

Тема 1. Введение. Общие сведения о системах электросвязи

ЛЕКЦИЯ 1 СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРОСВЯЗИ

1.1 Основные понятия и определения теории электросвязи.

1.2 Классификация систем электросвязи.

1.3 Семиуровневая модель взаимодействия открытых систем.

1.1 Основные понятия и определения теории связи

В дисциплине **“ТЕОРИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СВЯЗИ”** изучаются основные закономерности и методы передачи информации по каналам связи; рассматриваются способы математического представления сообщений, сигналов и помех, методы формирования сигналов и их преобразования в каналах связи, вопросы анализа помехоустойчивости и пропускной способности систем связи, оптимального приема сообщений и оптимизации систем связи.

Экономические преобразования в обществе, творческая деятельность человека, поведение живых существ, действие любых автоматических устройств неразрывно связаны с хранением, переработкой и передачей информации. Слово “информация” в переводе с латинского означает осведомление о чем-либо, сведения, а в своем наиболее раннем употреблении это понятие означает знание человеком тех или иных явлений природы и общества. Однако такое толкование понятия “информация” не может служить его строгим определением. Существуют различные определения этого понятия. В наиболее общем философском определении под информацией понимают специфическую форму связи материальных систем, имеющую в своей основе отражение, как объективное свойство материи.

В техническом смысле под **информацией** понимаются сведения о каком-либо событии или предмете, поступающие к получателю в результате его взаимодействия с окружающей средой. Информация, представленная в формализованном виде и предназначенная для обработки вычислительными устройствами или уже обработанная ими называется **данными**.

Под **сообщением** понимается форма представления информации (например, текст, речь, изображение, цифровые данные и т.д.). Множество возможных сообщений с их вероятностными характеристиками называется **ансамблем сообщений**. Во многих практических случаях (телеграфия, системы передачи данных и т.д.) это множество конечно. Выбор сообщений из ансамбля осуществляет **источник сообщений**.

Сигналом называется физический процесс, однозначно отображающий передаваемое сообщение. С информационной точки зрения сигналы подразделяются на **детерминированные и случайные**. По виду временной функции сигналы подразделяются на **непрерывные и дискретные**. К **непрерывным** (аналоговым) сигналам относятся такие, которые могут принимать в некотором интервале любые уровни. Если сигнал принимает только дискретные значения, то он называется **дискретным**. Если эти уровни можно обозначить цифрами, то такой сигнал называется **цифровым**. **Детерминированными** сигналами называются такие, изменение которых во времени можно полностью заранее определить. Если же заранее предсказать изменение сигнала во времени нельзя, то сигнал называется **случайным**.

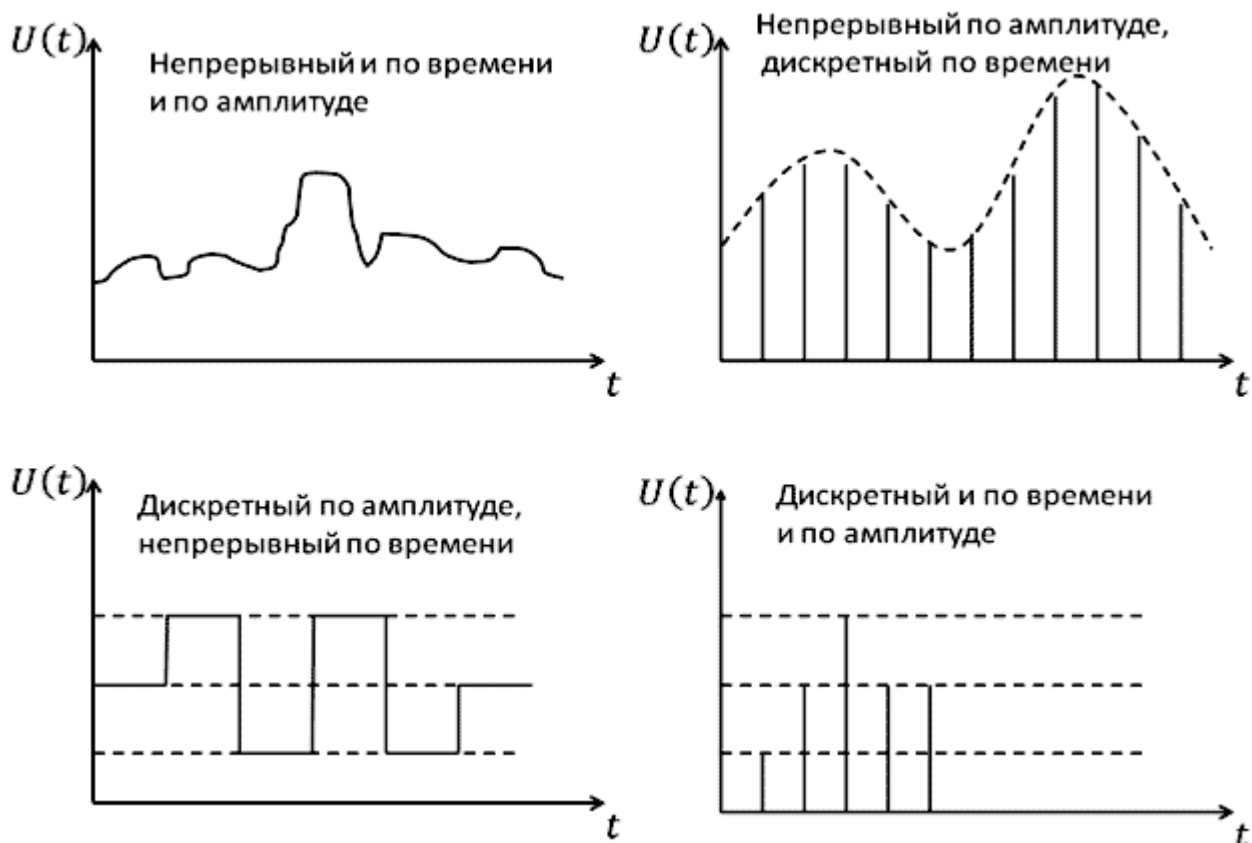


Рис. 1.1 Примеры сигналов

Сигнал характеризуется такими параметрами, как **длительность** (T_c), **ширина спектра** F_c и **динамический диапазон** (D_c). Ширина спектра характеризует скорость изменения сигнала в интервале его существования. Динамический диапазон определяется отношением наибольшей мгновенной мощности сигнала к минимальной.

