

# Глава 5

## Строим сеть: выбор сетевой архитектуры

**В этой главе вы найдете ответы на следующие вопросы:**

- **Какие существуют сетевые архитектуры?**
- **Какими параметрами характеризуются сетевые архитектуры?**
- **Какая сетевая архитектура наиболее распространена?**
- **Как выбрать архитектуру для локальной или домашней сети?**

В предыдущей главе мы познакомились с основными типами кабельных соединений и выбрали для нашей сети оптимальный тип кабеля. Однако это только начало. Теперь нужно определиться с *сетевой архитектурой* — набором стандартов, топологий и протоколов низкого уровня, необходимых для создания работоспособной сети. Далее мы рассмотрим основные сетевые архитектуры, их преимущества и недостатки и выберем из них наилучшую: высокоскоростную, надежно функционирующую и расширяемую.

За многие годы развития сетевых технологий было разработано довольно много различных архитектур. Некоторые из них уже вышли из употребления, тогда как другие, такие как *Ethernet*, не только активно используются по сей день, но и постоянно совершенствуются.

Начнем изучение сетевых архитектур с тех их типов, которые сейчас применяются довольно редко.

### Token Ring

Эта технология была разработана компанией IBM в 70-х гг., а затем стандартизована IEEE в «Проекте 802» как спецификация 802.5. Она имеет следующие характеристики:

- физическая топология — «звезда»;
- логическая топология — «кольцо»;

- метод доступа — передача маркера;
- скорость передачи данных — 4 или 16 Мбит/с;
- максимальный размер кадра — до 16 Кбайт;
- среда передачи — витая пара (используется 2 пары);
- максимальная длина сегмента:
  - UTP — 150 м (для 4 Мбит/с) или 60 м (для 16 Мбит/с),
  - STP — 300 м (для 4 Мбит/с) или 100 м (для 16 Мбит/с);
- максимальная длина сегмента с репитерами:
  - UTP — 365 м,
  - STP — 730 м;
- максимальное количество компьютеров на сегмент — 72 или 260 (в зависимости от типа кабеля).

Для объединения компьютеров в сетях Token Ring используются *концентраторы MSAU* (Multi-Station Access Unit), незранированная или экранированная витая пара (возможно и применение оптоволокна); в качестве разъемов используются специализированные соединители фирмы IBM либо стандартные коннекторы RJ-45.

К преимуществам архитектуры Token Ring можно отнести высокую дальность передачи (при использовании повторителей MSAU можно передавать данные на расстояние до 730 м), а также то, что в подобной сети легко рассчитать максимальную задержку при передаче информации между любыми двумя устройствами — ведь в качестве метода доступа к среде используется передача маркера. Последнее обстоятельство особенно важно в автоматизированных системах управления, требующих обработки процессов в реальном времени.

Недостатки архитектуры Token Ring — довольно высокая стоимость, низкая совместимость оборудо-

вания (например, в 16-мегабитных сетях Token Ring нельзя использовать 4-мегабитные устройства), а также довольно малая (по современным меркам) скорость передачи данных.

## ARCNet

Сетевая среда ARCNet (Attached Resource Computing Network) была разработана корпорацией Datapoint в 1977 г. Стандартом она так и не стала, но в целом соответствует спецификации IEEE 802.4. Эта простая, гибкая и недорогая архитектура для небольших сетей (до 256 компьютеров) характеризуется следующими параметрами:

- физическая топология — «шина» или «звезда»;
- логическая топология — «шина»;
- метод доступа — передача маркера;
- скорость передачи данных — 2,5 или 20 (в ARCNet Plus) Мбит/с;
- максимальный размер кадра — 516 байт (в ARCNet Plus — около 4 Кбайт);
- среда передачи — витая пара или коаксиальный кабель;
- максимальная длина сегмента:
  - \* для витой пары — 244 м (для любой топологии),
  - \* для коаксиального кабеля — 305 или 610 м (для топологии «шина» или «звезда», соответственно).

Для соединения компьютеров здесь используются концентраторы. Основной тип кабеля — коаксиальный типа RG-62; поддерживается также витая пара и оптоволокно. Для коаксиального кабеля использу-

ются BNC-коннекторы, для витой пары — коннекторы RJ-45.

