Департамент общего и профессионального образования Брянской области ГОУ СПО Новозыбковский профессионально-педагогический колледж

**КУРСОВАЯ РАБОТА**

**Кодирование сигналов при использовании беспроводной связи**

Коряко Константин Геннадьевич

 Специальность 050202

 Информатика

 V курс, 52 группа

 Научный руководитель:

 Милютин Александр Юрьевич

Новозыбков, 2009

# Введение

Сделав звонок с мобильного телефона, получив сообщение на пейджер, проверив почту с помощью карманного компьютера или даже увидев рекламу всего вышеперечисленного, мы сталкиваемся с беспроводной информационной, компьютерной или голосовой сетью.

Если компании или отдельному пользователю необходимо сделать информацию портативной, мобильной и доступной, то лучшим вариантом является беспроводная сеть. Система беспроводной связи избавлена главного недостатка проводных сетей — проблем с подсоединением через кабели. Такая сеть поможет сэкономить время и деньги за счет отказа от огромного количества кабелей. Если возникает необходимость переместить компьютер в другую часть офиса, компьютер с картой беспроводной сети легко эксплуатируется.

Беспроводные сети очень удобны в общественных местах: библиотеках, гостиницах, кафе и школах — везде, где может потребоваться беспроводной доступ в Интернет. С экономической точки зрения выигрывают как провайдеры, так и их клиенты. Провайдер взимает плату за использование услуг, а пользователь может воспользоваться этими услугами в любом удобном для себя месте, вдали от дома или офиса, например. Но у беспроводных сетей есть и свои недостатки. Качество связи не гарантируется, и в случае возникновения препятствия она теряется.

Поэтому, необходимо рассмотреть основные виды беспроводных сетей, а также основные технические характеристики аппаратного обеспечения беспроводных компьютерных сетей.

Объект исследования – беспроводные технологии и принцип осуществления передачи информации в беспроводных технологиях.

Предмет исследования – технология кодирования информации при передаче ее с помощью каналов беспроводной связи.

Цель исследования – изучение процесса кодирования информации в современных протоколах беспроводной связи.

Задачи исследования:

* Изучить процесс функционирования протоколов беспроводной связи;
* Выявить отличия проводных сетей от беспроводных;
* Рассмотреть основные принципы современных беспроводных технологий.

Метод исследования – анализ изученной литературы.

**Из истории беспроводной связи**

Беспроводные сети передачи информации, как следует из их названия, базируются на совокупности двух групп технологий - беспроводной передачи информации и сетевого взаимодействия. Исторически эта технология зародилась еще в позапрошлом веке. Родоначальником всех электронных сетей( систем) передачи данных, видимо следует считать американского художника Самуэля Финли Бриза Морзе. В 1837 г. Он разработал свою систему электросвязи по металлическому проводу и дал ей название телеграф. Годом позже он дополнил ее знаменитой азбукой Морзе, т.е. механизмом кодирования источника, обязательным элементом всех современных сетей.

 Бесроводные технологии зарождались также в XIX в. Идея носилась в воздухе, вплотную к ней подошли такие ученые, как Г.Герц, О.Лодж, Э.Бранли. В 1892 г. Английский ученый Вильям Крукс теоретически показал возможность и описал принципы радиосвязи. В 1893 г. сербский ученый Никола Тесла в США продемонстрировал передачу сигналов на расстояние.

 С 1878 г. над проблемой беспроводной связи работал преподаватель минных классов в Кронштадте Александр Степанович Попов. В 1884 г. он изобрел первую приеную антенну, создал прибор для регистрации грозовых разрядов на основе когерера – стеклянной трубки, заполненной металлическими опилками. Под воздействием электромагнитного поля проводимость этой трубки резко возрастала. В 1895 году 25 апреля русский учёный Александр Степанович Попов сделал доклад, посвящённый методу использования излученных электромагнитных волн для беспроводной передачи электрических сигналов, содержащих информацию. В марте 1896 года А.С. Попов провёл эксперимент, в котором на 250 метров передал радиограмму с двумя словами «Генрих Герц».

В июле 1901 года английской компании «Маркони» удалось передать сигналы из станции Польдю в Англии в станцию Сент-Джонс в Ньюфаунленде. Сама компания была в начале двадцатого века единственной, кто осуществлял проводную междугороднюю и международную связь. Сигналы ежедневно передавались по кабелям, проложенными между США и Европой.

В 1921 году полиция города Детройта, США, получила возможность использовать мобильную связь в автомобилях. Использовались частоты в диапазоне около 2 МГц, связь была ненадёжной и постоянно возникали помехи.

В ряде городов США появлялись небольшие радиотелефонные сети, однако заметных прибылей они не приносили. Ещё одной из причин торможения была Федеральная Комиссия по Коммуникациям (Federal Communications Commissions (FСС), которой потребовался 21 год, чтобы официально разрешить широкомасштабное использование сотовых телефонов гражданскими лицами. В 1967 году были созданы первые портативные рации, которые и дали толчок к созданию мобильного телефона. Весной 1973, 3 апреля, сотрудники Motorola на вершине 50-этажного здания в Нью-Йорке установили первую базовую станцию. Станция могла одновременно поддерживать тридцать пользователей и предоставлять им доступ к городской телефонной сети. Мартин Купер, под руководством которого и создавался этот проект, самолично сделал первый в мире звонок с мобильного телефона. Причём, он позвонил главе исследовательского отдела конкурентной Bell Laboratories, Джоэлю Энгелю. Общение конкурентов, несмотря на детскую выходку Купера, прошло вполне политкорректно, и Энгель поздравил Motorola с триумфом.

