

Лекция № 1

Организационные вопросы

Администратор курса - Бабернов Василий Вячеславович
vbabernov@lvk.cs.msu.ru

Семинары по паралл. группам (длительность - 4 часа)

320, 323

341, 321

324, 325

327, 328

В лекциях опросы, 2 КР, оригинальный опрос.

За семинар тах - 3 балла

но экзамене ≤ 2 баллов

Computer.networkscmc@gmail.com

Материалы на сайте: asvk.cs.msu.su

Правила выставления оценок:

Семинары $\leq 1,5\delta$

2x КР $\leq 1\delta$

Final test $\leq 0,5\delta$

Сетевое общество

1 шифропол 32 zip 2 терабайт 16 тф 1 петабайт

Процессор \rightarrow Чип \rightarrow Система \rightarrow „Башня“ \rightarrow Blue Gene

„Современный компьютер - это сеть“

З. Гильдера: Пропускная способность каналов удавливается каждые 6 месяцев.

Наиболее развивающаяся часть - это вычислитель.

До 2010г. Тренд - Клиент \leftrightarrow Сервер

Новый тренд - Data центр (фабрика бытненский)

$10 - 10^5$ серверов для работы/генерации сервиса
Тенденция Bit Sourcing - ресурсы берутся у hostов за определенную плату

Рост мобильности

Мобильных устройств $\approx 6 \cdot 10^9$

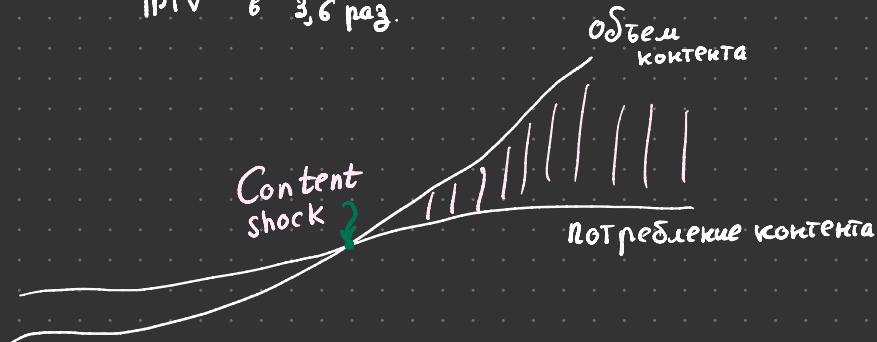
Sms за день суммарно ≈ 60 млрд; по работе $\approx 40\%$

Одновременно подключения к Facebook $\approx 20 \cdot 10^6$
Skype $\approx 25 \cdot 10^6$

IP трафик $\sim 33 ZB (10^{21})$

2020г. ↑ трафика в разы по сравнению с 2015г.

Игры в 7 раз
VA в 61 раз
Video в 2 раза
IPTV в 3,6 раз



http запросы - цепочка запросов к другим ресурсам

Ит: Тенденция - подключенных устройств больше каскадные.

"Машины учат друг друга"

Кооперативное управление СРТИ

Интернет - это общество

Чем > пользователей, тем лучше.

- B2B
- B2G
- B2C

Социальные сети

- Третий организационный интернетизацию услуг.

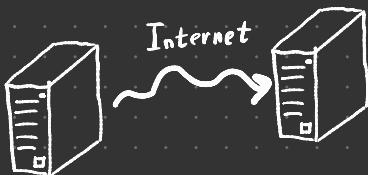
Черты Zoom:

- Основа: эфирная компрессия

Новое направление:

- Программируемые как материалы

Примеры сетевых приложений



Взаимодействие:

- Стеки/запись
Web browser
server

- TCP протокол - надежная передача данных

FTP (File Transfer Protocol)

- Установка соединение (транспорт)

- Успех → передача данных

Domain Name Service (DNS)

- Отображение уникального номера устройства в сети (IP) на его имя - [DNS-имя]
- После обработки мбд номер машины, мбд шер-из об
ошибке

e-Почта (SMTP)

- Идентификатор почты заменяется на IP
- Передача по протоколу после установки соединения (Труба/транспорт)

