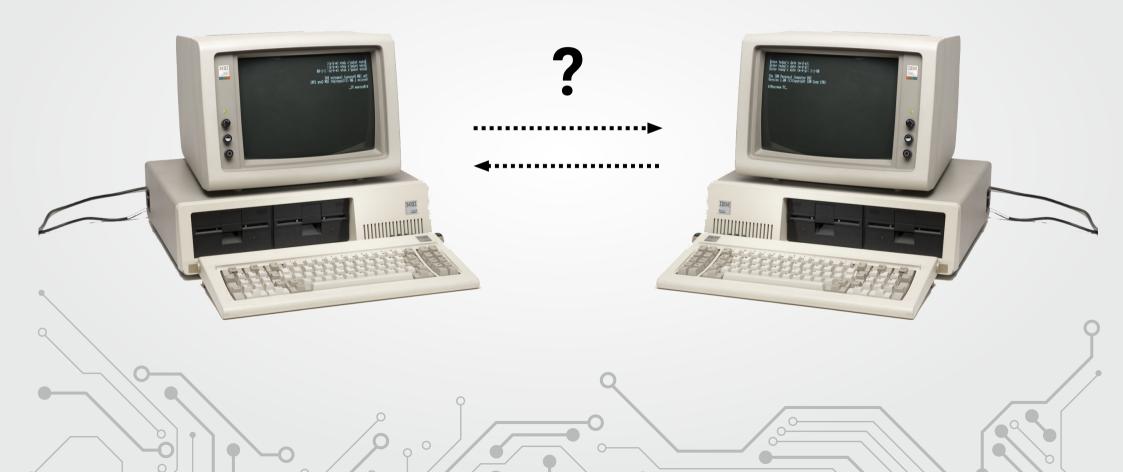
# Сетевое взаимодействие

АКОС, МФТИ



# Как организовать ІРС между процессами на разных компьютерах?



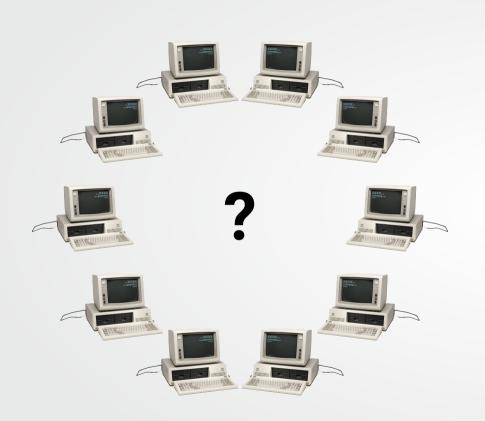
# Если компьютера два:

- Пустить провод между ними
- Передавать биты с одинаковой задержкой

# Проблемы:

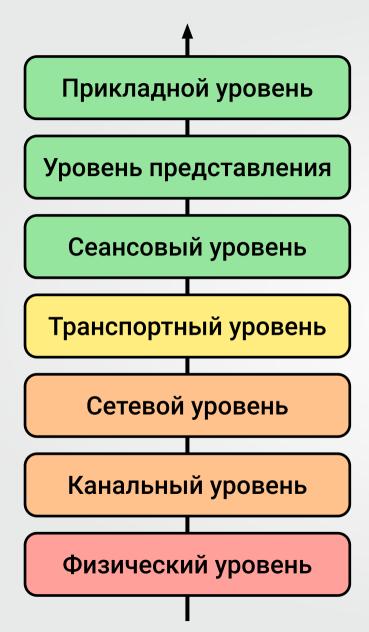
- \_\_\_\_ Данные бьются;
- Можно опоздать с чтением;
- А что, если процессов много?
- А если компьютеров не два?





# Почему в жизни всё сложнее:

- Компьютеров в интернете много, попарно всех не соединить;
- Даже на одном компьютере может быть открыто много подключений;
- Сообщения должны быть адресованными;
- Кто угодно, подключенный к сети, может мониторить передаваемые данные;
- Данные могут портиться и приходить в неправильном порядке.