**Функционирование протоколов беспроводной связи**

Повсеместное распространение беспроводных сетей, развитие инфраструктуры хот-спотов, появление мобильных технологий со встроенным беспроводным решением (Intel Centrino) привело к тому, что конечные пользователи (не говоря уже о корпоративных клиентах) стали обращать все большее внимание на беспроводные решения. Такие решения рассматриваются, прежде всего, как средство развертывания мобильных и стационарных беспроводных локальных сетей и средство оперативного доступа в Интернет. Однако конечный пользователь, не являющийся сетевым администратором, как правило, не слишком хорошо разбирается в сетевых технологиях, поэтому ему трудно сделать выбор при покупке беспроводного решения, особенно учитывая многообразие предлагаемых сегодня продуктов. Бурное развитие технологии беспроводной связи привело к тому, что пользователи, не успев привыкнуть к одному стандарту, вынуждены переходить на другой, предлагающий еще более высокие скорости передачи. Речь, конечно же, идет о семействе протоколов беспроводной связи, известном как IEEE 802.11, куда входят следующие протоколы: 802.11, 802.11b, 802.11b+, 802.11a, 802.11g. В последнее время стали говорить и о расширении протокола 802.11g.

Различные типы беспроводных сетей отличаются друг от друга и радиусом действия, и поддерживаемыми скоростями соединения, и технологией кодирования данных. Так, стандарт IEEE 802.11b предусматривает максимальную скорость соединения 11 Мбит/с, стандарт IEEE 802.11b+ - 22 Мбит/с, стандарты IEEE 802.11g и 802.11a - 54 Мбит/с.

**Технология DSSS**

При потенциальном кодировании информационные биты - логические нули и единицы - передаются прямоугольными импульсами напряжений. Прямоугольный импульс длительности T имеет спектр, ширина которого обратно пропорциональна длительности импульса. Поэтому чем меньше длительность информационного бита, тем больший спектр занимает такой сигнал.

Для преднамеренного уширения спектра первоначально узкополосного сигнала в технологии DSSS в каждый передаваемый информационный бит (логический 0 или 1) в буквальном смысле встраивается последовательность так называемых чипов. Если информационные биты - логические нули или единицы - при потенциальном кодировании информации можно представить в виде последовательности прямоугольных импульсов, то каждый отдельный чип - это тоже прямоугольный импульс, но его длительность в несколько раз меньше длительности информационного бита. Последовательность чипов представляет собой последовательность прямоугольных импульсов, то есть нулей и единиц, однако эти нули и единицы не являются информационными. Поскольку длительность одного чипа в n раз меньше длительности информационного бита, то и ширина спектра преобразованного сигнала будет в n-раз больше ширины спектра первоначального сигнала. При этом и амплитуда передаваемого сигнала уменьшится в n раз.

Чтобы уширить спектр сигнала и сделать его неотличимым от естественного шума, в принципе, можно воспользоваться произвольной (случайной) чиповой последовательностью. Однако, возникает вопрос: а как такой сигнал принимать? Ведь если он становится шумоподобным, то выделить из него полезный информационный сигнал не так то просто, если вообще возможно. Оказывается, возможно, но для этого нужно соответствующим образом подобрать чиповую последовательность. Используемые для уширения спектра сигнала чиповые последовательности должны удовлетворять определенным требованиям автокорреляции. Под термином автокорреляции в математике подразумевают степень подобия функции самой себе в различные моменты времени. Если подобрать такую чиповую последовательность, для которой функция автокорреляции будет иметь резко выраженный пик лишь для одного момента времени, то такой информационный сигнал возможно будет выделить на уровне шума. Для этого в приемнике полученный сигнал умножается на ту же чиповую последовательность, то есть вычисляется автокорреляционная функция сигнала. В результате сигнал становится опять узкополосным, поэтому его фильтруют в узкой полосе частот и любая помеха, попадающая в полосу исходного широкополосного сигнала, после умножения на чиповую последовательность, наоборот, становится широкополосной и обрезается фильтрами, а в узкую информационную полосу попадает лишь часть помехи, по мощности значительно меньшая, чем помеха, действующая на входе приемника (рис. 1).

|  |
| --- |
|  |
| Рис. 1. Использование технологии уширения спектра позволяет предавать данные на уровне естественного шума. |

**Двоичное пакетное сверточное кодирование PBCC**

Для дальнейшего рассмотрения протокола 802.11b/b+ нам предстоит ознакомиться с еще одним типом кодирования - так называемым двоичным пакетным сверточным кодированием (Packet Binary Convolutional Coding, PBCC).