Hyper Text Transfer Protocol

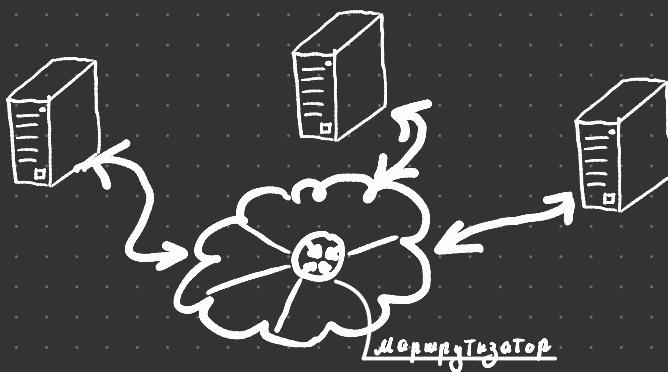
- Организация цепочки запросов для доступа к ресурсу

Skyre

- Знает адрес ближайшего Skyre устройства для доступа к усовершенствованной:
- NAT - динамический IP адрес организует мобильный IP после подключения, т.е. дает доступ напрямую

Модель работы приложений - упорядоченный поток байтов

Компьютерная сеть с точки зрения приложения



- Уровни объектских машин
 - клиенты
 - серверы
- Подключение к сети
- Управляются маршрутизаторами
- Взаимодействие через контролльные единицы данных

- Из-за большого кол-ва данных может произойти перегрузка сети.
- Взаимодействие: разбиение данных на контролльные единицы данных - пакеты

Трансляция в байты → маршрутизатор управляет данными

взаимодействие устройств

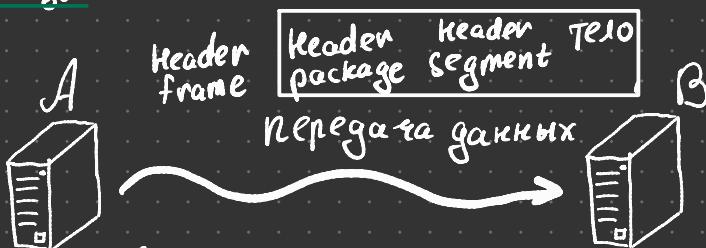
Разбиение на уровни

- Разделение на малые задачи
- Создание иерархии (из маленькой в большую)

- Определенный интерфейс в каждом уровне
- Уровни независимы

4-х уровневая модель интерфейса:

Приложечные
Транспорт
Сетевой уровень
Слой 3



Иер-ия об:

- отправитель
- получатель
- исходящие данные

Транспортный уровень определяет взаимод-ие уровней приложечки

Сетевой уровень организует доступ к маршрутизатору

Маршрутазатор состоит из двух уровней: Сеть и Свезды

Пакет передается сетевому уровню

При передаче преобразуется заголовок пакета

Далее сменит риско

(Header frame)

Все ур-ки в данном действуют с соседними, кроме

Транспортного - он организует взаимодействие машин.

Взаимод-ие между однотипными уровнями

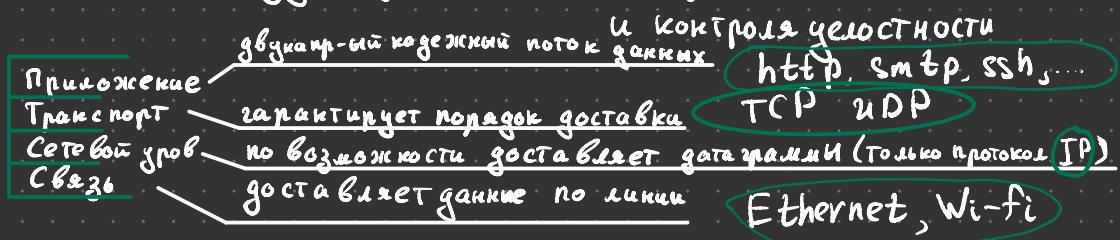
Использование -- каждый след-ий уровень не пытается получить доступ к данным предыдущего уровня

1) формируется Тело и Header segment

- 2) формируется header package
- 3) формируется header frame

На сетевом уровне акашируется заголовок
Затем передаются данные

Кроме TCP существует UDP без предварительного подключения.



