

Помехоустойчивое кодирование

Лекция 8

Характеристики такого свойства материи как разнообразие.

- Это свойство объекта в потенциальном смысле – св-во, которое проявляется при взаимодействии.
- Информация в отличие от материи может возникать и исчезать.

Некоторые термины

- **Сообщение** – совокупность знаков или первичных сигналов, содержащих информацию
- Множество различных знаков называют **алфавитом** источника сообщений, а число знаков – **объемом алфавита**

Кодирование

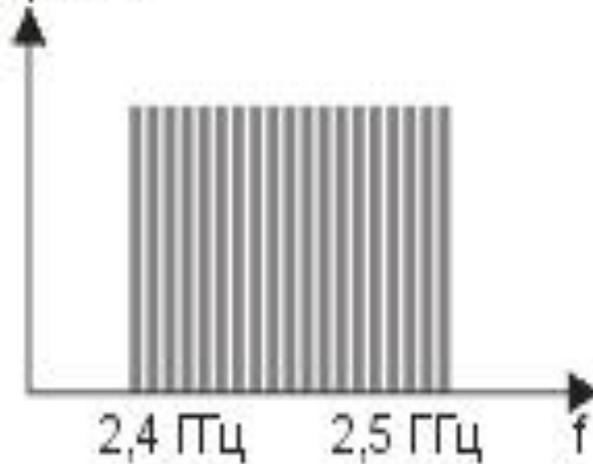
- Средство повышения достоверности передачи информации по каналу связи (помехоустойчивое кодирование).
- Средство криптографической защиты информации (от несанкционированного доступа).

Криптографическая защита

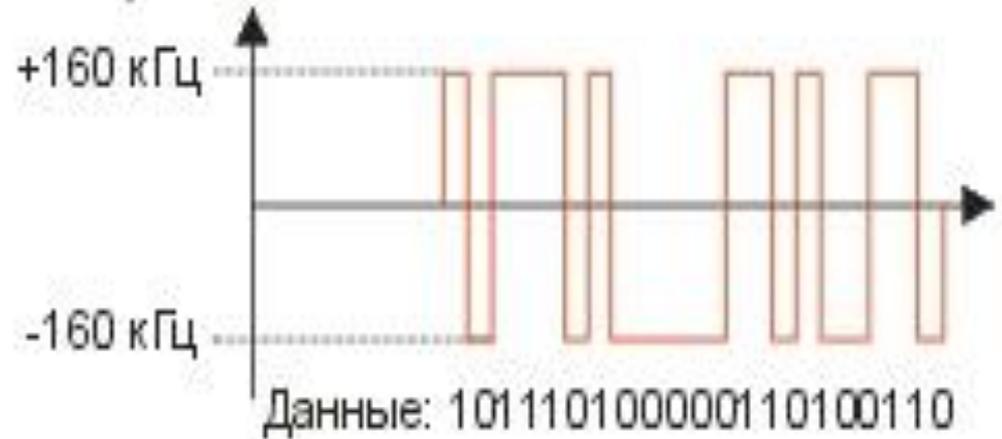
- Преобразования, выполняемые в системах криптографической защиты, можно считать разновидностями процессов кодирования и декодирования.

