

## Телекоммуникации.

**Телекоммуникация** (греч. *tele* – вдале, далеко и лат. *communicatio* – общение) – передача данных на большие расстояния.

**Средства телекоммуникации** – совокупность технических, программных и организационных средств для передачи данных на большие расстояния.

**Телекоммуникационная сеть** – множество средств телекоммуникации, связанных между собой и образующих сеть определённой топологии (конфигурации). Телекоммуникационными сетями являются (рис.2.1):

- телефонные сети для передачи телефонных данных (голоса);
- радиосети для передачи аудиоданных;
- телевизионные сети для передачи видеоданных;
- цифровые (компьютерные) сети или сети передачи данных (СПД) для передачи цифровых (компьютерных) данных.



Данные в цифровых телекоммуникационных сетях формируются в виде *сообщений*, имеющих определенную структуру и рассматриваемых как единое целое.

Данные (сообщения) могут быть:

- *непрерывными*;
- *дискретными*.

Непрерывные данные могут быть представлены в виде непрерывной функции времени, например, речь, звук, видео. Дискретные данные состоят из знаков (символов).

Передача данных в телекоммуникационной сети осуществляется с помощью их физического представления – *сигналов*.

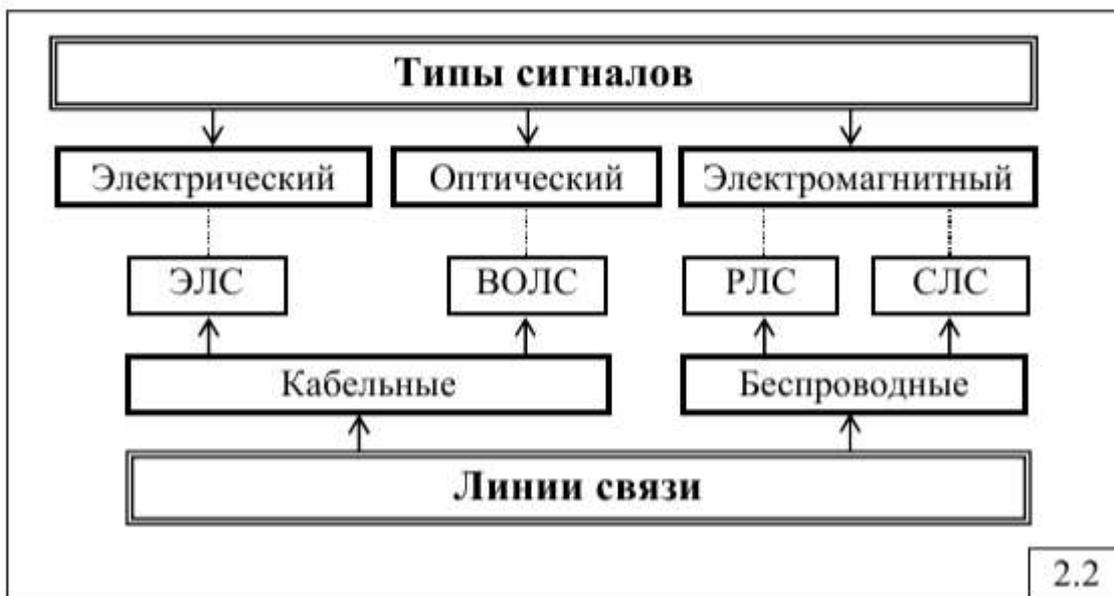
В компьютерных сетях для передачи данных используются следующие **типы сигналов** (рис.2.2):

- электрический (электрический ток);
- оптический (свет);
- электромагнитный (электромагнитное поле излучения – радиоволны).

Для передачи электрических и оптических сигналов применяются кабельные линии связи соответственно (рис.2.2):

- электрические (ЭЛС);
- волоконно-оптические (ВОЛС).

Передача электромагнитных сигналов осуществляется через радиолинии (РЛС) и спутниковые линии связи (СЛС).



Сигналы, как и данные, могут быть:

- непрерывными;
- дискретными.

При этом, непрерывные и дискретные *данные* могут передаваться в телекоммуникационной сети либо в виде непрерывных, либо в виде дискретных *сигналов*.

