Дизайн систем машинного обучения

9. Потоковые данные

План курса

1) ~~Практическое применение машинного обучения~~
2) ~~Основы проектирования ML-систем~~
3) ~~Обучающие данные~~
4) ~~Подготовка и отбор признаков~~
5) ~~Выбор модели, разработка и обучение модели~~
6) ~~Оценка качества модели~~
7) ~~Развертывание~~
8) ~~Диагностика ошибок и отказов ML-систем~~
9) **Потоковые данные — Вы находитесь здесь**
10) Жизненный цикл модели
11) Отслеживание экспериментов и версионирование моделей
12) Сложные модели: временные ряды, модели над графами
13) Непредвзятость, безопасность, управление моделями
14) ML инфраструктура и платформы
15) Интеграция ML-систем в бизнес-процессы

Disclaimer

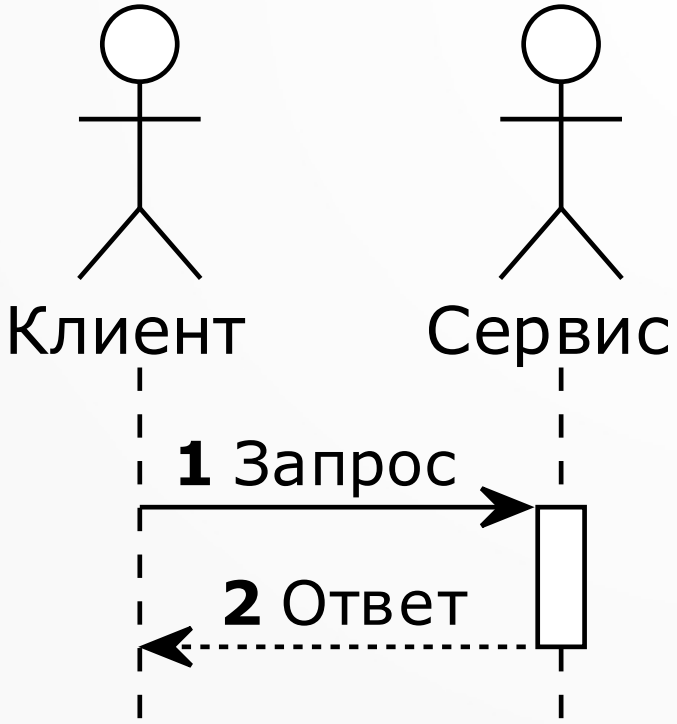
- Это не учебник по распределенным системам
- Это не учебник по потоковым данным
- Это не учебник для датаинженеров

- Вам все равно придется столкнуться с потоковыми данными
- Задача лекции: показать, что бывает и как гуглить

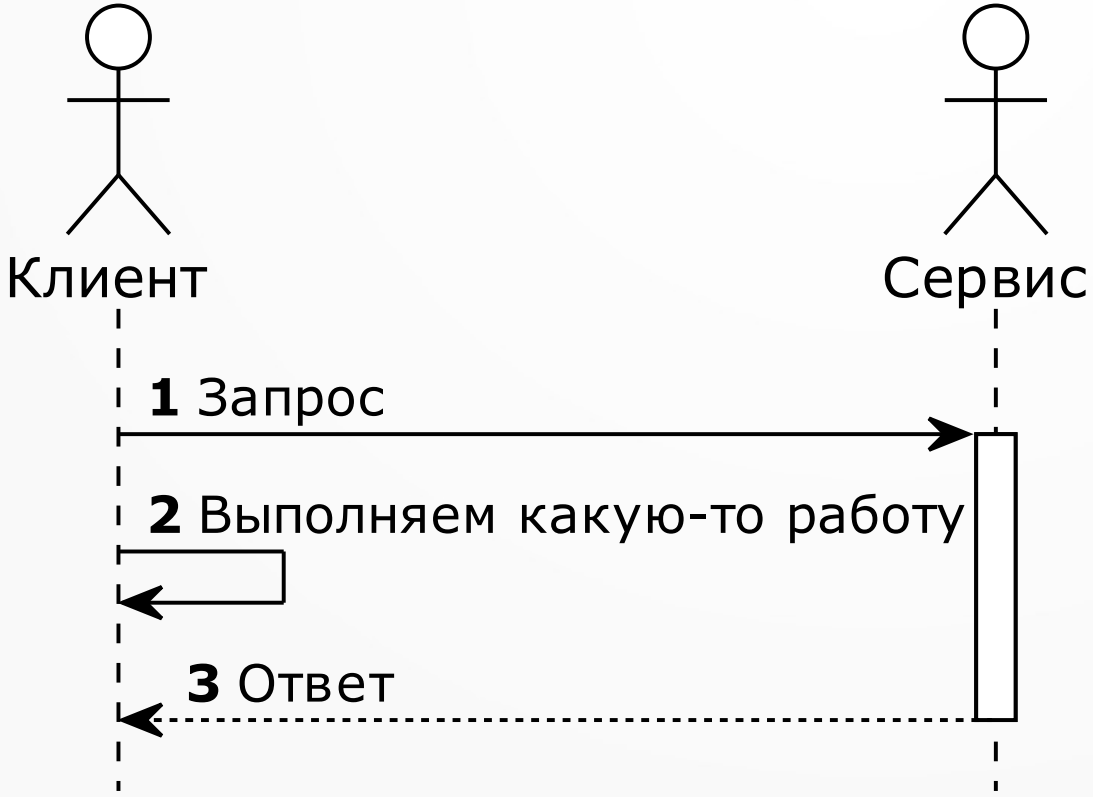
Как данные поступают в систему?

