Архитектура и протоколы Internet

Базовый курс

5 дней, 30 академических часов

Олифер Наталья Алексеевна
Olifer@lanmag.ru

Олифер Виктор Григорьевич,
Volifer@uniinc.msk.ru

Содержание курса

1день

Тема 1. Введение

Достоинства IP-технологии

История TCP/IP и Internet

Стандарты TCP/IP

Концепции межсетевого взаимодействия

Тема 2. Обзор протоколов TCP/IP

Многоуровневая структура

Соответствие модели OSI

Тема 3. Адресация и соглашения о именовании

Типы адресов в IP-сетях

Использование масок

Автоматизация назначения адресов (DHCP)

Протоколы отображения (ARP, RARP, Proxy-ARP, DNS)

2 день

Тема 4. Протокол межсетевого взаимодействия IP

- Основные функции
- Структура пакета
- Таблицы маршрутизации
- Маршрутизация без использования масок
- Сети и подсети
- Маршрутизация с использованием масок
- Фрагментация

Тема 5. Протокол управляющих сообщений ICMP

- Формат сообщений ICMP
- Эхо-протокол
- Утилиты ping и tracert

Тема 6. IPv6

- Причины модернизации
- Расширенное адресное пространство
- Гибкий формат заголовка
- Снижение нагрузки на маршрутизаторы

3 день

Тема 7. Дейтаграммный протокол UDP

- Зарезервированные и доступные порты
- Мультиплексирование прикладных протоколов
- Формат дейтаграммы UDP

Тема 8. Протокол надежной передачи данных TCP

- Основные функции TCP. Сравнение с UDP
- Порты, сокеты, соединения
- Концепция скользящего окна
- Сегмент, номер очереди
- Формат TCP-сегмента
- Процедура установления соединения
- Процедура квитирования в TCP
- Адаптивный выбор тайм-аута
- Реакция на перегрузку

Тема 9. Безопасность в сетях TCP/IP

- Основы безопасности
- Специфика защиты IP-сетей
- Общие сведения об IPSec

4 день

Тема 10. Протоколы маршрутизации

Функции маршрутизатора

Внутренние и внешние протоколы маршрутизации

Протокол RIP

Протокол OSPF

Сравнение протоколов RIP и OSPF по затратам на широковещательный трафик

Протокол BGP

Тема 11. Нижние уровни стека TCP/IP

Взаимодействие сетей IP с сетями других технологий

Инкапсуляция IP-пакетов в кадры Ethernet, Token Ring и FDDI

Протокол последовательного канала SLIP

Протокол PPP

Базовый формат кадра PPP

Протокол LCP

Аутентификация по протоколам PAP и CHAP

Протоколы NCP и LQM

5 день

Тема 12. DNS — система доменных имен

Отображение имен на IP-адреса

Регистрация имен Internet

Рекурсивное и итеративное взаимодействие резольверов и серверов и серверы имен

Первичный и вторичный серверы имен. Обратная зона

Файлы базы данных сервера *named*

Программное обеспечение BIND

Тема 13. Сетевое управление с помощью SNMP и MIB

Основные концепции сетевого управления

Структура SNMP MIB

Формат сообщений SNMP

Недостатки SNMP

Тема 14. Протоколы прикладного уровня (обзор)

Telnet, FTP, TFTP, SMTP, Rlogin, NFS, RPC и др.

