РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ДРУЖБЫ НАРОДОВ

Обзор архитектур распределенных систем и локальных сетей

Устинова Виктория Вадимовна, НПИбд-01-24

Содержание

# Оглавление

[1. Вводная часть](#вводная-часть)

[*1.1.* *Введение*](#Xbc38739b0f005041c0705ef593db4563c2b8a28)

[*1.2.* *Актуальность*](#X2577a8587da8e73fa5b6d6acae7076f6d5d84e8)

[*1.3.* *Объект и предмет исследования*](#X42a27a05878ac6d3ef9139cef3878bfb3b6284a)

[*1.4.* *Научная новизна*](#X54aaa40c43978fd8d7e02a350bdd27372561f78)

[*1.5.* *Практическая значимость работы*](#Xd90f589420a5386ecceb134766c3293a3be685f)

[2. Цель, гипотеза, задачи исследования](#цель,-гипотеза,-задачи-исследования)

[3. Содержание исследования](#cодержание-исследования)

[*3.1.* Архитектуры распределенных систем](#X5130eba95131fc353e4f4099bf8187f43ef0735)

[*3.2.* Архитектуры локальных сетей](#Xb75669d3584a05d7215439c69c08976ea665b37)

[*3.3.* Сравнительный анализ архитектур](#X9ed0ab5e078ce25d206990ab85bec5fa232c286)

[*3.4.* Тенденции развития](#X30e218fcd49ffd90aeb418144b9737f28b4e589)

[4. Анализ и практическая значимость достигнутых результатов](#Xe671aebeee040b930258adad1ee8ca586b010a1)

[5. Выводы](#выводы)

[6. Список литературы](#список-литературы)

# 1 Вводная часть

1. *Введение*

В современном мире информационные технологии играют ключевую роль практически во всех сферах деятельности. От обработки транзакций в банковской системе до управления производственными процессами и предоставления развлекательного контента – все это невозможно представить без эффективной и надежной инфраструктуры, построенной на базе вычислительных систем. В связи с постоянным ростом объемов данных, усложнением задач и увеличением числа пользователей, традиционные централизованные системы уступают место распределенным системам и локальным сетям, которые предлагают масштабируемость, отказоустойчивость и высокую производительность.

1. *Актуальность*

Актуальность изучения архитектур распределенных систем и локальных сетей обусловлена несколькими ключевыми факторами:

• Рост объемов данных и потребности в масштабируемости: Современные приложения, такие как социальные сети, потоковые сервисы и платформы электронной коммерции, обрабатывают огромные объемы данных в режиме реального времени. Распределенные системы, благодаря своей способности распределять нагрузку между несколькими узлами, позволяют эффективно масштабировать вычислительные ресурсы и обеспечивать необходимую производительность.

• Необходимость обеспечения отказоустойчивости и доступности: Критические системы, такие как банковские системы и системы управления воздушным движением, должны быть доступны 24/7. Распределенные системы, спроектированные с учетом принципов избыточности и резервирования, позволяют минимизировать время простоя и обеспечивать непрерывную работу даже в случае отказа отдельных компонентов.

• Развитие технологий облачных вычислений: Облачные платформы, предоставляющие вычислительные ресурсы по требованию, построены на базе распределенных систем. Понимание архитектур распределенных систем необходимо для эффективного использования облачных сервисов и разработки облачных приложений.

• Повышение производительности и эффективности: Распределенные вычисления позволяют распараллеливать задачи и выполнять их одновременно на нескольких узлах, что значительно сокращает время обработки и повышает эффективность использования вычислительных ресурсов.

• Развитие Интернета вещей (IoT): IoT подразумевает подключение к сети множества устройств, генерирующих огромные объемы данных. Локальные сети, интегрированные с распределенными системами, играют важную роль в сборе, обработке и анализе этих данных, обеспечивая функционирование “умных” городов, “умного” производства и других приложений IoT. Таким образом, понимание принципов построения и функционирования архитектур распределенных систем и локальных сетей является критически важным для специалистов в области информационных технологий, разработчиков программного обеспечения, системных администраторов и всех, кто занимается проектированием, разработкой и эксплуатацией современных информационных систем. Данный обзор архитектур позволит лучше ориентироваться в разнообразии существующих решений и выбирать наиболее подходящие варианты для конкретных задач.

1. *Объект и предмет исследования*

• Объект исследования: Информационные системы, функционирующие на базе распределенных архитектур и локальных сетей.

• Предмет исследования: Архитектуры распределенных систем (клиент-сервер, пиринговые, облачные, микросервисные) и локальных сетей (Ethernet, Wi-Fi, Token Ring), их характеристики, принципы функционирования, преимущества и недостатки, а также их взаимодействие.

