

Архитектура вычислительных систем и сетей

Структура курса:

- Теоретические основы передачи информации
 - Аналоговые и цифровые каналы связи
 - Представление о помехоустойчивом кодировании
- стек протоколов ISO/OSI
- Топологии компьютерных сетей
- Сети физического уровня
 - Ethernet
 - Глобальные сети физического уровня
 - Беспроводные решения
- TCP/IP
 - Служебные и прикладные протоколы TCP/IP
 - IP v.6

Человек принимает и передаёт информацию
столько, сколько существует Человечество

Основные каналы:

- зрительный
- слуховой
- тактильно-моторный
- обонятельный

С каждым из этих каналов связан свой тип
памяти.

Развитая коммуникация

- речь (слуховой)
- письмо (зрительный)

Модуляция – представление информации в виде параметров некоторого физического процесс, называемого сигналом.

Множество значений, которое может принимать значение этих параметров, называется сигнальным пространством.

Мощность этого множества в теоретико-множественном смысле называется мощностью сигнального пространства.

Сигналы, мощность сигнального пространства которых континуальна, называются аналоговыми.

Сигналы, мощность сигнального пространства которых конечна или счётна, называются дискретными или цифровыми.

Соответственно, каналы и устройства для передачи соответствующих видов информации называются аналоговыми или цифровыми.

Для сигнального пространства мощностью M ,
битовая плотность сигнала составляет $P = \log_2(M)$

Символьная скорость измеряется в символах/с
или бодах. Соответственно $V(bps) = B(bod) \log_2(M)$

Теорема Шеннона-Хартли:

$$V = \Omega \log_2 \left(1 + \frac{S}{N} \right) \approx 1,44 \Omega \frac{S}{N}$$

связывает физические параметры канала передачи данных и битовую скорость в канале

Ω – полоса пропускания канала, Hz

S – мощность сигнала

N – мощность шума

Теорема Найквиста-Котельникова

$$V = 2 \Omega \log_2(M)$$

Теорема Котельникова-Хартли

$$M = \sqrt{\left(1 + \frac{S}{N} \right)}$$

Во всех значимых случаях используется передача информации при помощи электромагнитных волн. Теория – классическая электродинамика.

Любая волна описывается гармонической функцией:

$$A(\vec{r}, t) = A \sin(\vec{k} \vec{x} + \omega t + \phi)$$

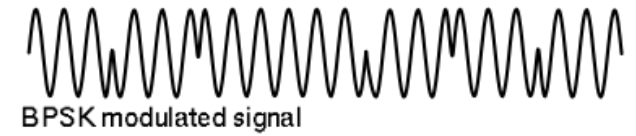
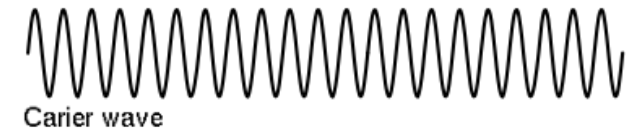
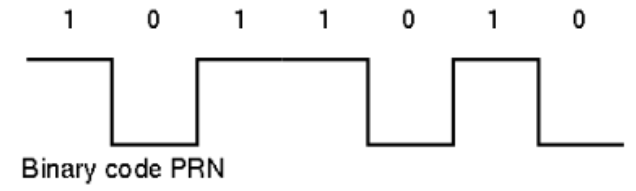
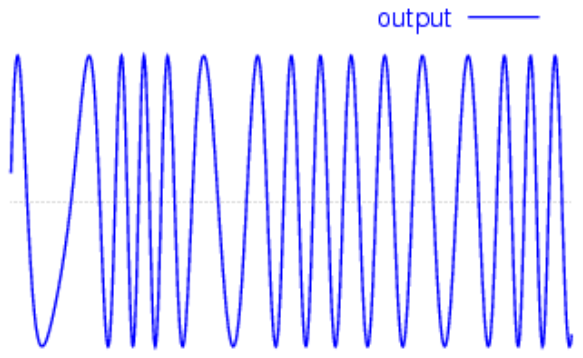
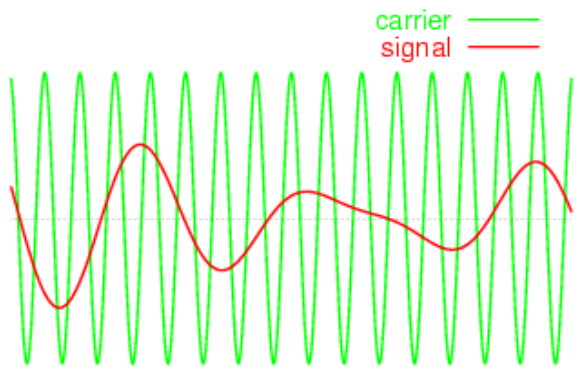
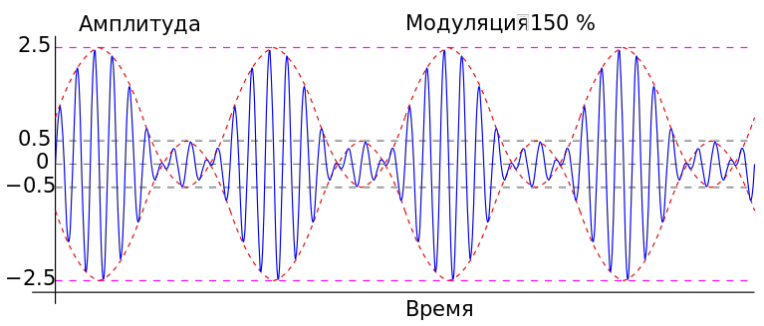
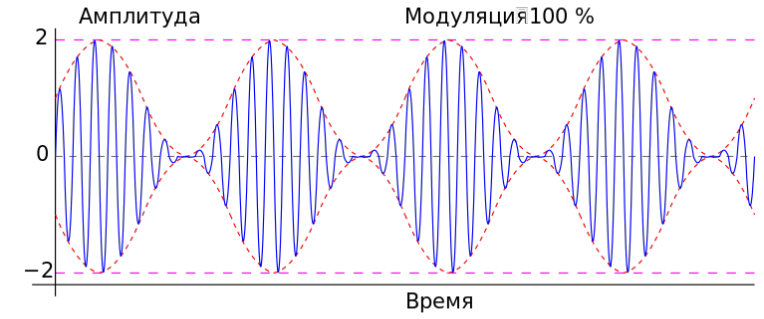
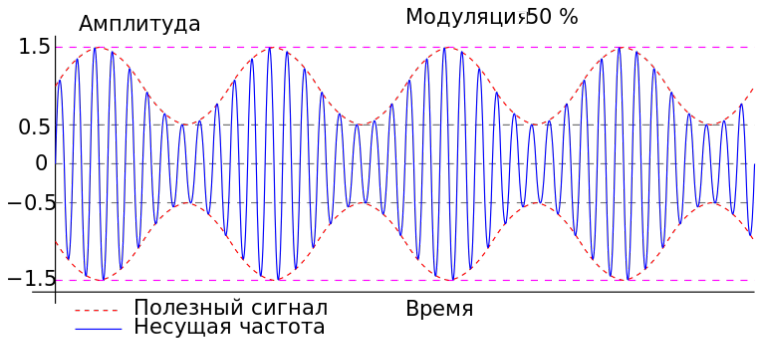
Или в одномерном случае:

$$A(x, t) = A \sin(kx + \omega t + \phi)$$

k — называется волновым вектором или в одномерном случае волновым числом
 A — амплитудой
 ω — частотой
 φ — фазой

Любая из этих величин или их совокупность может использоваться для модулирования сигнала. Поскольку фаза φ может быть выбрана произвольно, то волновое число k не используется напрямую для модуляции.

Соответствующие модуляции, при которых указанные величины являются функциями времени называются соответственно амплитудной ($A=A(t)$), частотной ($\omega=\omega(t)$) и фазовой ($\varphi=\varphi(t)$).



