

Глава 1. Введение в компьютерные сети

Для того чтобы хорошо ориентироваться в мире информационно-вычислительных сетей или компьютерных сетей необходимо иметь знания и опыт. По окончании данного курса вы будете обладать данными познаниями и практическими навыками, которые послужат фундаментом для дальнейшего изучения предмета. Начнем изучение с чего-то простого и понятного: с того, что нас окружает. В наше время все знакомы с понятием «Интернет». Интернет – это глобальная компьютерная сеть, которую каждый из нас использует в повседневной жизни, часто даже не задумываясь о том, как она работает.

В основе первой части учебника заложен материал, описывающий основные технологии, с которыми имеют дело специалисты по сетям при проектировании, реализации и поддержке современных сетей. Мы познакомимся с основными терминами, понятиями, элементами и их взаимодействием в компьютерной сети.

Цель данного учебника

- Помочь читателю разобраться в составных элементах концепции «Компьютерные сети»
- Рассмотреть каждый из этих элементов по отдельности
- Дать общее понимание взаимосвязи этих компонентов между собой
- Объяснить, как взаимодействие этих элементов применяется на практике

Задачи учебника

- Освоение основных принципов и концепций сетевых технологий
- Приобретение знаний о сетевых моделях, протоколах и стандартах
- Подготовка к углубленному изучению сетевых технологий
- Получение базовых навыков диагностики и настройки компьютерных сетей

В данной главе будут рассмотрены:

- Понятие «компьютерная сеть»;
- Элементы компьютерной сети;
- Ключевые моменты истории развития сетевых технологий;
- Типы и классификация компьютерных сетей;
- Роль компьютерных сетей в современной жизни.

1.1. Определение компьютерной сети

Компьютерная сеть – это совокупность устройств, технологий и программного обеспечения, а также стандартов, правил (протоколов), сред передачи данных и элементов безопасности, обеспечивающих обмен данными.

Каждый из этих элементов играет важную роль в функционировании компьютерной сети, обеспечивая связь и передачу данных между устройствами. Все компоненты компьютерных сетей будут подробно рассмотрены далее.

30 лет назад в России отсутствовало подключение к глобальной сети Интернет. Изначально только организации имели возможность подключаться к Интернету, но спустя несколько лет такая возможность распространилась и на физических лиц.

Единая сеть Интернет обеспечивает передачу различных типов данных, включая видео, фото, телефонию и другие. В современном мире использование компьютерных сетей позволяет осуществлять публикацию фотографий, видео, обмен учебными материалами, просмотр телепередач по запросу, онлайн-игры, совместную работу над проектами жителями разных городов, проведение видеоконференций, использование цифровой телефонии, получение прогноза погоды, поиск менее загруженного автомобильного маршрута с учетом данных о погоде и пробках от камер видеонаблюдения, проверку банковского счета, онлайн-бронирование билетов на поезд, отельных номеров, оплату государственных услуг с помощью смартфона, контроль уборки квартиры при помощи робота-пылесоса и множество других возможностей.

Использование современных компьютерных сетей создало новый мир, где не имеют значения границы стран, расстояния, физические ограничения, местоположение и часовой пояс.

1.2. Основные элементы компьютерных сетей

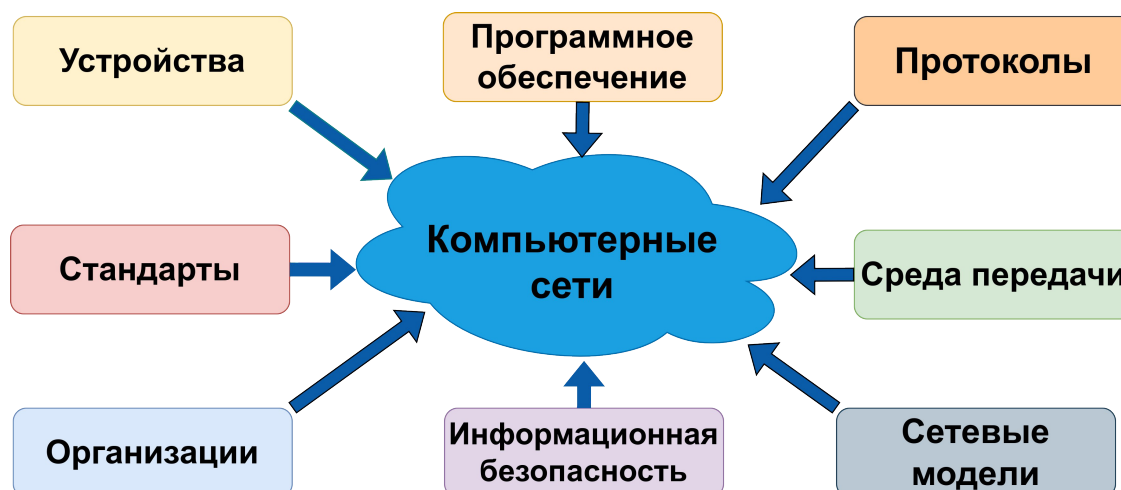


Рисунок 1.2.1. – Основные элементы компьютерных сетей

Стандарты – это международные договоренности в использовании одинаковых параметров и формата как для физического, так и для программного взаимодействия.

