

# КОМПЬЮТЕРНЫЕ СЕТИ. §1/1

- Введение в предмет. Краткая история и перспективы развития компьютерных сетей.
- Классификация сетей. Локальные и глобальные сети.
- Основные понятия и общие принципы построения сетей (топология, кодирование сигналов, коммутация пакетов, мультиплексирование, маршрутизация, протоколы)
- Инфраструктура Интернет.

# Компьютерные сети: определение, требования

**Компьютерные сети** – результат эволюции двух важнейших научно-технических отраслей – телекоммуникационных и компьютерных технологий

## **Главные требования**

- необходимость свободного анонимного доступа к информации
- необходимость быстрого надежного обмена данными по сети.

**С одной стороны, КС** – это частный случай распределенных вычислительных сетей, в которых группа компьютеров выполняет набор взаимосвязанных задач, обмениваясь данными в автономном режиме.

**С другой стороны, КС** – это средство передачи информации, для чего применяются методы кодирования и мультиплексирования данных.

# История развития. Локальные сети

**50е годы** – первые компьютеры работали в режиме пакетной обработки.

**Начало 60х** - многотерминальные системы, 1й шаг на пути создания ЛС.

**70е годы** - активное развитие ЛС в связи с появлением БИС, удешевлением процессоров, появлением миниЭВМ и ПК, которые оказались идеальными элементами построения сети

**Начало 80х** – ПК стали преобладать в ЛС не только как клиентские компьютеры, но и в качестве сетевых серверов, т.е. центров хранения и обработки данных.

**Локальные Сети** – **local area networks (LAN)** – объединение, на основе сетевых технологий, компьютеров, сосредоточенных на относительно небольшой территории, 1-2км (максимум 10) и как правило, принадлежащих одной организации.

**Сетевая технология** – согласованный набор аппаратных и программных средств и механизмов передачи данных по линиям связи, достаточный для построения вычислительной сети.

**Середина 80х** - утвердились стандартные сетевые технологии объединения компьютеров в сеть (Ethernet, ArcNET, Token Ring, FDDI)

**Конец 90х** выявил лидера – семейство Ethernet – классический Ethernet (10мбит\с), Fast ethernet (100мбит\с), Gigabit Ethernet (1000мбит\с).

В ЛС, из-за их небольшой протяженности, использовались **качественные кабельные линии связи** (даже в первом поколении сетевые адаптеры обеспечивали скорость 10мб\с).

# История развития. Глобальные сети

ГС появились хронологически раньше (60е), из-за потребности организации доступа многочисленных пользователей к разделяемым ресурсам супермощных ЭВМ компьютерам с удаленных терминалов (за тыс км). Соединение шло через телефонные сети при помощи модемов. Сначала появились системы *терминал-компьютер*, позднее были реализованы соединения *компьютер-компьютер*.

Компьютеры получили возможность обмениваться данными в автоматическом режиме, что является по сути базовым признаком вычислительной сети.

В **первых ГС** использовались уже существующие каналы связи – арендовались у телефонных сетей низкоскоростные аналоговые каналы.

С конца **60х** в телефонных сетях началось внедрение цифровой передачи голосовой информации. Это способствовало бурному развитию ГС.

