

Проектирование Распределенных Систем

Второй семинар:

Сетевые основы: сокеты, TCP.

Реализация простейшего CLI-чата через сокеты

Алексей Шкель

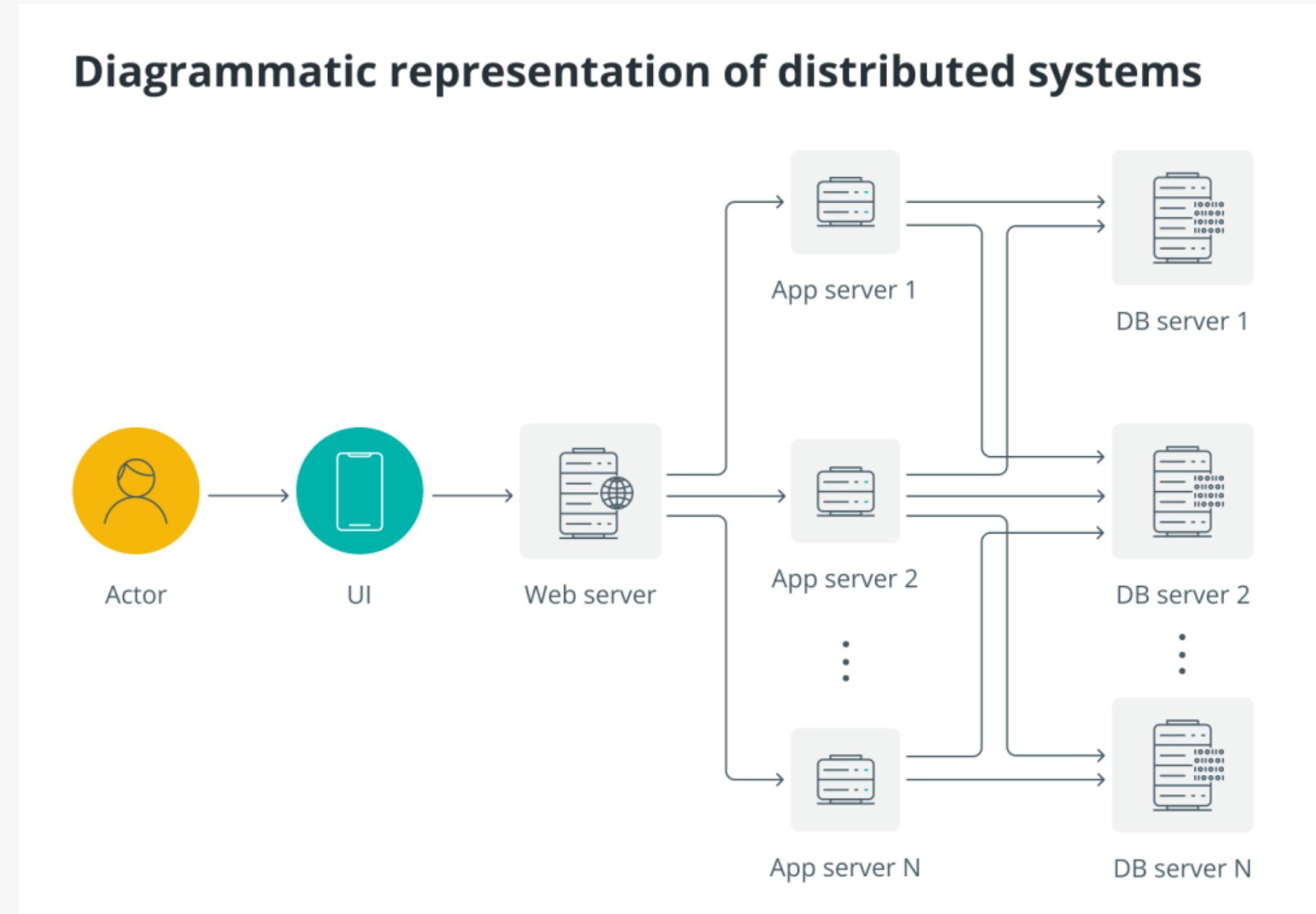


План на семинар

1. Устройство данных центров и серверов
2. Что такое сокеты и зачем они нужны?
3. Как работает протокол TCP?
4. Почему именно сокеты и при чем тут РС?
5. Практика: работа с сокетами в терминале
6. Практика: реализация чата через сокеты на Java
7. Выводы



