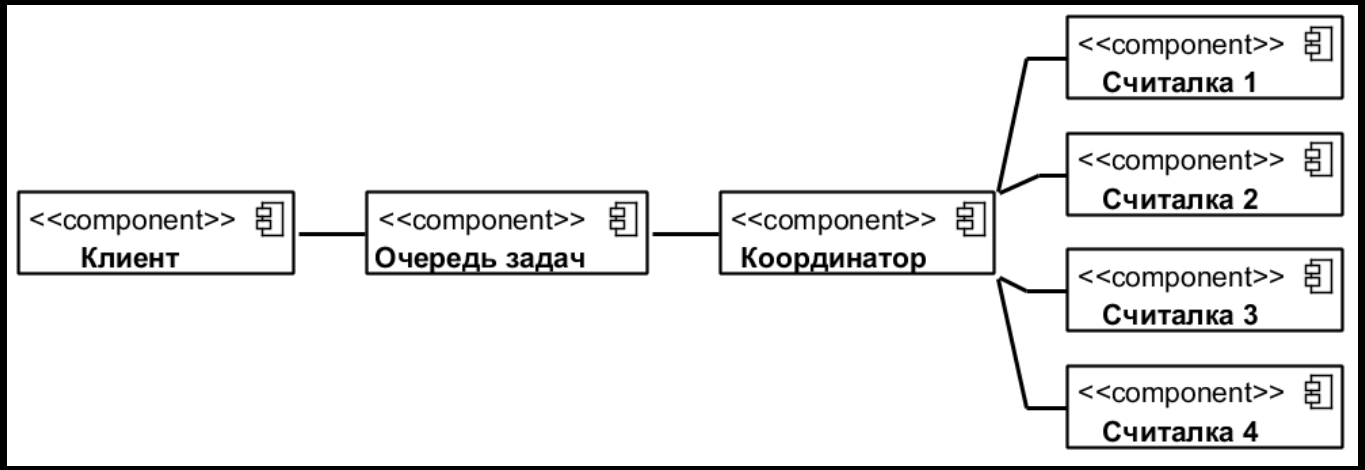
Лекция 13: Проектирование распределённых приложений

