

Занятие № 2 «Структура телекоммуникационной системы»

1. Функциональный состав телекоммуникационной сети

Большинство операций, выполняемых повседневной деятельностью человека, связано с образованием сообщений, содержащих определенную управленческую информацию, их распределением по направлениям управляющих воздействий и передач/приемом для дальнейшего использования. Выполнение этих функций возлагается на систему связи, составляющими которой являются и сети связи. По существующей классификации (классификация профессора Г. Б. Давыдова), характеризующей компоненты сети связи по их основному функциональному назначению, эта сеть может быть описана четырьмя макроуровнями, представленными на рис. 1.

Первый уровень	Пользователи услугами связи (абоненты)	
Второй уровень	Терминалы связи (оконечные устройства различных видов связи)	
Третий уровень	Телекоммуникационные системы	
Четвертый уровень	Системы коммутации	

Рис. 1. Уровни функционального предназначения телекоммуникационной сети

Первый уровень – пользователи услугами связи формирующие и использующие сообщения различных видов: речевые, текстовые (в том числе и кодированные), иллюстративно-графические, формализованные файлы и др. Этот уровень не входит непосредственно в сеть связи, а образует в определенном смысле часть окружающей среды этой сети, с одной стороны, предъявляющие к ней конкретные требования по перечню предоставляемых услуг, объему и своевременности передачи сообщений, их достоверности, с другой – пользующийся услугами и средствами этой сети для передачи по заданным адресам сообщений различного вида.

Второй уровень – терминалы (оконечные устройства) связи (ТС), осуществляющие на передаче преобразование сообщений из формы, в которой они поступили от источника информации, в электрические сигналы, имеющие форму, удобную для передачи их техническими средствами электросвязи, и на приеме – обратное преобразование.

Третий уровень – системы передачи, обеспечивающие распространение электрических сигналов в физической среде (материальном носителе сигналов, например, кабеле связи).

Четвертый уровень – системы коммутации, обеспечивающие распределение информации по заданным адресам пользователей.

Нормальное функционирование системы связи во многом определяется выполнением установленных правил взаимодействия между ее уровнями. Однако, степень влияния, оказываемого одним уровнем на другой, различная. В связи с этим особый интерес представляют коммутационные системы (четвертый уровень), оказывающие существенное влияние на количественные показатели средств второго и третьего уровней, а также на возможности информационного обмена между элементами первого уровня. В технической литературе функциональное описание средств различных уровней иногда называют архитектурой системы связи.

2. Структура телекоммуникационной системы

В любой системе электросвязи должны быть устройства, осуществляющие преобразования: на передаче – информация → сообщение → сигнал, на приеме – сигнал → сообщение → информация.

Кроме того, в процессе передачи сигнал подвергается и другим преобразованиям, многие из которых являются типовыми, обязательными для различных систем электросвязи, независимо от их назначения и характера передаваемых сообщений.

Рассмотрим обобщенную структурную схему системы электрической связи (СЭС) (рис.2.). В нее входят следующие элементы.

Источник сообщения это физический объект, который формирует конкретное сообщение $x(t)$ (люди, ЭВМ, датчики). Примеры сообщений: речь, музыка, фотография, текст, рисунок.

Преобразователи сообщения в электрический сигнал (микрофон, датчик) превращают сообщение $x(t)$ в первичный сигнал $s(t)$. Например, преобразование букв текста в стандартные электрические сигналы азбуки Морзе.

Модулятор – осуществляет преобразование первичного сигнала $s(t)$ во вторичный сигнал $S(t)$, удобный для передачи в среде распространения в условиях действия помех.