Единственным на сегодня преимуществом ARCNet можно считать большую дальность передачи при невысокой стоимости оборудования. Однако это преимущество никак не компенсирует множество проблем: сейчас весьма затруднительно найти сетевые адаптеры ARCNet, да и драйверы к ним в современных операционных системах отсутствуют.

## AppleTalk

AppleTalk — «фирменная» сетевая среда, предложенная компанией Apple в 1983 г. и встроенная в компьютеры Macintosh (последняя версия — AppleTalk Phase 2). Она включает в себя целый набор протоколов, соответствующих модели OSI. На уровне сетевой архитектуры используется *протокол LocalTalk*, имеющий следующие характеристики:

- топология — «шина» или «дерево»;
- метод доступа — CSMA/CA;
- скорость передачи данных — 230,4 Кбит/с;
- среда передачи — экранированная витая пара;
- максимальная длина сети — 300 м;
- максимальное число компьютеров — 32.

Очень низкая пропускная способность встроенной архитектуры LocalTalk привела к тому, что многие производители стали предлагать адаптеры расширения, позволявшие AppleTalk работать с сетевыми средами большей пропускной способности — EtherTalk, TokenTalk и FDDITalk. В локальных сетях, построенных на базе IBM-совместимых компьютеров, сетевая среда AppleTalk практически не встречается.

## 100VG-AnyLAN

Архитектура 100VG-AnyLAN была разработана в 90-х гг. компаниями AT&T и Hewlett-Packard для объединения сетей Ethernet и Token Ring (отсюда слово «Any» в названии) и последующей миграции к единой скоростной сети. В 1995 г. эта архитектура получила статус стандарта IEEE 802.12. Она имеет следующие параметры:

- топология — «звезда»;
- метод доступа — по приоритету запроса;
- скорость передачи данных — 100 Мбит/с;
- среда передачи — витая пара категории 3, 4 или 5 (используются все 4 пары);
- максимальная длина сегмента (для оборудования HP) — 225 м.

В соответствии со спецификацией, концентратор 100VG-AnyLAN можно настроить на поддержку как кадров Ethernet, так и кадров Token Ring. Интересной особенностью сетей 100VG-AnyLAN является используемый в них *метод доступа по приоритету запроса (Demand Priority)*, при котором концентраторы управляют доступом к кабелю, опрашивая каждый узел в сети и выявляя *запросы на передачу*. При одновременных запросах предпочтение отдается узлу, имеющему больший приоритет. Это позволяет без задержек передавать в сети 100VG-AnyLAN мультимедийные данные (аудио- и видеофайлы).

Из-за сложности и, как следствие, довольно высокой стоимости оборудования архитектура 100VG-AnyLAN так и не получила широкого распространения, проиграв гораздо более дешевой, надежной и совместимой архитектуре Fast Ethernet. В настоящее время она практически не применяется.

## Архитектуры для домашних сетей: Home PNA

В 1996 г. целый ряд компаний объединились для создания стандарта, позволяющего строить домашние сети на основе обычной телефонной проводки. Результатом их работы стало появление в 1998 г. архитектуры Home PNA 1.0 (Home Phoneline Networking Alliance), а затем — архитектур Home PNA 2.0 и Home PNA 3.0. Их краткие характеристики приведены в табл 5.1.

Таблица 5.1

### Сравнение стандартов Home PNA

Версия Home PNA	Топология	Скорость передачи данных, Мбит/с	Дальность передачи по телефонному проводу, м	Максимальное число компьютеров в сегменте
1.0	«звезда» или «шина»	1	150	25
2.0	«шина»	10	350	32
3.0	«звезда» или «шина»	128	300	50

Во всех указанных стандартах используется самый популярный на сегодня метод доступа к среде — CSMA/CD; в качестве среды передачи, естественно, рекомендуется использование телефонного кабеля; в качестве разъемов используются телефонные коннекторы RJ-11. Однако устройства Home PNA могут работать и с витой парой, и с коаксиальным кабелем, причем дальность передачи при этом существенно возрастает. Стоит также отметить, что использование топологии «звезда» и коммутаторов в Home PNA версий 1.0 и 3.0 позволяет объединять сегменты, тогда общее количество устройств в объединенной сети Home PNA может быть гораздо большим, чем показано в табл. 5.1.