Юрий Литвинов
yurii.litvinov@gmail.com

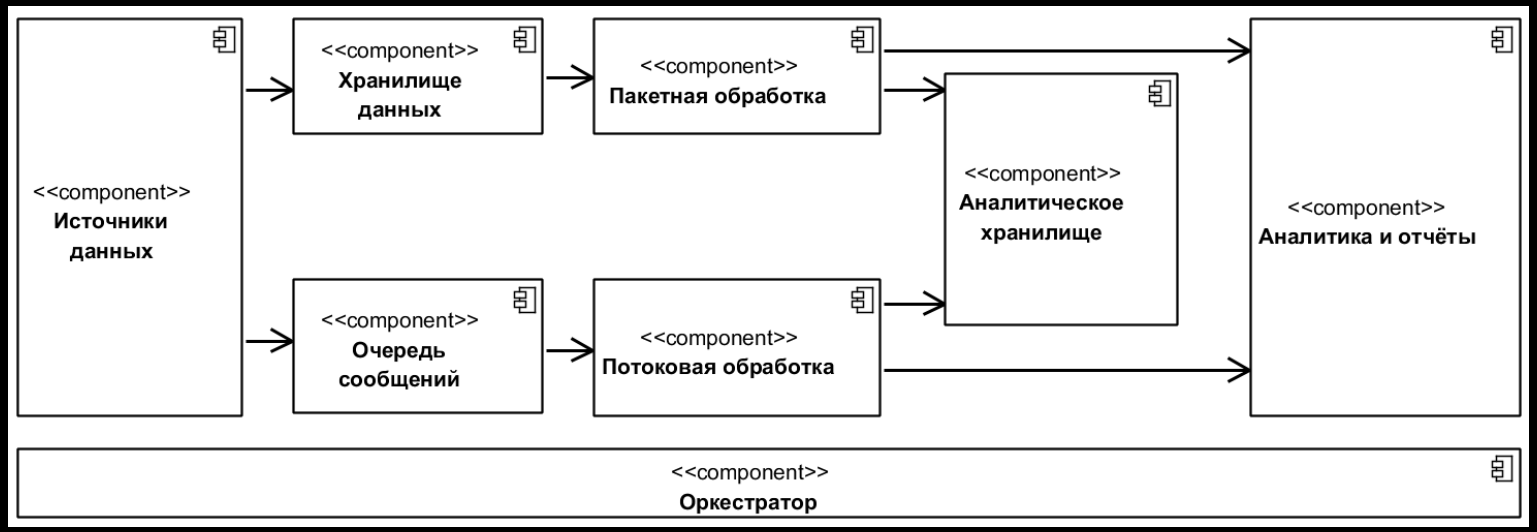
02.05.2022

Big Compute



- Для сверхсложных задач, предполагающих тысячи вычислительных узлов
- Требует «embarrassingly parallel» задачу
- Предполагает использование весьма продвинутых (и дорогих) облачных ресурсов