Амплитудная

Частотная

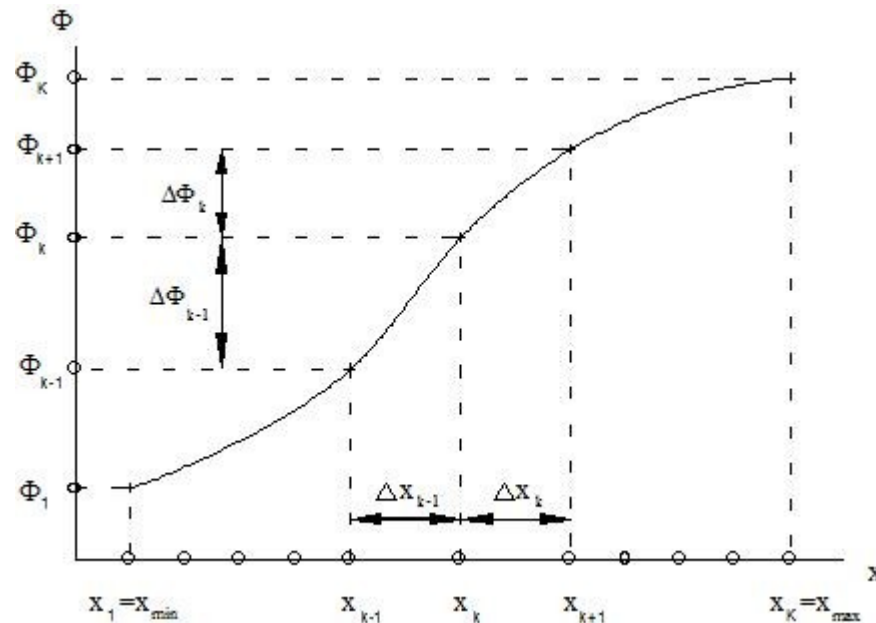
Фазовая

Амплитудная модуляция

Для описания удобно использовать степенной ряд Тейлора.

$$A(t) = a_0 + a_1 x + a_1 x^2 + \dots$$

Проблема в том, что никакую информацию нельзя передать без помех – следствие второго начала термодинамики.



Амплитуда электромагнитного сигнала убывает в свободном пространстве в соответствии с законом обратных квадратов

$$E \sim \frac{1}{r^2}$$

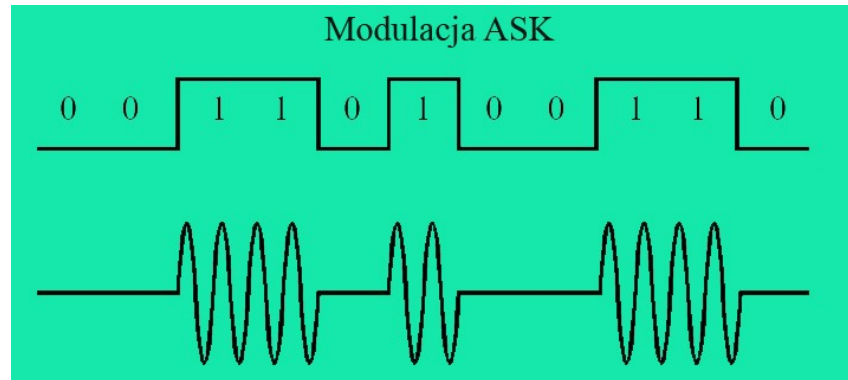
В кабельных сетях линейно в соответствии с законом Ома

$$U \sim \frac{1}{\sigma l}$$

Кроме того, последовательное преобразование информации приводит к накоплению ошибок.

Если модулирующая функция далека от линейной (отношения коэффициентов a_2/a_1 , a_3/a_1 , ... и выше в разложении Тейлора заметно отличаются от 0), то однозначно восстановить исходный сигнал после нескольких преобразований может вообще оказаться невозможным.

