

password

Основы сетевых технологий и защиты информации

Преподаватель



Буй Павел Михайлович

доцент, к.т.н., доцент кафедры
«Автоматика, телемеханика и связь»

Структура курса

- **Тема 1. Введение в сетевые технологии** (0,5 лекции / 0 лаб. раб. / 0 пр. зан.);
- **Тема 2. Основные понятия и принципы защиты информации** (1/0/0);
- **Тема 3. Общие принципы организации цифровых сетей** (1,5/1/0);
- **Тема 4. Угрозы, уязвимости и риски информационной безопасности сетевых устройств** (2/0/2);
- **Тема 5. Стандартизация и архитектура построения сетей** (0,5/1/0);
- **Тема 6. Технологии физического уровня** (1,5/1/0);
- **Тема 7. Методы защиты информации в компьютерных сетях** (0,5/0/0);

Структура курса

- **Тема 8.** Технологии канального уровня (1,5/2/0);
- **Тема 9.** Криптографические методы защиты информации (1/0/1);
- **Тема 10.** Технологии сетевого уровня (3/2/1);
- **Тема 11.** Технологии транспортного уровня (1/0/0);
- **Тема 12.** Средства аутентификации субъектов и управление доступом (1/0/3);
- **Тема 13.** Сетевые информационные службы (1,5/1/0);
- **Тема 14.** Сетевая безопасность (2,5/0/2).

Объем дисциплины

- **Лекции** – один раз в неделю;
- **Лабораторные работы** – один раз в 2 недели;
- **Практические работы** – один раз в 2 недели;
- **Отчетность** – защита лабораторных и практических работ, итоговый зачет.

Основная литература

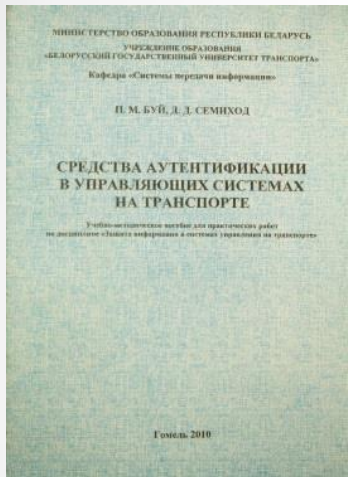


Олифер, В. Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы: Юбилейное издание / В. Олифер, Н. Олифер // Учебник для ВУЗов. 6-е изд. – СПб. : Питер, 2020. – 1008 с.

Олифер, В. Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы / В. Олифер, Н. Олифер // Учебник для ВУЗов. 5-е изд. – СПб. : Питер, 2016. – 992 с.



Дополнительная литература



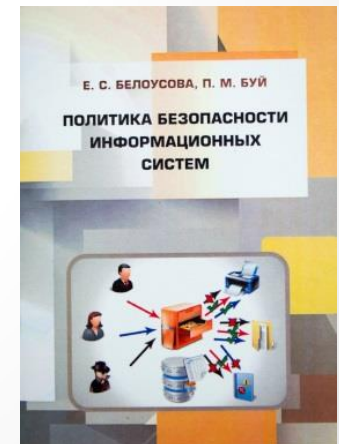
Буй, П.М. Средства аутентификации в управляющих системах на транспорте : учеб.-метод. пособие для практ. работ по дисциплине «Защита информации в системах управления на транспорте» / П.М. Буй, Д.Д. Семиход. – Гомель : БелГУТ, 2010. – 39 с.

Дополнительная литература



Буй, П.М. Криптографические методы защиты информации в управляющих системах на транспорте : учеб.-метод. пособие для практ. работ по дисциплине «Защита информации в телекоммуникационных системах» / П.М. Буй, В.О. Матусевич. – Гомель : БелГУТ, 2011. – 56 с.

Белоусова, Е.С. Политика безопасности информационных систем : учеб.-метод. пособие для практ. работ / Е.С. Белоусова, П.М. Буй. – Гомель : БелГУТ, 2016. – 38 с.



