

# Архитектура и протоколы Internet

Базовый курс

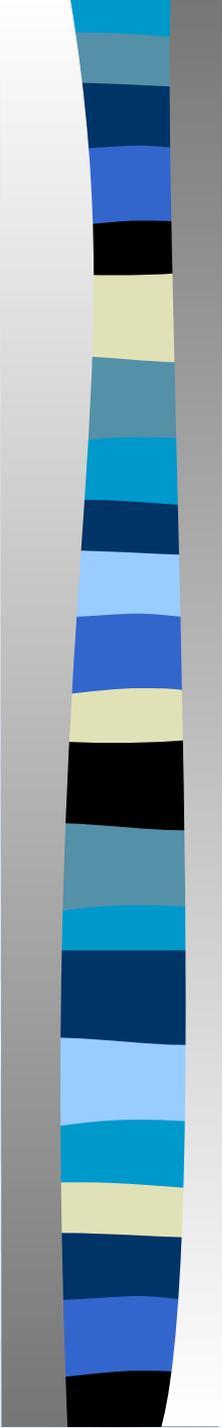
5 дней, 30 академических часов

Олифер Наталья Алексеевна

[Olifer@lanmag.ru](mailto:Olifer@lanmag.ru)

Олифер Виктор Григорьевич,

[Volifer@uniinc.msk.ru](mailto:Volifer@uniinc.msk.ru)



