

СПС

АКАДЕМИЯ

СОВРЕМЕННЫХ

ИНФОКОММУНИКАЦИОННЫХ

ТЕХНОЛОГИЙ

СПС
СПС.5

Сети подвижной связи
Принципы обработки широкополосного
сигнала и возможности стандарта DECT
(количество частей – 1, число страниц - 9)

СПС.5

Анализ возможностей стандарта DECT

При разработке стандартов и оборудования широкополосного беспроводного абонентского доступа были использованы технические решения, ранее получившие применение в сотовых сетях подвижной связи общего пользования, и, в частности, в системах стандарта DECT (Digital Enhanced Cordless Telecommunications). Применение технологии DECT в оконечных устройствах пользователей обеспечивает их мобильность в сочетании с высокой степенью защиты от прослушивания. Популярности аппаратам DECT способствует возможность их использования для передачи голоса по Интернет посредством технологии SKYPE. Оборудование стандарта DECT широко используется:

в домашней беспроводной телефонии (Cordless Telephone);

в бизнес - телефонии (создание крупных систем учрежденческой связи, беспроводная передача данных и реализация локальных компьютерных сетей);

для мобильной связи с абонентами на малой скорости (до 20 км/ч);

в системах беспроводного абонентского доступа, представляющих комбинацию радиотелефонной линии и стационарного телефона (Wireless local loop, WLL);

для абонентского радиодоступа (Radio in the Loop, RLL);

для расширения услуг существующих сетей сотовой связи.

Стандарт DECT разработан Европейским институтом стандартов электросвязи (European Telecommunications Standards Institute, ETSI) в соответствии с требованиями семиуровневой модели построения открытых систем OSI. Широкое развитие получил в 1994 году в связи с принятием дополнений о подтверждении подлинности абонентских станций, то есть аутентификации (Authentication), и по обеспечении взаимодействия сетей DECT с сетями сотовой подвижной радиосвязи стандарта GSM.

Стандарт DECT обеспечивает цифровую передачу речи и данных в диапазоне частот 1880-1900 МГц (см. таблицу 1). Радио спектр разделён по времени и частотам с использованием трех технологий:

множественного доступа с временным мультиплексированием (Time division multiple access, TDMA);

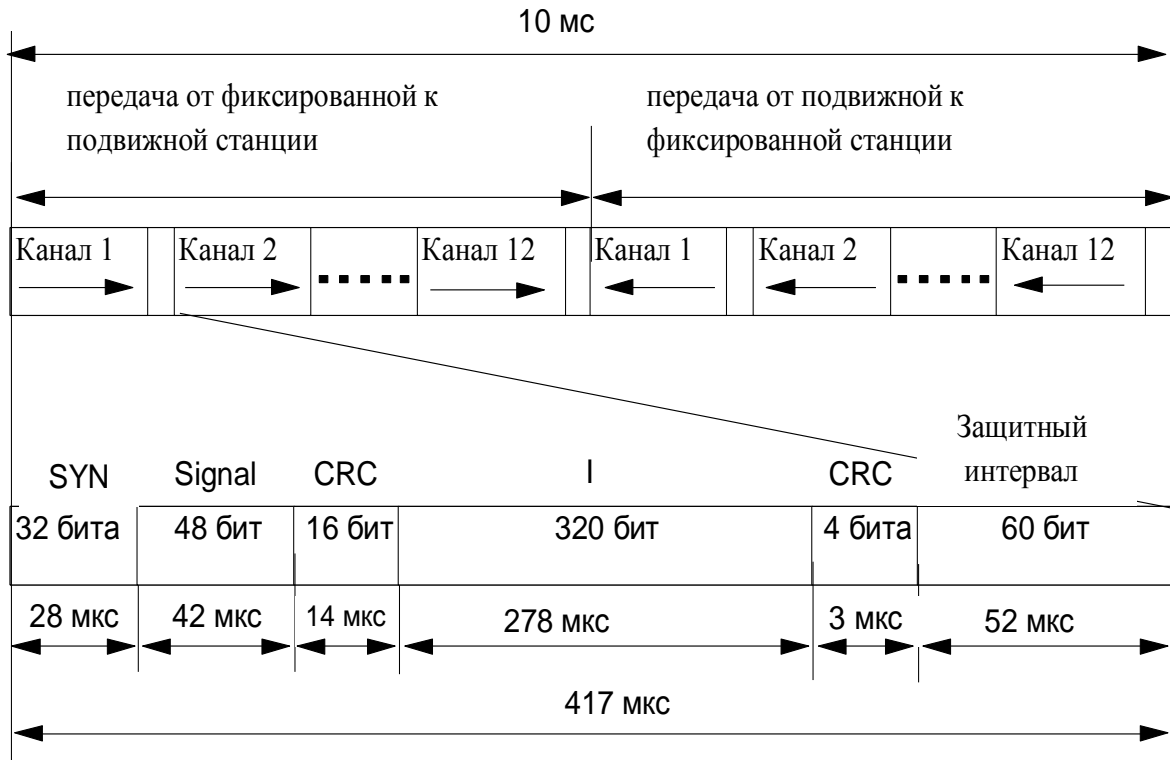
множественного доступа с частотным мультиплексированием (Frequency division multiple access, FDMA);

