

КПИ им. Игоря Сикорского, каф. микроэлектроники.

М. Р. Домбругов. Информатика-1.

Персональные компьютеры и основы сетевых технологий

# Лекция 1.

## 7-уровневая модель OSI.

### 1-й (физический) уровень

21 сентября 2020

# 7-уровневая модель OSI

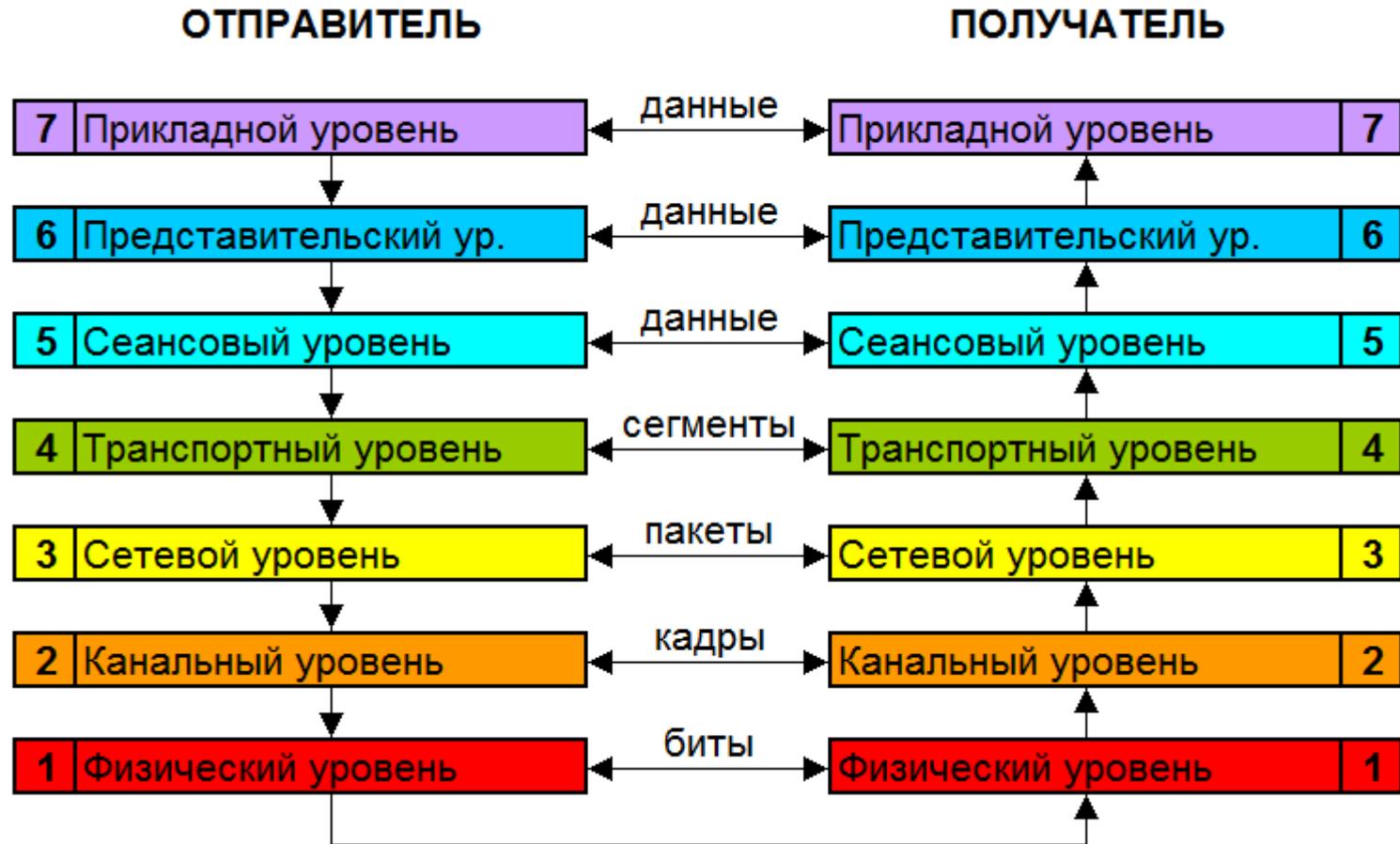


**Open system** – это система, составленная согласно открытым общедоступным спецификациям, которые соответствуют определенным стандартам.

Возможно построить сеть из устройств от разных изготовителей, если нужно, заменить ее отдельные компоненты.

**OSI = Open Systems Interconnection**

# 7-уровневая модель OSI



# 7-уровневая модель OSI



Имеет вертикальную структуру, все сетевые функции распределены между семью уровнями. Каждому уровню соответствуют определенные операции, оборудование и протоколы.

**Протокол** – это набор правил, определяющий принципы взаимодействия компьютеров в сети.

Передача информации внутри одного компьютера – только по вертикали и только с соседними уровнями (выше- и нижележащим).

Логическое взаимодействие – по горизонтали с аналогичным уровнем другого компьютера.

# 7-уровневая модель OSI

Тип данных	Уровень (layer)	Функции
Данные	7. Прикладной (application)	Доступ к сетевым службам
	6. Представительский (presentation)	Представление и шифрование данных
	5. Сеансовый (session)	Управление сеансом связи
Сегменты	4. Транспортный (transport)	Прямая связь между конечными пунктами и надежность
Пакеты	3. Сетевой (network)	Определение маршрута и логическая адресация
Кадры	2. Канальный (data link)	Физическая адресация
Биты	1. Физический (physical)	Работа со средой передачи, сигналами и двоичными данными