# Содержание курса

## *1 день*

### **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 tracet

### **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

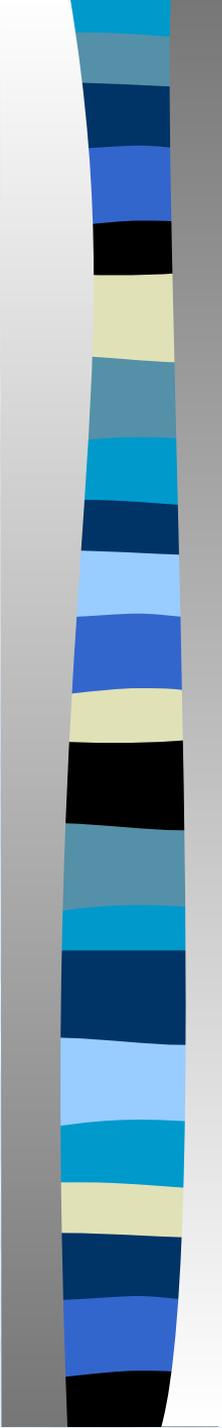
Реакция на перегрузку

### 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

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

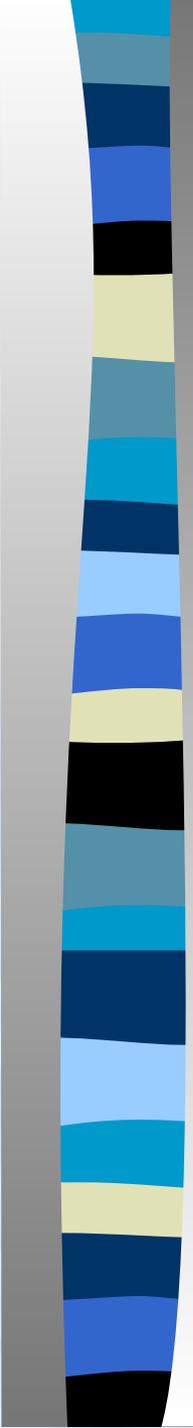
Формат сообщений SNMP

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

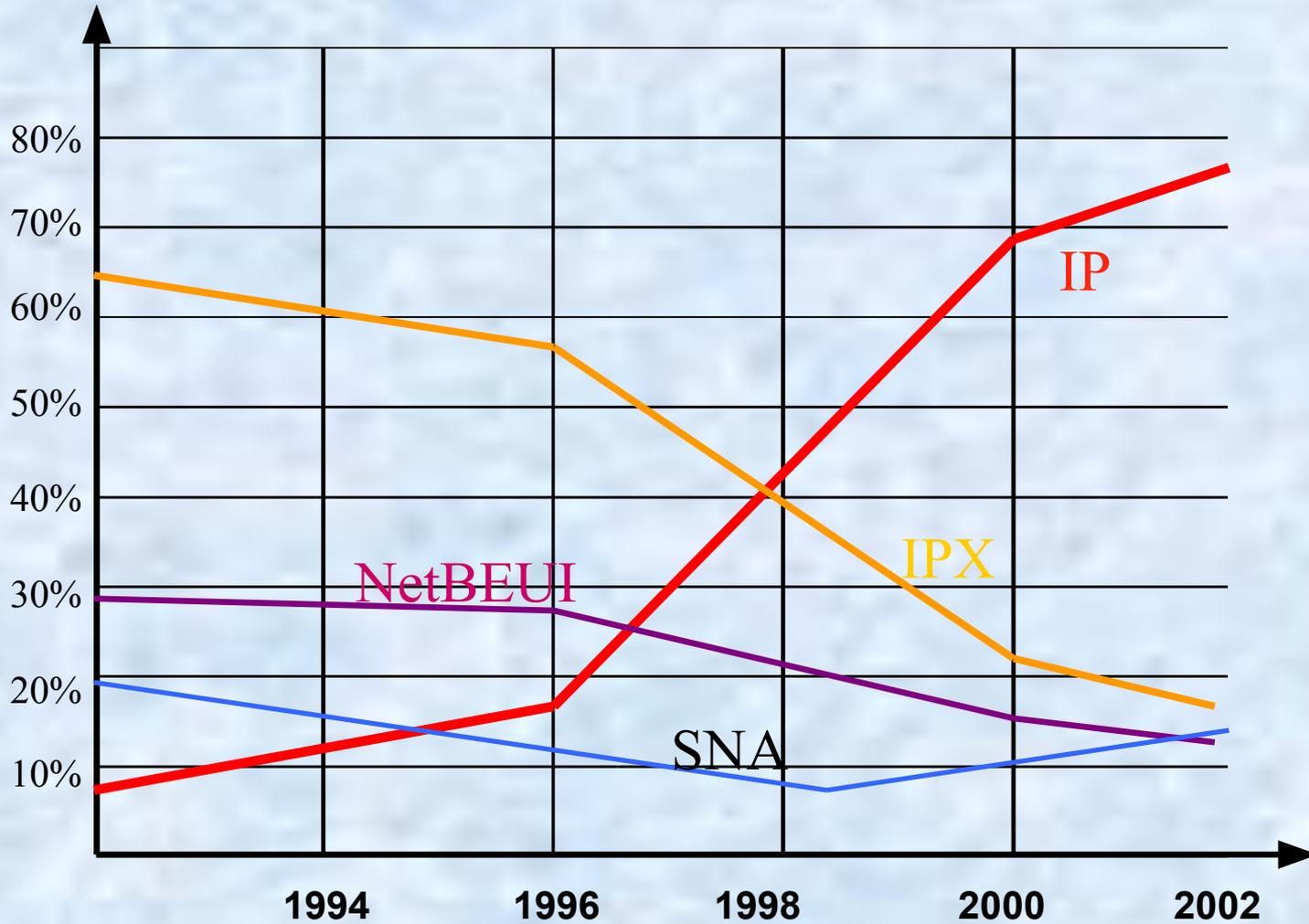
## **В качестве справочной литературы**

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

# Тема 1. ВВЕДЕНИЕ

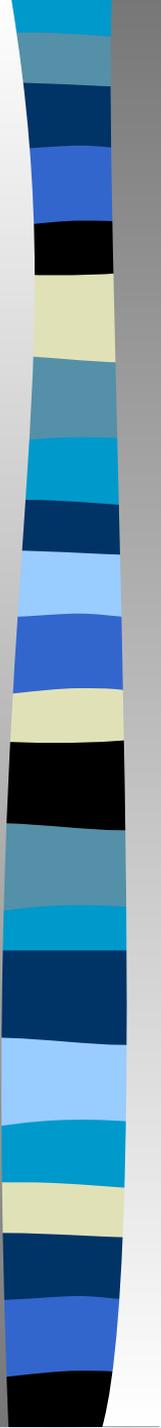
- Достоинства IP-технологии
- Internet, intranet, extranet
- История TCP/IP и Internet
- Стандарты TCP/IP