Тема 15. Будущее стека TCP/IP

Рекомендуемые учебники

1. Douglas E. Comer. Internetworking With TCP/IP, volume 1
2. W.Richard Stevens. TCP/IP Illustrated, volume 1

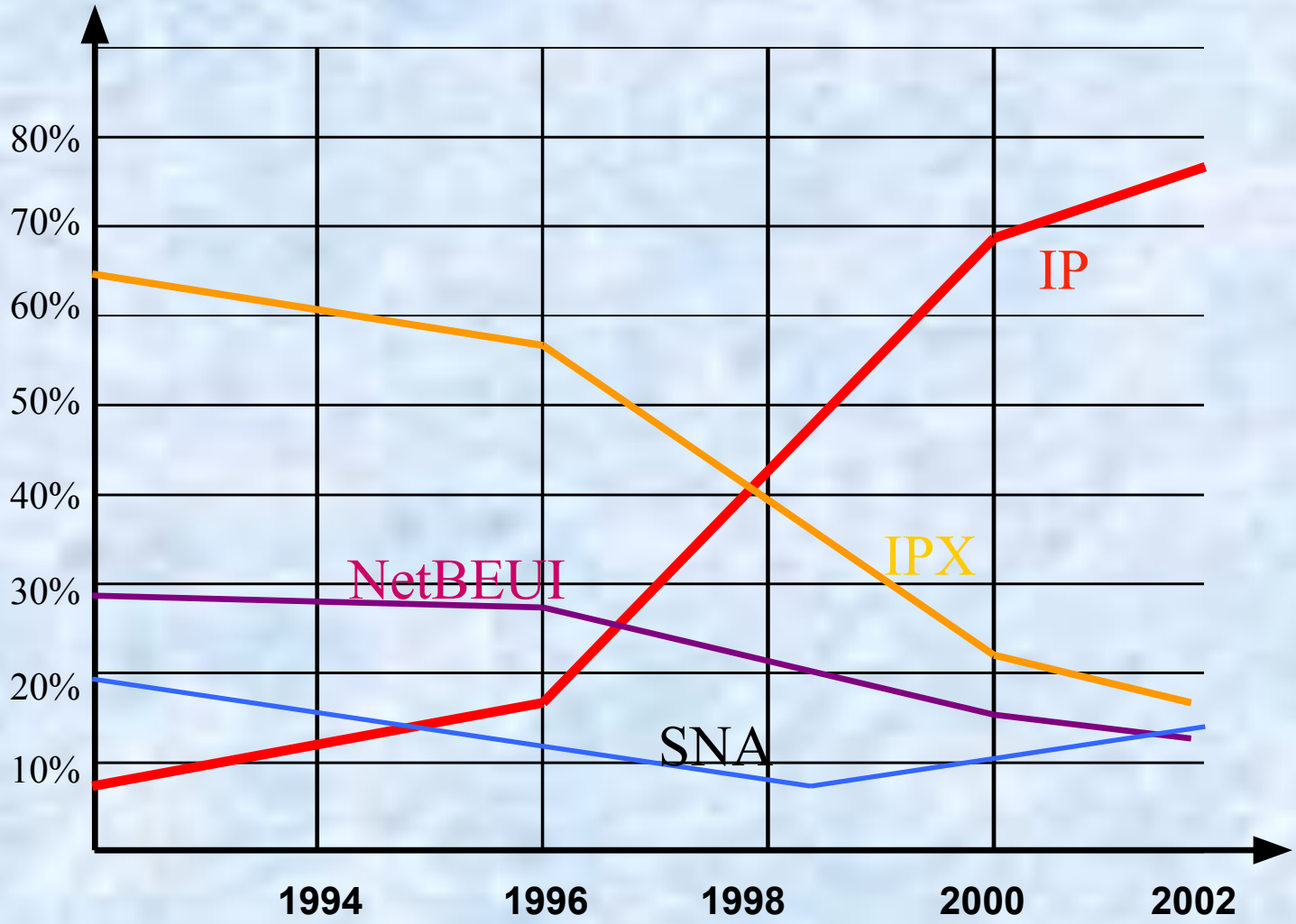
В качестве справочной литературы

1. Д-р. Сидни Фейт. TCP/IP
2. Йон Снейдер. Эффективное программирование TCP/IP

Тема 1. ВВЕДЕНИЕ

- Достоинства IP-технологии
- Internet, intranet, extranet
- История TCP/IP и Internet
- Стандарты TCP/IP

IP становится основным протоколом



Названия стека протоколов для IP-сетей

- **TCP/IP**
- **DoD** (Department of Defense)
- **internet**

О терминологии

- **internet**

1. Технология, впервые опробованная при создании сети Internet. Включает стандарты на средства транспортировки сообщений по составной неоднородной сети, а также высокоуровневые сервисы. Синоним: *IP-технология*

2. Составная сеть

- **Internet**

Конкретная сеть, реализация технологии internet.
Синоним: *Сеть*

- **IP-сеть** – любая сеть использующая технологию internet:

* Internet,

* другие публичные территориальные IP-сети (сети MCI, Sprint, AT&T),

* локальные сети IP

* корпоративные сети IP

- **intranet**

Составные сети предприятия, использующие технологию internet

Сервисы (Web) и транспортные средства стека TCP/IP

Изолированные от Internet

- **extranet**

IP-сети, объединяющие сети предприятий-партнеров по бизнесу

История IP-сетей — история Internet

- **начало 60-х** -

  начало работ по созданию первых сетей с коммутацией пакетов, уже существовала ARPANET (Advanced Research Projects Agency)

- **1969 год** -

  DoD USA финансировало работы агенства DARPA по созданию сети с коммутацией пакетов. Фактор гетерогенности.

