

**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РФ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
СТАВРОПОЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ**

Кафедра информационных систем

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой ИСиТ

«___»

20__ г.

ЛЕКЦИЯ №1

по учебной дисциплине

«Информационные технологии в управлении»

для студентов направления подготовки 38.03.04 «Государственное и муниципальное управление»

Раздел №1

Технические средства информатизации управления

Тема №1

Компьютерные сети

Занятие №1

Кабельные и беспроводные соединения

Рассмотрена и одобрена на
заседании кафедры ИС

Протокол № _____

« _____ » _____ 20__ г.

г. Ставрополь - 2021 г.

Цель:

1. Сформировать информационно-наглядное представление об организации компьютерных сетей посредством кабельных и беспроводных соединений.
2. Изучить особенности соединений по наиболее типовым стандартам.
3. Показать важность использования вычислительных сетей в различных сферах государства.

Время: _____ **90 мин.**

Учебно-материальное обеспечение:

1. ГОС ВО по направлению подготовки
2. Рабочая программа дисциплины
3. Рабочий план дисциплины
4. Основная и дополнительная литература.

Распределение времени

- | | |
|----------------------------|---------|
| I. Вступительная часть | 5 мин. |
| II. Основная часть | |
| Учебные вопросы: | |
| 1. Кабельные соединения | 30 мин. |
| 2. Беспроводные соединения | 30 мин. |
| III. Заключительная часть | 5 мин. |

Введение

Чтобы компьютеры могли взаимодействовать, необходима какая-либо среда, обеспечивающая возможность передачи сигналов на физическом уровне. Эта среда передачи может представлять собой как кабельную так беспроводную инфраструктуру. Но она может быть и просто атмосферой или даже безвоздушным пространством, — лишь бы имелась возможность каким-то образом передать сигнал от одного компьютера к другому.

Первый учебный вопрос – Кабельные соединения

Соединение по последовательным и параллельным портам

До недавнего времени соединение по последовательным и параллельным портам являлось наиболее распространенным способом объединения двух компьютеров в вычислительную сеть в режиме «точка» - «точка».

Для такого соединения используется нуль-модемный кабель. Максимальная длина кабеля ограничена расстоянием 15 м. Для передачи данных на обоих компьютерах необходимо запустить специальное ПО.

Пример 1 Для ОС DOS обычно используется Norton Commander; для ОС Windows — входящая в состав ОС программа прямое кабельное соединение (англ. Direct Cable Connection, DCC). Для современных ОС такое соединение выглядит полноценным сегментом сети. Скорость передачи данных через последовательный порт ограничена 115 Кбит/с, параллельный порт —1200 Кбит/с.

Пример 2 Рассчитайте минимальное время, необходимое для передачи 600 Кбайт данных через параллельный порт.

Решение:

Т.к. в 1 байте содержится 8 бит, то необходимо переслать $600 \times 8 = 4800$ Кбит данных. Т.к. максимальная скорость передачи данных по параллельному порту составляет 1200 Кбит/с, то минимальное время передачи составляет: $T_{\min} = 4800/1200 = 4$ с. Ответ: $T_{\min} = 4$ с.

Достоинствами соединения по последовательным и параллельным портам являются малая цена, относительно большая длина кабеля, ***недостатком*** — малая скорость передачи данных.

Теоретически скорость порта ограничена 921600 бит/с. Из-за несоответствия единому стандарту портов у различных производителей для совместимости скорость передачи данных ограничена. Существуют

драйверы, позволяющие настроить работу коммуникационного порта на максимально возможную скорость.

Соединение по последовательным шинам USB и FireWire

Шины передачи данных *USB* (англ. *Universal Serial Bus* — универсальная последовательная шина) и *IEEE 1394*, известная также под названием *Fire Wire* (англ. *огненный провод*), спроектированные для работы с периферийным оборудованием, применяются и для организации компьютерных сетей.