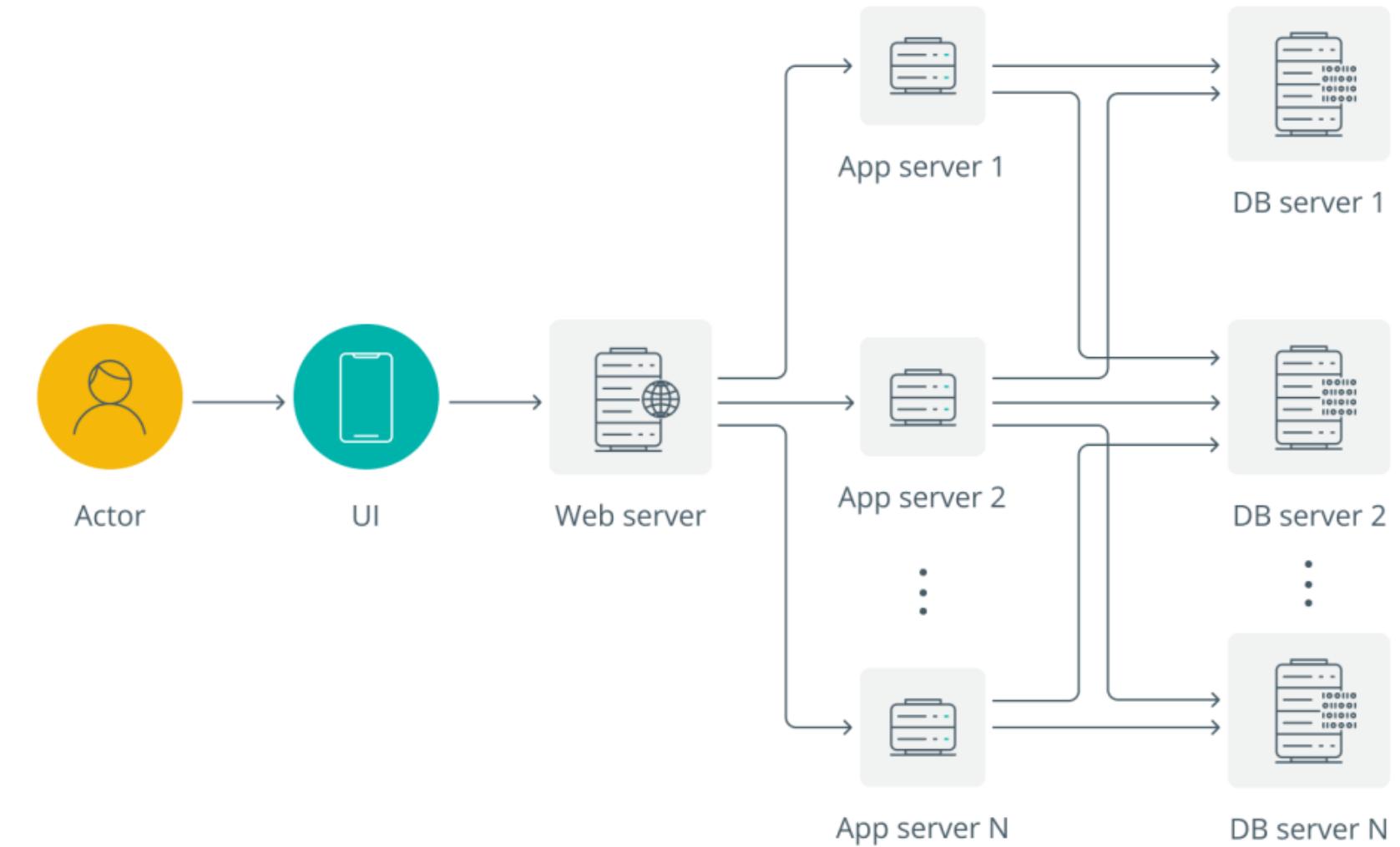
Схематично представление РС



Схематично представление РС