Организации – коммерческие и некоммерческие организации, которые участвуют в разработке, создании и поддержании работы компьютерных сетей, их компонентов, протоколов и программного обеспечения.

Устройства – это физические элементы или оборудование сети. Устройства могут быть проводными, беспроводными, сетевыми и устройствами конечного пользователя.

Программное обеспечение (ПО) – это специализированные программы для взаимодействия устройств с пользователями и друг с другом. В категорию ПО могут входить *приложения, сервисы и процессы*. Приложение — это программный продукт, который выполняет определенные функции и предоставляет пользователю доступ к различным ресурсам или услугам. Сетевой сервис обеспечивает предоставление данных в ответ на запросы клиентов. Процессы выполняют функциональные операции, направляющие и передающие сообщения в сети.

Среда передачи – это проводной или беспроводной канал, по которому передаются данные. В проводных сетях среда включает в себя физические компоненты, такие как кабели и розетки, которые видимы пользователю. В беспроводных сетях средой передачи является окружающее пространство, через которое данные передаются в виде радиоволн.

Протоколы – это набор правил, которые описывают принципы взаимодействия устройств в сети. Каждый протокол предназначен для выполнения конкретной задачи.

Сетевая модель – это описание взаимодействия устройств и протоколов в процессе передачи данных.

Характеристики сети – это совокупность количественных и качественных параметров, являющихся отличительными признаками отдельных сетей (надежность, доступность, масштабируемость, топология, скорость, стоимость, безопасность).

Информационная безопасность – это внедрение основных концепций информационных угроз и методов защиты сети.

1.3. Развитие сетевых технологий и Интернета

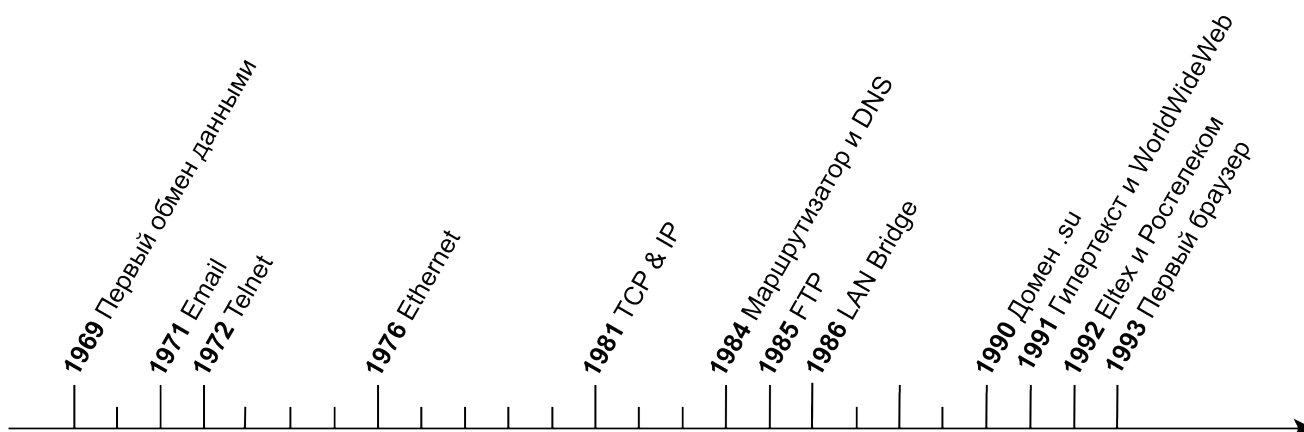


Рисунок 1.3.1. – Хронология развития сетевых технологий

Первоначальной целью создания сети Интернет являлись исследования возможности объединения вычислительных мощностей нескольких географически разделенных компьютеров. В 1969 году была произведена передача первого сообщения между компьютерами. По телефонной линии «пообщались» компьютер SDS Sigma 7 в Калифорнийском университете (Лос-Анджелес) и SDS 940 Стэнфордского университета (Сан-Франциско). В том же году Агентство перспективных исследований и разработок

(DARPA – *Defense Advanced Research Projects Agency*) создает ARPANET (*Advanced Research Project Agency Network*) – сеть, соединяющую все университетские компьютеры (по одному на университет) в США и ставшую прообразом современного Интернета.

1970 год – запуск сети ALOHAnet на Гавайский островах. Это была первая сеть, использовавшая пакетную радиосвязь.

1971 год – появление первой программы управления электронной почтой. Автор – Ларри Робертс (*Larry Roberts*). В том же году Рэй Томлинсон (*Ray Samuel Tomlinson*) изобретает «собаку» – знак @ для обозначения адреса электронной почты.

1972 год – оформление спецификации протокола Telnet: устройствами стало возможно управлять на расстоянии.

1972 год – запуск сети «АСУ-Экспресс» в Советском Союзе, основное назначение – резервирование и продажа ж.-д. билетов. На момент написания этого текста (2023 год) продолжает работать.

1976 год – первая публикация по протоколу сети на базе коаксиального кабеля – Ethernet.

1981 год – оформление спецификации на два ключевых протокола передачи данных: TCP и IP. Информацию стало возможно передавать нужному получателю и без потерь.

1982 год – создан протокол внешней маршрутизации EGP.

