

## План лекции

1. [Сетевая технология Ethernet](#)
2. [Ethernet. Fast Ethernet](#)
3. [Преимущества сетевых решений 10/100 Мбит/с. Gigabit Ethernet](#)
4. [Сетевая технология Token Ring](#)

**Сетевая технология Ethernet**

**Опр. Сетевая технология** - это согласованный набор стандартных протоколов и реализующих их программно-аппаратных средств (например, сетевых адаптеров, драйверов, кабелей и разъемов), достаточный для построения вычислительной сети. Эпитет "достаточный" подчеркивает то обстоятельство, что этот набор представляет собой минимальный набор средств, с помощью которых можно построить работоспособную сеть. Возможно, эту сеть можно улучшить, например, за счет выделения в ней подсетей, что сразу потребует кроме протоколов стандарта Ethernet применения протокола IP, а также специальных коммуникационных устройств - маршрутизаторов. Улучшенная сеть будет, скорее всего, более надежной и быстродействующей, но за счет надстроек над средствами технологии Ethernet, которая составила базис сети.

Стандарт Ethernet был принят в 1980 году. Число сетей, построенных на основе этой технологии, к настоящему моменту оценивается в 5 миллионов, а количество компьютеров, работающих в таких сетях, - в 50 миллионов.

Основной принцип, положенный в основу Ethernet, - случайный метод доступа к разделяемой среде передачи данных. В качестве такой среды может использоваться толстый или тонкий коаксиальный кабель, витая пара, оптоволокно или радиоволны.

В стандарте Ethernet строго зафиксирована топология электрических связей. Компьютеры подключаются к разделяемой среде в соответствии с типовой структурой "общая шина". С помощью разделяемой во времени шины любые два компьютера могут обмениваться данными. Управление доступом к линии связи осуществляется специальными контроллерами - сетевыми адаптерами Ethernet. Каждый компьютер, а более точно, каждый сетевой адаптер, имеет уникальный адрес. Передача данных происходит со скоростью 10 Мбит/с. Эта величина является пропускной способностью сети Ethernet.

Основные характеристики сети Ethernet:

- |                            |                               |
|----------------------------|-------------------------------|
| ➤ традиционная топология   | линейная шина                 |
| ➤ другие топологии         | звезда-шина                   |
| ➤ тип передачи             | узкополосная                  |
| ➤ метод доступа            | CSMA/CD                       |
| ➤ скорость передачи данных | 10 и 100 Мбит/с               |
| ➤ кабельная система        | толстый и тонкий коаксил, UTP |

Суть случайного метода доступа состоит в следующем. Компьютер в сети Ethernet может передавать данные по сети, только если сеть свободна, то есть если никакой другой компьютер в данный момент не занимается обменом. Поэтому важной частью технологии Ethernet является процедура определения доступности среды.

После того как компьютер убедился, что сеть свободна, он начинает передачу, при этом "захватывает" среду. Время монопольного использования разделяемой среды одним узлом ограничивается временем передачи одного кадра. Кадр - это единица данных, которыми обмениваются компьютеры в сети Ethernet. Кадр имеет фиксированный формат и наряду с полем данных содержит различную служебную информацию, например адрес получателя и адрес отправителя.

Сеть Ethernet устроена так, что при попадании кадра в разделяемую среду передачи данных все сетевые адаптеры одновременно начинают принимать этот кадр. Все они анализируют адрес назначения, располагающийся в одном из начальных полей кадра, и, если этот адрес совпадает с их собственным адресом, кадр помещается во внутренний буфер сетевого адаптера. Таким образом, компьютер-адресат получает предназначенные ему данные.

Иногда может возникнуть ситуация, когда одновременно два или более компьютера решают, что сеть свободна, и начинают передавать информацию. Такая ситуация, называемая коллизией, препятствует правильной передаче данных по сети. В стандарте Ethernet предусмотрен алгоритм обнаружения и корректной обработки коллизий. Вероятность возникновения коллизии зависит от интенсивности сетевого трафика.