- **середина 70-х** -

  начало работ по созданию сетевой технологии internetworking

- **конец 70-х** -

  создание рабочего варианта стека протоколов TCP/IP

  первая оргструктура Internet Control and Configuration Board (ICCB)

- **1980-1983 годы** -

  установка стека TCP/IP на компьютеры сети ARPANET - первая реализация internetworking. BSD Unix

  Internet =ARPANET+MILNET.

- **1985-1986 год** -

  Мощное финансовое вливание - программа National Science Foundation (NSF) по расширению доступа к сети. Сеть NSFNET

  Internet =ARPANET+NSF

- **Конец 80-х** -

  начало активного коммерческого использования Internet

История Internet в цифрах

- **1858** г. – первый трансантлантический кабель

- **1960** г. – первая компьютерная связь

Сейчас более 75 миллионов хостов

- **1971** г. – первый e-mail и первые спецификации доступа к архивам FTP

- **1983** г. – появление Internet в современном виде

- **1991** г. – изобретение Web

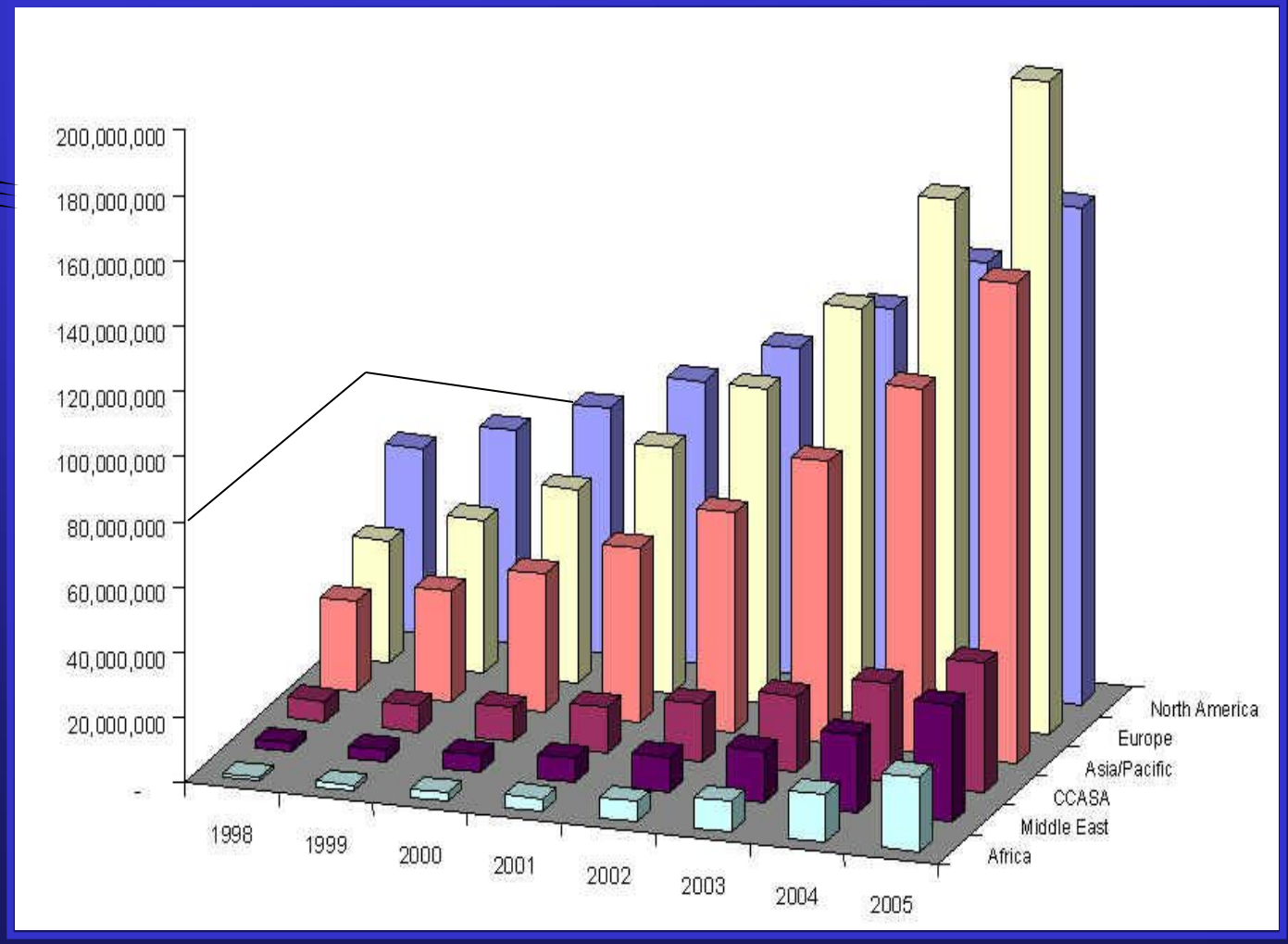
Сейчас за один день идет обращение к 2 миллионам Web-страниц