Частотный диапазон Bluetooth и способ кодирования пакета

а) Мощность



б) Частота



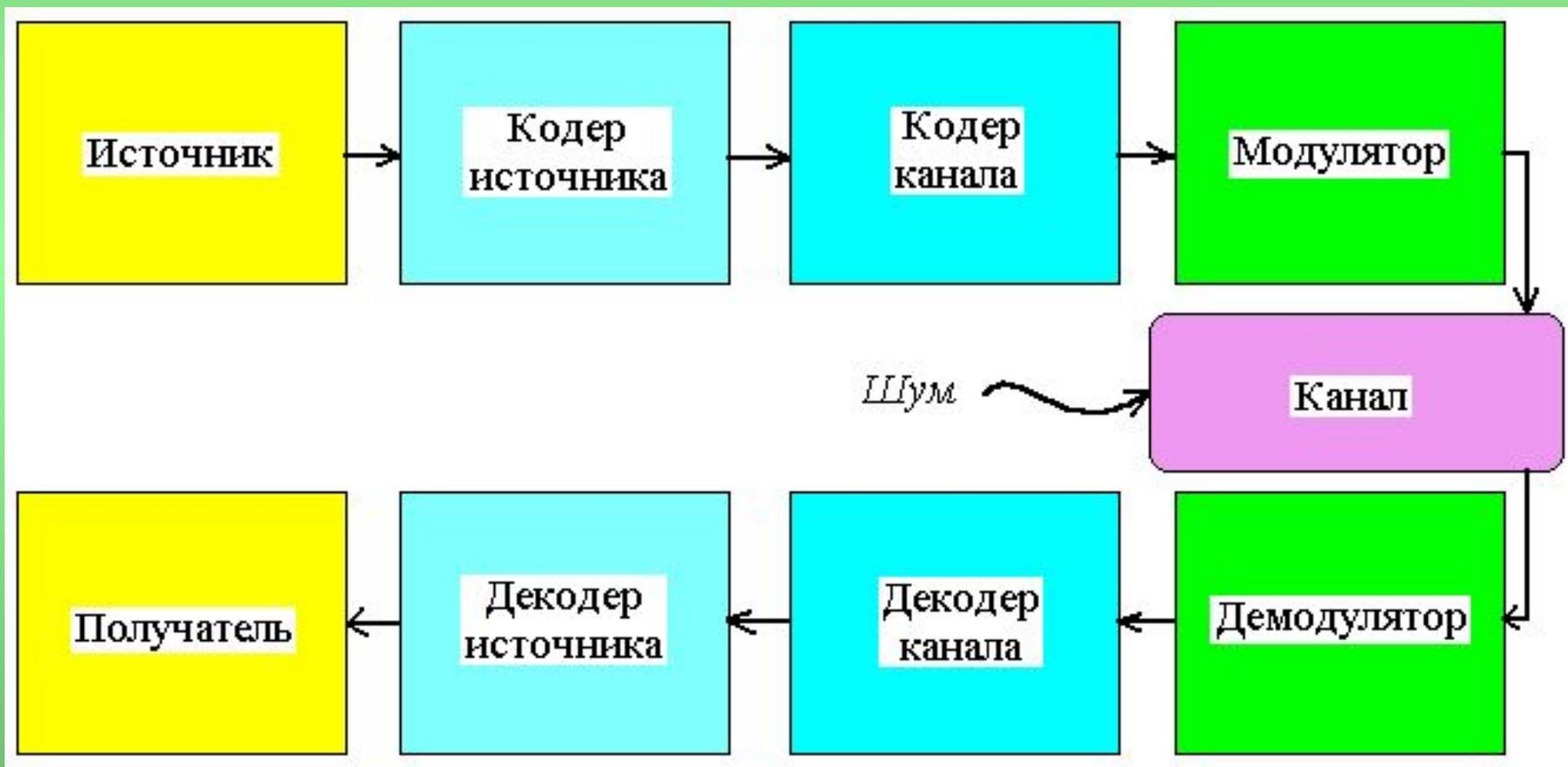
Кодирование псевдослучайной последовательностью

Исходная информация	100101101000110 \oplus ↓
Шифрующая ПСП	010010110011100
Зашифрованная информация	110111011011010
Дешифрующая ПСП	010010110011100
Расшифрованная информация	100101101000110

Виды кодирования

- Коды с обнаружением ошибок.
- Коды с коррекцией ошибок (системы прямого исправления ошибок – forward error correction, FEC).
- Протоколы с автоматическим запросом повторной передачи (automatic repeat request, ARQ). Если уровень ошибок высок, может потребоваться много повторных передач.