После обнаружения коллизии сетевые адаптеры, которые пытались передать свои кадры, прекращают передачу и после паузы случайной длительности пытаются снова получить доступ к среде и передать тот кадр, который вызвал коллизию.

Главным достоинством сетей Ethernet, благодаря которому они стали такими популярными, является их экономичность. Для построения сети достаточно иметь по одному сетевому адаптеру для каждого компьютера плюс один физический сегмент коаксиального кабеля нужной длины. Кроме того, в сетях Ethernet реализованы достаточно простые алгоритмы доступа к среде, адресации и передачи данных. Простота логики работы сети ведет к упрощению и, соответственно, удешевлению сетевых адаптеров и их драйверов. По той же причине адаптеры сети Ethernet обладают высокой надежностью. И, наконец, еще одним замечательным свойством сетей Ethernet является их хорошая расширяемость, то есть легкость подключения новых узлов.

Сети Ethernet используют различные варианты кабелей и топологий. Мы рассмотрим четыре топологии Ethernet.

1. В 1990 году опубликована спецификация 802.3 для построения сети Ethernet на основе витой пары 10BaseT (10-скорость передачи 10 Мбит/с, Base-узкополосная, T – витая пара). Большинство сетей этого типа строятся в виде звезды, но по системе передачи сигналов представляют собой шину. Обычно концентратор сети 10BaseT выступает как многопортовый репитер. Каждый компьютер подключается к другому концу кабеля, соединенного с концентратором, и использует две пары

проводов: одну - для приема, другую – для передачи. Максимальная длина сегмента 10BaseT – 100 м. Минимальная длина кабеля – 2,5 м. ЛВС 10BaseT может обслуживать до 1024 компьютеров.

2. 10Base2 (10-скорость передачи 10 Мбит/с, Base-узкополосная, 2 – передача на расстояние, примерно в два раза превышающее 100 м). Сеть такого типа ориентирована на тонкий коаксиальный кабель, минимальная длина которого 0,5 м. Максимальное количество компьютеров – 30. Сеть на тонком Ethernet – экономичный способ реализации сетей для небольших отделений и рабочих групп. Сеть может состоять максимум из пяти сегментов кабеля, соединенных четырьмя репитерами, но только к трем сегментам при этом могут быть подключены рабочие станции. Таким образом, два сегмента остаются зарезервированными для репитеров, их называют межрепитерными связями. Такая конфигурация известна как правило 5-4-3.

3. 10Base5 (10-скорость передачи 10 Мбит/с, Base-узкополосная, 5 – пять сегментов по 500 м)- это так называемый стандартный Ethernet. Сети на толстом коаксиальном кабеле (толстый Ethernet) обычно используют топологию «шина». Толстый Ethernet может поддерживать до 100 узлов на магистральный сегмент. Магистральный сегмент (магистраль) – это главный кабель, к которому присоединяются трансиверы с подключенными к ним рабочими станциями и репитерами.

4. 100BaseX (100-скорость передачи 100 Мбит/с, Base-узкополосная, X – расширение) – это расширение существующего стандарта Ethernet. Он строится на UTP категории 5, использует метод доступа CSMA/CD и топологию «звезда-шина», где все кабели подключены к концентратору.

## **Ethernet**

Ethernet - самая популярная технология построения локальных сетей. Основанная на стандарте IEEE 802.3, Ethernet передает данные со скоростью 10 Мбит/с. В сети Ethernet устройства проверяют наличие сигнала в сетевом канале ("прослушивают" его). Если канал не использует никакое другое устройство, то устройство Ethernet передает данные. Каждая рабочая станция в этом сегменте локальной сети анализирует данные и определяет, предназначены ли они ей. Такая схема наиболее действенна при небольшом числе пользователей или незначительном количестве передаваемых в сегменте сообщений. При увеличении числа пользователей сеть будет работать не столь эффективно. В этом случае оптимальное решение состоит в увеличении числа сегментов для обслуживания групп с меньшим числом пользователей. Между тем в последнее время наблюдается тенденция предоставлять каждой настольной системе выделенные линии 10 Мбит/с. Эта тенденция определяется доступностью недорогих коммутаторов Ethernet. Передаваемые в сети Ethernet пакеты могут иметь переменную длину.