# 7-уровневая модель OSI



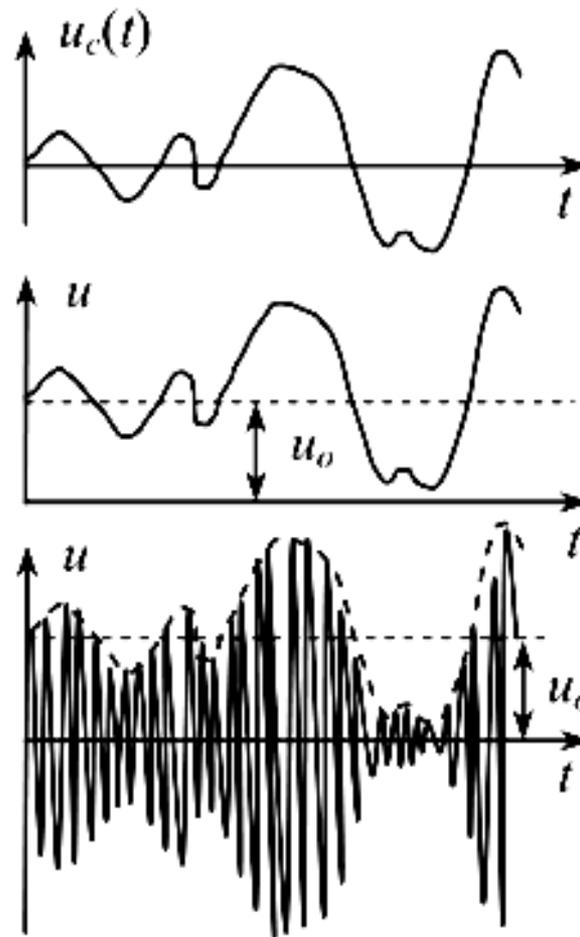
- <https://easy-network.ru/2-urok-1.html>
- [https://ru.wikipedia.org/wiki/Сетевая\\_модель\\_OSI](https://ru.wikipedia.org/wiki/Сетевая_модель_OSI)
- <https://studfile.net/preview/1650087/page:8/>
- [http://neerc.ifmo.ru/wiki/index.php?title=OSI\\_Model](http://neerc.ifmo.ru/wiki/index.php?title=OSI_Model)
- <https://sites.google.com/site/setmodelpovt2/>
- <https://zvondozvон.ru/tehnologii/model-osi>

# 1-й уровень модели OSI

## Работа со средой передачи, сигналами и двоичными данными (битами)

- Амплитудная модуляция
- Проблемы кодирования бита. Манчестерский код
- Среды передачи данных
- Коаксиальный кабель
- Топология LAN «шина» и «звезда»
- Кабель «витая пара»
- Устройства 1-го уровня

# Амплитудная модуляция



# Амплитудная модуляция

- [https://ru.wikipedia.org/wiki/Амплитудная\\_модуляция](https://ru.wikipedia.org/wiki/Амплитудная_модуляция)
- <https://intellect.icu/5-2-amplitudnaya-modulyatsiya-220>
- [https://studme.org/187031/informatika/analogovaya\\_modulyatsiya/](https://studme.org/187031/informatika/analogovaya_modulyatsiya/)
- <https://pue8.ru/svyaz-elektricheskaya/amplitudnaya-modulyaciya.html>

# Проблемы кодирования бита

В электрической цепи:

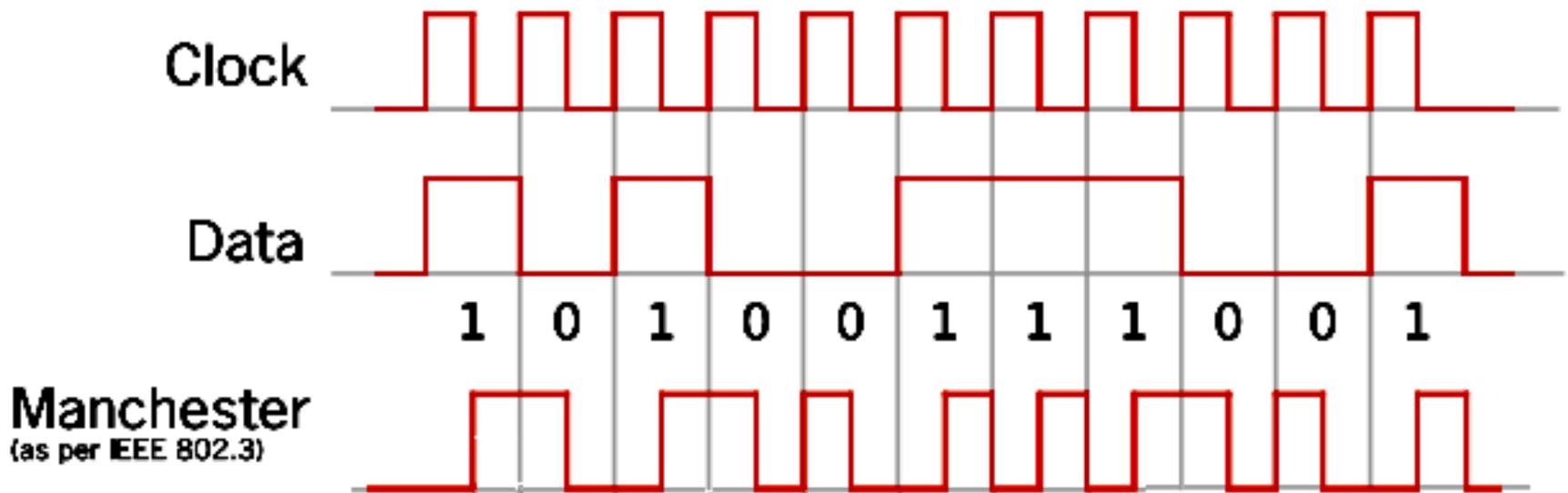
- «0»:  $U = 0$ ; «1»:  $U = U_{пит}$   
Никаких проблем

В линии передачи. Варианты:

- «0»:  $U = 0$ ; «1»:  $U = U_{пит}$   
Как отличить «нет передачи» от «0»?
- «0»:  $U = U_{низк}$ ; «1»:  $U = U_{пит}$ ; «нет передачи»:  $U = 0$   
Затухание:  $U_{пит}$  снизится до  $U_{низк}$ , а  $U_{низк}$  – до 0.  
Риск принять «1» за «0», а «0» за «нет передачи»
- **Проблема синхронизации:** если передается 1 000 000 «1», часы на приемной и передающей стороне должны быть синхронизированы, чтобы не перепутать с 999 999 «1»

# Манчестерский код

«0» кодируется перепадом напряжения с высокого уровня на низкий, а «1» - с низкого на высокий



# Манчестерский код



При передаче каждого бита обязательно присутствуют оба состояния сигнала: «ON» и «OFF».