Для **USB** максимальная длина соединительного кабеля равна 5 м. Максимальная скорость передачи данных:

- для стандарта USB 1.0—1,5 Мбит/с;
- для стандарта USB 1.1 — 12 Мбит/с;
- для стандарта USB 2.0 — 480 Мбит/с.

При работе с **FireWire** максимальная длина кабеля — 4.5 м. Максимальная скорость передачи данных:

- для стандарта IEEE 1394a — 400 Мбит/с.;
- для стандарта IEEE 1394b — 800 Мбит/с.

Для обеих шин применяются схожие построения сетевой структуры: используется специфичный для шин транспортный протокол, поверх которого работают обычные прикладные сетевые протоколы. Поэтому компьютер, который помимо сети на базе FireWire или USB подключен к Ethernet-сети, необходимо настраивать как шлюз между физически различающимися сегментами. Для удлинения сегментов можно использовать аппаратные репитеры или специальный оптический кабель длиной до 100 м.

Достоинством соединений на базе FireWire и USB является большая пропускная способность каналов, **недостатком** — небольшая длина соединения.

Соединение по технологии HomePlug PowerLine и HomePNA

Технология *HomePlug PowerLine* (англ. соединение по домашней электропроводке) позволяет соединять компьютеры, используя в качестве канала связи существующую электропроводку. Эта технология используется, когда прокладка нового кабеля или использование беспроводных сетей невозможны или нецелесообразны.

Линии электросетей для передачи данных применяются уже давно. Низкоскоростная технология *PLC* (англ. *PowerLine Communication* — передача по силовым линиям) использовалась для передачи данных в энергосистемах и на железных дорогах.

При создании высокоскоростной технологии необходимо было решить ряд проблем:

1. Достичь приемлемого уровня помехоустойчивости;
2. Адаптировать протокол к коммуникационным параметрам (затухание сигнала, частотные и фазовые искажения и др.);
3. Увеличить дальность передачи данных для установленных стандартов напряженности поля в электросети;
4. Обеспечить электромагнитную совместимость приборов в частотном диапазоне 1.6-30 МГц*, используемом для передачи данных по электросети и радиолюбительскими службами.

В 2000 г. некоммерческая организация HomePlug Powerline Alliance, объединявшая в то время 13 компаний, приступила к разработке стандарта, взяв за его основу технологию *PowerPacket*. В 2001 г. HomePlug Powerline Alliance представил спецификацию *HomePlug 1.0*, описывающую технологию и протокол организации высокоскоростной передачи данных по электросети. Стандарт предусматривает использование метода *OFDM* (англ. *Orthogonal Frequency Division Multiplexing* — ортогональное частотное разделение каналов с мультиплексированием). Производится частотное разделение канала на 84 полосы в диапазоне от 4.3 до 20.9 МГц. Для модуляции

применяется *относительная квадратурная фазовая модуляция со сдвигом* (англ. *DQPSK*). В качестве протокола доступа к среде используется *коллективный доступ с обнаружением несущей и избежанием столкновений* (англ. *CSMA/CA*). Помехоустойчивость соединения обеспечивается контролем коэффициента «сигнал/шум» на каждой из несущих частот и исключением «шумящих» каналов. Максимальная скорость передачи дан^л Частотный диапазон 1.6 - 30 МГц обеспечивает оптимальное для среды соотношение коэффициента затухания (прямо пропорционален частоте) и ширины полосы пропускания (обратно пропорциональна частоте).

ных по электросети в соответствии со спецификацией *HomePlug 1.0* ж более поздней *HomePlug 1.0.1* составляет 14 Мбит/с, а максимальная длина сегмента между двумя устройствами — 300 м.

В разрабатываемой версии *HomePlug AV* скорость передачи данных возрастет до 100 Мбит/с, что откроет возможность их использования для передачи сигнала телевидения высокой четкости *HDTV* и *VoIP*.

Пример 3 Адаптеры *HomePlug* выпускаются с интерфейсом подключения *USB* (напр. *EDIMAX HP-1001*) или разъемом *RJ-45* (напр. *EDIMAX HP-1002*, работающим по сетевому протоколу *10Base-T/100Base-TX*).