# IP становится основным протоколом



# Названия стека протоколов для IP-сетей

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



# О терминологии

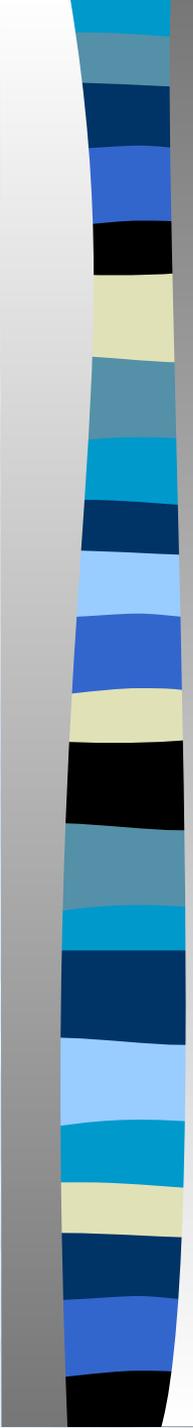
- **internet**

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*



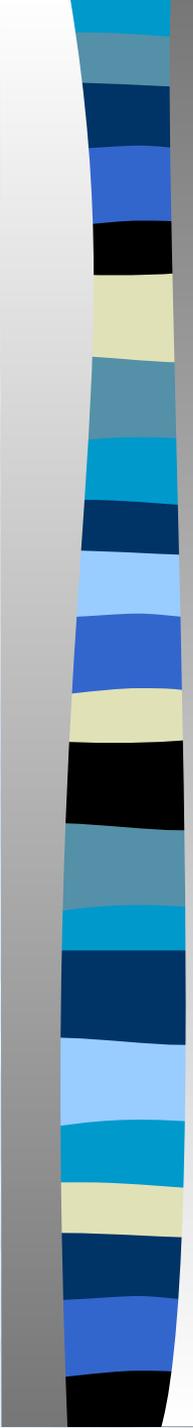
• **IP-сеть** – любая сеть использующая технологию internet:

\* Internet,

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

\* локальные сети IP

\* корпоративные сети IP



- **intranet**

Составные сети предприятия,  
использующие **технологии** 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 агентства 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.

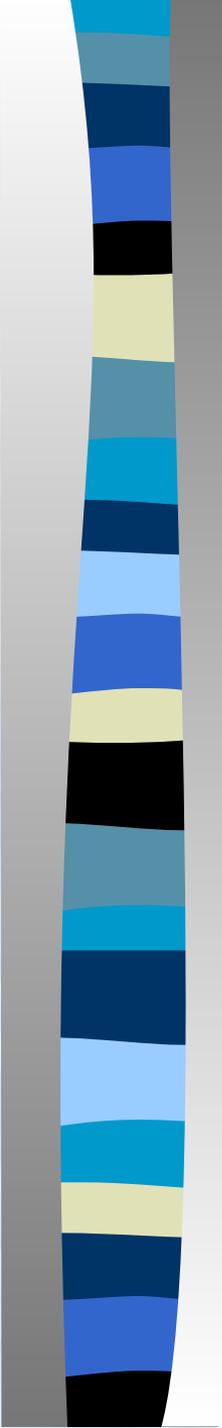
### □ 1985-1986 год -

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

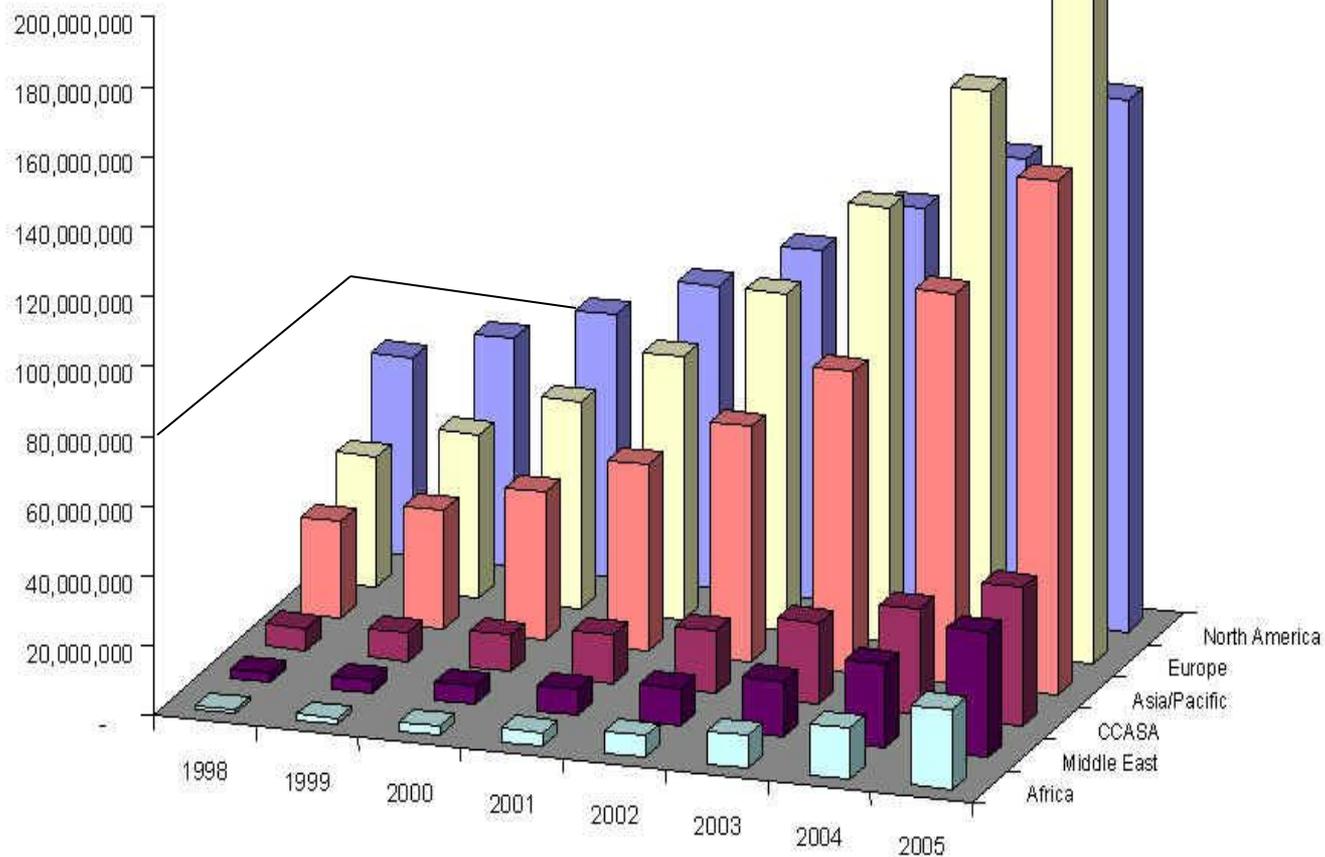
- **1858** г. – первый трансатлантический кабель
- **1960** г. – первая компьютерная связь  
*Сейчас более 75 миллионов хостов*
- **1971** г. – первый e-mail и первые спецификации доступа к архивам FTP
- **1983** г. – появление Internet в современном виде
- **1991** г. – изобретение Web  
*Сейчас за 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