- Синхронный запрос-ответ
- Асинхронный ответ
- Полноасинхронный запрос-ответ
- Запрос-подтверждение
- Издатель-подписчик
- Одностороннее взаимодействие
- Длинные опросы
- Наблюдатель + обратный вызов

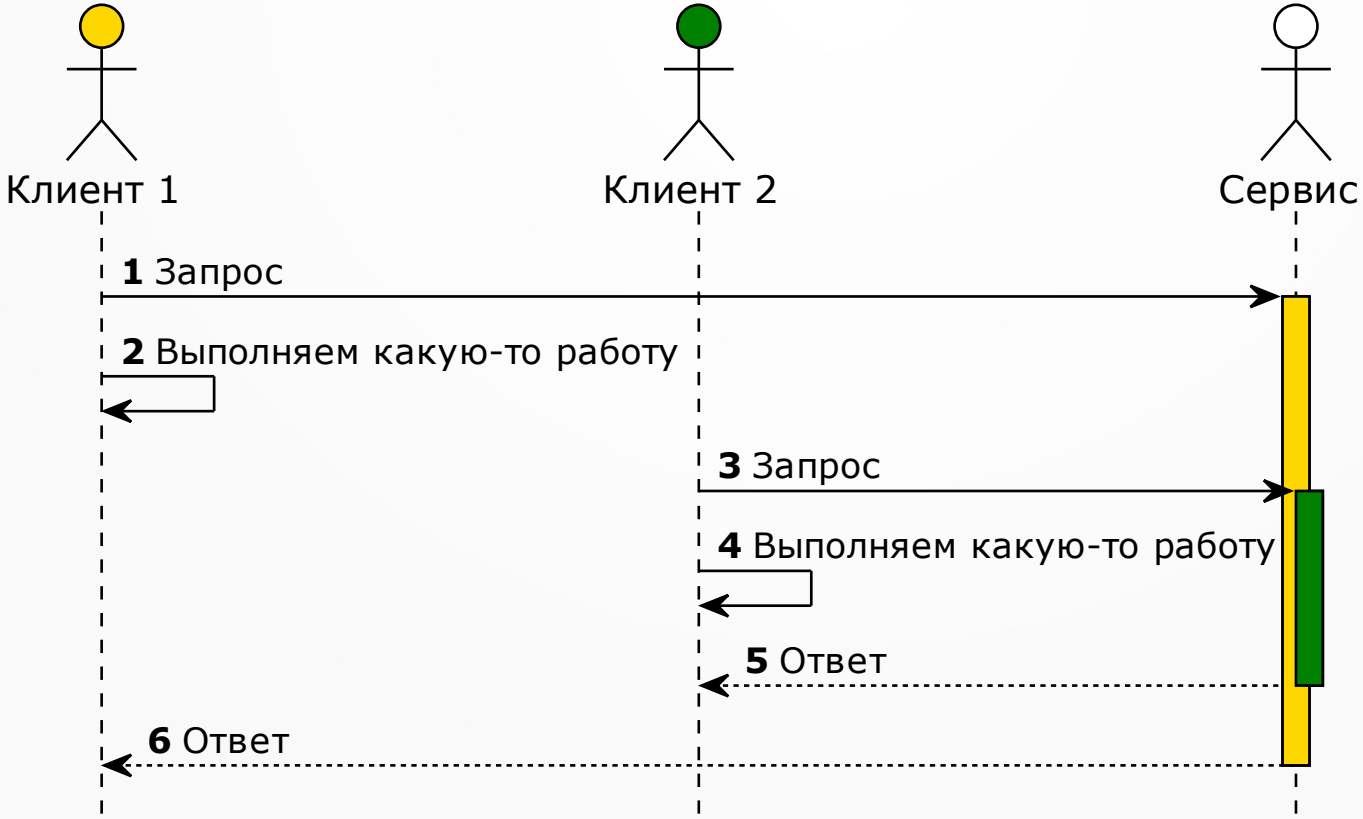
Синхронный запрос-ответ



Асинхронный ответ