Адаптеры *HomePlug* подключаются к электропроводу с одной фазой, иначе приходится использовать специальные коммутаторы. Образуемая сеть имеет топологию «шина». Пересылаемые данные поступают на все адаптеры, но принимает их только тот адаптер, которому они адресованы. Работоспособность сети *HomePlug* и скорость передачи данных практически не зависят от скачков нагрузки электросети (включения или выключения нагревательных приборов, холодильников, стиральных машин и т.п.).

Достоинство технологии: никаких новых проводов, мобильность в зоне проложенной электропроводки. **Недостаток** этой технологии — возможность несанкционированного доступа.

HomePNA (англ. *Home Phoneline Networking Alliance* - альянс сетей на

базе домашних телефонных линий) является еще одной сетевой технологией, использующей существующую физическую структуру. С ее помощью по телефонной проводке можно обеспечить связь между компьютерами на расстоянии до 1 км (технология *Long Distance* (англ. *Большое расстояние*) спецификации HomePNA 1.0). Компьютер через специальный адаптер подключается к телефонной розетке. Там, где сходятся все телефонные линии, ставится многопортовый коммутатор

HomePNA. В результате образуется локальная сеть с топологией «звезда». Эта технология позволяет компьютерам работать напрямую друг с другом, образуя соединение типа «точка»-«точка».

Технология HomePNA использует для передачи данных высокочастотную модуляцию сигнала. В настоящее время имеется оборудование, работающее по спецификациям **1.0** (скорость передачи данных 1 Мбит/с), **2.0** (10 Мбит/с) и **3.0** (**100** Мбит/с). Технология HomePNA часто используется для удлинения локальных сетей на витой паре.

Основным **недостатком** данного соединения является возможность несанкционированного доступа.

Соединение через сетевые платы и модемы

Сетевые платы или **сетевые адаптеры** (англ. *Network Interface Card, NIC*) выполняются в виде плат расширения, устанавливаемых в разъемы материнских плат (ISA, PCI, PCMCIA, USB), и соединяются кабелем.

Кабели для сетевых плат можно разделить на три большие группы:

1. **Коаксиальные кабели** (англ. *coaxial cable*), которые подразделяются на **толстые** (англ. *thick*), имеющие диаметр около 1 см и **тонкие** (англ. *thin*) с диаметром около 0.5 см;
2. Кабели на основе **витых пар** проводов (англ. *twisted pair*), которые подразделяются на **экранированные** (англ. *shielded twisted pair, STP*) и **неэкранированные** (англ. *unshielded twisted pair, UTP*);

3. **Оптоволоконные кабели** (англ. *fiber optic*). Сетевые платы характеризуются разрядностью (8-, 16-, 32-, 64-битные), скоростью передачи данных **10, 100, 1000** Мбит/с, стандартами передачи данных (Ethernet, Fast Ethernet, Gigabit Ethernet, Token-Ring, Arcnet, FDD, 100VG-AnyLAN).

При использовании коаксиального кабеля максимальная длина между двумя компьютерами составляет 500 м, витой пары — **150** м, оптоволоконного кабеля — несколько километров.

Соединение через сетевые платы — наиболее распространенный метод организации сети. **Недостатками** использования сетевых плат является необходимость установки специального сетевого ПО и конфигурирования сети. **Достоинствами** — надежность, быстродействие и хорошо проработанная защита информации.

Модем (МОдулятор — ДЕМОдулятор) — устройство прямого (модулятор) и обратного (демодулятор) преобразования сигналов к виду, принятому для использования в канале связи.

Модемы делятся на два больших класса: аналоговые и цифровые.

В аналоговых модемах происходит модуляция (демодуляция) непрерывного сигнала (см. рисунок 1).