Дополнительная литература



Таненбаум, Э. Компьютерные сети / Э. Таненбаум, Д. Узеролл // 5-е изд. – Спб. : Питер, 2012. – 960 с.

Романец, Ю. В. Защита информации в компьютерных системах и сетях / Ю. В. Романец, П. А. Тимофеев, В. Ф. Шаньгин. – М.: Радио и связь, 2001. – 376с.



Дополнительная литература



Домарев, В. В. Безопасность информационных технологий. Методология создания систем защиты / В. В. Домарев. – К.: ООО «ТИД «ДС»», 2001. – 688 с.

Смит, Ричард Э. Аутентификация: от паролей до открытых ключей / Ричард Э. Смит. – М.: Издательский дом «Вильямс», 2002. – 432с.



Тема 1

Введение в сетевые технологии

Содержание темы

- Эволюция сетей.
- Глобальные сети.
- Локальные сети.
- Конвергенция сетей.
- Интернет, как основной фактор развития сетевых технологий.

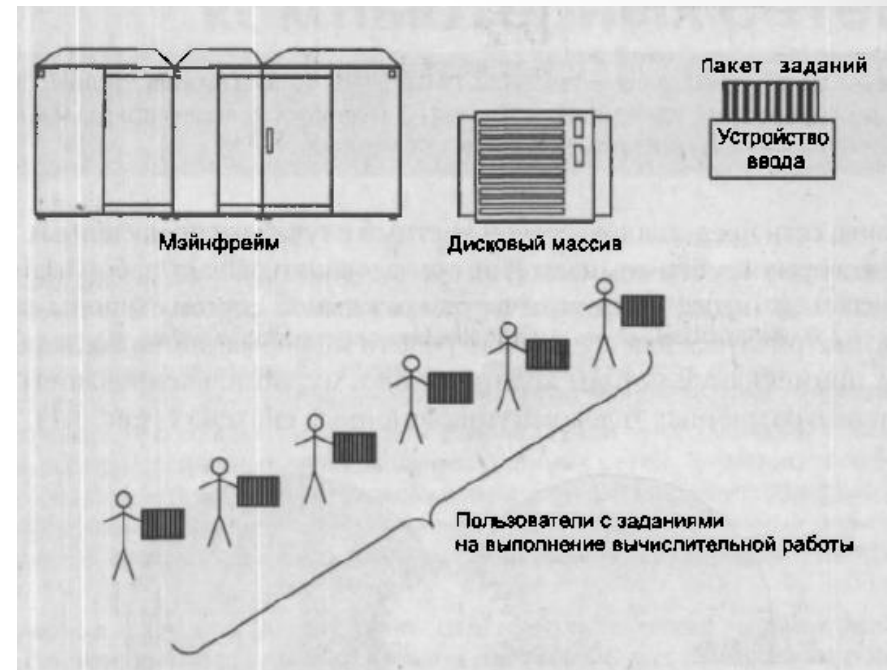
Компьютерные сети

Компьютерные сети, называемые также сетями передачи данных, являются логическим результатом эволюции двух важнейших научно-технических отраслей современной цивилизации – компьютерных и телекоммуникационных технологий.