Более общей характеристикой сигнала является его **объем** $V_c = T_c F_c D_c$.

Чем больше объем сигнала, тем больше информации можно передать.

. По виду передаваемого сообщения

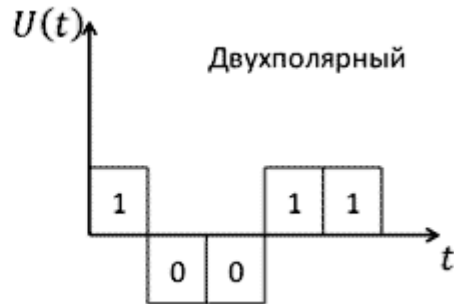
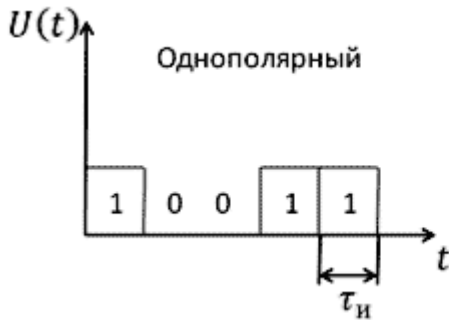
- а) телефонный (речь)
- б) телеграфный (текст),
- в) фототелеграфный (неподвижное изображение),
- г) передача данных,
- д) сигнал звукового вещания
- е) телевизионный.

- Телефонный сигнал формируется микрофоном.

$F_c = 50 \dots 10000 \text{ Гц}$ рекомендуемый канал МККТТ: $0,3 \dots 3,4 \text{ кГц}$.

$D_c = 25 \dots 35 \text{ дБ}$.

- Телеграфный сигнал



Скорость передачи: $V = \frac{1}{\tau_u} \text{ [Бод]}$,

$V = 50, 100, 200 \text{ Бод}$.

Полоса частот $F_c = \frac{1}{\tau_u} = V \text{ [Гц]}$.

- Передача данных

Как телеграфный сигнал, отличается только скорость передачи.

$V = 600, 1200, 2400, 4800, 9600 \text{ Бод}$.

- Фототелеграфный сигнал используется для передачи неподвижных изображений

$V = 60, 90, 120 \text{ (оборот/минута)}$.

$F_{\max} = 732, 1100, 1465 \text{ Гц}$.

- Сигнал звукового вещания

$D_c = 35 \dots 40 \text{ дБ}$,

$D_c = 65 \text{ дБ}$ для симфонического оркестра,

$F_c = 30 \dots 15000 \text{ кГц}$.

- Телевизионный сигнал

$D_c = 40 \text{ дБ}$,

$$F_c = 6 \text{ МГц.}$$

Процесс превращения сообщения в сигнал в передающем устройстве может состоять из следующих трех операций: **преобразования, кодирования и модуляции**. Эти три операции могут быть независимыми либо совмещенными.

Преобразованием называется перевод неэлектрических величин, определяющих передаваемое сообщение, в первичный электрический сигнал. Так, в телефонии эту функцию выполняет микрофон, преобразующий звуковые волны в электрические колебания. В большинстве случаев сигнал является низкочастотным колебанием, непригодным для непосредственной передачи.

Кодирование – это преобразование сообщения в определенные сочетания элементарных дискретных символов, называемых кодовыми комбинациями или словами. Целью кодирования, как правило, является согласование источника сообщений с каналами связи, обеспечивающее либо максимально возможную скорость передачи информации, либо заданную помехоустойчивость. Согласование осуществляется с учетом статистических свойств источника сообщений и характера воздействия помех.

Коды – это системы соответствий между сообщениями и комбинациями символов (дискретных сигналов), при помощи которых эти сообщения могут быть зафиксированы, переданы на расстояние или использованы для дальнейшей обработки. Символы, из которых формируются кодовые комбинации, называют **элементами кода**. Число различающихся между собой элементов называют **основанием кода**. Так, элементами двоичного кода ($m_0 = 2$) являются символы “1” и “0”. Число N различных кодовых комбинаций называют **объемом или мощностью кода**. Число элементов (n), образующих кодовую комбинацию, называют **значимостью кода**.

Коды, кодовые комбинации которых состоят из одинакового числа элементов равной длительности, называют **равномерными**. Мощность

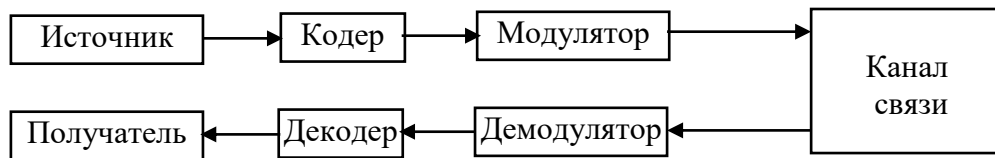
такого кода составляет $N = m_0^n$. В системах передачи данных и телеуправления используются преимущественно равномерные коды. В таких кодах границы между кодовыми комбинациями обычно определяют подсчетом числа элементов.

Модуляцией называют изменение параметра сигнала в соответствии с передаваемым сообщением. Модуляцию дискретными сигналами называют **манипуляцией**. Параметрами, подлежащими модуляции, могут быть амплитуда, частота и фаза. Возможны и комбинированные методы модуляции, при которых модулируются два или несколько параметров сигнала. От вида модуляции в значительной мере зависят помехоустойчивость и пропускная способность системы связи.