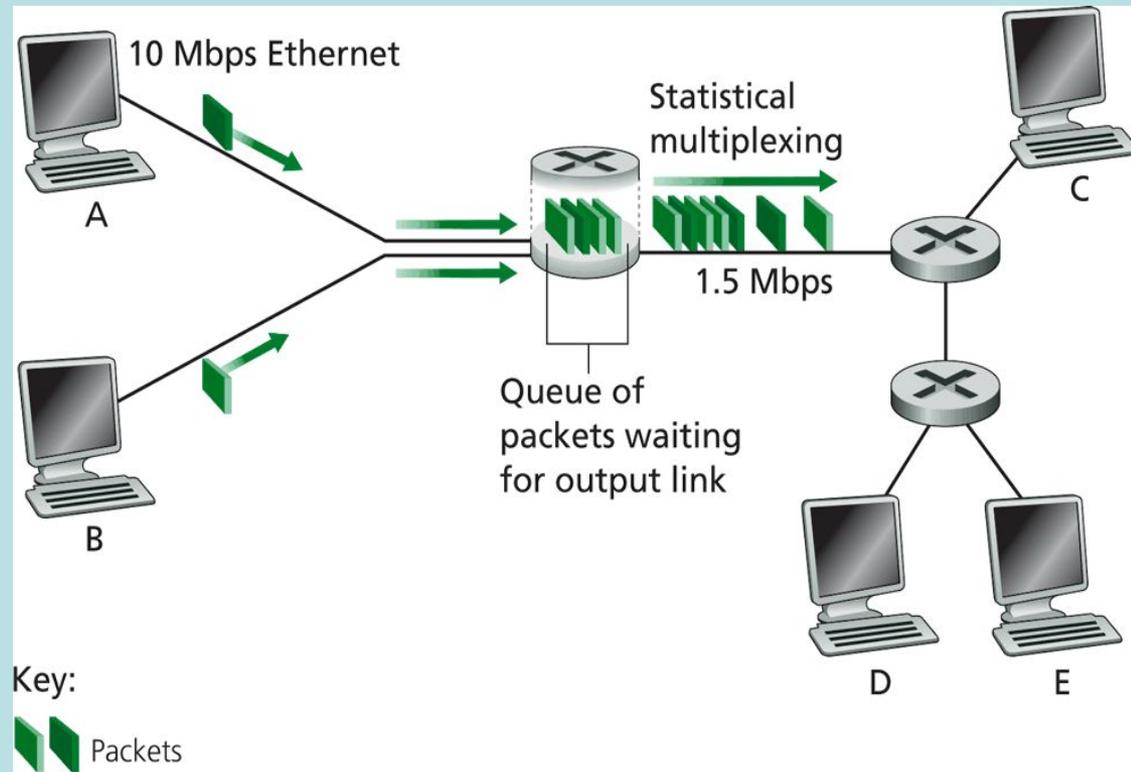
Именно при развитии ГС сетей:

- Возникли службы обмена файлами, синхронизация баз данных, электронная почта – традиционные сетевые службы.
- Предложены и отработаны **основные идеи**, лежащие в основе современных КС - многоуровневое построение коммуникационных протоколов, концепции коммутации и маршрутизации пакетов.
- Многие унаследовано от более старых коммуникационных сетей – телефонных. Главное технологическое новшество – отказ от принципа коммутации каналов, переход к коммутации пакетов.

# Принципы коммутации

**Коммутация каналов** - метод передачи данных, предусматривающий резервирование на время сеанса связи необходимых ресурсов на всем сетевом пути

**Коммутация пакетов** – метод передачи пакетов (блоков информации) по сети, при котором не происходит монопольное резервирование ресурсов сети



**Figure 1.7** ♦ Packet switching

# Первые сети. Примеры.

Проект **CONDOR** – 512 корпоративных рабочих станций ночами отдают свое время для вычислений.

**I-WAY** – объединение 17 высокопроизводительных компьютеров, на базе виртуального объединение трех реальных коммерческих сетей на основе технологии ATM.

**В 1969г** министерство США инициировало проект **ARPANET** по объединению в единую компьютерную сеть суперкомпьютеров оборонных и исследовательских центров. Это **отправная точка создания Интернета**.

## Объединение:

- компьютеров разных типов,
- под управлением разных ОС,
- Эти разные ОС дополнены модулями, реализующими единые для всех компьютеров сети коммуникационные протоколы (правила обмена данными).

## Сетевая ОС должна:

- выполнять все функции локальной ОС по организации работы своего компьютера,
- иметь дополнительные средства для взаимодействия через сеть с другими компьютерами
- обеспечивать распределенное хранение и обработку данных.

# Первые сети. Продолжение

**Начало 80х** - создание Интернета в современном виде, установка во всех узлах стека протоколов TCP/IP.

**Конец 80х** - начало коммерческого использования Интернета.

**1991** – изобретение **WEB. World Wide Web** – гипертекстовая информационная служба, основной поставщик информации в Интернете.