Эволюция вычислительной техники

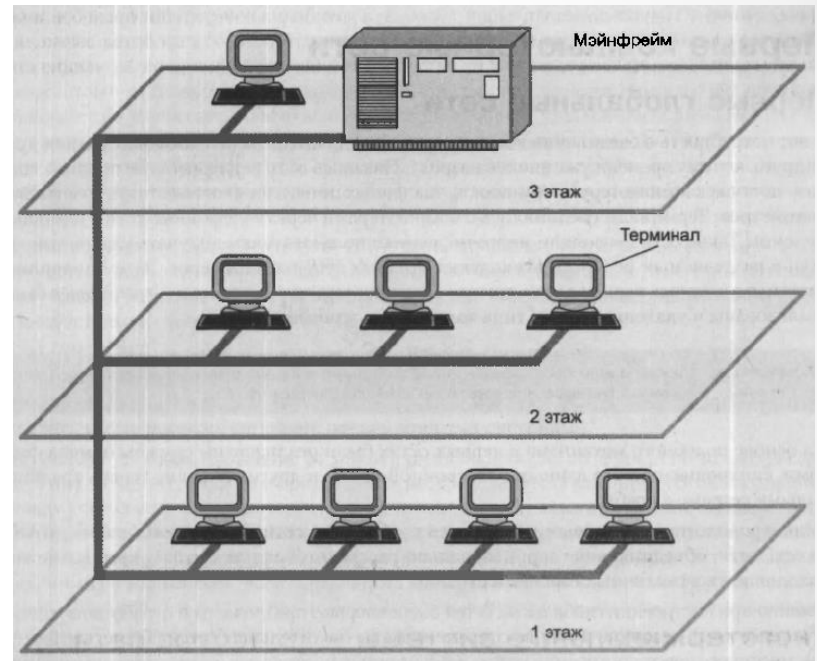
Первые компьютеры 50-х годов - большие, громоздкие и дорогие – предназначались для очень небольшого числа избранных пользователей. Часто эти монстры занимали целые здания. Такие компьютеры применялись в режиме **пакетной обработки**, при которой использовался мейнфрейм.



Пользователи подготавливали перфокарты, содержащие данные и команды программ, и передавали их в вычислительный центр.

Эволюция вычислительной техники

По мере удешевления процессоров в начале 60-х годов появились новые способы организации вычислительного процесса, которые позволили учесть интересы пользователей. Начали развиваться интерактивные **многотерминальные системы разделения времени.**



В таких системах каждый пользователь получал собственный терминал, с помощью которого он мог вести диалог с компьютером. Количество одновременно работающих с компьютером пользователей определялось его мощностью.

Эволюция компьютерных сетей

Эволюция началось с решения задачи доступа к компьютеру с терминалов, удаленных от него на многие сотни или тысячи километров. Терминалы соединялись с компьютерами через телефонные сети с помощью модемов. Следом появились системы, в которых наряду с удаленными соединениями типа **терминал-компьютер** были реализованы и удаленные связи типа **компьютер-компьютер**.

На основе подобного механизма в первых сетях были реализованы службы обмена файлами, синхронизации баз данных, электронной почты и другие ставшие теперь традиционными сетевые службы.

Эволюция компьютерных сетей

Хронологически первыми появились **глобальные сети (Wide Area Network, WAN)** – сети, объединяющие территориально рассредоточенные компьютеры, возможно находящиеся в различных городах и странах.

Глобальные компьютерные сети очень многое унаследовали от других, гораздо более старых и распространенных глобальных телекоммуникационных сетей – **телефонных**.

Первые глобальные компьютерные сети отказались от принципа **коммутации каналов**, на протяжении многих десятков лет успешно использовавшегося в телефонных сетях.

Эволюция компьютерных сетей

В течение многих лет глобальные сети строились на основе **телефонных каналов тональной частоты**. Помимо низкой скорости такие каналы вносят значительные искажения в передаваемые сигналы. Типичным примером таких сетей являются сети X.25, разработанные еще в начале 70-х.