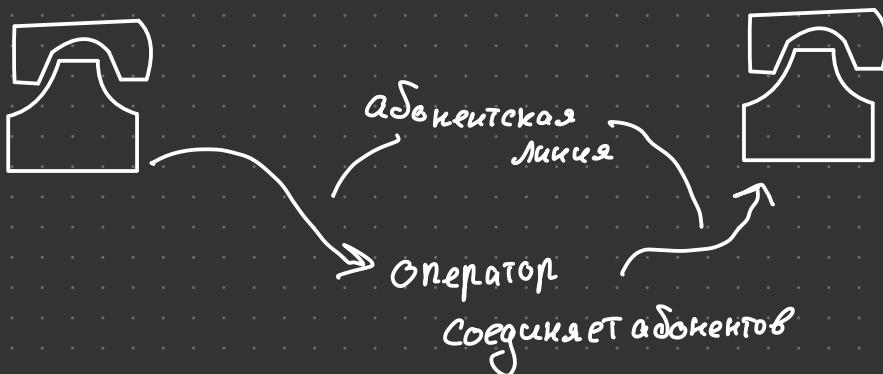
Почему уровень L2?

- в 7-уровневой модели OSI ISO уровень Session помогает "ке держать" приложение для восстановления соединений
- нужно трансформировать адреса на разных уровнях (как DNS)

Уровень L2, т.е. уровень Link 6-7
уровневой модели OSI ISO.

Лекция №2

Коммутация потоков данных
каналов
пакетов



Коммутация каналов:

+

- ресурс зафиксирован — никто не сможет отобрать

-

- кеэффициентивное исп-ие ресурсов
- всего 1 канал
- каждый коммутатор отвечает за соединения соседних узлов
- при выведении из строя узла, "обрушаются" смежные узлы

Коммутация пакетов

Сообщение → фрагменты → пакет → ^{др-я}
^{машина}

При отправке Э таблица с коммутации машин и
их адресами (маршрутами до них).

Таблица в памяти маршрутизатора (компьютера)

Несколько потоков могут использовать 1 коммутатор
с идентичными выходами.

Если так, то какие буферизуются
коммутатор хранит буфер большого размера

При уничтожении какала (лики) должны
уведомляться другие какалы о ее разрушении.

Когда $N_{\text{пакетов}} > \text{size буфера}$:

- Сброс буфера (перегрузка сети)

| Т.к. одной машине подбираются разные пакеты,

то оптимальнее коммутировать какалов.

Таким образом, коммутиция пакетов:

- более требовательна к компьютерам
- эффективнее

Ч Их ~ адресу. Преобразование может быть реализовано через hash-функцию.

В Internet:

Части - IPv4, IPv6 - 16 частей

Числа по доменному уровню
ru - Russia
cn - China
DNS

Пример:

• lvk.cs.msu.ru
/ / \
Лаб-ир ВМК МГУ облегчение
Ббл-х комплексов

макс длина - 256 символов

• SIP - протокол передачи голоса в сеть.

Соединение на прикладном уровне

App → Os → выделяет socket

Сокет содержит:

- | | |
|-------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Сокет | <ul style="list-style-type: none">IP адрес машиныпорт (port_A) |
| 2-ой клиент | <ul style="list-style-type: none">IP адрес машины, куда подключатьсяпорт (port_S)TCP/UDP |



Ip: 171.76.76.157

Port: 23946

Ip: 74.32.5.160

Port: 80

TCP сегмент



- порт источника
- порядковый номер
- номер подтверждения
- запрос заголовка
- флаги
- контрольная сумма

контрольное сумма и последовательный номер показывают, какие пакеты потеряны

У IP маршрутизатора есть таблица:

address	link
23.x.x.x	5
... маска	...?

