Тема 5. Сообщения. Сигналы.

1. Сообщение.

Теория информации – это наука о получении, преобразовании, накоплении, отображении и передаче информации.

С технической точки зрения, информация - это сведения, являющиеся объектом хранения, передачи и преобразования.

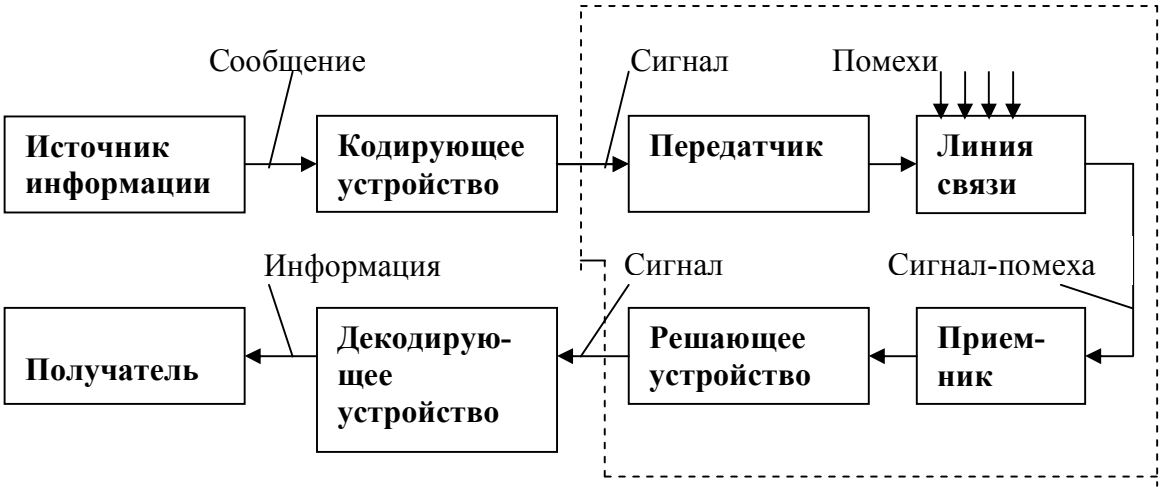
Нужно различать понятия «информация» и «сообщение». Под сообщением понимают информацию, выраженную в определенной форме и подлежащую передаче.

Сообщение - это форма представления информации.

Примерами сообщений являются: текст телеграммы, речь оратора, показания измерительного датчика, команды управления и т.д.

2. Структурная схема системы передачи информации

Структурная схема одной из характерных информационных систем в общем случае может быть представлена как:



Система состоит из отправителя информации, линии связи и получателя информации. Сообщение для передачи его в соответствующий адрес должно быть предварительно преобразовано в сигнал.

3. Сигнал.

Под сигналом понимается изменяющаяся физическая величина, отображающее сообщение.

Сигнал - материальный переносчик сообщения, т.е. изменяющаяся физическая величина, обеспечивающая передачу информации по линии связи.

Линия связи - это физическая среда, по которой происходит передача сигналов от передатчика к приемнику.

В современной технике нашли применение электрические, электромагнитные, световые, механические, звуковые, ультразвуковые сигналы. Для передачи сообщений необходимо принять тот переносчик, который способен эффективно распределяться по используемой в системе линии связи (например: по радиолинии эффективно распределяется только электромагнитные колебания высоких частот – от сотен кГц до дес. тысяч МГц).

4. Классификация сигналов по дискретно-непрерывному признаку.

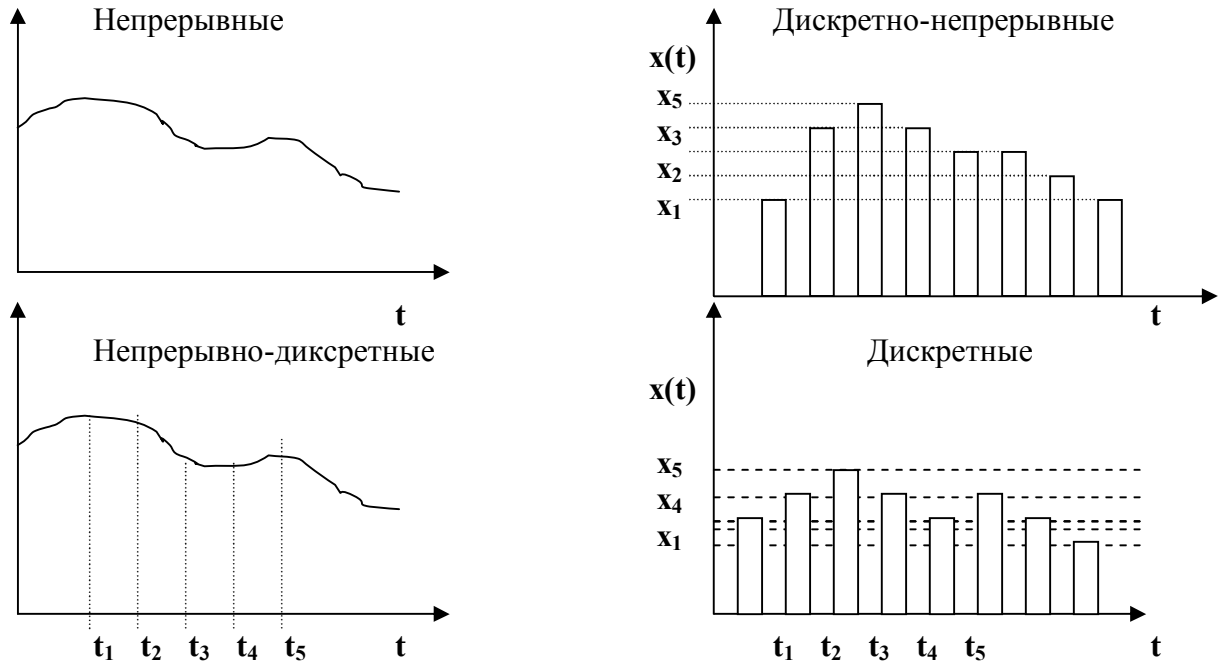
Все сигналы по характеру изменяющиеся во времени можно разделить на непрерывные и дискретные. Непрерывные по времени сигналы отображаются непрерывной функцией времени. Дискретные по времени сообщения характеризуются тем, что поступают в определенные моменты времени **t** и описываются дискретной функцией **x(t)**.