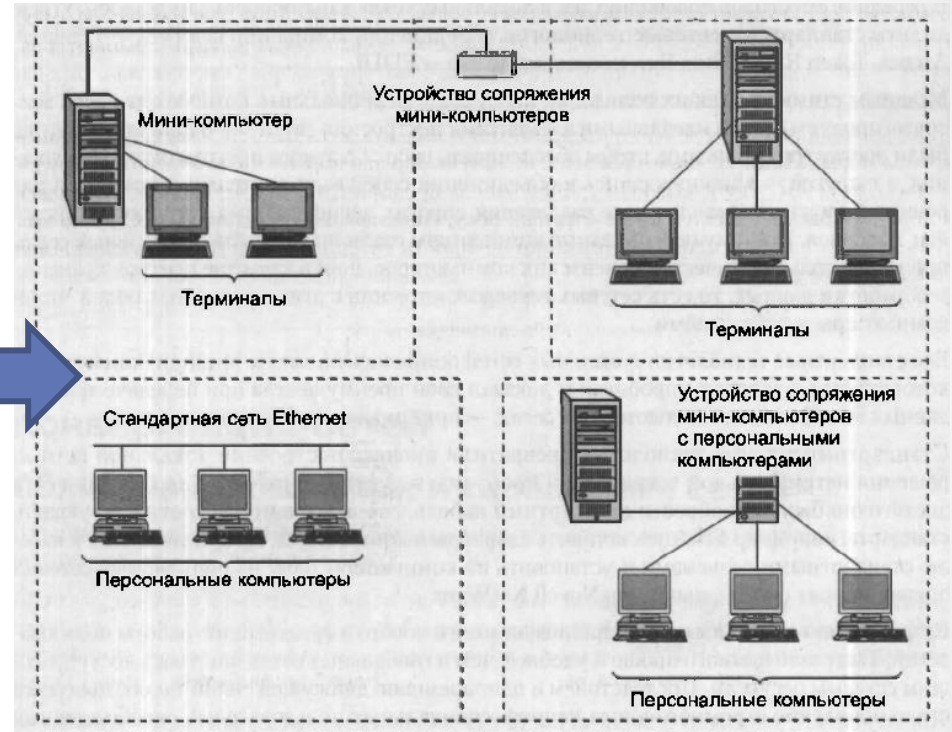
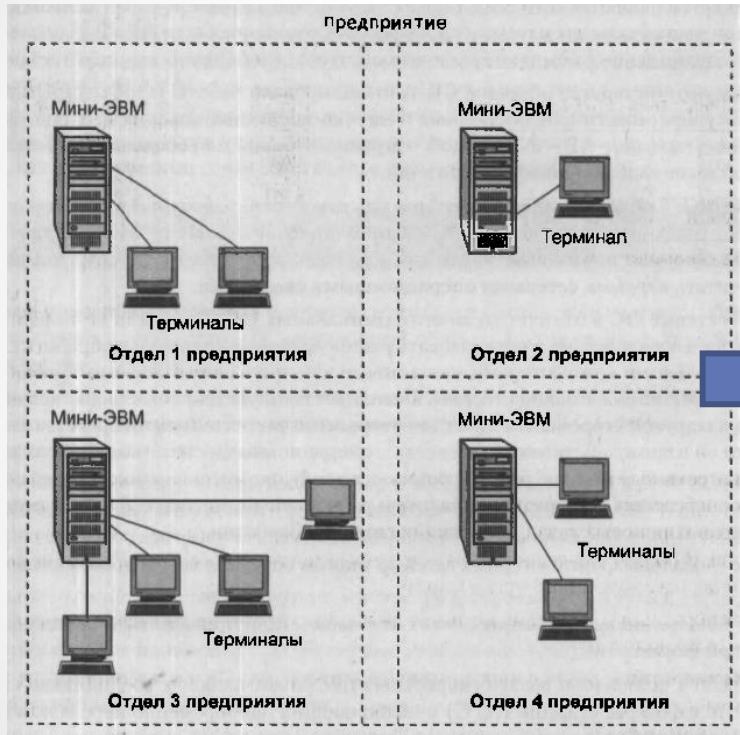
В 1969 году министерство обороны США инициировало работы по объединению в единую сеть суперкомпьютеров оборонных и научно-исследовательских центров. Эта сеть, получившая название **ARPANET**, стала отправной точкой для создания первой и самой известной ныне глобальной сети – **Internet**.

Эволюция компьютерных сетей

Важное событие, повлиявшее на эволюцию компьютерных сетей, произошло в начале 70-х годов. В результате технологического прорыва в области производства компьютерных компонентов появились **большие интегральные схемы (БИС)**. Их сравнительно невысокая стоимость и хорошие функциональные возможности привели к созданию миникомпьютеров, которые стали реальными конкурентами мэйнфреймов.