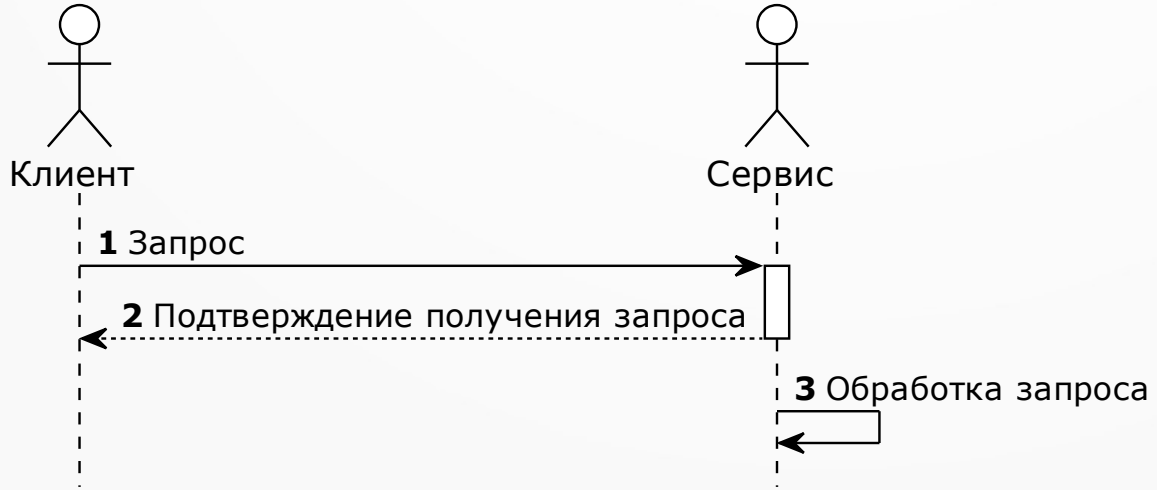


Полноасинхронный запрос-ответ

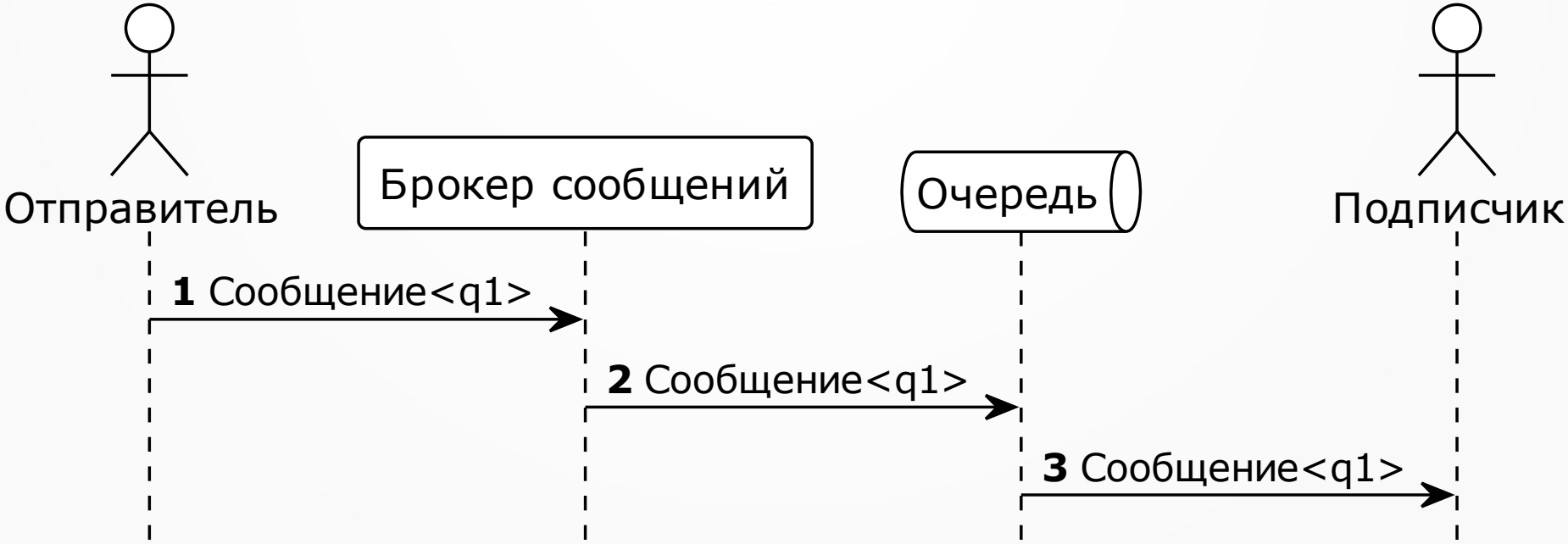


Запрос-подтверждение

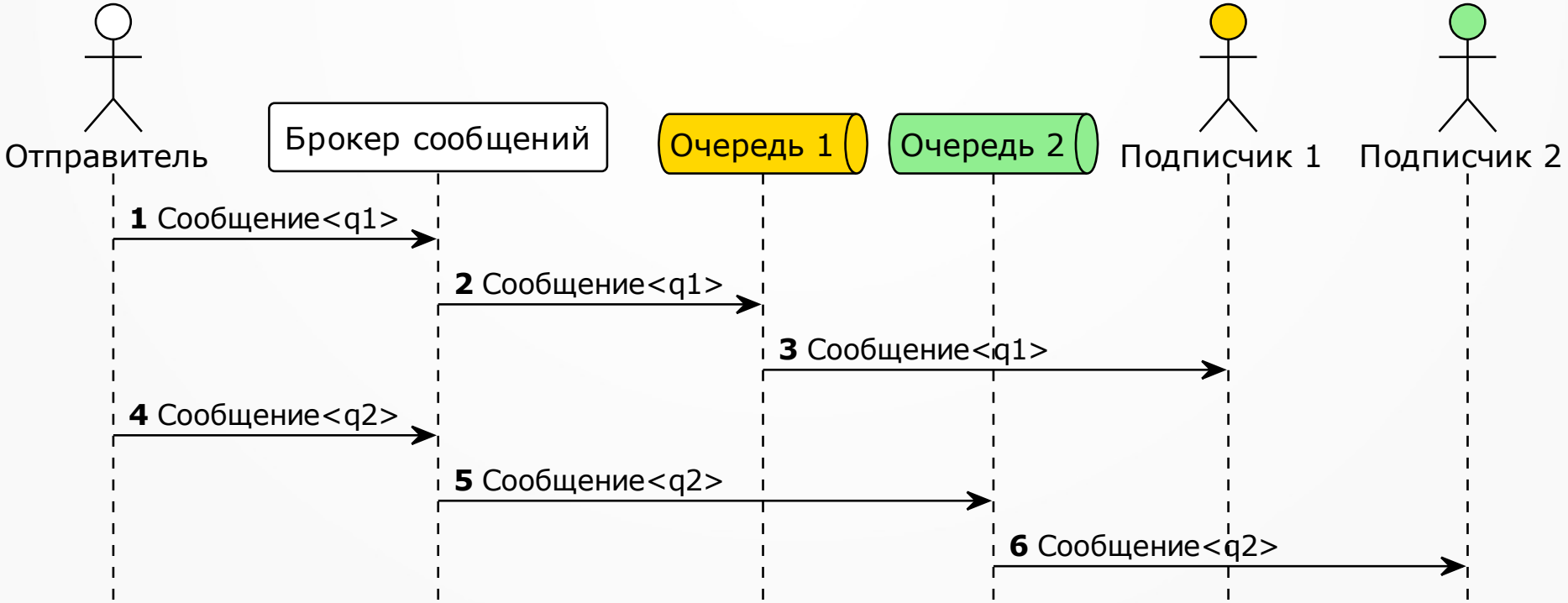
- Запрос передается и подтверждается получателем
- Результаты обработки не передаются
- Обработка запроса производится после получения