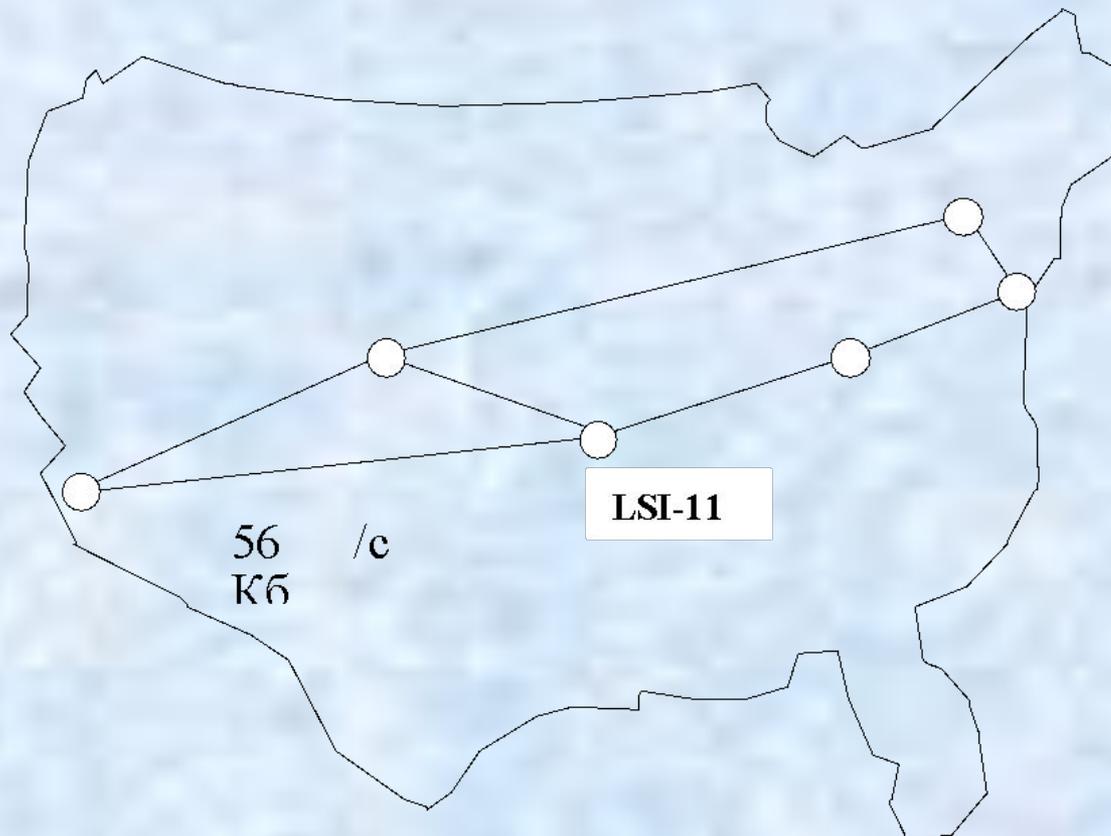
- **Технология коммутации пакетов доказала свою эффективность и масштабируемость**
- **Протокол IP сделал возможным объединение сетей разных технологий в единую сеть**
- **Из сети для обмена специализированной информацией между компьютерами Internet превратился в глобальное средство коммуникаций между 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