Цифровая система связи



Кодирование при передаче

- **Кодер источника** необходим для компактного представления исходного сообщения (в *кодовое слово источника*)
- **Кодер канала** преобразует последовательность символов кодового слова источника в другую, более длинную последовательность символов с большей избыточностью (в *кодовое слово канала*)

Кодирование источника

- Связанно с задачей создания эффективного описания исходной информации (для снижения требований к каналу передачи).
- Целью кодирования источника является получение описания исходных данных с заданной точностью при известных параметрах.

Пример кодирования ИСТОЧНИКОВ

- Аудио сжатие (компакт-диски CD, цифровая аудио-лента DAT).

Два направления в кодировании канала

- Кодирование сигнала.
- Структурирование сигнальных последовательностей, правильные наборы – ортогональные.

Теорема Шеннона для канала с помехами

- При любой производительности источника сообщений **меньшей, чем пропускная способность канала,** существует такой способ кодирования, который позволяет обеспечить передачу всей информации со **сколь угодно малой вероятностью ошибки.**

Не говорится о времени

Теорема Шеннона для канала с помехами

- Не существует способа кодирования, позволяющего вести передачу информации со сколь угодно малой вероятностью ошибки, если производительность источника сообщений **больше пропускной способности канала.**

Помехи в канале не накладывают ограничения на достоверность передачи, а накладывают только на скорость передачи.

Гауссов канал

- Математическая модель реального канала при следующих допущениях:
 - основные физические параметры канала являются **известными** величинами
 - **полоса пропускания** канала ограничена
 - в канале действует **аддитивный белый гауссовский шум** (АБГШ) – помеха ограниченной мощности с равномерным частотным спектром и нормальным распределением амплитуд

Коды бывают:

- Алгебраические
- Вероятностные

Канальное
кодирование

Блоковое
кодирование

Древовидное
кодирование

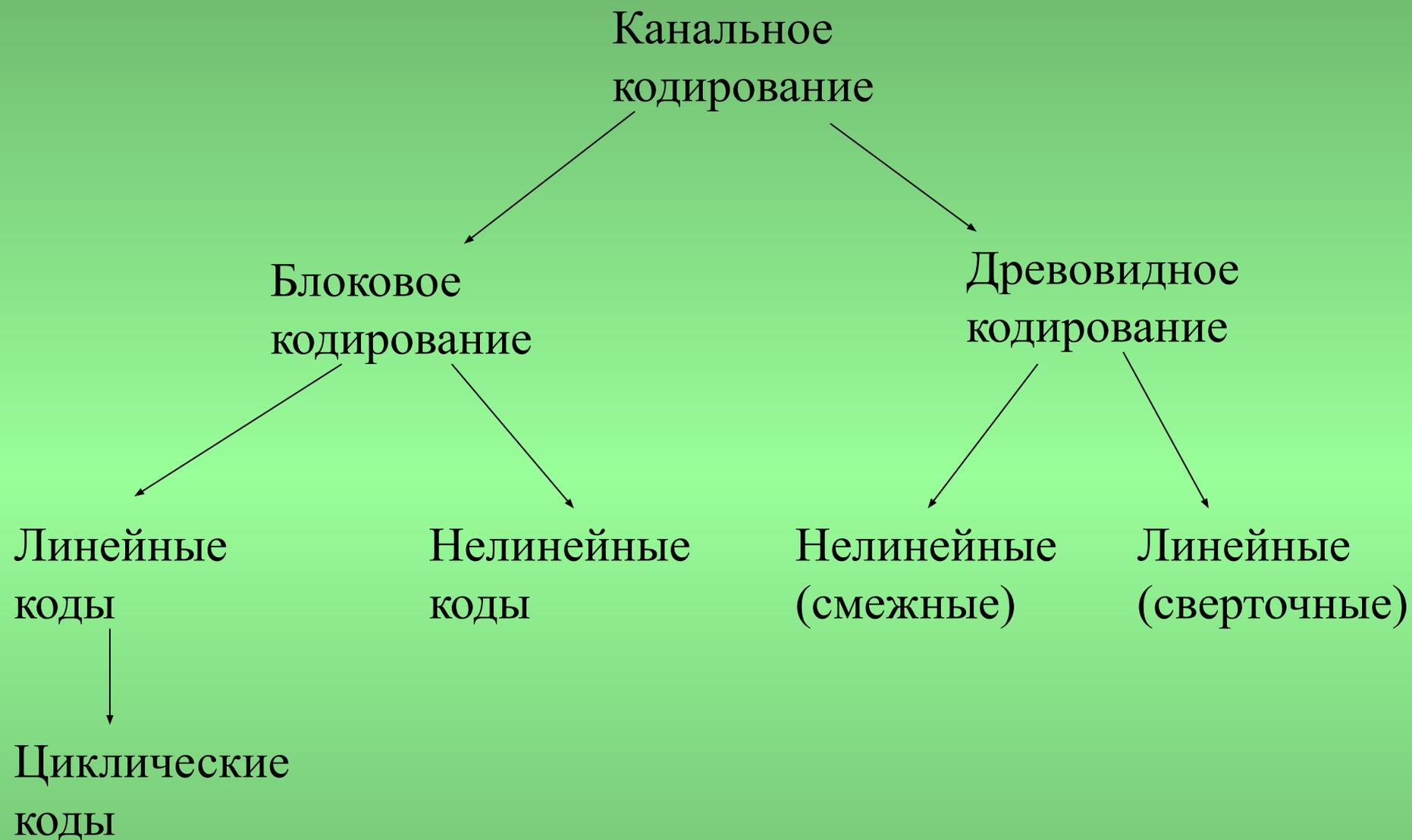
Линейные
коды

Нелинейные
коды

Нелинейные
(смежные)

Линейные
(сверточные)

Циклические
коды



Алгебраические коды

- **Блочные** – в них последовательность информационных символов разбивается при кодировании на блоки
- **Непрерывные (древовидные)** – в них информационная последовательность подвергается обработке без предварительного разбиения ее на независимые блоки

Основные проблемы кодирования

- Построение кодов, способных в должной мере исправлять ошибки.
- Разработка.
-

Для блоковых кодов

- k – разрядное слово, добавляем пару слов и переводим в n – разрядное слово, из n – разрядных надо выбрать k – разрядные.

8 и 11 \Rightarrow 2048 выбрать 256.

Известные коды

- Хэмминга
- Рида-Маллера
- БЧХ (Боуза-Чоудхури-Хоквингема)
- Голея
- Рида-Соломона
- Голда
- На основе матриц Адамара

Кодовое расстояние

- Любой метод декодирования можно рассматривать как **правило разбиения** всего множества запрещенных кодовых комбинаций на 2 непересекающихся подмножеств
- Степень отличия любых двух кодовых комбинаций характеризуется **кодовым расстоянием** (Хэмминга)