### Модель OSI

Или Open Systems Interconnection model

- Она разбивает большую и сложную задачу сетевого взаимодействия на маленькие и простые уровни.
- Или показывает, как можно собрать интернет из куска меди и смекалки.

Прикладной уровень

Уровень представления

Сеансовый уровень

Транспортный уровень

Сетевой уровень

Канальный уровень

Физический уровень

#### Физический уровень

Среда, через которую передаются данные. Медный кабель, оптоволокно, радиоволны, звуковые волны, что угодно. К одному каналу может быть подключено больше двух устройств, как в случае с Wi-Fi.

### Канальный уровень

Передача данных внутри одной сети через физическую среду. На этом уровне происходит обнаружение и исправление ошибок, коллизий, и разбиение данных на фреймы. (Ethernet, ARP, ...)

### Сетевой уровень

Маршрутизация данных между разными сетями (IPv4, IPv6, ICMP, ...)

# Ethernet и МАС-адреса

# (Media Access Control address)

- Ethernet самый распространенный протокол канального уровня;
- МАС-адрес уникальный 6-байтный идентификатор сетевого интерфейса;
- В Ethernet адресатами сообщений выступают МАС-адреса.



# Когда перестало хватать коаксиального кабеля

- В игру вступил коммутатор (switch);
- У каждого устройства свой Ethernet-кабель к коммутатору.
- Коммутатор пересылает сообщения по МАС-адресам;
- Чаще всего коммутаторами выступают роутеры (маршрутизаторы) у вас дома.
- Несмотря на слово "маршрут", это пока всё ещё канальный уровень.



# Почему мало одних МАС-адресов?

- Они закреплены за устройствами. По ним можно понять производителя и иногда модель устройства;
- В локальных сетях это приемлемо, но если весь интернет знает ваш МАС-адрес, это не очень хорошо;
- Даже в локальных сетях современные устройства используют случайные МАС-адреса, чтобы не светить свой настоящий.

В глобально-администрируемых адресах седьмой старший бит всегда 0, а первые 3 байта - OUI-код производителя.

14: F2: 87: FA: FA: FA

OUI-код производителя **Apple Inc**.

Случайные (локально администрируемые) адреса почти всегда имеют седьмой бит 1.

DA: D8:5C:76:C5:30

Т 11011010 в двоичной записи.

# **IP-адрес** (Internet Protocol address)

- Адрес узла в сети. Используется на сетевом уровне.
- Предназначение ІР-адреса идентифицировать не устройство, а узел сети.
- ІР-адрес не раскрывает производителя устройства.
- Можно заменить устройство и оставить прежний ІР-адрес.