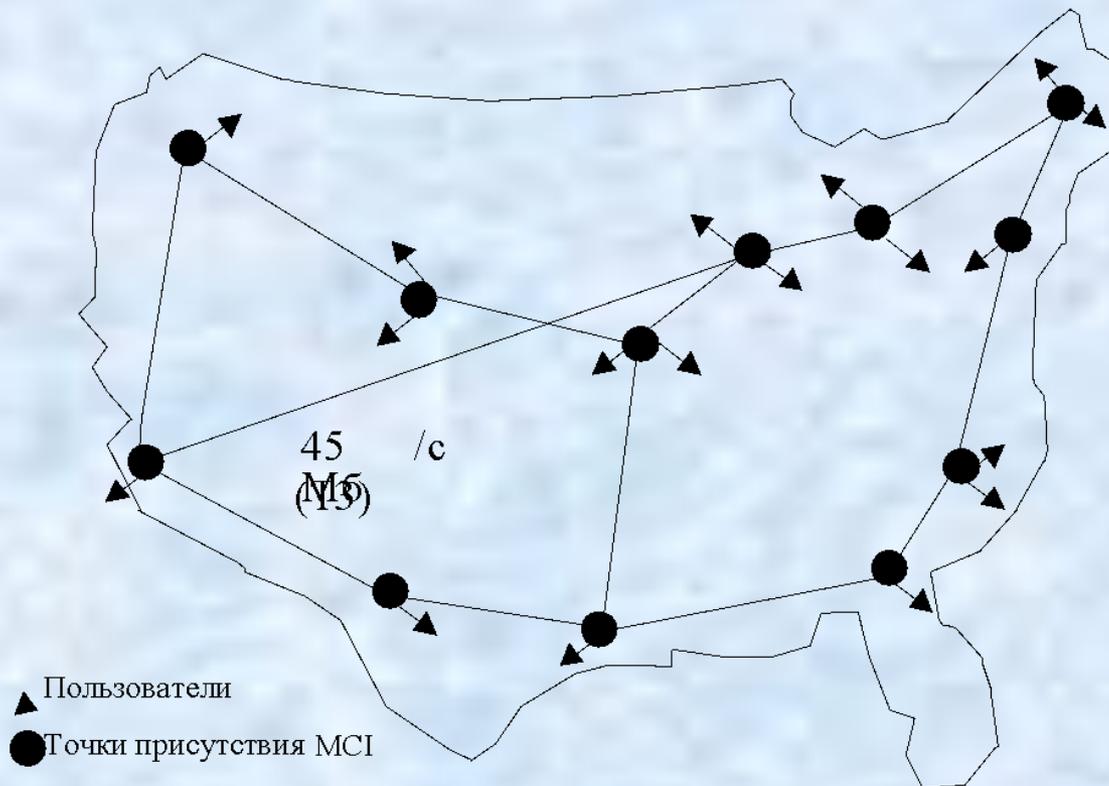
50 выделенными каналами 56 Кб/с, связанных протокол 1822.  
BBN, NSFNET в 1986 году