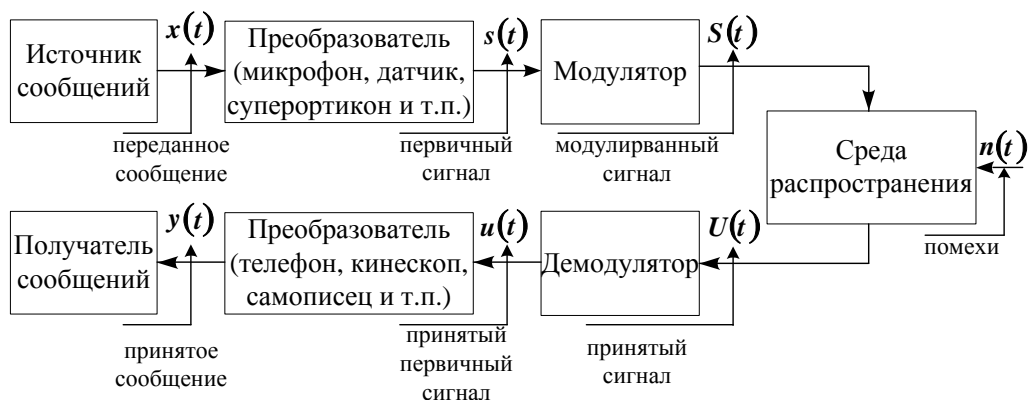


Рис. 2. Обобщенная структурная схема системы электрической связи

Среда распространения служит для передачи электрических сигналов от передатчика к приемнику. Это может быть кабель или волновод, в системах радиосвязи это область пространства в котором распространяются электромагнитные волны от передающей антенны к приемной.

Для каждого типа линии связи имеются сигналы, которые могут быть использованы наиболее эффективно. Например, в проводной линии применяются переменные токи невысоких частот (не более сотен кГц), в радиолнии – электромагнитные колебания высоких частот (от сотен килогерц до десятков тысяч мегагерц), а в волоконно-оптических линиях для передачи информации используют световые волны с частотами $10^{14} \dots 10^{15}$ Гц. В среде распространения сигналы обычно значительно ослабляются (затухают) и искажаются под воздействием помех $n(t)$.

Под **помехой** понимается любое воздействие на сигнал, которое ухудшает достоверность воспроизведения передаваемых сообщений. В наиболее простом случае на вход демодулятора (приемника) поступает сумма сигнала $S(t)$ и помехи $n(t)$: $U(t) = S(t) + n(t)$. Такие помехи называют аддитивными.

Демодулятор это устройство, в котором из принятого сигнала $U(t)$ выделяется первичный электрический сигнал $u(t)$, который из-за действия помех может значительно отличаться от переданного $s(t)$.

Преобразователь необходим для формирования $y(t)$ сообщения из принятого первичного сигнала $u(t)$. Качество СЭС определяется степенью соответствия принятого сообщения $y(t)$ переданному сообщению $x(t)$.

Структурная схема системы электрической связи для передачи дискретных сообщений (рис. 3) дополнительно включает в себя кодер (декодер) источника и кодер (декодер) канала.

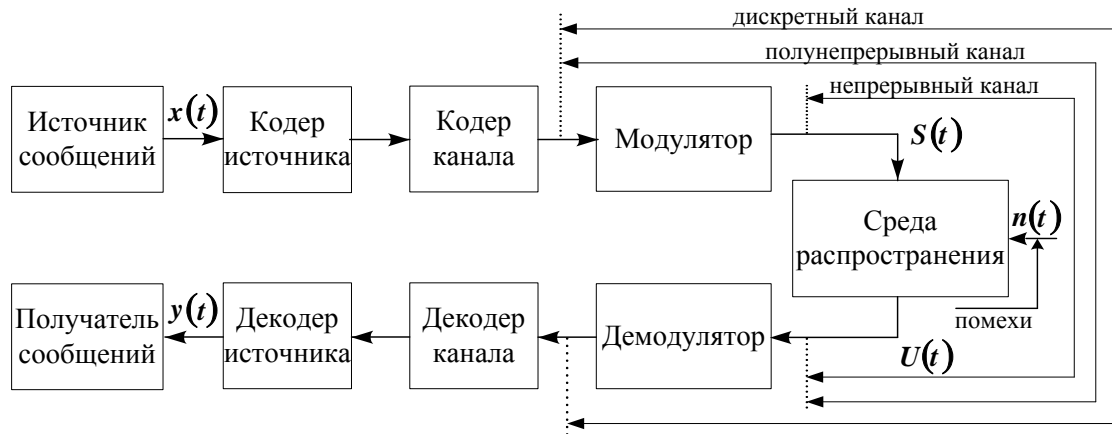


Рис. 3. Структурная схема системы электрической связи для передачи дискретных сообщений

Кодер источника служит для преобразования сообщений в кодовые символы с целью уменьшения избыточности источника сообщения, т.е. обеспечения минимума среднего числа символов на одно сообщение и представления в удобной форме (например, в виде двоичных чисел).

Кодер канала, предназначен для введения избыточности, позволяющей обнаруживать и исправлять ошибки в канальном декодере, с целью повышения достоверности передачи.

Декодер канала обеспечивает проверку избыточного (помехоустойчивого) кода и преобразование его в последовательность первичного электрического сигнала без избыточного кода.

Декодер источника (ДИ) – это устройство для преобразования последовательности ПЭС без избыточного кода в сообщение.

