAX и LTE.

Во второй главе приведен анализ эффективности двух беспроводных технологий доступа WiMAX и LTE. Рассмотрены развитие их стандартов и основные параметры. Сделан вывод о преимуществе использования технологии WiMAX в районе малоэтажной застройки города. Сети WiMAX более надежны технически и имеют более простую архитектуру по сравнению с сетями LTE.

В третьей главе представлены результаты расчетов энергетических параметров канала WiMAX и влияния интерференции в канале связи WiMAX.

Для поддержки модуляции 64QAM3/4 уровень OFDM сигнала на входе приемника должен быть для систем WiMAX согласно стандарту IEEE 802.16d-2004 не ниже уровня чувствительности 68,57 дБм ( $SNR_{x64QAM3/4} = 24,4$  дБ) при потерях реализации 5 дБ с шириной канала 7 МГц.

Для повышения дальности связи необходимо повышать энергетические параметры системы, как со стороны базовой станции, так и со стороны абонента. Повышение выходной мощности базовой станции не является серьезной проблемой.

В системах WiMAX для поддержки модуляции 64QAM3/4 сигнала OFDM достаточно запаса по замираниям 1 дБ, на практике используют величину 3 дБ. Таким образом, чем выше системное усиление и меньше требуемый запас по замираниям, тем больший бюджет линии имеет система и соответственно, тем больше дальность связи.

Для работы системы WiMAX в условиях интерференции на минимальном уровне сигнала способным поддерживать модуляцию 64QAM3/4 с максимально допустимым уровнем битовой ошибки  $BER = 10^{-6}$ , необходимо обеспечить отношение мощности сигнала к мощности интерференции равное 30,4 дБ.

Интерференция, не превышающая более чем на 5 дБ уровень теплового шума системы WiMAX с максимально допустимым уровнем потерь реализации

в 5 дБ, приводит к деградации этой системы не более чем на 1 дБ и поэтому практически не влияет на систему.

Модуляция 64QAM3/4 является наиболее предпочтительной для работы системы WiMAX в исследуемом районе города и при ее применении можно добиться очень хороших показателей сигнала для обеспечения всех корреспондентов качественными услугами связи.

В графическом материале приведены слайды презентации по теме диссертации.

## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

В ходе данного исследования были рассмотрены: проводные и беспроводные абонентские технологии и их особенности; анализ двух востребованных беспроводных технологий LTE и WiMAX; рассмотрена эффективность имеющейся системы беспроводного доступа, на базе технологии WiMAX; произведен расчет энергетических параметров и влияние интерференции в канале связи WiMAX.

При исследовании влияния интерференции на работу системы выяснилось, что интерференция всегда будет оказывать влияние на работу системы, задача оператора или проектировщика системы будет заключаться в том, чтобы свести это влияние к минимуму. При расчетах необходимо учитывать, во-первых, максимально допустимый уровень интерференции, который не оказывает влияния на систему WiMAX, зависит от качественных параметров приемника данной системы. Во-вторых, чем качественнее система, тем больше она подвержена интерференции и, в то же время, тем больше она имеет возможностей для предотвращения ее негативного влияния.

Для поддержки системой WiMAX, определенного типа модуляции в условиях интерференции мощность сигнала должна превышать деградировавший уровень чувствительности для этой модуляции. Выбор текущей рабочей модуляции система WiMAX проводится путем перебора всех возможных типов модуляций начиная с самой низшей BPSK или QPSK с измерением величины CINR и ее сравнением с требуемым уровнем SNR для текущей проверяемой модуляции.

## **СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ**

1. Белянков, Д.А. Возможности искусственного интеллекта и машинного обучения в телекоммуникационных сетях / Д.А. Белянков // Телекоммуникации: сети и технологии, алгебраическое кодирование и безопасность данных: сб. материалов международного научно-технического

семинара (Минск, ноябрь – декабрь 2019 года) / Минск: БГУИР, 2019. – С.118-123.

2. Белянков, Д.А. Безопасность и конфиденциальность в сетях 4G/LTE / Д.А. Белянков // сб. материалов 56-й науч. конф. аспирантов, магистрантов и студентов БГУИР (Минск, 21-24 апреля 2020 года) / Минск: БГУИР, 2020 – сборник в печати.

Библиотека БГУИР