## **Fast Ethernet**

В сети Fast Ethernet применяется та же базовая технология, что и в Ethernet - множественный доступ с контролем несущей и обнаружением конфликтов (CSMA/CD, Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection). Обе технологии основаны на стандарте IEEE 802.3. В результате для создания сетей обоих типов можно использовать (в большинстве случаев) один и тот же тип кабеля, одинаковые сетевые устройства и приложения. Сети Fast Ethernet позволяют передавать данные со скоростью 100 Мбит/с, то есть в десять раз быстрее Ethernet. При усложнении приложений и увеличении числа обращающихся к сети пользователей такая повышенная пропускная способность может помочь избавиться от "узких мест", вызывающих увеличение времени отклика сети.

## **Преимущества сетевых решений 10/100 Мбит/с**

Недавно появилось новое решение, обеспечивающее одновременно широкую совместимость решений 10-Мбит/с Ethernet и 100-Мбит/с Fast Ethernet. "Двухскоростная" технология 10/100-Мбит/с Ethernet/Fast Ethernet позволяет таким устройствам, как сетевые платы, концентраторы и коммутаторы, работать с любой из этих скоростей (в зависимости от того, к какому устройству они подключены). При подсоединении ПК с сетевой платой 10/100-Мбит/с Ethernet/Fast Ethernet к порту концентратора 10 Мбит/с он будет работать со скоростью 10 Мбит/с. Если же подключить его к 10/100-Мбит/с порту концентратора (такого как 3Com SuperStack II Dual Speed Hub 500), то он автоматически опознает новую скорость и поддерживает 100 Мбит/с. Это дает возможность постепенно, в нужном темпе переходить на более высокую производительность. Кроме того, такой вариант позволяет упростить оборудование сетевых клиентов и серверов для поддержки нового поколения приложений, интенсивно использующих полосу пропускания и сетевые службы.

## **Gigabit Ethernet**

Сети Gigabit Ethernet совместимы с сетевой инфраструктурой Ethernet и Fast Ethernet, но функционируют со скоростью 1000 Мбит/с - в 10 раз быстрее Fast Ethernet. Gigabit Ethernet - мощное решение, позволяющее устранить "узкие места" основной сети (куда подключаются сетевые сегменты, и где находятся серверы). "Узкие места" возникают из-за появления требовательных к полосе пропускания приложений, все большего увеличения непредсказуемых потоков трафика интрасетей и приложений мультимедиа. Gigabit Ethernet предоставляет способ плавного перевода рабочих групп Ethernet и Fast Ethernet на новую технологию. Такой переход оказывает минимальное влияние на их деятельность и позволяет достичь более высокой производительности.

## **Сетевая технология Token Ring**

Сеть Token Ring первоначально была разработана компанией IBM в 1970 гг. Она по-прежнему является основной технологией IBM для локальных сетей, уступая по популярности среди технологий только Ethernet.

Основные характеристики сети Token Ring:

- |                            |                     |
|----------------------------|---------------------|
| ➤ традиционная топология   | кольцо              |
| ➤ другие топологии         | звезда-кольцо       |
| ➤ тип передачи             | узкополосная        |
| ➤ метод доступа            | с передачей маркера |
| ➤ скорость передачи данных | 4 и 16 Мбит/с       |
| ➤ кабельная система        | UTP и STP           |

Когда в сети Token Ring начинает работать первый компьютер, сеть генерирует маркер. Маркер проходит по кольцу от компьютера к компьютеру, пока один из них не сообщит о готовности передать данные и не возьмет управление маркером на себя.

**Опр. Маркер** – это predetermined последовательность битов (поток данных), которые позволяют компьютеру отправить данные по кабелю.

Захватив маркер, компьютер отправляет кадр данных в сеть. кадр проходит по кольцу, пока не достигнет узла с адресом, соответствующим адресу приемника в кадре. компьютер-приемник копирует кадр в буфер приема и делает пометку в поле статуса кадра о получении информации.