1984 год – изобретение многопротокольного маршрутизатора Леонардом (Леном) Босаком (*Leonard X. Bosack*) и Сэнди Лернер (*Sandy Lerner*): стало возможным связывать любые локальные сети друг с другом и подключать их к глобальным сетям.

1984 год – начало работы Службы доменных имен (DNS): стало необязательно запоминать неудобные IP-адреса нужного сервера.

1985 год – утверждение спецификации протокола FTP (*File Transfer Protocol*): появилась возможность удалённо «скачивать» и «загружать» файлы. В том же году был разработан протокол Spanning Tree, сделавший работу локальных сетей стабильной и предсказуемой.

1986 год - компания Digital Equipment Corporation представляет устройство LAN Bridge (сетевой мост), которое в итоге сделало Ethernet основным протоколом для локальных сетей.

1990 год – регистрация домена **.su**, ставшего первым страновым русскоязычным доменом Интернета. Позже, в 2000 году, его «сменит» домен **.ru**.

1991 год – изобретение гипертекста учеными CERN Тимом Бернерсом-Ли (*Timothy John «Tim» Berners-Lee*) и Робертом Кайо (*Robert Cailliau*). Появился World Wide Web, или гипертекстовый Интернет, каким мы его знаем сегодня.

1992 год – основание компании «Eltex» в городе Новосибирске.

1992 год – появление оператора «Ростелеком».

1993 год – первая программа от Марка Андрессена (*Marc Andreessen*), которая показывала гипертекстовые страницы неподготовленному пользователю, – браузер Mosaic.

1993 год – начало эксплуатации первой волоконно-оптической подводной магистрали «Дания-Россия», подключившей нашу страну к международным широкополосным Интернет-магистралям.

1.4. Типы сетей

1.4.1. Сети различных масштабов по территориальному расположению

Существует множество сетей различных размеров, начиная от простых, соединяющих несколько компьютеров, до сетей с миллионами устройств.

Как правило, в домашних сетях организуется совместный доступ либо к общим документам, либо к устройствам совместного пользования, например, к принтеру. В то время как в крупных организациях используются сети более широких масштабов, которые позволяют совместно работать большому количеству людей. Помимо внутрикорпоративных сетей компании также используют Интернет. На сегодняшний день Интернет является сетью всех сетей и объединяет как частные, так и общедоступные сети. Но интернет не управляется централизованно.

Обычно, сетевые инфраструктуры разделяют по следующим критериям: площадь покрытия, количество пользователей, виды доступных служб и т.д. Существует два наиболее распространенных типа сетей:

- **Локальная сеть (LAN)** – сеть, предоставляющая доступ конечным устройствам на ограниченной территории. Обычно это домашние сети или сети небольшого предприятия;
- **Глобальная сеть (WAN)** – сеть, которая предоставляет доступ пользователям на большой территории. Данные сети принадлежат и управляются Интернет-провайдерами или крупными организациями.

Помимо указанных двух типов сетей существуют и другие, например:

- **Городская сеть (MAN)** – сеть, которая работает на большей территории, чем локальная сеть, но меньшей, чем глобальная. Такие сети располагаются в городах и управляются одним крупным сетевым оператором;
- **Беспроводные локальные сети (WLAN)** – это то же самое, что и локальная сеть, но с использованием беспроводных технологий передачи данных;
- **Сеть хранения данных (SAN)** – сеть, созданная для хранения данных и поддержки различных файловых систем с архитектурой «сервер-хранилища данных» и с высокоскоростными выделенными каналами связи.

Тип сетевой инфраструктуры от меньшего размера к большему:

- **BAN (Body Area Network)** – «*нателная компьютерная сеть*», это сеть надеваемых или имплантированных компьютерных устройств. К примерам такой сети могут относиться различные bluetooth устройства, переносимые на теле (*беспроводные наушники, браслеты и другие устройства, связанные непосредственно с телом человека*);
- **PAN (Personal Area Network)** – «*персональная сеть*», предназначенная для взаимодействия различных устройств, принадлежащих одному владельцу. Примером PAN является мини-сеть из вашего ноутбука, беспроводного принтера, смартфона, настольного ПК и других сетевых устройств;
- **LAN (Local Area Network)** – «*локальная вычислительная сеть*» (**ЛВС**), сетевая инфраструктура, которая обеспечивает доступ пользователям и конечным устройствам в отдельной локации, в частности, в отдельном здании или группе зданий.

- **CAN (Campus Area Network)** — «**кампусная сеть**», сетевая инфраструктура, которая объединяет собой несколько локальных сетей в пределах ограниченной географической области. Например, офисный кампус. Начиная с 2010-х годов такие сети все чаще называются «сетями предприятия» (enterprise network).
- **MAN (Metropolitan Area Network)** – **муниципальная сеть**, охватывает физическую область больше, чем LAN, но меньше глобальной сети (WAN). Управляется **одной организацией**. Например, это муниципальная сеть небольшого города (к таким сетям можно отнести дополнительно WiMAN, LTE. Но сети такого типа будут относиться уже к беспроводному типу сетей);
- **WAN (Wide Area Network)** – **глобальная сеть**, это сетевая инфраструктура, которая предоставляет **доступ к другим сетям на большом географическом удалении**. К WAN могут относиться сети предприятий, имеющие центральный офис в столице и много филиалов по стране или сети Интернет-провайдеров (ISP). Сам Internet, по большому счету, тоже является частным случаем WAN.