временного разделения для реализации дуплексного (двухстороннего) канала (Time division duplex, TDD).

Одной из причин популярности стандарта DECT было достижение качества и разборчивости передаваемой речи, сопоставимых с уровнем традиционных сетей телефонной связи. В системах DECT используется кодирование речи со скоростью 32 кбит/с на базе адаптивной дифференциальной импульсно-кодовой модуляции (АДИКМ). Радиоинтерфейс позволяет одному передатчику поддерживать одновременно до 12 телефонных разговоров. Использование 10 частотных каналов (несущих частот) с 12 дуплексными временными каналами (временными интервалами) делает доступными для каждого устройства DECT в любой момент 120 дуплексных каналов (рис. 1).

Таблица 1. Технические характеристики стандарта DECT

Метод создания дуплексного канала	Временное разделение
Диапазон частот, МГц	1880-1900
Модуляция	GMSK/GFSK
Число несущих (частотных каналов)	10
Разнос несущих (ширина частотного диапазона каналов), МГц	1,728
Число временных каналов на одной несущей	2
Длительность временного кадра, мс	10
Общее число радиоканалов	120
Кодирование речи	АДИКМ(ADPCM)
Скорость кодирования речи, кбит/с	32
Мощность передатчика, мВт	10



SYN - канал синхронизации
 Signal - канал сигнализации
 CRC - код защиты от ошибок
 I - канал информации

Рис. 1. Полная структура кадра стандарта DECT

Одним из важных преимуществ систем DECT по сравнению с сотовыми системами является то, что при их применении отсутствует необходимость в планировании частот. Используется технология непрерывного динамического выбора канала (Continuous Dynamic Channel Selection, CDSCS), которая представляет собой децентрализованный процесс автоматического выбора абонентским терминалом наиболее подходящего по качеству связи канала (из числа доступных каналов в данный момент). Все оборудование DECT регулярно сканирует локальное радио окружение - один раз каждые 30 секунд. Сканирование означает получение и измерение силы местного радиочастотного сигнала по всем свободным каналам. Сканирование осуществляется как фоновый процесс и формирует «список свободных и занятых каналов» (RSSI). В списке RSSI низкие значения мощности сигнала означают свободные каналы без помех, а высокие значения означают занятые каналы или каналы с помехами. По данным списка RSSI базовый радиоблок (БРБ) или мобильный абонент-

ский радиоблок (АРБ) может выбрать лучший (с наименьшими помехами) канал для реализации соединения.

Применение технологии CDCS позволяет сосуществовать различным системам DECT в одном и том же частотном диапазоне (например, систем различных операторов связи).

БРБ стандарта DECT постоянно передает сигнал по одному из каналов, выступая в качестве маяка для соединения с АРБ. Передача может быть частью активной связи, а может быть холостой. Передача маяка БРБ содержит служебную информацию об идентификации базовой станции, возможностях системы, статусе БРБ и информацию для установления входящей связи. Подключенные АРБ анализируют передаваемую информацию и определяют, есть ли у АРБ права доступа к системе, соответствуют ли возможности системы потребности в услугах и есть ли у БРБ свободная емкость для реализации радиосвязи с АРБ.