**Магистраль NSFNET  
в 1988 году**

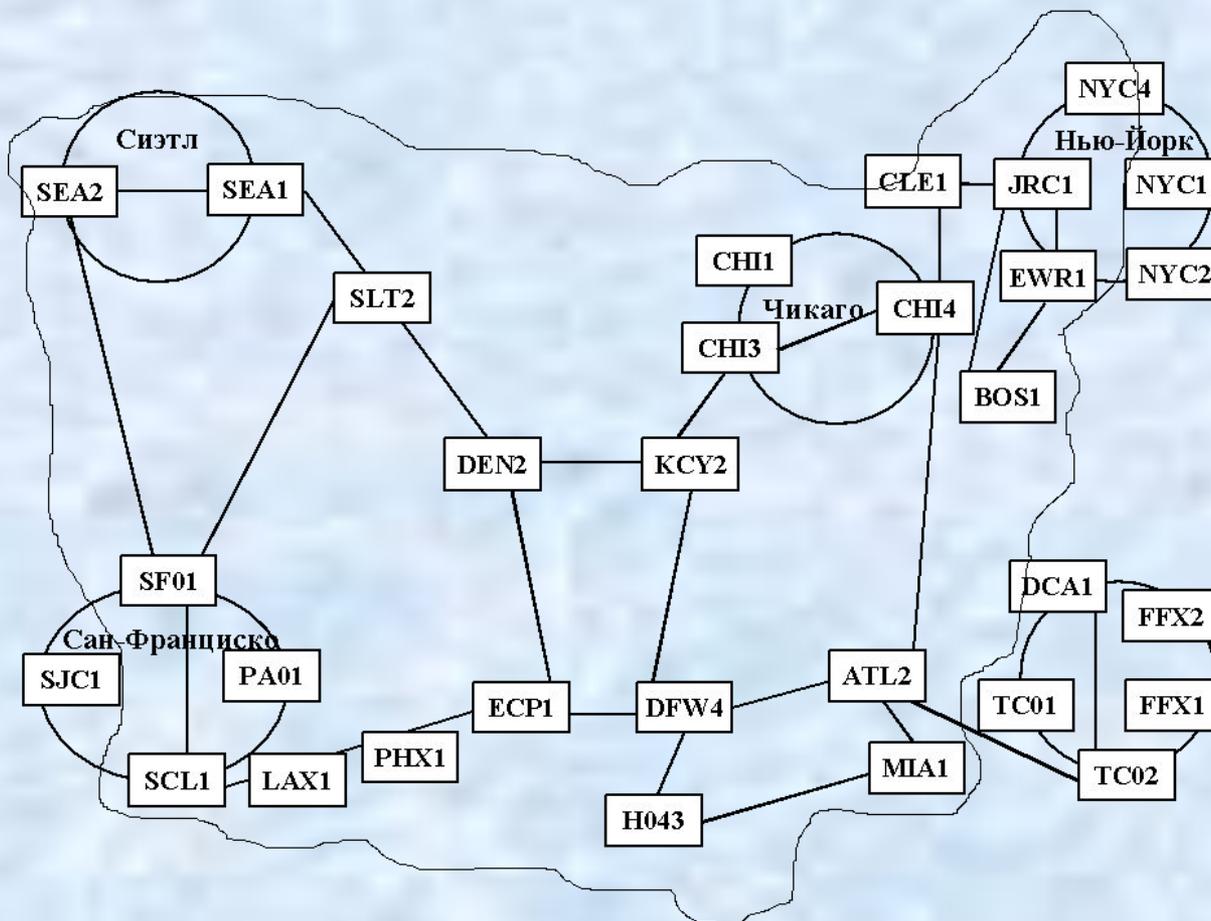
МСІ – оптоволоконные каналы, IBM и MERIT –  
центр управления. Пропускная способность **1,544  
Мб/с**

**Магистраль ANSNET после 1993 года**



# Пример магистрали АТМ компании UUNET

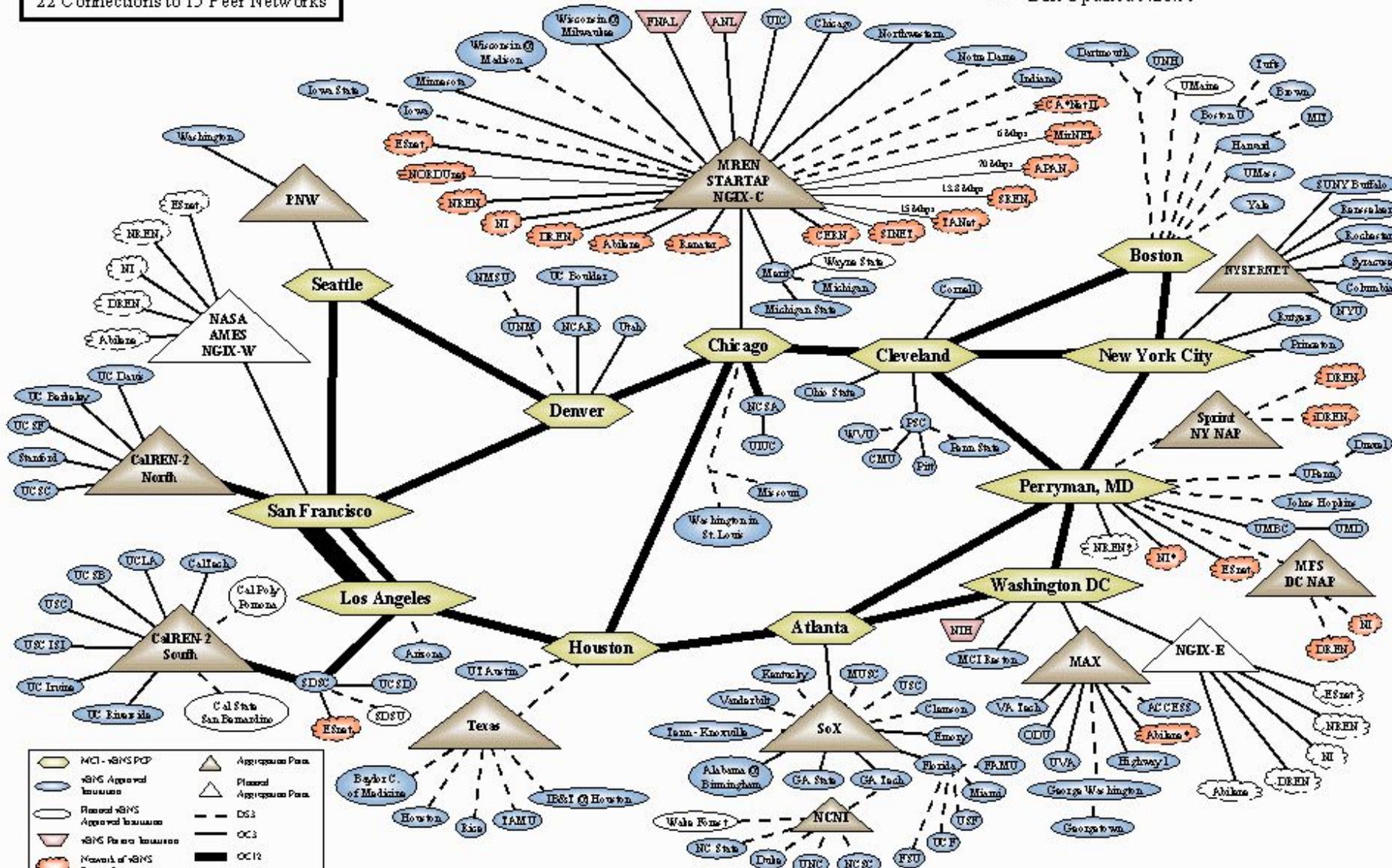
Пропускная способность **622** /с  
**Мб**