Процесс преобразования (способ представления) данных в вид, требуемый для передачи по линии связи и позволяющий, в некоторых случаях, обнаруживать и исправлять ошибки, возникающие из-за помех при их передаче, называется *кодированием*. Примером кодирования является представление данных в виде двоичных символов. В зависимости от параметров среды передачи и требований к качеству передачи данных могут использоваться различные методы кодирования.

*Линия связи* – физическая среда, по которой передаются информационные сигналы, формируемые специальными техническими средствами, относящимися к линейному оборудованию (передатчики, приемники, усилители и т.п.). Линию связи часто рассматривают как совокупность физических цепей и технических средств, имеющих общие линейные сооружения, устройства их обслуживания и одну и ту же среду распространения. Сигнал, передаваемый в линии связи, называется *линейным* (от слова линия).

Линии связи можно разбить на 2 класса (см. рис.2.2):

- кабельные (электрические и волоконно-оптические линии связи);
- беспроводные (радиолинии).

На основе линий связи строятся каналы связи.

*Канал связи* представляет собой совокупность одной или нескольких линий связи и каналообразующего оборудования, обеспечивающих передачу данных между взаимодействующими абонентами в виде физических сигналов, соответствующих типу линии связи.

На сегодняшний день основными отраслями телекоммуникаций являются:

- 1 Интернет, на который приходится около 30 %.
- 2 Мобильная связь, на которую приходится порядка 20 %.
- 3 Сети передачи данных, на которые приходится 15 %.
- 4 Спутниковые системы связи, на которых приходится около 10 %.
- 5 Аналоговое и цифровое телевидение, на которые приходится около 10 %.
- 6 Телефонная связь, на которую приходится около 10 %.
- 7 Электронных банкинг, на который приходится 5 %.

### Подключение к Интернет.

С каждым днём всё больше разнообразных устройств получают возможность подключаться к сети Интернет. Это персональные и мобильные компьютеры, серверы и локальные сети, телефоны, игровые приставки и музыкальные центры. Их доступ к Сети и обслуживание обеспечивают Интернет-провайдеры – организации, предоставляющие услуги Интернет. Подключение к сети Интернет может осуществляться различными способами. Наиболее распространёнными являются:

1. Коммутируемый доступ по телефонной линии Dial-Up.
2. Доступ по цифровой абонентской линии ADSL.
3. Доступ по выделенному каналу связи.
4. Беспроводная цифровая связь.
5. Беспроводное подключение по мобильному телефону.



Преобразование информации из цифровой формы в электрические сигналы для передачи их по линиям связи и наоборот осуществляется с помощью модема (сокращение от слов «модулятор-демодулятор»).

Выбор типа модема определяется способом подключения к сети: аналоговый – для обычного подключения по телефону, цифровой – для ADSL подключения, радио-модем – для беспроводного подключения.

Для персональных компьютеров чаще всего используют внутренний модем, который с помощью стандартного разъёма подключается к слоту на

материнской плате. Большинство современных ноутбуков имеют встроенный модем.

Важной характеристикой любой компьютерной сети является скорость передачи информации, т.е. количество информации, которое передаётся в единицу времени. За единицу скорости передачи принят 1 бит/с.

Скорость передачи информации в современных компьютерных сетях достигает сотен миллионов битов в секунду. Поэтому используют производные единицы: килобиты в секунду или мегабиты в секунду.

При коммутируемом доступе по телефонной линии модем по команде компьютера набирает номер телефона провайдера и, если телефонная линия не занята, устанавливает соединение с модемом провайдера. Поэтому такой способ подключения называется Dial-Up(по звонку). Затем проверяется имя пользователя и пароль. Если авторизация прошла успешно, осуществляется подключение к Интернету. На время сеанса компьютеру присваивается временный адрес. Во время сеанса работы в Интернете никто не может дозвониться до абонента – телефонная линия занята.

Скорость приёма передачи данных для аналоговых модемов достигает 56 кбит/с. Реальная скорость при коммутируемом доступе зависит от многих факторов: пропускной способности внешнего канала связи, количества одновременно подключенных пользователей, состояния телефонной линии.

