

класса 2 есть метод V-BLAST (Vertical Bell Labs Layered Space-Time Architecture), который основывается на пространственном мультиплексировании;

3. *Методы MIMO класса 3* основываются на использовании знания статистических данных канала для предварительной и последующей обработки на передающей и приемной стороне с целью достижения предельной пропускной способности. В основу методов MIMO класса 3 положено разложение на сингулярные числа матриц канальных коэффициентов.

Методы MIMO используют многоэлементные антенные решетки как на передающей, так и на приемной стороне радиолинии и значительно повышают пропускную способность в сравнении с системами, в которых множественные антенны обычно используются лишь на одной стороне (MISO и SIMO) или не применяются вообще (SISO).

Для одинакового соотношения сигнал/шум удельная пропускная способность для MIMO-OFDM может быть почти в два раза больше удельной пропускной способности SISO-OFDM системы. Например, при отношении сигнал/шум 20 дБ удельная пропускная способность для системы с одной передающей и одной приемной антенной равняется приблизительно 6,6 бит/с/Гц, тогда как для OFDM системы, которая использует двухэлементные антенны на передающей и приемной стороне удельная пропускная способность для случая изотропного рассеивания равняется 13 бит/с/Гц. Для среднего значения $k = 50$ удельная пропускная способность равняется 10,95 бит/с/Гц. Таким образом, видно, что при увеличении количества антенн удельная пропускная способность увеличивается почти в 2 раза по отношению к случаю SISO.

При использовании техники множественных антенн MIMO на передающей и приемной стороне для получения удельной пропускной способности 6,6 бит/с/Гц в MIMO-OFDM системе необходимо отношение сигнал/шум 10 дБ, для SISO-OFDM систем соответственно 20 дБ. Возможность уменьшения показателя необходимого отношения сигнал/шум на приемной стороне при неизменной мощности передатчика для достижения удельной пропускной способности SISO-OFDM системы позволяет увеличить радиус зоны обслуживания базовой станции. Достигаемый за счет применения MIMO-OFDM энергетический выигрыш необходимого отношения сигнал/шум в 10 дБ может рассматриваться как повышение чувствительности приемника на 10 дБ или повышение мощности передатчика на 10 дБ.

М. Морар,

студент 5 курса факультета

Компьютерных наук и инновационных технологий,

Международный гуманитарный университет;

руководитель – д-р. техн. наук, проф. С. А. Михайлов

АНАЛИЗ ПЕРСПЕКТИВНЫХ СИСТЕМ ОРГАНИЗАЦИЙ БЕСПРОВОДНОГО РАДИОДОСТУПА К ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫМ СЕТЯМ

Технология Wi-Fi

Аббревиатуру **Wi-Fi** (от английского словосочетания Wireless Fidelity), можно дословно перевести, как «высокая точность беспроводной передачи данных». Это современная беспроводная технология соединения в сеть компьютеров, расположенных на небольшом расстоянии друг от друга. Передача данных осуществляется не с помощью проводов, а с использованием радиоканалов.

Принцип работы

Обычно схема Wi-Fi сети содержит не менее одной точки доступа и не менее одного клиента. Также возможно подключение двух клиентов в режиме точка-точка (Ad-hoc), когда точка доступа не используется, а клиенты соединяются посредством сетевых адаптеров «напрямую». Точка доступа передаёт свой идентификатор сети (SSID) с помощью специальных сигнальных пакетов на скорости 0,1 Мбит/с каждые 100 мс. Поэтому 0,1 Мбит/с – наименьшая скорость передачи данных для Wi-Fi. Зная SSID сети, клиент может выяснить, возможно ли подключение к данной точке доступа. При попадании в зону действия двух точек доступа с идентичными SSID приёмник может выбирать между ними на основании данных об уровне сигнала.

Преимущества Wi-Fi

– Отсутствие проводов – данные передаются на высокой частоте, которая не влияет на человека и не создает помех для электронной техники.

– Позволяет развернуть сеть без прокладки кабеля, может уменьшить стоимость развёртывания и расширения сети. Места, где нельзя проложить кабель, например: в залах для совещаний, вне помещений и в зданиях, имеющих историческую ценность, могут обслуживаться беспроводными сетями.

– Wi-Fi-устройства широко распространены на рынке. А устройства разных производителей могут взаимодействовать на базовом уровне сервисов.

– Мобильность не только рабочих мест, но и офиса. Можно легко менять местоположение и не бояться, что сеть нарушится, так как она не привязана к проводам.

– Wi-Fi оборудование может работать в разных странах по всему миру.