Принято различать две группы относительно самостоятельных устройств: кодеки и модемы. **Кодеком** называется совокупность кодера и декодера, которые при двухсторонней связи конструктивно объединены в одно устройство. **Модемом** называется конструктивно совмещенная совокупность модулятора и демодулятора.

Детализованная схема кодера и декодера канала представлена на рис. 4.

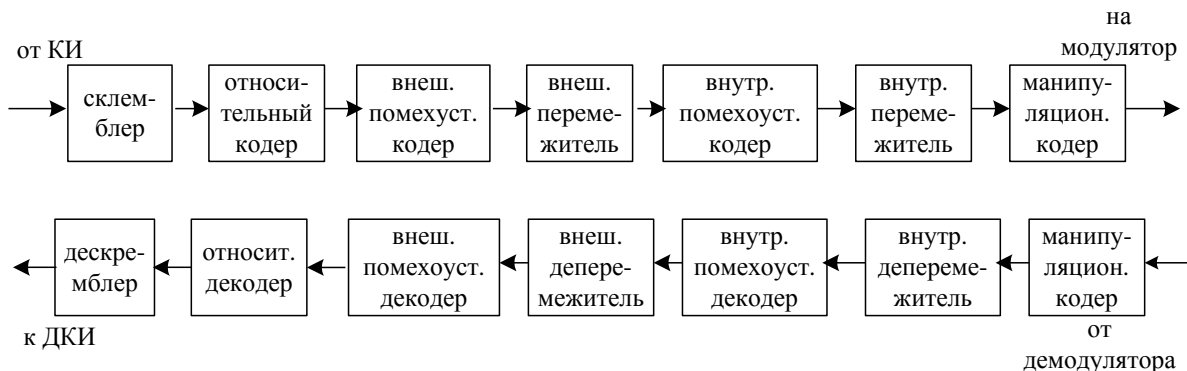


Рис. 4. Детализованная схема кодера и декодера канала

Назначение функциональных элементов схемы следующее.

Скремблер – преобразует статистику передаваемого сообщения к форме, удобной для работы устройств тактовой и цикловой синхронизации и для согласования спектра сигнала с амплитудно-частотной и фазочастотной характеристикой канала. Даже если на входе скремблера есть длинная последовательность только «0» или «1», то на выходе – равновероятная последовательность «1» и «0» (скремблированная последовательность).

Относительный кодер используется в системах с относительными методами модуляции (разностными, дифференциальными).

Внешние и внутренние манипуляционные кодеры применяются в тех случаях, когда от помехоустойчивого кодера требуют повышения скорости передач и повышения исправляющей способности одновременно. Иначе приходилось бы делать коды очень большой длины с экспоненциально увеличивающейся сложностью такого кодера. Поэтому применяют многокаскадное

кодирование: если ступеней две, то их называют внешней и внутренней.

Перемежитель предназначен для защиты от пакетов ошибок (группирующихся ошибок). Запись производится по строкам, а передача в канал по столбцам. Перемежитель разносит (во времени) смежные символы исходной кодовой последовательности более чем на n символов.

В **деперемежителе** разнесенные символы вновь собираются вместе; одновременно при этом смежные (пакетные) ошибки будут разнесены деперемежителем во времени более чем на n символов. Благодаря этому соответствующий деперемежителю декодер сможет исправить такие разнесенные во времени ошибки.

Работу данных устройств можно проиллюстрировать рис. 5.



Рис. 5. Принцип работы перемежителя и деперемежителя

Нужно отметить, что как помехоустойчивое кодирование, так и сжатие данных не являются обязательными операциями при передаче информации. Эти процедуры (и соответствующие им блоки в структурной схеме СПИ) могут отсутствовать. Однако это может привести к очень существенным потерям в помехоустойчивости системы, значительному уменьшению скорости передачи и снижению качества передачи информации. Поэтому практически все современные системы (за исключением, быть может, самых простых) должны включать и обязательно включают и эффективное и помехоустойчивое кодирование данных. Более подробному рассмотрению этих вопросов будет посвящена третья глава нашего пособия.

Важнейшей частью СЭС является канал связи.

Каналом связи называется совокупность средств, обеспечивающих передачу сигнала от некоторой точки **A** системы до точки **B**. Точки **A** и **B** могут быть выбраны различным образом в зависимости от решаемой задачи построения модели, проектирования или анализа СЭС. В зависимости от вида входных и выходных символов канал связи может быть непрерывным, дискретным и полунепрерывным. В одной и той же схеме можно выделить как дискретный так и непрерывный канал, в зависимости от выбора рассматриваемых точек.