Поэтому «манчестерский» код может состоять только из интервалов одинарной длительности, если соседние биты одинаковые, и двойной, если соседние биты отличаются.



# Манчестерский код

## Основные преимущества и недостатки преобразования данных в Манчестерский код:

- Размер данных увеличивается вдвое – это негативно сказывается на скорости передачи.
- Кол-во логических 0 всегда равно кол-ву логических 1. У такого сигнала не будет постоянной составляющей, это важно для электрических цепей и радиоволн.
- Комбинация логических уровней 11 однозначно говорит о последнем принятом 0, а комбинация 00 - об 1. Т. обр. после одной из них приёмник синхронизируется. Говорят, код «самосинхронизирующийся».
- Не может идти последовательно более двух одинаковых логических уровней, т.е. комбинация типа 111 или 000 невозможна.
- В начале данных и в конце не может быть двух одинаковых логических уровней - только 10 или 01.

# Манчестерский код



- [https://ru.wikipedia.org/wiki/Манчестерское\\_кодирование](https://ru.wikipedia.org/wiki/Манчестерское_кодирование)
- <http://proiot.ru/blog/posts/2012/10/07/manchesterskii-kod-dlia-chainikov/>
- <http://iptcp.net/manchesterskii-kod.html>
- [https://ru.qwe.wiki/wiki/Manchester\\_code](https://ru.qwe.wiki/wiki/Manchester_code)
- <https://studfile.net/preview/4599379/page:21/>
- <https://radiohlam.ru/manchester/>

# Среды передачи сигналов

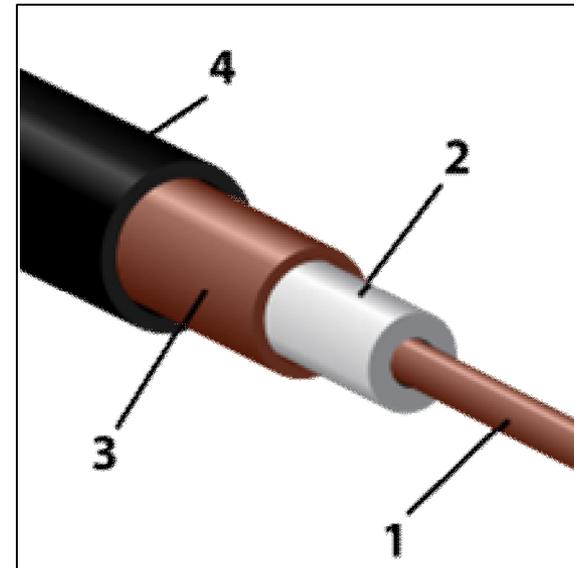
## В пространстве:

- **в радио-диапазоне**  
(осн. проблема - электромагнитная совместимость);
- **в оптическом диапазоне**  
(осн. проблема – атмосферные помехи, птицы).

## В веществе:

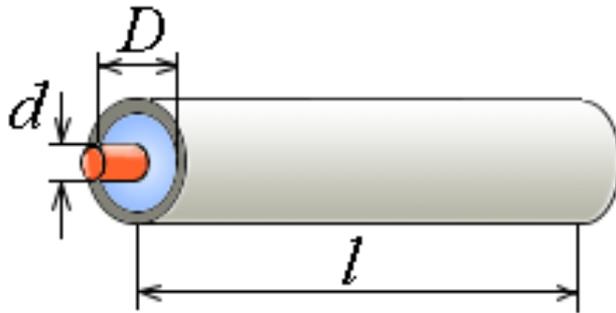
- **металлическая проводная линия;**
- **волоконно-оптический кабель.**

# Коаксиальный кабель



- 1 — внутренний проводник,
- 2 — изоляция (полиэтилен),
- 3 — внешний проводник (экран),
- 4 — оболочка (светостабилизированный полиэтилен).

# Коаксиальный кабель



$$L = \frac{\mu\mu_0}{2\pi} \ln(D/d) \cdot l = L_1 \cdot l$$

$$C = \frac{2\pi\epsilon\epsilon_0}{\ln(D/d)} \cdot l = C_1 \cdot l$$

$$\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \frac{\text{Гн}}{\text{м}}$$

$$\epsilon_0 = \frac{1}{\mu_0 c^2} \approx 8.854 \cdot 10^{-12} \frac{\text{Ф}}{\text{м}}$$

$$\frac{1}{\sqrt{\mu_0 \epsilon_0}} = c \approx 3 \cdot 10^8 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$\sqrt{\frac{\mu_0}{\epsilon_0}} = \mu_0 c \approx 120\pi \text{ Ом}$$