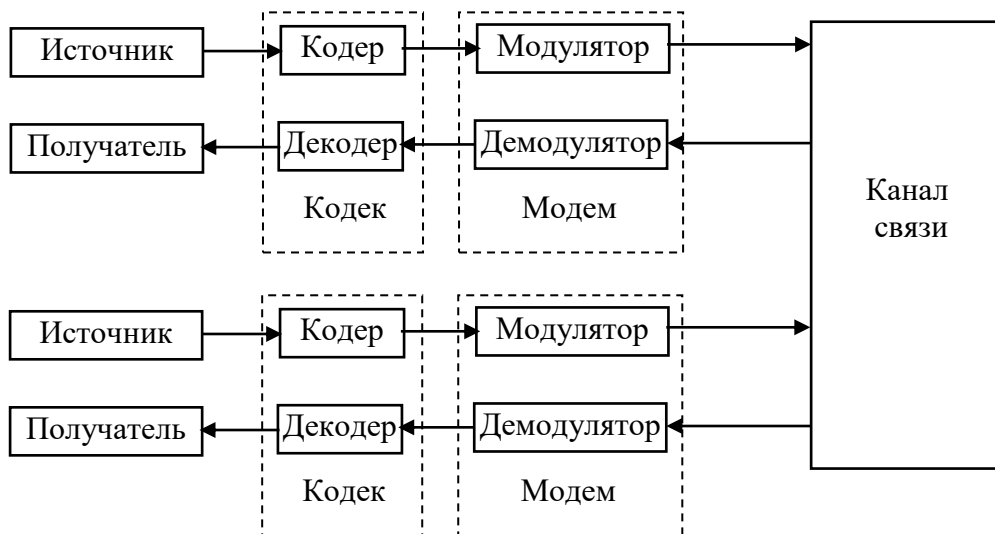
Устройство, предназначенное для кодирования сигнала, называется **кодером**. Устройство, решающее обратную задачу – **декодером**. Совокупность кодера и декодера называют **кодеком**. Полученными при кодировании символами обычно осуществляют модуляцию сигнала.

Устройства, осуществляющие модуляцию и демодуляцию сигнала называют **модемом**.

Структурная схема канала передачи дискретных сигналов изображена на рис. 1.2.



а)



б)

Рис. 1.2. Структурная схема канала передачи а) симплексная связь, б) дуплексная связь

Совокупность модулятора, демодулятора и канала связи называют **дискретным каналом**. Совокупность кодека, модема и канала связи называют **каналом передачи данных**.

При передаче дискретных сообщений каждый элемент кода (кодовый символ) отображают отрезком сигнала длительностью T_e , называемым единичным элементом.

Для пояснения особенностей различных видов модуляции рассмотрим приведенные на рис.1.3 эпюры модулированных двоичных сигналов при передаче сообщения 101100.

Если в качестве переносчика используется постоянный ток, то модуляция может быть осуществлена изменением величины тока (рис.1.3,а) либо его направления (рис.1.3,б) (**кодово-импульсная модуляция КИМ** или ИКМ). Наибольшее применение нашли в настоящее время цифровые системы связи, в которых элементы сигнала представляют собой ограниченные на конечном отрезке времени (от 0 до T_e) гармонические колебания; такие системы связи и сигналы называют простыми.