Рисунок 1 - Принцип работы аналогового модема

В результате модуляции образуются колебания, параметры которых (амплитуда, фаза, частота, длительность и т.д.) изменяются во времени (см. рисунок 2).

$$A_0(t) = a_0 \cdot \sin(\nu t) \quad \omega(t) = \Omega \cdot \sin(\nu t)$$

$$A(t) = A_0 \cdot \sin(\omega t + \varphi_0)$$

$$\varphi_0(t) = \phi \cdot \sin(\nu t)$$

Рисунок 2 - Модулированный сигнал

В настоящее время обычно применяют три вида модуляции:

1. **Частотная** (англ. *frequency shift keying, FSK*), при которой в соответствии с модулирующим сигналом изменяется частота исходного сигнала при неизменной амплитуде. Этот вид модуляции помехоустойчив, т.к. при передаче обычно искажается лишь амплитуда сигнала;
2. **Фазовая** (англ. *phase shift keying, PSK*), при которой модулируемым параметром является фаза сигнала при неизменных частоте и амплитуде. Этот вид модуляции также хорошо помехоустойчив;
3. **Квадратурная амплитудная** (англ. *quadrature amplitude modulation, QAM*), при которой одновременно изменяются и фаза и амплитуда сигнала. Этот вид модуляции помехоустойчив, особенно по сравнению с чистой амплитудной модуляцией.

Совокупность правил, регламентирующих формат данных и процедуры их передачи в канале связи, определяются **протоколом передачи данных** (V.21, V.22, V.22bis, V.32, V.32bis, V.34, V.34bis, V.90, V.92).

Скорость передачи данных у аналоговых модемов не превышает 56 Кбит/с, что является пределом для передачи данных по аналоговому каналу. Конструктивно модемы бывают:

1. **Внутренние**, представляющие собой плату, вставляемую в разъем материнской платы (ISA, PCI, AMR, CNR) и имеющие разъем типа RJ-11 для подключения телефонной сети;
2. **Внешние**, в виде устройства, подключаемого к компьютеру через последовательный порт RS-232 (обычно с блоком питания) или USB-порт (обычно без блока питания) и имеющие разъем типа RJ-11 для подключения

телефонной сети.

Цифровые модемы, также как и аналоговые могут использовать существующие телефонные кабели для соединения. Здесь нет как в аналоговых модемах модуляции-демодуляции, т.к. входные и выходные сигналы — импульсные. Для цифровых модемов общепринятых стандартов работы еще не существует.

Цифровые модемы выпускаются для работы в конкретных цифровых технологиях (ISDN, HDSL, ADSL, SDSL, VDSL и др.).

Скорость передачи данных для ISDN-модемов составляет около 128 Кбит/с, ADSL-модемы — до 8 Мбит/с на приеме и до 768 Кбит/с при передаче, VDSL-модемы — до 51.8 Мбит/с на приеме и до 2.3 Мбит/с при передаче.

Пример 3 МТУ-Интел совместно с МГТС предоставляет физическим лицам в Москве высокоскоростной доступ к Интернет «Стрим» по технологии ADSL (англ. *Asymmetric Digital Subscriber Line* — асимметричная цифровая абонентская линия) по обычному телефонному проводу. Для этого с двух сторон телефонного провода подключаются *сплиттеры* (англ. *splitter* — разделитель частоты). Вся полоса пропускания разбита на два диапазона:

- **низкочастотный** (первые 4 кГц) используется для телефонной связи;
- **высокочастотный** (от 4 кГц до 1 МГц) делится на 247 каналов, часть из которых служит для приема входящего потока, часть — для исходящего потока. Система управления потоками отслеживает состояние каждого канала и использует те, которые обладают наилучшими характеристиками. Ассиметричность ADSL-технологии заключается в увеличении скорости передачи в одном направлении за счет снижения скорости в другом. В результате частотного разделения образуется три виртуальных канала:

- быстрый канал передачи данных абоненту;
- менее быстрый канал передачи от абонента в сеть;
- обычный телефонный канал связи.