Кадр продолжает передаваться по кольцу, пока не достигнет отправившего его компьютер, который и удостоверяет, что передача прошла успешно. После этого компьютер изымает кадр из кольца и возвращает туда маркер.

В сети одномоментно может передаваться только один маркер, причем только в одном направлении. Передача маркера - детерминистический процесс. Это означает, что можно вычислить максимальное время, которое пройдет, прежде чем любая конечная станция сможет передать. Эта характеристика делают сеть Token Ring идеальной для применений, где задержка должна быть предсказуема и важна устойчивость функционирования сети. Примерами таких применений является среда автоматизированных станций на заводах.

Станции сети IBM Token Ring напрямую подключаются к MAU (Multistation Access Unit), которые могут быть объединены с помощью кабелей, образуя одну большую кольцевую сеть.

Кабели-перемычки соединяют MAU со смежными MAU. Кабели-лепестки подключают MAU к станциям. В составе MAU имеются шунтирующие реле для исключения станций из кольца. Таким образом, неисправный компьютер (или соединение) не влияет на работу всей сети Token Ring. К нему можно подключить до восьми компьютеров. Однако сеть Token Ring не ограничивается одним кольцом, каждое кольцо может насчитывать до 33 концентраторов.

Когда кольцо заполнено, т.е. к каждому порту MAU подключен компьютер, сеть можно расширить за счет добавления еще одного кольца. Единственное правило, которого следует придерживаться: каждый MAU необходимо подключить так, чтобы он стал частью кольца. Гнезда «вход» и «выход» на MAU позволяют с помощью кабеля соединить в единое кольцо до 12 MAU, расположенных стопкой.

Разрабатывалась *Token-Ring* как надежная альтернатива *Ethernet*. И хотя сейчас *Ethernet* вытесняет все остальные сети, *Token-Ring* нельзя считать безнадежно устаревшей. Более 10 миллионов компьютеров по всему миру объединены этой сетью.

Компания IBM сделала все для максимально широкого распространения своей сети: была выпущена подробная документация вплоть до принципиальных схем адаптеров. В результате многие компании, например, 3COM, Novell, Western Digital, Proteon и другие приступили к производству адаптеров. Кстати, специально для этой сети, а также для другой сети IBM PC Network была разработана концепция NetBIOS. Если в созданной ранее сети PC Network программы NetBIOS хранились во встроенной в адаптер постоянной памяти, то в сети *Token-Ring* уже применялась эмулирующая NetBIOS программа. Это позволило более гибко реагировать на особенности аппаратуры и поддерживать совместимость с программами более высокого уровня.

Сеть ***Token-Ring*** имеет топологию кольцо, хотя внешне она больше напоминает звезду. Это связано с тем, что отдельные абоненты (компьютеры) присоединяются к сети не напрямую, а через специальные концентраторы или многостанционные устройства доступа (MSAU или MAU – Multistation Access Unit). Физически сеть образует звездно-кольцевую топологию. В действительности же абоненты объединяются все-таки в кольцо, то есть каждый из них передает информацию одному соседнему абоненту, а принимает информацию от другого.

Концентратор (MAU) при этом позволяет централизовать задание конфигурации, отключение неисправных абонентов, контроль работы сети и т.д. Никакой обработки информации он не производит.

Для каждого абонента в составе концентратора применяется специальный блок подключения к магистрали (TCU – Trunk Coupling Unit), который обеспечивает автоматическое включение абонента в кольцо, если он подключен к концентратору и исправен. Если абонент отключается от концентратора или же он неисправен, то блок TCU автоматически восстанавливает целостность кольца без участия данного абонента. Срабатывает TCU по сигналу постоянного тока (так называемый "фантомный" ток), который приходит от абонента, желающего включиться в кольцо. Абонент может также отключиться от кольца и провести процедуру самотестирования. "Фантомный" ток никак не влияет на информационный сигнал, так как сигнал в кольце не имеет постоянной составляющей.