104 Institutions Connected  
22 Connections to 15 Peer Networks

# vBNS Logical Network Map

Last Updated 9/20/99



- |  |   |  |                           |
|--|---|--|---------------------------|
|  | MCI - vBNS POP                              |  | Aggregation Point         |
|  | vBNS Approved Institution                   |  | Planned Aggregation Point |
|  | Planned vBNS Approved Institution           |  | DS3                       |
|  | vBNS Partner Institution                    |  | OC3                       |
|  | Network of vBNS Partner Institution         |  | OC12                      |
|  | Planned Network of vBNS Partner Institution |  | OC48                      |

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.



# 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 публикация 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 Research Task Force)**

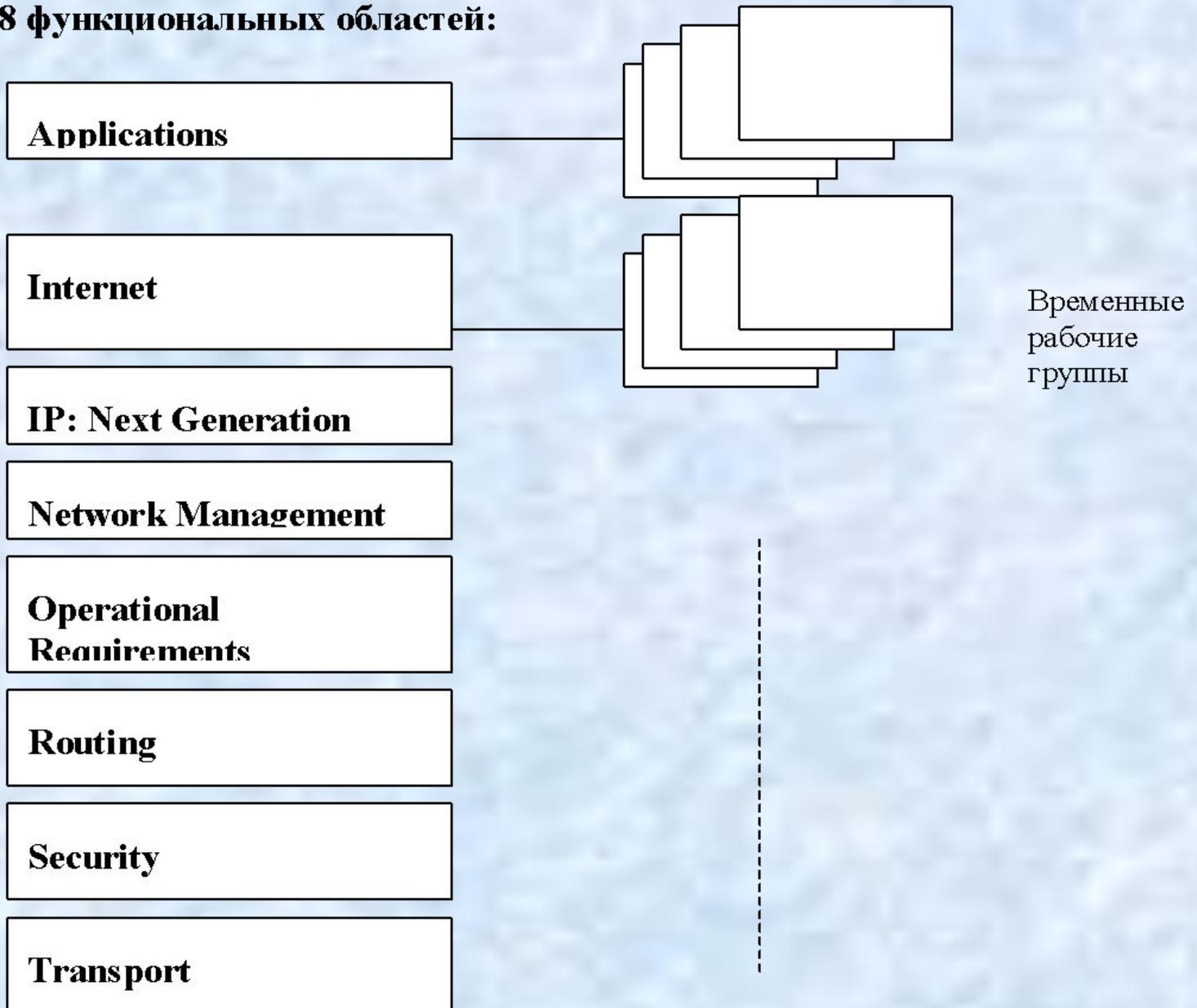
- Исследовательские группы

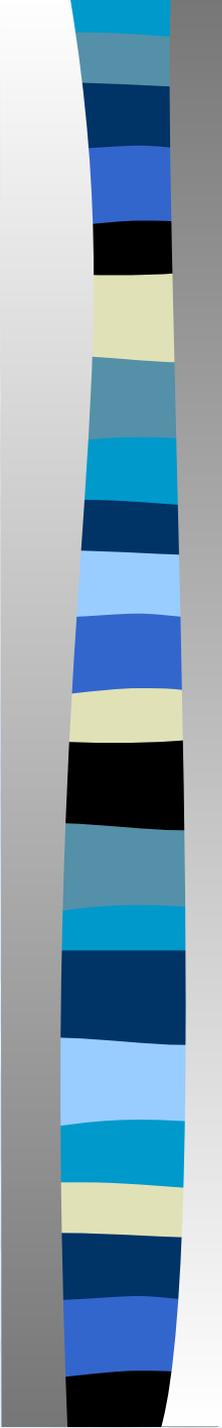
