

Математическое обеспечение систем обмена данными

Лектор:

проф. Котиков Вячеслав Иванович

E-mail: kotikov@mstuca.ru

Перечень литературы

1. Кловский Д.Д., Шипкин В.А. «Теория электрической связи», учебник для вузов, 2005, 1990 г.г.
2. Кловский Д.Д. и др. «Теория электрической связи», учебное пособие для вузов, 1999
3. Материалы на сайте www.mstuca.ru – информационные ресурсы – ЭУМК МГТУ ГА
4. Лекции по дисциплине

Основные задачи систем передачи дискретной информации

1. Задан источник сообщений (ИС). Требуется определить **наилучший способ** передачи этого сообщения, несущего информацию, от источника к получателю В.

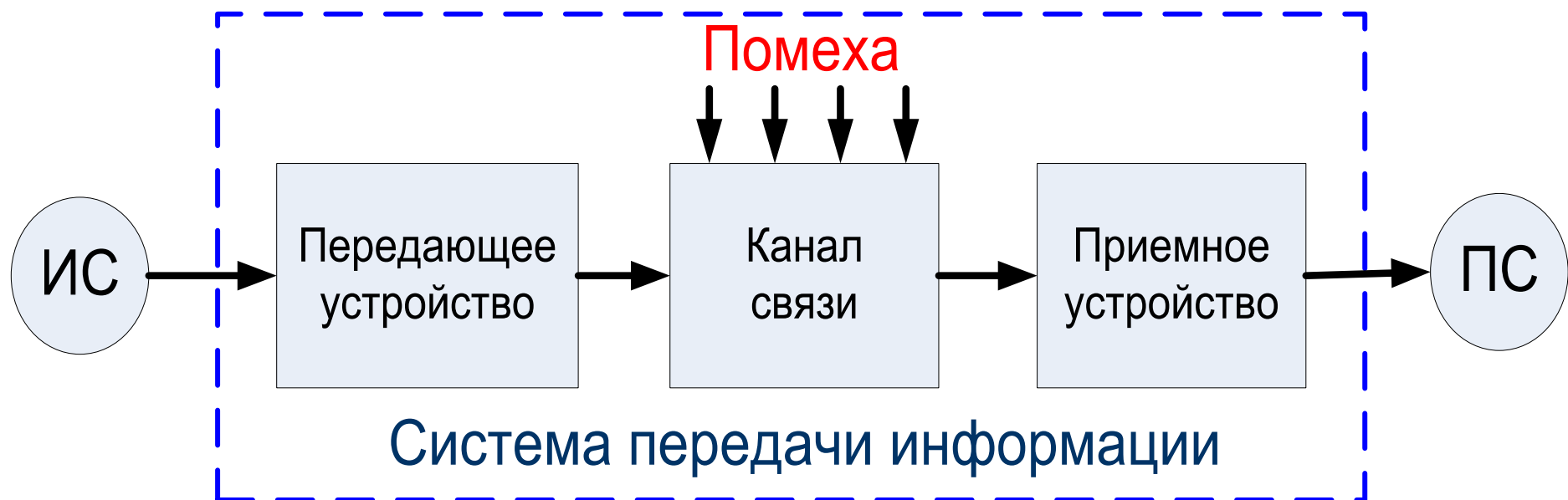
Если бы были заданы не только ИС, но и способ преобразования сообщения в сигнал, т.е. способ кодирования, а также характер помех в канале, то **оптимальная задача передачи сообщений** сводилась бы к выбору **решающей схемы** приемного устройства.

Основные задачи систем передачи дискретной информации

2. Второй задачей является оптимальный выбор множества сигналов и метода преобразования сообщения в сигнал. Под оптимальностью будем понимать такой выбор, при котором средний риск принятия решений оказывается минимальным. Задача определения оптимального метода преобразования сообщения в сигнал упрощается при разделении этого преобразования на две операции: кодирования и модуляции.