Big Data

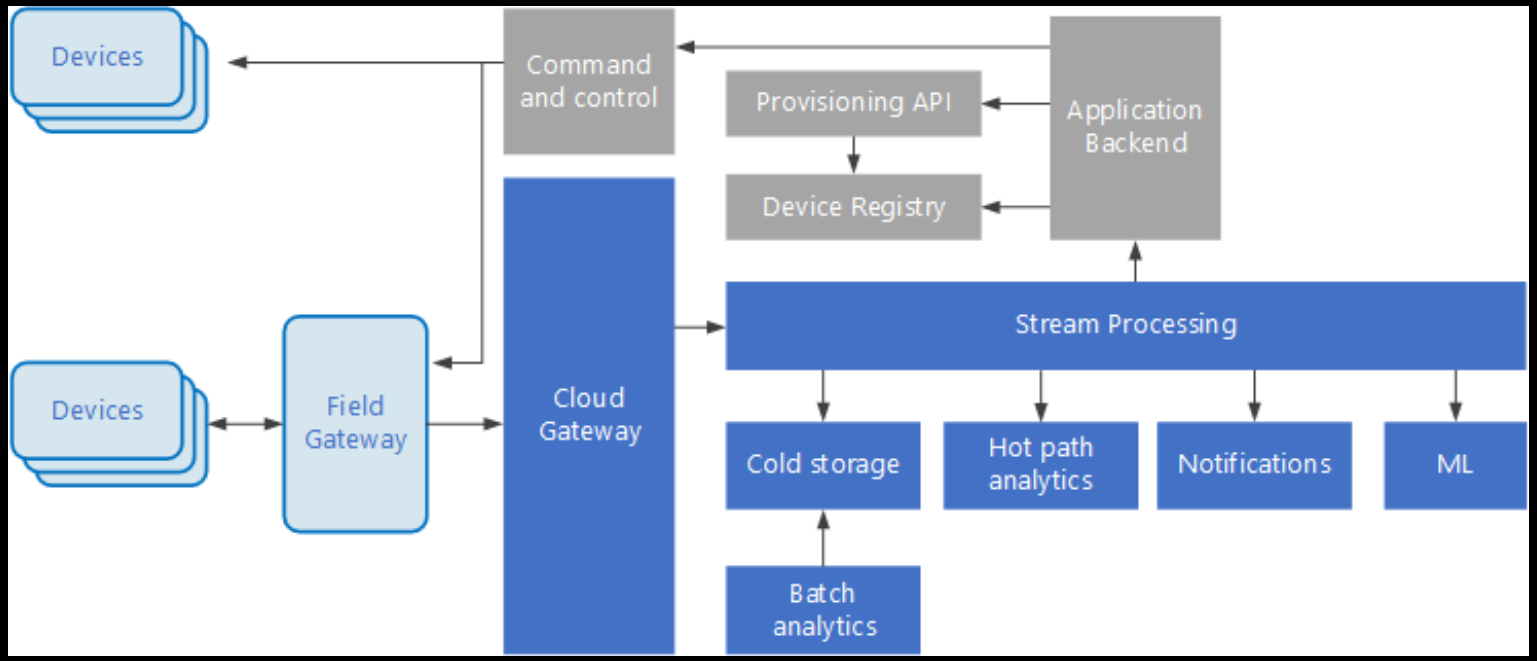


- Для аналитики над большими данными
  - Либо данных много и их можно обрабатывать неторопливо
  - Либо данных много и их надо обрабатывать в реальном времени
- Данные не лезут в обычную СУБД

Big Data, хорошие практики

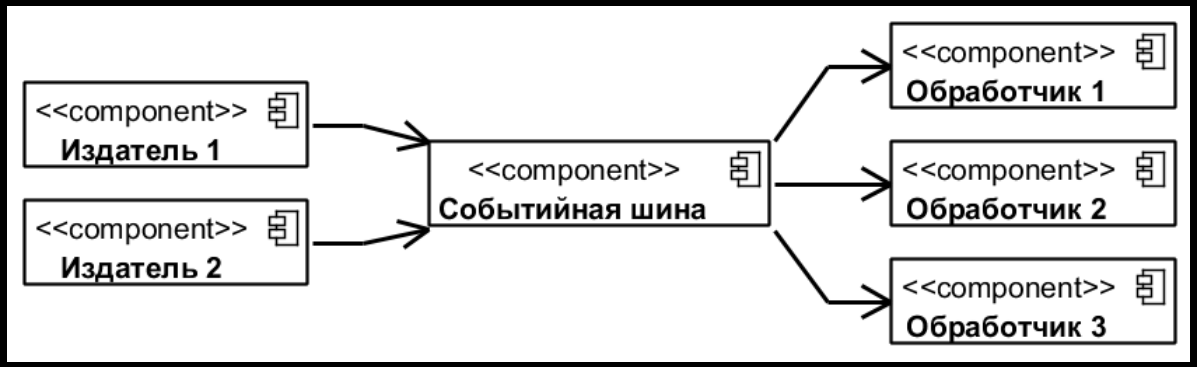
- Распределённые хранение и обработка
  - Например, Apache Hadoop, Apache Spark
- Schema-on-read
  - Data lake — распределённое хранилище слабоструктурированных данных
- Обработка на месте (TEL вместо ETL)
- Разделение данных по интервалам обработки
- Раннее удаление приватных данных

Пример: IoT



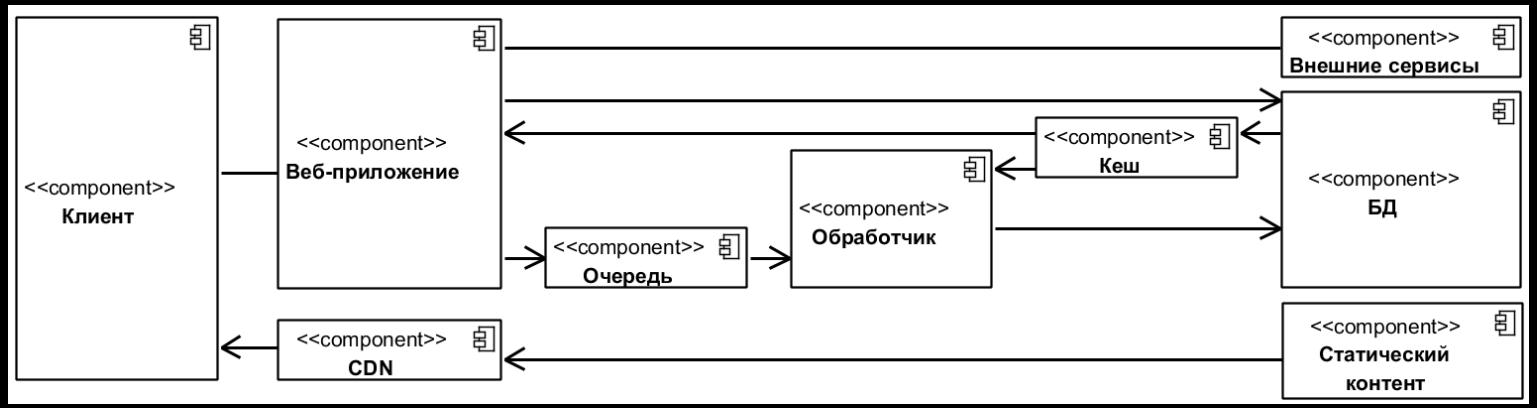
© https://github.com/MicrosoftDocs/architecture-center/blob/main/docs/guide/architecture-styles/big-data.md