Идея сверточного кодирования заключается в следующем. Входящая последовательность информационных бит преобразуется в специальном сверточном кодере таким образом, чтобы каждому входному биту соответствовало более одного выходного. То есть сверточный кодер добавляет определенную избыточную информацию к исходной последовательности. Если, к примеру, каждому входному биту соответствует два выходных, то говорят о сверточном кодировании со скоростью r = 1/2. Если же каждым двум входным битам соответствует три выходных, то скорость сверточного кодирования будет составлять уже 2/3.

Любой сверточный кодер строится на основе нескольких последовательно связанных запоминающих ячеек и логических элементов, связывающих эти ячейки между собой. Количество запоминающих ячеек определяет количество возможных состояний кодера. Если, к примеру, в сверточном кодере используется шесть запоминающих ячеек, то в кодере хранится информация о шести предыдущих состояниях сигнала, а с учетом значения входящего бита получим, что в таком кодере используется семь бит входной последовательности. Такой сверточный кодер называется кодером на семь состояний (K = 7).

Выходные биты, формируемые в сверточном кодере, определяются значениями входного бита и битами, хранимыми в запоминающих ячейках, то есть значение каждого формируемого выходного бита зависит не только от входящего информационного бита, но и от нескольких предыдущих битов.

В технологии PBCC используются сверточные кодеры на семь состояний (K = 7) со скоростью r=1/2. Главным достоинством сверточных кодеров является помехоустойчивость формируемой ими последовательности. Дело в том, что при избыточности кодирования даже в случае возникновения ошибок приема исходная последовательность бит может быть безошибочно восстановлена. Для восстановления исходной последовательности битов на стороне приемника применяется декодер Витерби.

Дибит, формируемый в сверточном кодере, используется в дальнейшем в качестве передаваемого символа, но предварительно этот дибит подвергается фазовой модуляции. Причем в зависимости от скорости передачи возможна двоичная, квадратурная или даже восьмипозиционная фазовая модуляция.

В сверточный кодер (K = 7, R = 1/2) данные поступают со скоростью 22 Мбит/с. После добавления избыточности в сверточном кодере биты со скоростью потока 44 Мбит/с поступают в пунктурный кодер 4:3, в котором избыточность уменьшается так, чтобы на каждые четыре входных бита приходилось три выходных. Следовательно, после пунктурного кодера скорость потока составит уже 33 Мбит/с (не информационная, а общая скорость с учетом добавленных избыточных битов). Полученная в результате последовательность направляется в фазовый модулятор 8-PSK, где каждые три бита упаковываются в один символ. При этом скорость передачи составит 11×106 символов в секунду, а информационная скорость - 22 Мбит/с (рис. 2).

|  |
| --- |
|  |
| Рис. 2. Реализация скорости 22 Мбит/с в протоколе 802.11g. |

**Ортогональное частотное разделение каналов с мультиплексированием**

Распространение сигналов в открытой среде, коей является радиоэфир, сопровождается возникновением всякого рода помех, источником которых служат сами распространяемые сигналы. Классический пример такого рода помех - эффект многолучевой интерференции сигналов, заключающийся в том, что в результате многократных отражений сигала от естественных преград один и тот же сигнал может попадать в приемник различными путями. Следствием многолучевой интерференции является искажение принимаемого сигнала. Многолучевая интерференция присуща любому типу сигналов, но особенно негативно она сказывается на широкополосных сигналах.

Чтобы избежать, а точнее, частично компенсировать эффект многолучевого распространения, используются частотные эквалайзеры, однако по мере роста скорости передачи данных либо за счет увеличения символьной скорости, либо из-за усложнения схемы кодирования, эффективность использования эквалайзеров падает.

В стандарте 802.11b с максимальной скоростью передачи 11 Мбит/с при использовании CCK-кодов схемы компенсации межсимвольной интерференции вполне успешно справляются с возложенной на них задачей, но при более высоких скоростях такой подход становится неприемлемым.

Поэтому при более высоких скоростях передачи применяется принципиально иной метод кодирования данных - ортогональное частотное разделение каналов с мультиплексированием (Orthogonal Frequency Division Multiplexing, OFDM). Идея данного метода заключается в том, что поток передаваемых данных распределяется по множеству частотных подканалов и передача ведется параллельно на всех этих подканалах. При этом высокая скорость передачи достигается именно за счет одновременной передачи данных по всем каналам, а скорость передачи в отдельном подканале может быть и невысокой.

Поскольку в каждом из частотных подканалов скорость передачи данных можно сделать не слишком высокой, это создает предпосылки для эффективного подавления межсимвольной интерференции.

При частотном разделении каналов необходимо, чтобы ширина отдельного канала была, с одной стороны, достаточно узкой для минимизации искажения сигнала в пределах отдельного канала, а с другой - достаточно широкой для обеспечения требуемой скорости передачи. Кроме того, для экономного использования всей полосы канала, разделяемого на подканалы, желательно как можно более плотно расположить частотные подканалы, но при этом избежать межканальной интерференции, чтобы обеспечить полную независимость каналов друг от друга. Частотные каналы, удовлетворяющие перечисленным требованиям, называются ортогональными. Несущие сигналы всех частотных подканалов (а точнее, функции, описывающие эти сигналы) ортогональны друг другу.