**Конец 20в.\начало 21в.** – **концепция GRID**: создание компьютерной инфраструктуры нового поколения, ориентированного на качественно новый уровень доступа к информационным и вычислительным ресурсам на глобальном уровне.

**80е годы – отчетливые отличия между ГС и ЛС:**

- Разная протяженность сетей.
- Разная сложность методов передачи данных (в ГС сложнее, т.к. протяженнее и низкая надежность)
- Разная скорость обмена (в ЛС выше)
- Разный спектр услуг (в ЛС шире, ГС ограничивались передачей файлов и простейшими почтовыми услугами)

# Отличия, взаимное влияние ЛС и ГС

## Сглаживание различий ГС и ЛС.

- Взаимопроникновение технологий
- Сближение методов передачи данных - на цифровой платформе по оптоволоконным каналам.
- Доминирование протокола IP, который работает поверх любых технологий, объединяя различные подсети в единую сеть.
- Возможность передачи больших объемов информации в реальном времени – в том числе мультимедийной.
- Интерактивные возможности WEB (ГС) превзошли возможности ЛС. Перенос технологий из ГС в ЛС получил название **Интранет-технологии**.
- Промежуточный вариант, сети мегаполисов Metropolitan Area networks.

## Интеграция компьютерных и телекоммуникационных сетей

- мультисервисные сети, сближение видов услуг и т.д.
- применение пакетной коммутации даже при передаче голоса.
- Новый термин – инфокоммуникационная сеть

# Классификация сетей (1)

## По размеру, по охваченной территории

- Персональная сеть (PAN, Personal Area Network). взаимодействие устройств одного владельца на небольшом расстоянии (от 10 до 100 м).
- Локальная Локальная Локальная сеть (LAN, Local Area Network), 1-10 км
- HomePNA HomePNA – поколение стандартов домашних сетей, разработанных для новых «развлекательных» приложений, предполагающих наличие высокой и стойкой производительности. Требуется гарантированное качество обслуживания; используется большинством провайдеров для коммерческого сервиса triple-play (видео, звук, информация).
- Объединение нескольких зданий (CAN, Campus Area Network)
- Городская Городская Городская сеть (MAN, Metropolitan Area Network)
- Национальная сеть
- Глобальная вычислительная сеть (WAN, Wide Area Network)

## По типу функционального взаимодействия

- Клиент-сервер – архитектура, в которой устройства являются клиентом (запрашивающее устройство) либо сервером (устройство, отвечающее на запрос). Частный случай: сеть с выделенным сервером — это (локальная) вычислительная сеть, в которой сетевые устройства централизованы и управляются одним или несколькими серверами.
- Точка-точка – простейший вид сети. Два компьютера соединяются между собой напрямую через коммуникационное оборудование. Достоинство: простота и дешевизна, недостаток: соединить таким образом можно только 2 компьютера и не больше.

# Классификация сетей (2)

- Одноранговая сеть (децентрализованная, пиринговая) основана на равноправии участников. Отсутствуют выделенные серверы основана на равноправии участников. Отсутствуют выделенные серверы, каждый узел (peer) является как клиентом, так и сервером. Эта организация позволяет сохранять работоспособность сети при любом количестве и любом сочетании доступных узлов.

- Многоранговые сети

**По типу сетевой топологии:** Шина Шина Звезда Шина Звезда  
Кольцо Шина Звезда Кольцо Решётка Шина Звезда Кольцо Решётка  
Смешанная топология Шина Звезда Кольцо Решётка Смешанная  
топология Полносвязная топология

**По функциональному назначению**

Сети хранения данных – архитектурное решение для подключения внешних устройств для хранения данных образом, чтобы ОС распознавала подключённые ресурсы, как локальные.

Серверные фермы – ассоциации серверов, соединённых сетью передачи данных и работающих как единое целое.

Сети управления процессом ориентированы на конкретное распределённое приложение

Сети SOHO предназначены не для производственных нагрузок, а для домашнего использования, они не слишком мощные, довольно хорошо переживающие длительные периоды бездействия.