Чем больше пользователей подключается, тем больше должна быть пропускная способность внешнего канала. Поэтому провайдер должен иметь многоканальный телефон и скоростной внешний канал связи, например со скоростью 30-60 Мбит/с и выше.

Более перспективной является технология ADSL (Asymmetric Digital Subscriber Line – асимметричная цифровая абонентская линия), которая позволяет передавать данные по телефонным сетям со скоростью до 8 Мбит/с к абоненту и до 1,5 Мбит/с от абонента (отсюда и название асимметричная). Реальная скорость передачи зависит от протяженности и качества линии. Обмен данными не мешает телефонному разговору благодаря разделению диапазонов частот сигналов в телефонной линии. Для подключения к ADSL требуется цифровой модем и устройство разделения сигналов. Доступ по выделенному каналу осуществляется путём постоянного подключения компьютера пользователя к серверу провайдера. Провайдер проводит к компьютеру абонента выделенную линию и выдаёт постоянный адрес. Пользователь получает постоянную связь с Интернетом, высокое качество соединения и передачи данных, высокую скорость (до 100 Мбит/с). Из оборудования необходима только сетевая карта.

Стоимость прокладки выделенной линии зависит от расстояния до точки подключения провайдера. Для индивидуальных пользователей этот способ доступа оправдан лишь тогда, когда на прокладку самой линии не требуется значительных затрат. Оптимальным вариантом является подключение к

домашним или городским локальным сетям, в которых организован общий доступ к высокоскоростным интернет-соединениям. Подключаться к подобным сетям можно различными способами – фактически это обычные локальные сети. В последнее время получило широкое распространение подключение к Интернету по сетям кабельного телевидения. Возможны два варианта. При индивидуальном варианте кабельный модем устанавливается отдельно у каждого компьютера. При коллективном варианте в доме на несколько пользователей устанавливается один модем. Затем проводится локальная сеть и устанавливается необходимое оборудование. Достоинства: хорошая скорость, возможность просматривать цифровые каналы кабельного телевидения.

Беспроводная цифровая связь WiFi позволяет получить доступ к Интернету с помощью специального адаптера. В большинстве современных ноутбуков он встроен. Существует несколько стандартов WiFi. Они различаются скоростью передачи данных, которая может достигать 50 Мбит/с. Реальная скорость передачи данных значительно ниже, но и этого достаточно для удобной работы в Интернете. Использование WiFi возможно, если Вы находитесь в зоне действия приёмных устройств. Достоинства: мобильность, неплохая скорость, минимум оборудования. Недостатки: небольшой радиус зоны покрытия одной точки доступа, проблема прямой видимости, ограничение количества пользователей в зоне действия WiFi.

Беспроводное подключение к Интернету по мобильному телефону осуществляется с помощью специальных протоколов мобильной связи. Один из сервисов наиболее распространённых в настоящее время сетей связи – GPRS. Максимальная скорость передачи данных по стандарту GPRS достигает 170 кбит/с. Реальная скорость не превышает 30-40 кбит/с и зависит от загруженности и возможностей сети сотового оператора, расстояния до антенны, характеристик конкретного мобильного телефона. Иногда GPRS-сети называют сетями второго поколения. Начинают развиваться и сети третьего поколения. Например, к ним относятся стандарты мобильного подключения CDMA и EDGE.

### **Способы подключения к интернету.**

В середине девяностых единственным способом **подключиться к сети Интернет** был **телефонный модем**. Пользователь должен был установить модем на своем компьютере, подключиться к телефонной сети, ввести номер модемного пула, логин и пароль в специальной программе и дозваниваться до провайдера. Дозвон мог длиться от нескольких минут до нескольких часов, телефонная линия была занята, да и скорость передачи данных оставляла желать лучшего. Через некоторое время появилась возможность **подключаться к сети Интернет с помощью технологии ADSL**. Пользователь приобретал специальный модем, который с помощью сплиттера подключался к телефонной сети, пользователь получал доступ в интернет и свободный телефон. Скорость и бесперебойность работы по ADSL-каналу определялась пропускной способностью АТС и телефонных сетей, основным преимуществом подобного