Несмотря на кажущуюся заманчивой перспективу использования телефонных линий для создания домашних сетей, следует учесть, что телефонная проводка в нашей стране во многом не отвечает стандартам развитых стран как по качеству, так и по охвату (по наличию уже установленных розеток во всех комнатах). Кроме того, цены на адаптеры и устройства для сетей Home PNA довольно высоки. Поэтому шансов встретить в России домашние сети, построенные на основе этой технологии, пока немного. Тем не менее архитектуру Home PNA (особенно ее последнюю версию) вполне можно рассматривать в качестве альтернативы как для беспроводных сетей (в офисных зданиях и жилых домах), так и для модемных соединений (при подключении к Интернету).

## Домашние сети на базе электропроводки

Еще более специфичными являются попытки использования в качестве среды передачи обычной электропроводки. Эта технология появилась совсем недавно и получила название Home PLC (Power Line Communication), или просто «HomePlug» (рис. 5.1).

Попытки ряда крупных компаний, объединившихся под эгидой некоммерческой организации HomePlug Powerline Alliance, продвигать этот стандарт в качестве способа создания домашних сетей, в том числе с подключением к Интернету, пока особым успехом не увенчались. Однако сетевое оборудование HomePlug уже имеется в продаже. Большинство из таких устройств на практике являются *конвертерами* (преобразователями), обеспечивающими подключение к сети HomePlug адаптеров таких популярных сетевых технологий, как Ethernet или Wi-Fi (о них будет рассказано далее). Существуют и совсем «экзотические» устройства, например позволяющие

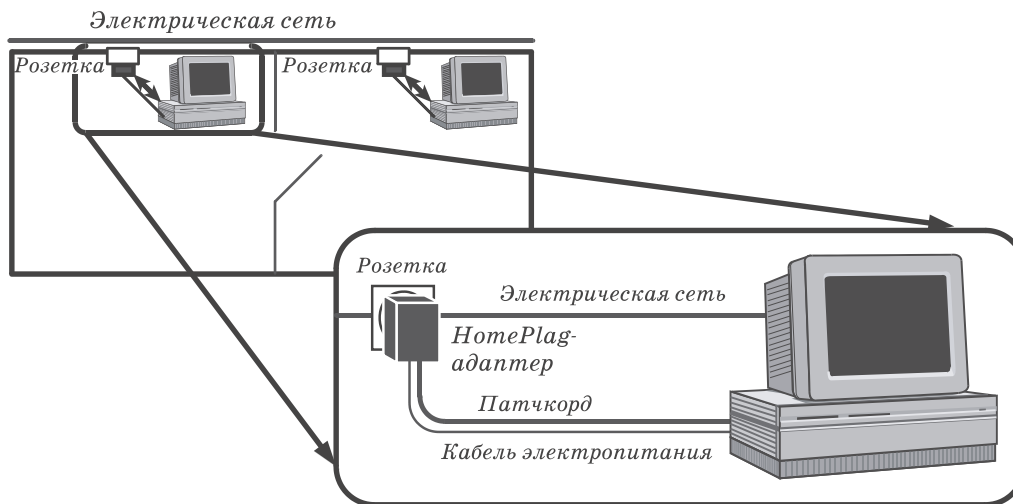


Рис. 5.1

передавать по электропроводке аудиоинформацию между компьютером и музыкальным центром.

Параметры сетей HomePlug:

- топология — «шина»;
- метод доступа — CSMA/CD;
- скорость передачи данных — до 85 Мбит/с;
- среда передачи — электрическая проводка;
- дальность связи — до 200 м;
- рекомендуемое число устройств в сети — не более 15.

Недостатки сетей Home PLC — незащищенность от перехвата, требующая обязательного применения технологий шифрования, и большая чувствительность к электрическим помехам, которые довольно резко снижают скорость передачи на больших расстояниях. К тому же устройства HomePlug пока еще достаточно дороги. Тем не менее стандарт Home PLC представляется весьма перспективным для использования в зданиях, где сетевая и телефонная проводка отсутствует, а также для обеспечения связи с управляемыми домашними бытовыми приборами.



Теперь перейдем к изучению наиболее популярных технологий, используемых в современных локальных сетях.