# Отвлечемся. Что такое кулон, $\mu_0$ и $\epsilon_0$ ?

$$F_{\text{гравитаци}} = G \frac{m_1 m_2}{r^2};$$

$$G \approx 6,674 \cdot 10^{-11} \frac{\text{Н} \cdot \text{м}^2}{\text{кг}^2}$$

$$F_{\text{эл-стат}} = K \frac{q_1 q_2}{r^2};$$

$$[K] = \frac{\text{Н} \cdot \text{м}^2}{\text{Кл}^2}; \quad K = ?$$

**Определение кулона :**

$$K = 10^{-7} \text{ с}^2 \text{ (точно)}$$

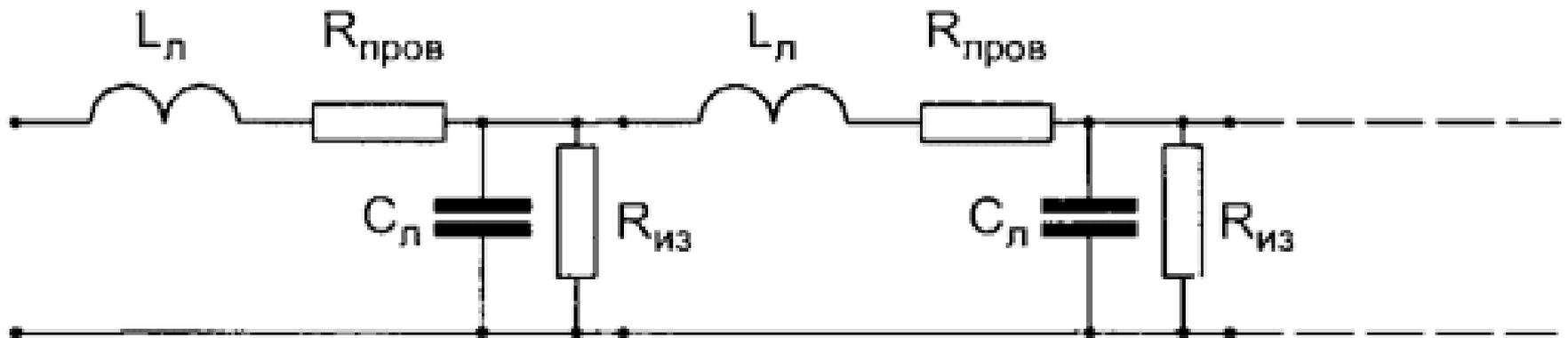
$$\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \frac{\text{Гн}}{\text{м}} \text{ (точно);}$$

$$\epsilon_0 = \frac{1}{\mu_0 c^2}$$

$$K = \frac{\mu_0 c^2}{4\pi} = \frac{1}{4\pi \epsilon_0}$$

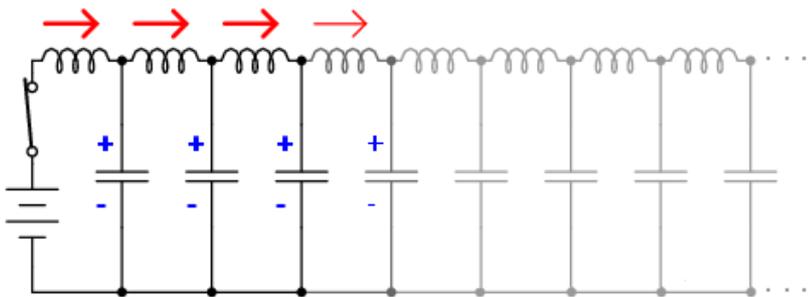
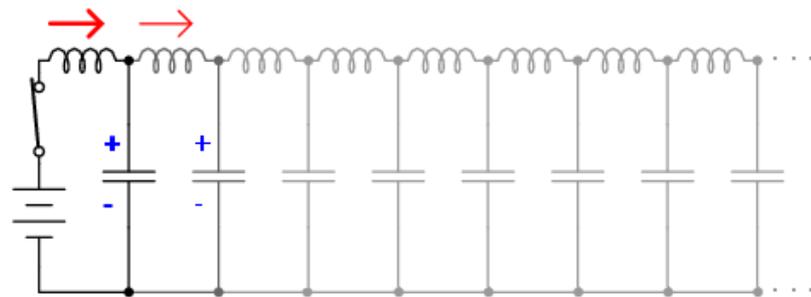
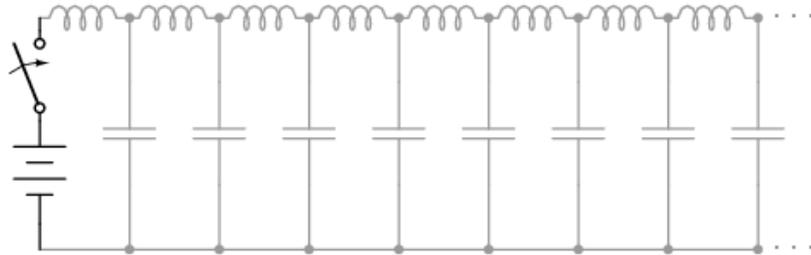
# Коаксиальный кабель

## Схема замещения коаксиального кабеля



- $L_{л}$  — индуктивность линии,  
 $C_{л}$  — ёмкость линии,  
 $R_{пров} \approx 0$  — сопротивление провода,  
 $R_{из} \approx \infty$  — сопротивление изоляции

# Коаксиальный кабель



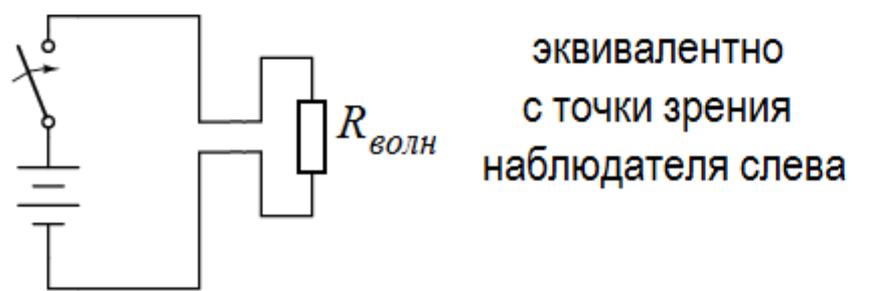
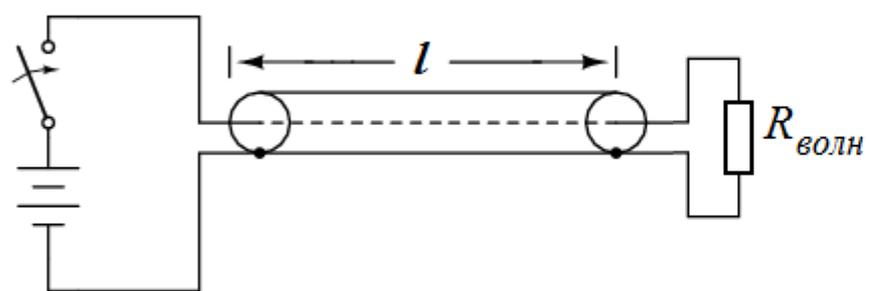
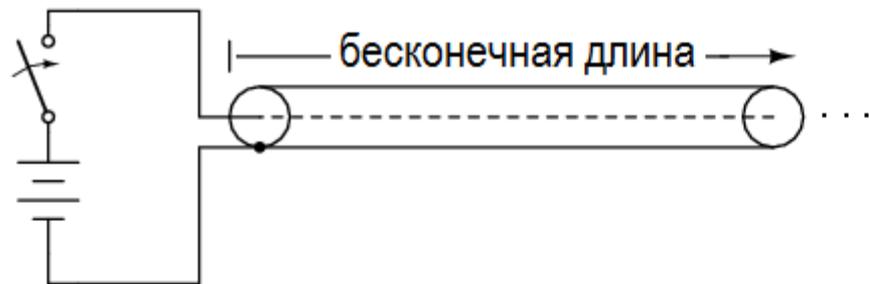
Фазовая скорость:

$$v = \frac{1}{\sqrt{L_1 C_1}} = \frac{1}{\sqrt{\mu \mu_0 \epsilon \epsilon_0}} = \frac{c}{\sqrt{\epsilon}}$$

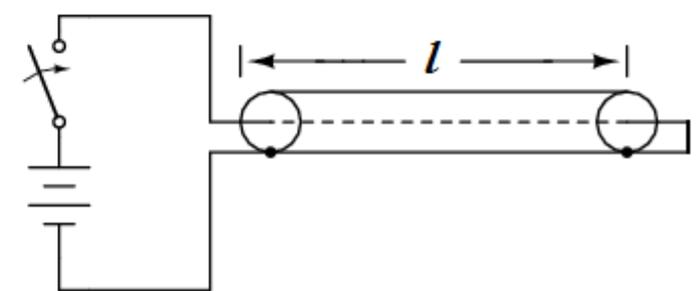
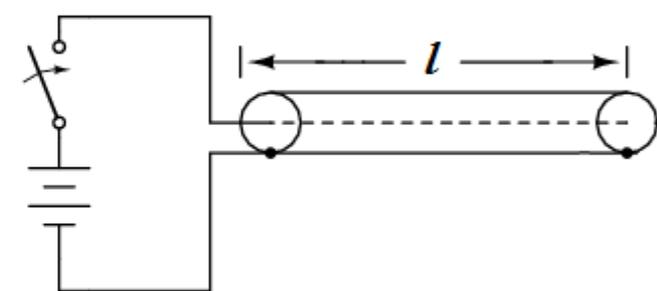
Волновое сопротивление:

$$R_{\text{волн}} = \sqrt{\frac{L_1}{C_1}} = \sqrt{\frac{\mu \mu_0}{\epsilon \epsilon_0}} \frac{\ln(D/d)}{2\pi} \approx \frac{60}{\sqrt{\epsilon}} \ln(D/d)$$

# Коаксиальный кабель



обрыв  
или короткое замыкание  
через время  $t = l/v$



# Коаксиальный кабель

## BNC-коннектор



Bayonet Neill–Concelman  
(not British Naval Connector!)

## Резистивные терминаторы



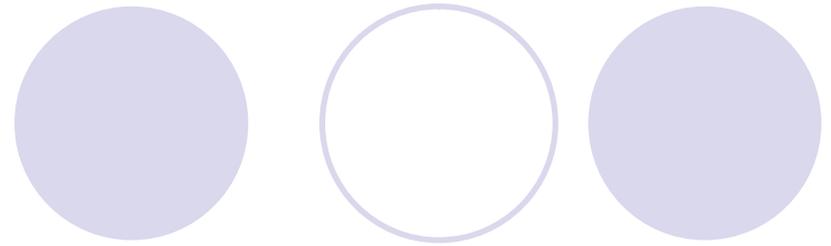
## Популярные $R_{\text{волн}}$

50 Ом (для компьютерных сетей)  
75 Ом (для ТВ)

# Коаксиальный кабель

- [https://ru.wikipedia.org/wiki/Коаксиальный\\_кабель](https://ru.wikipedia.org/wiki/Коаксиальный_кабель)
- [https://scask.ru/n\\_book\\_svf.php?id=9](https://scask.ru/n_book_svf.php?id=9)
- <https://radioprogram.ru/calculator/3>
- <http://ur4nww.qrz.ru/files/fider.htm>
- <http://blogsisadmina.ru/seti/osnovnye-vidy-kabelej-i-razemov-ispolzuemyx-pri-postroenii-lokalnyx-setej.html>

# Топология LAN



**LAN (Local Area Network) =**

**= ЛВС (Локальная вычислительная сеть),**

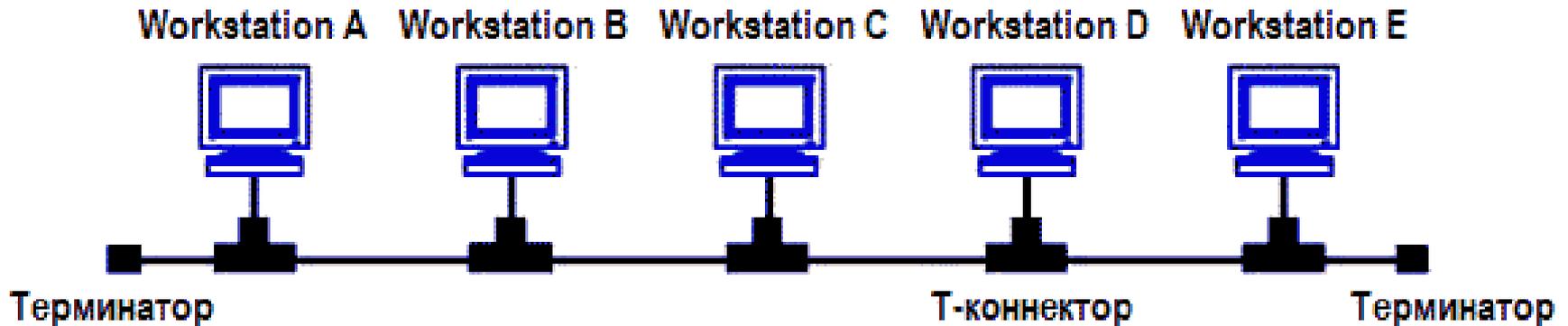
**= ЛОМ (Локальна обчислювальна мережа, укр.)**

**LAN** - это соединение компьютеров и иных компьютеризированных устройств цифровыми каналами передачи данных в пределах относительно небольшой территории (помещение, одно или несколько зданий).