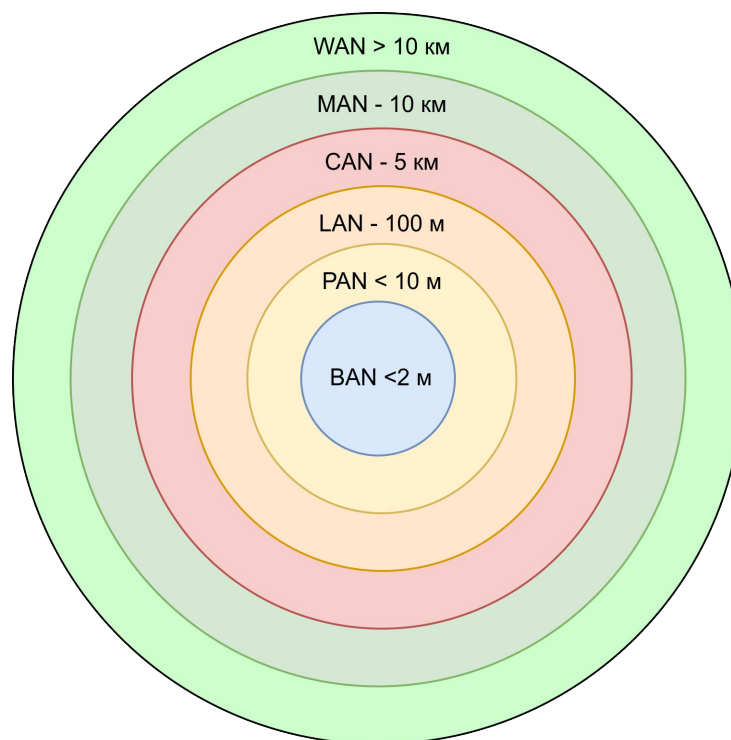


Рисунок 1.4.1.1. – Сети различных масштабов

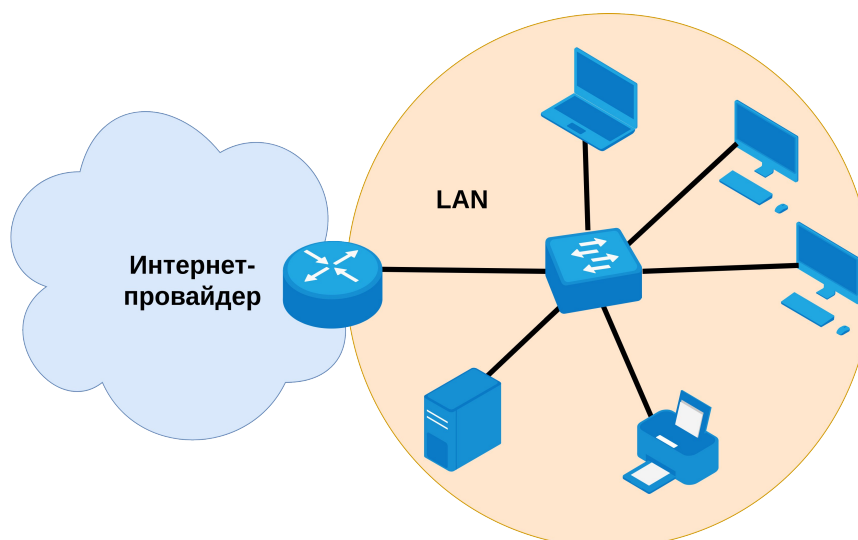


Рисунок 1.4.1.2. – Пример локальной сети

Как указывалось ранее, локальные сети предоставляют доступ оконечным устройствам на небольшой территории. Ниже представлены некоторые особенности таких сетей:

- Обычно администрированием локальных сетей занимается одна небольшая организация либо частное лицо;
- Данные сети связывают оконечные устройства в помещениях, например, в офисном здании, школе или вузе;
- LAN обеспечивает высокую скорость для пользователей, а также низкий уровень ошибок при передаче данных.