Какая линия для них

Модель IP сервера (транспортного уровня)

- при перегрузке очистка буфера

Нужно предотвратить:

- зацикливание пакета
- длинные пакеты \Rightarrow фрагментация
(разбиение IP фрагмента)
- защита только нескольких пакетов
защита только заголовка (тогда ее защищается)

IPv4 или еще IPv6

Пакет IPv4:

- id в случае фрагментации
- Time to live TTL:

- если 0, сетевой агент сбрасывает пакет
- . Protocol id (например, TCP, UDP)

Опции:

- Безопасность
- Задан маршрут
- Заданы обязательные для прохождения RTR
- Каждый RTR отвечает себя

Ррагментация:

- Содирается на сетевом уровне
человек машинки

Пример:

$$1400 \text{ байт} = \text{size}$$

$$\text{Max} = 546 \Rightarrow$$

		512
		512
		376

Классы IP агрегов (IPru)

- | | 0 | Сеть | Хост |
|---|------------------------|------|------|
| A | 1 бит + 7 бит + 24 бит | | |
| B | 10 + 14 бит + 16 бит | | |
| C | 110 + 21 бит + 8 бит | | |
| D | 1110 + 28 бит группой | | |

Адрес на некотором уровне - Ethernet

Байты:

пreamble 1 SFD 6 DA 6 SA 2 Type



идентификация

мак-ад

передача данных

0-1500

0-46

4

Data

Pad

CRC

/
расширитель
для size ≥ 64 байт

ошибки при передаче

Пример проблем:

DHCP сервер - сетевая агрегация
устроена в сети.

УСТ-РО подключает ся



запрос на IP адрес через Ethernet



DNS, адрес, маска, шлюз, время ожидания
через DHCP

T.o. преобразование

L2 адресов в L3 адрес.

ARP - address Resolution Protocol

Знаю IP ($L_3 \rightarrow L_2$) -- ищу его по какому link запрос

Запрос: у кого такой IP
 ↓
 получаю IP и канальный адрес

Формат ARP-пакета

0 - 7	8 - 15	16 - 31
Ethernet		Тип протокола
длина	протокол(длина)	Операция
Источник (адрес)		
SWA		SPA
SPA		DNA
Назначение (адрес)		
Протокол назначения		

Таким образом:

- TCP - надежный, фиксирует состояния потоков при передаче данных
- IP - ненадежный, не фиксирует состояния, спросит пакет при перегрузке.

Управление передачи через фрагментируемый заголовок.

Но:

Заголовок передается вместе с данными, поэтому возможны атаки.

Практика:

Какие интерфейсы (IP адреса) — ifconfig

lo Loopback для отладки сетевых приложений

wlo Wi-fi

ip a

Проверка подключения:

ping

Разное время — перемежкость задержки сети.

По какому пути до места:

traceroute

Когда информация не отвечается ***

Wire shark — захватывает отправленные

пакеты и показывает их
содержимое

Фильтры для пакетов:
tcp, http, https, ...

Пример:

L2 уровень для Ethernet

Лекция №3

модель TCP/UDP сервисов и транспортных
протоколов

ОС → транспортный агент → OS даёт приложению →
порт

→ порт + IP-адрес → установка соединения,
если TCP → обмен TCP-сегментом → передача

sequential number в сегменте — номер 1-го пакета

Транспортный уровень — statefull — [связь установлена,
связь разорвана]

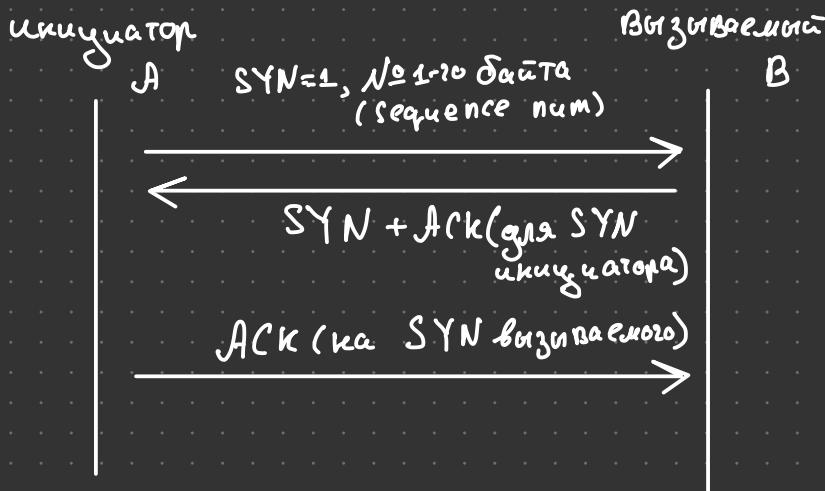
- Как согласовать 2^х отправителя и 2^х получателя
- Нужно поддерживать состояния последовательности:
 - Получатель перегружек
 - илюзии перегружек (много пакетов (соединений))

Установка соединения

3-х кратное рукопожатие (TCP)

Flags: ACK, SYN \leftarrow TCP-сегмент.

