

Кодирование и модуляция

Преобразование дискретного сообщения в сигнал:

Кодирование - преобразование сообщения в последовательность некоторых символов. Для этого устанавливают взаимно-однозначное соответствие между сообщениями и символами, которое называется кодом. Код должен быть известен (заложен в аппаратуру) как на передающей, так и на приемной сторонах.

Модуляция - преобразование сообщения (первичного сигнала) в сигнал, пригодный для передачи по данной линии связи. При этом преобразовании осуществляется согласование источника с каналом.

В качестве основания счисления можно принять любое целое число m и представить число N как

$$N = \dots + a_2 m^2 + a_1 m^1 + a_0 m^0,$$

где a_i – коэффициенты, принимающие значения от 0 до $m-1$. Задаваясь величиной m , можно построить любую систему счисления.

При $m=2$ получим двоичную систему, в которой числа записываются с помощью всего лишь двух цифр – 0 и 1.

В зависимости от системы счисления, используемой при кодировании, различают **двоичные** и ***m*-ичные** (недвоичные) коды.

Различают коды **равномерные** и **неравномерные**.

Равномерные коды - все комбинации имеют одинаковую длину.
Число возможных комбинаций равно m^n .

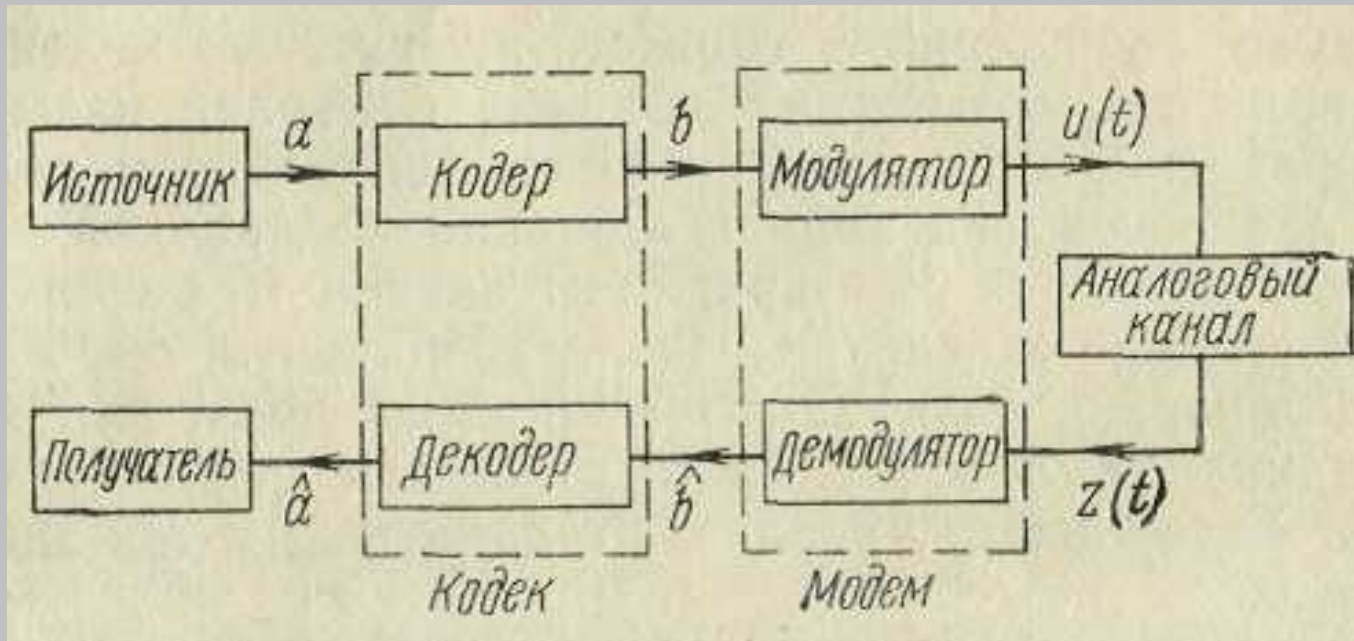
Неравномерные коды - кодовые комбинации отличаются друг от друга не только взаимным расположением символов, но и их количеством.

Различные комбинации имеют различную длительность.

По помехоустойчивости коды делятся на **простые** (примитивные) и **корректирующие**.

Декодирование состоит в восстановлении сообщения по принимаемым кодовым символам.