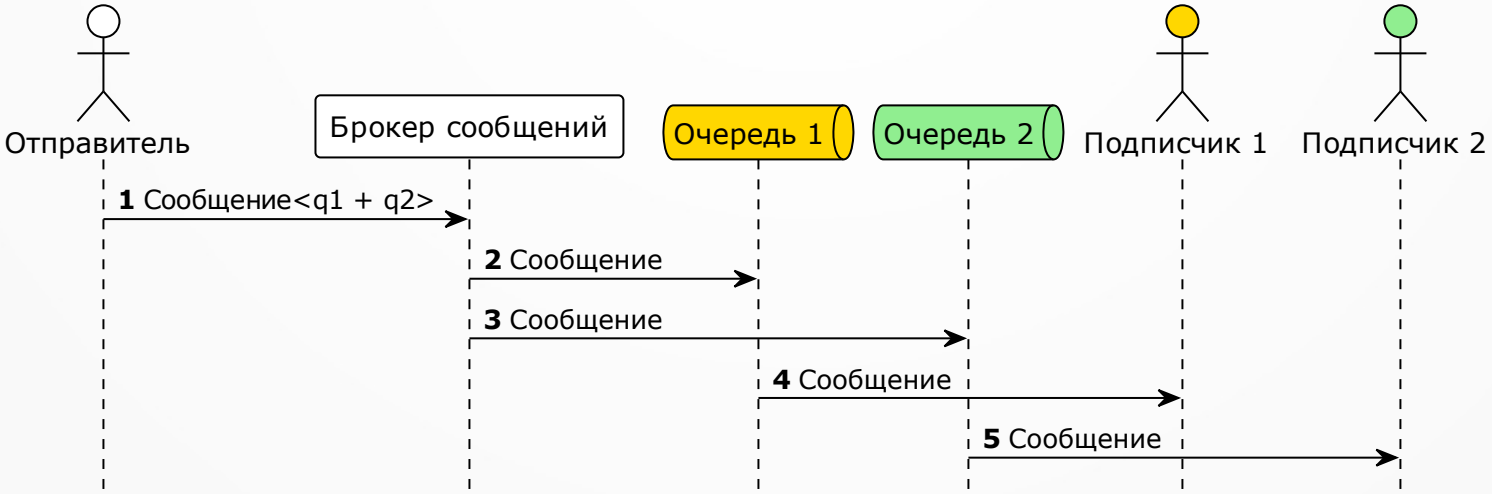
Отправитель-подписчик



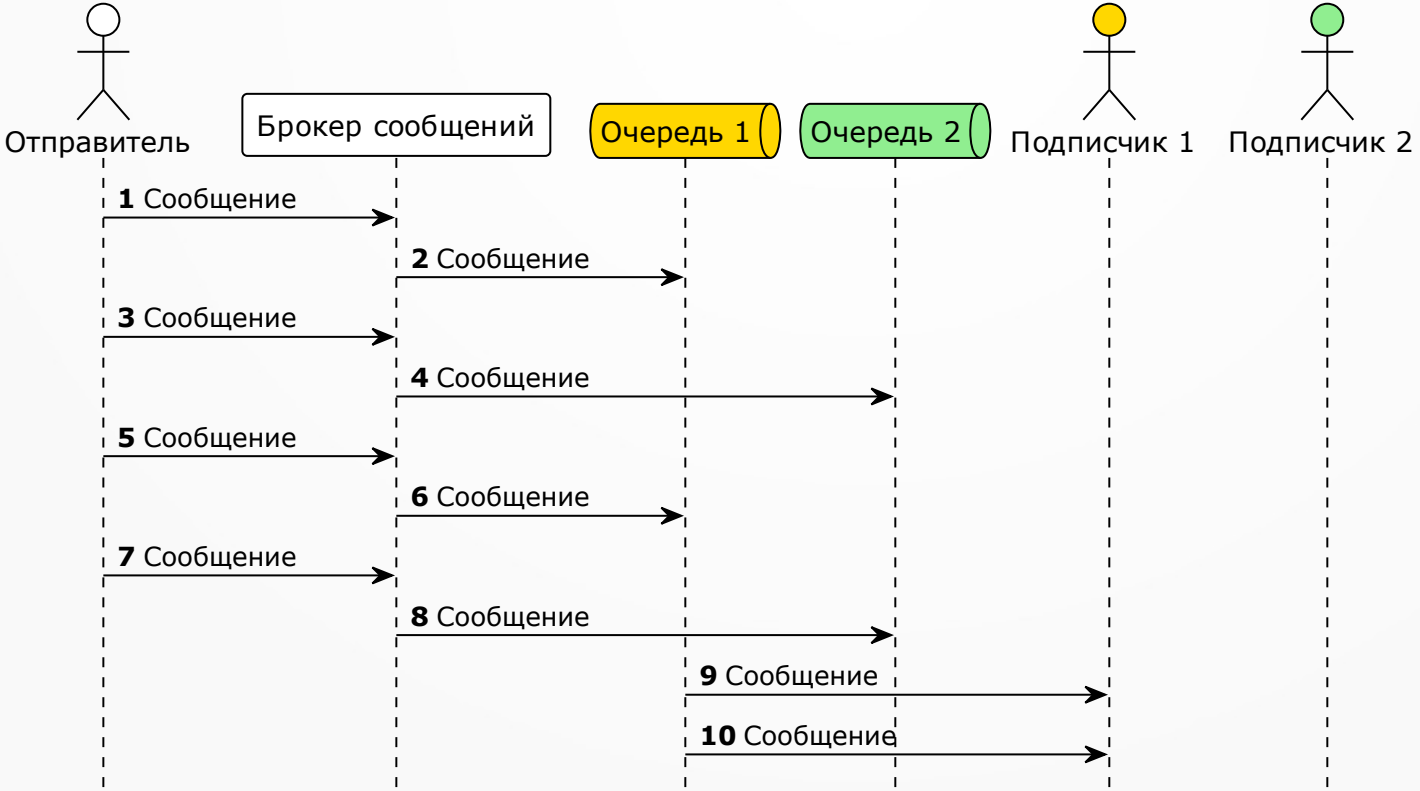
Отправитель-подписчик



Отправитель-подписчик

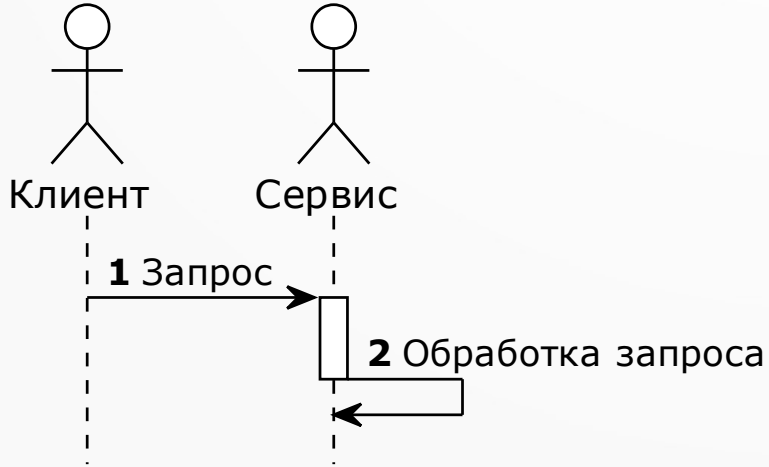


Отправитель-подписчик

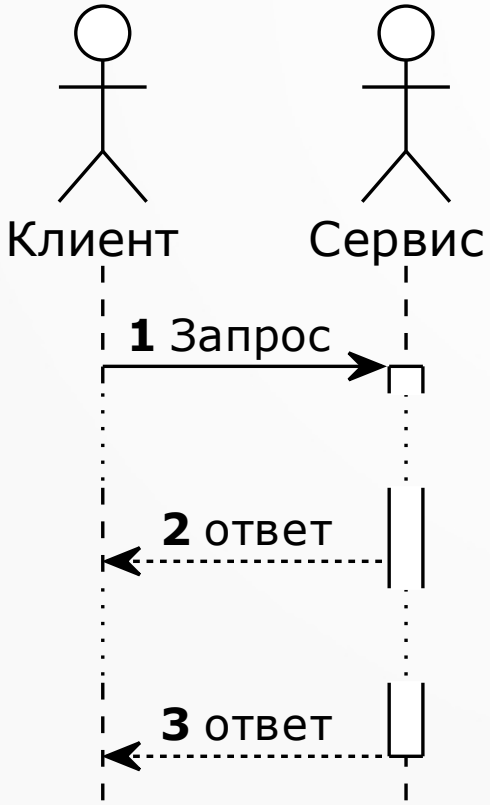


Одностороннее взаимодействие

- Источник передает данные