Каждое устройство называется **узлом** сети.

**Топология LAN** - как подключены узлы сети.

# Топология LAN «шина» («bus»)



Сеть одноранговая (все компьютеры участвуют на равных условиях).  
Эффективна, если соединяются до 10 устройств.

При увеличении их числа канал передачи данных перегружается.

**Главный недостаток:** уязвимость в случае обрыва основной шины, при этом выйдет из строя вся структура.

# Топология LAN «шина» («bus»)

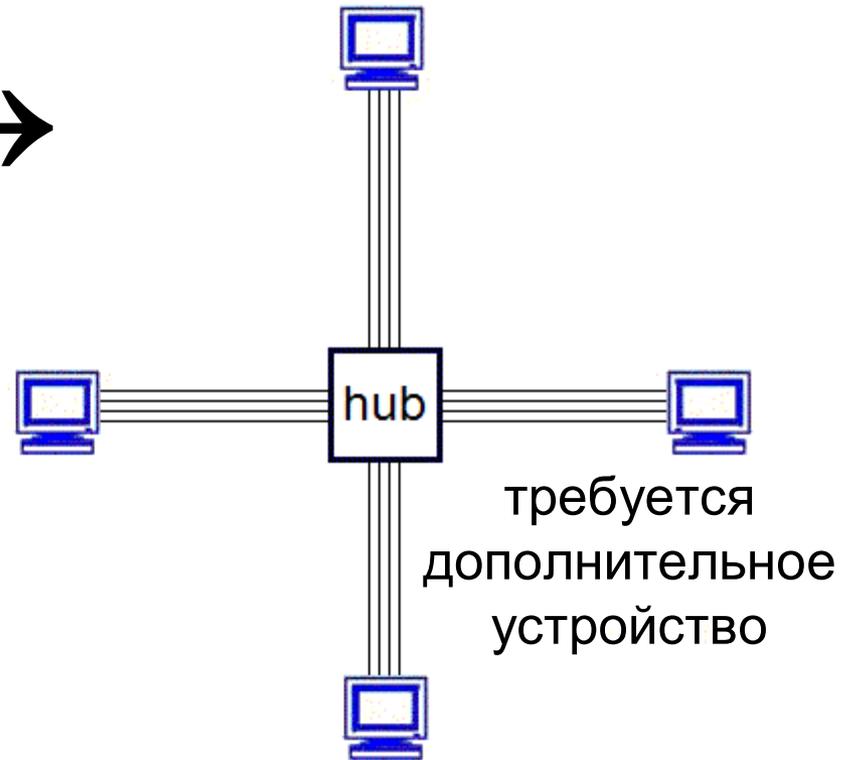
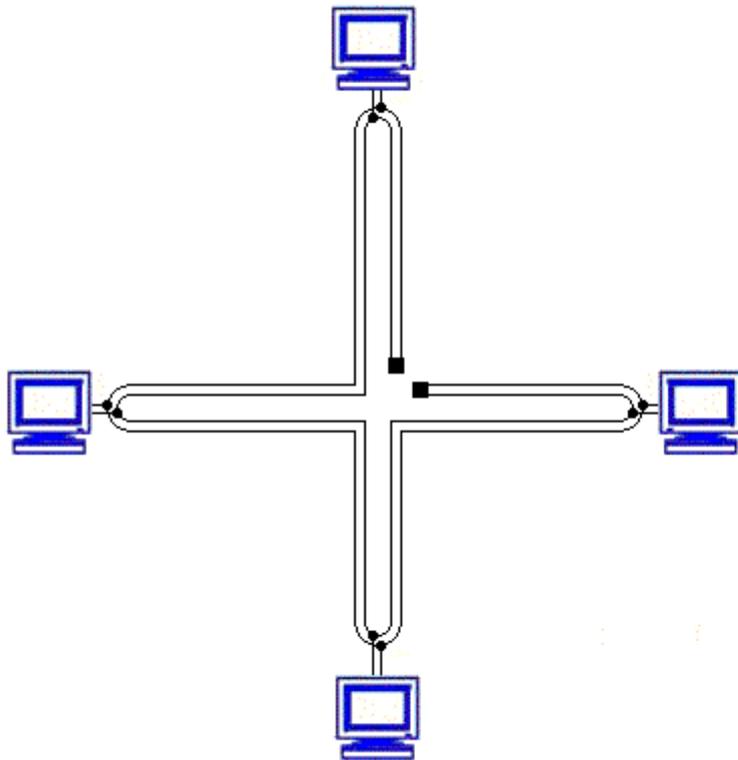
## Повторитель (репитер, repeater)



Устройство для увеличения расстояния сетевого соединения путём регенерации электрического сигнала «один в один».

В терминах модели OSI работает на **1-м (физическом) уровне**

# Топология LAN «звезда» («star»)



# Топология LAN «звезда» («star»)

## Концентратор (хаб, hub)

Многопортовый повторитель.

Ретранслирует входящий сигнал с одного из портов в сигнал на все остальные (подключённые) порты.