Локальные сети (Local Area Network, LAN) – это объединения компьютеров, сосредоточенных на небольшой территории, обычно в радиусе не более 1-2 км. В общем случае локальная сеть представляет собой коммуникационную систему, принадлежащую одной организации.

Эволюция компьютерных сетей



Первые LAN

Эволюция компьютерных сетей

На первых порах для соединения компьютеров друг с другом использовались нестандартные сетевые технологии.

Сетевая технология – это согласованный набор программных и аппаратных средств (например, драйверов, сетевых адаптеров, кабелей и разъемов), а также механизмов передачи данных по линиям связи, достаточный для построения вычислительной сети.

В середине 80-х годов положение дел в локальных сетях кардинально изменилось. Утвердились **стандартные сетевые технологии** объединения компьютеров в сеть – **Ethernet, Arcnet, Token Ring, Token Bus**, несколько позже – **FDDI**. Главной задачей которых было обеспечение надежной передачи.

Эволюция компьютерных сетей

Все стандартные технологии локальных сетей опирались на тот же принцип коммутации, который был с успехом опробован и доказал свои преимущества при передаче трафика данных в глобальных компьютерных сетях, – **принцип коммутации пакетов**.

Конец 90-х выявил явного лидера среди технологий локальных сетей – семейство **Ethernet**, в которое вошли:

- **Ethernet** со скоростью передачи 10 Мбит/с;
- **Fast Ethernet** со скоростью 100 Мбит/с;
- **Gigabit Ethernet** со скоростью 1000 Мбит/с.

Конвергенция сетей

Если в конце 80-х годов отличия между локальными и глобальными сетями проявлялись весьма отчетливо (**протяженность и качество линий связи, сложность методов передачи данных, скорость обмена данными, разнообразие услуг**), то постепенно различия между ними стали сглаживаться.

Изолированные ранее локальные сети начали объединять друг с другом, при этом в качестве связующей среды использовались глобальные сети.

Конвергенция сетей

Сближение в методах передачи данных происходит на платформе цифровой передачи данных по **ВОЛС**. Эта среда передачи используется практически во всех технологиях локальных сетей для скоростного обмена информацией на расстояниях свыше 100 метров, на ней же стали строиться современные магистрали первичных сетей **SDH** и **DWDM**, предоставляющих свои цифровые каналы для объединения оборудования глобальных компьютерных сетей.

Появились новые технологии глобальных сетей: **Frame Relay** и **ATM**, в которых на первый план вышли процедуры обеспечения гарантированной средней скорости доставки информации пользователям, а также механизмы приоритетной обработки пакетов чувствительного к задержкам трафика (например, **ГОЛОСОВОГО**).

Конвергенция сетей

Начиная с 90-х годов компьютерные глобальные сети, работающие на основе скоростных цифровых каналов, существенно расширили спектр предоставляемых услуг и **догнали** в этом отношении локальные сети. Стало возможным создание служб, работа которых связана с доставкой пользователю больших объемов информации в реальном времени – изображений, видеофильмов, голоса, в общем, всего того, что получило название мультимедийной информации.

Признаком сближения локальных и глобальных сетей является появление **городских сетей**, или **сетей мегаполисов (Metropolitan Area Network, MAN)**, занимающих промежуточное положение между локальными и глобальными сетями.

Конвергенция сетей

Начиная с 1980-х годов предпринимаются попытки создания универсальной, так называемой **мультисервисной сети**, способной предоставлять услуги как компьютерных, так и телекоммуникационных сетей.

Первая попытка создания мультисервисной сети, способной оказывать различные услуги, в том числе услуги телефонии и передачи данных, привела к появлению технологии **цифровых сетей с интегрированным обслуживанием (Integrated Services Digital Network, ISDN)**. Однако на практике ISDN предоставляет сегодня в основном телефонные услуги, а на роль глобальной **мультисервисной сети нового поколения**, часто называемой в англоязычной литературе **Next Generation Network (NGN)** претендует **Интернет**.