Темпы роста Internet

Год	Количество хостов
1969	**4**
1972	**14**
1980	**100**
1984	**500**
1990	**200 000**
1992	**> 1 000 000**
2000	**75 000 000**

- 300 млн. пользователей в 2000 г.,
- 900 млн. (как и у телефонной сети) – к 2005 г.
- К 2003 году **90%** мирового трафика будет переноситься через Internet

Количество пользователей Internet в мире —1998-2005



Source: Probe Research, Inc 1999.

Значение Internet для телекоммуникационного мира

- **Технология коммутации пакетов доказала свою эффективность и масштабируемость**

- **Протокол IP сделал возможным объединение сетей разных технологий в единую сеть**

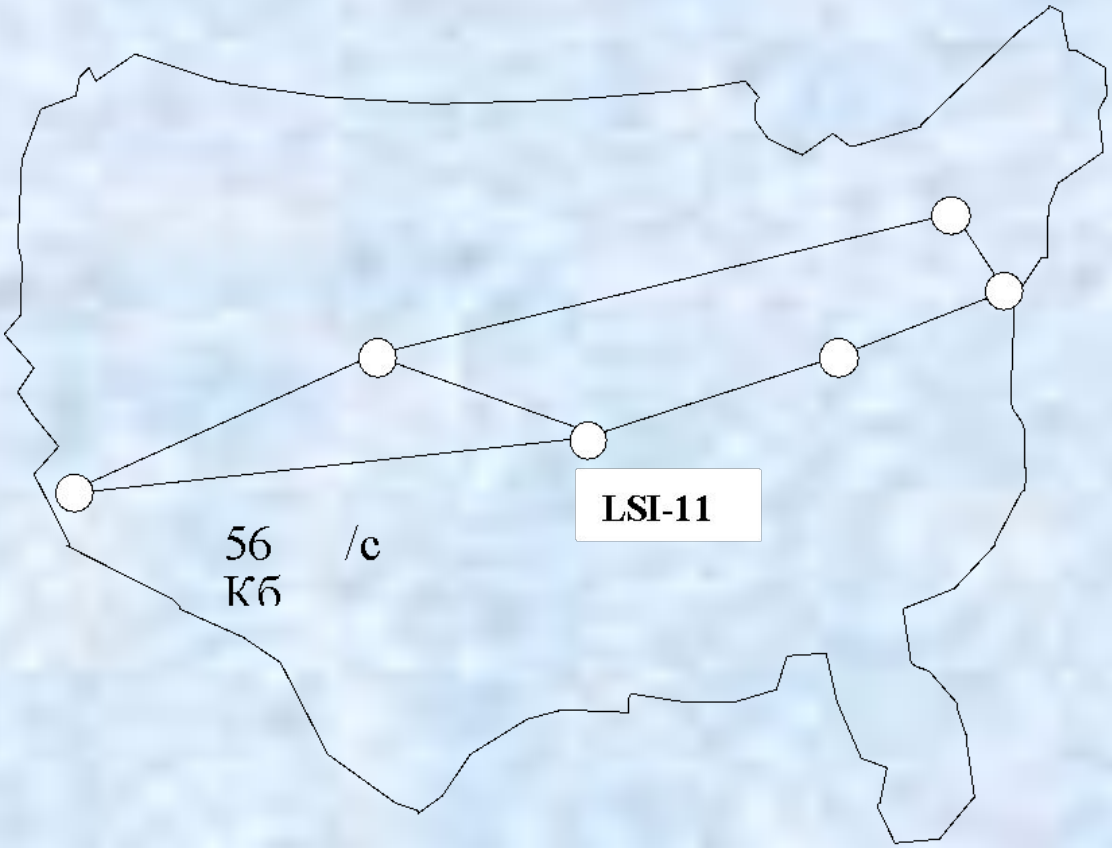
- **Из сети для обмена специализированной информацией между компьютерами Internet превратился в глобальное средство коммуникаций между людьми**
  - Новые сервисы: e-mail, Web, chat, e-коммерция
- **Internet – фактор всемирной экономики:**
  - Отрасль промышленности – доходы от передачи данных в 2000 г. – около 100 млрд. долларов
  - Миллионы людей и тысячи компаний заняты в этой отрасли

Эволюция транспортной структуры Internet

ARPANET в 1969 году

50 миникомпьютеров BBN, выделенными каналами **56 Кб/с**, связанных протокол 1822.