Структурная схема системы передачи дискретных сообщений

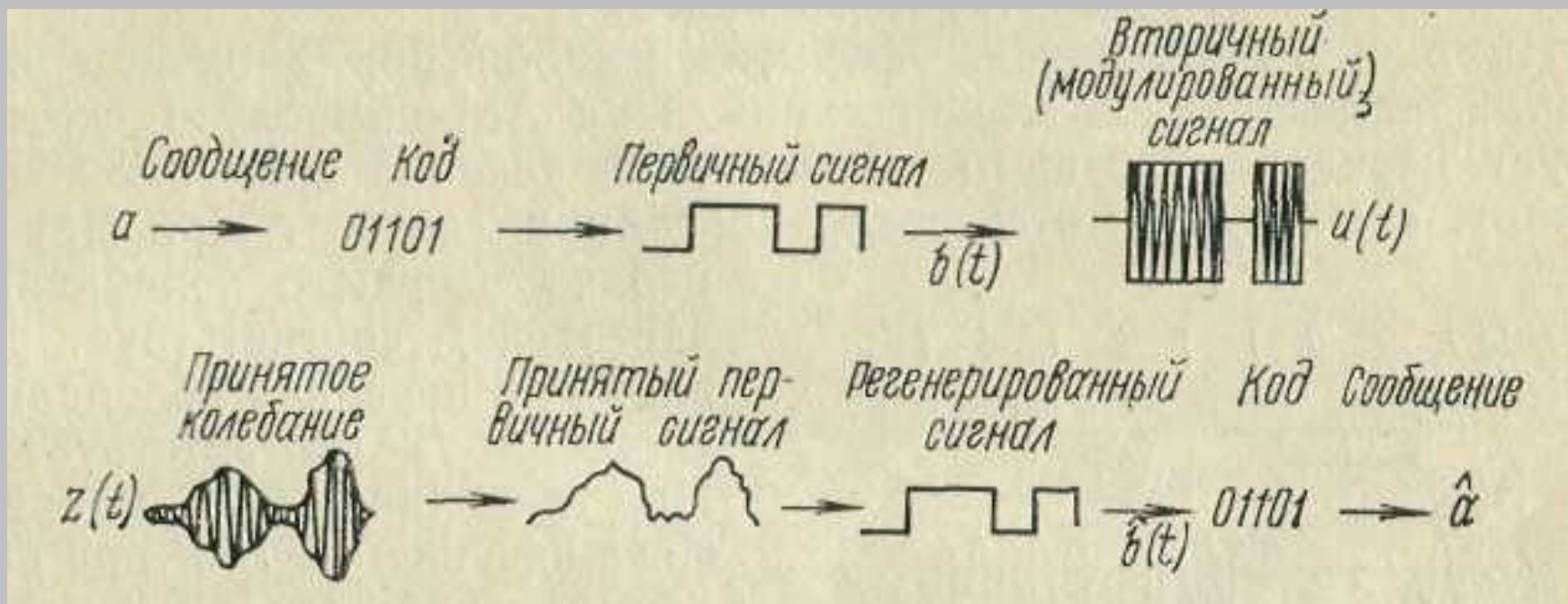


В системах передачи дискретных сообщений принято различать две группы устройств: модемы и кодеки.

Кодеком называются устройства, преобразующие сообщение в код (кодер) и код в сообщение (декодер).

Модемом – устройства, преобразующие код в сигнал (модулятор) и сигнал в код (демодулятор).

Процесс преобразования дискретного сообщения в сигнал и восстановления переданного сообщения в приемнике



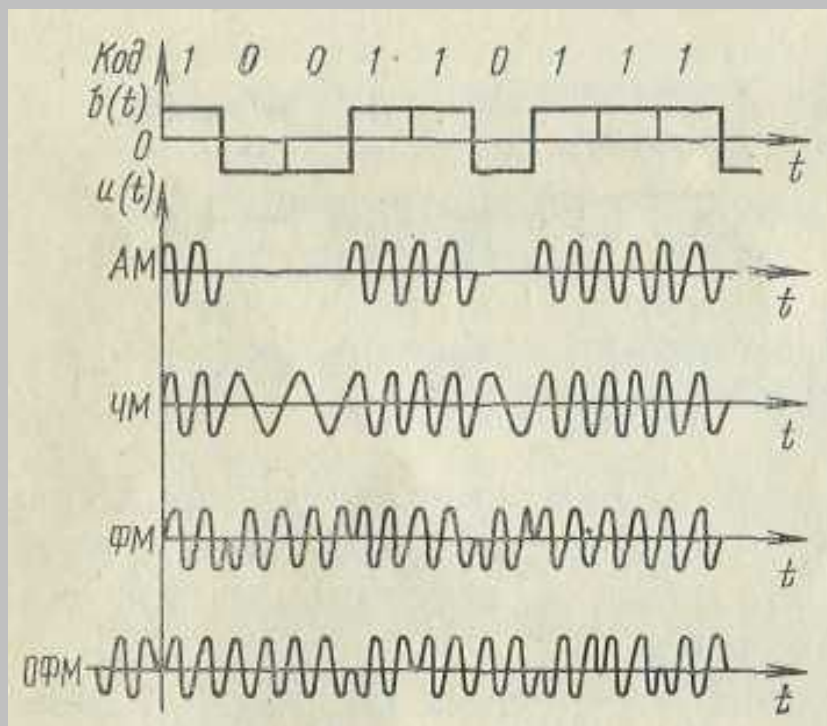
При передаче **непрерывного сообщения** оно сначала преобразуется в первичный электрический сигнал, а затем, как правило, с помощью модулятора формируется сигнал, который и посылается в линию связи. Принятое колебание подвергается обратным преобразованиям, в результате которых выделяется первичный сигнал. По нему затем восстанавливается с той или иной точностью сообщение.