Конструктивно концентратор представляет собой автономный блок с десятью разъемами на передней панели.

Восемь центральных разъемов (1...8) предназначены для подключения абонентов (компьютеров) с помощью адаптерных (Adapter cable) или радиальных кабелей. Два крайних разъема: входной RI (Ring In) и выходной RO (Ring Out) служат для подключения к другим концентраторам с помощью специальных магистральных кабелей (Path cable). Предлагаются настенный и настольный варианты концентратора.

Существуют как пассивные, так и активные концентраторы MAU. Активный концентратор восстанавливает сигнал, проходящий от абонента (то есть работает, как концентратор *Ethernet*). Пассивный концентратор не выполняет восстановление сигнала, только перекоммутирует линии связи.

Концентратор в сети может быть единственным (как на рис.4.4), в этом случае в кольцо замыкаются только абоненты, подключенные к нему. Внешне такая топология выглядит, как звезда. Если же нужно подключить к сети более восьми абонентов, то несколько концентраторов соединяются магистральными кабелями и образуют звездно-кольцевую топологию. Как уже отмечалось, кольцевая топология очень чувствительна к обрывам кабеля кольца. Для повышения живучести сети, в *Token-Ring* предусмотрен режим так называемого сворачивания кольца, что позволяет обойти место обрыва.

В нормальном режиме концентраторы соединены в кольцо двумя параллельными кабелями, но передача информации производится при этом только по одному из них

В случае одиночного повреждения (обрыва) кабеля сеть осуществляет передачу по обоим кабелям, обходя тем самым поврежденный участок. При этом даже сохраняется порядок обхода абонентов, подключенных к концентраторам. Правда, увеличивается суммарная длина кольца.



Основные технические характеристики сети *FDDI*.

- Максимальное количество абонентов сети – 1000.
- Максимальная протяженность кольца сети – 20 километров.
- Максимальное расстояние между абонентами сети – 2 километра.
- *Среда передачи* – многомодовый оптоволоконный кабель (возможно применение электрической витой пары).
- Метод доступа – маркерный.
- Скорость передачи информации – 100 Мбит/с (200 Мбит/с для дуплексного режима передачи).

Стандарт *FDDI* имеет значительные преимущества по сравнению со всеми рассмотренными ранее сетями. Например, сеть Fast Ethernet, имеющая такую же пропускную способность 100 Мбит/с, не может сравниться с *FDDI* по допустимым размерам сети. К тому же маркерный метод доступа *FDDI* обеспечивает в отличие от CSMA/CD гарантированное время доступа и отсутствие конфликтов при любом уровне нагрузки.

Ограничение на общую длину сети в 20 км связано не с затуханием сигналов в кабеле, а с необходимостью ограничения времени полного прохождения сигнала по кольцу для обеспечения предельно допустимого времени доступа. А вот максимальное расстояние между абонентами (2 км при многомодовом кабеле) определяется как раз затуханием сигналов в кабеле (оно не должно превышать 11 дБ). Предусмотрена также возможность применения одномодового кабеля, и в этом случае расстояние между абонентами может достигать 45 километров, а полная длина кольца – 200 километров.

### **Сеть 100VG-AnyLAN**

Сеть *100VG-AnyLAN* – это одна из последних разработок высокоскоростных локальных сетей, недавно появившаяся на рынке. Она разработана компаниями Hewlett-Packard и IBM и соответствует международному стандарту IEEE 802.12, так что уровень ее стандартизации достаточно высокий.

Главными достоинствами ее являются большая скорость обмена, сравнительно невысокая стоимость аппаратуры (примерно вдвое дороже оборудования наиболее популярной сети Ethernet 10BASE-T), централизованный *метод управления* обменом без конфликтов, а также совместимость на уровне *форматов пакетов* с сетями Ethernet и Token-Ring.

В названии сети *100VG-AnyLAN* цифра 100 соответствует скорости 100 Мбит/с, буквы VG обозначают дешевую неэкранированную витую пару категории 3 (Voice Grade), а AnyLAN (любая сеть) обозначает то, что сеть совместима с двумя самыми распространенными сетями.