- Не ждет результатов и подтверждения получения
- Пример: UDP протокол



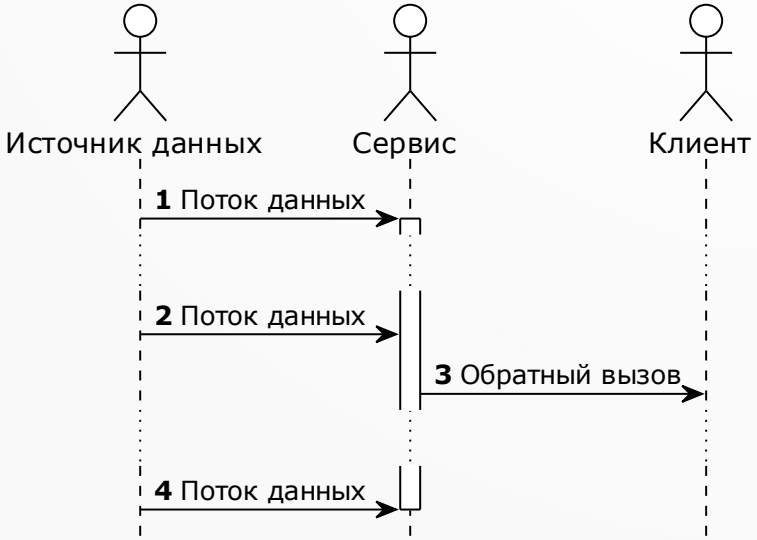
Длинные опросы Long Polling



- Socket.IO
- VK
- Yandex MQ

Наблюдатель + обратный вызов

- Поток событий (например, звук с микрофона)
- Обратный вызов клиента, когда что-то интересное случилось



