**Лекция за 29.02.2012, часть 2**

Вся современная наука, связанная с представлениями и передачей данных, так или иначе, оперирует с представлениями данных в виде тех или иных сигналов электромагнитного спектра. Существуют и другие механизмы передачи информации. Например, акустика – передача звуковых сигналов, и к ней применима теория, рассматриваемая сегодня.

Рассмотрим основные теоремы в передаче данных:

**Теорема** (Шеннон-Котельников / Шеннона-Хартли)

*Шеннон создал теоретические предпосылки, Хартли доказал теорему в общем виде, а Котельников доказал для дискретных сигналов*

Максимальная ***скорость передачи данных*** в канале (Vbit бит/сек) = ***сигнальная скорость*** (Vsignal сигналы/сек) \* log2 (1 + ***мощность сигнала***(Signal)/ ***мощность шума*** (Noise))

Vbit = Vsignal \* log2 (1 + S/N)

**Теорема** (Найквист)

*Сколько бит можно передать в расчёте на один символ*

***Битовая плотность канала*** (b) = двоичный логарифм мощности ***сигнального пространства*** (M - количество принимаемых значений)

Vbit / Vsignal = log2 M

Становится ясно, что мы не можем бесконечно увеличивать скорость в канале за счёт увеличения мощность сигнального пространства, так как рано или поздно не сможем отличить сигнал от шума, из-за того, что принимаем их с некоторой погрешностью и интервалы погрешностей разных сигналов начнут пересекаться.

***Мощность шума*** - совокупность линейных помех и помех аппаратуры. Единственный способ их преодолеть - это увеличивать мощность сигнала. Но любая аппаратура имеет ограничения мощности. Вся борьба идёт за приближение к "***шенноновскому пределу***", т.е. за то, насколько плотно скомпоновать сигнальное пространство, чтобы ***интервалы погрешностей*** не пересекались.

Для стандартной телефонной линии максимальная с точки зрения ШП скорость равна 33600 бит/сек.

В однонаправленном канале до Марса ~10000бит/сек, но эта связь однонаправленная.

Для достижения больших скоростей обмена данными используется ***помехоустойчивое кодирование***. При таком подходе данные передаются блоками (несколько битов). Если хотя бы один бит выпадает/искажается, то портится весь блок целиком и это становится видно. В зависимости от типа файла потеря одного (возможно неизвестного) блока может и не быть фатальной при передаче.

***Информационные биты*** (In) - те, что хотим передать.

***Сигнальные биты*** (Sn) – те, что передаём в канале.

Между ними есть взаимно-однозначное соответствие.

Sn = f(In , ... , In+k)

Sn выбираются так, что не любая их последовательность была допустима при кодировании. Это даёт возможность детектировать ошибки. При этом для интервалов погрешностей становится больше места в сигнальном пространстве и сами интервалы могут быть больше.

**Пример** (Примитивный помехоустойчивый код 2 в 3):

*N в M означает, что информационный блок в N бит кодируется блоком из M бит*

Круг кодов (фазовая диаграмма) : 010->001->000->111->110->101->100->010->начало

Исходное сообщение: 001001001110

Информационные биты разбиваются на пары: 00 10 01 00 11 10

Информационный блок совпадает с концом сигнального блока, а первый бит выбирается так, чтобы на фазовой диаграмме сигнальный блок был как можно дальше от предыдущего переданного.

Кодограмма: 000 010 101 000 011 110

**Распространение волн в области прямой видимости**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Частота (герцы)** | **Длина волны (метры)** | **Технология передачи данных** | | | **Названия диапазонов** |
| 104 | 104 | проводная телефонная связь | передача данных по витой паре |  |  |
| 105 | 103 | радиосвязь с амплитудной модуляцией | передача данных по коаксиальному кабелю |  |
| 106 | 102 |  |
| 107 | 101 | радиосвязь с частотной модуляцией + телевидение |  |
| 108 | 100 |  |
| 109 | 10-1 | сотовые сети | спутниковая связь | Wi-Fi | микроволны |
| 1010 | 10-2 |
| 1011 | 10-3 | Bluetooth\* |  | лазерная связь\*\* |  |
| 1012 | 10-4 |  |  |
| 1013 | 10-5 | инфракрасная связь | волоконно-оптическая связь | видимый спектр |
| 1014 | 10-6 |  |
| 1015 | 10-7 |  |  | лазерная связь\*\* | ультрафиолет |

\* в этом диапазоне лежат линии спектра поглощения водяных паров, которых много и поглощают они хорошо. Микроволны могут свободно огибать препятствия размером меньше их длины. Длина волн в микроволновке ~1.5 см, а сеточки на окошке ~3мм (частично задерживает излучение)

\*\* диапазон разбит на две части "прорехой" из-за того, что масса пыли в атмосфере, размеров в единицы микрона, очень сильно рассеивает излучение таких частот

|  |  |
| --- | --- |
| **Тип канала связи** | **Используемые протоколы** |
| InfraRed | RS232 |
| Bluetooth | Bluetooth |
| Wi-Fi | 802.11 |
| Laser | Serial, FrameRelay |
| Cellular | GSM,CDMA, UMTS, GPRS, EDGE |
| Satellite | FrameRelay, Propriatory |
| Twisted Pair | 802.3 (Ethernet), ATM, 802.5 (Token Ring), Frame Relay |
| Fiber Optics | 802.3 (Ethernet), ATM, 802.5 (Token Ring), Frame Relay, FDDI |