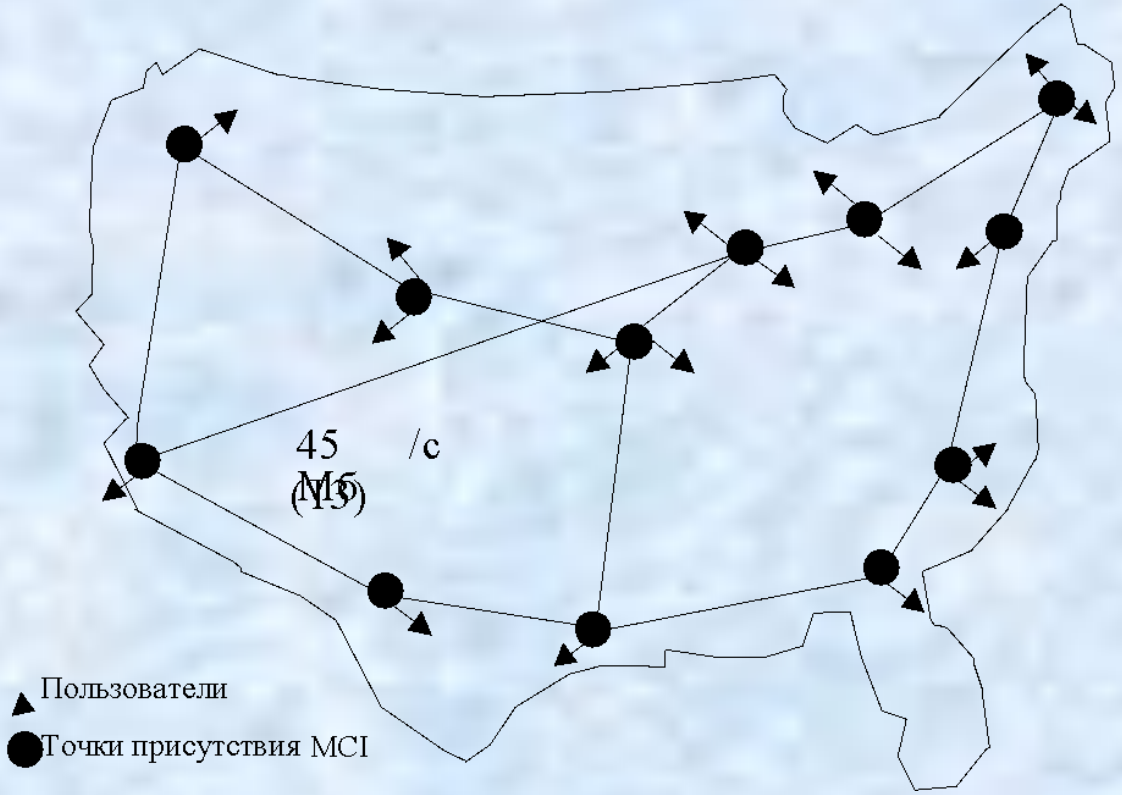
Магистраль NSFNET в 1986 году



Магистраль NSFNET в 1988 году

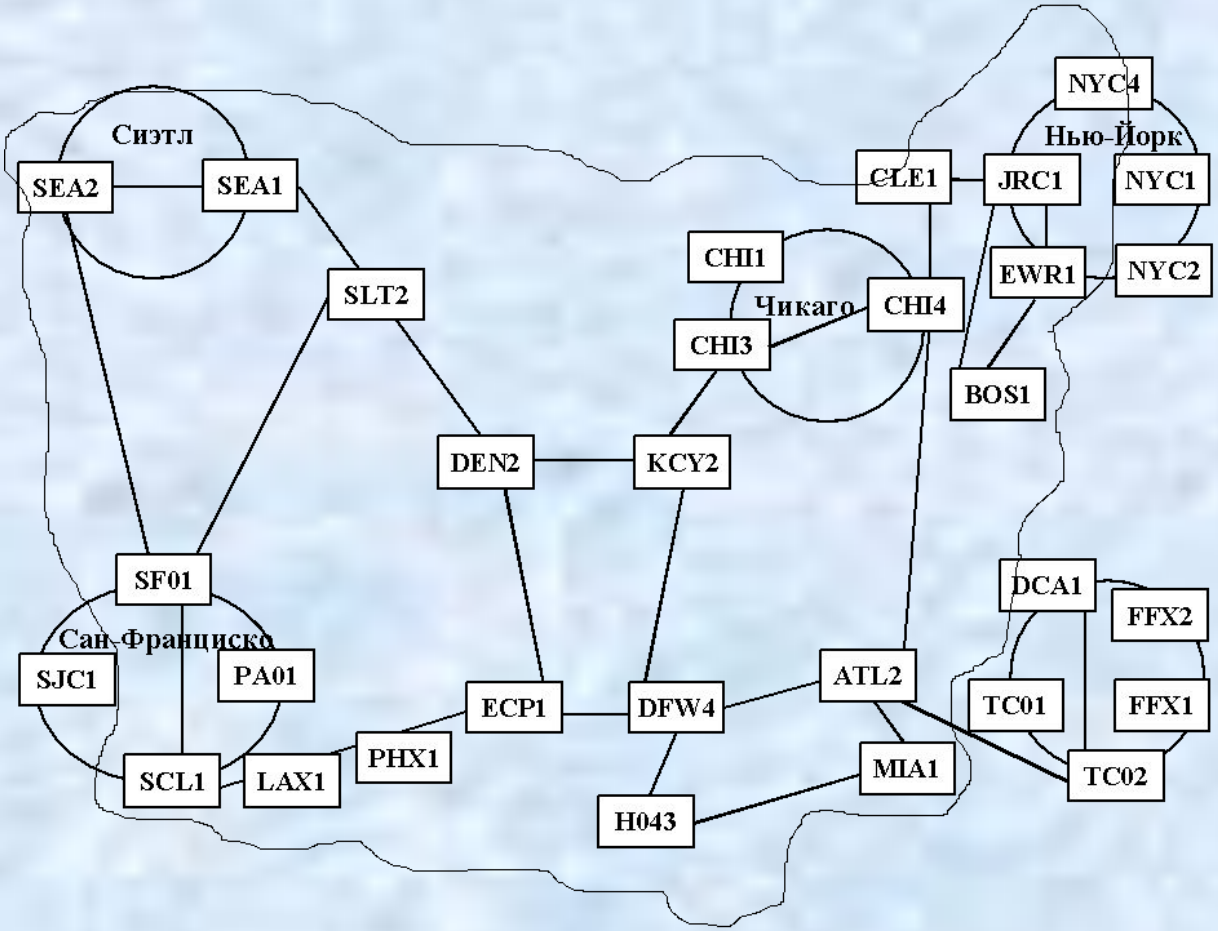
MCI – оптоволоконные каналы, IBM и MERIT – центр управления. Пропускная способность **1,544 Мб/с**