Поэтому для передачи цифровых данных амплитудная модуляция используется только в форме двоично-импульсной модуляции.



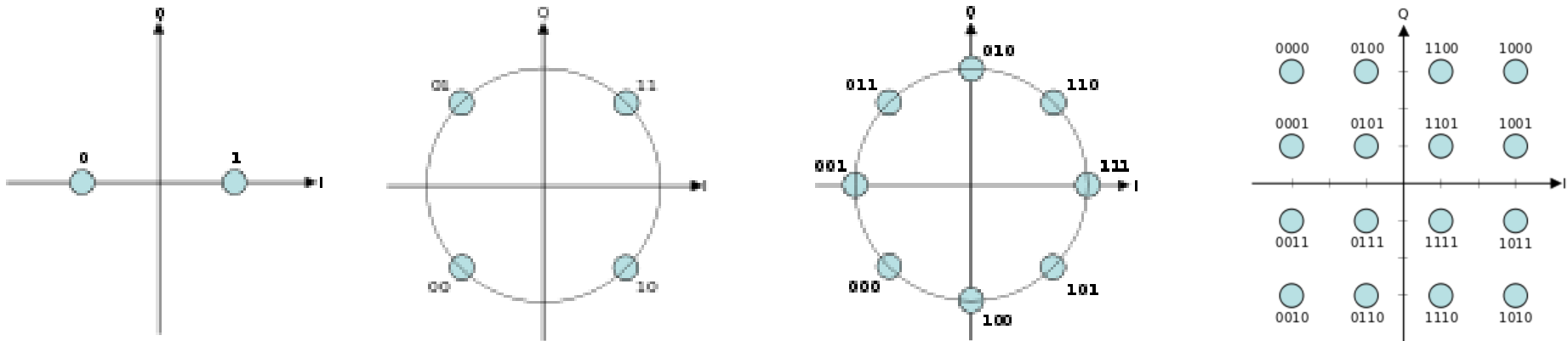
Недостатки:

- необходимость стробирования тактовой частотой
- малая плотность информации 1 бит/символ
- для увеличения дальности передачи требуется увеличение напряжения, пропорциональное длине линии связи

Достоинства:

- простота представления данных (сопрягаемость с микропроцессорными устройствами)
- высокая частота передачи (единицы GHz)

Поэтому для передачи цифровых данных применяют частотную или фазовую модуляции или их комбинации. Сигналы частотно-фазовых модуляций удобно представлять полярных координатах (частота - фаза)



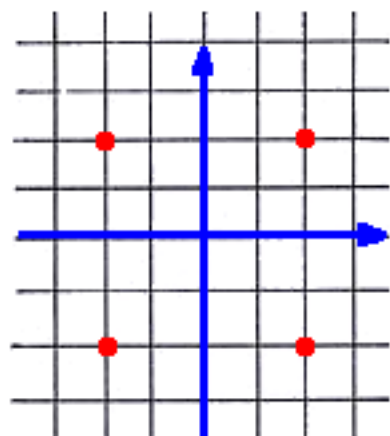
Достоинства:

- высокая плотность информации (мощность сигнального пространства)

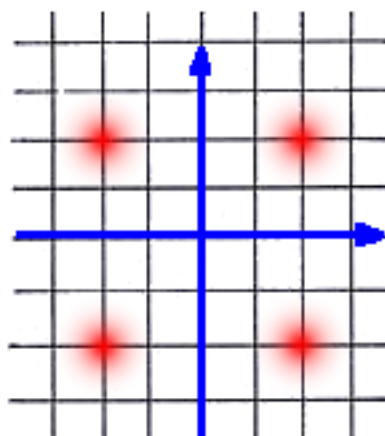
Недостатки:

- сложность кодирования и декодирования
- необходимость применения помехоустойчивого кодирования вблизи границы Шеннона (требования к вычислительной мощности в реальном времени)

Представление сигналов
в пространстве (частота x фаза)