## Ethernet

Архитектура Ethernet фактически объединяет целый набор стандартов, имеющих как общие черты, так и отличия. Первоначально она была создана фирмой Xerox в середине 70-х гг. и тогда представляла собой систему передачи со скоростью 2,93 Мбит/с. После доработки с участием компаний Intel и DEC архитектура Ethernet послужила основой принятого в 1985 г. стандарта IEEE 802.3, определившего для нее следующие параметры:

- топология — «шина»;
- метод доступа — CSMA/CD;
- скорость передачи — 10 Мбит/с;
- среда передачи — коаксиальный кабель;
- применение терминаторов — обязательно;
- максимальная длина сегмента сети — до 500 м;
- максимальная длина сети — до 2,5 км;
- максимальное количество компьютеров в сегменте — 100;
- максимальное количество компьютеров в сети — 1024.

В исходной версии Ethernet предусматривалось применение коаксиального кабеля двух видов — «толстого» и «тонкого» (стандарты 10Base-5 и 10Base-2, соответственно). Однако в начале 90-х гг. также появились спецификации для построения сетей Ethernet с использованием витой пары (10Base-T) и оптоволокна (10Base-FL). Позже, в 1995 г., был опубликован стандарт архитектуры Fast Ethernet (IEEE 802.3u), обеспечивающей передачу на скоростях до

100 Мбит/с, в 1998 г. — стандарт Gigabit Ethernet (IEEE 802.3z и 802.3ab), а в 2002 г. — стандарт 10 Gigabit Ethernet (IEEE 802.3ae).

Сравнение различных стандартов Ethernet приведено в табл. 5.2.

Заметим, что в современных версиях Ethernet использование физической топологии «шина» уже не предусмотрено, да и найти сейчас сети, построенные на коаксиальном кабеле, весьма затруднительно.

Таблица 5.2

### Характеристики различных стандартов Ethernet

Реализация	Скорость передачи данных, Мбит/с	Топология	Среда передачи	Максимальная длина кабеля, м
<i>Ethernet</i>				
10Base-5	10	«шина»	толстый коаксиальный кабель	500
10Base-2	10	«шина»	тонкий коаксиальный кабель	185; реально — до 300
10Base-T	10	«звезда»	витая пара	100
10Base-FL	10	«звезда»	оптоволокно	500 (станция-концентратор); 2000 (между концентраторами)
<i>Fast Ethernet</i>				
100Base-TX	100	«звезда»	витая пара категории 5 (используется две пары)	100
100Base-T4	100	«звезда»	витая пара категории 3, 4 или 5 (используется четыре пары)	100
100Base-FX	100	«звезда»	многомодовое или одномодовое оптоволокно	2000 (многомодовый); 15000 (одномодовый); реально — до 40 км

Реализация	Скорость передачи данных, Мбит/с	Топология	Среда передачи	Максимальная длина кабеля, м
<i>Gigabit Ethernet</i>				
<b>1000Base-T</b>	1000	«звезда»	витая пара категории 5 или выше	100
<b>1000Base-CX</b>	1000	«звезда»	специальный кабель типа STP	25
<b>1000Base-SX</b>	1000	«звезда»	оптоволокно	220–550 (многомодовый), в зависимости от типа
<b>1000Base-LX</b>	1000	«звезда»	оптоволокно	550 (многомодовый); 5000 (одномодовый); реально — до 80 км
<i>10 Gigabit Ethernet</i>				
<b>10GBase-x</b> (x — набор стандартов)	10000	«звезда»	оптоволокно	300–40000 (в зависимости от типа кабеля и длины волны лазера)

Основной недостаток сетей Ethernet связан с использованием в них метода доступа к среде CSMA/CD (напомним: это сокращение расшифровывается как «множественный доступ с контролем несущей и обнаружением столкновений»). При увеличении количества компьютеров растет число столкновений, что снижает пропускную способность сети и увеличивает время доставки кадров. Поэтому рекомендуемой нагрузкой для сетей Ethernet считается уровень в 30–40 % от общей полосы пропускания. Сразу заметим, что в современных сетях этот

недостаток довольно легко устраняется путем замены концентраторов *мостами* и *коммутаторами*, умеющими «изолировать» передачу данных между двумя компьютерами в сети от других (об этих устройствах будет рассказ в следующей главе).