Подробнее про потоковую обработку

- Stream Processing
- Streaming Data
- Теминология
- Брокеры сообщений
- Сценарии использования

Обработка потоков событий Stream Processing

- Способ проектировать системы:
  - Обмен информации организован событиями
  - В систему поступают события
  - Приложения подписываются на события
  - Приложения генерируют события
- Событие:
  - Что-то, что случилось в системе
  - Маленький независимый кусочек данных
- см. Stream processing

Потоковые данные Streaming Data

- Способ организации данных:
  - постоянный поток событий
  - генерирующихся в реальном времени
  - не имеющий определенного начала или конца
  - можно использовать, имея доступ только к части данных
  - обрабатываются асинхронно
  - сохранение и обработка данных разделены
- см. Streaming Data: How it Works, Benefits, and Use Cases

Примеры потоковых данных

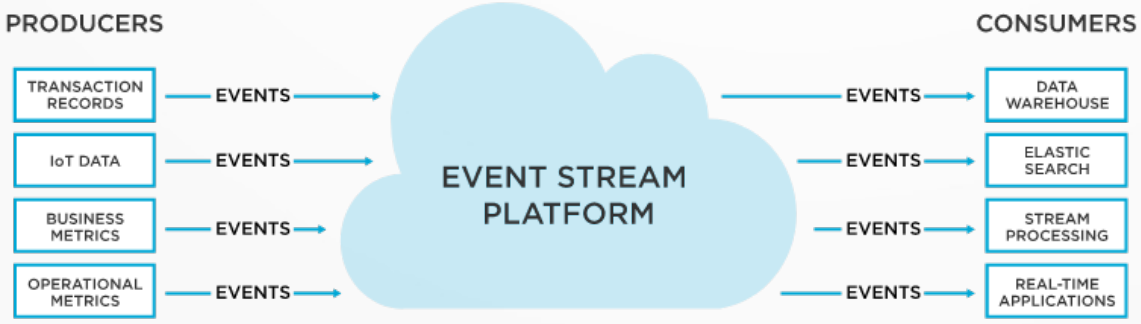
- Логи серверов
- Геолокация пользователя
- Данные с датчиков оборудования
- Like Dislike (соцсети, рекомендательные системы)
- Транзакции по кредитной карте (Fraud Detection)
- Запросы пользователей к сайту (Bot Detection)
- Ценовые сигналы для торгового робота (Stock Trading)

Особенности потоковых данных

- Структурированные короткие сообщения
- Отправитель не ждет ответа на каждое сообщение
- Отправитель не знает, кто обрабатывает его данные
- Данные могут поступать с задержкой
- Данные могут поступать с перерывами
- Неравномерный поток данных

Как обычно устроено

- Producer — генерирует события
- Message Broker — сохраняет события
- Consumer — потребляет события
- Queue, Topic — очередь событий



https://www.tibco.com/reference-center/what-is-event-stream-processing

Producer

- Кто-то, кто генерирует событие
- Внешний источник данных
- Ваше приложение
- Подключается к Message Broker
- Может быть одновременно Consumer

Message Broker

- Получает сообщение
- Складывает в одну или несколько очередей
- По запросу отдает сообщение из очереди
- Удаляет сообщения из очередей по запросу или по правилам

Consumer

- Кто-то, кто получает сообщения
- Ваше приложение
- Внешний пользователь системы
- Подключается к Message Broker
- Может быть одновременно Producer

Topic или Queue

- Очередь сообщений
- Много Producers
- Много Consumers
- Внутри Message Broker может быть много топиков
- Сообщения внутри одного топика обрабатываются одинаково

Message Broker — какие бывают

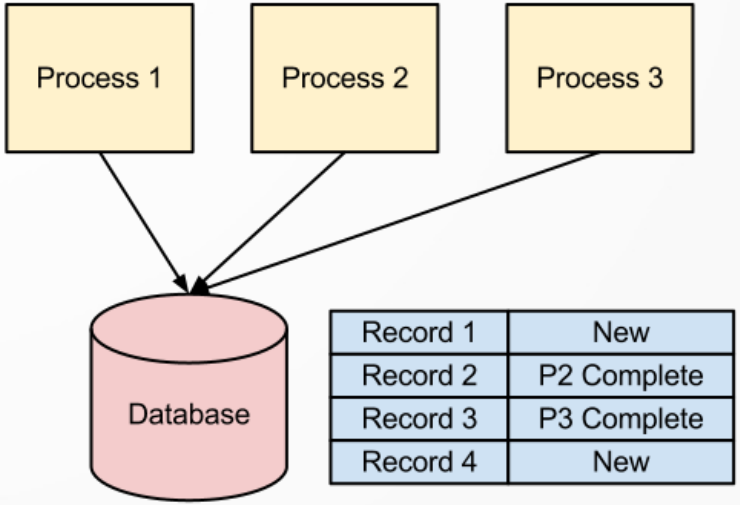
- Обычная база данных
- Google Pub/Sub
- Amazon Simple Queue Service (SQS) Yandex Message Queue (YMQ)
- RabbitMQ
- Apache Kafka
- Amazon Kinesis Yandex Data Streams
- См Message Broker

Обычная база данных — брокер сообщений

- Producer записывает событие в базу данных
- Consumer раз в минуту, например, делает запрос к базе

```
SELECT * FROM MyWorkflow WHERE Status = 'New'
```

- Обработанные события удаляются или помечаются как обработанные
- Не рекомендуется так делать



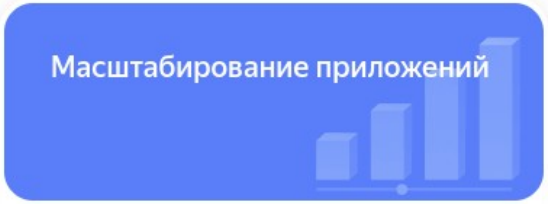
http://mikehadlow.blogspot.com/2012/04/database-as-queue-anti-pattern.html