Событийно-ориентированная архитектура



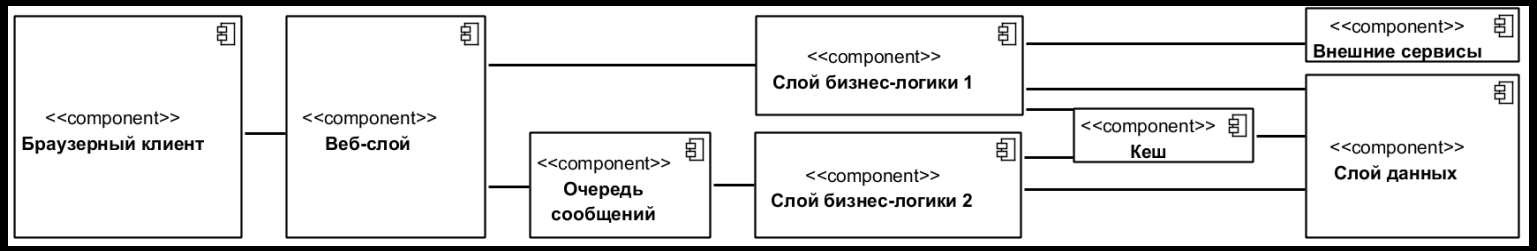
- Для обработки событий в реальном времени
- Бывает двух видов:
  - Издатель/подписчик (например, RabbitMQ)
  - Event Sourcing (например, Apache Kafka)