Глобальные сети

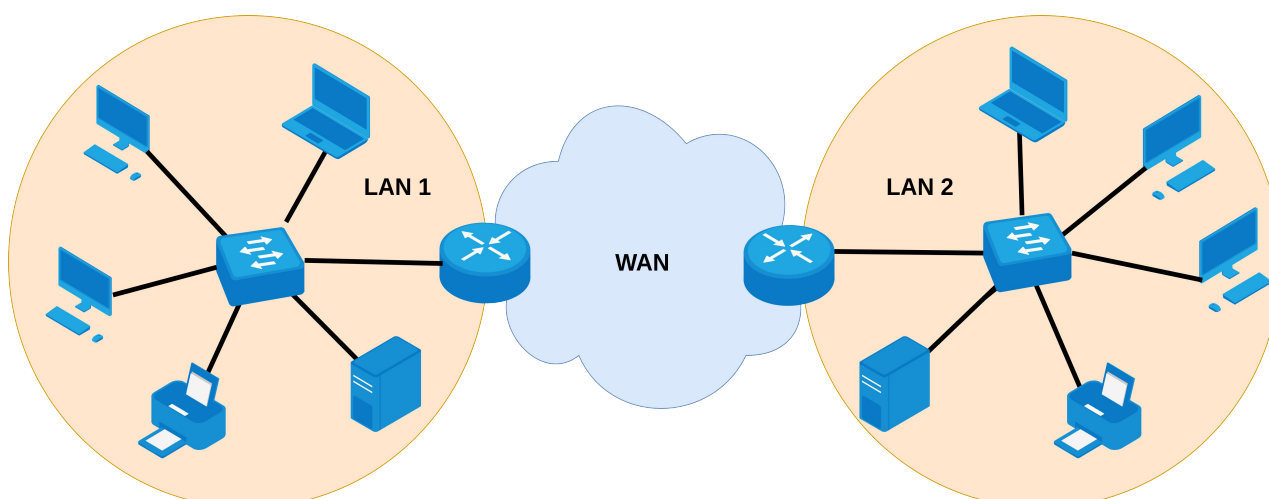


Рисунок 1.4.1.3. – Пример глобальной сети

Глобальная сеть – это сеть, охватывающая большую территорию и, чаще всего, управляемая Интернет-провайдерами или операторами связи. Ниже рассмотрены основные особенности глобальных сетей:

- Сети WAN рассчитаны на практически неограниченное число оконечных устройств;
- Скорость передачи данных чаще всего ниже, чем в локальной сети;

- Управление такими сетями обычно находится в зоне ответственности операторов связи;
- Глобальные сети связывают локальные сети в больших географических зонах: на уровне городов или стран.

Обособленные и конвергентные сети

Компьютерные (или вычислительные) сети получили именно такое название, потому что в самом начале своей истории они использовались только для соединения компьютеров. Применяемые в то время технологии не всегда обеспечивали качественную передачу трафика данных, не говоря уже про голос или видео. Для голосового общения существовала отдельная телефонная сеть, а для передачи телевизионного сигнала – отдельные кабельные сети. Как это выглядело, продемонстрировано на рисунке 1.4.1.5.

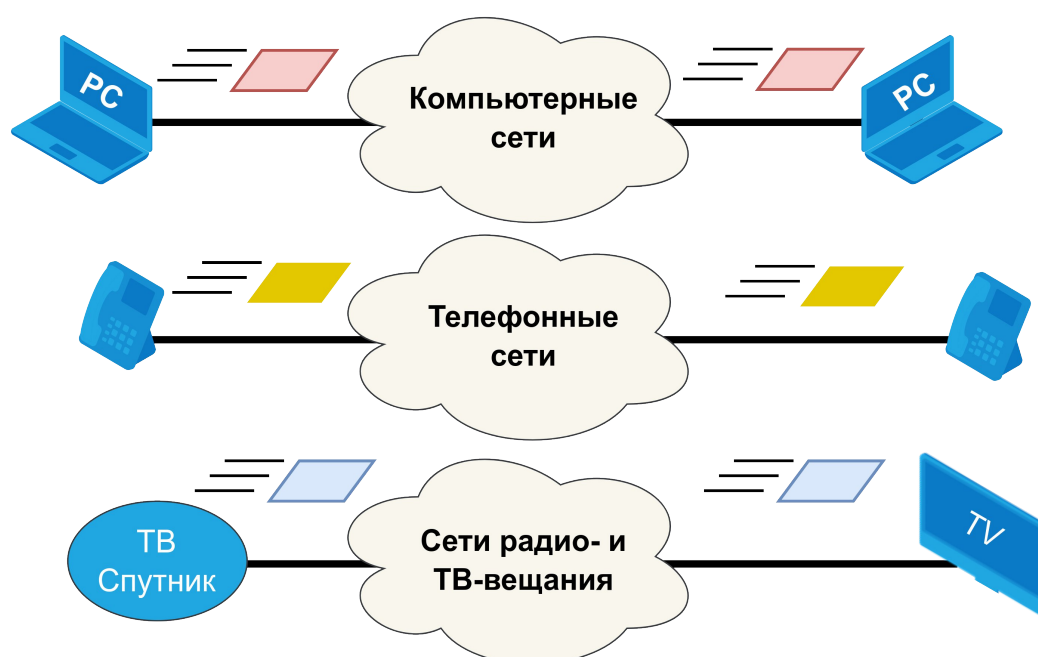


Рисунок 1.4.1.5. – Обособленные сети

С развитием сетевых технологий пропускная способность и надежность компьютерных сетей стали позволять передавать все больше различного трафика в цифровом виде, следовательно, сделали возможным прокладку всего одной сети вместо трех-четырех обособленных. Что позволило добиться удешевления построения сети. Поэтому сегодня компьютерные сети не столько компьютерные, сколько конвергентные (объединенные), то есть, способны передавать трафик различного рода и различного назначения. Объединенные сети позволили сэкономить на построении отдельных сетей для отдельных сервисов. Принцип работы конвергентной сети показан на рисунке 1.4.1.6.