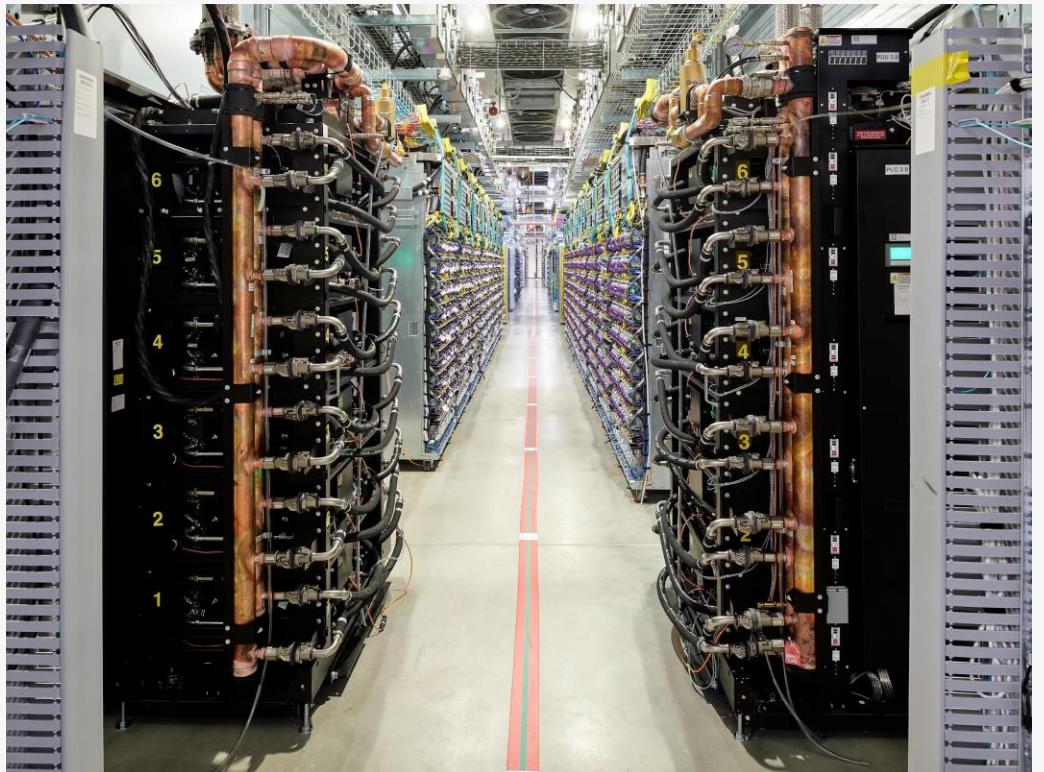
А где же наша РС находится физически?