Магистраль ANSNET после 1993 года



Пример магистрали ATM компании UUNET

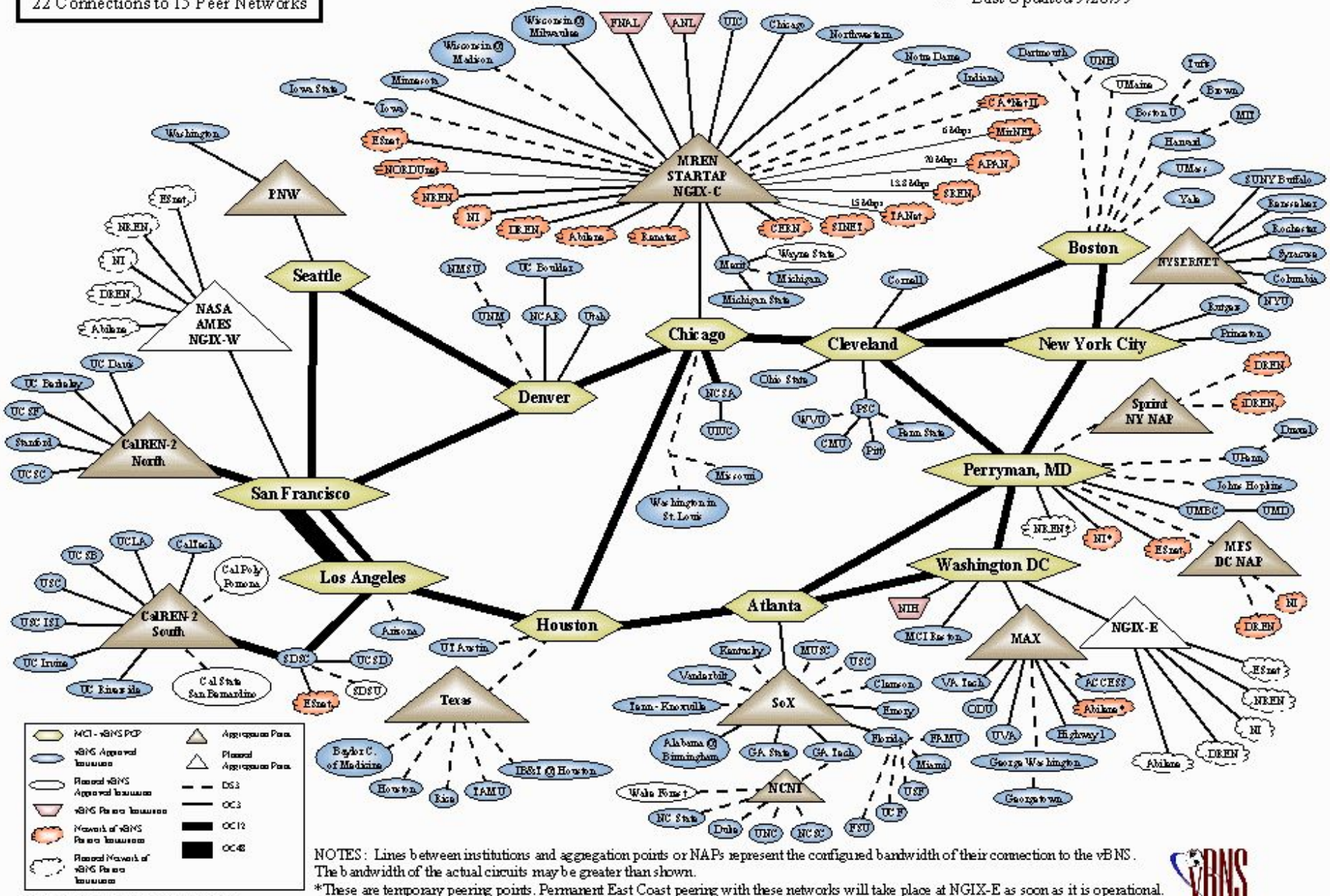
Пропускная способность **622 Мб /с**



vBNS Logical Network Map

104 Institutions Connected
22 Connections to 15 Peer Networks

Last Updated 9/20/99



NOTES: Lines between institutions and aggregation points or NAPs represent the configured bandwidth of their connection to the vBNS. The bandwidth of the actual circuits may be greater than shown.
*These are temporary peering points. Permanent East Coast peering with these networks will take place at NGIX-E as soon as it is operational.

© 1999 MCIWORLDCOM

Организационная структура Internet

Internet Society (ISOC) - профессиональное сообщество (100 000 членов): рост и эволюция, социальные, политические и технические проблемы Internet

Board of Trustees – совет ISOC

ISTF (Internet Societal Task Force) – социальные аспекты Internet

IAB (Internet Architecture Board) - техническая наблюдательная группа ISOC

- Назначение председателя IETF и членов IESG и IRSG
- Наблюдение за архитектурой протоколов Internet
- Разрешение споров, возникающих в процессе принятия стандартов Internet
- Редактирование и публикование стандартов Internet (RFC Editor в ISI)