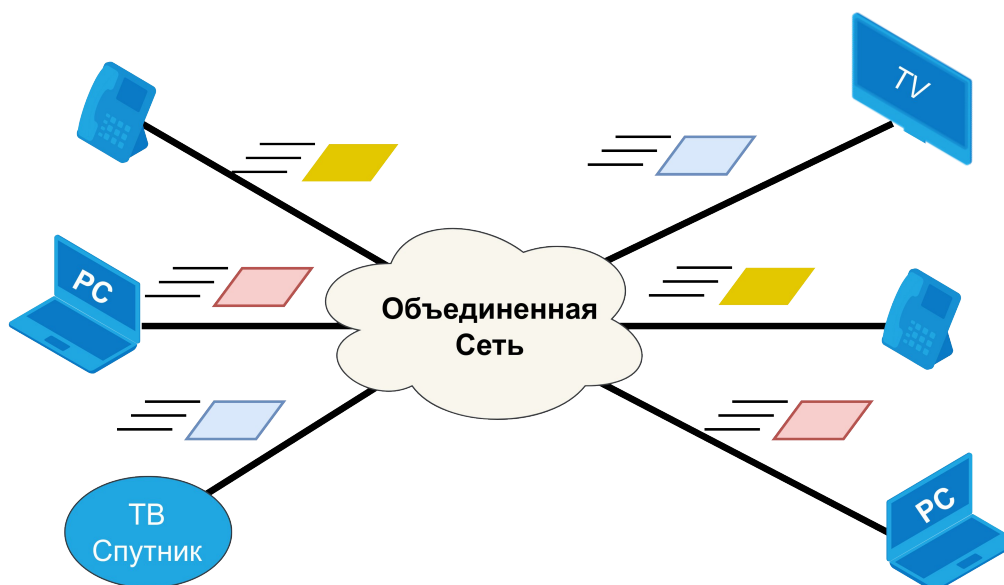


Рисунок 1.4.1.6. – Объединенная (конвергентная) сеть

1.4.2. Сети различные по архитектуре

Оконечные устройства, которые подключены к сети и участвуют в обмене информацией, называются **узлами** (англ. *hosts*).

Серверы – это компьютеры с установленным специализированным ПО, позволяющим предоставлять различные данные другим оконечным устройствам (клиентам).

Клиенты – это тоже компьютеры, но имеющие ПО, которое позволяет запрашивать информацию у сервера и отображать ее. Клиент может использовать одновременно различные типы клиентского программного обеспечения: например, осуществлять через веб-браузер поиск какой-либо информации и одновременно прослушивать музыку онлайн.

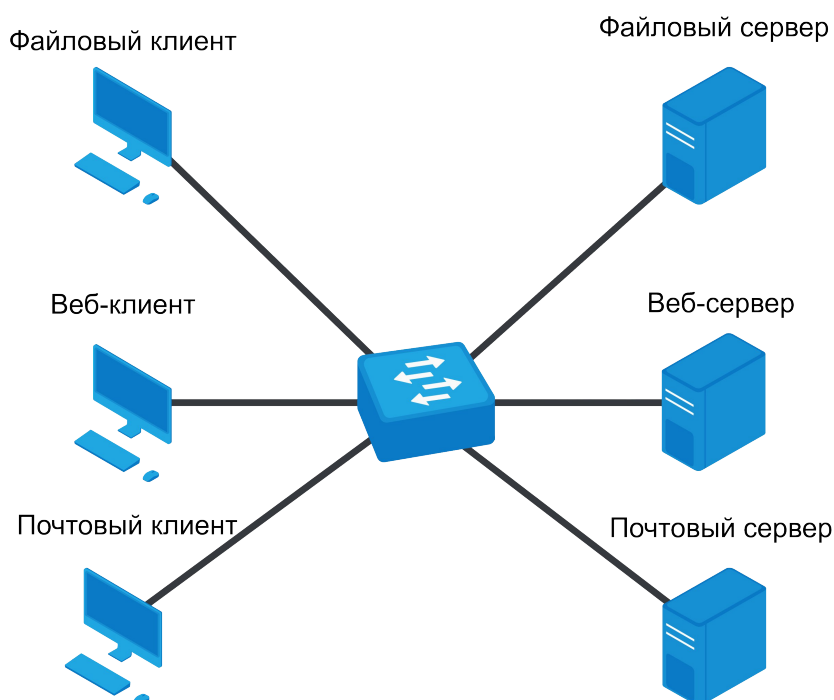


Рисунок 1.4.2.1. – Пример сети с архитектурой «клиент-сервер»

Способ организации сети, при котором существует явное разделение устройств и их специализация на предоставление информации и сервисов (серверы) и потребление информации и сервисов (клиенты), называется архитектурой «клиент-сервер». В таблице 1.4.2.1. представлены основные преимущества и недостатки архитектуры «клиент-сервер».

Для построения сети по архитектуре «клиент-сервер» в сети должен присутствовать выделенный компьютер или специально собранный сервер, предназначенный для выполнения серверных задач. Все зависит от требований, предъявляемых к серверу и задач, которые сервер будет выполнять.

Например, чтобы организовать работу веб-сервера или сервера электронной почты, необходимо настроить непосредственно на серверах определенное ПО, дающее возможность развернуть необходимые службы. Каждый сервер в сети может обслуживать сразу несколько клиентов (иногда несколько тысяч клиентов, – все зависит от типа решаемых задач и масштабов организации).