Diagrammatic representation of distributed systems

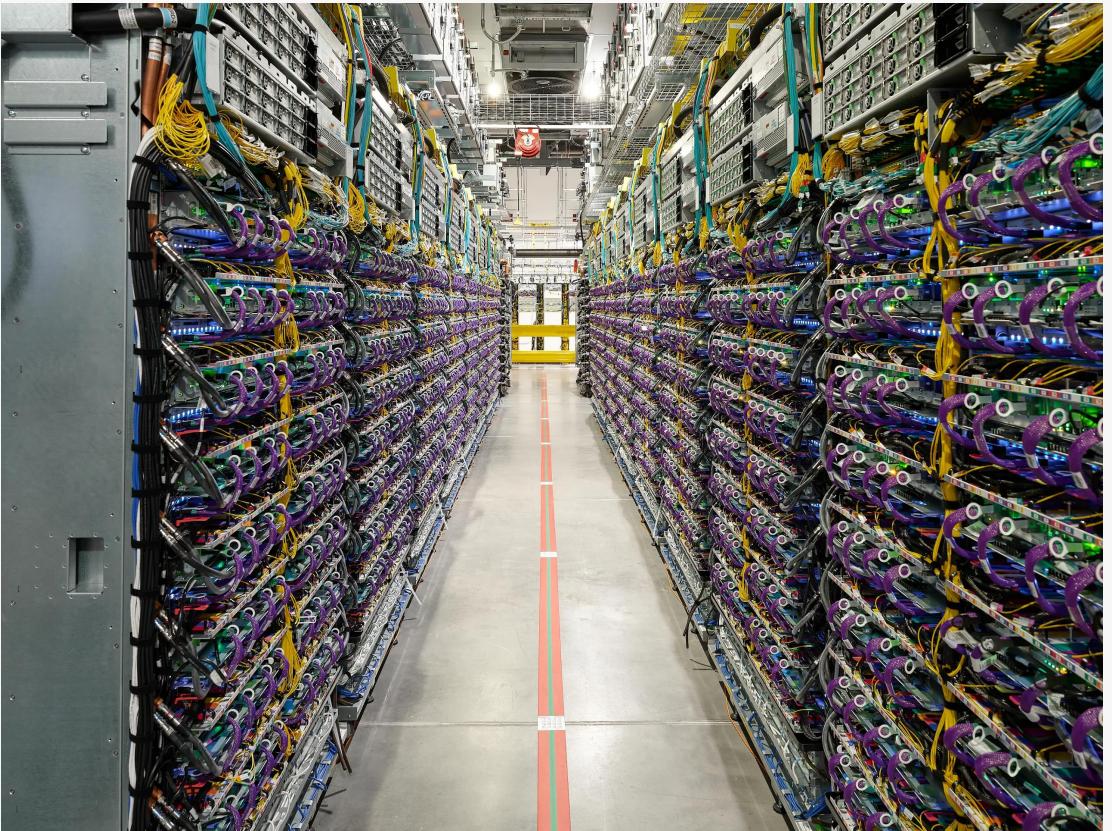
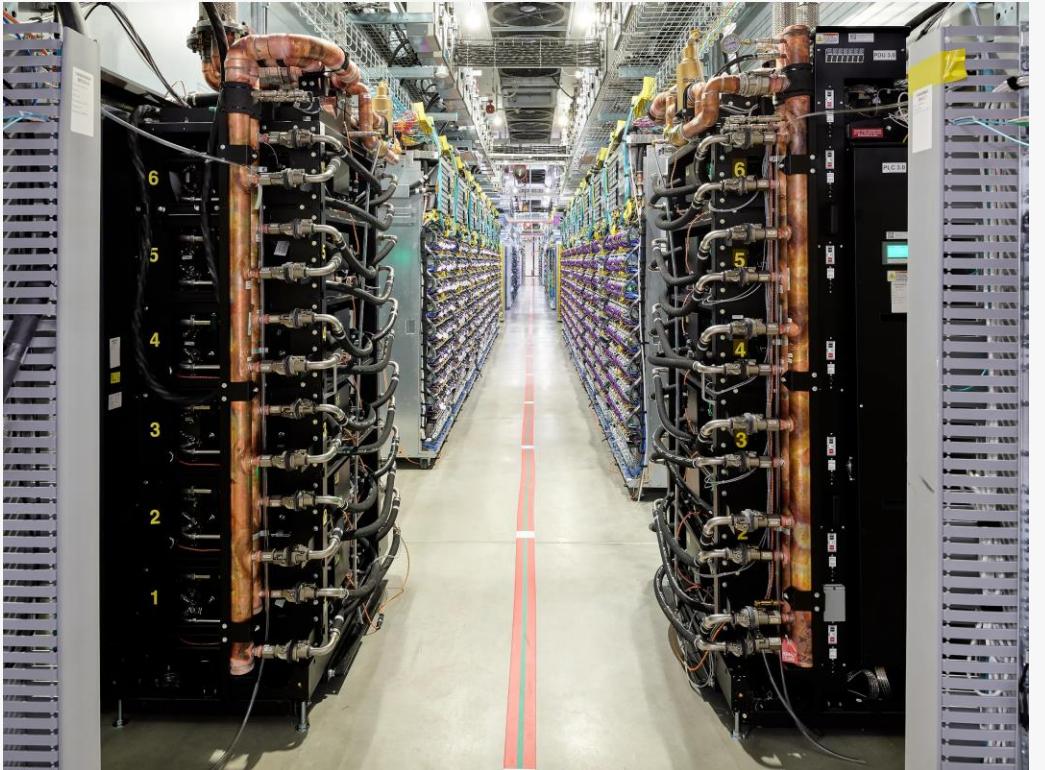