- Наблюдение за назначением числовых значений для протоколов, адресов **и имен (Assigned Numbers)**

IRSG (Internet Research Steering Group) – управление исследованиями

IESG (Internet Engineering Steering Group) – управление инженерными задачами и процессом стандартизации

IRTF (Internet Reasearch Task Force)

- Исследовательские группы

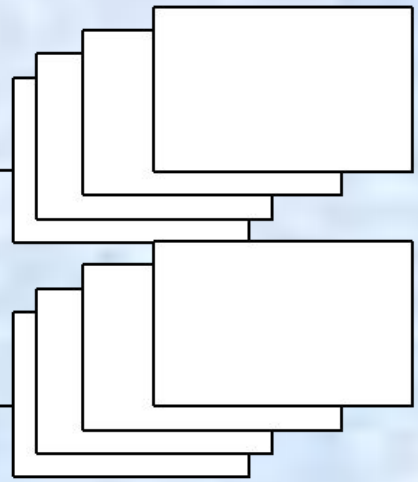
IETF (Internet Engineering Task Force)

- Рабочие группы

Структура IETF

8 функциональных областей:

- **Applications**
- **Internet**
- **IP: Next Generation**
- **Network Management**
- **Operational Requirements**
- **Routing**
- **Security**
- **Transport**



Временные рабочие группы

Рабочие группы IETF по IP-телефонии

- Audio/Video Transport (avt)
- IP Telephony (iptel)
- Media Gateway Control (megaco)
- Multiparty Multimedia Session Control (mmusic)
- PSTN and Internet Internetworking (pint)
- Realtime Traffic Flow Measurement (rtfm)
- Reliable Multicast Transport (rmt)Resource Allocation Protocol (rap)
- Resource Reservation Setup Protocol (rsvp)
- Service in the PSTN/IN Requesting InTernet Service (spirits)
- Session Initiation Protocol (sip)
- Signaling Transport (sigtran)
- Telephone Number Mapping (enum)