А вот преимуществ у архитектуры Ethernet довольно много. Прежде всего, сама эта технология довольно проста в реализации. Соответственно, Ethernet-устройства (сетевые адаптеры, концентраторы, коммутаторы и т. д.) оказываются значительно дешевле аналогичных устройств других сетевых архитектур. В Ethernet можно использовать практически любые виды кабеля, а применение оптоволоконна позволяет объединять участки сетей, расположенные далеко друг от друга. Наконец, совместимость различных вариантов Ethernet очень высока, что позволяет не только наращивать мощности сети с использованием существующей кабельной инфраструктуры, но и легко расширять сеть, подключая к ней новые, более скоростные сегменты. Поэтому сегодня архитектура Ethernet не только стала господствующей в локальных сетях, но и вытесняет другие технологии в региональных и глобальных сетях.

## Беспроводные сети

Перейдем теперь к беспроводным сетевым решениям, из которых в локальных сетях сейчас наиболее часто применяются технологии Wi-Fi и Bluetooth.

**Wi-Fi** (сокращение от «Wireless Fidelity», «беспроводная точность») — популярная в мире и быстро развивающаяся в России технология, обеспечивающая беспроводное подключение мобильных пользователей к локальной сети и Интернету (рис. 5.2).

Под именем «Wi-Fi» на самом деле скрывается несколько стандартов, разработанных для беспро-

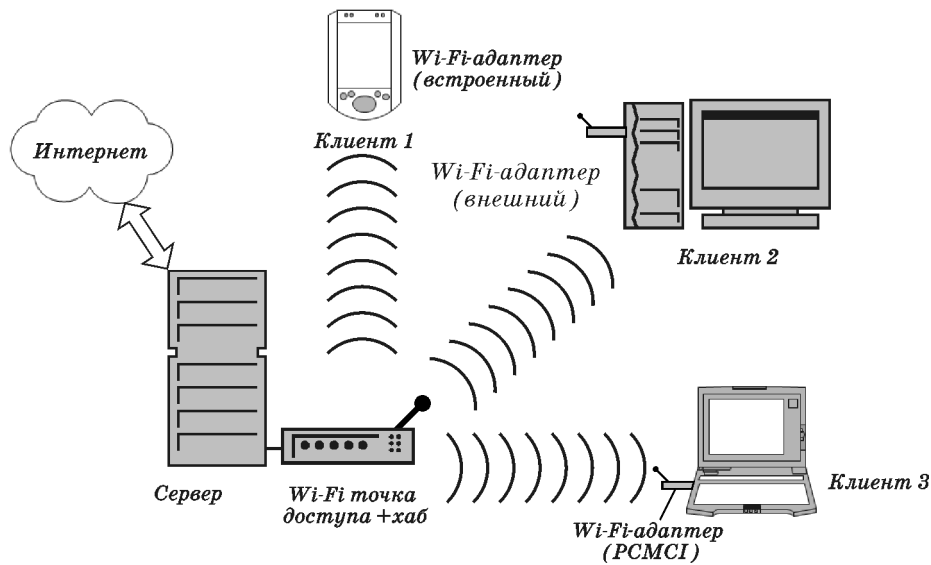


Рис. 5.2

водных сетей на основе выпущенной еще в 1997 г. спецификации IEEE 802.11 (табл. 5.3).

Важно отметить, что в стандарте 802.11 предусматривается использование только *полудуплексных приемопередатчиков*, которые не могут одновременно передавать и принимать информацию. Из-за этого в беспроводных сетях 802.11 станция в принципе не может обнаружить столкновение во время передачи (поскольку в это время не имеет возможности принимать данные). Поэтому в качестве метода доступа к среде во всех стандартах используется метод CSMA/CA (с предотвращением коллизий), позволяющий избегать столкновений. Это приводит к дополнительным сложностям при взаимодействии и, как следствие, к существенно меньшим скоростям передачи данных, чем, например, в технологии Ethernet.

