

СПбГУТ им. проф. М.А. Бонч-Бруевича

***Основы
инфокоммуникационных
систем***

2016 г.

Виды сообщений

Сообщения для человеческого общения

Эволюция развития человека привела к появлению естественных средств телекоммуникаций. Это, прежде всего, органы зрения, слуха и голосовой аппарат.

Некоторые из них задублированы - два уха и два глаза, что создает предпосылки стерео восприятия и пространственной локации источника звука или оптического объекта.

Определенную информацию об окружающей среде мы получаем от органов вкуса, обоняния и осязания.

Акустические сообщения

В акустическом диапазоне человек воспринимает частоты в диапазоне от 20 Гц до 20 кГц. Наш акустический канал принципиально асимметричен. Передачу данных мы осуществляем голосом (полоса 600 Гц - 6кГц), а восприятие слухом, который имеет более чем в два раза большую полосу пропускания.

Рациональности такого решения очевидна. Ведь в реальной жизни хотя бы с точки зрения безопасности через уши мы получаем данные о шорохе листвы или о подлетающем комаре. Частотные диапазоны этих шумов находятся вне области воспроизведения нашим голосом. Это же касается раскатов грома или звука выстрела.

Отсюда следует, что мудр тот, кто больше слушает, чем говорит, так он способствует накоплению информации в своей памяти.

Динамический диапазон воспринимаемых нами звуков $> 1:20000$.

Акустическое сообщение предполагает соглашение между источником и приемником относительно значения звуков или их комбинаций.

Видео сообщения

Визуальный канал человека справедливо считается более быстроедействующим, чем акустический. Быстроедействие, тем не менее, здесь не столь велико, как это можно предположить.

Во-первых, быстроедействие ограничивает инерционность датчиков в глазу, которая характеризуется постоянной времени $\sim 0,04$ сек (частота кадров в кино - 24).

Во-вторых, это скорость обработки и распознавания зрительных и звуковых образов в головном мозге.

Максимальная скорость чтения текстов в 5... 10 раз больше, чем их слуховое восприятие. Бессмысленно для человека в несколько раз увеличивать скорость прослушивания акустических сообщений.

Символьные (письменные) сообщения

Письменные сообщения, прежде всего, следует относить к визуальным.

Все началось с наскальных рисунков. Позднее они стали формализоваться, привязываться к фонетике голосовой речи, письменность вначале зарождалась, как средство удаленной коммуникации, расширяющее возможности устной речи. Наконец был создан символьный язык для описания не только объектов реального мира, но и абстрактных понятий.

Письменность предполагает соглашение между пишущим и читателями относительно значения графических символов.

Письменность открыла возможность передавать информацию не в реальном времени, позволила накапливать технологические знания, сделала возможным развитие науки и технологий.

Книгопечатание в Европе появилось сравнительно недавно - в середине 15-го века в Германии благодаря усилиям Гуттенберга (литеры из глины).

Бумажные книги существуют уже более 800 лет.

Количество информации в символьных сообщениях

Алфавит символьных сообщений содержит конечное число (M) элементов (символов) сообщений, каждый из которых может появиться со своей вероятностью p_m .

Символ: $a_1; a_2; a_3; \dots a_M$,

Вероятность символа: $p_1; p_2; p_3; \dots p_M$,

Количество информации, содержащееся в конкретном символе, может быть определено вероятностью этого символа:

$$J(a_m) = -\log_2(p_m) \quad \text{бит}$$

Информативность всего алфавита определяется его **энтропией**:

$$H(A) = -\sum_{m=1}^{m=M} p_m \cdot \log_2(p_m) \quad \text{бит}$$

Максимум энтропии (**макс** $H(A)=\log_2 M$) будет при равновероятных символах в алфавите при любом их количестве.

Клод Элвуд Шеннон

(30 апреля 1916 - 24 февраля 2001)



Статья "Математическая теория связи", была опубликована в 1948 году и сделала Клода Шеннона всемирно известным.

