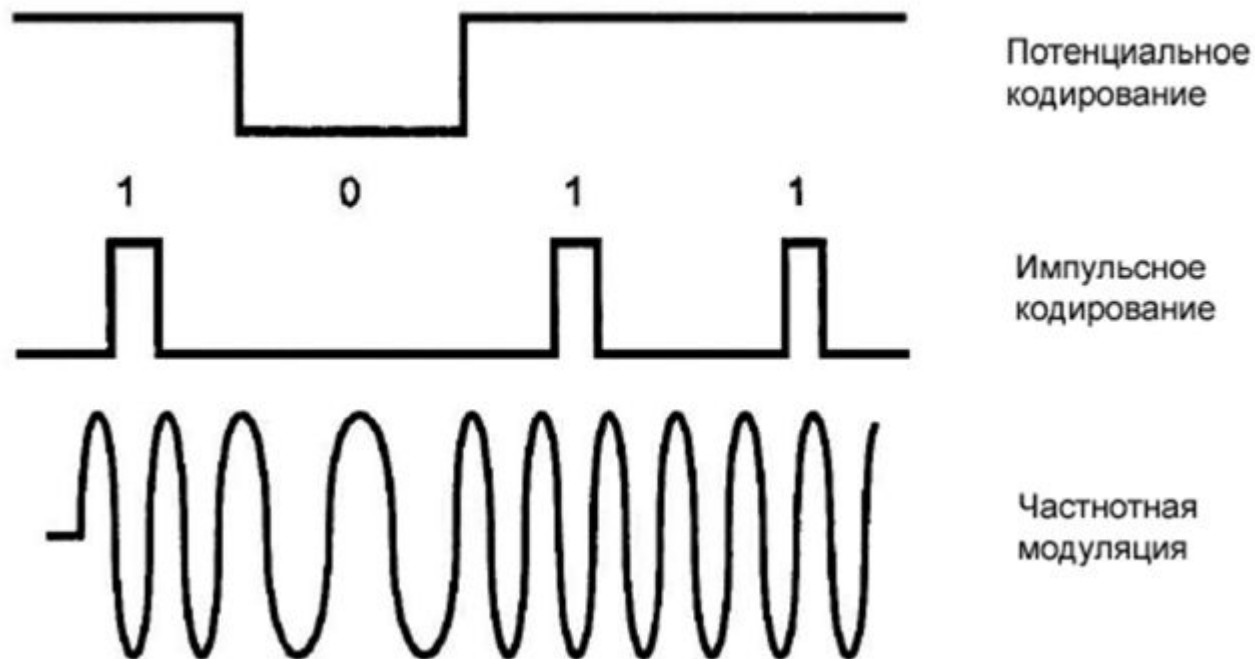


Лекция №3

Кодирование цифровых данных

Подходы к кодированию цифровых данных

1. Аналоговые методы кодирования (модуляция).
2. Цифровые методы кодирования (различаются потенциальные и импульсные методы кодирования).



Аналоговое кодирование (модуляция) данных

Модуляция — способ физического кодирования, при котором информация кодируется изменением амплитуды, частоты или фазы синусоидального сигнала несущей частоты.

Типы модуляции:

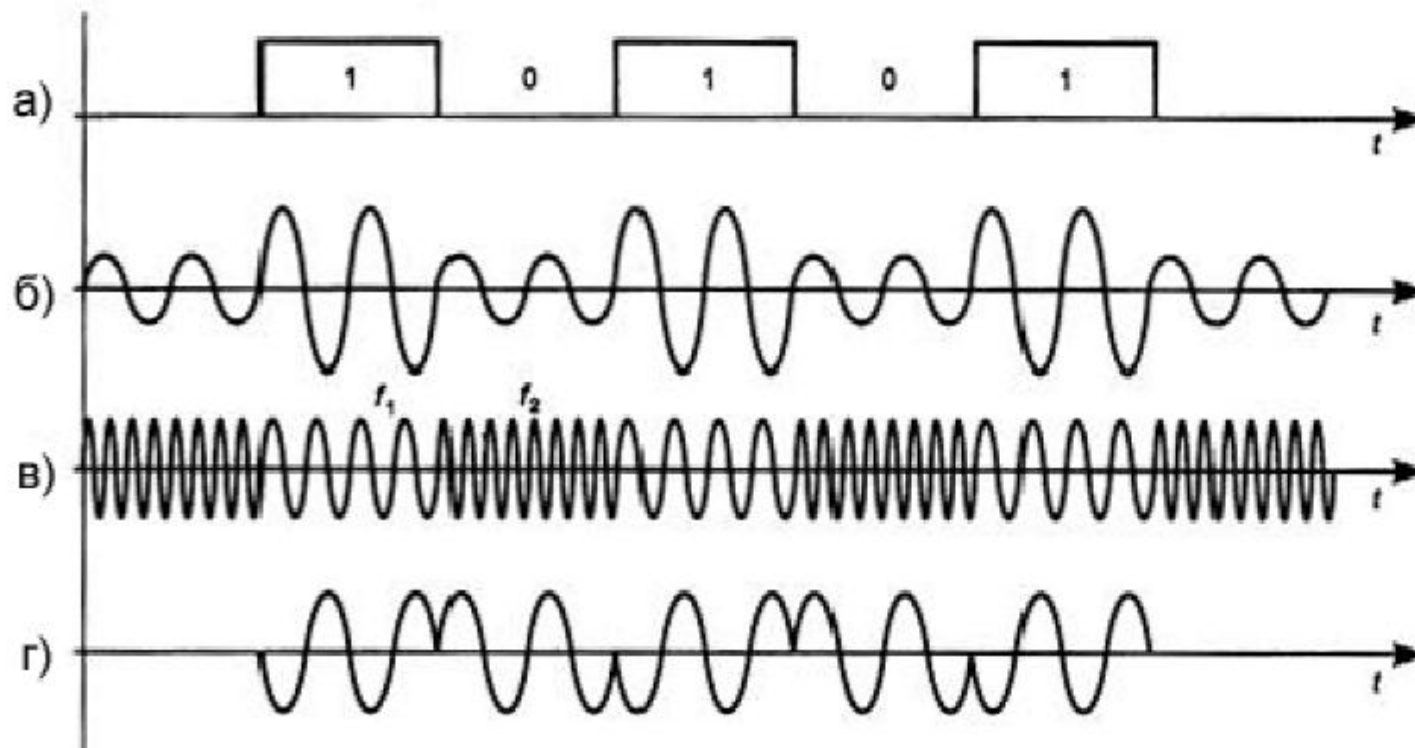
1. Амплитудная модуляция (англ. Amplitude Modulation, AM).
2. Частотная модуляция (англ. Frequency Modulation, FM).
3. Фазовая модуляция (англ. Phase Modulation, PM).

Амплитудная модуляция – тип аналоговой модуляции, при котором для логических значений «0» и «1» выбираются различные уровни амплитуды синусоиды несущей частоты. В чистом виде амплитудная модуляция в практике передачи данных не используется в силу низкой помехоустойчивости.

Частотная модуляция — тип аналоговой модуляции, при котором логические значения «0» и «1» передаются синусоидами различной частоты.

Фазовая модуляция — тип аналоговой модуляции, при котором логическим значениям «0» и «1» соответствуют сигналы одинаковой частоты, но с различной фазой.