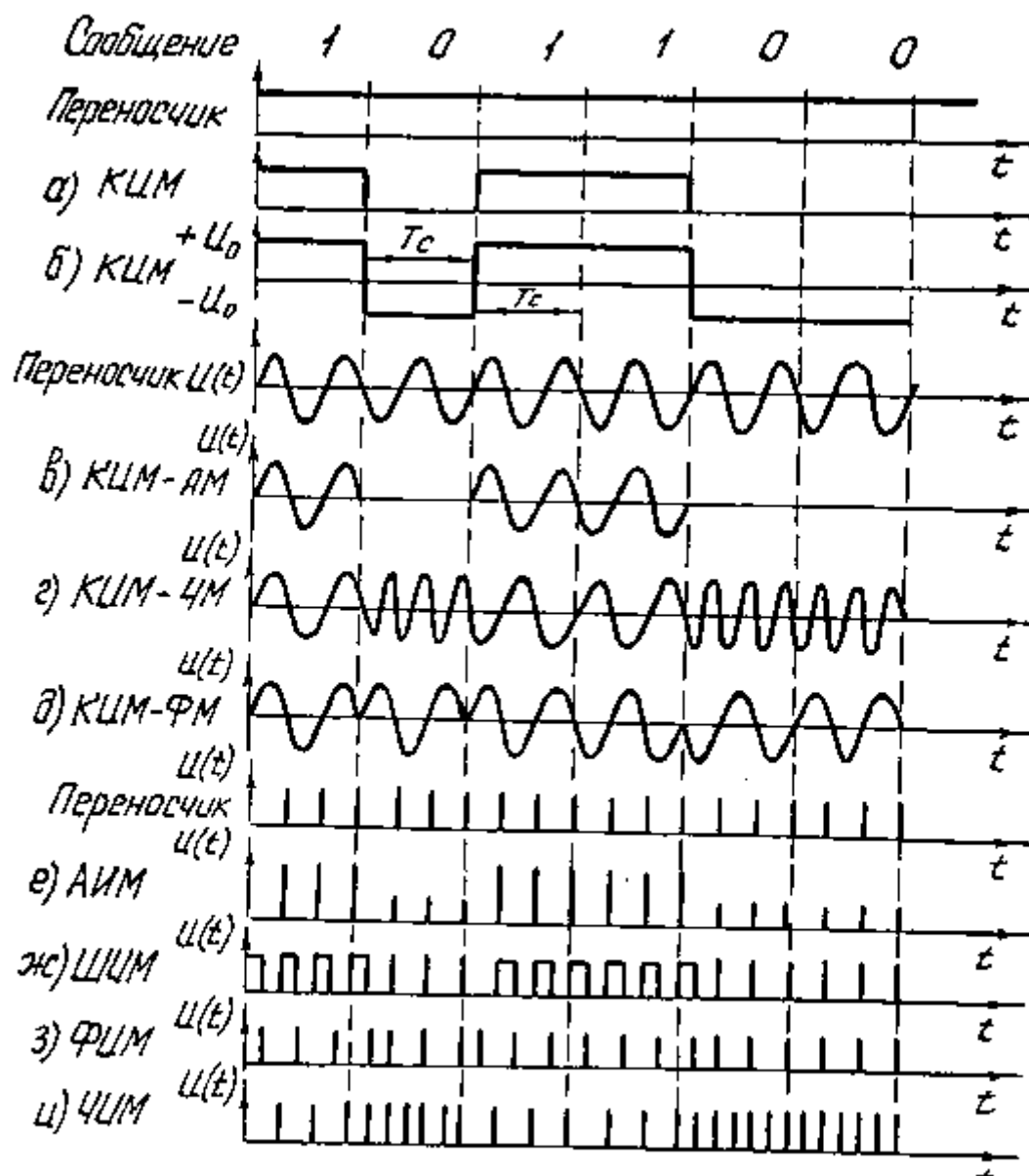


Рис. 1.3 Виды модуляции

В системах передачи данных широко используются простые двоичные системы с амплитудной, частотной или фазовой манипуляцией.

При амплитудной манипуляции (рис.1.3,в) передаче “1” соответствует наличие единичного элемента переменного тока длительностью T_e , передаче “0” – пауза (КИМ-АМ), т.е.

$$1 \rightarrow U_{c1}(t) = U_m \cos \omega t; \quad 0 \rightarrow U_{c0}(t) = 0.$$

При частотной модуляции (рис.1.3,г) (КИМ-ЧМ)

$$1 \rightarrow U_{c1}(t) = U_m \cos \omega_1 t; \quad 0 \rightarrow U_{c0}(t) = U_m \cos \omega_0 t.$$

При фазовой модуляции (рис.1.3,д) (КИМ-ФМ)

$$1 \rightarrow U_{c1}(t) = U_m \cos \omega t; \quad 0 \rightarrow U_{c0}(t) = -U_m \cos \omega t.$$

При использовании в качестве переносчика периодической последовательности импульсов различают **амплитудно-импульсную модуляцию** – АИМ; **широотно-импульсную модуляцию** – ШИМ; **фазо-импульсную модуляцию** – ФИМ; **частотно-импульсную модуляцию** – ЧИМ (рис.1.3,е,ж,з,и).

Границы между передаваемыми единичными элементами (моменты изменения полярности, амплитуды, частоты или фазы переносчика) называются **значащими моментами**. Количество единичных элементов, передаваемых за 1 с, называется **скоростью модуляции** и определяется по формуле $B = 1/T_e$. За единицу ее измерения принят Бод – скорость, соответствующая одному единичному элементу в секунду. Для систем, использующих коды с основанием $m > 2$, скорость передачи данных определяют по формуле

$$B_{\Sigma} = \frac{1}{T_e \log_2 m_0},$$

Кроме сигналов, несущих для получателя информацию, в среде распространения присутствуют посторонние электромагнитные процессы. Помехи могут возникнуть как в среде, используемой для распространения

сигнала, так называемые, внешние помехи, так и в электрических цепях, выполняющих преобразование сигнала, так называемые, внутренние помехи. Они могут иметь самые различные формы протекания во времени (гладкие, импульсные) и, в том числе, очень близкие к формам полезных сигналов. Таким образом, вместе с полезным сигналом в приемнике действуют помехи, интенсивность которых может оказаться соизмеримой с сигналом, в результате чего сигналы оказываются частично или полностью замаскированными.

Каналом связи называют совокупность линейных, коммутирующих и других технических средств, обеспечивающих независимую передачу сигналов между двумя абонентами по общей линии связи. Классификация каналов связи приведена на рис. 1.4.



Рис.1.4. Классификация каналов связи

Линия связи представляет собой физическую среду (пара проводов кабеля, волновод, область пространства), в которой распространяется сигнал. Линии связи, как правило, много канальные.

Каналы связи можно характеризовать, как и сигнал такими параметрами, как время передачи (T_K), полосой пропускания (F_K) и динамическим диапазоном (D_K). Обобщенной характеристикой канала является его объем $V_K = T_K F_K D_K$.

Необходимым условием неискаженной передачи сигнала является $V_c < V_K$.

Обычно сигнал соглашается с каналом по всем трем параметрам

$$T_c \leq T_K; F_c \leq F_K; D_c \leq D_K.$$

Каналы связи подразделяются на симплексные и дуплексные. Симплексные каналы обеспечивают передачу в одном направлении, дуплексные – в обоих.

Системой связи называют совокупность узлов, станций и линий связи, соединенных в определенном порядке, соответствующем организации управления объектами характеру выполняемых задач.

В простейшей одно канальной системе это совокупность технических средств для передачи сообщений от источника к потребителю.

Система связи включает в себя первичную и вторичную сети. Первичная сеть представляет совокупность сетевых узлов, станций и соединяющих линий связи. На узловых станциях организуются каналы связи и групповые тракты, а также осуществляется транзитное соединение канала. Вторичные сети используют каналы связи, формируемые первичной сетью.

Сетью связи называют совокупность узлов (центров) коммутации, соединенных линиями связи, вместе с алгоритмами и программами обмена информацией и управления.

Различают базовую и абонентскую (терминальную) сети. Базовая сеть включает узлы коммутации и соединяющие их магистральные линии. Транспортная сеть, обеспечивающая объединение всех сетевых средств, выполняет функцию передачи сигналов.

Абонентская сеть обеспечивает подключение абонентов к ресурсам базовой сети.

Часть сети, которая соединяет между собой каналы разных зональных сетей на всей территории страны, составляет **магистральную первичную сеть**.