В ней Шеннон изложил свои идеи, ставшие впоследствии основой современных теорий и техники обработки передачи и приёма информации.

Позже Шеннон любил рассказывать, что использовать *энтропию* ему посоветовал знаменитый математик Джон фон Нейман, который мотивировал свой совет тем, что мало кто из математиков и инженеров знает об энтропии, и это обеспечит Шеннону большое преимущество в неизбежных спорах.

Бинарный алфавит

Бинарный алфавит состоит из двух символов $a1$ и $a2$, вероятности появления которых соответственно равны $p1$ и $p2=1-p1$.

Энтропия бинарного алфавита равна

$$H(A) = -[p_1 \log_2 p_1 + (1 - p_1) \log_2 (1 - p_1)] \quad \text{бит}$$

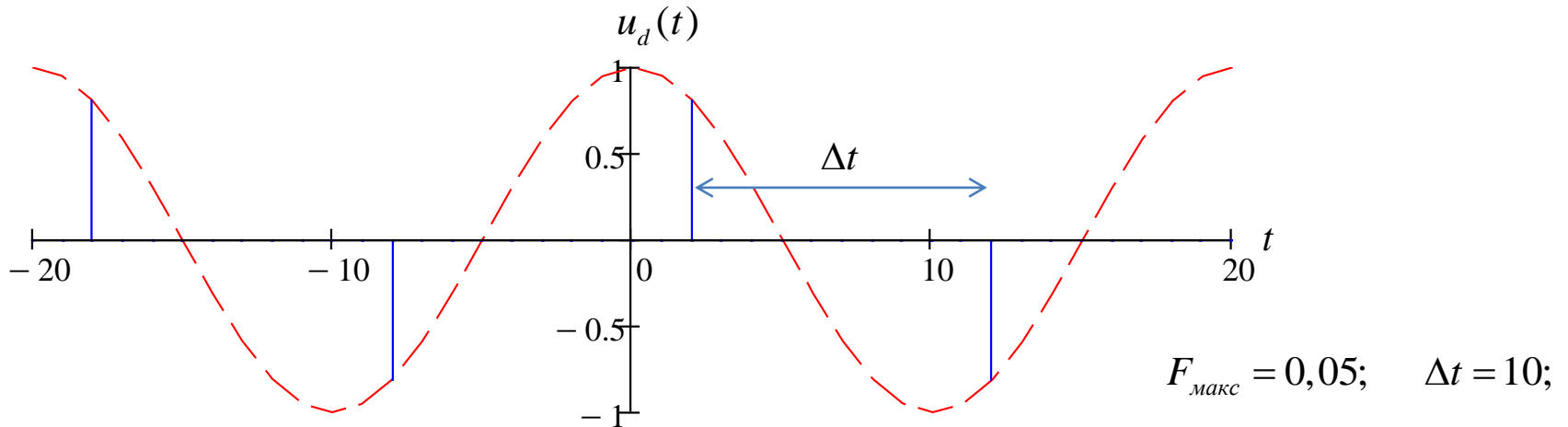


Энтропия бинарного алфавита

Дискретизация колебания

Теорема дискретизации (теорема отсчётов) : если аналоговое колебание имеет финитный частотный спектр (ограниченный по частоте значением - $F_{\text{макс}}$), то он может быть восстановлен однозначно и без потерь по своим дискретным значениям (отсчётам), взятым периодически через временной интервал:

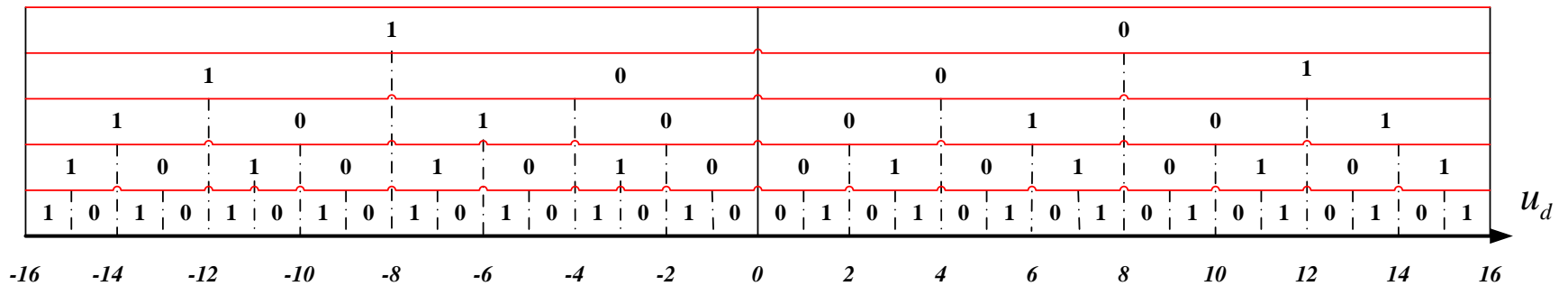
$$\Delta t \leq \frac{1}{2 \cdot F_{\text{макс}}};$$



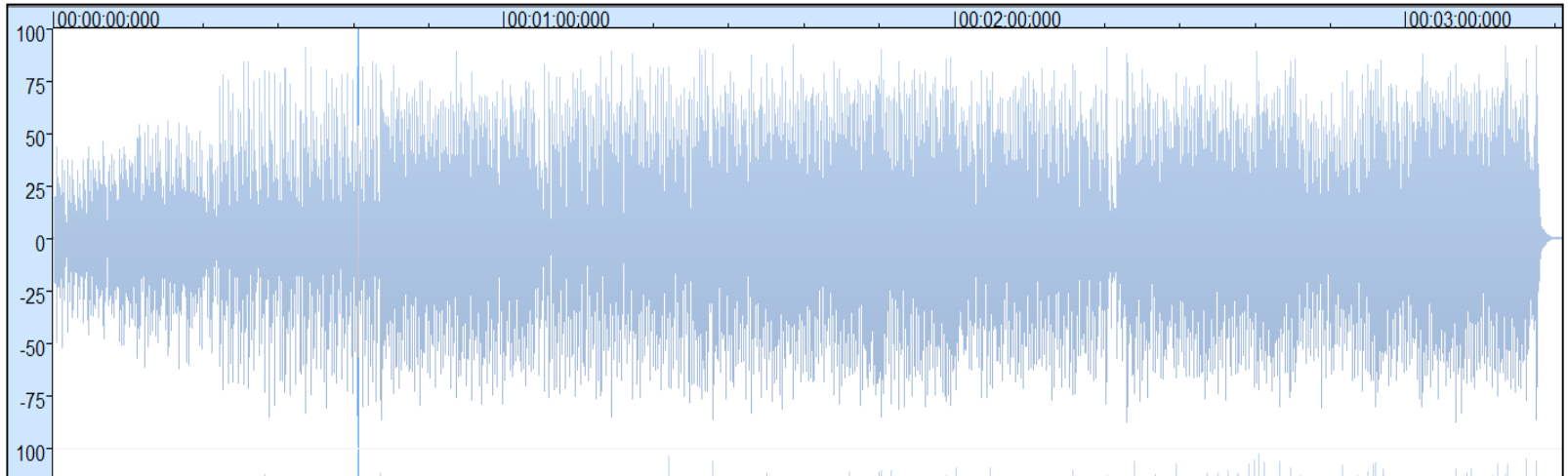
$$M = \frac{T_0}{\Delta t} \geq 2 \cdot F_{\text{макс}} \cdot T_0; \quad - \quad \text{Количество отсчётов на интервале времени } - T_0$$

Квантование мгновенных значений

Квантование — отображение дискретных значений колебания ДВОИЧНЫМ ЧИСЛОМ.