соединения была возможность подключения по безлимитному тарифу. С течением времени появились новые технологии передачи данных, а простые пользователи интернета узнали новое слово – «**выделенка**». В квартиру пользователя монтажник прокладывал провод, в компьютер устанавливалась сетевая плата, и пользователь получал возможность пользоваться сетью интернет и локальными ресурсами местной сети. Первоначально провайдеры тарифицировали каждый скаченный мегабайт информации, ежемесячный счет за интернет мог составлять 100 долларов, но скорость работы, отсутствие сбоев и свободный домашний телефон делал такой способ подключения к сети очень удобным. Кроме того, провайдеры предоставляли бесплатный доступ к сетевым ресурсам, где можно было найти фильмы, музыку и полезные программы. Количество провайдеров постоянно росло, стоимость прокладки «последней мили» становилась все ниже, и провайдеры перешли на безлимитные тарифы, которые предоставляют возможность пользования интернетом без учета входящего трафика.

### **Выбор провайдера.**

При выборе провайдера стоит обратить внимание на два основных параметра. Многие **интернет-провайдеры** предоставляют пользователям несимметричный канал, то есть скорость получения данных в несколько раз выше, чем скорость передачи. Если вы не закачиваете на удаленные сервера свои файлы, например, фотографии и видеоматериалы, а используете интернет только для просмотра страниц, то вы не заметите никакой разницы. Часто провайдеры заявляют о высокой скорости передачи данных, в настоящее время большинство пользователей предпочитают 10 мегабитные каналы, но довольно часто реальная скорость не соответствует заявленной. Часто оборудование для передачи данных устаревает, та и кабели, которые были проложены лет десять назад, изнашиваются, что приводит к значительной потере скорости передачи данных. Со временем пользователи смогли не только пользоваться интернетом, но и **подключаться к IP-телевидению**, которое транслировалось по этому же каналу связи. Для подключения данной услуги необходимо было приобрести специальный декодер и свитч. Кабель для передачи данных подключался к свитчу, от которого один кабель шел к компьютеру, а другой - к телевизионному декодеру, который подсоединялся к телевизору. В настоящее время многие провайдеры предлагают услугу доступа в интернет совместно с возможностью просмотра телевизионных программ. Такой пакет услуг очень выгоден футбольным болельщикам, так как большинство провайдеров имеют возможность предлагать пакеты «НТВ+».

### **WI-FI и другие современные способы подключения к интернету**

Со временем технологии менялись, и передача данных в сеть интернет стала возможна с помощью **радиоканала WI-FI**. Во многих современных новостройках не прокладываются кабели, а устанавливается мощный **WI-FI передатчик**, который подключен к кабельной линии. Для доступа в интернет пользователь должен установить специальное устройство в свой компьютер, получить логин и пароль, и после этого он может начать пользоваться интернетом. Многие современные ноутбуки оснащены **WI-FI картой**, что делает доступ в интернет еще более доступным. **WI-**