#### IPv4

192.168.10.10

- 32 бита
- 4.3 млрд адресов
- Уже не хватает

#### IPv6

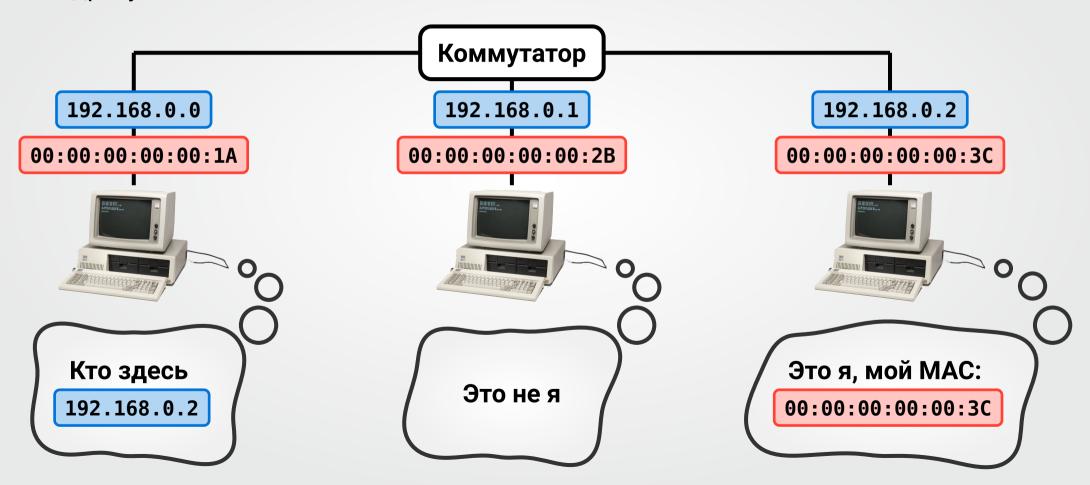
fe80:0:0:0:200:f8ff:fe21:67cf

- 128 бит
- 340 ундециллионов адресов (  $\cdot 10^{36}$ )
- Пока хватает

IP – протокол маршрутизации.

# **ARP (Address Resolution Protocol)**

Протокол канального уровня, позволяющий получить МАС-адрес устройства по его IP-адресу.



Прикладной уровень

Уровень представления

Сеансовый уровень

Транспортный уровень

Сетевой уровень

Канальный уровень

Физический уровень

### Транспортный уровень

Обеспечение нужного уровня надёжности и гарантий передачи данных. (TCP, UDP, SCTP, ...)

#### Сеансовый уровень

Установление, поддержание и закрытие сеанса связи. (RPC, SOCKS)

#### Уровень представления

Преобразование двоичных данных в нужный формат. Например, перекодировка текста в байты.

### Прикладной уровень

Приложения, которые используют сеть. Например, браузеры (HTTP), почтовые клиенты (POP3, IMAP, SMTP), мессенджеры.

# Транспортные протоколы

#### **TCP (Transmission Control Protocol)**

- Надёжно передаёт данные;
- Подтверждает получение;
- Гарантирует порядок получения;
- Подтормаживает.

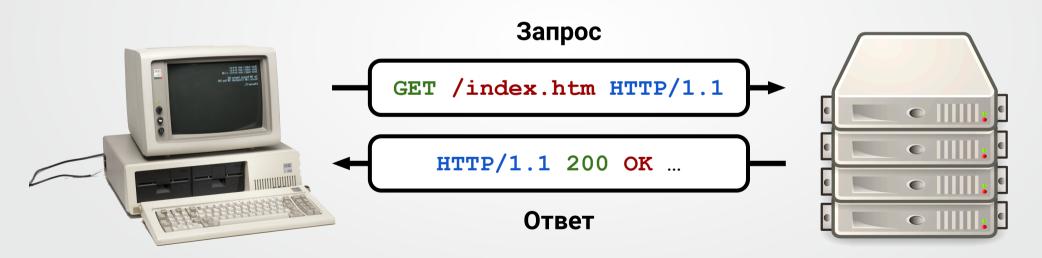
#### **UDP (User Datagram Protocol)**

- Сообщения могут теряться;
- Сообщения могут перемешаться;
- Сообщения могут дублироваться;
- Но доходят быстро.

Я бы рассказал вам шутку про UDP, но боюсь, что она до вас не дойдёт.

# **HTTP (HyperText Transfer Protocol)**

- Протокол прикладного уровня;
- Используется веб-серверами и браузерами для загрузки веб-страниц;
- Строится поверх ТСР;
- Работает по принципу "запрос-ответ".
- Не шифрует данные;



Ваш компьютер

НТТР-сервер

# Протокол HTTP:

#### Запрос:

```
Метод URI HTTP/Версия
Заголовок: Значение заголовка
(empty line)
```

### Пример:

#### Запрос:

```
GET /index.html HTTP/1.1
Cookie: session=15
(empty line)
```

#### Ответ:

```
HTTP/Версия Код ответа Пояснение Заголовок: Значение заголовка (empty line) (response body)
```

#### Ответ:

```
HTTP/1.1 200 OK
Content-Type: text/html
Set-Cookie: session=16
(empty line)
<h1>Hello, World!</h1>
```



# Сокеты

Сокет - двусторонний канал, который можно пустить через интернет.