**По необходимости поддержания постоянного соединения;**

**По методу передачи данных:** виды проводной и беспроводной связи;

# The Internet today

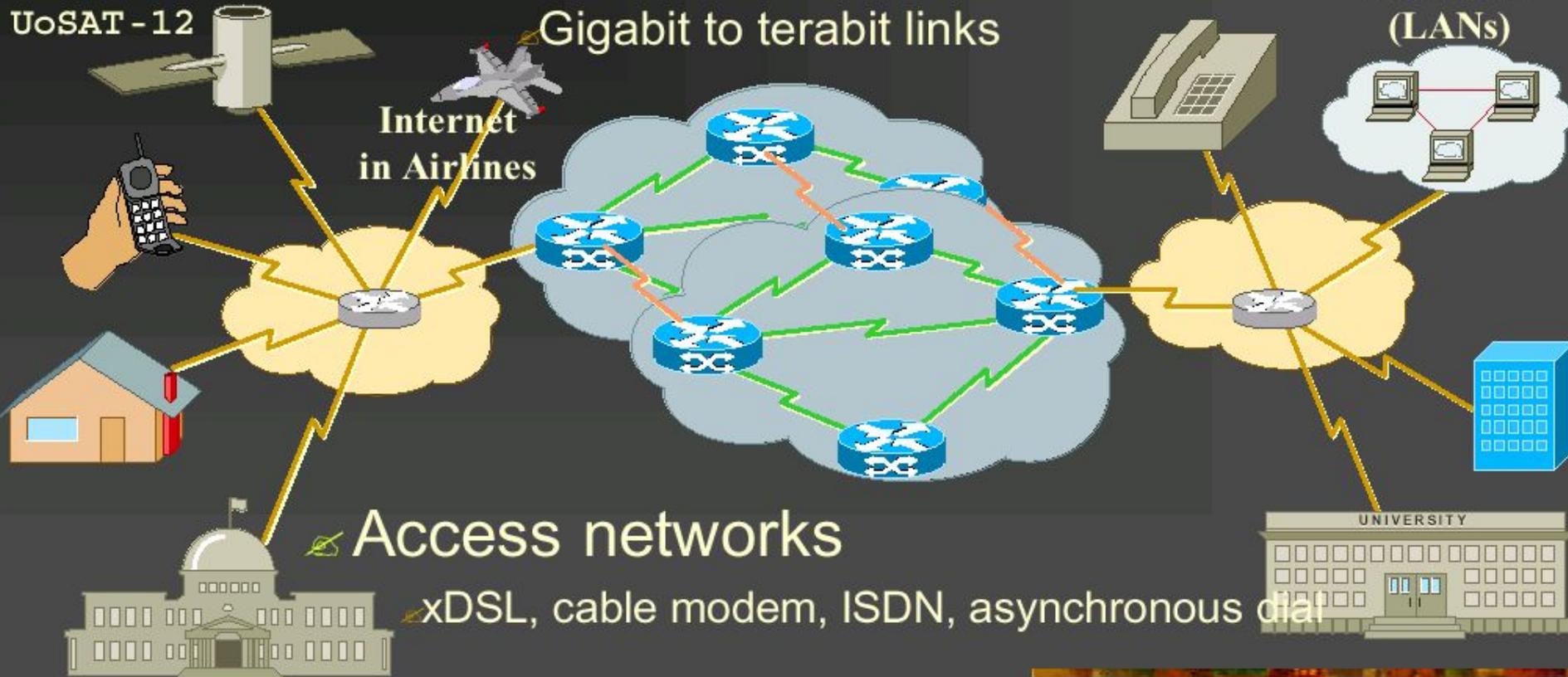
✍ The optical internet backbone

Gigabit to terabit links

Campus  
Networks  
(LANs)

UoSAT - 12

Internet  
in Airlines



✍ Access networks

xDSL, cable modem, ISDN, asynchronous dial

# Интернет. Определения

В настоящее время более 4.1 млрд человек (конец 2019) пользуются Интернетом, что составляет 53% населения Земли. Кол-во пользователей Сети выросло в 7.5 раз по сравнению с 2000.