Конвергенция сетей

Наблюдается **сближение видов услуг**, предоставляемых клиентам, а также **технологическое сближение** сетей, которое происходит на основе цифровой передачи информации различного типа, метода коммутации пакетов и программирования услуг.

Мультисервисная сеть нового поколения не может быть создана в результате «**победы**» какой-нибудь одной технологии или одного подхода. Ее может породить только процесс **конвергенции**, когда от каждой технологии будет взято все самое лучшее.

Появился новый термин – **инфокоммуникационная сеть**, который прямо говорит о двух составляющих современной сети – **информационной (компьютерной)** и **телекоммуникационной**.

Конвергенция сетей

80-е годы:

- **Локальные сети:** большинство сетей используют Ethernet 10 Мбит/с, Token Ring 16 Мбит/с.
- **Глобальные сети:** магистраль Интернета построена на цифровых телефонных каналах 56 кбит/с; магистрали телефонных сетей используют цифровые линии 35-45 Мбит/с.

90-е годы:

- **Локальные сети:** переход на 100 Мбит/с (FDDI и Fast Ethernet).
- **Глобальные сети:** магистрали SDH 155 и 622 Мбит/с начинают применяться в Интернете.

Конвергенция сетей

конец 90-х – начало 2000-х:

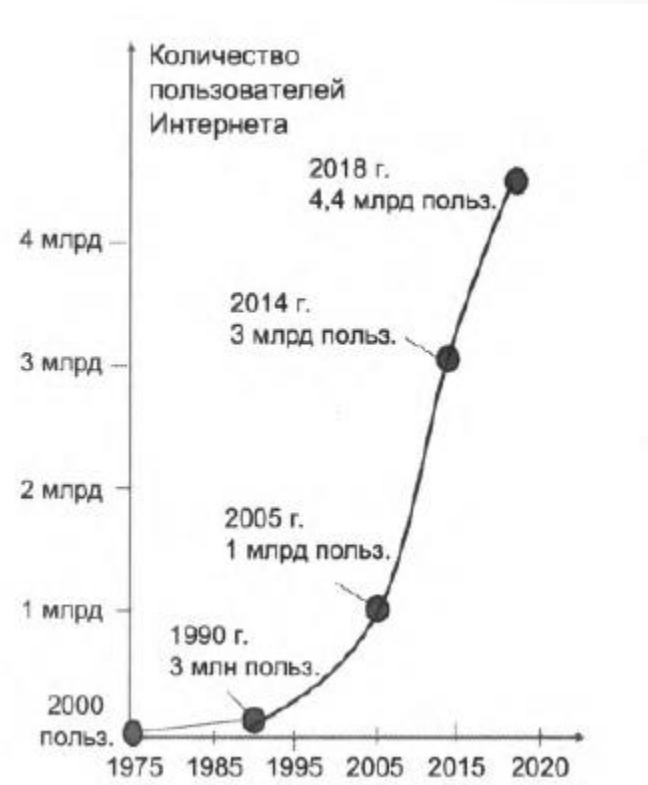
- **Локальные сети:** в 1998 году появляется Gigabit Ethernet (1000 Мбит/с) и уже через четыре года, в 2002 году, – 10G Ethernet (10 Гбит/с).
- **Глобальные сети:** иерархия скоростей SDH повышается до 10 Гбит/с; технология DWDM позволяет мультиплексировать в одном оптическом волокне до 40 – 80 каналов по 10 Гбит/с (общая пропускная способность волокна составляет 400 – 800 Гбит/с).

Начало 2010-х:

- **Локальные и глобальные сети:** 40G и 100G Ethernet стандартизованы в 2012 году, версия 40G начинает применяться в серверах, а 100G – на магистралях сетей.

Интернет как фактор развития сетевых технологий

Интернет является **самой быстрорастущей** технической системой в истории человечества. Интернет растет постоянно начиная с 80-х годов и в соответствии с прогнозами специалистов будет продолжать расти.