Оцифровка аудио сообщений



Длительность сообщения - 200 сек.

Максимальная частота - 20000 Гц.

Шаг дискретизации по времени – $1/44000$ сек.

Количество разрядов двоичных чисел = 16.

Число отсчётов – 8800000.

Максимальный размер сообщения – 149600000 бит или 149,6 Мбит

Базовые цвета видео сообщений

Основные

R



G



B



R+G+B

R=G=B=0



Дополнительные

R+G



R+B

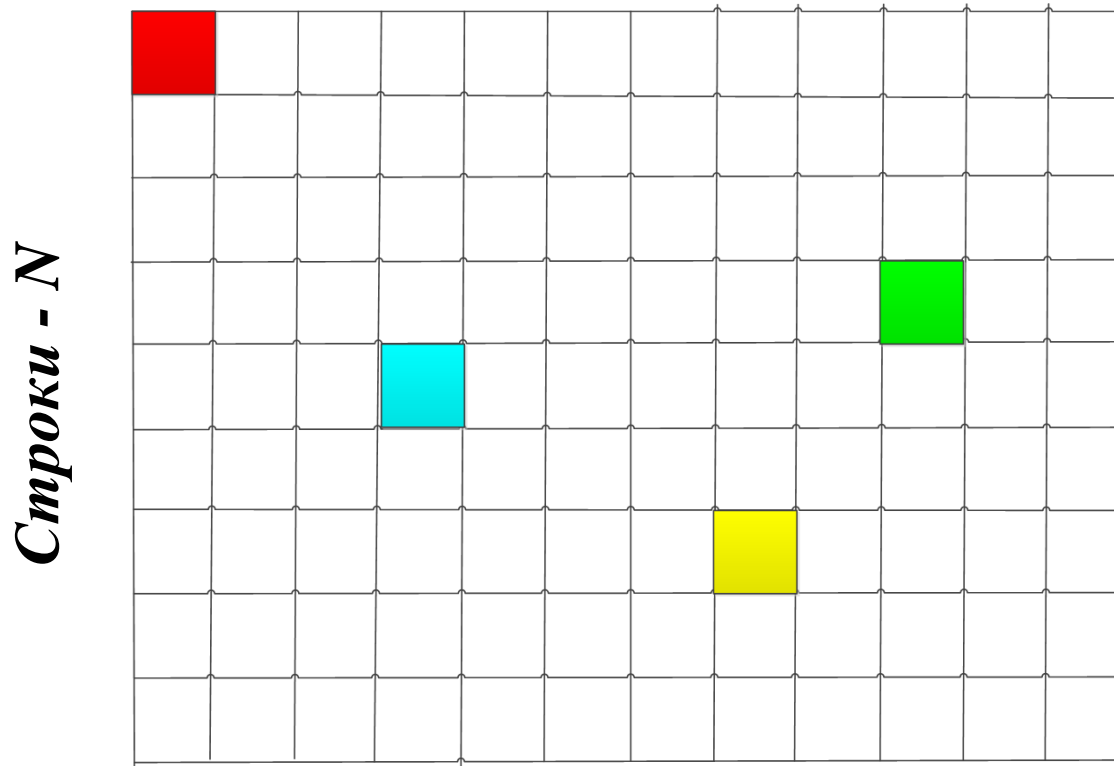


G+B



Растровое видео сообщение

Столбцы - N



*Число элементов (пикселей) – $N * M$*

Растровое видео сообщение

$$N=600; M=800; N*M=480000;$$

Количество уровней каждого цвета – $256 = 2^8$;

Размер 1 сообщения 3840000 бит = $3,84$ Мбит = 0.48 Мбайт .

При передаче 24 сообщений (1 сек. видеофильма) их общий размер $11,52$ Мбайт.

Объём 200 сек. видеофильма - 2.3 Гбайт

Спасибо за внимание.