К двум выходам сплиттера на АТС подключается телефонная станция и коммутатор доступа в Интернет. К двум выходам сплиттера у абонента

подключается соответственно телефон и ADSL-модем. В результате у пользователя одновременно осуществляется работа телефона и доступ в Интернет. В ближайшем будущем МТУ-Интел планирует перейти на стандарт ADSL2+, который использует полосу пропускания до 2.2 ГГц. В результате для трафика в высокочастотном диапазоне можно будет использовать 512 каналов, что позволит повысить скорость передачи данных до 16 Мбит/с. Основными *недостатками* использования аналоговых модемов для соединения компьютеров является малая скорость передачи данных, а цифровых модемов — отсутствие общепринятых стандартов.

Второй учебный вопрос – Беспроводные соединения

ИК - соединения

Использование инфракрасного излучения позволяет устанавливать соединение между ВМ без кабеля. Связь осуществляется в режиме «точка» - «точка», длина волны — **880 нм**. Эта технология разрабатывалась для осуществления связи мобильного оборудования с автономным питанием с периферийным оборудованием. В результате для такого соединения удалось добиться низкого энергопотребления и невысокой цены реализации решения.

При разработке ИК-порта использовалась существовавшая архитектура последовательного порта, что позволяло передавать данные со скоростью до **115 Кбит/с** (англ. *Serial Infra Red, SIR* — последовательный ИК-порт). Современные протоколы для ИК-соединений превосходят этот порог в тысячи раз. Пример 3.1 Протокол *VFIR* (англ. *Very Fast Infra Red* — очень быстрый инфракрасный порт) позволяет достичь скорости передачи данных 16 Мбит/с.

В настоящее время существует целый класс ИК-приемо-передатчиков для ПК. С их помощью можно передавать файлы с ноутбука на стационарный компьютер или упорядочить записи в мобильном телефоне.

На практике для ИК-соединений используют два способа передачи данных:

- ***рассеянное ИК-излучение;***
- ***направленное ИК-излучение.***

Рассеянное излучение отражается от стен и потолка, а направленное излучение фокусируется в определенном направлении. Дальность действия рассеянного излучения обычно составляет несколько метров. При использовании маломощных лазеров, работающих в ИК-диапазоне, удается создавать соединение с дальностью действия до 1.5 км и скоростью передачи данных до 1 Гбит/с. Дальнейшее увеличение расстояния проблематично из-за

дифракции.

Для ИК-излучения существует два **источника помех** — солнечный свет и флуоресцентные лампы, которые в спектре испускания содержат длину волны, используемую в ИК-приемопередатчиках. Поэтому для защиты необходимо использовать полосные фильтры.

Соединение через Bluetooth

Bluetooth (англ. *синий зуб*) работает по стандарту IEEE 802.15.1 в диапазоне от 2.4 до 2.4835 ГГц, с дальностью связи до 100 м. Информация передается пакетами длиной 625 мкс. Для повышения устойчивости и одновременной работы нескольких сетей используются синхронные псевдослучайные скачки частоты на передатчике и приемнике по 79 участкам диапазона. Максимальная скорость перестройки частоты составляет 1600 скачков в секунду. Дуплексная передача на основе разделения времени обеспечивает передачу пакетов одним из устройств в четные промежутки времени, другим - в нечетные.

В настоящее время применяется оборудование Bluetooth двух стандартов: 1.X и 2.0.

Основное отличие стандартов Bluetooth заключается в применении различных видов модуляции сигналов. В версии 1.X используется **GFSK-модуляция** (англ. *Gaussian Frequency Shift Keying* — частотная модуляция с фильтром Гаусса), в версии 2.0 — **PSK-модуляция** (англ. *Phase-Shift Keying* — фазовая модуляция). При фазовой модуляции удается передавать большее число бит, в результате пропускная способность канала возросла с 1 до 3 Мбит/с. С переходом на стандарт 2.0 энергопотребление устройств снизилось в два раза при сохранении радиуса действия.