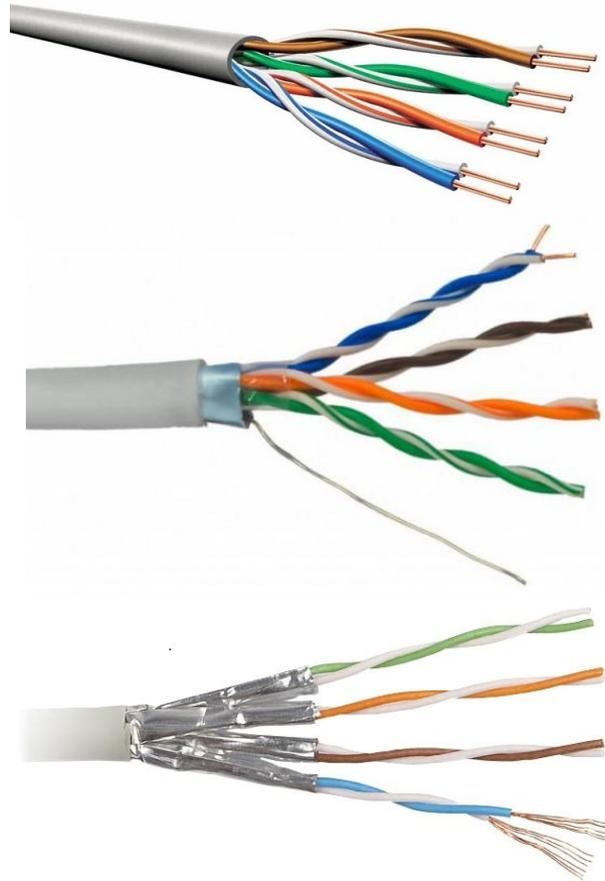
Логически сеть продолжает работать в режиме с общей средой (топология "общая шина").

В терминах модели OSI работает на **1-м (физическом) уровне**

# Топология LAN

- <https://easy-network.ru/17-urok-9.html>
- <https://www.speedcheck.org/ru/wiki/lan/>
- [https://www.lessons-tva.info/edu/telecom-loc/m1t4\\_3loc.html](https://www.lessons-tva.info/edu/telecom-loc/m1t4_3loc.html)
- <https://vpautinu.com/internet/lokalnaa-set-shina>
- [https://ru.wikipedia.org/wiki/Повторитель\\_\(сетевое\\_оборудование\)](https://ru.wikipedia.org/wiki/Повторитель_(сетевое_оборудование))
- [https://ru.wikipedia.org/wiki/Сетевой\\_концентратор](https://ru.wikipedia.org/wiki/Сетевой_концентратор)
- <http://infocity.kiev.ua/lan/content/lan145.phtml>

# Кабель «витая пара»



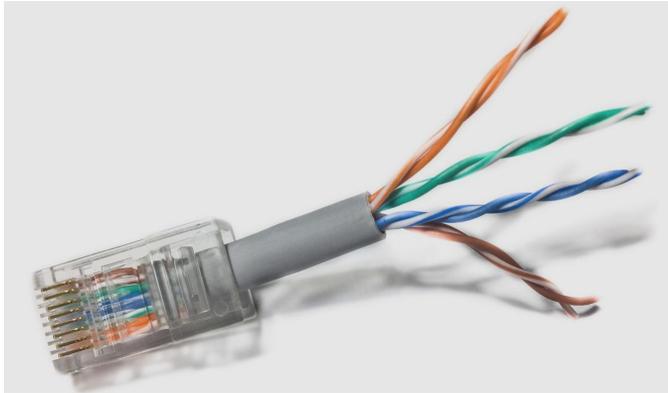
Кабель **UTP** (Unshielded twisted pair) — неэкранированная витая пара.

Кабель **FTP** (Foiled twisted pair) — витая пара с общим экраном из фольги и медным проводником для отвода наведенных токов. Защищает от внешних электромагнитных помех.

Кабель **STP** (Shielded twisted pair) — каждая пара имеет свою собственную экранирующую оплетку, а также присутствует общий для всех сеточный экран. Защищает от внешних электромагнитных помех, а также защищает соседние пары от перекрестных помех.

# Кабель «витая пара»

## Разъем и розетка RJ-45 для 4-парного кабеля



Унифицированный разъем **8P8C**  
(8 Position 8 Contact) или **RJ-45**.  
Имеет 8 контактов и фиксатор.

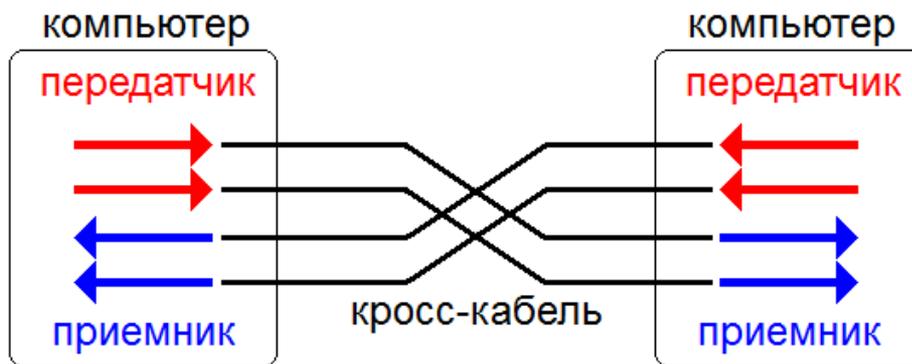


# Кабель «витая пара»

- <https://skomplekt.com/pochemu-vitaya-para-skruchena/>
- <https://nettech.ua/news/ekranirovannaja-vitaja-para>
- <http://blogsisadmina.ru/seti/osnovnye-vidy-kabelej-i-razemov-ispolzuemyx-pri-postroenii-lokalnyx-setej.html>
- <https://electrosam.ru/glavnaja/slabotochnye-seti/provoda/vitaia-para/>
- [http://wiki.mvtom.ru/index.php/Витая\\_пара](http://wiki.mvtom.ru/index.php/Витая_пара)
- [https://ru.qwe.wiki/wiki/Twisted\\_pair](https://ru.qwe.wiki/wiki/Twisted_pair)
- <https://www.controlengrussia.com/innovatsii/zashchita-ot-ehlektromagnitnykh-pomekh-v-servostistemakh/>

# Устройства 1-го уровня

## Перекрестный (кросс-) и прямой кабели



Кросс-кабель используется для подключения компьютеров напрямую, выполняет перекрестное соединение сигналов приема и передачи.



Когда терминальное устройство соединено с концентратором, перекрещивание происходит внутри концентратора.