Важно, что хотя сами частотные подканалы могут частично перекрывать друг друга, ортогональность несущих сигналов гарантирует частотную независимость каналов друг от друга, а, следовательно, и отсутствие межканальной интерференции (рис. 3).

|  |
| --- |
|  |
| Рис. 3. Пример перекрывающихся частотных каналов с ортогональными несущими. |

Рассмотренный способ деления широкополосного канала на ортогональные частотные подканалы называется ортогональным частотным разделением с мультиплексированием (OFDM). Одним из ключевых преимуществ метода OFDM является сочетание высокой скорости передачи с эффективным противостоянием многолучевому распространению. Неотъемлемой частью технологии OFDM является охранный интервал (Guard Interval, GI) - циклическое повторение окончания символа, пристраиваемое в начале символа (рис. 4).

|  |
| --- |
|  |
| Рис. 4. Охранный интервал GI. |

Охранный интервал является избыточной информацией и в этом смысле снижает полезную (информационную) скорость передачи, но именно он служит защитой от возникновения межсимвольной интерференции.

**Беспроводные технологии и классификация беспроводных сетей**

Беспроводные технологии — подкласс информационных технологий, служащих для передачи информации на расстояние между двумя и более точками, не требуя связи их проводами. Для передачи информации может использоваться инфракрасное излучение, радиоволны, оптическое или лазерное излучение.

В настоящее время существует множество беспроводных технологий. Каждая технология обладает определёнными характеристиками, которые определяют её область применения.

Существуют различные подходы к классификации беспроводных технологий.

По дальности действия можно выделить:

Рис. 1. Классификация 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.

**WPANS: Беспроводные персональные сети**

Две современные технологии создания беспроводных персональных сетей — это Infra Red (IR (ИК)) и Bluetooth (IEEE 802.15). Они предоставляют возможность связи устройств в радиусе 30 футов (около 10 м). Для установки ИК связи устройства должны находиться в зоне прямой видимости. Их связь характеризуется достаточно небольшим расстоянием.

**WLANS: Беспроводные локальные сети**

WLANS предоставляет возможность пользователям определенного района или места, например, университетского городка или библиотеки, создать сеть и получить доступ в Интернет. Временная сеть может быть создана с ограниченным числом пользователей и без приемоперадатчика при условии, что им не требуется доступ к Интернет-ресурсам.

**WMANS: Беспроводные городские сети**

Даная технология позволяет объединять несколько сетей в городе, например, городские здания, что является прекрасной альтернативой кабельному соединению.

Также в некоторых источниках выделяют глобальные беспроводные сети (WWANS), которые действуют до 10 тис. км.

**WWANS: Беспроводные глобальные сети**

Данный тип сетей объединяет различные города и страны посредством систем спутниковой или антенной связи. Их называют системами 2G (системами второго поколения).

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.

Рис. 2. Классификация по дальности действия и максимальной скорости передачи данных

По области применения можно выделить:

* Корпоративные (ведомственные) беспроводные сети — создаваемые компаниями для собственных нужд.
* Операторские беспроводные сети — создаваемые операторами связи для возмездного оказания услуг.

В комплексе с классификацией беспроводных сетей необходимо рассмотреть основные стандарты, которые действуют в этой области.

Стандарт **802.11** впервые появился в 1990-х годах. Он был разработан Институтом электроники и электрики. Теперь он является ведущей технологией в мире беспроводных сетей. Использование FHSS (frequency hopping spread spectrum) or DSSS (direct sequence spread spectrum) обеспечивает передачу данных со скоростью от 1 до 2 Мбит в секунду в 2.4 ГГц канале.

**802.11a**

Использование OFDM (orthogonal frequency division multiplexing) обеспечивает передачу данных со скоростью до 54 Мбит в секунду в 5 ГГц канале.

**802.11b**

Известен как Wi-Fi или высокопроизводительный стандарт 802.11, он использует DSSS и применяется к локальным сетям. Стандарт используется в основном в частных целях, в домах. Гарантирует скорость 11 Мбит в секунду запас 5,5, 2 и Мбит в секунду.

**802.11g**

Обеспечивает скорость 20 Мбит в секунду и более, применяется с локальными сетями в канале 2,4 ГГц.

**802.16-2004 (известен также как 802.16d и фиксированный WiMAX)**. Спецификация утверждена в 2004 году. Используется ортогональное частотное мультиплексирование (OFDM), поддерживается фиксированный доступ в зонах с наличием либо отсутствием прямой видимости. Пользовательские устройства представляют собой стационарные модемы для установки вне и внутри помещений, а также PCMCIA-карты для ноутбуков. В большинстве стран под эту технологию отведены диапазоны 3,5 и 5 ГГц. По сведениям WiMAX Forum, насчитывается уже порядка 175 внедрений фиксированной версии. Многие аналитики видят в ней конкурирующую или взаимодополняющую технологию проводного широкополосного

доступа DSL.

**802.16-2005 (известен также как 802.16e и мобильный WiMAX)**. Спецификация утверждена в 2005 году. Это — новый виток развития технологии фиксированного доступа (802.16d). Оптимизированная для поддержки мобильных пользователей версия поддерживает ряд специфических функций, таких как хэндовер и роуминг. Применяется масштабируемый OFDM-доступ (SOFDMA), возможна работа при наличии либо отсутствии прямой видимости. Планируемые частотные диапазоны для сетей Mobile WiMAX таковы: 2,3; 2,5; 3,4–3,8 ГГц. В мире реализованы несколько пилотных проектов, а недавно оператор Sprint анонсировал старт проекта национального масштаба. Конкурентами 802.16e являются все мобильные технологии третьего поколения (например, EV-DO, HSXPA).