В зависимости от типа передаваемых данных в Bluetooth используются разные виды пакетов:

1. AACL (англ. *Asymmetric Asynchronous Connection-Less Link*) — для голоса.

Скорость передачи данных для стандарта 1.X. — 723.2 Кбит/с в прямом и 57.6 Кбит/с в обратном направлении; для стандарта 2.0-2.1 Мбит/с и 173 Кбит/с соответственно.

2. *SACL* (англ. *Symmetric Asynchronous Connection-Less Link*) — для голоса. Скорость передачи данных для стандарта 1.X. — 433.9 Кбит/с, для стандарта 2.0 — 1.3 Мбит/с в обоих направлениях.

3. *SCO* (англ. *Synchronous Connection-Oriented Link*) — для данных. Скорость передачи данных 64 Кбит/с.

Первые два вида используются в соединениях, при котором каждый пакет передается всего один раз. При использовании третьего вида для каждого пакета вычисляется контрольная сумма, и в случае ошибки он высылается еще раз.

Перед началом сеанса связи устройства распределяют свои «должности». Инициатор соединения назначается *ведущим* (англ. *Master*), а подчиненное устройство — *ведомым* (англ. *Slave*). Они образуют *пиконет* (англ. *Piconet* — маленькая сеть) с максимальным количеством устройств — 8 для стандарта 1.X и 255 для стандарта 2.0. При использовании стандарта 1.X для объединения в сеть больше 8 Bluetooth-систем, используется *скаттернет* (англ. *Scatternet* — рассеянная сеть) — объединение нескольких пиконетов.

Устройства, поддерживающие Bluetooth, в зависимости от максимальной дальности работы делятся на 3 класса:

1. *Class 1* — до 100 метров,
2. *Class 2* — до 20 метров,
3. *Class 3* — до 10 метров.

К ***недостаткам*** Bluetooth относится малая скорость передачи данных, а также то, что рабочий диапазон не лицензирован и забит всевозможными сигналами, в результате возможно возникновение конфликтов. Кроме этого, не все производители оборудования строго следуют стандарту, в результате полной совместимости всех устройств нет.

Соединение через UWB

На основе военной технологии *Ultra Wide Band (UWB, англ. сверхширокополосная связь)* создана новая спецификация беспроводных персональных сетей. Применяемая US Army Research Laboratory технология UWB в середине прошлого века позволила исследовать скрытые подземные объекты, не доступные для обнаружения другими методами.

В стандарте UWB использован самый широкий из распространенных технологий диапазон частот — от 3 до 10 ГГц.

UWB используется для передачи информации на расстояниях до 10 м между взаимодействующими устройствами, что не влияет на работу удаленных устройств.

Для передачи данных используются протоколы из IEEE 802.15:

1. ***высокоскоростные UWB*** — IEEE 802.15.3a (до 3 м — 480 Мбит/с, до 10 м — 110 Мбит/с);
2. ***низкоскоростные UWB*** — IEEE 802.15.4 (от 2 до 250 Кбит/с).

Помимо организации беспроводных персональных сетей, технология может быть использована для передачи данных между компьютером и монитором, а также в аудио системах.

Примером высокоскоростной технологии соединения устройств, базирующейся на технологии IEEE 802.15.3a является беспроводной интерфейс *Wireless USB (WUSB)*. Wireless USB Promoter Group разработала спецификацию для высокоскоростного соединения «хост-контроллер» — «устройство». Этот стандарт полностью совместим со стандартом UWB, что позволяет организовывать соединения между устройствами с этими технологиями на расстоянии до 10 м. К ***достоинствам*** WUSB следует отнести большую пропускную способность (480 Мбит/с), низкое энергопотребление, полную совместимость по драйверам с существующими USB-устройствами.

Соединение через Wireless FireWire

Wireless FireWire представляет собой беспроводную реализацию стандарта IEEE 1394. Группа разработки 1394 Trade Association приняла архитектуру *WiMCA* (англ. *WiMedia Alliance's MAC Convergence Architecture*). На ее базе осуществляется разработка протокольного уровня *PAL* (англ. *Protocol adaptation layer* — адаптационный протокольный уровень) для беспроводного IEEE 1394. Заявленная пропускная способность Wireless FireWire - 480 Мбит/с.