Сообщения также можно разделить на *непрерывные* и *дискретные* по множеству. Непрерывные множеству сообщения характеризуются тем, что функция, их описывающая, может принимать непрерывное множество значений. Дискретные по множеству сообщения - это сообщения, которые могут быть описаны с помощью конечного набора чисел или дискретных значений некоторой функции.

Дискретности по множеству и времени не связаны друг с другом. Рассмотрим возможные типы сигналов подробнее.

Пусть сигнал описывается функцией **x(t)**. Тогда возможны варианты:

1. непрерывные по множеству и времени, или просто непрерывные;
2. непрерывные по множеству и дискретные по времени;
3. дискретные по множеству и непрерывные по времени;
4. дискретные по множеству и времени, или просто дискретные;



Непрерывные или аналоговые сигналы. Принимают любые значения в некотором интервале и изменяются в произвольные моменты времени.

Непрерывные по множеству и дискретные по времени сигналы. Принимают произвольные значения в некотором интервале, но изменяются только в определенные,

наперед заданные (дискретные) моменты времени. Временной интервал Δt между соседними отсчетами называется шагом дискретизации.

Дискретные по множеству и непрерывные по времени сигналы. Принимают только разрешенные (дискретные) значения, но изменяются в произвольные моменты времени.

Дискретные по множеству и времени, или просто дискретные сигналы. Принимают только дискретные значения в дискретные моменты времени.

В процессе преобразования дискретных сообщений в сигнал происходит кодирование сообщения.

> **Кодированием** называется преобразование сообщений в сигнал.

Устройство, осуществляющее кодирование называется *кодером*.

При передаче сигналы подвергаются воздействию помех.

> **Помехи** - любые мешающие внешние возмущения или воздействия (атмосферные помехи, влияние посторонних источников сигналов), а также искажения сигналов в самой аппаратуре (аппаратурные помехи), вызывающие случайное отклонение принятого сообщения (сигнала) от передаваемого.

На приемной стороне осуществляется обратная операция - декодирование.

> **Декодирование** - восстановление по принятому сигналу переданного сообщения.

Решающее устройство, помещенное после приемника, осуществляет обработку принятого сигнала с целью наиболее полного извлечения из него информации.

Декодирующее устройство, (декодер) преобразует принятый сигнал к виду удобному для восприятия получателем.

> **Канал связи** - совокупность средств, предназначенных для передачи сигнала, называется.

Одна и та же линия связи может использоваться для передачи сигналов между многими источниками и приемниками, т.е. линия связи может обслуживать несколько каналов.

При синтезе систем передачи информации приходится решать две основные проблемы, связанные с передачей сообщений:

- обеспечение помехоустойчивости передачи сообщений
- обеспечение высокой эффективности передачи сообщений

> **Помехоустойчивость** - способность информации противостоять вредному воздействию помех.

При данных условиях, т.е. при заданной помехе, помехоустойчивость определяет верность передачи информации.

> **Верность принимаемой информации** - мера соответствия принятого сообщения (сигнала) переданному сообщению (сигналу).

> **Эффективность системы передачи информации** - способность системы

обеспечивать передачу заданного количества информации наиболее экономичным способом.

Эффективность характеризует способность системы обеспечить передачу данного количества информации с наименьшими затратами мощности сигнала, времени и полосы частот.

Теория информации устанавливает критерии оценки помехоустойчивости и эффективности информационных систем, а также указывает общие пути повышения помехоустойчивости и эффективности.

Повышение помехоустойчивости практически всегда сопровождается ухудшением эффективности и наоборот.

5. Квантование и кодирование сигналов.

Физические сигналы являются непрерывными функциями времени. Чтобы преобразовать непрерывный, в частности, аналоговый сигнал в цифровую форму используются *аналого-цифровые преобразователи* (АЦП). Процедуру аналого-цифрового преобразования сигнала обычно представляют в виде последовательности трех операций: дискретизации, квантования и кодирования.