Необходимо рассмотреть основные отличия проводных и беспроводных сетей(см. Таблица 1).

Таблица 1.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Характеристика** | **Проводные** | **Беспроводные** |
| **Среда передачи** | Кабель (медный, оптический) | Кабель не требуется, передача при помощи электромагнитных волн |
| **Пропускная способность** | Высокая | Ограниченная |
| **Расстояния между точками** | Большие | Как правило, ограничены |
| **Мобильность абонентов** | Не обеспечивается | Может быть обеспечена |

**Описание технологий**

Для беспроводных компьютерных сетей используются следующие технологии: Wi-Fi, WiMax, Bluetooth, IrDa, радиосвязь, GPRS/EDGE, 3G.

**Wi-Fi**

Wi-Fi был создан в 1991 NCR Corporation/AT&T (впоследствии — Lucent и Agere Systems) в Ньивегейн, Нидерланды. Продукты, предназначавшиеся изначально для систем кассового обслуживания, были выведены на рынок под маркой WaveLAN и обеспечивали скорость передачи данных от 1 до 2 Мбит/с. Создатель Wi-Fi - Вик Хейз (Vic Hayes).

Преимущества Wi-Fi. Позволяет развернуть сеть без прокладки кабеля, может уменьшить стоимость развёртывания и расширения сети. Места, где нельзя проложить кабель, например, вне помещений и в зданиях, имеющих историческую ценность, могут обслуживаться беспроводными сетями.

Wi-Fi — это набор глобальных стандартов. В отличие от сотовых телефонов, Wi-Fi оборудование может работать в разных странах по всему миру.

Недостатки Wi-Fi. Частотный диапазон и эксплуатационные ограничения в различных странах неодинаковы; во многих европейских странах разрешены два дополнительных канала, которые запрещены в США.

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

Wi-Fi имеют ограниченный радиус действия. Типичный домашний Wi-Fi маршрутизатор стандарта 802.11b или 802.11g имеет радиус действия 45 м в помещении и 90 м снаружи. Микроволновка или зеркало, расположенные между устройствами Wi-Fi, ослабляют уровень сигнала. Расстояние зависит также от частоты.

Уменьшение производительности сети во время дождя.

Перегрузка оборудования при передаче небольших пакетов данных из-за присоединения большого количества служебной информации.

**WiMAX**

WiMAX (англ. Worldwide Interoperability for Microwave Access, по-русски читается вайма́кс, по-английски ваймэкс) — 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 так же называют Wireless MAN. Форум описывает WiMAX как «основанную на стандарте технологию, предоставляющую высокоскоростной беспроводной доступ к сети, альтернативный выделенным линиям и DSL».

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 линиям и 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 большей пропускной способностью и покрытием, чем у Wi-Fi сетей. Это позволяет использовать технологию в качестве «магистральных каналов», продолжением которых выступают традиционные DSL- и выделенные линии, а так же локальные сети. В результате подобный подход позволяет создавать масштабируемые высокоскоростные сети масштабов целых городов.

**Bluetooth**

Bluetooth (переводится синий зуб, в честь Харальда I Синезубого; разговорные названия: блютус, блютуф) — производственная спецификация беспроводных персональных сетей (Wireless personal area network, WPAN).

Bluetooth обеспечивает обмен информацией между такими устройствами как карманные и обычные персональные компьютеры, мобильные телефоны, ноутбуки, принтеры, цифровые фотоаппараты, мышки, клавиатуры, джойстики, наушники, гарнитуры на надёжной, недорогой, повсеместно доступной радиочастоте для ближней связи.

Bluetooth позволяет этим устройствам сообщаться, когда они находятся в радиусе до 10-100 метров друг от друга (дальность очень сильно зависит от преград и помех), даже в разных помещениях.

Радиосвязь Bluetooth осуществляется в ISM-диапазоне (англ. Industry, Science and Medicine), который используется в различных бытовых приборах и беспроводных сетях. Спектр сигнала формируется по методу FHSS (Frequency Hopping Spread Spectrum — псевдослучайная перестройка рабочей частоты). Метод FHSS прост в реализации, обеспечивает устойчивость к широкополосным помехам, а оборудование стоит недорого.

Технология Bluetooth используется для создания небольших сетей до 8 устройств: карманных и портативных компьютеров, мобильных телефонов и ПК. Но данная технология может использоваться и в клавиатурах, мышках, наушниках, устройствах hands-free и т. д.

 **Infrared Data Association**

Infrared Data Association — IrDA, ИК-порт, Инфракрасный порт — группа стандартов, описывающая протоколы физического и логического уровня передачи данных с использованием инфракрасного диапазона световых волн в качестве носителя.

Была особо популярна в конце 1990-х начале 2000-х годов. В данное время практически вытеснена более современными способами связи, такими как WiFi и Bluetooth. Вопреки распространенному мнению, основной причиной отказа от IrDA была вовсе не низкая скорость передачи данных, а ограниченная дальность действия и требования прямой видимости пары приемник-передатчик.