Основные технические характеристики сети *100VG-AnyLAN*:

- Скорость передачи – 100 Мбит/с.
- Топология – звезда с возможностью наращивания (дерево). Количество уровней каскадирования концентраторов (хабов) – до 5.
- Метод доступа – централизованный, бесконфликтный (Demand Priority – с запросом приоритета).
- *Среда передачи* – счетверенная неэкранированная витая пара (кабели UTP категории 3, 4 или 5), сдвоенная витая пара (кабель UTP категории 5), сдвоенная экранированная витая пара (STP), а также оптоволоконный кабель. Сейчас в основном распространена счетверенная витая пара.
- Максимальная длина кабеля между концентратором и абонентом и между концентраторами – 100 метров (для UTP кабеля категории 3), 200 метров (для UTP кабеля категории 5 и экранированного кабеля), 2 километра (для оптоволоконного кабеля). Максимально возможный размер сети – 2 километра (определяется допустимыми задержками).
- Максимальное количество абонентов – 1024, рекомендуемое – до 250.

Таким образом, параметры сети *100VG-AnyLAN* довольно близки к параметрам сети Fast Ethernet. Однако главное преимущество Fast Ethernet – это полная совместимость с наиболее распространенной сетью Ethernet (в случае *100VG-AnyLAN* для этого требуется мост). В то же время, централизованное управление *100VG-AnyLAN*, исключая конфликты и гарантирующее предельную величину времени доступа (чего не предусмотрено в сети Ethernet), также нельзя сбрасывать со счетов.

### **ATM**

ATM (Asynchronous Transfer Mode) или режим асинхронной передачи - это технология коммутации, в которой для пересылки данных применяются ячейки фиксированной длины. Функционируя с высокими скоростями, сети ATM поддерживают интегрированную передачу речи, видео и данных в одном канале, выполняя роль и локальных и территориально-распределенных сетей. Поскольку их работа отличается от разновидностей Internet и требует специальной инфраструктуры, такие сети в основном применяются в качестве магистральных сетей (backbone), соединяющих и объединяющих сетевые сегменты.

Данная технология используется как в локальных, так и в глобальных сетях. Основная идея – передача цифровых, голосовых и мультимедийных данных по одним и тем же каналам. Строго говоря, жесткого стандарта на аппаратуру *ATM* не предполагает.

Первоначально была выбрана скорость передачи 155 Мбит/с (для настольных систем – 25 Мбит/с), затем – 662 Мбит/с, а сейчас ведутся работы по повышению скорости до 2488 Мбит/с. По скорости *ATM* успешно конкурирует с *Gigabit Ethernet*. Кстати, появилась *ATM* раньше, чем *Gigabit Ethernet*. В качестве *среды передачи* информации в локальной сети технология *ATM* предполагает использование оптоволоконного кабеля и неэкранированной витой пары. Используемые коды – 4В/5В и 8В/10В.

Принципиальное отличие *ATM* от остальных сетей состоит в отказе от привычных пакетов с полями адресации, управления и данных. Вся передаваемая информация упакована в микропакеты (ячейки, cells) длиной 53 байта. Каждая ячейка имеет 5-байтовый заголовок, который позволяет интеллектуальным распределительным устройствам сортировать ячейки и следить за тем, чтобы они передавались в нужной последовательности. Каждая ячейка имеет 48 байт информации. Их минимальный размер позволяет осуществлять коррекцию ошибок и маршрутизацию на аппаратном уровне. Он же обеспечивает равномерность всех информационных потоков сети и минимальное время ожидания доступа к сети.

Заголовок включает в себя идентификаторы пути, канала доставки, типа информации, указатель приоритета доставки, а также контрольную сумму заголовка, позволяющую определить наличие ошибок передачи.

Главный недостаток сетей с технологией *ATM* состоит в их полной несовместимости ни с одной из имеющихся сетей. Плавный переход на *ATM* в принципе невозможен, нужно менять сразу все оборудование, а стоимость его пока что очень высока. Правда, работы по обеспечению совместимости ведутся, снижается и стоимость оборудования. Тем более что задача по передаче изображений по компьютерным сетям становится все больше и больше.