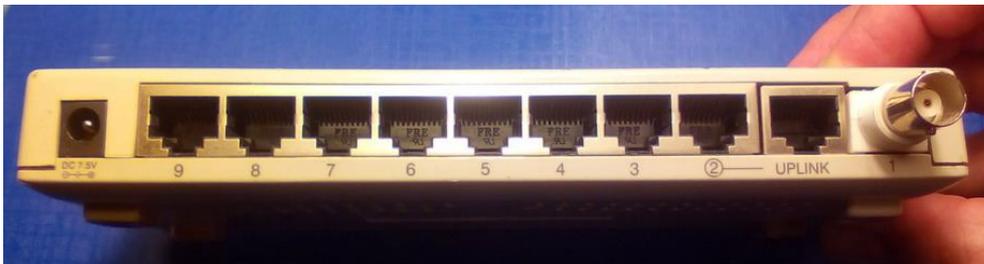
# Устройства 1-го уровня

## Использование одного кабеля витой пары для двухканального подключения



По одному восьмижильному кабелю можно сделать два четырехжильных соединения, которые будут работать на 10/100 Мбит/с (но не 1 Гбит/с) Ethernet, и подключить их к двум компьютерам либо другим сетевым устройствам.

# Устройства 1-го уровня

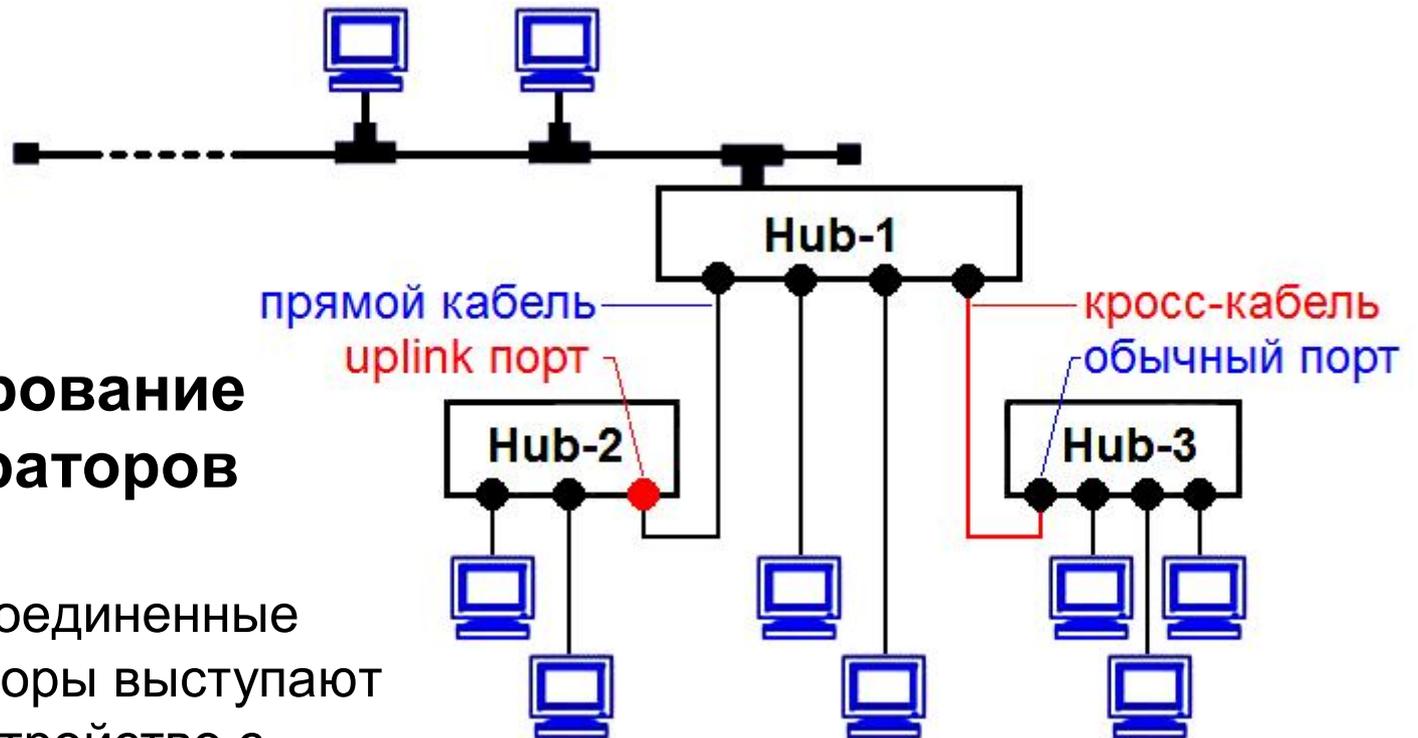


**Концентратор  
10 Мбит/с**



**Два разъема порта 2:  
обычный и UPLINK**

# Устройства 1-го уровня



## Каскадирование концентраторов

Каскадно соединенные концентраторы выступают как одно устройство с бóльшим числом портов

# Устройства 1-го уровня

## Конвертер 10 Мбит/с коаксиал – витая пара



# Устройства 1-го уровня

## Сетевые карты

(выполняют функции 1-го, 2-го и 3-го уровней)



под коаксиал



под витую пару

# Устройства 1-го уровня

- [https://ru.wikipedia.org/wiki/Кросс-кабель\\_Ethernet](https://ru.wikipedia.org/wiki/Кросс-кабель_Ethernet)
- <https://housediz.ru/kak-ispolzovat-odin-kabel-vitoj-pary-dlya-dvухkanalnogo-podklyucheniya/>
- <https://www.intuit.ru/studies/courses/3688/930/lecture/16466/>
- <http://fismat.ru/cabling/routing152.htm>
- <https://easy-network.ru/23-urok-13.html>

## 1-й (физический) уровень модели OSI

### Назначение:

Работа со средой передачи, сигналами и двоичными данными

### Оборудование:

Кабели, повторители (репитеры), концентраторы (хабы), сетевые карты

### Тип обрабатываемых данных:

Биты

### Адресация:

отсутствует