Интернет как фактор развития сетевых технологий

Количество терминальных устройств, выполняющих функции серверов (без учета пользовательских устройств), росло следующими темпами:

- **в 1980 году** насчитывалось около 1 000 хостов, подключенных к Интернету;
- **в 1991** – более 1 000 000;
- **в начале 2000-х** – около 100 000 000;
- **в 2018** – свыше 1 миллиарда.

С учетом пользовательских устройств (настольных компьютеров, ноутбуков, планшетов и мобильных телефонов) общее количество терминальных устройств, подключенных к Интернету, составило в 2018 году **23 миллиардов**.

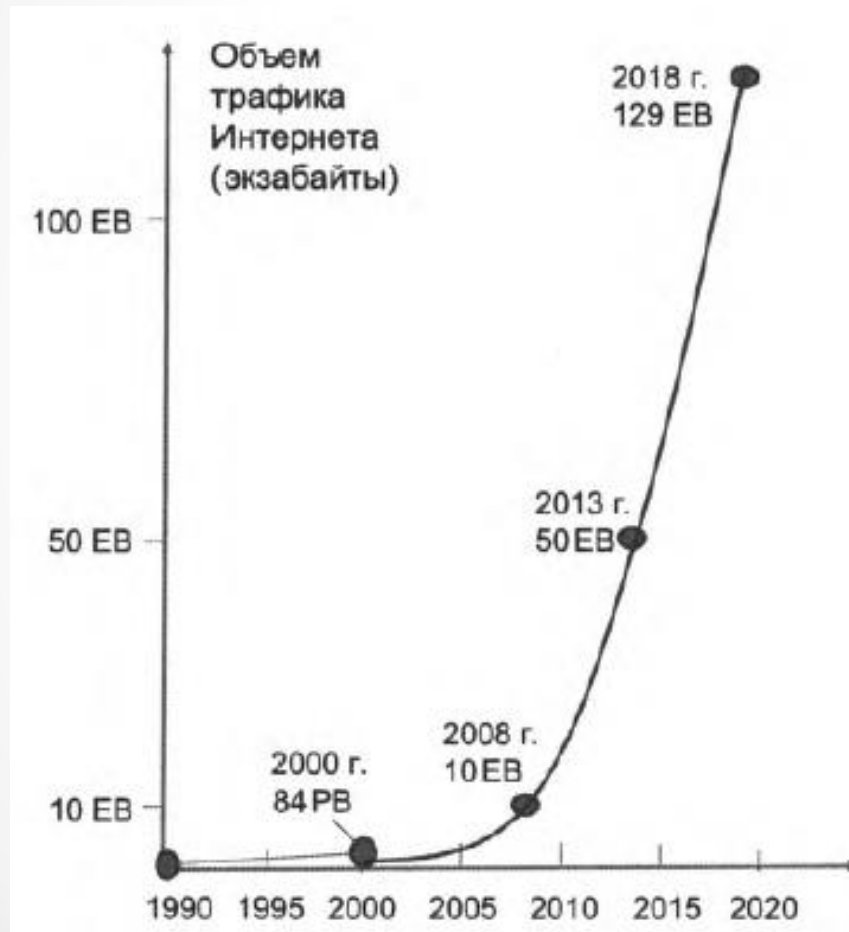
Интернет как фактор развития сетевых технологий

Абсолютно взрывным оказался рост объема трафика (количество байтов, переданных в месяц через магистрали Интернета):

- **1990** – 1 TB (1 терабайт = 10^{12} байт, или 1000 гигабайт);
- **1996** – 2000 TB;
- **2000** – 84 PB (1 петабайт = 1000 терабайт);
- **2008** – 10 EB (1 эксабайт = 1000 петабайт);
- **2013** – 50 EB;
- **2018** – 129 EB.

Если в 90-е годы и начале 2000-х в общем объеме преобладал трафик приложений, передающих файлы, то уже к 2010 году он уступил лидерство трафику приложений, передающих видеопотоки в реальном масштабе времени. В настоящем: сервисы виртуальной реальности.