Различные типы модуляции



Цифровое кодирование данных

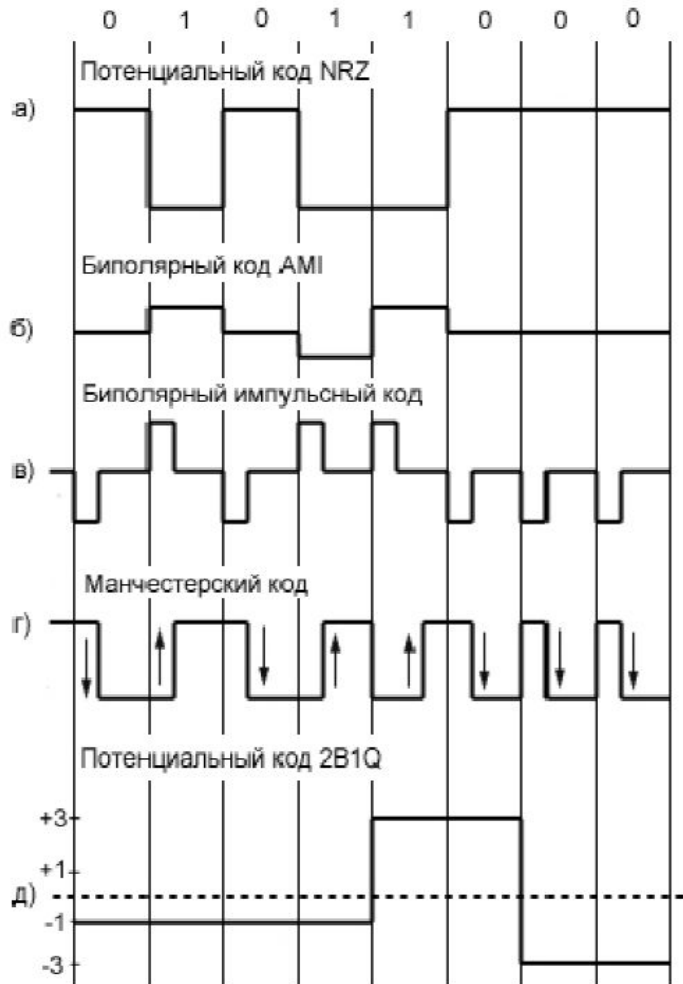
При цифровом кодировании дискретной информации применяют потенциальные и импульсные коды.

Потенциальное кодирование — совокупность методов цифрового кодирования, при которых логические значения представляются различными значениями потенциала, а его изменения (перепады) во внимание не принимаются.

Импульсное кодирование — совокупность методов цифрового кодирования, основанных на представлении логических значений либо импульсами определенной полярности, либо частью импульса — перепадом потенциала определенного направления.

Способы дискретного кодирования данных

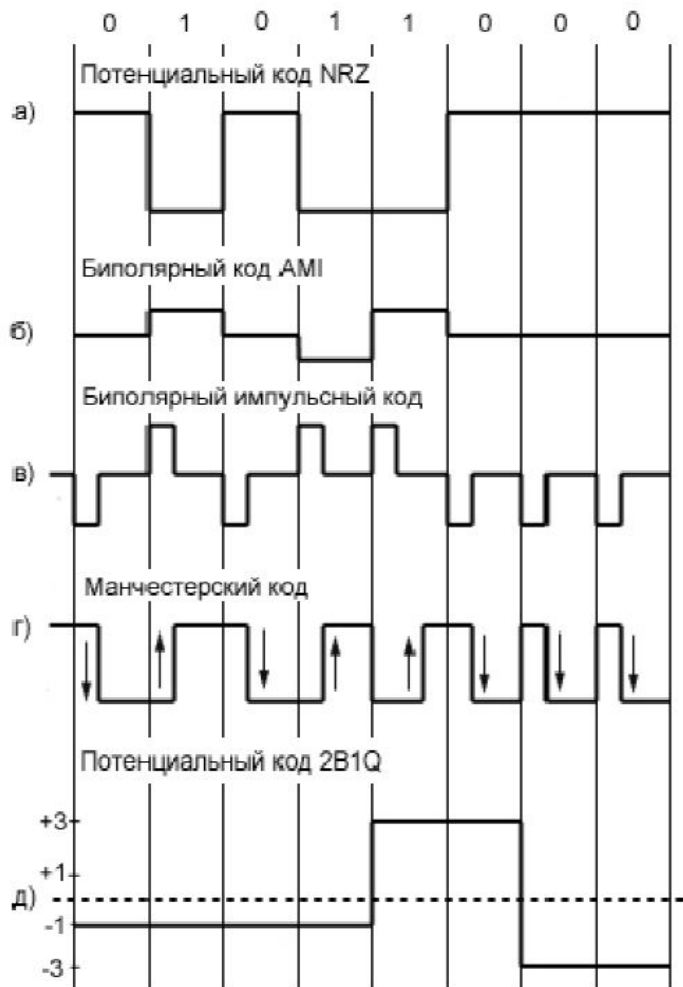
Потенциальный код без возвращения к нулю (англ. Non Return to Zero, NRZ) основан на кодировании логической «1» потенциалом определенного уровня (единице соответствует отрицательный потенциал **рис.а**), причем при передаче нескольких единиц подряд возврата к нулю не происходит.