В коде Хэминга

- Для обнаружения ошибок необходимо выбирать $a \geq a + 1$

Параметры кодов

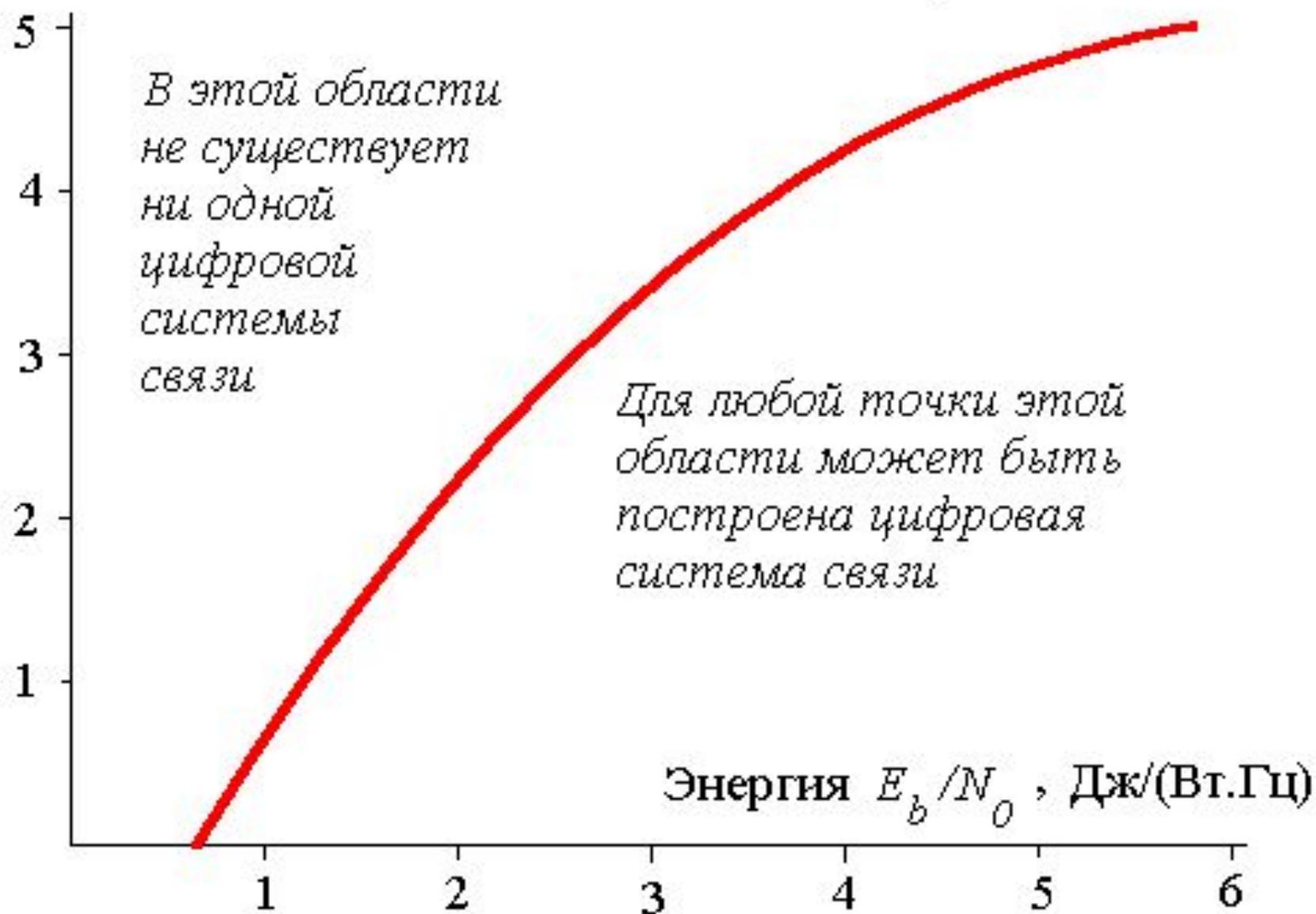
- Энергия, приходящаяся на бит, для сообщения конечной длины $E_b = E_m / k$, где E_m – энергия сообщения из k информационных бит
- Для сообщений бесконечной длины, передаваемых со скоростью R имеем $E_b = P_{av} / R$, где P_{av} - средняя мощность сообщения

Параметр E_b/N_0

- Кроме сообщения в приемник поступает и белый шум с однородной спектральной плотностью N_0 (Вт/Гц)
- На **частоту ошибок** на бит влияет отношение E_b/N_0
- **Для сравнения** различных систем передачи сигнала исследуют обычно зависимости BER (интенсивности ошибок) от требуемых отношений E_b/N_0