Интернет как фактор развития сетевых технологий

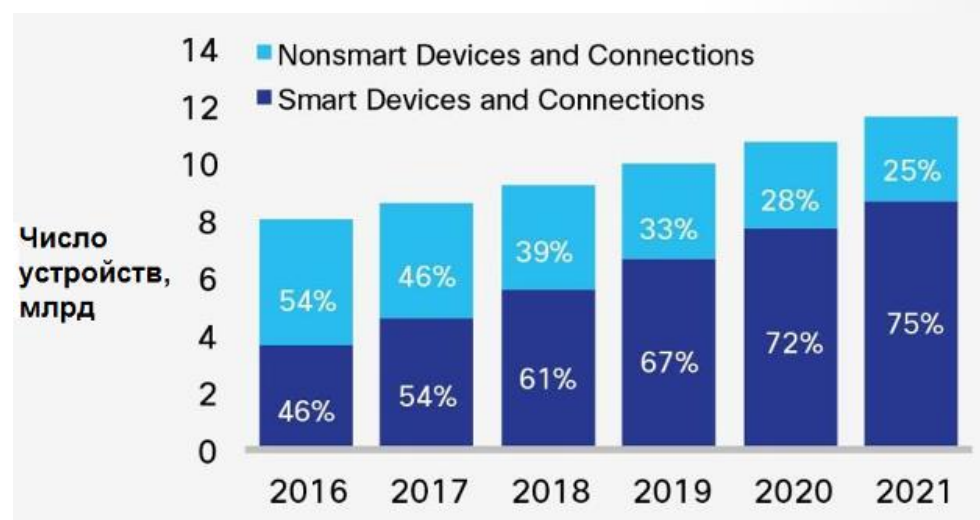


Общий трафик

Интернет как фактор развития сетевых технологий

Еще одним революционным изменением в области передаваемого трафика стало резкое увеличение его доли, генерируемой **мобильными устройствами** – планшетами и мобильными телефонами.

Ранее большая часть трафика генерировалась персональными компьютерами (**67 %** в 2013 году), но к 2018 году эта доля упала до **43 %**, остальное генерируется мобильными устройствами.



Интернет как фактор развития сетевых технологий

Хронология важнейших событий на пути появления первых компьютерных сетей:

Этап	Время
Первые глобальные связи компьютеров, первые эксперименты с пакетными сетями	Конец 60-х
Начало передач по телефонным сетям голоса в цифровой форме	Конец 60-х
Появление больших интегральных схем, первые мини-компьютеры, первые нестандартные локальные сети	Начало 70-х
Стандартизация технологии X.25 для построения сети «удаленные терминалы - майнфрейм»	1974
Появление персональных компьютеров, создание Интернета в современном виде, установка на всех узлах стека TCP/IP	Начало 80-х

Интернет как фактор развития сетевых технологий

Хронология важнейших событий на пути появления первых компьютерных сетей:

Этап	Время
Появление стандартных технологий локальных сетей (Ethernet — 1980 г., Token Ring, FDDI - 1985 г.)	Середина 80-х
Начало коммерческого использования Интернета	Конец 80-х
Появление первичных сетей SONET/SDH со скоростью передачи до 155 Мбит/с	Конец 80-х
Изобретение Web	1991
Доминирование Ethernet в локальных сетях, стандартизация Gigabit Ethernet	Конец 90-х
Появление технологии плотного мультиплексирования волн (DWDM) с возможностью передачи 40/80 волн в одном волокне	Конец 90-х

Интернет как фактор развития сетевых технологий

Хронология важнейших событий на пути появления первых компьютерных сетей:

Этап	Время
Появление первых смартфонов с ограниченными интернет-функциями	Конец 90-х
Интернет становится мультимедийным (IP-TV, IP-телефония)	Конец 90-х - начало 2000-х
Повышение скорости передачи данных до 10 Гбит/с (10G Ethernet и 10G SDH/OTN)	Начало 2000-х
Смартфоны становятся полнофункциональными интернет-терминалами	Середина 2000-х
Повышение скорости передачи до 100 Гбит/с (100G Ethernet и 100G OTN)	Начало 2010-х