1. *Научная новизна*

Научная новизна заключается в:

• Систематизации классификаций: Разработке четкой классификации архитектур, учитывающей современные тенденции и технологии.

• Сравнительном анализе: Проведении детального сравнительного анализа различных архитектур по ключевым параметрам, таким как масштабируемость, отказоустойчивость, производительность, стоимость и сложность реализации.

• Выявлении тенденций развития: Определении основных направлений развития архитектур распределенных систем и локальных сетей, таких как переход к бессерверным вычислениям, развитие edge computing и внедрение новых сетевых протоколов.

1. *Практическая значимость работы*

Результаты исследования могут быть использованы:

• Разработчиками программного обеспечения: Для выбора наиболее подходящей архитектуры для разрабатываемых приложений.

• Системными архитекторами: Для проектирования и развертывания эффективных и надежных информационных систем.

• Сетевыми администраторами: Для оптимизации работы локальных сетей и обеспечения безопасности сетевой инфраструктуры.

• Студентами и преподавателями: В качестве учебного материала для изучения архитектур распределенных систем и локальных сетей.

# 2 Цель, гипотеза, задачи исследования

Цель: Предоставить всесторонний обзор архитектур распределенных систем и локальных сетей, выявить их ключевые особенности и области применения.

Гипотеза: Правильный выбор архитектуры распределенной системы и локальной сети является критически важным для обеспечения требуемой производительности, масштабируемости, отказоустойчивости и безопасности информационной системы.

Задачи исследования:

• Изучить основные архитектуры распределенных систем: клиент-сервер, пиринговые, облачные, микросервисные.

• Исследовать различные типы локальных сетей: Ethernet, Wi-Fi, Token Ring.

• Провести сравнительный анализ архитектур распределенных систем и локальных сетей по ключевым параметрам.

• Выявить основные тенденции развития в области архитектур распределенных систем и локальных сетей.

• Определить критерии выбора подходящей архитектуры для конкретных задач.

# 3 Содержание исследования

1. *Архитектуры распределенных систем*

1.1 Клиент-серверная архитектура:

• Принципы работы: Разделение ответственности между клиентами (запрашивающими ресурсы) и серверами (предоставляющими ресурсы). Клиенты отправляют запросы серверам, которые обрабатывают эти запросы и возвращают результаты. Использование протоколов для обмена данными (например, HTTP, SMTP).

• Преимущества: Простота реализации, централизованное управление ресурсами, относительная безопасность (за счет контроля доступа на сервере).

• Недостатки: Единая точка отказа (выход из строя сервера может привести к недоступности всей системы), ограниченная масштабируемость (при увеличении нагрузки на сервер может потребоваться его модернизация или замена). Примеры: Web-серверы (Apache, Nginx), базы данных (MySQL, PostgreSQL), файловые серверы.

• Вариации: Трехзвенная архитектура (клиент - сервер приложений - сервер баз данных), использование балансировщиков нагрузки для распределения трафика между несколькими серверами.

1.2 Пиринговая архитектура (P2P):

• Принципы работы: Все узлы сети равноправны и могут выступать как в роли клиентов, так и в роли серверов. Децентрализация управления, распределение ресурсов между всеми участниками сети. Использование протоколов для поиска и обмена файлами (например, DHT, Kademlia).

• Преимущества: Высокая масштабируемость (добавление новых узлов увеличивает ресурсы сети), отказоустойчивость (отказ одного узла не влияет на работу всей сети), отсутствие централизованной точки отказа.

• Недостатки: Сложность управления, вопросы безопасности (сложно контролировать контент, распространяемый в сети), юридические проблемы (нарушение авторских прав). Примеры: BitTorrent (обмен файлами), файлообменные сети (Gnutella, eDonkey2000), блокчейн-сети (Bitcoin, Ethereum).

• Вариации: Структурированные P2P сети (с организованной структурой поиска), неструктурированные P2P сети (с произвольной структурой).

1.3 Облачные архитектуры:

Обзор различных моделей облачных вычислений (IaaS, PaaS, SaaS):

• IaaS (Infrastructure as a Service): Предоставление доступа к вычислительным ресурсам (серверы, хранилища, сети) через Интернет. Пользователь имеет полный контроль над инфраструктурой.

• PaaS (Platform as a Service): Предоставление платформы для разработки, развертывания и управления приложениями. Пользователь не управляет инфраструктурой, а фокусируется на разработке приложения.

• SaaS (Software as a Service): Предоставление доступа к готовому программному обеспечению через Интернет. Пользователь не управляет ни инфраструктурой, ни платформой, а просто использует приложение.

• Принципы работы: Использование виртуализации для создания и управления виртуальными машинами и контейнерами. Автоматизация управления ресурсами, эластичность (возможность динамического изменения объема ресурсов).