Основной проблемой связи по этому соединению является защита передаваемой информации. Предпринимаются попытки реализовать в FireWire стандарт защиты *Digital Transmission Content Protection*, разработанный для кабельных сетей.

Соединение через Wi-Fi

Наибольшее распространение сегодня получили беспроводные соединения стандарта IEEE 802.11X, которые корпорацией Microsoft были названы соединениями ***Wi-Fi*** (англ. *Wireless Fidelity* — беспроводная точность).

Соединения работают в частотном диапазоне между 2.4 и 2.5 ГГц. В России разрешено использовать 13 частот из этого диапазона. Стандарт Wi-Fi позволяет соединять оборудование как в режиме «точка» - «точка», так и «инфраструктура», при использовании специальных точек доступа. Для защиты от несанкционированного доступа применяют кодирование сигнала. Наибольшее распространение получила система кодирования *Wired Equivalent Privacy (WEP)*, (англ. *Защитная эквивалентная секретность*), имеющая два режима:

1. ***Open System*** (англ. *Открытая авторизация*) при котором соединяющиеся точки задают пароль соединения автоматически;
2. ***Shared Key*** (англ. *Авторизация через общий ключ*) при котором пароль

доступа задается заранее при конфигурировании соединения.

Скорость передачи данных для стандарта IEEE 802.11b — до 11 Мбит/с, мощность посылаемого сигнала составляет 100 мВт, что обеспечивает связь до 300 м на открытом пространстве и до 100 м внутри здания. Скорость передачи стандартов IEEE 802.11a и IEEE 802.11g увеличена до 54 Мбит/с за счет изменения способа модуляции и увеличения мощности передающего оборудования. Стандарт 802.11a является двухчастотным. Используется также диапазон 5 ГГц, который обладает потенциально более высокой устойчивостью к помехам. Для 5 ГГц диапазона Nokia и Ericsson разработали технологию *HyperLAN* (и более поздний вариант *HyperLAN2*), а Motorola — технологию *Canopy*,

С целью ускорения разработки нового стандарта 802.11n был организован консорциум *EWC* (англ. *Enhanced Wireless Consortium*), который будет сотрудничать с рабочей группой «N» института IEEE для разработки объединенного стандарта.

Технические характеристики спецификации EWC:

- повышенная скорость передачи данных при сохранении возможности взаимодействия с действующими устройствами 802.11 a/b/g;
- физическая скорость передачи данных до 600 Мбит/с;
- снижение энергопотребления за счет сокращения времени, необходимого для отправления и получения данных;
- сокращение разницы между реальной пропускной способностью и возможностями физического уровня, благодаря чему на уровне приложений скорость передачи данных будет составлять как минимум 100 Мбит/с;
- использование диапазонов 2,4 ГГц и/или 5 ГГц, лежащих в основе существующих устройств 802.11;
- поддержка каналов 20 и/или 40 МГц;
- повышенная надежность соединений с очень высокой скоростью за счет использования от одной до четырех антенн;

- возможность передачи данных на более далекие расстояния благодаря нескольким антеннам и усовершенствованному способу.

Стандарты IEEE 802.

Их используются обычно для беспроводного соединения компьютеров внутри одного здания. Подключение внешней антенны значительно увеличивает радиус действия сетей Wi-Fi, что позволяет организовывать районные сети. Так, для точки доступа мощностью 100 мВт с внешней секторной антенной 14 dB, установленной на высоте 7 м, дальность передачи данных со скоростью 11 Мбит/с может достигать 20 км.

По ширине диаграммы направленности применяемые антенны делятся на:

1. Узконаправленные — с углом излучения до 45° в горизонтальной и вертикальной плоскостях;
2. Секторные — имеют угол направленности 30° - 180°. Они применяются при развертывании базовых станций с большим количеством абонентов, в регионах со сложным рельефом, при расположении всех абонентов в пределах определенного сектора.
3. Всенаправленные — охватывают всю горизонтальную плоскость (360°) и часть вертикальной (до 60°). Обычно применяются при равномерном распределении абонентов на небольших территориях.