Основным же недостатком сетей Wi-Fi на сегодня является довольно малая дальность передачи данных,

Таблица 5.3

## Наиболее важные стандарты IEEE 802.11x

Стандарт	Среда передачи	Скорости передачи, Мбит/с	Примечание
802.11	радиосигнал с частотой около 2,4 ГГц или ИК-сигнал	1 или 2	Базовый стандарт, определяющий взаимодействие на физическом и канальном уровнях модели OSI
802.11a	радиосигнал с частотой около 5 ГГц	до 54	Несовместим на физическом уровне со стандартами 802.11b и g; в России не используется
802.11b	радиосигнал с частотой 2,4–2,483 ГГц	до 11	Имеет относительно низкую скорость и защищенность (защита шифрованием по технологии WEP — Wireless Equivalent Privacy). Обеспечивает несколько большую, по сравнению с другими стандартами, дальность передачи данных
802.11g	радиосигнал с частотой 2,4–2,483 ГГц	до 54	Обеспечивает обратную совместимость со стандартом 802.11b, но характеризуется большей скоростью и защищенностью (кроме WEP, поддерживается стандарт защиты WPA — Wi-Fi Protected Access)

не превышающая для большинства устройств 150 м (максимум 300 м) на открытом пространстве или всего нескольких десятков метров — в помещении.

Решением указанной проблемы может стать архитектура **WiMAX** (Worldwide Interoperability for Microwave Access), разрабатываемая в рамках рабочей группы IEEE 802.16. Реализация этой технологии, также использующей радиосигналы в качестве среды передачи, позволит предоставить пользователям скоростной беспроводной доступ на расстояниях до нескольких десятков километров (рис. 5.3).

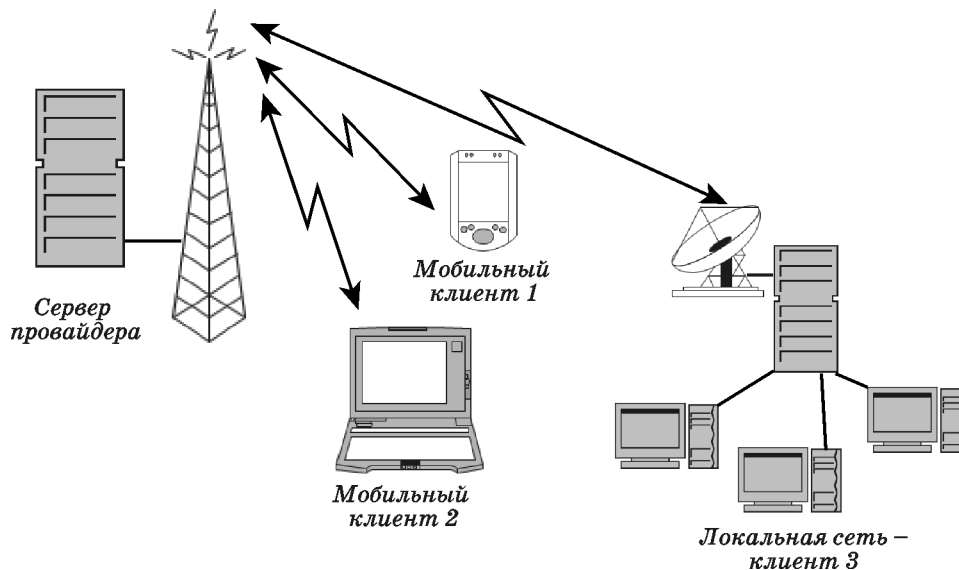


Рис. 5.3



#### Wireless USB — альтернатива Bluetooth

Технология Wireless USB основана на использовании нового стандарта ультраширокополосной беспроводной связи — UWB и обеспечивает сверхвысокоскоростную (до 480 Мбит/с, а в перспективе — и до 1 Гбит/с) передачу данных на короткие расстояния (до 10 м). Она позволяет реализовать беспроводное подключение периферийных устройств, аналогичное USB 2.0.

Первый серийный образец адаптера Wireless USB был представлен на Форуме Intel для разработчиков (IDF-2005). В продаже такие адаптеры, должны появиться в начале 2006 г.

Наконец, стоит упомянуть еще об одной из популярных сегодня беспроводных архитектур — о технологии **Bluetooth** (стандарт IEEE 802.15.1), а также о совсем новой технологии **ZigBee**.