Для установления соединения между абонентами одной пикосоты (зона действия базовой станции) организуется разговорный тракт по схеме «Абонент А» - радиоканал трафика X – БРБ – радиоканал Y – «Абонент Б».

Для установления соединения между абонентом пикосоты и абонентом городской телефонной сети (ГТС) образуется разговорный тракт по схеме

«Абонент А» - радиоканал трафика X – БРБ – канал связи с ГТС – разговорный тракт ГТС– «Абонент Б».

Для предотвращения несанкционированного доступа используются эффективные протоколы прописки и аутентификации. Прописка – это процесс, благодаря которому система допускает мобильный DECT-радиотелефон к обслуживанию. Оператор сети или сервис - провайдер обеспечивает пользователя секретным ключом прописки (PIN-кодом), который должен быть введен как в базу, так и в абонентскую трубку до начала процедуры. Время проведения процедуры обычно ограничено, и ключ прописки может быть применен только один раз. Аутентификация трубки может осуществляться как стандартная процедура при каждом установлении связи. Во время сеанса аутентификации базовая станция проверяет ключ аутентификации, не передавая его в эфир. Принцип защиты заключается в следующем. Базовая станция посылает DECT-радиотелефону случайное число, которое называется “запрос”. DECT-радиотелефон рассчитывает “ответ”, комбинируя ключ аутентификации с полученным случайным числом, и передает “ответ” базовой станции. Базовая станция

просчитывает ожидаемый “ответ”, и сравнивает его с полученным “ответом”. По результатам сравнения устанавливается связь или выполняется разъединение.

С точки зрения операторов связи главным преимуществом стандарта DECT является возможность подключения к сетям общего пользования большого количества абонентов, сосредоточенных на малой территории. Емкость системы DECT ограничивается помехами от сопряженных сот. Должно достигаться соотношение C/I (Carrier-to-Interface) = 10 дБ. При высокой плотности установки базовых станций DECT (например, на расстоянии 25 м в идеальной модели покрытия в форме шестиугольника) можно обеспечить объем трафика до 10 000 Эрланг/км²/этаж без частотного планирования.

Перечислим достоинства стандарта DECT с точки зрения пользователя:
пониженное воздействие излучения на организм человека (до 10 мВт);
высокая защищенность от несанкционированного доступа;
мобильность и широкий выбор терминальных устройств;
возможность выхода в сеть Интернет с привлечением программы Skype.

Принципы обработки широкополосного сигнала

Технология обработки широкополосного сигнала (технология «шумоподобного сигнала») была создана для помехоустойчивой передачи информации с использованием сигнала малой мощности. Идея использования широкополосного сигнала состоит в том, что для передачи информации используется более широкая полоса частот, чем это требуется при обычной передаче. За счет избыточности достигается высокая помехозащищенность сигнала. Каждый бит передаваемой информации представляется в виде прямой или инверсной версии кодирующей последовательности. На приеме производится сравнение пришедшего кода с запрограммированным эталоном и принимается решение, какой информационный бит («1» или «0») был зашифрован. При частичном повреждении закодированного сигнала избыточность позволяет правильно дешифровать информацию.

Сначала в сетях беспроводного доступа использовались технологии:
прямой последовательности (Direct Sequence Spread Spectrum, DSSS);
метод частотных скачков (Frequency Hopping Spread Spectrum, FHSS).

По технологии DSSS весь диапазон частот делится на несколько DSSS – каналов. Они достаточно широкие (например, в частотном диапазоне 2,4 ГГц ...2,48 ГГц умещаются 3 неперекрывающихся канала). Всего таких каналов в зависимости от локализации, может быть от 11(для США) до 14 (для Японии). Каждый бит передаваемой информации кодируется специальным 11-ти разрядным кодом Баркера. Полезное свойство DSSS – технологии заключается в том, что благодаря очень низкому уровню мощности сигнала, она практически не создает помех обычным радиоустройствам, которые воспринимают широкополосный сигнал как шум в пределах допустимого. В свою очередь, узкополосные устройства не мешают широкополосным, так как их сигналы большой мощности действуют каждый в своем узком канале и не могут целиком заглушить широкополосный сигнал.