В РФ: почти 96 млн.пользователей (78% населения страны)

**Интернет — глобальная информационная система, которая:**

- Логически взаимосвязана пространством глобальных уникальных адресов, основанных на Интернет-протоколе (IP);
- Способна поддерживать коммуникации с использованием семейства Протокола управления передачей/Интернет-протокола (TCP/IP);
- Обеспечивает, использует или делает доступной высокоуровневые сервисы, настроенные над коммуникационной инфраструктурой.

**Интернет – это сеть сетей, функционирующая на основе стека протоколов TCP/IP.**

**Протокол - набор правил, управляющий функционированием сети и обеспечивающий обмен данными.**

**Протокол определяет**

- формат и очередность сообщений, которыми обмениваются два или более устройств, а также
- действия, выполняемые при передаче и/или приеме сообщений либо при наступлении иных событий

# Структура сети (1) Топология

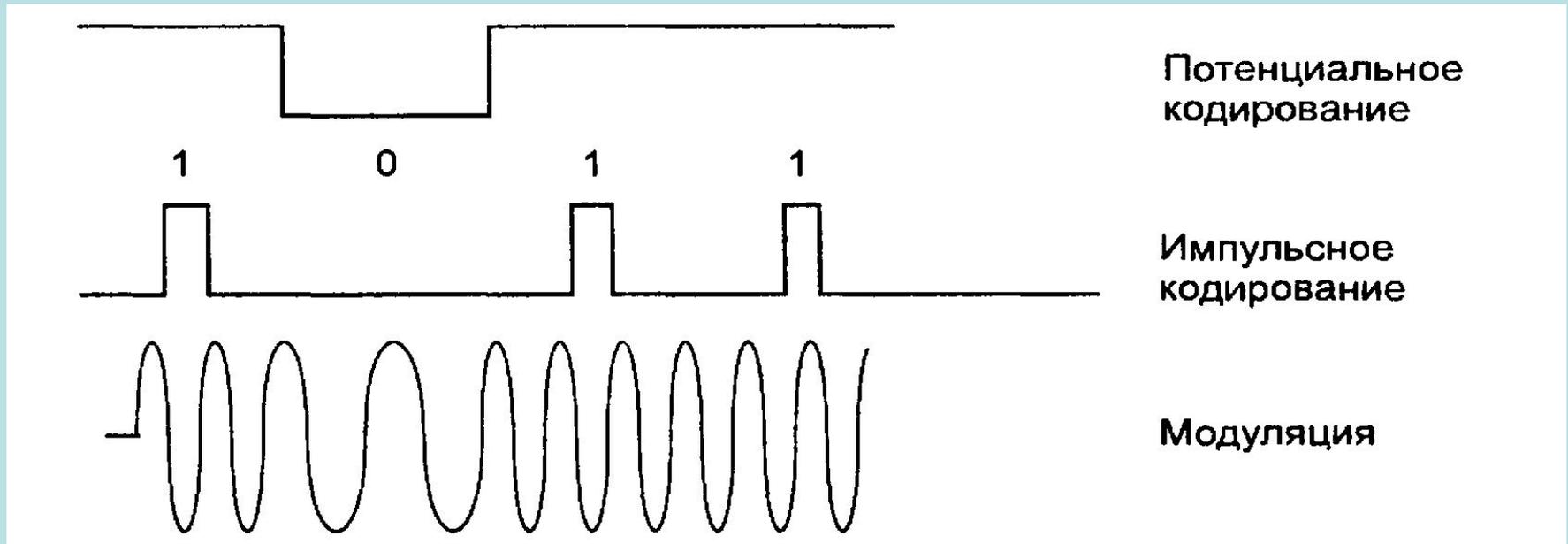
**Топология сети** – конфигурация графа, вершинам которого соответствуют конечные узлы сети (хосты, компьютеры) и коммуникационное оборудование (маршрутизаторы, транзитные узлы), а ребрам – физические и/или информационные связи между ними.

**Топология определяет конфигурацию физических связей.**

Полносвязанная  
( $N(N-1)/2$  связей),  
ячеистая,  
кольцевая,  
звездообразная,  
дерево,  
смешанная.