Обычная база данных — брокер сообщений

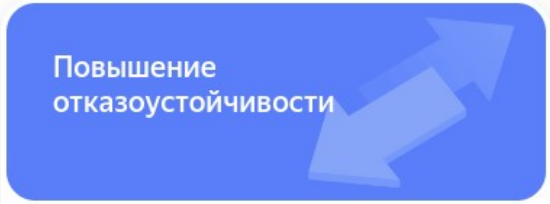
- Не рекомендуется так делать:
  - Реляционные базы придуманы для другого типа нагрузки
  - Прямой доступ Producer в базу данных — плохая практика
- Но так все равно делают!
  - В маленьких системах это очень удобно
  - В монолитных системах это очень удобно
  - База данных уже есть и хорошо масштабируется
- Dagster использует Postgres для обработки логов →
- Таких систем, на самом деле, много

Yandex MQ

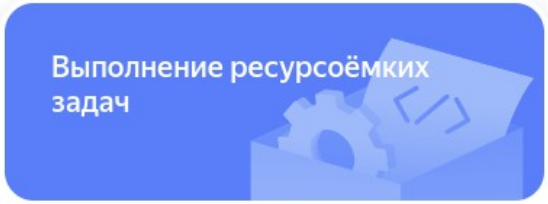
- Стандартные и FIFO-очереди
- Интеграция с функциями и триггерами



Используйте очередь сообщений, чтобы масштабировать систему из независимых приложений и сервисов. Когда налажен процесс отправки и обработки сообщений, можно поменять количество приложений, не затрагивая остальные части системы.



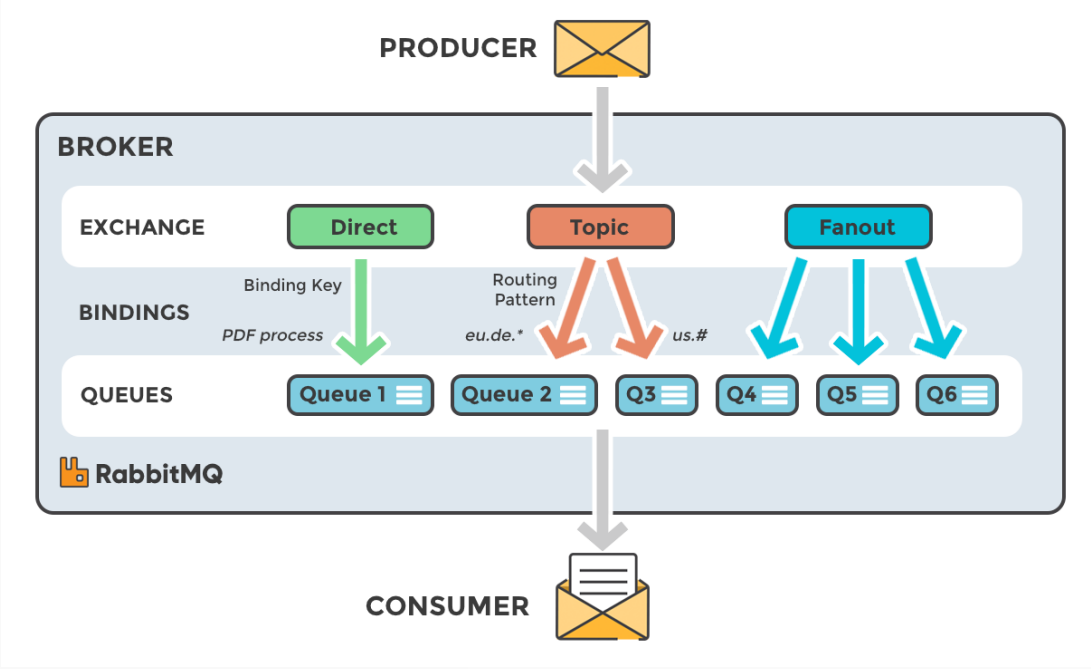
Если приложение не может обработать сообщение, оно вернется в очередь и его сможет прочитать другой обработчик. Также можно настроить Dead Letter Queue (DLQ) — очередь, куда перенаправляются сообщения, которые не смогли обработать получатели в обычных очередях.



С помощью очереди сообщений можно вынести выполнение длительных задач в отдельные приложения, быстрее освободив ресурсы для новых запросов пользователей.