Web-queue-worker



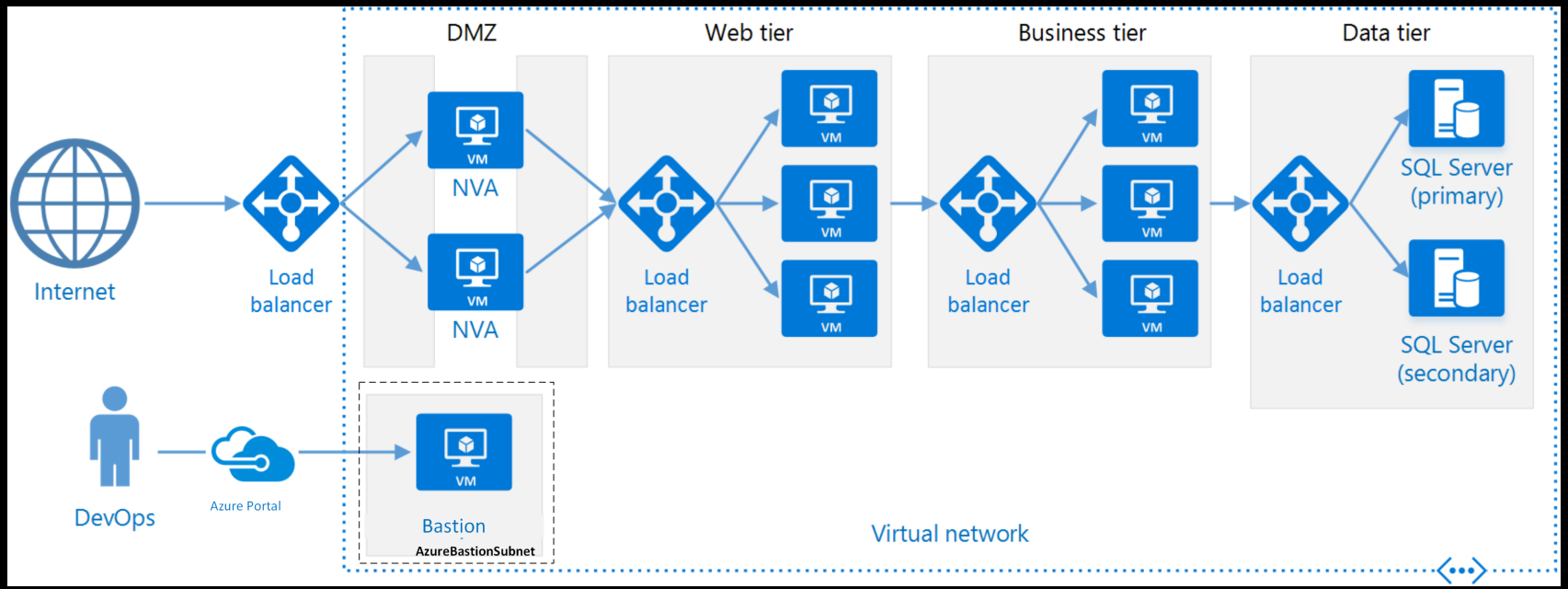
- Для вычислительно сложных задач в несложной предметной области
- Позволяет эффективно использовать готовые сервисы
- Независимое масштабирование фронтенда и обработчика
- Может превратиться в Big Ball of Mud

N-звенная архитектура



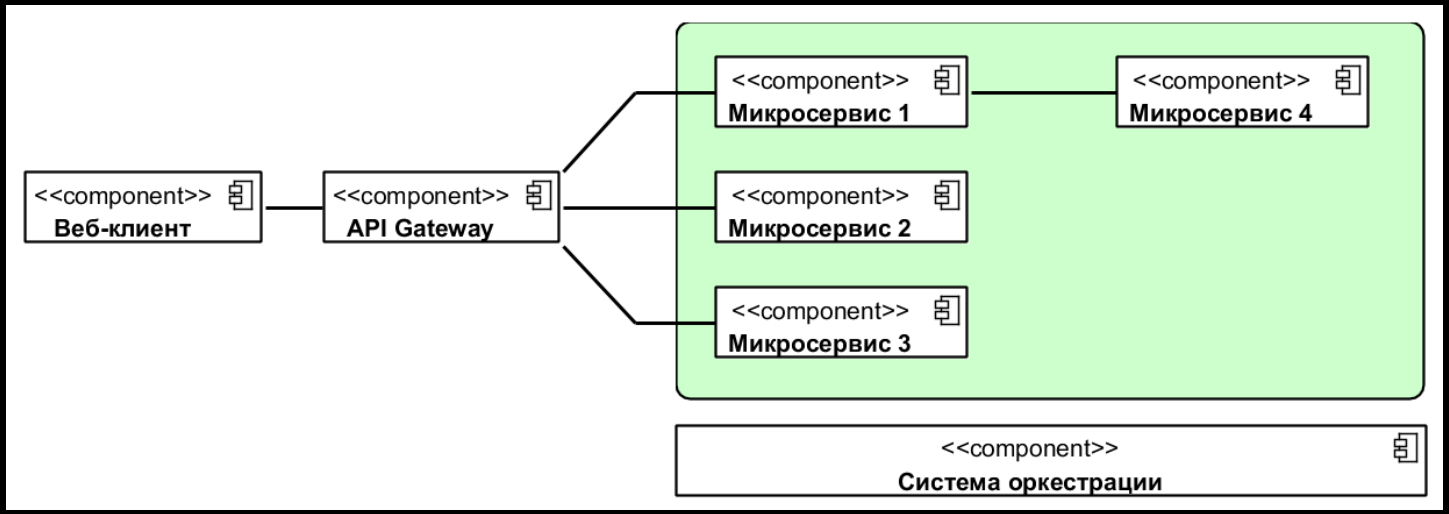
- Для быстрого переноса монолита в облако
- Для простых веб-приложений
- Проблемы с масштабированием и сопровождаемостью