1.2 Классификация систем электросвязи

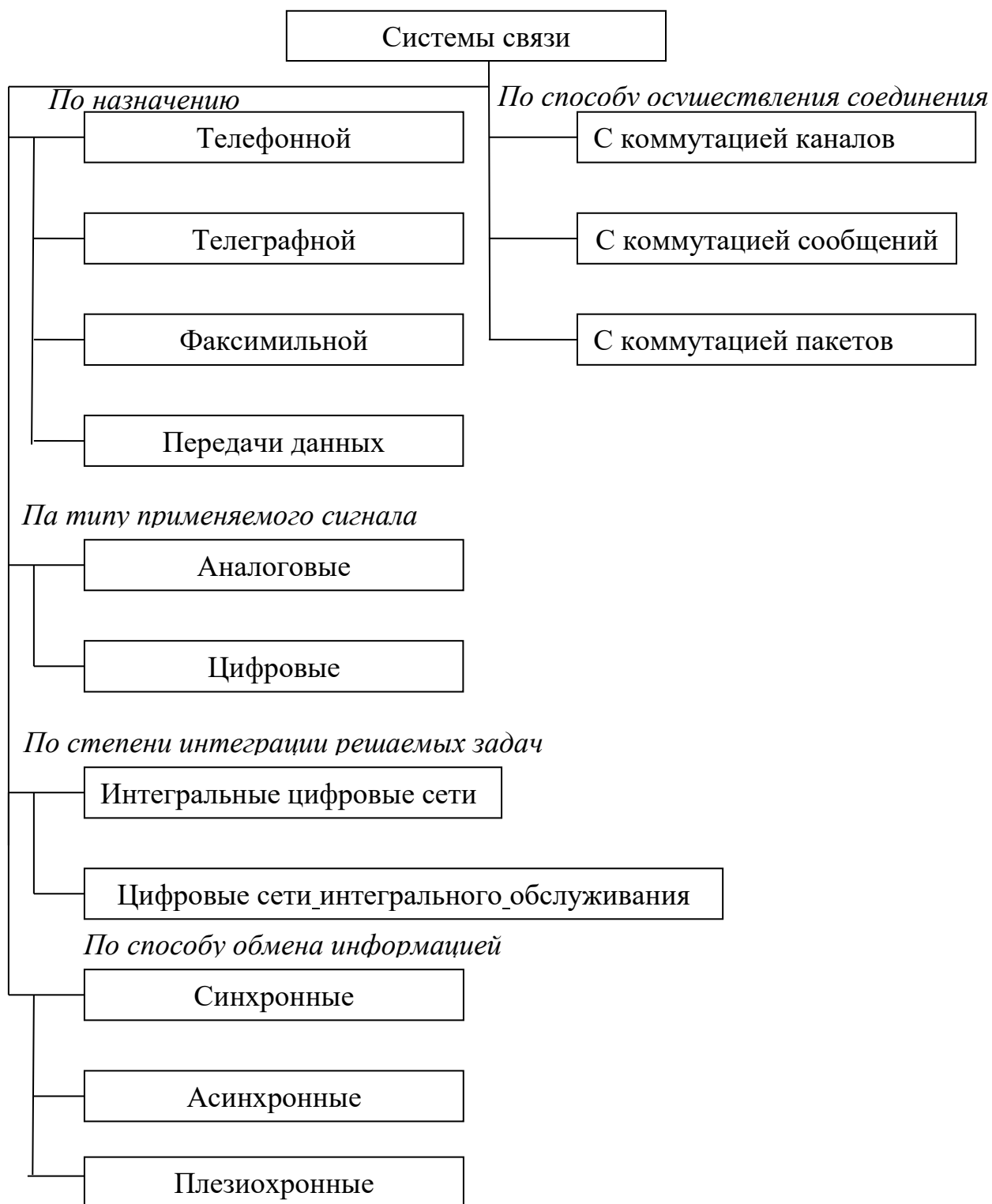


Рис.1.5. Классификация систем электросвязи

Системы электросвязи классифицируются по назначению, по типу применяемого сигнала, по способу осуществления соединения, по степени интеграции решаемых задач и по способу обмена информацией.

По назначению различают сети телефонной, телеграфной, факсимильной связи, сети передачи данных и телетекса.

По типу применяемого сигнала системы связи подразделяются на аналоговые и цифровые.

В аналоговых сетях используется непрерывный сигнал. Особенностью его является то, что два сигнала могут отличаться один от другого как угодно мало. В цифровых сетях используется сигнал, который состоит из различных элементов. Такими элементами являются 1 и 0. Единица обычно обозначается импульсом или отрезком гармонического колебания с определенной амплитудой. Нуль обозначается отсутствием переданного напряжения. Совокупность 1 и 0 составляет сообщение - кодовую комбинацию.

По способу осуществления соединения системы подразделяются на сети с коммутацией каналов, коммутацией сообщений и коммутацией пакетов.

В сетях с коммутацией каналов соединения абонентов осуществляется по типу автоматической телефонной станции. Основной их недостаток -- это большое время вхождения в связь из-за занятости каналов или вызываемого абонента. Обмен информацией в сетях с коммутацией сообщений осуществляется по типу передачи телеграмм. Отправитель составляет текст сообщения, указывает адрес, категорию срочности и секретности и это сообщение записывается в запоминающее устройство (ЗУ). При освобождении канала сообщение автоматически передается на следующий промежуточный узел или непосредственно абоненту. На промежуточном узле сообщения также записывается в ЗУ и при освобождении следующего участка передается дальше. Преимуществом таких сетей является отсутствие отказа в приеме сообщения. Недостаток заключается в сравнительно

большом времени задержки сообщения за счет его сохранения в ЗУ. Поэтому такие сети не используют для передачи информации, которая требует доставки в реальном времени. В сетях с коммутацией пакетов обмен информацией осуществляется также как в сетях с коммутацией сообщений. Однако сообщение делится на короткие пакеты, которые быстро находят себе маршрут к адресату. В результате время задержки пакетов будет меньшим.

По степени интеграции решаемых задач различают интегральные цифровые сети и цифровые сети интегрального обслуживания.

В цифровых интегральных сетях интеграция осуществляется на уровне технических устройств. Одно устройство решает несколько задач. Например, решает задачу уплотнения канала и коммутации. В цифровых сетях интегрального обслуживания интеграция осуществляется на уровне служб. Сигналы телефонии, телетекса, передачи данных и другие передаются цифровым способом с помощью одних и тех же устройств. В таких сетях отсутствует разделение на первичные и вторичные сети.

