

# Напоминание

В 1948 **Клод Элвуд Шеннон** сформулировал теорему об оценке максимально достижимой эффективности методов исправления ошибок передачи данных в зависимости от уровня зашумлённости и помех в канале.

**Граница (предел) Шеннона** ограничивает максимальную скорость передачи данных через канал с заданным уровнем помех.

# Значение теоремы (1)

Пусть для передачи данных со скоростью  $R$  используется канал пропускной способности  $C$  (с учётом уровня зашумлённости).

*Если  $R < C$ , то существуют такие коды, что вероятность ошибки декодирования меньше любого заданного  $\varepsilon > 0$ .*

*=> Через канал с пропускной способностью  $C'$  можно корректно передавать данные с любой скоростью  $R' < C'$ .*

# Физические среды

## Теорема Шеннона

## Значение теоремы (2)

Пусть для передачи данных со скоростью  $R$  используется канал пропускной способности  $C$  (с учётом уровня зашумлённости).

*Если  $R > C$ , то кодов, гарантирующих ограниченную заданным  $\varepsilon > 0$  вероятностью ошибки декодирования, не существует.*

=> Через канал с пропускной способностью  $C'$  невозможно корректно передавать данные со скоростью  $R' > C'$ .

# Формула расчёта границы Шеннона

$$C = R_{max} = V_{max} = H \log_2 (1 + S/N)$$

$C$  – пропускная способность канала, бит/с

$H$  – ширина полосы пропускания канала, Гц

$S$  – мощность сигнала, Вт

$N$  – мощность шума, Вт

Отношение  $S/N$  часто задаётся в дБ:

$$1 \text{ дБ} = 10 \log_{10}(S/N)$$

# Задача №1

У канала с шумом в 30 дБ и шириной полосы пропускания 1кГц максимальная пропускная способность равна ...

# Задача №1

У канала с шумом в 30 дБ и шириной полосы пропускания 1кГц максимальная пропускная способность равна ...

$$30 \text{ дБ} = 10 \log_2(S/N)$$

$$\Rightarrow S/N = 1000$$

$$C = 1000 \log_2(1 + 1000)$$

$$C \approx 10\,000 \text{ бит/с}$$

## Задача №2

Какова максимальная скорость передачи данных при передаче двоичного сигнала по каналу с полосой пропускания 2 кГц и шумом 10 дБ?



# Задача №3

Какое требуется отношение сигнал/шум для достижения в канале пропускной способности 10 Мбит/сек при ширине полосы 2 МГц?

## Задача №4

Оцифрованное телевизионное изображение имеет матрицу 480x640 пикселей, причем цвет каждого пиксела кодируется 16 битами. Телевизионное изображение передается по каналу с шириной полосы 3,5 МГц и отношением сигнал/шум, равным 35 дБ. Найдите пропускную способность канала.