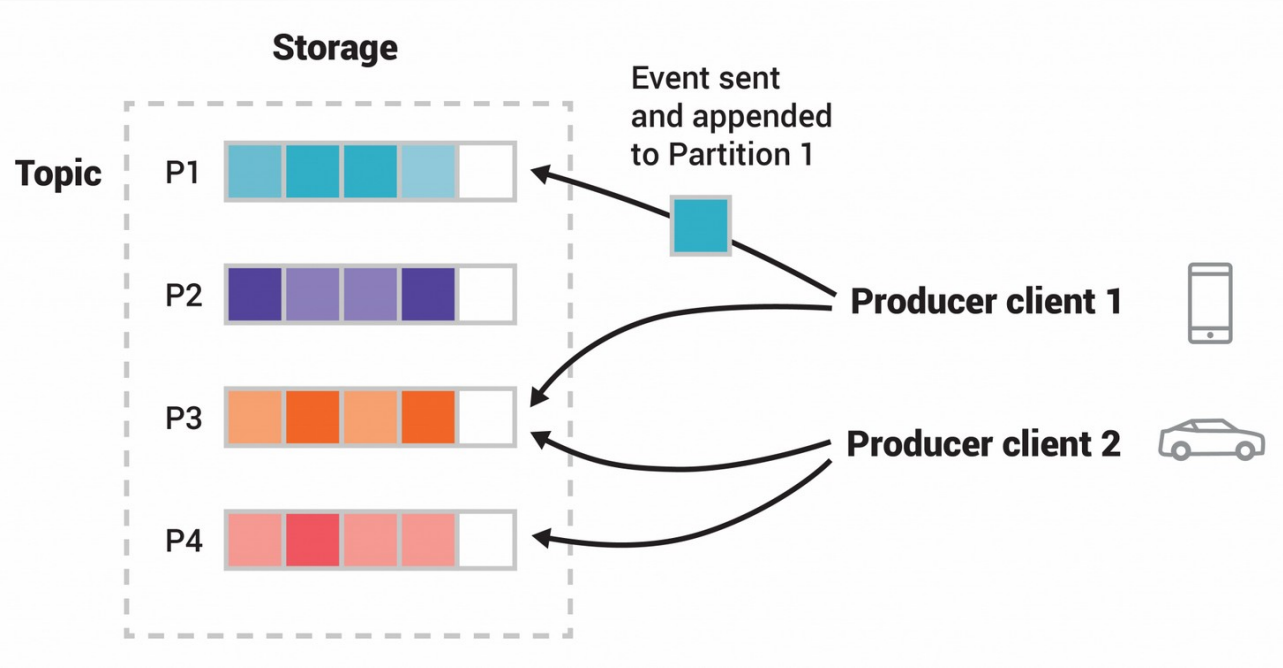
https://cloud.yandex.ru/services/message-queue

RabbitMQ



https://habr.com/ru/post/488654/

Apache Kafka



https://kafka.apache.org/documentation/#gettingStarted

Apache Kafka

- Каждый клиент помнит, докуда он дочитал
- Можно делать оконные запросы к потоку сообщений
- Обычно топики удаляют старые сообщения
- Может получиться, что удалили сообщения, которые вы не успели прочитать
- Самый сложный (и полезный) вариант

Что делать с потоковыми данными

- Материализованное представление Materialized View
  - По мере поступления данных обновляем насчитанные признаки
  - Используем их при запросе
- Оконные запросы →
- Триггеры при выходе оконной статистики за пределы
  - Отправка уведомления
  - Реакция на событие
  - Переобучение модели

Вводная 1

- Сервер может обработать 10 запросов в секунду
- Один запрос 1 Мбайт входящего трафика, 0.01 исходящего
- 1000 пользователей, каждый будет отправлять 10 запросов в день
- Запросы будут равномерно идти в рабочее время с 8 до 18
- Итого 10000 запросов, 10 часов, 1000 в час, 0,3 в сек
- Трафик входящий 0,3 x 1 Мбайт x 10 ~ 3 Мбит/сек

О размере байта

- Почему умножаем не на 8?
- В теории 100-Мбит Ethernet пропускает ~96 мегабит (12 мегабайт)
- на практике еще по мелочи добавит http https.
  Лучше чуть с запасом, поэтому байт у нас 10, а не 8
- Сколько весит картинка в 1 Мбайт
  - Base64: примерно 1,3 Мбайт, но это неточно
  - Protobuff: примерно 1 Мбайт

Вводная 2

- Сервер может обработать 10 запросов в секунду
- Один запрос 1 Мбайт входящего трафика, 0.01 исходящего
- 10000 пользователей, каждый будет отправлять 10 запросов в день
- Запросы будут равномерно идти в рабочее время с 8 до 18
- Итого 100 000 запросов, 10 часов, 10000 в час, 2.8 в сек
- Трафик входящий 3 x 1Мб x 10 ~ 30 Мбит/сек
- КПД системы 12% (ночью не загружена)

Вводная 3

- Сервер может обработать 10 запросов в секунду
- Один запрос 1 Мбайт входящего трафика, 0.01 исходящего
- 10000 пользователей, каждый будет отправлять 10 запросов в день
- Запросы будут идти в рабочее время с 8 до 18,
  но в первый час все отправят в среднем 5,5 запросов
- Итого 100000 запросов, 10 часов
  - 55000 запросов в первый час работы, ~15.3 запроса в секунду, трафик 153 Мбит/сек
  - 5000 в обычные часы, всего 45000, ~ 1.4 запроса в секунду, трафик 14 Мбит/сек
- 1000 в час, 2.8 в сек — должно хватить одного сервера, но нет

Ставим два сервера

- Прокси-сервер на входе
- Два сервера
- Пропускная способность 20 запросов в секунду 1728000 в сутки
- КПД системы > 6%
- Почти весь день используется 3
- Ночью сервера не используются
- Платим за два сервера и прокси-сервер

Обрабатываем с задержкой

- Сервер принимает задачи, ставит в очередь
- Воркер выбирает задачи из очереди и обрабатывает
- Результат клиенту приходит по электронной почте

- Платим за воркер и за сервер очередей
- Жалуются, что долго ждать

Облачная функция

- Файл складывается в S3
- Как только файл создался, запускается облачная функция
- Готовый результат складывается в очередь сообщений
- Сервис выбирает из очереди сообщений и отдает клиентам
- Платим только за время работы облачной функции
- Цена за 1 запрос в 5 раз больше, но сумма примерно та же
- Можем обрабатывать пиковую нагрузку

Дополнительные материалы

- Postgres: a better message queue than Kafka?
- RabbitMQ tutorials
- Introduction to Apache Kafka
- Example of using Yandex Message Queue in Python