По способу обмена информацией сети подразделяются на синхронные, асинхронные и плезиохронные.

В синхронных сетях генераторы управляющих сигналов на конечных и промежуточных пунктах постоянно синхронизированы независимо от того передается информация или нет. В асинхронных сетях синхронизация осуществляется только на время приема сообщения.

Плезиохронный метод функционирования допускает отсутствие постоянного подстраивания местных генераторов. Прием сообщений обеспечивается за счет применения высокостабильных местных генераторов с автоподстройкой под сигналы единой частоты через довольно продолжительные интервалы времени.

Сеть телефонной связи предназначена для передачи на расстояние речевых (акустических) сообщений

Сеть телеграфной связи предназначена для двусторонней передачи дискретных сообщений (телеграмм).

Сети передачи данных предназначены для обмена информацией между ЭВМ как и телеграфные сети используют дискретные сигналы. В отличие от телеграфии в сетях передачи данных обеспечивается большая скорость и качество передачи сообщений. Гарантируется заданная вероятность доставки при любой практически необходимой скорости передачи сообщений. Это достигается благодаря использованию дополнительных устройств повышения качества передачи сообщений, которые конструктивно объединяются с передатчиками и приемниками систем передачи данных, образуя приемо-передающие устройства, которые называются аппаратами передачи данных (АПД).

Сеть факсимильной связи предназначена для передачи не только содержания, но и внешнего вида самого документа.

Оконечное устройство факсимильных сетей представляет собой цифровой факсимильный аппарат, который работает по телефонной сети со скоростями 2,4-4,8 кбит/с или по сетям передачи данных со скоростями 4,8; 9,6; и 48 кбит/с. В нем осуществляется статистическое кодирование информации с коэффициентом сжатия около 8, что позволяет передавать страницу текста за 2 мин при скорости 2,4 кбит/с и соответственно за 30 с при скорости 9,6 кбит/с.

Телетекс – это буквенно-цифровая система передачи деловой корреспонденции, которая построена по абонентскому принципу. Основная идея телетекса - объединение всех возможностей современной печатной машинки с передачей сообщений при условии сохранения содержания и формы текста. Эта система немного напоминает телекс (абонентский телеграф), но отличается от нее большим набором знаков (256 за счет 8-элементного кода), большей скоростью передачи (2400 бит/с), высокой достоверностью, возможностью редактировать подготовленную к передаче документацию и другие дополнительные особенности. Передача информации в системе телетекс осуществляется по телефонным сетям.

Важной особенностью и принципиальным преимуществом телетекса сравнительно с телексом является отсутствие необходимости в дополнительной работе на клавиатуре во время передачи текста. Это преимущество достигается благодаря тому, что подготовленный на конечном устройстве текст, запоминается в его оперативном запоминающем устройстве, откуда информация передается по каналу связи. Принятое сообщение может быть воспроизведено на экране дисплея или отпечатано.

Система телетекс имеет много общего с системой передачи данных, а именно: цифровой метод передачи, скорость передачи 2,4 кбит/с, применяемые методы повышения борьбы с ошибками и управление соединением.

Расхождение между этими системами состоит в том, что в телетексе используется разговорный язык, передачи данных - формализованные языки.

На базе сетей телетекса и факса создаются службы *электронной почты*, т.е. службы передачи письменной корреспонденции по сетям электросвязи, которые обеспечивают получение “твердой копии” оригинала.

Раздельное использование приведенных выше вторичных сетей сдерживает развитие систем телекоммуникаций. Внедрение цифровых сетей разрешает на единой цифровой основе обеспечить передачу сигналов разных служб, т.е. организовывать *цифровую сеть интегрального обслуживания*. Под цифровой сетью интегрального обслуживания понимают совокупность архитектурно-технологических методов и аппаратно-программных средств доставки информации территориальным изъясным пользователям, которые разрешают на цифровой основе предоставлять пользователям разные услуги. Эта сеть разрешает передавать телефонные, телеграфные и другие сигналы с помощью одного универсального терминала. Этот терминал должен содержать телефон, дисплей и клавиатуру для набора текста. Абонент такой сети может наблюдать на дисплее за изображением и разговаривать с другим абонентом по телефону. Подробнее цифровые сети интегрального обслуживания будут описаны дальше.

1.3 Семиуровневая модель взаимодействия открытых систем

Телекоммуникационные сети состоят из большого количества разного оборудования и программ: операционных систем и модулей применения. Разнообразные требования к телекоммуникационным сетям, привели к разнообразию сетевого оборудования и программ.

Оборудования отличается не только по основным, а и по вспомогательными функциям. Непрерывно увеличивается количество видов сервиса, который предоставляется пользователям. Разнообразие увеличивается также за счет того, что много устройств и программ состоит из разных наборов, составных частей.

Кроме того, в мире есть очень много фирм, которые занимаются разработкой и изготовлением телекоммуникационного оборудования и программного обеспечения. Это в свою очередь приводит к разнообразию технических решений.

В современном мире телекоммуникационные системы, как правило, не являются замкнутыми системами: взаимодействуют локальные сети в середине фирм и между фирмами; индивидуальные пользователи обмениваются информацией на территории городов, районов, областей, государства, земного шара. Все это требует совместимости оборудования, телекоммуникационных сетей на разных уровнях.

Все разработчики и производители поняли, что возможность легкого взаимодействия с оборудованием других конкурирующих фирм повышает ценность изделий, так как их можно использовать большим количеством работающих сетей. Совместимость обеспечивается только тогда, когда все производители реализуют одинаковые стандарты.

Стандарты телекоммуникационных систем делятся на:

- международные;
- национальные;
- специальных комитетов и объединений;

- отдельных больших фирм.

Рассмотрим в этом подразделе только некоторые из них.

Телекоммуникационные системы - это довольно сложные системы как по своей структуре, так и по функциям, которые они выполняют. Сети телекоммуникаций могут охватывать как отдельный офис, так и весь земной шар.