Недостатки Wi-Fi

– Довольно высокое по сравнению с другими стандартами потребление энергии, что уменьшает время жизни батарей и повышает температуру устройства.

– Самый популярный стандарт шифрования WEP может быть относительно легко взломан даже при правильной конфигурации (из-за слабой стойкости ключа).

– Wi-Fi имеют ограниченный радиус действия.

– Неполная совместимость между устройствами разных производителей или неполное соответствие стандарту может привести к ограничению возможностей соединения или уменьшению скорости.

– Зависимость скорости доступа от среды передачи.

Технология WiMAX

WiMAX (англ. Worldwide Interoperability or Microwave Access) – телекоммуникационная технология, разработанная с целью предоставления универсальной беспроводной связи на больших расстояниях для широкого спектра устройств (от рабочих станций и портативных компьютеров до мобильных телефонов).

WiMAX подходит для решения следующих задач:

– Соединения точек доступа Wi-Fi друг с другом и другими сегментами Интернета.

– Обеспечения беспроводного широкополосного доступа как альтернативы выделенным линиями DSL.

– Предоставления высокоскоростных сервисов передачи данных и телекоммуникационных услуг.

– Создания точек доступа, не привязанных к географическому положению.

WiMAX позволяет осуществлять доступ в Интернет на высоких скоростях, с гораздо большим покрытием, чем у Wi-Fi-сетей. В результате подобный подход позволяет

создавать масштабируемые высокоскоростные сети в рамках городов. Существует два варианта данной технологии:

- Фиксированный WiMAX – позволяет обслуживать только «статичных» абонентов
- Мобильный – ориентирован на работу с пользователями, передвигающимися со скоростью до 120 км/ч.

Принцип работы WiMAX

Система WiMAX состоит из двух основных частей:

- базовая станция WiMAX, может размещаться на высотном объекте: здании или вышке;
- приёмник WiMAX: антенна с приёмником, в форм-факторе карты PC Card, карты расширения ПК или внешней карты.

Соединение между базовой станцией и клиентским приёмником производится в низкочастотном диапазоне 2-11 ГГц. Данное соединение в идеальных условиях позволяет передавать данные со скоростью до 20 Мбит/с и не требует наличия прямой видимости между станцией и пользователем. Этот режим работы базовой станции WiMAX близок широко используемому стандарту 802.11 (Wi-Fi), что допускает совместимость уже выпущенных клиентских устройств и WiMAX.

Между соседними базовыми станциями устанавливается постоянное соединение с использованием режима сверхвысоких частот 10-66 ГГц радиосвязи прямой видимости. Данное соединение в идеальных условиях позволяет передавать данные со скоростью до 120 Мбит/с. Ограничение по условию прямой видимости, разумеется, не является плюсом, однако оно накладывается только на базовые станции, участвующие в цельном покрытии района, что вполне возможно реализовать при размещении оборудования.

Как минимум, одна из базовых станций может быть постоянно связана с сетью провайдера через широкополосное скоростное соединение. Фактически, чем больше станций имеют доступ к сети провайдера, тем выше скорость и надёжность передачи данных. Однако даже при небольшом количестве точек система способна корректно распределить нагрузку за счёт сотовой топологии.

Преимущества WiMAX

- Большая дальность действия
- Увеличенная пропускная способность
- Высокая скорость
- Более стабильный уровень сигнала

Недостатки WiMAX

- Высокая стоимость
- Сильные затруднения при прохождении сигнала через препятствия (металл, бетон, железобетон)
- Погодные условия и другие беспроводные системы могут помешать нормальному функционированию радиодоступа
- Скорость передачи данных быстро падает с увеличением расстояния между базовой станцией и клиентским оборудованием
- Аппаратура требовательна к электропитанию и потребляет довольно большую мощность.
- Высокая стоимость клиентского оборудования

Технология LTE

LTE – это глобальный стандарт для четвертого поколения мобильных сетей (4G), обеспечивающий пропускную способность и быстродействие, необходимые для того, чтобы эффективно обслуживать быстрорастущий трафик данных.

Технология LTE (Long-Term Evolution) – это логическое продолжение развития сетей 3G. Эта технология способна обеспечить скачкообразное (теоретически, до 90 раз) увеличение скорости передачи данных в мобильных сетях, теоретическая пиковая скорость передачи данных увеличивается до 326,4 Мбит/с от базовой станции к абоненту и до 172,8 Мбит/с обратно от абонента.

Цели разработки LTE:

– Увеличение емкости системы и уменьшение стоимости передачи одного бита информации.

– Достижение значительно более высоких скоростей передачи данных по сравнению с существующими системами третьего поколения. Цель: как минимум 50 Мбит/сек – uplink (от телефона к базовой станции), 100 Мбит/сек – downlink (от базовой станции к телефону).