Технология *ATM* еще в недалеком прошлом считалась перспективной и универсальной, способной потеснить привычные локальные сети. Однако в настоящий момент вследствие успешного развития традиционных локальных сетей применение *ATM* ограничено только глобальными и магистральными сетями.

### **Беспроводные сети**

До недавнего времени беспроводная связь в локальных сетях практически не применялась. Однако с конца 90-х годов 20 века наблюдается настоящий бум беспроводных локальных сетей (*WLAN* – Wireless LAN). Это связано в первую очередь с успехами технологии и с теми удобствами, которые способны предоставить беспроводные сети. По имеющимся прогнозам, число пользователей беспроводных сетей в 2005 году достигнет 44 миллионов, а 80% всех мобильных компьютеров будут оснащены встроенными средствами доступа к таким сетям.

В 1997 году был принят стандарт для беспроводных сетей IEEE 802.11. Сейчас этот стандарт активно развивается и включает в себя уже несколько разделов, в том числе три локальные сети (802.11a, 802.11b и 802.11g). Стандарт содержит следующие спецификации:

- 802.11 – первоначальный стандарт *WLAN*. Поддерживает передачу данных со скоростями от 1 до 2 Мбит/с.
- 802.11a – высокоскоростной стандарт *WLAN* для частоты 5 ГГц. Поддерживает скорость передачи данных 54 Мбит/с.
- 802.11b – стандарт *WLAN* для частоты 2,4 ГГц. Поддерживает скорость передачи данных 11 Мбит/с.
- 802.11e – устанавливает требования качества запроса, необходимое для всех радио интерфейсов IEEE *WLAN*.
- 802.11f – описывает порядок связи между равнозначными точками доступа.
- 802.11g – устанавливает дополнительную технику модуляции для частоты 2,4 ГГц. Предназначен для обеспечения скоростей передачи данных до 54 Мбит/с.
- 802.11h – описывает управление спектром частоты 5 ГГц для использования в Европе и Азии.
- 802.11i – исправляет существующие проблемы безопасности в областях аутентификации и протоколов шифрования.

Разработкой и поддержкой стандарта IEEE 802.11 занимается комитет *Wi-Fi Alliance*. Термин ***Wi-Fi*** (wireless fidelity) используется в качестве общего имени для стандартов 802.11a и 802.11b, а также всех последующих, относящихся к беспроводным локальным сетям (*WLAN*).

Оборудование беспроводных сетей включает в себя точки беспроводного доступа (Access Point) и беспроводные адаптеры для каждого абонента.

Точки доступа выполняют роль концентраторов, обеспечивающих связь между абонентами и между собой, а также функцию мостов, осуществляющих связь с кабельной локальной сетью и с Интернет. Несколько близкорасположенных точек доступа образуют зону доступа *Wi-Fi*, в пределах которой все абоненты, снабженные беспроводными адаптерами, получают доступ к сети. Такие зоны доступа (Hotspot) создаются в местах массового скопления людей: в аэропортах, студенческих городках, библиотеках, магазинах, бизнес-центрах и т.д.

Каждая точка доступа может обслуживать несколько абонентов, но чем больше абонентов, тем меньше эффективная скорость передачи для каждого из них. Метод доступа к сети – CSMA/CA (Carrier Sense Multiple Access/Collision Avoidance). Сеть строится по сотовому принципу. В сети предусмотрен механизм роуминга, то есть поддерживается автоматическое подключение к точке доступа и переключение между точками доступа при перемещении абонентов, хотя строгих правил роуминга стандарт не устанавливает.

Поскольку радиоканал не обеспечивает высокой степени защиты от прослушивания, в сети *Wi-Fi* используется специальный встроенный механизм защиты информации. Он включает средства и процедуры аутентификации для противодействия несанкционированному доступу к сети и шифрование для предотвращения перехвата информации.