Структурная схема передачи информации

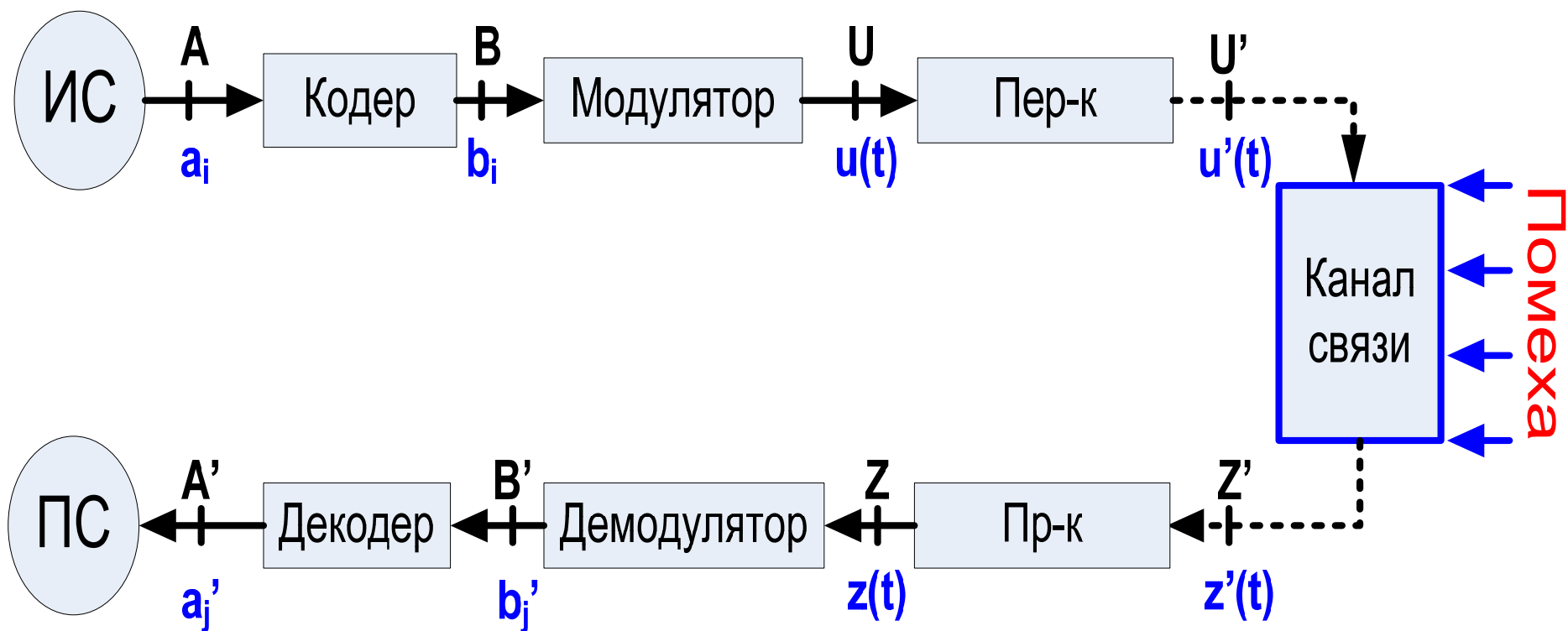
Под системой передачи сообщений понимается **совокупность математических, программных и технических средств**, которая используется для передачи сообщений от источника к потребителю и обеспечивающая получение информации с **наибольшей правдоподобностью**.



Понятие канала передачи информации

Под информационной транспортной артерией (каналом передачи сообщений) в широком смысле понимается совокупность средств, используемых для передачи сообщений и соответствующих им сигналов от источника до получателя.

Обобщенная структурная схема передачи информации



Классификация каналов

В зависимости от сигналов, действующих на входе и выходе канала передачи сообщений, можно выделить три типа каналов:

- дискретные;
- дискретно-непрерывные;
- непрерывные.