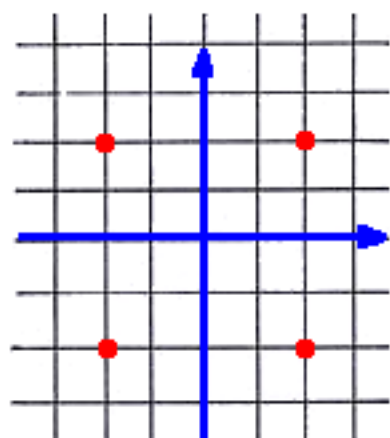


Идеальный
сигнал

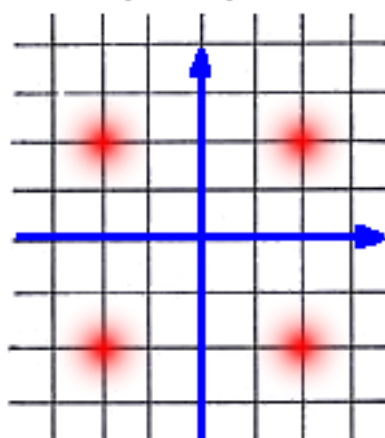


Реальный
сигнал

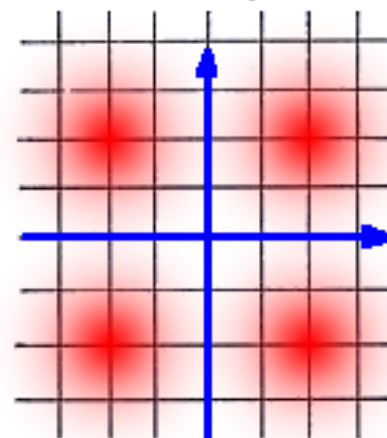
Представление сигналов
в пространстве (частота x фаза)



Идеальный
сигнал

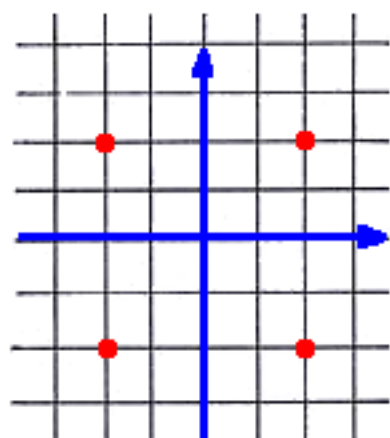


Реальный
сигнал

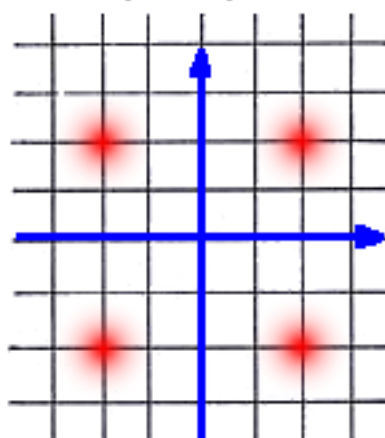


Реальные сигналы
вблизи
границы Шеннона

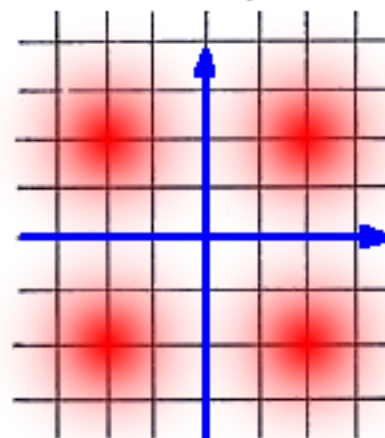
Представление сигналов
в пространстве (частота x фаза)