Основные недостатки этого стандарта - плохая система безопасности и отсутствие четкого механизма роуминга.

Беспроводное соединение по стандарту IEEE 802.16

WiMAX (англ. Worldwide Interoperability for 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). Основана на стандарте IEEE 802.16, который также называют Wireless MAN (WiMAX следует считать жаргонным названием, так как это не технология, а название форума, на котором Wireless MAN и был согласован).

Для организации городских беспроводных сетей WiMAX был разработан стандарт IEEE 802.16. Основной особенностью этого стандарта является возможность соединения компьютеров без прямой видимости.

Сети могут использовать один из двух частотных диапазонов:

1. 2-11 ГГц (стандарты IEEE 802.16a и IEEE 802.16d, радиус действия 6-10 км, пропускная способность до 75 Мбит/с)
2. 2-6 ГГц (стандарт IEEE 802.16e, радиус действия 2-6 км, пропускная способность до 30 Мбит/с).

Стандарты IEEE 802.16a и IEEE 802.16d предназначены для стационарного оборудования. Стандарт IEEE 802.16e разработан для мобильных устройств, которые без разрыва соединения могут перемещаться из зоны обслуживания одной станции в другую, что делает возможным роуминг между разными территориями обслуживания.

В общем виде WiMAX сети состоят из следующих основных частей: базовых и абонентских станций, а также оборудования, связывающего базовые станции между собой, с поставщиком сервисов и с Интернетом.

Для соединения базовой станции с абонентской используется высокочастотный диапазон радиоволн от 1,5 до 11 ГГц. В идеальных условиях скорость обмена данными может достигать 70 Мбит/с, при этом не требуется обеспечения прямой видимости между базовой станцией и

приёмником.

Как уже говорилось выше, WiMAX применяется как для решения проблемы «последней мили», так и для предоставления доступа в сеть офисным и районным сетям.

Между базовыми станциями устанавливаются соединения (прямой видимости), использующие диапазон частот от 10 до 66 ГГц, скорость обмена данными может достигать 140 Мбит/с. При этом, по крайней мере одна базовая станция подключается к сети провайдера с использованием классических проводных соединений. Однако, чем большее число БС подключено к сетям провайдера, тем выше скорость передачи данных и надёжность сети в целом.

Структура сетей семейства стандартов IEEE 802.16 схожа с традиционными GSM сетями (базовые станции действуют на расстояниях до десятков километров, для их установки не обязательно строить вышки — допускается установка на крышах домов при соблюдении условия прямой видимости между станциями).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Существуют различные подходы к классификации беспроводных технологий. **По дальности действия:**

Беспроводные персональные сети (WPAN — Wireless Personal Area Networks). Примеры технологий — Bluetooth.

Беспроводные локальные сети (WLAN — Wireless Local Area Networks). Примеры технологий — Wi-Fi.

Беспроводные сети масштаба города (WMAN — Wireless Metropolitan Area Networks). Примеры технологий — WiMAX.

Беспроводные глобальные сети (WWAN — Wireless Wide Area Network). Примеры технологий — CSD, GPRS, EDGE, EV-DO, HSPA.

Классификация по дальности действия

Классификация по топологии

«Точка-точка».

«Инфраструктура».

По области применения:

Корпоративные (ведомственные) беспроводные сети — создаваемые компаниями для собственных нужд.

Операторские беспроводные сети — создаваемые операторами связи для возмездного оказания услуг.

Кратким, но ёмким способом классификации может служить одновременное отображение двух наиболее существенных характеристик беспроводных технологий на двух осях: максимальная скорость передачи информации и максимальное расстояние.

Лекцию разработал:

доцент кафедры ИС

к.т.н., доцент

В.Рачков

« ___ » _____ 20__ г.