При дискретной модуляции закодированное сообщение, представляющее собой последовательность кодовых символов, преобразуется в последовательность элементов (посылок) сигнала. В частном случае дискретная модуляция сводится к воздействию кодовых символов на переносчик $f(t)$.

Посредством модуляции один из параметров переносчика изменяется по закону, определяемому кодом. При непосредственной передаче переносчиком может быть постоянный ток, изменяющимися параметрами которого являются величина и направление тока. Обычно же в качестве переносчика, как и в непрерывной модуляции, используется переменный ток (гармоническое колебание).

В этом случае можно получить амплитудную (АМ), частотную (ЧМ) и фазовую (ФМ) модуляции. Дискретную модуляцию часто называют манипуляцией, а устройство, осуществляющее дискретную модуляцию (дискретный модулятор), называют манипулятором или генератором сигналов.

Сигналы при различных видах дискретной модуляции



Наконец, на практике нашла применение система **относительной фазовой модуляции (ОФМ)**. В отличие от ФМ, при ОФМ фаза сигналов отсчитывается не от некоторого эталона, а от фазы предыдущего элемента сигнала. В двоичном случае символ 0 передается отрезком синусоиды с начальной фазой предшествующего элемента сигнала, а символ 1 – таким же отрезком с начальной фазой, отличающейся от начальной фазы предшествующего элемента сигнала на π .

При ОФМ передача начинается с посылки одного, не несущего информации элемента, который служит опорным сигналом для сравнения фазы последующего элемента.

В общем случае дискретную модуляцию следует рассматривать как преобразование кодовых символов $0, 1, \dots, m-1$ в определенные отрезки сигнала $u_i(t)$, где $i=0, 1, \dots, m-1$ – передаваемый символ. При этом вид отрезка сигнала $u_i(t)$, в принципе, может быть произволен. В действительности его выбирают так, чтобы удовлетворить требованиям, предъявляемым к системе связи (в частности, по скорости передачи и по занимаемой полосе частот), и чтобы сигналы хорошо различались с учетом воздействующих помех.

Длительность посылки первичного сигнала $b_i(t)$ при дискретной передаче определяет скорость передачи посылок (техническую скорость или скорость телеграфирования).

Эта скорость ν выражается числом посылок, передаваемых за единицу времени.

Измеряется техническая скорость в бодах. Один Бод – это скорость, при которой за 1с передается одна посылка.

Если длительность посылки T выражена в секундах, то скорость телеграфирования будет равна $\nu=1/T$, Бод.

Если полосу частот ограничить третьей гармоникой, то ширина спектра первичного сигнала $F_c=1,5\nu$, Гц.

Демодуляция и декодирование

Сначала производится **демодуляция** сигнала.

В системах передачи **непрерывных сообщений** в результате демодуляции восстанавливается первичный сигнал, отображающий переданное сообщение.

В системах передачи **дискретных сообщений** в результате демодуляции последовательность элементов сигнала превращается в последовательность кодовых символов, после чего эта последовательность преобразуется в последовательность элементов сообщения, выдаваемую получателю. Это преобразование называется **декодированием**.

В результате различных искажений и воздействия помех пришедший сигнал может существенно отличаться от переданного. Поэтому всегда можно высказать ряд предположений (гипотез) о том, какое сообщение передавалось.

Та часть приемного устройства, которая осуществляет анализ приходящего сигнала и принимает решение о переданном сообщении, называется решающей схемой.

В системах передачи **непрерывных** сообщений при аналоговой модуляции решающей схемой является **демодулятор**.

В системах передачи **дискретных** сообщений решающая схема обычно состоит из двух частей:– **демодулятора** и **декодера**.

Иногда операции демодуляции и декодирования выполняет одно устройство, которое приходящую последовательность элементов сигнала преобразует сразу в последовательность букв сообщения.

Такой метод приема называют «**приемом в целом**», в отличие от «**поэлементного приема**» с двумя решающими схемами.

Для принятия решения о том, какое сообщение передавалось, необходимо проанализировать пришедший сигнал. С этой целью он подвергается различным преобразованиям, которые называют обработкой сигнала. Одной из задач теории связи является отыскание правил оптимальной обработки сигнала, при которой решение о переданном сообщении оказывается наиболее достоверным. Эти правила зависят от свойств канала и методов передачи (кодирования и модуляции). Иногда оптимальные правила обработки оказываются сложными и с целью упрощения аппаратуры используют другую, не оптимальную обработку.

Операции, входящие в процедуру обработки сигнала, могут быть весьма разнообразными. Чаще всего приходится применять в процессе обработки фильтрацию, перемножение сигналов, сложение, интегрирование (реже дифференцирование), стробирование, ограничение, сравнение двух или нескольких отсчетов, возведение в квадрат и другие функциональные преобразования. Многие операции обработки принятого сигнала направлены на то, чтобы увеличить отношение мощности сигнала к мощности помехи.