• Преимущества: Масштабируемость (возможность быстрого увеличения или уменьшения ресурсов), доступность (высокая надежность за счет использования резервных ресурсов), экономия затрат (оплата только за используемые ресурсы), упрощение управления (передача управления инфраструктурой провайдеру облачных услуг).

• Недостатки: Зависимость от провайдера (возможность сбоев в работе облачного сервиса), вопросы безопасности (необходимость защиты данных, хранящихся в облаке), проблемы конфиденциальности (передача данных третьей стороне). Примеры: AWS (Amazon Web Services), Azure (Microsoft Azure), GCP (Google Cloud Platform).

1.4 Микросервисные архитектуры:

• Принципы разбиения приложений на небольшие, независимые сервисы: Каждый сервис выполняет определенную функцию и может быть разработан, развернут и масштабирован независимо от других сервисов. Использование API для взаимодействия между сервисами.

• Преимущества: Масштабируемость (возможность масштабирования отдельных сервисов в зависимости от нагрузки), гибкость (возможность быстрого изменения и добавления новых сервисов), независимое развертывание (возможность развертывания и обновления сервисов без остановки всего приложения), улучшенная отказоустойчивость (отказ одного сервиса не влияет на работу других сервисов).

• Недостатки: Сложность управления (необходимость координации большого количества сервисов), необходимость использования инструментов оркестровки контейнеров (например, Kubernetes), сложность отладки (сложность выявления и устранения ошибок в распределенной системе), вопросы консистентности данных (необходимость обеспечения согласованности данных между различными сервисами). Примеры: Netflix, Spotify, Amazon.

• Вариации: Использование различных шаблонов проектирования микросервисов (например, API Gateway, Service Discovery, Circuit Breaker).

1. *Архитектуры локальных сетей*

2.1 Ethernet:

• Описание стандарта: IEEE 802.3. Использование кабелей (витая пара, оптоволокно) для передачи данных.

• Различные топологии (звезда, шина):

• Звезда: Все устройства подключены к центральному концентратору или коммутатору. Преимущества: Простота установки и обслуживания, высокая отказоустойчивость (отказ одного устройства не влияет на работу других).

• Шина: Все устройства подключены к одному кабелю. Недостатки: Низкая отказоустойчивость (повреждение кабеля может привести к отключению всей сети), ограничение по длине кабеля.

• Протоколы (CSMA/CD): Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection. Протокол для предотвращения коллизий при передаче данных.

• Эволюция Ethernet (Fast Ethernet, Gigabit Ethernet, 10 Gigabit Ethernet, 40 Gigabit Ethernet, 100 Gigabit Ethernet, и т.д.): Постоянное увеличение скорости передачи данных.

2.2 Wi-Fi:

• Описание стандарта (IEEE 802.11): Использование радиоволн для передачи данных. Различные версии стандарта (802.11a, 802.11b, 802.11g, 802.11n, 802.11ac, 802.11ax).

• Принципы работы: Использование точек доступа (Access Points) для подключения устройств к сети. Использование протокола CSMA/CA (Carrier Sense Multiple Access with Collision Avoidance).

• Безопасность (WEP, WPA, WPA2, WPA3): Использование различных протоколов шифрования для защиты данных, передаваемых по Wi-Fi. WEP устарел и не рекомендуется к использованию. WPA2 и WPA3 обеспечивают более надежную защиту.

2.3 Token Ring (устарела):

• Описание принципов работы: Использование маркера (token) для управления доступом к сети. Устройство, владеющее маркером, может передавать данные.

• Топология (кольцо): Устройства подключены к сети в виде кольца.

• Исторический контекст: Разработана компанией IBM, использовалась в основном в корпоративных сетях. В настоящее время практически не используется.

1. *Сравнительный анализ архитектур*

3.1 Сравнение архитектур распределенных систем по:

• Масштабируемости: Возможность увеличения или уменьшения ресурсов системы в зависимости от нагрузки. P2P и облачные архитектуры обладают наилучшей масштабируемостью.

• Отказоустойчивости: Способность системы продолжать работу в случае отказа отдельных компонентов. Облачные и микросервисные архитектуры обладают высокой отказоустойчивостью.

• Производительности: Скорость обработки запросов и передачи данных. Зависит от многих факторов, включая аппаратное обеспечение, сетевую инфраструктуру и оптимизацию программного обеспечения.

• Стоимости: Затраты на оборудование, программное обеспечение, разработку, развертывание и обслуживание системы. Облачные архитектуры могут быть более экономичными в долгосрочной перспективе.

• Сложности реализации: Зависит от сложности архитектуры и требуемых навыков. Микросервисные архитектуры требуют высокой квалификации разработчиков и администраторов.