BER – bit error rate

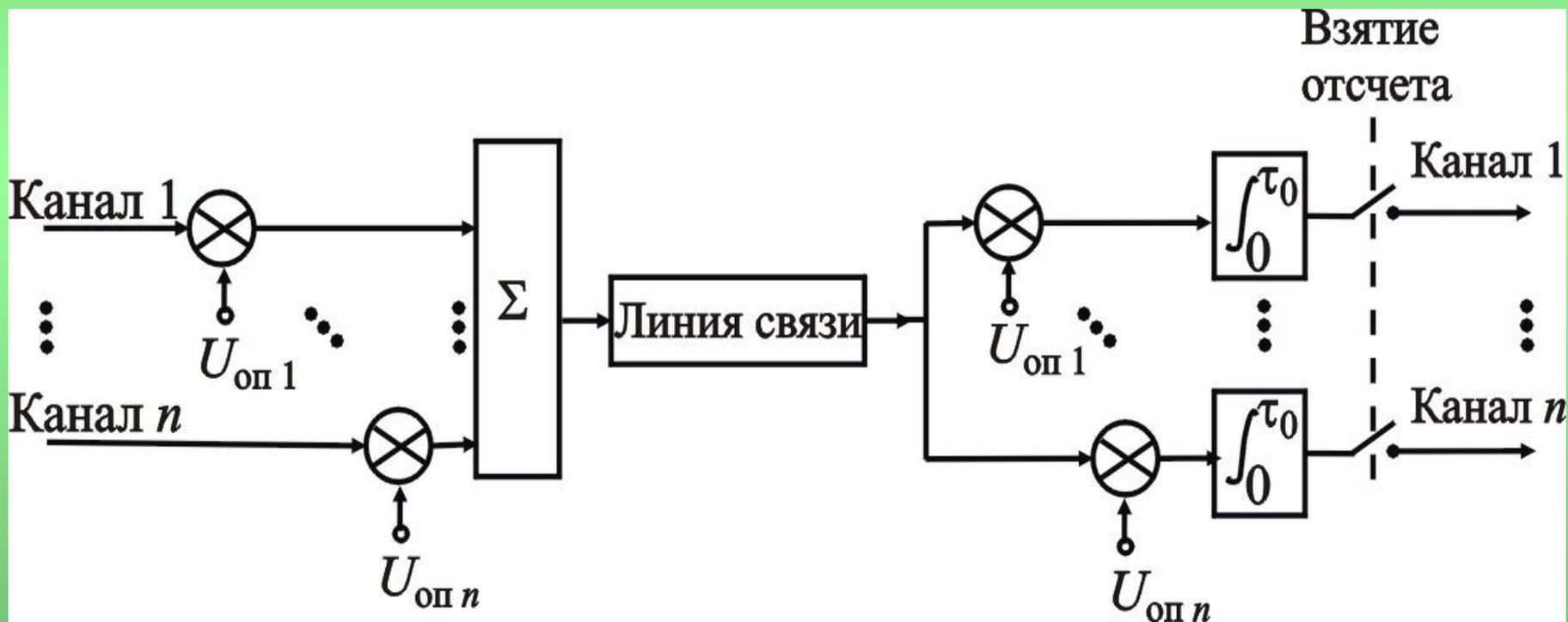
Спектральная скорость передачи R/BW , Бит/(с.Гц)



Синхронное и асинхронное

- Кодовое уплотнение каналов может быть **синхронным или асинхронным**
- Например, в сотовых наземных или спутниковых радиосистемах при кодовом разделении каналов (КРК) сигналы от базовой станции (узла связи) в сторону терминалов уплотняются **синхронно**, а сигналы от терминалов в сторону базовой станции в эфире передаются **асинхронно**

Синхронное кодовое уплотнение каналов



В приемном устройстве

- В приемном устройстве в аппаратуре разделение каналов в каждом перемножителе производится алгебраическое перемножение напряжения одного сигнала и многоканального принимаемого сигнала.