– Большее покрытие за счет использования более высоких скоростей передачи данных на более широкой области покрытия и гибкости в использовании частот, задействованных системами стандартов 2G и 3G, и новых частотных диапазонов.

– Достижение более высокой емкости системы, до 3-х раз по сравнению с существующими системами – больше сервисов за меньшую стоимость для абонента.

Возможности использования технологии LTE

– В мобильных телефонах – видеозвонок и мобильное телевидение.

– В смартфонах и коммуникаторах – участие в интерактивных играх, быстрая загрузка спутниковых карт местности, интерактивный просмотр видеоконтента (от новостей до фильмов).

– В ноутбуках и нетбуках (через встроенный или внешний USB-модем) – скоростной доступ в Интернет для скачивания музыки и фильмов в HD-качестве.

Особенности технологии

Радиус действия базовой станции LTE может быть различным в зависимости от мощности и используемых частот. В оптимальном случае это порядка 5 км, но при необходимости дальность действия может составлять 30 км или даже 100 км (при достаточном возвышении антенны).

Звонок или сеанс передачи данных, инициированный в зоне покрытия LTE, технически может быть передан без разрыва в сеть 3G (W-CDMA, CDMA2000) или в GSM/GPRS/EDGE. Таким образом, развитие сетей LTE возможно на уже развитых сетях операторов GSM, так и операторов CDMA, что заметно снижает стоимость развертывания сети (в отличие от WiMAX сетей).

Основы организации радиointерфейса

Характерная особенность радиосвязи заключается в том, что качество радиоканала непостоянно во времени, пространстве и зависит от частоты. Таким образом, качество радиоканала зависит от характеристик отраженных радиоволн. С целью поддержания постоянной скорости обмена данными по радиоканалу традиционно используется ряд способов сведения к минимуму таких изменений.

Основные преимущества:

В качестве преимуществ LTE-технологии можно назвать следующее:

– Обеспечит высокую скорость передачи данных

- Даст возможность абоненту получить большой пакет услуг по низкой цене
- Позволит увеличить гибкость использования существующих систем связи
- Улучшит использование радиочастотного спектра.

Основные недостатки:

Основной недостаток – это большое энергопотребление.

Таблица

Сравнительная таблица стандартов беспроводной связи

Технология	Стандарт	Пропускная способность	Радиус действия	Частоты
Wi-Fi	802.11a	До 54 Мбит/с	До 300 метров	5,0 ГГц
Wi-Fi	802.11b	До 11 Мбит/с	До 300 метров	2,4 ГГц
Wi-Fi	802.11g	До 54 Мбит/с	До 300 метров	2,4 ГГц
Wi-Fi	802.11n	До 450 Мбит/с	До 300 метров	2,4-2,5 или 5,0 ГГц
WiMAX	802.16d	До 75 Мбит/с	25-80 км	1,5-11 ГГц
WiMAX	802.16e	До 40 Мбит/с	1-5 км	2,3-13,6 ГГц
3GPP LTE	LTE (2x2MIMO)	До 173 Мбит/с	До 100 км	698 МГц – 3500 МГц
3GPP LTE	LTE (4x4MIMO)	До 326 Мбит/с	До 100 км	698 МГц – 3500 МГц

І. Попазов,

студент 5 курсу факультету

Комп'ютерних наук та інноваційних технологій,

Міжнародний гуманітарний університет;

керівник – канд. техн. наук, проф. В. Г. Головань

ЗАХИСТ ІНФОРМАЦІЇ В ЛОКАЛЬНИХ КОМП'ЮТЕРНИХ МЕРЕЖАХ НАВЧАЛЬНОГО ЗАКЛАДУ

Розвиток інформаційних технологій привів до масового використання комп'ютерної техніки у різних галузях суспільства. Одним із напрямів державної політики щодо розвитку вищої освіти є впровадження освітніх інновацій та інформаційних технологій, які забезпечують:

- доступність та ефективність освіти;
- удосконалення навчально-виховного процесу;
- підготовку молоді до життєдіяльності в інформаційному суспільстві.

Саме інформаційні технології «забезпечують учням і студентам вільний доступ до різноманітної інформації, набуття навичок вирішення різноманітних проблем на основі їх всебічного дослідження і аналізу, здобуття певних знань в різноманітних галузях» [1, с. 16–17].

З метою удосконалення організації навчального процесу, підвищення якісного рівня підготовки фахівців створюються навчальні комп'ютерні лабораторії. Діяльність таких лабораторій спрямована на якісне забезпечення навчального процесу, зокрема про-