**FI роутер** можно установить в квартире или на лестничной площадке, но доступ в интернет желательно защитить паролем.

**Доступ в интернет** можно получить и от провайдера цифрового телевидения. Потоки информации передаются по коаксиальному (антенному) кабелю, на который устанавливается сплиттер. Далее один провод идет к декодеру видеоизображения, который подключается к телевизору, а другой – к роутеру, который передает поток информации на компьютер пользователя. Если использовать WI-FI роутер, то не будет необходимости прокладывать дополнительные провода, но, к сожалению, вы получите асимметричный канал с невысокой скоростью передачи данных. Как правило, декодер и роутер берутся в аренду, но при покупке роутера, стоимость которого около 4000 рублей вы сможете получить бесплатный доступ в интернет. Для тех, кому важен **мобильный доступ в интернет**, можно посоветовать воспользоваться подключением к сети с помощью мобильного телефона. Подсоединив его к компьютеру, вы сможете по каналам **GSM- связи** передавать и получать информацию из сети. Данный способ информации очень дорог, да и скорость передачи невысока. В настоящее время можно приобрести USB – модемы, в которые работают по такой же технологии. **USB – модем** продается вместе с SIM-картой для доступа в Интернет. Несмотря на обилие тарифов, этот способ доступа к интернету является одним из самых дорогих, так как не существует единой технологии передачи данных. Одним из недорогих и надежных мобильных способов **подключения к сети интернет** является подключение по **технологии 4 G**. Данную технологию активно продвигает на российский рынок компания Yota. Для подключения к сети вам нужно приобрести специальный модем и подключить его к компьютеру. Вы сможете получить доступ в сеть интернет практически в любом месте в крупных российских городах за 900 рублей в месяц. В настоящее время многие современные устройства оснащаются модемами, предназначенными для работы с **сетью 4 G**, в этом случае вам понадобится только **настроить ваш компьютер** или мобильный телефон, стоимость услуг составит 500 рублей в месяц. Данный способ связи удобен в качестве дополнительного канала связи или для жителей мегаполисов, которым необходим **выход в сеть интернет** в любой точке города. Интернет позволяет рационально использовать нам своё время - теперь мы можем оплатить услуги и товары, не выходя из дома, имея электронный кошелёк и электронные деньги, или расплачиваться с помощью банковских карточек, или передавать/получать нужную информацию практически мгновенно. Именно поэтому нам так важно выбрать наиболее удобное подключение к системе интернет.

**Пятый вопрос: Элементы теории информации, теории вероятностей.**

**Основные определения теории информации,**

### 1.2.1 Основные термины и предмет теории информации

В любой системе информация представлена в виде *сообщений* — совокупности знаков, либо непрерывных сигналов, являющихся переносчиком информации.

*Дискретные сообщения* формируются в результате последовательной выдачи источником сообщений отдельных элементов - *знаков*. При этом все множество возможных различных знаков называют *алфавитом сообщения*, а размер множества - *объемом алфавита*.

*Непрерывные сообщения* в свою очередь не разделены на элементы, а описываются непрерывными сигналами - функциями времени, принимающими значения из непрерывного континуума.

Среда, по которой передаются сообщения между источником и приемником сообщений называется *каналом связи*, либо *каналом передачи информации*. При этом преобразование сообщения в сигнал, подходящий для передачи по заданному каналу связи, называется *кодированием* (в широком смысле слова); обратную операцию называют *декодированием*.

Во время прохождения сообщения по каналу связи в данном канале могут действовать мешающие воздействия - помехи (как внешние, так и внутренние).

Итак, исходя из введенных терминов, определим предмет теории информации:

Теорией информации исследуются информационные системы (кибернетические системы с ярко выраженными процессами передачи, хранения и преобразования информации), подчиняющиеся следующим постулатам:

- 1 Источник сообщения осуществляет выбор сообщения из некоторого множества (с определенными вероятностями выбора каждого из сообщений).
- 2 Сообщения могут передаваться по каналу связи в закодированном виде с возможностью однозначного декодирования на приемной стороне.

- 3 Сообщения следуют друг за другом, при этом количество сообщений может быть сколь угодно большим.
- 4 Сообщение считается принятым при успешно осуществленной (и однозначной!) операции декодирования. При этом не имеет значения, сколько времени прошло с момента передачи сообщения и какова вычислительная сложность операций кодирования и декодирования.
- 5 Количество информации является математической абстракцией; не зависит от смыслового содержания сообщения, его эмоционального воздействия, полезности и отношения к реальной действительности.

### 1.2.2 Количественная мера информации

Рассмотрим источник дискретных сообщений (дискретный источник информации). Пусть каждое отдельное  $i$ -е сообщение представляет собой информационный символ, выбираемый из ансамбля  $U$  размерности  $m$  с определенной для каждого элемента ансамбля вероятностью появления:

$$U = \begin{pmatrix} u_1 & u_2 & \dots & u_m \\ p_1 & p_2 & \dots & p_m \end{pmatrix} \quad (1.1)$$

Представим информацию как меру неопределенности источника сообщений. Так, детерминированные (представляющие собой сингулярный случай 1.1 при  $m = 1$  сигналы не несут в себе полезной –информационной нагрузки (величина количества информации, обозначим его  $I = 0$ ).