Централизованное распределение доменных имен, адресов и номеров автономных систем в Internet

До 1998 — правительственное (США) агентство

IANA, Internet Assigned Numbers Authority (а также ряд организаций, действующих по контракту с правительством США):

- Распределение доменных имен в доменах верхнего уровня — .com, .net, .org
- Регистрация организаций, распределяющих доменные имена в доменах верхнего уровня, закрепленных за странами
- Распределение IP-адресов между регистрационными центрами Internet (Internet Registries, IR). Регистрационные центры Internet поддерживаются в основном Internet сервис-провайдерами и образуют иерархию.
- Регистрация числовых значений параметров протоколов, разрабатываемых IETF

В октябре 1998 г. функции IANA перешли к

ICANN, Internet Corporation for Assigned Names and Numbers

- ICANN — неправительственная некоммерческая организация, управляемая Советом Директоров (19 членов Совета).
- Основная цель основания ICANN — упорядочение процесса распределения имен и адресов
- Сейчас действует программа At Large Membership присоединения к ICANN без вступительного взноса (для всех лиц, достигших 16 лет)

ICANN координирует работу 3-х Регистрационных Центров верхнего (континентального) уровня:

- RIPE NCC — Европа
- ARIN — Америка
- APNIC — Азия и Тихо-Океанский регион

Стандарты TCP/IP

Internet - "… сотрудничество автономных взаимосвязанных сетей, которые поддерживают взаимодействие между хост-машинами посредством добровольной приверженности к **открытым** протоколам и процедурам, определенными стандартами Internet"

(RFC 1310)

Request for Comment (RFC) - документы, содержащие

- **STD** (STanDards) - стандарты
- **FYI** (For You Information) или Informational – обзор документов и введение в проблему, описание стандартов других организаций
- **BCP** (Best Current Practice) – опыт практического использования стандартов

Результат работы групп **IETF**

Каждый пользователь Internet может направить по адресу rfc-editor@isi.edu некоторые соображения для опубликования в виде RFC

Стадии стандартизации протокола

```
      +<-----------------------------------------+
      |                                          ^
      V    0                                     |    4
+----------+                              +==========+
| enter    |-->---------------+------------>|experiment
+----------+                  |             +=====+=====+
                              |                   |
                              V    1              |
                         +----------+             V
                         |proposed|------------->+
                    +--->+-----+-----+             |
                    |         |                   |
                    |         V    2              |
                    +<---+-----+-------           V
                         |draft std|------------->+
                    +--->+-----+-----+             |
                    |         |                   |
                    |         V    3              |
                    +<---+=====+=====+             V
                         | standard|------------->+
                         +=====+=====+             |
                              |                    |
                              V                    V    5
                             STD #            +=====+=====+
                                              |historic |
                                              +==========+
```

Стадии стандартизации протокола

Стандарты разрабатываются рабочими группами IETF. переход от стадии (**state**) к стадии утверждается IESG

- Переход **от "proposed standard" к "draft standard"** только после того, как протокол имел статус "proposed standard" не менее **6** месяцев
- Переход **от "draft standard" к "standard"** только после того, как протокол имел статус "draft standard" не менее **4** месяцев.
- В стадии "**standard**" протокол получает номер STD (например, FTP имеет STD 9). Номер STD не изменяется при изменении номера RFC при появлении новой редакции описания протокола.
- Иногда может быть принято решение о том, что протокол не готов для стандартизации – в этом случае ему присваивается стадия "**experimental**". После доработки протокол может снова быть рассмотрен как "proposed standard".

Статус протокола

Статус (status) отражает обязательность реализации протокола в узлах Internet

- **Required Protocol –** узел должен поддерживать этот протокол
- **Recommended Protocol –** узлу следует поддерживать этот протокол
- **Elective Protocol** – узел может поддерживать или не поддерживать этот протокол. Например, может существовать несколько протоколов "на выбор" для обмена электронной почтой.
- **Limited Use Protocol** – протокол предназначен для ограниченного применения в определенных обстоятельствах. Этот статус могут иметь узкоспециализированные протоколы или протоколы, находящиеся в стадии "experimental".
- **Not Recommended Protocol** – протокол не рекомендуется для применения, например, из-за ограниченной функциональности или перехода в историческую стадию.

Типичные соотношения между стадией и статусом протокола

	S T A T U S				
S T A T E	Req	Rec	Ele	Lim	Not
Std	X	XXX	XXX		
Draft	X	X	XXX		
Prop		X	XXX		
Info					
Expr				XXX	
Hist					XXX