Сокеты имеют значительно больше настроек, чем обычные каналы. Они могут отправлять данные через TCP, UDP и кучу других протоколов. Взаимодействие с сетью на низком уровне происходит с помощью сокетов.



### socket(int domain, int type, int protocol)

Создаёт сокет.

```
int domain =
```

- = **AF\_UNIX** Локальный сокет (Unix-сокет). Живёт по пути в файловой системе.
- = **AF\_INET** | IPv4-сокет, подключаемый по IPv4-адресу.
- = **AF\_INET6** | IPv6-сокет, подключаемый по IPv6-адресу.

### int type =

- = **SOCK\_STREAM** Последовательное надёжное двусторонее соединение (обычно TCP)
- = **SOCK\_DGRAM** Ненадёжная отправка датаграм (обычно UDP)
- = **SOCK\_RAW** Работа с сетевым интерфейсом почти напрямую, без TCP / IP / UDP.

#### int protocol

Выбор конкретного протокола. Чаще всего здесь 0, и ядро справляется с этим само.

### socketpair(int domain, int type, int protocol, int sv[2]);

#### Создаёт пару связанных сокетов.

- Работает так же, как ріре(), но создаёт двунаправленный канал;
- Позволяет передавать дескрипторы между процессами;
- В отличие от каналов, не подвержен проблеме блокировки **read** при наследовании дескриптора.
- socketpair(...) эквивалентен созданию Unix-сокетов через socket(AF\_UNIX, ...)

#### Пишем ТСР-клиент

- После создания сокета нужно вызвать **connect(...)**, чтобы подключиться к серверу.
- Если подключение успешно, можно начинать общаться с сервером функциями read(...) и write(...).
- Когда вы всё отправили, нужно вызвать shutdown (sock, SHUT\_WR). Так вы скажете серверу, что вы закончили отправлять данные.
- После shutdown(...) можно
   закрывать сокет через close(sock)

```
// Создание сокета
   sock = socket(AF INET, SOCK STREAM, 0);
 3
   // Подключение сокета к ір-адресу
   connect(sock, (...*)addr, sizeof(addr));
   // Работа с сокетом
   read(sock, ...);
   write(sock, ...);
10
   // Закрытие подключения
   shutdown(sock, SHUT WR); // На запись
   shutdown(sock, SHUT_RD); // На чтение
14
   // Закрытие сокета
   close(sock);
```

### connect(int socket, sockaddr \*address, socklen\_t len)

- Подключает сокет к серверу.
- Второй аргумент структура, содержащая адрес сервера и порт.
- Чтобы получить адрес хоста, можно использовать функцию

```
gethostbyname("google.com") или inet_addr("142.250.74.46").
```

• При заполнении полей структуры не забудьте преобразовать их в сетевой порядок байт (обычно с помощью htons(...)).

```
// ...
   struct hostent *host = NULL;
   host = gethostbyname(hostname);
   struct sockaddr in address = {};
   address.sin family = AF INET;
   address.sin port = htons(port);
   address.sin addr = *(...*)host->h addr;
11
   // Подключение сокета к ір-адресу
   connect(sock, (...*)&addr, sizeof(addr));
14
15 // ...
```

### Пишем ТСР-сервер

- Создаём сокет, как и в клиенте;
- Связываем сокет с адресом сервера через bind(...)
- Переводим сокет в режим сервера через listen(...)
- Принимаем подключения через accept(...)
- После общения с клиентом закрываем соединение через shutdown(...) и close(...).

```
// Перейти в режим сервера
   listen(sock, CONNECTION QUEUE LEN);
 8
   while(server is running) {
      // Принять подключение
11
     int conn = accept(sock);
12
     // conn - сокет для общения с клиентом
13
      shutdown(conn, 0 RDWR);
      close(conn);
16
   close(sock);
17
```

// Какой адрес слушать

sock = socket(AF INET, SOCK STREAM, 0);

bind(sock,(...\*)&addr, sizeof(addr));

# Спасибо за внимание!