Пример: N-звенное приложение на Azure



© https://github.com/MicrosoftDocs/architecture-center/blob/main/docs/guide/architecture-styles/n-tier.md

Микросервисная архитектура



- Для приложений со сложной предметной областью
- Альтернатива монолиту, со своими достоинствами и недостатками
- Микросервис пишется одним человеком за две недели
  - На самом деле, пишется и поддерживается небольшой командой
- Микросервис — ограниченный контекст в смысле DDD

Особенности

- Каждый микросервис — отдельное приложение
  - Независимость языков и технологий
  - Имеет своё хранилище данных, не имеет права шарить данные
    - В каком-то смысле, объект из ООП
    - Каждому сервису наиболее подходящая СУБД
- Мелкозернистая масштабируемость
- Независимое развёртывание
- Изоляция ошибок
- Маленькая и простая кодовая база

Проблемы

- Сложность перекладывается с реализации на оркестрацию
  - Неочевидно, неразвитые инструменты
  - В целом сложнее, чем рассмотренные выше стили
  - Сложное управление и мониторинг, требуется развитая культура DevOps
  - Сложная в плане управления зависимостями разработка
- Технологический зоопарк
- Нагрузка на сеть
- Сложно поддерживать целостность данных
  - Eventual Consistency

Representational State Transfer (REST)

- Самая популярная сейчас архитектура веб-сервисов
- Передача всего необходимого в запросе
  - Нельзя хранить состояние сессии
- Стандартизованный интерфейс, очень простые запросы
- Стандартные протоколы (в основном поверх HTTP)
- Обычно JSON как формат сериализации
- Кеширование

Интерфейс сервиса

- Коллекции
  - http://api.example.com/customers/
- Элементы
  - http://api.example.com/customers/17
- HTTP-методы (GET, POST, PUT, DELETE), стандартная семантика, стандартные коды ошибок
- Передача параметров прямо в URL
  - http://api.example.com/customers?user=me&access_token=ASFQF

Пример, Google Drive REST API

- GET https://www.googleapis.com/drive/v2/files — список всех файлов
- GET https://www.googleapis.com/drive/v2/files/fileId — метаданные файла по его Id
- POST https://www.googleapis.com/upload/drive/v2/files — загрузить новый файл
- PUT https://www.googleapis.com/upload/drive/v2/files/fileId — обновить файл
- DELETE https://www.googleapis.com/drive/v2/files/fileId — удалить файл

Дизайн REST-интерфейса

- API строится вокруг ресурсов, не действий
  - http://api.example.com/customers/ — хорошо
  - http://api.example.com/get_customer/ — плохо
- Отношения между сущностями: http://api.example.com/customers/5/orders
  - Максимум одно отношение — надо будет, сделают ещё запросы
- API — модель предметной области, не данных
- Семантика HTTP
  - Заголовки Content-Type, Accept
  - Коды возврата (200, 204, 404, 400, 409)
- Механизмы фильтрации и «пагинации»
- Поддержка Partial Content
- Hypertext as the Engine of Application State (HATEOAS)
- Версионирование — не ломать обратную совместимость