# Структура сети (2). Кодирование

Кодирование – представление данных в виде электрических или оптических сигналов.



Необходимо решить проблемы

- **синхронизации** передачи данных
- **контроля** потери/искажения данных.

Необходимо выбрать **систему адресации** (адресное пространство).  
Это способ идентификации узлов сети

# Структура сети (3). Маршрутизация

Последовательность узлов, лежащих на пути от отправителя к получателю образует маршрут.

Каким способом передавать данные между конечными узлами сети?

Обобщенная задача коммутации –

- Определение *информационных потоков*, для которых требуется прокладывать маршруты
- Собственно маршрутизация:
  - выбор маршрута, т.е. определение на основе некоего алгоритма последовательности транзитных узлов, через которые пойдут данные
  - оповещение сети о выбранном маршруте
- Продвижение потоков, т.е. распознавание потоков и их локальная коммутация на каждом транзитном узле.
- Мультиплексирование и демупльтиплексирование потоков

Информационный поток – непрерывная последовательность данных, состоящая из единиц данных (пакетов, кадров, ячеек), объединенная набором общих признаков, выделяющих их из общего сетевого трафика.

Мультиплексирование данных – объединение нескольких потоков в один агрегированный поток, который может передаваться по одному физическому каналу связи.

Демупльтиплексирование – разделение суммарного потока на несколько составляющих его подпотоков.

# Инфраструктура Интернет (1)

Интернет объединяет в единую сеть множество сетей, обеспечивая связь между хостами через промежуточные узлы. Во взаимодействии участвуют **три агента: приложения, компьютеры, сети.**

**Хост (оконечная система)** - устройство, подсоединенное у одной из сетей объединенной сети и используемое для поддержания приложений.

**Промежуточная система** – устройство, соединенное с двумя сетями и обеспечивающее связь конечных систем, присоединенных к различным сетям.

**Мост** – промежуточная система, используемая для объединения двух локальных сетей со сходными протоколами.

**Маршрутизатор** – промежуточная система для объединения двух сетей, протоколы которых могут отличаться. Использует межсетевой протокол, поддерживаемый всеми хостами и промежуточными узлами.

Промежуточные узлы выполняют транспортные функции, а конечные предоставляют информационные услуги и должны поддерживать весь стек протоколов для обеспечения обмена.

**С точки зрения обслуживания Интернет на современной стадии**

- позволяет распределенным приложениям, работающим на оконечных системах, обмениваться данными.
- предоставляет службу с установкой и без установки логического соединения.
- не дает гарантии, сколько времени займет пересылка данных

# Инфраструктура Интернет (2)

## 3. Уровень ISP (Internet Service Provider).

формирование поставщиков сетевого сервиса - резидентные, университетские и корпоративные провайдеры.

Инфраструктура этих сетей включает: транспортную среду, программно-аппаратные средства, каналные емкости, персонал.

Прямое подключение веб-сайтов

## 2. Уровень пиринга (peering) или IX (Internet Exchange).

система использования инфраструктур нескольких сетей путем обмена трафиком для обеспечения связи между ISP.

Региональный либо национальный охват.

## 1. Уровень опорной сети (backbone).

создание опорных инфраструктур национального и межнационального масштаба с высокоскоростной транспортной средой, крупными узлами доступа ISP к опорной сети.

Высокоскоростные маршрутизаторы, соединенные оптоволоконными кабелями (магистралы)

Скорость передачи не ниже 622 мбит\с, до 10 Гбит\с (сейчас до 100)