(Соединение TCP звукопривлекающее — 1 пакет \rightarrow 1 пакет \leftarrow (оки разные))



- Пример заблуды в иниц. пакете:

- Выведенный идет ACK+SYN
- в инициаторе сразу после разорвания \Rightarrow идет reject флаг

• Разрыв соединения:

разрываются 2 соединения из-за
избыточности:



Reset (Reset) — если происходит сбой на транспортном соединении

Urg-орлаг и Urgent pointer

- передается строкой слуцебной и кур-ии

• B IP - пакет защищена только за 20 лбка

Window size — управление потоком.

На каждого упр-ке СВОИ агнесы:

- Транспортный — порты
- сетевой — IP агнес
- кака лбкии — СВОИ данные

распаковка — изъятие кусковых сегментов

Уникальные ID для TCP соединений

- чтобы не было пересечений с предыдущими ID: текущее время, тогда такие избегаются коллизии.

Безопасное закрытие сокета

- Инициатор установливает таймер, затем выставить → Fin
- Много сокетов одновременно \Rightarrow замедление и угроза

Формат UDP генетограммы

UDP Header:

Source port	Destination port
Checksum	Length
UDP	data
•	•
•	•

Передача, как и в TCP

Особенности:

- без подтверждений

Acknowledgement sequence — номер следующего

Ба́та, кото́рый ожидае́м.

Как посе́ть, что пакет поте́рян?

1) acknowledgement — если отпра́влю

В ке́м коме́р уде́ле посланий (sequence)

То́гда знако́м, что поте́рян.

Ко́нек перегру́зки (при торо́ливо́сти)