На рисунке 1.4.2.1 приведена схема сети с архитектурой «Клиент-Сервер» в которой выделены 3 отдельных сервера: файловый, почтовый и веб-сервер. На самом деле многое зависит от масштаба организации и количества сотрудников, которые работают в ней. Если реализация серверной части производится в рамках малого предприятия, то все эти серверные службы могут быть развернуты на одном сервере. А каждому сотруднику необходимо установить на рабочее место набор клиентского ПО для взаимодействия с серверными службами.

К преимуществам архитектуры «клиент-сервер» относится централизованное управление. Сети с выделенным сервером проще обслуживать, изменяя или обновляя ресурсы или программное обеспечение в одном месте, которое будет доступно всем клиентам, подключенным к сети.

Чаще всего роли сервера и клиента выполняют разные компьютеры, однако установить клиентское и серверное ПО можно и на один узел; в этом случае он будет выполнять две роли одновременно. Сети, в которых серверы являются и клиентами, и серверами, называются *одноранговыми*.

Таблица 1.4.2.1. Преимущества и недостатки архитектуры «клиент-сервер»

Преимущества	Недостатки
ПК с серверным программным обеспечением или с серверным приложением имеет возможность обслуживания множества клиентов одновременно	Необходимость установки клиентского ПО для каждого сервиса
ПК может использовать несколько типов клиентских сервисов одновременно	Требуются расходы на оборудование и монтаж сети
Централизованное управление	
Масштабируемость	

Одноранговые сети чаще всего встречаются среди домашних сетей. Например, в домашней сети могут быть два компьютера, соединенных кабелем напрямую. Один из компьютеров может выступать в роли файлового сервера, предоставляя общий доступ к определенной папке, в то время как другой компьютер будет выступать в роли клиента, обращающегося к этой папке. В такой же домашней сети ко второму компьютеру может быть подключен принтер через USB-порт, и этот компьютер будет выступать в роли принт-сервера, предоставляя возможность печати по сети, в то время как первый компьютер будет выступать в роли клиента, отправляющего задания на печать.

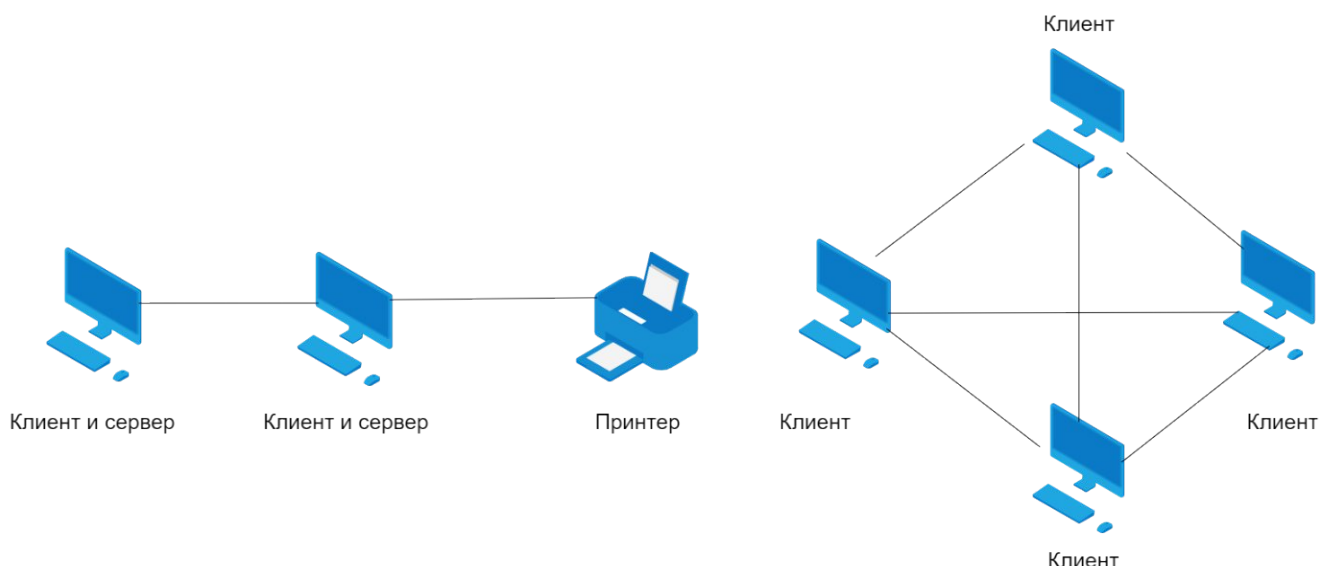


Рисунок 1.4.2.2. – Пример сетей с одноранговой архитектурой

Другим ярким примером одноранговых сетей являются так называемые *пиринговые* сети (от англ. *peer* – *равный*), которые на заре становления Интернет-сообщества широко использовались для обмена программными и видео продуктами. В таких сетях пользователь предоставлял ресурсы своего компьютера для хранения информации, разрешая другим пользователям загружать ее (в этом случае компьютер пользователя выступал в роли сервера), и одновременно сам получал право на доступ к ресурсам других пользователей (здесь компьютер пользователя выступал уже в роли

клиента).