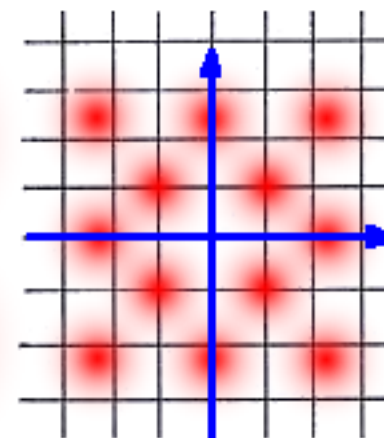
Идеальный
сигнал



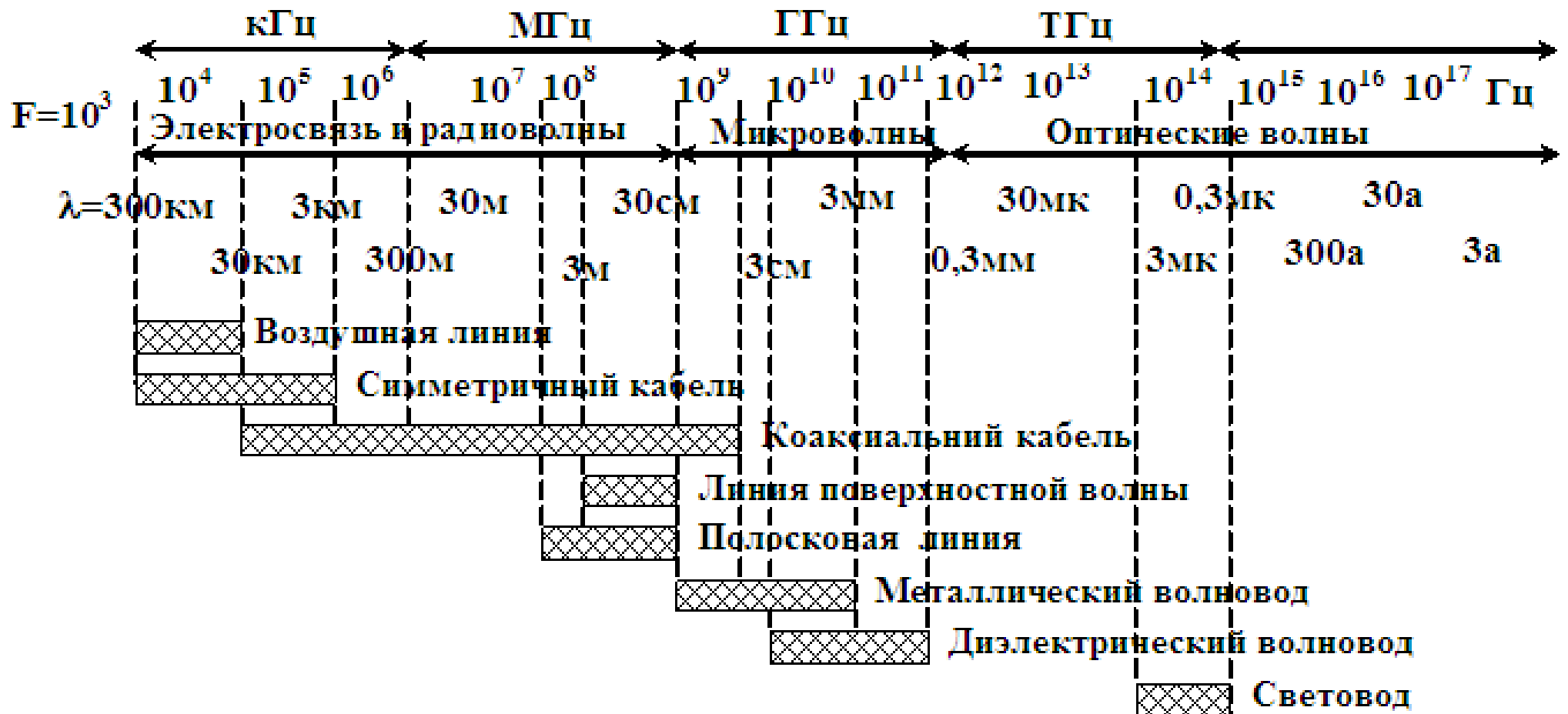
Реальный
сигнал



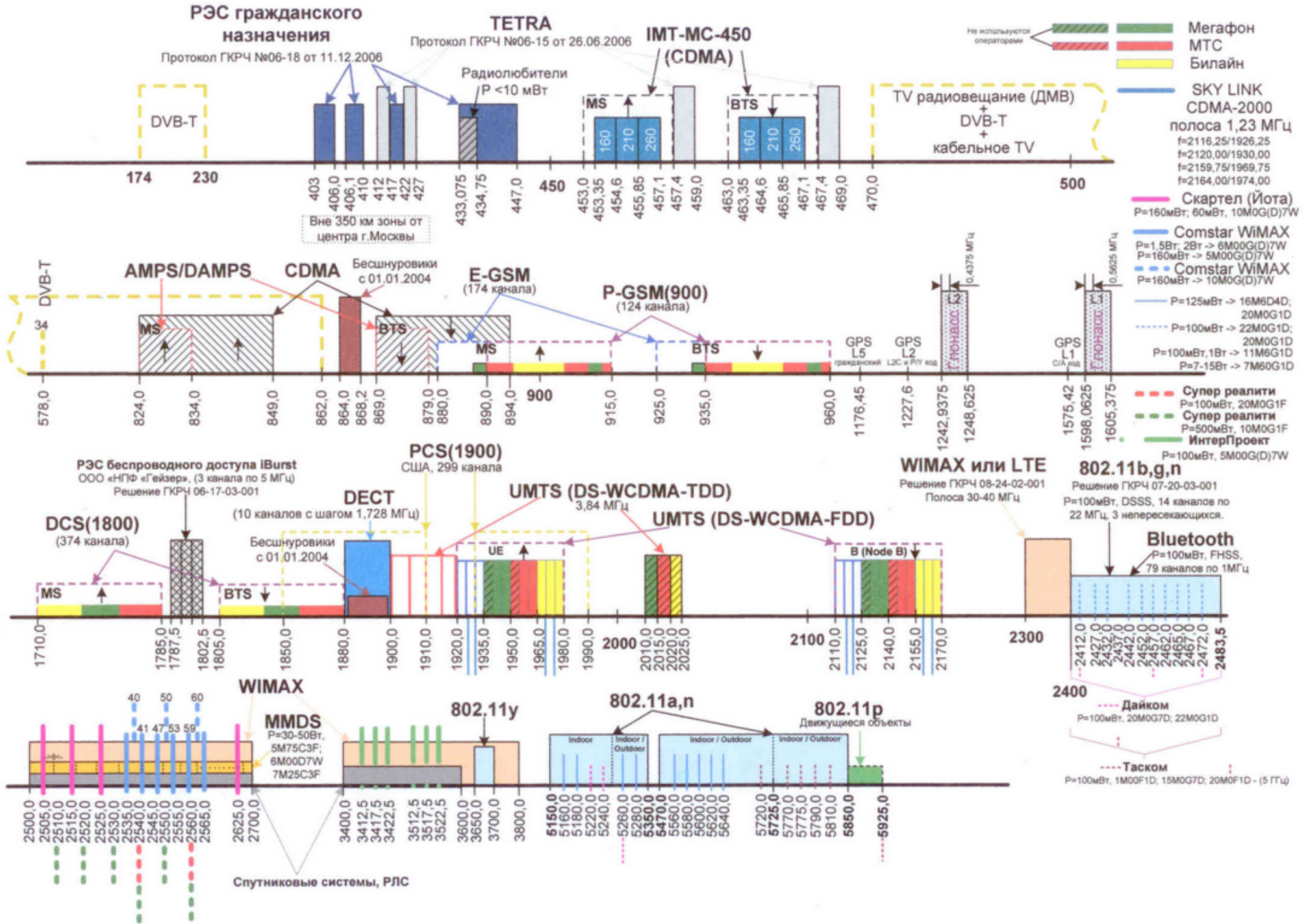
Реальные сигналы
вблизи
границы Шеннона



Диапазоны частот, используемые в различных видах связи



Диапазон 150 MHz – 7 GHz



Спасибо за внимание!