Аппаратная реализация, как правило, представляет собой пару из передатчика, в виде светодиода, и приемника, в виде фотодиода расположенных на каждой из сторон линии связи. Наличие и передатчика и приемника на каждой из сторон является необходимым для использования протоколов гарантированной доставки данных.

В повседневной жизни мы постоянно сталкиваемся с ИК-портами. Дистанционный пульт управления передает команды на телевизор или видеомагнитофон с помощью IrDA. Сейчас ИК-портами все ещё оснащается большинство мобильных телефонов, ноутбуков и карманных компьютеров. ИК-портами оснащаются некоторые принтеры и цифровые фотоаппараты. Большинство настольных ПК, напротив, не имеет инфракрасного порта в стандартной системной конфигурации, и для них необходим ИК-адаптер, который подключается к компьютеру через USB, СОМ-порт или в специальный разъем на материнской плате.

Через ИК-порт можно, например, передать цифровую визитную карточку, мелодию, картинку или файл на другой мобильник или компьютер, на котором также имеется ИК-порт.

**Радио**

Ра́дио (лат. radio — излучаю, испускаю лучи ← radius — луч) — разновидность беспроводной связи, при которой в качестве носителя сигнала используются радиоволны, свободно распространяемые в пространстве.

## Принцип работы

Передача происходит следующим образом: на передающей стороне формируется радиоволна (сигнал) с требуемой частотой и мощностью. Далее передаваемый сигнал модулирует более высокочастотное колебание (несущую). Полученный модулированный сигнал излучается антенной в пространство. На приёмной стороне радиоволны наводят модулированный сигнал в антенне, после чего он фильтруется и демодулируется. После демодуляции получается сигнал, с некоторыми (возможно допустимыми) различиями с сигналом, который мы передавали передатчиком.

## Частотные диапазоны

Частотная сетка, используемая в радиосвязи, условно разбита на диапазоны:[1]

* Длинные волны (ДВ) — f = 150—450 кГц (λ = 2000—670 м)
* Средние волны (СВ) — f = 500—1600 кГц (λ = 600—190 м)
* Короткие волны (КВ) — f = 3—30 МГц (λ = 100—10 м)
* Ультракороткие волны (УКВ) — f = 30 МГц — 300 МГц (λ = 10—1 м)
* Высокие частоты (ВЧ - сантиметровый диапазон) — f = 300 МГц — 3 ГГц (λ = 1—0,1 м)
* Крайне высокие частоты (КВЧ - миллиметровый диапазон) — f = 3 ГГц — 30 ГГц (λ = 0,1—0,01 м)
* Гипервысокие частоты (ГВЧ - микрометровый диапазон) — f = 30 ГГц — 300 ГГц (λ = 0,01—0,001 м)

**GPRS/EDGE**

Слова GPRS и EDGE стали синонимом мобильного Интернета. Практически все операторы сотовой связи мира предоставляют услуги доступа в Интернет с помощью мобильного устройства.

Оплата услуги GPRS/EDGE необычна: Вы платите не за минуту соединения, как при телефонных разговорах, а за переданные и принятые буквы.

Например, предположим, что стоимость 100 килобайт составляет 50 копеек, а отправка одной SMS - 1 рубль. 100 килобайт - это примерно 100 000 букв, в то время как в SMS - 160 символов. В результате, за 1 рубль (стоимость SMS), Вы могли бы переслать более 1200 смс-ок!

GPRS отличается от EDGE скоростью. У EDGE она в два раза выше, чем у GPRS.

Стандарт GSM позволяет передавать данные со скоростью до 9,6 Кбит/с. Для обмена факсами этого достаточно, для работы в Интернете - слишком мало.

Для ускорения передачи данных разработали HSCSD - High Speed Circuit Switched Data - протокол высокоскоростной передачи данных с коммутацией каналов. Результат достигается объединением нескольких частотных GSM-каналов, используемых для голосовой связи. Однако при использовании HSCSD все отведенные под него линии постоянно заняты, что делает связь слишком дорогой.

На смену HSCSD пришел GPRS - General Packet Radio Service, - который позволяет передавать данные с более эффективным использованием каналов. При подключении к Интернету канал будет занят только при передаче данных, а если передачи не происходит, канал может использоваться другими абонентами.

Впервые EDGE была представлена ESTI (Европейский институт стандартизации электросвязи) в начале 1997 года в качестве эволюции существующего стандарта GSM.

EDGE использует ту же полосу пропускания и структуру временных слотов, что и GSM. Таким образом оператор может продолжать использовать уже имеющиеся диапазоны частот по 200 кГц, структуру каналов и частотные планы, при этом предлагая своим абонентам ряд услуг третьего поколения. Более того, использующийся в EDGE формат пакета полностью идентичен аналогичному пакету в TDMA или GSM. Он включает тестовую последовательность из 26 символов в центре пакета, две хвостовые последовательности из трех символов с каждого конца пакета, две последовательности с данными по 58 символов и контрольную последовательность из 8.25 символов.