Дискретные каналы

На входе и выходе таких каналов наблюдаются **дискретные сигналы как по уровню**, так и состоянию информационного параметра во времени или **символы из конечно-мерного ансамбля**:

$A-\bar{A}$, $B-B'$, $A-B'$, $B-\bar{A}$

Математическое описание ДК

- Задан алфавит кодовых символов на входе: b_i ($i=1, m$);
- Априорные вероятности появления этих символов $p(b_i)$
- Задан алфавит кодовых символов на выходе: b_j ($j=1, m'$)
- Заданы вероятности переходов:

$$p(b'_j / b_i) \text{ при } (i = \overline{1, m}, j = \overline{1, m'})$$

Совместная и апостериорная вероятности появления СИМВОЛОВ

$$p(b_i, b'_j) = p(b_i)p(b'_j | b_i) = p(b'_j)p(b_i | b'_j)$$

$$p(b_i | b'_j) = \frac{p(b_i)p(b'_j | b_i)}{\sum_{i=1}^m p(b_i)p(b'_j | b_i)}$$

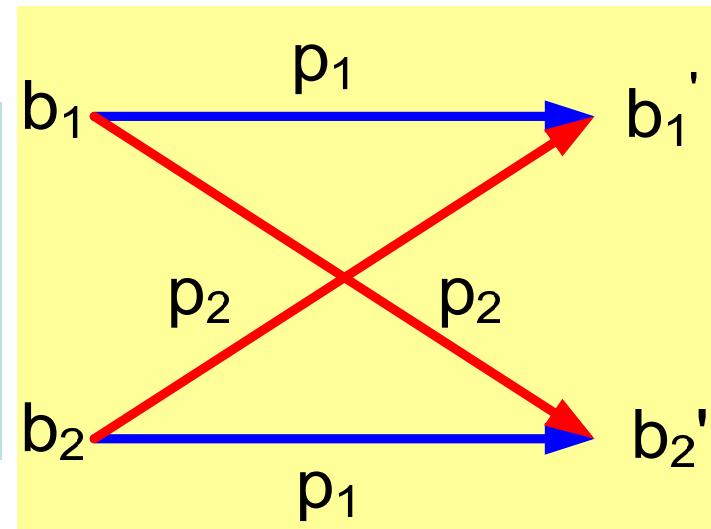
Виды дискретных каналов

- Однородные и неоднородные;
- С памятью и без памяти;
- Симметричный без стирания.

$$m = m'$$

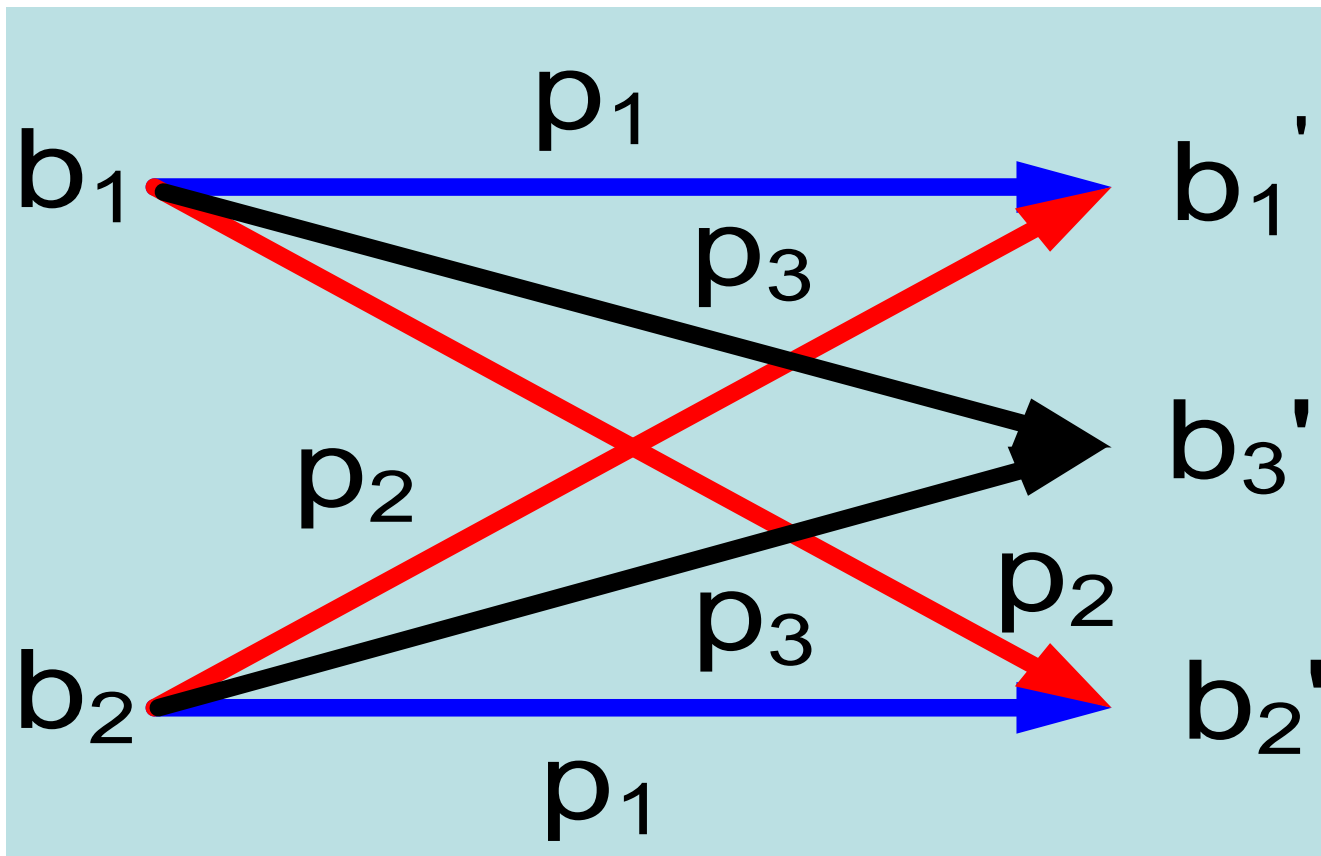
$$p(b'_j | b_i) = p_0 \text{ при } i \neq j$$