Биполярный код AMI (NRZI) каждая следующая единица кодируется потенциалом, обратным потенциалу предыдущей единицы (**рис.б**). Нулевое же значение потенциала соответствует логическому нулю.

Биполярный импульсный код использует для кодирования логических значений два уровня потенциала противоположных знаков (ноль – отрицательный потенциал, а единица – положительный). Для улучшения внутренней синхронизации кода каждый импульс присутствует только половину времени такта (**рис. в**).

Способы дискретного кодирования данных



В манчестерском коде для представления нулей и единиц используются не уровни напряжения, а его перепады. Каждый такт делится на две части. Единица кодируется перепадом потенциала от низкого уровня к высокому уровню (в середине такта), а ноль – перепадом от высокого уровня к низкому. Таким образом, используется всего два уровня сигнала (рис.г).

При использовании **потенциального метода кодирования 2B1Q** каждые два бита (2B) передаются за один такт сигналом, имеющим четыре состояния (1Q). Этого удается добиться за счет различения *четырёх различных уровней потенциала*. (рис.д).

Потенциальный код 2B1Q

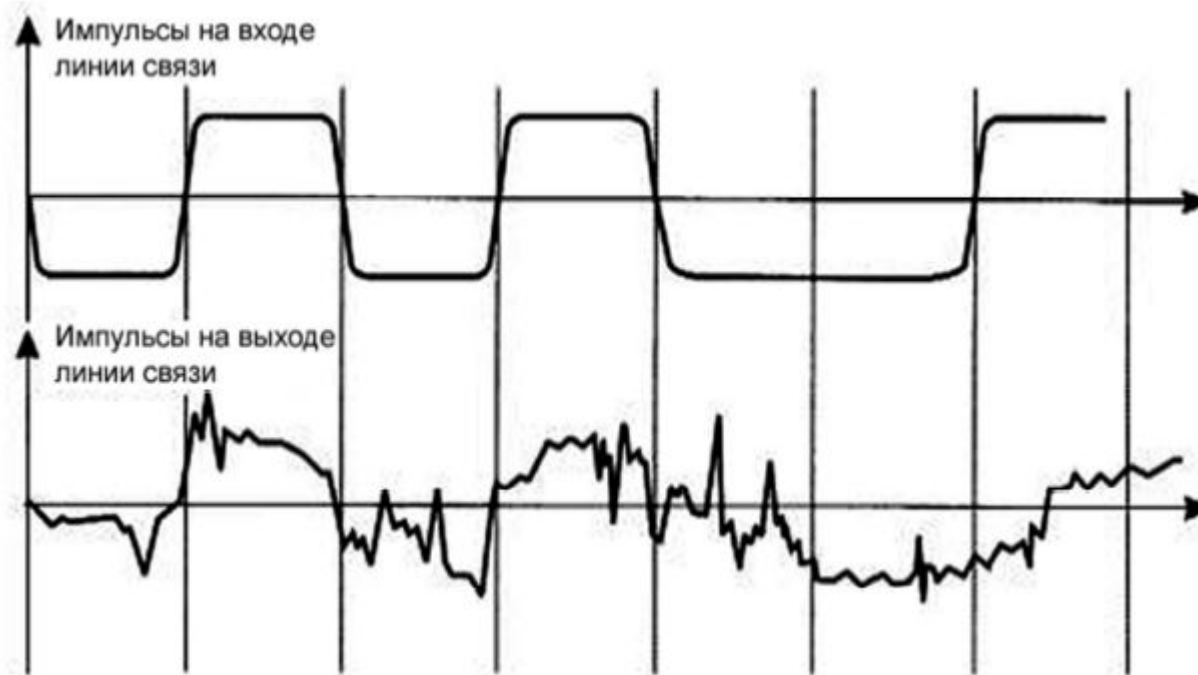
Значения потенциала, соответствующие конкретной паре бит, представлены в таблице:

Пара бит	Уровень потенциала
00	-2,5
01	-0,83
11	+0,83
10	+2,5

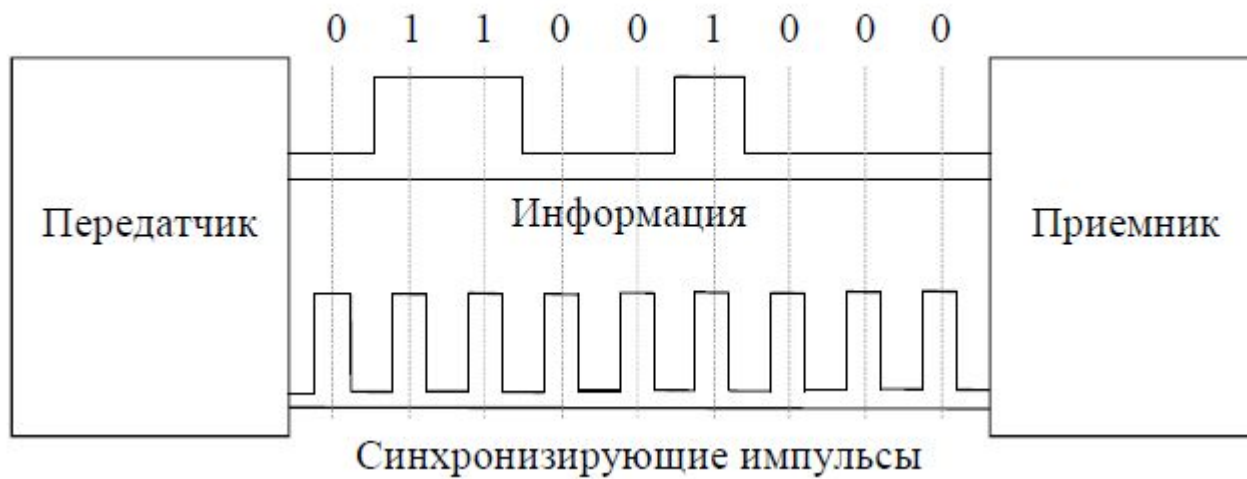
Скорость передачи данных при использовании метода 2B1Q в два раза выше, чем при использовании NRZ и AMI, однако требует более мощного передатчика и более сложного приемника из-за использования четырех уровней сигнала.