Как и в Wi-Fi, в Bluetooth используется радиосигнал с частотой 2,4 ГГц, однако эти стандарты между собой несовместимы. Bluetooth характеризуется довольно низким энергопотреблением, что позволяет с успехом применять эту технологию в переносных устройствах — ноутбуках, КПК и мобильных телефонах (рис. 5.4). К тому же Bluetooth практически не требует настройки — этот стандарт позволяет устройствам устанавливать взаимодействие при минимальном участии пользователя. С другой стороны, у Bluetooth весьма низкие показатели по дальности передачи и пропускной способности — не более 10 метров и 400–700 Кбит/с, — что резко ограничивает возможности использования этой технологии в локальных сетях.

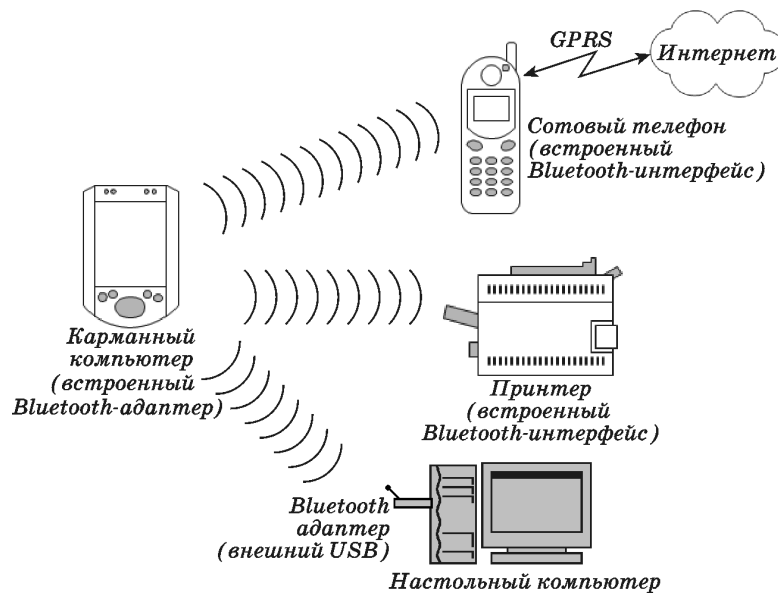


Рис. 5.4

У технологии ZigBee, появившейся недавно благодаря усилиям нескольких крупных коммуникационных компаний (стандарт 802.15.4), показатели еще «скромнее» — ее спецификация предусматривает защищенную передачу данных в радиусе 10–75 метров и с максимальной скоростью до 250 Кбит/с. Казалось бы, зачем она нужна, если скорости передачи в ней еще ниже, чем для Bluetooth. Однако «изюминкой» устройств ZigBee является их сверхнизкое энергопотребление и способность переходить в «спящий режим», когда передача данных не требуется. Поэтому основной сферой использования ZigBee-устройств станут не локальные сети, а системы мониторинга и контроля аппаратуры, в том числе сетевого оборудования.





Основной технологией, используемой сегодня в проводных сетях, является Ethernet. Важно лишь определить конкретный стандарт или набор стандартов, которые используются в сети, и закупить нужное оборудование. При этом рекомендации достаточно просты: старайтесь выбрать наиболее скоростное и надежное оборудование, удовлетворяющее вас по цене. Желательно, чтобы это оборудование было максимально функциональным и управляемым, однако эти критерии более значимы для сетевых администраторов крупных корпоративных сетей.

Для подключения беспроводных клиентов следует остановиться на технологии Wi-Fi, причем выбирать нужно устройства, поддерживающие последний стандарт 802.11g, — только в нем обеспечивается достаточная скорость передачи данных и, самое главное, их надежная защита.



### **Вопросы для повторения**

1. Какие вы знаете сетевые архитектуры? Каковы их преимущества и недостатки?
2. Почему архитектура Ethernet сегодня получила наибольшее распространение?
3. Какие вы знаете разновидности архитектуры Ethernet? Чем они различаются?
4. Какие вы знаете беспроводные сетевые технологии?
5. Какие сетевые технологии, на ваш взгляд, лучше всего использовать:
  - при создании локальной сети в крупном офисе?
  - при развертывании домашней сети в городской квартире (с телефоном)?
  - при развертывании домашней сети в сельском доме (не телефонизированном)?
  - при объединении в сеть мобильных компьютеров (ЖПК) на территории торгового центра или склада?
  - при организации систем сбора данных в полевых условиях на территории поселка в сельской местности?