Организация взаимодействий между устройствами в сети является сложной задачей. Как известно, для решения сложных задач используется универсальный прием - декомпозиция одной сложной задачи на несколько, более простых - модулей. При декомпозиции часто используют многоуровневый подход. В этом случае множество модулей разбивают на уровни. Уровни образуют иерархию, т.е. существует вышележащий и нижележащий уровни. Множество модулей, которые составляют каждый уровень, сформировано таким образом, при котором для выполнения своих задач они обращаются с запросами только к модулям, которые непосредственно граничат с нижележащим уровнем.

С другой стороны, результаты работы всех модулей, которые принадлежат какому-то уровню, могут быть переданные только модулям соседнего вышележащего уровня.

При приведенном способе декомпозиции нужно четко определить функции каждого уровня, а также так называемого интерфейса между уровнями. **Интерфейс** – это набор функций, взаимодействия соседних уровней.

Оборудование, которое расположено в узлах сети, может быть представлено в виде описанной многоуровневой модели. Процедура взаимодействия пары узлов сети может быть описана в виде набора правил взаимодействия каждой пары одинаковых уровней оборудования этих узлов. Правила, которые определяют последовательность и структуру (формат) сообщений, которыми обмениваются компоненты сети, лежащие на одном уровне, но в разных узлах, называются **протоколом**.

Протоколы определяют правила взаимодействия одного уровня в разных узлах, а интерфейс - модулей соседних уровней выше и ниже лежащих в одном узле.

Полный набор протоколов всех уровней, которые достаточны для организации взаимодействия узлов в сети, называется **стеком телекоммуникационных протоколов**.

Протоколы могут быть реализованы как программно, так и аппаратно. Протоколы низших уровней реализуются аппаратными средствами в комбинации с программными, и чем выше уровень, тем больше часть программных средств. Протоколы высших уровней - это, как правило, чисто программные протоколы.

Протоколы разных уровней независимы. А это означает, что протокол любого уровня может быть изменен независимо от протокола второго уровня.

Протоколов взаимодействия систем телекоммуникаций можно придумать множество, но тогда разные системы не будут открытыми к взаимодействию. Стыковка их будет сложной задачей.

Единый выход – это стандартизация модели взаимодействия систем телекоммуникаций. В начале 80-х годов несколько международных организаций - разработали так называемую **модель взаимодействия открытых систем (BOC) (Open System Interconnection, OSI)**.

В модели OSI средства взаимодействия делятся на семь уровней: прикладной, представительный, сеансовый, транспортный, сетевой, канальный и физический (рис. 1.6).

Например, телекоммуникационная система должна передать текст определенного объема (говорят текстовый файл) из пункта В. Передача текстовых файлов - это прикладная задача.

Абонент обращается с запросом к прикладному уровню. На основе этого запроса программное обеспечение прикладного уровня формирует сообщение стандартной формы - формата. Оно состоит из заголовка “7” и

поля данных - полезной информации (рис. 1.6). Заголовок содержит служебную информацию, которую необходимо передать через сеть прикладного уровня оборудования адресата, чтобы сообщить ему, какую работу необходимо выполнить.