Как показано на рис. 2, при работе по методу частотных скачков FHSS отведенная для передачи полоса частот разделяется на подканалы. В конкретный момент времени каждый передатчик использует только один из подканалов, регулярно перескакивая с одного подканала на другой. Эти скачки происходят синхронно на передатчике и приемнике в фиксированной псевдослучайной последовательности. Не зная последовательности переключений, принять сигнал нельзя.

В последнее время используются технологии, взявшие лучшее из DSSS и FHSS. Например, технология мультиплексирования с разнесением по ортогональным частотам (OrthoFrequency Division Multiplexing, OFDM) предполагает использование специального вида многочастотной модуляции с плотным расположением несущих и с перекрытием спектров сигналов. Принцип OFDM состоит в передаче потока данных по множеству узкополосных каналов параллельно. Каналы обычно разнесены по частоте. Частотный разнос и синхронизация каналов подбираются так, что они практически не влияют друг на друга.

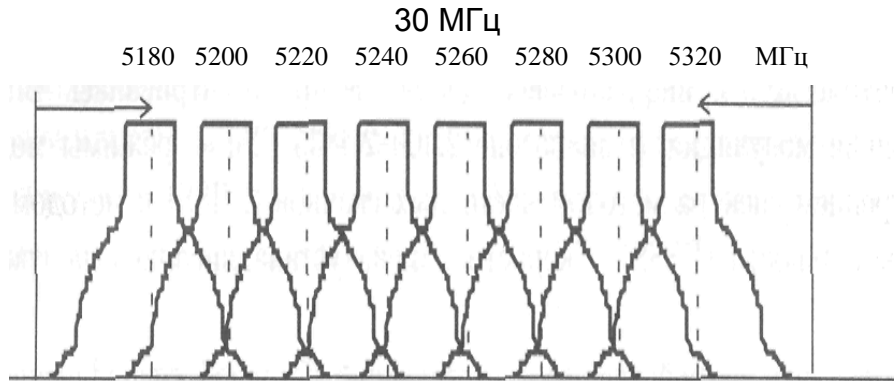


Рис. 2. Распределение неперекрывающихся каналов в диапазоне 5,15-5,35 ГГц для стандарта IEEE 802.11a

Технология OFDM обеспечивает передачу данных в условиях сильной межсимвольной интерференции. Прямой и отраженный сигнал проходят различное расстояние, а поскольку скорость распространения радиосигнала неизменна, эти два сигнала приходят на приемник с различной задержкой, накладываясь друг на друга (многолучевое распространение). На входе приемника могут появляться несколько копий сигнала, сдвинутых по времени, и результирующий сигнал получается искаженным. Время задержки между поступлением первой и последней копией сигнала называют задержкой распространения (delay spreading).

Информационный поток делится на блоки определенной длины. Затем к этим блокам добавляется код для коррекции ошибок. Эту последовательность преобразуют в N - поднесущих с помощью обратного быстрого преобразования Фурье. В результате получается сигнал, огибающий вершины поднесущих. Он и передается в эфир, в стандарте на технологию OFDM рекомендовано использование квадратурной амплитудной модуляции (Quadrature Amplitude Modulation, QAM). При использовании QAM передаваемая информация кодируется одновременными изменениями амплитуды и фазы несущего колебания.

Метод множественного доступа с разделением по ортогональным частотам (ОРОМА) является развитием OFDM. Отличие состоит в том, что подканалы собраны в группы. Количество и порядок подканалов в группе определяется по отклику на данной частоте. Этот более дорогостоящий вариант дает серьезный выигрыш в ус-

ловиях многолучевости и сильных помех, динамически адаптируя свойства передаваемого сигнала для текущей обстановки.

Потребность в реализации беспроводного доступа к ресурсам сети Интернет и корпоративных сетей определила быстрое развитие стандартов и систем беспроводного широкополосного абонентского доступа.

Автор: Степанова И.В., к.т.н., доцент

**Мы предлагаем продукцию специального и
аэрокосмического назначения**



www.telesoft.com.ru

Электронные компоненты от мировых производителей