Возможно перечислить следующие естественные условия к  $I$ , как к количественной характеристике меры неопределенности:

- 1 Функция  $I(m)$  должна быть неотрицательной и монотонно возрастающей (за исключением введения в ансамбль вырожденных элементов с вероятностью появления  $p = 0$ ).
- 2 Функция  $I_X$  для любых сообщений  $X$  должна обладать свойством аддитивности:

$$I(m_{X1}) + I(m_{X2}) = I(m_{X1} + m_{X2}) \quad (1.2)$$

- 3 Количество информации  $I$  должно зависеть от вероятностей появления элементов ансамбля.

- 4 Количество информации  $I$  должно зависеть от вероятностей появления элементов ансамбля. Действительно, интуитивно ясно, что более редкое событие несет в себе большее количество информации.

Базовым условиям **1** и **2** удовлетворяет функция  $I = \log m$ ; при этом указанная формула достаточно легко расширяется на случай сообщения из  $n$  символов, каждый из которых выбирается из ансамбля размерности  $m$ . Действительно, в этом случае разнообразие  $N$  сообщений дискретного источника определяется как число перестановок с неограниченными повторениями из  $m$  по  $n$ :  $N = m^n$ . Таким образом, результирующая формула, полученная Ральфом Хартли в 1928 позволяет определить количество информации в виде следующей функции:

$$I = \log N = \log m^n = n \log m. \quad (1.3)$$

В формуле 1.3 возможно использовать произвольное основание логарифма; от выбранного основания зависит единица измерения количества информации<sup>1</sup>. Наиболее распространенные основания -  $e$ , 10 и 2; соответствующие единицы измерения - нат, дит и бит.<sup>2</sup> В современной вычислительной технике, в связи с двоичной природой абсолютного большинства современных ЭВМ, в качестве безусловного стандарта принят *бит*.

### **Основные определения теории вероятностей,**

Теория вероятности - область математического знания, изучающая закономерности, возникающие при рассмотрении массовых однотипных случайных событий. Центральным понятием теории вероятности является понятие *случайного события*.

*Случайным событием* называется событие, которое при осуществлении некоторых условий может произойти или не произойти. Пример случайного события - попадание в некоторый объект или промах при стрельбе по объекту.

**Достоверным** называется событие, если в результате испытания оно обязательно происходит.

**Невозможное** - такое событие, которое не может произойти в результате данного испытания.

**Несовместными** называются такие случайные события, для которых одновременное появление никаких двух из них в рамках данного испытания невозможно.

**Независимыми** являются такие события, появление одного которых не меняют вероятности появления других.

**Зависимыми** называются такие события, вероятность которых меняется в зависимости от появления других событий, входящих в эту группу. **Полная группа** - множество событий, из которых в результате данного испытания обязательно появится произвольное, но при этом только одно событие.

**Исходом** называются события, входящие в полную группу равно-возможных несовместных случайных событий. Исход называется **благоприятствующим** появлению события  $A$ , если появление этого исхода влечет за собой появление события  $A$ .

**Пример 8.** В урне находится 8 пронумерованных (от 1 до 8) шаров. Шары с цифрами 1,2 и 3 – красные; остальные – черные. Каким является событие появление шара с номером 4?

**Решение.** Появление шара с цифрой 4 есть событие (исход), благоприятствующее появлению черного шара.

По результату рассмотрения элементарных терминов теории вероятности, дадим далее классическое определение вероятности:

**Вероятностью события  $A$**  называют отношение числа  $m$  благоприятствующих этому событию исходов к общему числу  $n$  всех равно-возможных несовместных элементарных исходов, образующих полную группу:

$$P(A) = \frac{m}{n}. \quad (2.8)$$

Вероятность в классическом определении обладает следующими элементарными свойствами:

- **Свойство 1:** Вероятность достоверного события равна 1.
- **Свойство 2:** Вероятность невозможного события равна 0.
- **Свойство 3:** Вероятность случайного события  $A$  удовлетворяет двойному неравенству  $0 \leq P(A) \leq 1$ .