Идея: • Се́ртиф, если $> n$, то поте́рян

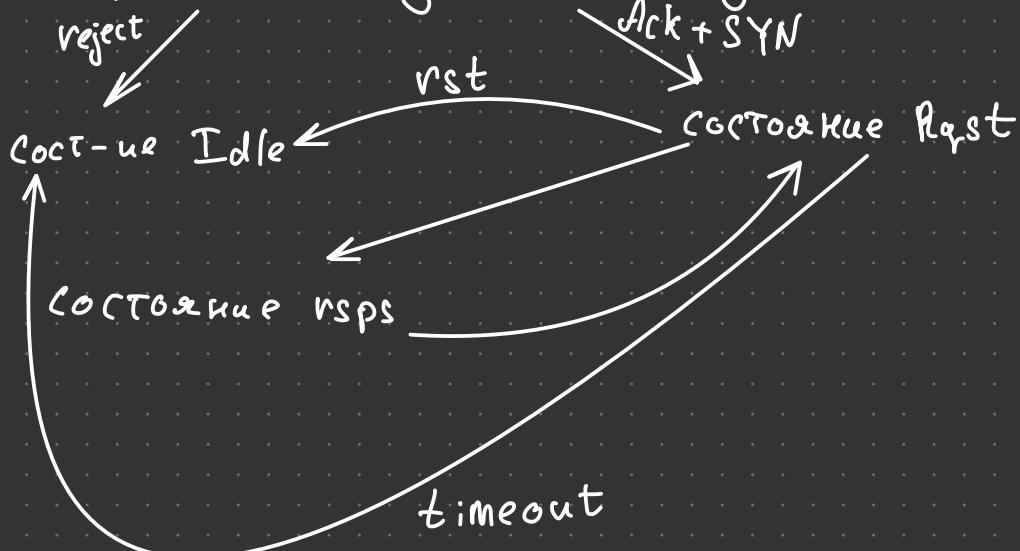
• Тайм-аут для повторной

отпра́вки

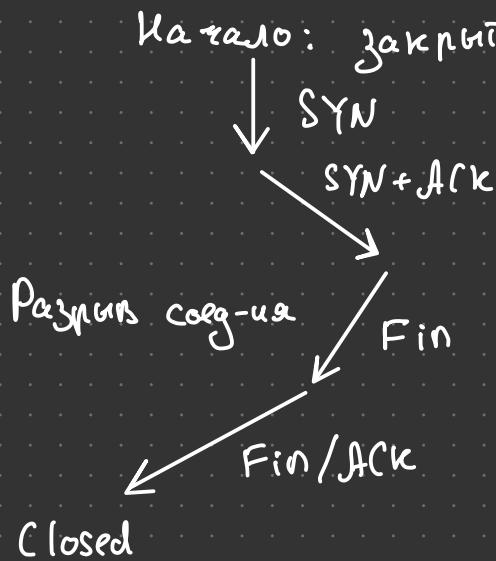
HTTP запро́с к TCP клиен́ту

1) Клиент в состоя́нии Idle

2) Состоя́ние уста́новленного соединения TCP



Состоиния TCP от источника:



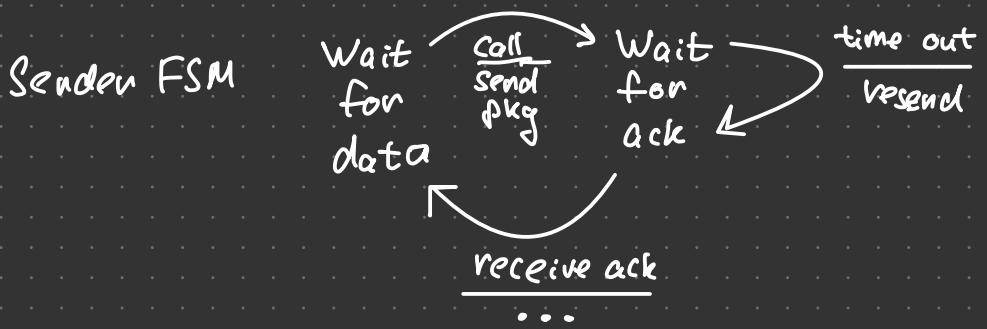
Управление потоком

Stop and wait

- ограничение количества накопленных пакетов ≤ 1 пакета
- sender отрабатывает
- receiver подыскивает пакет и возвращает ack с ногами передачи.

Receiver FSM





Чтобы обнаружить дубли:

- если дубль, тогда receiveen подтверждает дубли (флаг 1)

Схема скользящего окна

- отправитель может отправить ≥ 3 пакета
- 3-е кратное оконописание:
win size - максимальный буфер
 $\geq 3T_{GO}$ отправить можно
- $\text{send } \sum \text{pkg.size} \leq \text{win size}$
- получив ack \Rightarrow подтверждено,
сформировано окно для следующих
пакетов.

Посылаются пакеты

Все подтверждаются,
если нет, то обратно
с acknowledge num =
код ошибки

окно кр. гибкое,
то все последующие ack не придет

- Потом отправка не после отк
- Необходимо согласовывать SWI и SWP

Протокол ICMP

- как сетевым управлением (использует IP пакеты)
- Сообщения разных типов и кодов -
 - типы запросов
(Echo reply (ping), ...)
 - Echo request (ping)
 → Так реализуется traceroute
- Прост - Типор-ки о сетевых упр-ях состоян и маршру-ах
- как IP и отк-ся к трасер-тику упр-ю
- ping и traceroute через ICMP

Обнаружение ошибок передачи

- Ошибки единичные и групповые (блочны)
- Коды с обнаружением ошибок
 - кодослово
 - расст-ие Хемминга
- Коды, исправляющие ошибки
 Байт + служебное поле.
 К примеру, ошибка четности

Избыточныециклическиекоды(CRC)

- snd , rcv формируются об образе полинома $G(x)$
- формируются сообщения через $+_{mod_2}(+)$

Check sum = 0; IP, TCP sum += 16-ти разрядные слова

Установл-ся разряд четности

уст-ся checksum так, чтобы $Checksum + sum = 0xffff$