EDGE (Enhanced Data rates for Global Evolution) - является эволюционным развитием GSM/GPRS, позволяющим в теории обеспечить беспроводную передачу данных со скоростью до 473,6 кбит/с. Реально достижимая средняя скорость передачи данных составляет 100-120 кбит/с, с пиковыми значениями до 230 кбит/с. Во многом скорость передачи данных в сети с поддержкой технологии EDGE зависит от типа мобильного телефона.

**3G**

3G - это новое поколение мобильной связи, мобильного Интернета. В 3G предусмотрено увеличение скорости передачи данных.

До недавнего времени основным фактором, определяюшим развитие мобильных коммуникаций, была традиционная передача голоса. Однако внедрение новых технологий высокоскоростной передачи данных, включая GPRS и EDGE, и эволюция к системам UMTS/WCDMA позволит операторам сотовой связи предоставлять неограниченные беспроводные мультимедиа-услуги, например, электронные открытки, просмотр Web-страниц, доступ к корпоративным сетям.

UMTS (Universal Mobile Telecommunications System) - это высокоскоростная передача данных, Мобильный Интернет, различные приложения на основе Интернета, интранета и мультимедиа. Ключевой технологией для UMTS является Широкополосный Многостанционный Доступ с Кодовым Разделением (WCDMA). Эта революционная технология радиодоступа, выбранная в сентябре 1998 года Европейским Институтом Стандартов Телекоммуникаций, поддерживает все мультимедийные услуги 3G. Системы WCDMA/UMTS включают усовершенствованную базовую сеть GSM и радиоинтерфейс по технологии WCDMA. Скорость передачи в радиоканале для мобильного абонента достигает 2 Мбит/с. WCDMA предназначена для использования в системах, работающих в частотном диапазоне 2 ГГц, который позволит в полной мере использовать все преимущества этой технологии. Например, всего одна несущая WCDMA шириной 5 МГц обеспечит предоставление смешанных услуг, требующих скоростей передачи от 8 кбит/с до 2 Мбит/с. А мобильные терминалы, совместимые с WCDMA смогут в соответствии с рекомендациями ITU работать сразу с несколькими услугами.

HSDPA, расшифровывающаяся как High Speed Downlink Packet Access - это технология высокоскоростного пакетного доступа по входящему каналу. Предназначенную прежде всего для передачи данных, эта технологию можно сравнить, например, с EDGE в сетях GSM второго поколения, вот HSDPA предлагает скорости в десятки раз выше и, по сути, позволяет расширить емкость сетей третьего поколения в 3-4 раза. Cистемы 3G с поддержкой HSDPA уже получили название 3.5G

Скорость передачи данных:
EDGE - 384 Кбит/с (48 Кбайт/с)
WCDMA (UMTS) - 2 Мбит/с (256 Кбайт/с)
HSDPA - до 8-11 Мбит/с

**Беспроводные компьютерные сети**

Беспроводные компьютерные сети — это технология, позволяющая создавать вычислительные сети, полностью соответствующие стандартам для обычных проводных сетей (например, Ethernet), без использования кабельной проводки. В качестве носителя информации в таких сетях выступают радиоволны СВЧ-диапазона.

## Безопасность

Продукты для беспроводных сетей, соответствующие стандарту IEEE 802.11, предлагают четыре уровня средств безопасности: физический, идентификатор набора служб (SSID — Service Set Identifier), идентификатор управления доступом к среде (MAC ID — Media Access Control ID) и шифрование.

Технология DSSS для передачи данных в частотном диапазоне 2,4 ГГц за последние 50 лет нашла широкое применение в военной связи для улучшения безопасности беспроводных передач. В рамках схемы DSSS поток требующих передачи данных «разворачивается» по каналу шириной 20 МГц в рамках диапазона ISM с помощью схемы ключей дополнительного кода (Complementary Code Keying, CCK). Для декодирования принятых данных получатель должен установить правильный частотный канал и использовать ту же самую схему CCK. Таким образом, технология на базе DSSS обеспечивает первую линию обороны от нежелательного доступа к передаваемым данным. Кроме того, DSSS представляет собой «тихий» интерфейс, так что практически все подслушивающие устройства будут отфильтровывать его как «белый шум».

Механизм Wired Equivalency Privacy (WEP), определенный в стандарте IEEE 802.11, обеспечивает еще один уровень безопасности. Он опирается на алгоритм шифрования RC4 компании RSA Data Security с 40- или 128-разрядными ключами. Несмотря на то, что использование WEP несколько снижает пропускную способность, эта технология заслуживает более пристального внимания. Дополнительные функции WEP затрагивают процессы сетевой аутентификации и шифрования данных. Процесс аутентификации с разделяемым ключом для получения доступа к беспроводной сети использует 64-разрядный ключ — 40-разрядный ключ WEP выступает как секретный, а 24-разрядный вектор инициализации (Initialization Vector) — как разделяемый. Процесс расшифровки данных, закодированных с помощью WEP, заключается в выполнении логической операции «исключающее ИЛИ» (XOR) над ключевым потоком и принятой информацией. Процесс аутентификации с разделяемым ключом не допускает передачи реального 40-разрядного ключа WEP, поэтому этот ключ практически нельзя получить путем контроля за сетевым трафиком. Ключ WEP рекомендуется периодически менять, чтобы гарантировать целостность системы безопасности.