Таблица 1.4.2.2 – Преимущества и недостатки одноранговой архитектуры

Преимущества	Недостатки
Легкость использования для простых задач	Невысокая скорость обработки запросов
Значительное сокращение расходов на дополнительные сетевые устройства	Сложность масштабируемости
Простота настройки	Отсутствие централизованного управления
	Недостаточная безопасность

1.5. Применение компьютерных сетей

Компьютерные сети применяются для общения, обучения, развлечения и работы.

В современном обществе возникли новые формы взаимодействия, которые дают возможность создания и распространения информации для большой аудитории. Вот примеры таких форм:

- **Система обмена мгновенными сообщениями (*messengers*)** – это связь в режиме реального времени между двумя и более участниками. Кроме обмена текстом, здесь есть возможность передавать картинки, фото с камеры, пересылать файлы, использовать голосовую и видеосвязь, – все подобно тому, как это происходит, к примеру, в системе Telegram;
- **Социальные сети** – интерактивные веб-сайты, где люди и сообщества создают пользовательские записи и делятся ими с друзьями, коллегами и всем миром;
- **Средства совместной работы** – приложения, предоставляющие сотрудникам возможность вместе работать над документами и файлами: использовать текст, графику и редактировать материал без ограничений местоположения или часового пояса. Сотрудники с общим доступом к системе могут общаться друг с другом через различные дополнительные приложения в режиме реального времени. Это особенно актуально для осуществления совместной работы над проектом группой людей, находящихся в разных регионах. Примеры таких приложений: *Яндекс.Диск*, *Git* и *GoogleDocs*;
- **Веб-дневники (блоги). Блог** (сокращ. от англ. *Web-log*) – это веб-страницы на специализированном сервисе, в которых регулярно обновляются и добавляются записи одного пользователя. Они могут содержать текст, изображения, аудио/видео и в основном посвящены определенной тематике. Блоги существуют практически по любой теме, а вокруг популярных авторов блогов – блогеров – часто формируются сообщества пользователей. В последние годы в связи с растущей доступностью Интернета, все большей популярностью пользуются не текстовые, а видеоблоги (*RuTube*, *VKVideo* и др.);

- **Вики-ресурсы, вики** – это веб-страницы, которые создают, редактируют и просматривают вместе группы людей. Эти ресурсы могут быть разработаны в несколько этапов любым пользователем без поддержки крупного коммерческого предприятия. Самый яркий пример – Википедия, ставшая всеобъемлющим ресурсом, Интернет-энциклопедией материалов, предоставленных в общественное пользование;
- **Создание подкастов** – это периодическое и тематическое создание и распространение файлов на основе аудио- или видео-контента, которое можно скачать на локальное устройство и затем воспроизводить в любое удобное время. Эти разговорные аудио- или видео-записи приходят к нам на смену радио и телевидения;
- **Веб-конференции и дистанционное обучение** позволяют общаться как с отдельными собеседниками, так и с целыми группами, вести дистанционные совещания и лекции, делиться идеями, принимать экзамены и зачеты и т.д. Для таких сервисов особенно важно «качество» сети и приоритизация трафика, о которых мы расскажем далее в нашем курсе;
- **IP-телефония** позволяет быстро и гибко «провести» связь в офис или в дом, выбрать удобный для клиентов номер, записывать разговоры, анализировать аудиторию звонящих и правильно таргетировать (то есть настраивать под целевую аудиторию) рекламные сообщения.

В традиционном обучении основными источниками знаний были преподаватель и учебник, но эти источники были ограничены по формату и времени. В современном образовании к этим источникам добавляются такие широкие возможности как: обмен учебными материалами в самых разных форматах, интерактивные занятия и задания, контрольные работы и обратная связь, создание виртуальных классов и видео уроков, использование удаленного и мобильного обучения, вне зависимости от географического местоположения преподавателя. Кроме того, изменилось управление и администрирование образования. Некоторые функции в режиме онлайн включают в себя регистрацию учащегося, выставление оценок и отслеживание его знаний.

В современных развлечениях компьютерные сети играют далеко не последнюю роль. Есть возможность онлайн посещать места, музеи любой страны мира или же запланировать через Интернет реальные поездки. Отмечать на карте мира свои путешествия, размещать истории, фотографии, отзывы и комментарии своих приключений в Интернете для других пользователей. Причем через Интернет можно слушать музыку, читать книги, смотреть фильмы, трансляции в режиме реального времени, скачивать файлы, играть в онлайн-игры, делиться впечатлениями с людьми, которые находятся далеко от нас, обмениваться спортивными новостями и отзывами специалистов по интересующей теме. Рынки Интернет-торговли и сайты аукционов позволяют приобрести, продать и обменять всевозможные виды товаров и услуг.

В работе компьютерные сети изначально использовались для управления финансовой информацией, информацией о заказчике и системой начисления заработной платы. С развитием сетей появилась возможность использовать электронную почту, видеоконференции, обмен сообщениями и цифровую телефонию.

При этом компьютерные сети дают возможность сократить время и затраты на

обмен информацией: сделать экономически выгодным онлайн-обучение персонала, сократив длительные и дорогостоящие командировки, при сохранении гарантий качественного обучения сотрудников.