Проблемы передачи данных

1. Искажение сигнала



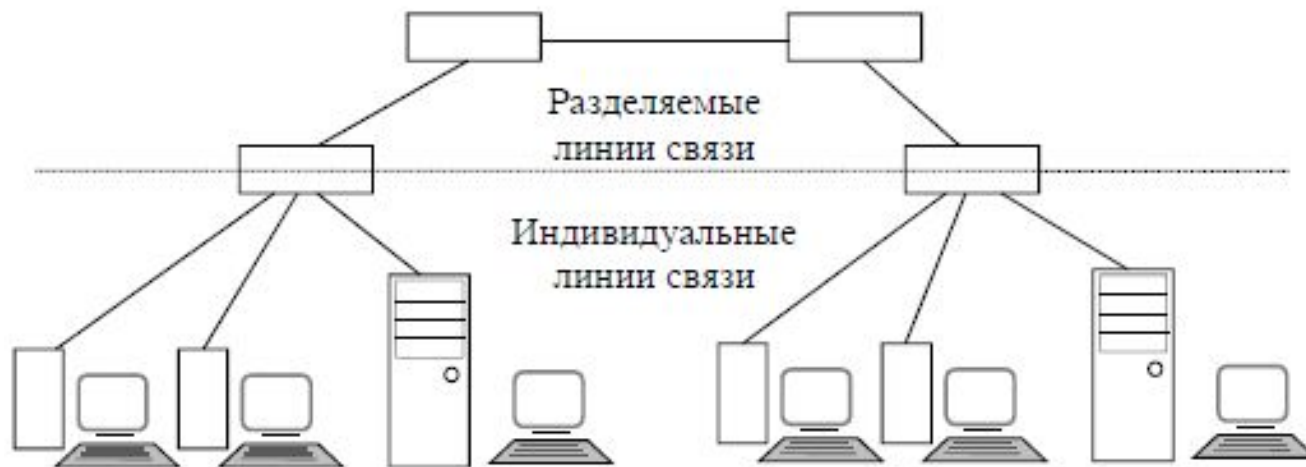
2. Проблема синхронизации передатчика и приемника



3. Контроль достоверности данных

Задачи надежного обмена двоичными сигналами, представленными соответствующими электромагнитными сигналами, в вычислительных сетях решает определенный класс оборудования. В локальных сетях это *сетевые адаптеры*, а в *глобальных сетях* – *аппаратура передачи данных*, к которой относятся, например, устройства, выполняющие модуляцию и демодуляцию дискретных сигналов, – *модемы (модулятор-демодулятор)*.