3.2 Сравнение архитектур локальных сетей по:

• Пропускной способности: Скорость передачи данных. Ethernet (особенно 10 Gigabit Ethernet и выше) обладает наибольшей пропускной способностью.

• Дальности действия: Максимальное расстояние, на которое можно передавать данные. Ethernet ограничен длиной кабеля, Wi-Fi - мощностью сигнала.

• Безопасности: Защита от несанкционированного доступа. Wi-Fi требует использования протоколов шифрования (WPA2, WPA3).

• Стоимости оборудования: Зависит от стоимости оборудования (кабели, коммутаторы, точки доступа).

• Сложности настройки и обслуживания: Wi-Fi может быть проще в настройке, чем Ethernet, но требует более тщательной настройки безопасности.

1. *Тенденции развития*

4.1 Бессерверные вычисления (Serverless):

• Описание принципов работы: Разработчик пишет код, который выполняется в облаке по запросу. Не нужно управлять серверами или инфраструктурой.

• Преимущества: Экономия затрат (оплата только за время выполнения кода), простота развертывания, автоматическое масштабирование.

• Недостатки: Ограничения по времени выполнения, зависимость от провайдера, сложность отладки. Примеры: AWS Lambda, Azure Functions, Google Cloud Functions.

4.2 Edge Computing:

• Описание принципов приближения вычислений к границе сети: Вычисления выполняются на устройствах, расположенных ближе к источникам данных (например, на смартфонах, датчиках, промышленных контроллерах).

• Преимущества: Снижение задержек (уменьшение времени отклика), повышение безопасности (данные не передаются в облако), снижение нагрузки на сеть.

• Примеры: Обработка данных с датчиков IoT, автономное вождение.

4.3 Новые сетевые протоколы:

• QUIC: Новый транспортный протокол, разработанный Google. Обеспечивает более высокую скорость и надежность передачи данных по сравнению с TCP. Используется в Chrome и других приложениях Google.

4.4 Использование искусственного интеллекта (AI) и машинного обучения (ML) в управлении сетями:

• Автоматизация: Автоматическая настройка и оптимизация параметров сети.

• Оптимизация трафика: Динамическое управление маршрутизацией трафика для повышения производительности сети.

• Обнаружение аномалий: Выявление необычного поведения в сети, которое может указывать на проблемы безопасности или неисправности оборудования.

# 4 Анализ и практическая значимость достигнутых результатов

Анализ полученных данных позволяет сделать вывод о том, что выбор архитектуры распределенной системы и локальной сети должен основываться на тщательном анализе требований к конкретному приложению или системе. Не существует универсального решения, подходящего для всех случаев. Например, для критически важных систем, требующих высокой отказоустойчивости, предпочтительнее использовать облачные архитектуры с избыточностью. Для приложений, требующих высокой производительности и низкой задержки, edge computing может быть более подходящим вариантом. Практическая значимость достигнутых результатов заключается в том, что они предоставляют специалистам в области информационных технологий структурированную информацию, необходимую для принятия обоснованных решений при проектировании, разработке и эксплуатации информационных систем.

# 5 Выводы

В заключение, данный доклад предоставляет обзор ключевых архитектур распределенных систем и локальных сетей, их сильных и слабых сторон, а также областей применения. Исследование показало, что выбор подходящей архитектуры является сложной задачей, требующей учета множества факторов, включая требования к производительности, масштабируемости, отказоустойчивости, безопасности и стоимости. Современные тенденции развития в области архитектур распределенных систем и локальных сетей направлены на повышение эффективности, гибкости и безопасности информационных систем. Дальнейшие исследования в этой области будут направлены на разработку новых, более эффективных и надежных архитектур, способных удовлетворить растущие потребности современного мира.

# 6 Список литературы

1. <https://systems.education/foss-distributed-systems-architectures>
2. <https://rb.ru/story/chto-takoe-raspredelennaya-sistema/>
3. <https://dzen.ru/a/Z4ZQFgYSLyYMntjP>
4. <https://www.atlassian.com/ru/microservices/microservices-architecture/distributed-architecture>
5. <https://studfile.net/preview/9536965/page:24/>
6. <https://translated.turbopages.org/proxy_u/en-ru.ru.9003f152-67fd3b87-1dd4b339-74722d776562/https/www.tomshardware.com/reviews/local-area-network-wi-fi-wireless,3020-3.html>
7. <https://dzen.ru/a/XUvZ6pyURgCt5OTI>
8. <https://softintergroup.ru/article/arhitektura-lokalnyh-setey>
9. <https://skyeng.ru/magazine/wiki/it-industriya/chto-takoe-lokalnaia-set/?ysclid=m9ka1mlgsn178538538>