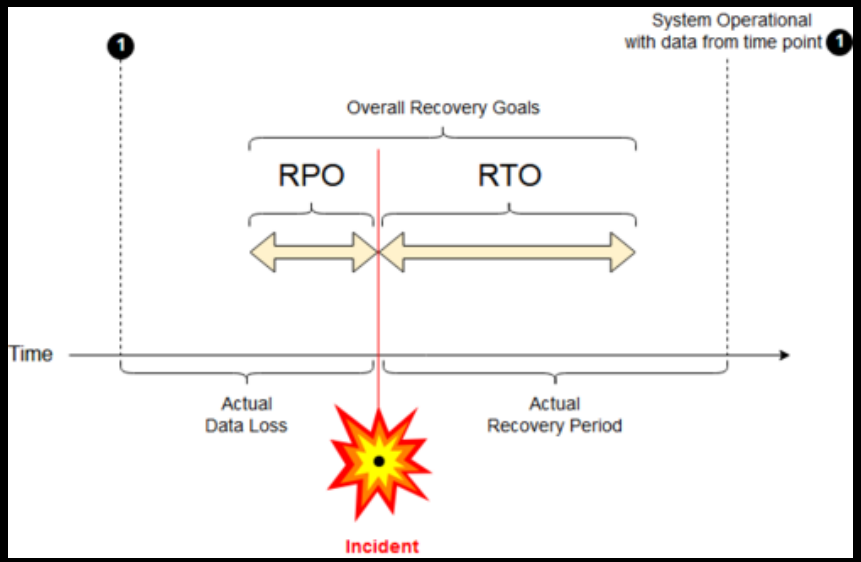
Общие принципы дизайна распределённых приложений

Самовосстановление

- Повтор при временном отказе
- Паттерн «Circuit Breaker»
- API для самодиагностики
- Разделение на изолированные группы ресурсов
- Буферизация запросов
- Автоматическое переключение на резервный экземпляр, ручное обратно
- Промежуточное сохранение
- Плавная потеря работоспособности (graceful degradation)
- Тестирование отказов, Chaos engineering

Избыточность

- Бизнес-требования к надёжности
  - Recovery Time Objective, Recovery Point Objective, Maximum Tolerable Outage
- Балансировщики нагрузки
- Репликация БД
- Разделение по регионам
- Шардирование



© https://en.wikipedia.org/wiki/Disaster_recovery

Минимизация координации

- Доменные события (domain events)
- Паттерн «Command and Query Responsibility Segregation» (CQRS)
- Event Sourcing
- Асинхронные, идемпотентные операции
- Шардирование
- Eventual Consistency, компенсационные транзакции

CAP-теорема

В любой распределённой системе можно обеспечить не более двух из трёх свойств:

- Согласованность данных (Consistency) — во всех вычислительных узлах данные консистентны
- Доступность (Availability) — любой запрос завершается корректно, но без гарантии, что ответы всех узлов одинаковы
- Устойчивость к разделению (Partitioning Tolerance) — потеря связи между узлами не портит ответы
  - Этот пункт в распределённых системах должен быть обеспечен всегда, потому что отказы неизбежны. Остаётся выбрать один из двух

ACID vs BASE

ACID:

- Atomicity — транзакция не применится частично
- Consistency — завершённая транзакция не нарушает целостности данных
- Isolation — параллельные транзакции не мешают друг другу
- Durability — если транзакция завершилась, её данные не потеряются

BASE:

- Basically Available — отказ узла может привести к некорректному ответу, но только для клиентов, обслуживавшихся узлом
- Soft-state — состояние может меняться само собой, согласованность между узлами не гарантируется
- Eventually consistent — гарантируется целостность только в некоторый момент в будущем

Проектирование для обслуживания

- Делать всё наблюдаемым
  - Трассировка, в т.ч. распределённая
  - Логирование
- Мониторинг, метрики
- Стандартизация форматов логов и метрик
- Автоматизация задач обслуживания
- Конфигурация — это код