Организация совместного использования линий связи

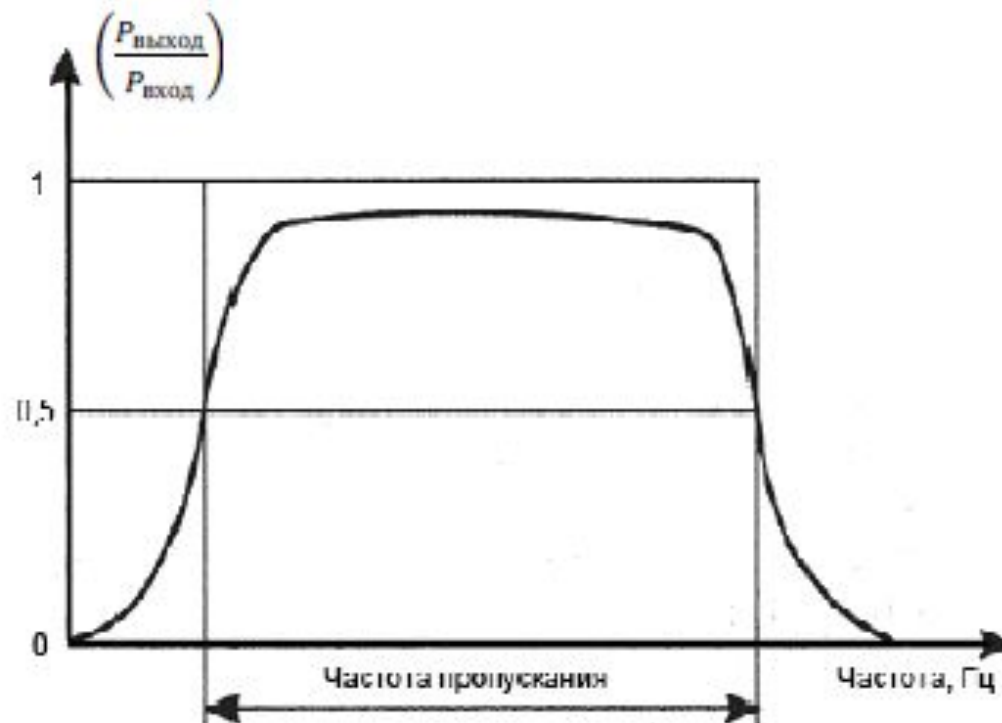


Только в сети с полносвязной топологией для соединения каждой пары компьютеров имеется отдельная линия связи. Во всех остальных случаях неизбежно возникает вопрос о том, как организовать совместное использование линий связи несколькими компьютерами сети. Как и всегда при разделении ресурсов, главной целью здесь является удешевление сети.

Характеристики линий связи

- амплитудно-частотная характеристика;
- полоса пропускания;
- затухание;
- пропускная способность;
- помехоустойчивость;
- достоверность передачи данных;

Амплитудно-частотная характеристика (АЧХ) представляет собой диаграмму и показывает, как затухает мощность синусоидального сигнала на выходе линии связи по сравнению с его мощностью на входе выход вход для всех возможных частот передаваемого сигнала.



Полоса пропускания (англ. Band – вещание, Width – ширина) — *это* непрерывный диапазон частот, для которого отношение амплитуды выходного сигнала ко входному превышает некоторый заранее заданный предел (обычно 0,5). То есть полоса пропускания определяет диапазон частот, на котором передаваемый сигнал не подвергается значительным искажениям. Ширина полосы пропускания (*F*) *измеряется в герцах (обычно в мегагерцах, МГц).*

Затухание (англ. **Attenuation** – затухание) определяется как относительное уменьшение мощности сигнала определенной частоты при его передаче по линии. Затухание A измеряется в децибелах (дБ, decibel – dB) и вычисляется по формуле:

$$A = 10 \lg \frac{P_{\text{ВЫХОД}}}{P_{\text{ВХОД}}}$$

Пропускная способность (англ. Throughput – пропускная способность) линии характеризует максимально возможную скорость передачи данных по линии связи. Пропускная способность измеряется в бит/с, а также в производных единицах: Кбит/с, Мбит/с, Гбит/с и т.д. Связь между полосой пропускания канала F и его максимально возможной пропускной способностью C , вне зависимости от принятого способа физического кодирования, установил Клод Шеннон:

$$C = F \log_2 \left(1 + \frac{P_{\text{сигнала}}}{P_{\text{шума}}} \right)$$

Повысить пропускную способность линии можно за счет:

- увеличения ширины полосы пропускания F ;
- увеличения мощности передатчика $P_{\text{сигнала}}$;
- уменьшения уровня шума $P_{\text{шума}}$.

Помехоустойчивость линии определяет ее способность уменьшать уровень помех, создаваемых во внешней среде. Помехоустойчивость линии зависит от типа используемой физической среды, а также от экранирующих и подавляющих помехи средств самой линии.

Наименее помехоустойчивыми являются радиолинии, хорошей устойчивостью обладают кабельные линии и отличной — оптоволоконные линии. Обычно для повышения помехоустойчивости медных кабелей проводники экранируют или скручивают между собой.

Достоверность передачи данных характеризует вероятность искажения для каждого передаваемого бита данных. Иногда этот показатель называют *интенсивностью битовых ошибок* (англ. Bit Error Rate, BER – число битовых ошибок). Величина BER для каналов без дополнительных средств защиты от ошибок (например, протоколов с повторной передачей искаженных кадров) составляет 10^{-4} - 10^{-6} , а в оптоволоконных линиях – 10^{-9} (то есть в среднем искажается один из 1 000 000 000 битов).