**IETF (Internet Engineering Task Force)**

- Рабочие группы

# Структура IETF

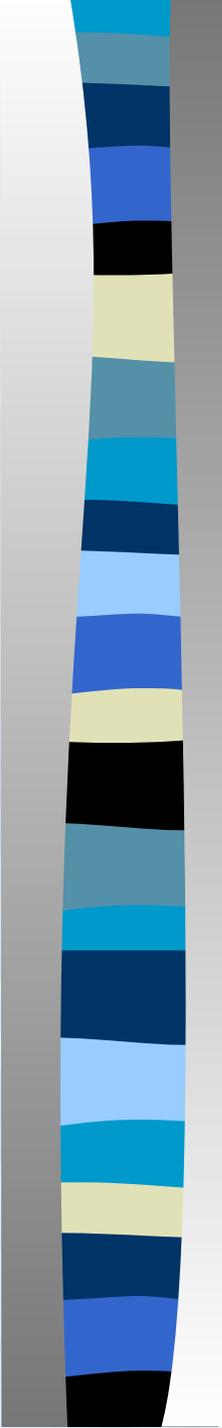
8 функциональных областей:





## Рабочие группы IETF по IP-телефонии

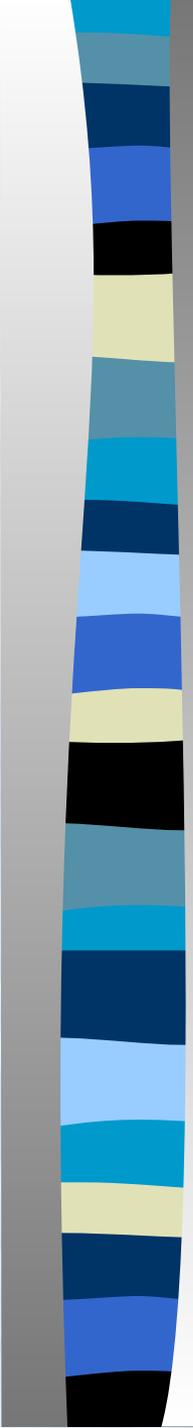
- Audio/Video Transport (avt)
- IP Telephony (iptel)
- Media Gateway Control (megaco)
- Multiparty Multimedia Session Control (mmusic)
- PSTN and Internet Internetworking (pint)
- Realtime Traffic Flow Measurement (rtfm)
- Reliable Multicast Transport (rmt)Resource Allocation Protocol (rap)
- Resource 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 ТСП/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

[rfc-editor@isi.edu](mailto:rfc-editor@isi.edu)

может направить по адресу

некоторые соображения для опубликования в виде RFC



## 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**" протокол имел статус "draft standard" не менее **4** месяцев. только после того, как
- 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