Еще одно преимущество беспроводной сети связано с тем, что физические характеристики сети делают ее локализованной. В результате дальность действия сети ограничивается лишь определенной зоной покрытия. Для подслушивания потенциальный злоумышленник должен будет находиться в непосредственной физической близости, а значит, привлекать к себе внимание. В этом преимущество беспроводных сетей с точки зрения безопасности. Беспроводные сети имеют также уникальную особенность: их можно отключить или модифицировать их параметры, если безопасность зоны вызывает сомнения.

## Несанкционированное вторжение в сеть

Для вторжения в сеть необходимо к ней подключиться. В случае проводной сети требуется электрическое соединение, беспроводной — достаточно оказаться в зоне радиовидимости сети с оборудованием того же типа, на котором построена сеть.

В проводных сетях основное средство защиты на физическом и MAC-уровнях — административный контроль доступа к оборудованию, недопущение злоумышленника к кабельной сети. В сетях, построенных на управляемых коммутаторах, доступ может дополнительно ограничиваться по MAC-адресам сетевых устройств.

В беспроводных сетях для снижения вероятности несанкционированного доступа предусмотрен контроль доступа по MAC-адресам устройств и тот же самый WEP. Поскольку контроль доступа реализуется с помощью точки доступа, он возможен только при инфраструктурной топологии сети. Механизм контроля подразумевает заблаговременное составление таблицы MAC-адресов разрешенных пользователей в точке доступа и обеспечивает передачу только между зарегистрированными беспроводными адаптерами. При топологии «ad-hoc» (каждый с каждым) контроль доступа на уровне радиосети не предусмотрен.

Вероятность несанкционированного вхождения в беспроводную сеть, в которой приняты предусмотренные стандартом меры безопасности, можно считать очень низкой.

**Заключение**

Поставленная нами цель исследования была успешно выполнена.

Изучая процесс функционирования протоколов беспроводной связи было выявлено общее техническое описание и преимущества беспроводных технологий.

Беспроводные сети открывают новую эру возможностей для передачи данных, недоступных в проводном мире. Основные выгоды от использования беспроводных технологий можно разделить на 4 основных категорий: удобство, доступность, скорость, производительность. На первое место среди преимуществ, которые предоставляют беспроводные сети ставят фактор удобства. Это основное преимущество оказывается более важным, чем все остальные вместе взятые, именно оно является решающим аргументом для развертывания беспроводных сетей. Оборудование для беспроводных сетей становится дешевле, быстрее и производительнее буквально каждые шесть месяцев, и наконец оно достигло той точки, где стало конкурентоспособным с проводными сетями. Беспроводные LAN представляют собой очень существенное улучшение функционирования беспроводных сетей передачи данных. Стандарт 802.11 делится на несколько этапов с увеличивающейся скоростью доступа - 802.11b, 802.11a и 802.11g - тогда как HomeRF и другие представляют собой схему доступа. Увеличение гибкости, мобильности и удобства пользования от внедрения беспроводных сетей в итоге приводит к росту производительности. Сетевые ресурсы становятся доступными из любого места, это позволяет создать такую структуру сети, где пользователи и услуги оптимально сочетаются друг с другом. Время может быть потрачено на работу с данными, а не на поиск их в хранилище. Беспроводные сети предоставляют возможности для более высокого уровня обслуживания и производительности, которые существенно выше, чем в проводных сетях.

**Список использованной литературы**

* Статьи по беспроводным технологиям (журнал "Беспроводные технологии")
* Шахнович И.В. - Современные технологии беспроводной связи
* Котиков И.М. Пространство технологий абонентского доступа для оператора связи// Технологии и средства связи 2003.№1.
* Котиков И.М. Технологии проводного доступа для мультисервисных сетей связи// Технологии и средства связи 2003. №3.
* Технологии и средства связи 2003.№5.
* Мельников В. Защита информации в компьютерных системах. – М.: Финансы и статистика, 1997.
* Мельников Д.А. Информационные процессы в компьютерных сетях. – М.: Кудиц-Образ, 1999.
* Щербо В.К. Стандарты вычислительных сетей. – М.,: Кудиц – Образ, 2000.
* Мауфер Т. WLAN «Практическое руководство для администраторов и профессиональных пользователей» Пер.с англ.-М.:КУДИЦ-ОБРАЗ,2005.
* Шахнович С. «Современные беспроводные технологии» СПб.:ПИТЕР,2004.
* Рошан П. «Основы построения беспроводных локальных сетей стандарта 802.11»
* Олифер В. Олифер Н. «Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы» СПб.:ПИТЕР,2001

# Беспроводные линии связи и сети. Вильям Столлингс 2003 «Вильямс»

* Беспроводные сети. Первый шаг (Cisco), Джим Гейер2005
* Модернизация и ремонт сетей, 4-е издание, Терри Оглтри 2005
* Основы теории передачи информации, Ричард Рид 2004
* Основы построения беспроводных локальных сетей стандарта 802.11. 2004 Вильям Столлингс
* Беспроводная сеть своими руками Александр Ватаманюк 2006
* Новейшая энциклопедия персонального компьютера В.Леонтьев 2005 Олма
* Щербаков А. К. - Wi-Fi: Все, что Вы хотели знать, но боялись спросить 2007