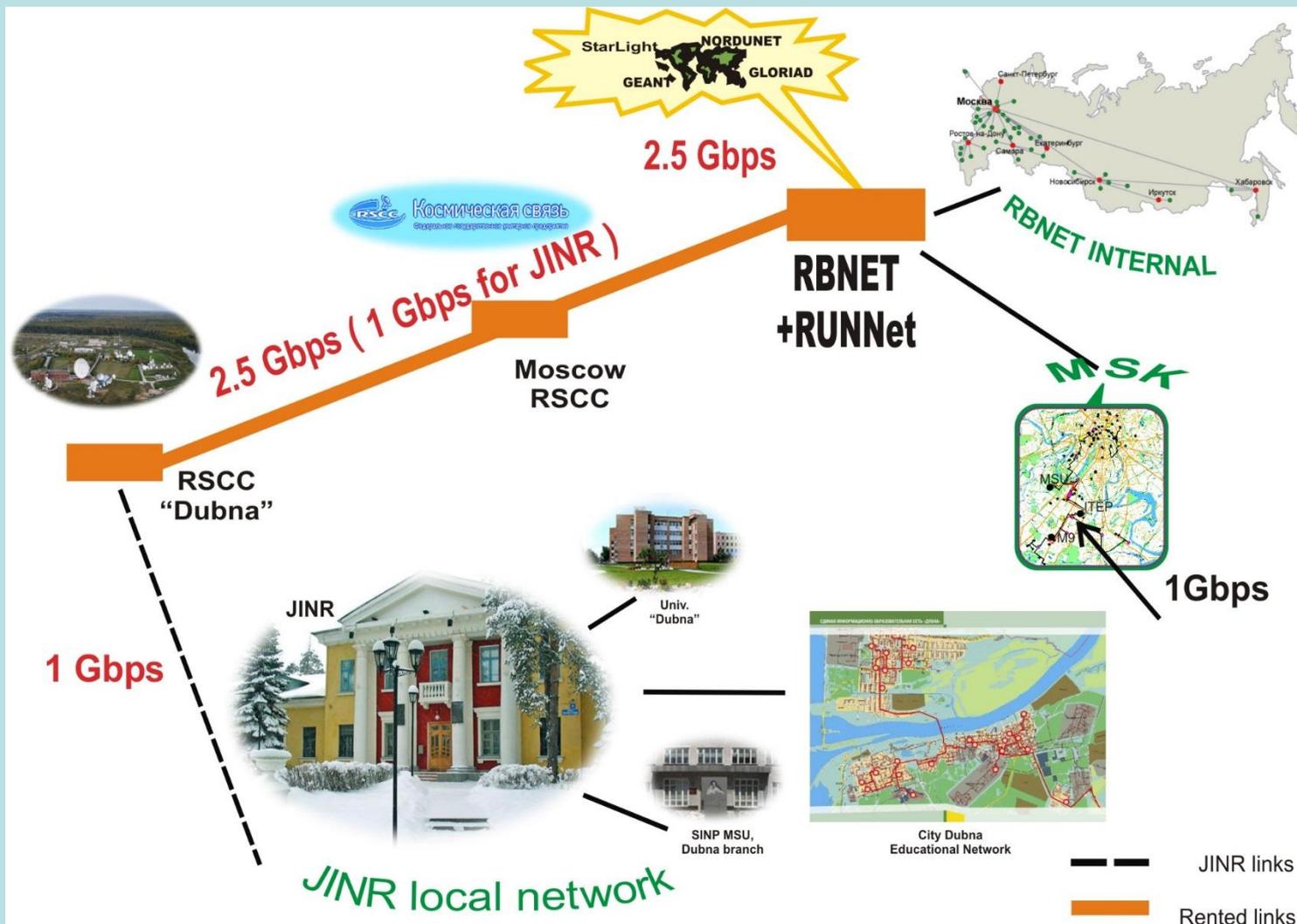
Все сети этого уровня соединены между собой напрямую.

# RBNet (Russian Backbone Network)

- опорная сеть для нужд науки и высшей школы RBNet
- <http://www.ripn.net>
- Схема каналов сети RBNet (02.02.2005)



2009:



2019:

- Три канала до Москвы 100 ГБс
- Прямой канал до ЦЕРНа 100 ГБс

# Сопутствующие проблемы

- Объемы передаваемой по сетям информации растут экспоненциально. Поэтому, несмотря на быстрое развитие сетевых технологий, нагрузка на сети растет. Поэтому продолжают оставаться актуальными:
  - Сжатие данных
  - Борьба с перегрузками
- Безопасность в сетях
- Качество обслуживания трафика

Big data

ОИЯИ