$$p(b'_j | b_i) = q = 1 - (m - 1) p_0 \text{ при } i = j$$



Дискретный канал со стиранием

$$m' = m + 1$$



Для любой модели дискретного канала можно записать, пользуясь сложением (по модулю основания кода m) в дискретном векторном пространстве, следующее соотношение:

$$B'[n] = B[n] + E[n]$$

$$d(B'[n], B[n])$$

Дискретно-непрерывный канал

- В таких каналах сигналы на входе дискретны, а на выходе – непрерывны **по уровням** или наоборот.
- Точки доступа к такому каналу:
 $A - Z$, $B - Z$ или $Z - \bar{A}$

Математическое описание ДНК

ДНК математически описан, если заданы:

- алфавит входных символов $b_i (i = 1, m)$
- априорная вероятность появления входных символов $p(b_i)$

- плотности вероятностей переходов $\omega(z / b_i)$

того, что на выходе канала появится реализация колебания $z(t)$ при условии, что на вход поступает символ b_i . Реализация колебания $z(t)$ складывается из 2-х составляющих

$$Z(t) = S_i(t) + n(t)$$

В том случае, когда сигнал $S_i(t)$ полностью детерминирован, т.е. его параметры точно известны в точке приема информации, плотность вероятности переходов в ДНК может быть записана следующим образом

$$\omega(z / b_i) = \omega[S_i(t) + n(t) / b_i] = \omega[n(t)]$$

Плотность вероятностей переходов в случае гауссовского аддитивного белого шума

$$\omega[Z(t) / b_i] = k \exp \left\{ -\frac{1}{N_0} \int_0^T [Z(t) - S_i(t)]^2 dt \right\}$$

Апостериорная вероятность для ДНК

$$p[b_i / z(t)] = k \frac{p(b_i) \omega[z(t) / b_i]}{\omega(z)}$$

где
$$\omega(z) = \sum_{i=1}^m p(b_i) \omega[z(t) / b_i]$$

Виды дискретно-непрерывных каналов (ДНК)

1. Однородные или стационарные каналы
2. Неоднородные и нестационарные каналы
3. Каналы с памятью
4. Каналы без памяти

Непрерывные каналы

Сигналы на входе и выходе таких каналов всегда оказываются **непрерывными по уровням** (точки обобщенной схемы $U - Z$).

Для математического описания таких каналов надо задать:

- распределение плотности вероятностей для входных сигналов $\omega(u)$;
- плотность вероятностей переходов $\omega(Z/U)$.

Виды непрерывных каналов

1. Стационарные (однородные) каналы.
2. Нестационарные (неоднородные) каналы
3. Каналы с памятью.
4. Каналы без памяти.

Классификация каналов передачи информации и их виды