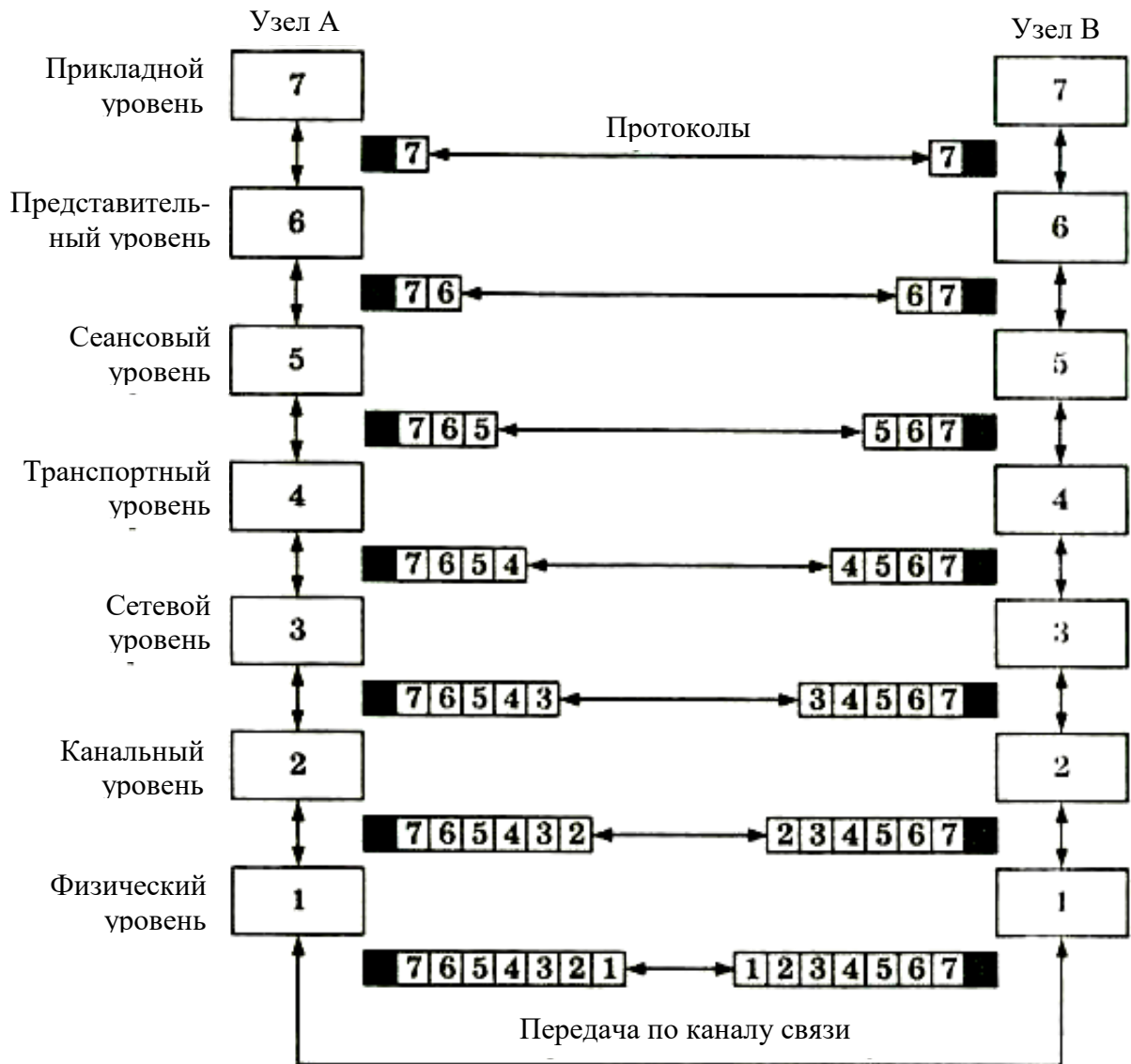


Рис. 1.6 Модель взаимодействия открытых систем

Например, заголовок должен иметь информацию о местонахождении файла и об операции, которую необходимо с ним выполнить. Поле данных может быть пустым, или содержать информацию, которую необходимо

записать в файл, отправленный из пункта В. После отправки в пустом файле, например, останется имя (код) того, кто его передал.

После формирования сообщения прикладной уровень направляет его представительному уровню. Протокол представительного уровня на основе информации, которая содержится в заголовке прикладного уровня, выполняет определенные действия и прибавляет к сообщению собственную служебную информацию - заголовок представительного уровня, в котором содержатся указания для протокола представительного уровня оборудования получателя.

Полученное, сообщение передается сеансовому уровню и т.д. В конце концов, сообщение достигает нижнего, физического уровня, который передает его по каналу связи оборудованию получателя.

Когда сообщение поступает на оборудование получателя информации, оно принимается на физическом уровне и последовательно перемещается вверх от уровня к уровню, каждый уровень анализирует и обрабатывает заголовок своего уровня, потом изымает его и передает сообщение высшему уровню.

В модели OSI различают два вида протоколов: протоколы с установлением соединения и протоколы без установления соединения. В первом случае перед обменом данными отправитель и получатель сначала должны установить соединение и выбрать некоторые параметры протокола, которые будут использованы при обмене данными. После завершения обмена данными отправитель и получатель должны разорвать соединение. Во втором случае отправитель передает сообщение без любых предыдущих действий.

Рассмотрим основные функции, которые выполняются на каждом из семи уровней модели OSI.

На физическом уровне обеспечивается интерфейс между оборудованием и физической средой – каналом связи, и выполняются функции управления потоком импульсов.

На физическом уровне выполняются такие основные функции:

- обеспечение физического стыка - вид соединения оборудования с каналом связи, назначение контактов;
- передача сигналов по сети;
- усиление или регенерация сигналов для обмена между сетью и оборудованием;
- преобразование сигналов, модуляция, демодуляция.

Канальный уровень выполняет основную функцию - обеспечение доступа к сети. Кроме управления доступом к среде передачи на канальном уровне реализуются механизмы обнаружения и коррекции ошибок. Для этого формируются кодовые комбинации, которые называются кадрами. В начале и конце кадра размещают специальную последовательность бит для его выделения.

Канальный уровень не только обнаруживает ошибки, но и исправляет их за счет повторной передачи поврежденных кадров.

Следует отметить, что в некоторых протоколах функция исправления ошибок отсутствует.

Сетевой уровень выполняет функции управления потоком кадров маршрутизации.

Сообщения сетевого уровня называются пакетами.

Транспортный уровень обеспечивает транспортирование данных верхних уровней с требуемой надежностью. В модели ВОС определено пять классов обеспечения надежности транспортирования пакетов, которые называют классами сервиса транспортного уровня.

Например, если качество каналов связи высокое, то используется облегченный класс сервиса без многократных проверок, предоставление подтверждений в получении пакетов и др., когда средства низших уровней очень ненадежные, то нужно использовать сервис с максимумом средств для выявления и исправления ошибок.

Как правило все протоколы, начиная с транспортного и выше, реализуются программными средствами. Они являются компонентами сетевых операционных систем.

Сеансовый уровень обеспечивает управление диалогом, он фиксирует, какая из сторон в данный момент активная, а также предоставляет средства синхронизации.

Средства синхронизации позволяют вставлять закодированные символы контрольных точек. В случае отказа есть возможность возвратиться к последнему контрольному пункту, а не начинать передачу с начала сеанса. Сеансовый уровень не всегда используется.

Представительный уровень программно выполняет функцию представления данных для прикладного уровня. На этом уровне может быть организовано шифрование и дешифровка данных. Это обеспечит секретность обмена данными для всех прикладных служб.

Прикладной уровень – это уровень применения телекоммуникационной системы. Например, разветвленная сеть учета и обслуживание клиентов по оплате услуг электросвязи в почтовых отделениях, или пунктах предоставления сервисных услуг. Для реализации этих задач разработано специальное программное обеспечение.

Служб прикладного уровня очень много.

Для прикладного уровня единицей данных являются сообщения.

Из всех семи уровней, первые три нижние уровни - физический, канальный и сетевой тесно связаны с технической реализацией сетей и их оборудованием. Поэтому переход к новой телекоммуникационной технологии, как правило, связан с полной заменой этих протоколов.

Протоколы верхних трех уровней - сеансовый, представительный и прикладной мало зависят от технических особенностей построения сети. Эти уровни зависят от применений.

Транспортный уровень является промежуточным между двумя группами уровней.

Следует отметить, что стандартизированная модель OSI является одной из важнейших моделей телекоммуникационных систем. Однако, может быть и много других моделей таких систем.

Главным преимуществом системы OSI является ее открытость. Это означает, что можно строить сети с аппаратными и программными средствами разных производителей, если они используют одинаковые стандарты протоколов.