Операция дискретизации заключается в определении выборки моментов времени измерения сигнала.

Операция квантования состоит в считывании значений координаты сигнала в выбранные моменты измерения с заданным уровнем точности.

Операция кодирования заключается в преобразовании полученных измерений сигнала в соответствующие значения некоторого цифрового кода или кодовой комбинации, которые затем передаются по каналам связи.

Процедуру восстановления непрерывного сигнала из цифрового представления также можно представить в виде двух операций: декодирования и демодуляции.

Операция декодирования выполняет операцию обратную операции кодирования, т.е. преобразует последовательность заданных значений кодовой комбинации (кодовых слов) в последовательность измерений, следующих друг за другом через заданные интервалы времени дискретизации.

Операция демодуляции выполняет интерполяцию или восстановление непрерывного сигнала по его измерениям.

Преобразование сигнала из цифровой формы в непрерывный сигнал осуществляется *цифро-аналоговыми преобразователями* (ЦАП). Считается, что система аналого-цифрового и цифро-аналогового преобразований адекватна сигналу, если восстановленный непрерывный сигнал (копия) соответствует исходному непрерывному сигналу (оригиналу) с заданной погрешностью.

6. Квантование по уровню.

При квантовании по уровню непрерывное множество значений функции **x(t)** заменяется множеством дискретных значений. Для этого в диапазоне непрерывных значений функции **x(t)** выбирается конечное число дискретных значений этой функции (дискретных уровней) и в процессе квантования значение функции **x(t)** в каждый момент времени заменяется ближайшим дискретным значением. В результате квантования образуется ступенчатая функция $\mathbf{x_g(t)}$.

Квантование по уровню практически может осуществляться двумя способами:

1. Мгновенное значение функции **x(t)** заменяется меньшим дискретным значением.

2. Мгновенное значение функции **x(t)** заменяется ближайшим меньшим или большим дискретным значением в зависимости от того, какое из этих значений ближе к мгновенному значению функции. В этом случае переход ступенчатой функции с одной ступени на другую происходит в те моменты, когда первоначальная непрерывная функция **x(t)** пересекает середину между соответствующими соседними дискретными уровнями.

Интервал или **шаг квантования** (Δ_x) - расстояние между дискретными соседними уровнями.

Различают *равномерное квантование по уровню*, при котором шаг квантования постоянен, и *неравномерное квантование по уровню*, когда шаг квантования непостоянен. На практике преимущественное применение получило равномерное квантование в связи с простотой его технической реализации.

В следствии квантования функции по уровню, появляются методические погрешности, так как действительное мгновенное значение функции заменяется дискретным значением. Эта погрешность, которая получила название погрешности квантования пол уровню или шума квантования, имеет случайный характер. Абсолютное её значение в каждый момент времени определяется разностью между квантованным значением $\mathbf{x_g(t)}$ и действенным мгновенным значением **x(t)** функции:

$\delta_k(t) = x_g(t) - x(t)$

Закон распределения этой погрешности зависит от закона распределения **x(t)**.

7. Квантование по времени.

Дискретизация сигнала **x(t)** связана с заменой промежутка изменения независимой переменной некоторым множеством точек, т.е. операции дискретизации соответствует отображениеЖ

$\mathbf{x(t) \longrightarrow x(t_i)}$, где

x(t) – функция, описывающая сигнал

$\mathbf{x(t_i)}$ – функция, описывающая сигнал, полученный в результате дискретизации.

В результате дискретизации исходная функция **x(t)** заменяется совокупностью отдельных значений $\mathbf{x(t_i)}$. По значениям $\mathbf{x(t_i)}$ можно восстановить исходную функцию **x(t)** с некоторой погрешностью. Функция, полученная в результате восстановления (интерполяции) по значениям $\mathbf{x(t_i)}$, называется *воспроизводящей* и обозначается через **V(t)**.

При обработке сигналов дискретизация по **t** должна производиться таким образом, чтобы по отсчетным значениям $\mathbf{x(t_i)}$ можно было получить воспроизводящую функцию **V(t)**, которая с заданной точностью отображает исходную функцию **x(t)**.

При дискретизации сигналов приходится решать вопрос о том, каков должен быть шаг дискретизации:

$\Delta T_i = \mathbf{t_i - t_i} - 1$

При малых шагах дискретизации ΔT_i количество отсчетов функции на отрезке обработки будет большим и точность воспроизведения - высокой. При больших ΔT_i количество отсчетов уменьшается, но при этом снижается точность восстановления. Оптимальной является такая дискретизация, которая обеспечивает представление исходного сигнала с заданной точностью при минимальном количестве выборок.

В этом случае все отсчеты существенны для восстановления исходного сигнала. При неоптимальной дискретизации имеются еще и избыточные отсчеты, которые не нужны для восстановления сигнала с заданной точностью и загружают канал передачи информации. Задача сокращения избыточных отсчетов может рассматриваться как задача описания непрерывных сигналов с заданной точностью минимальным числом дискретных характеристик.