Датацентры

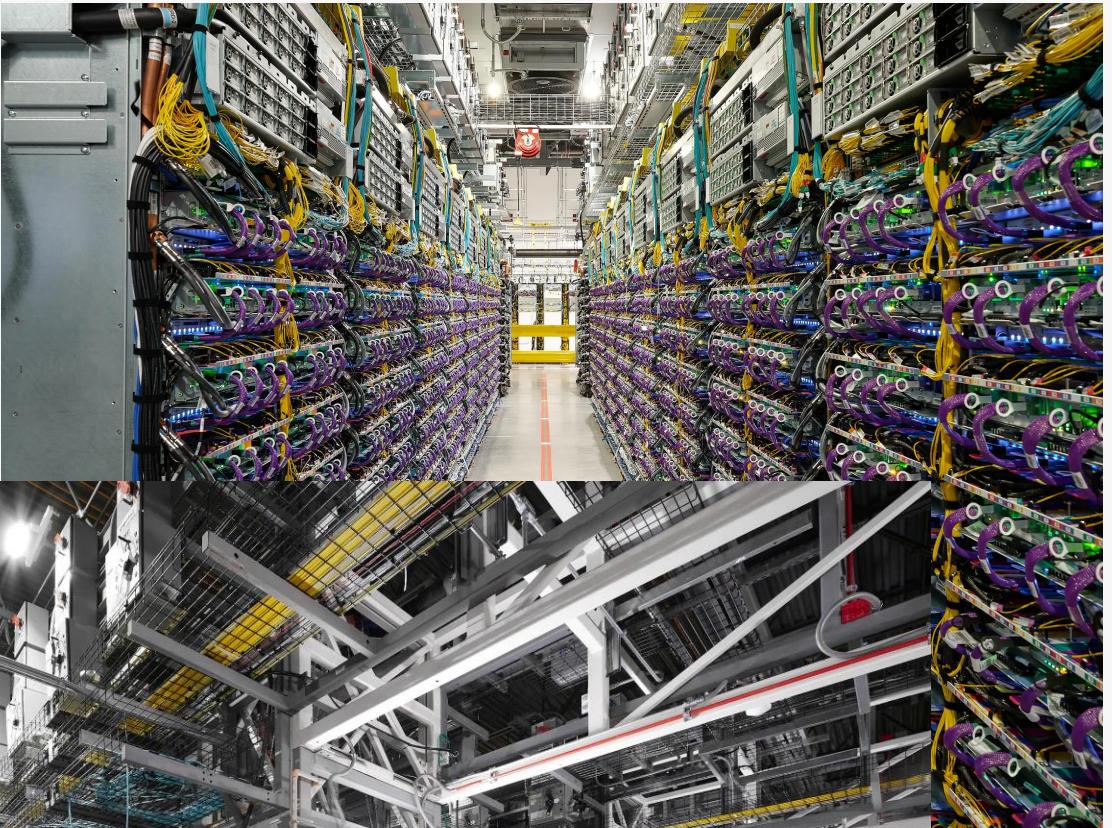
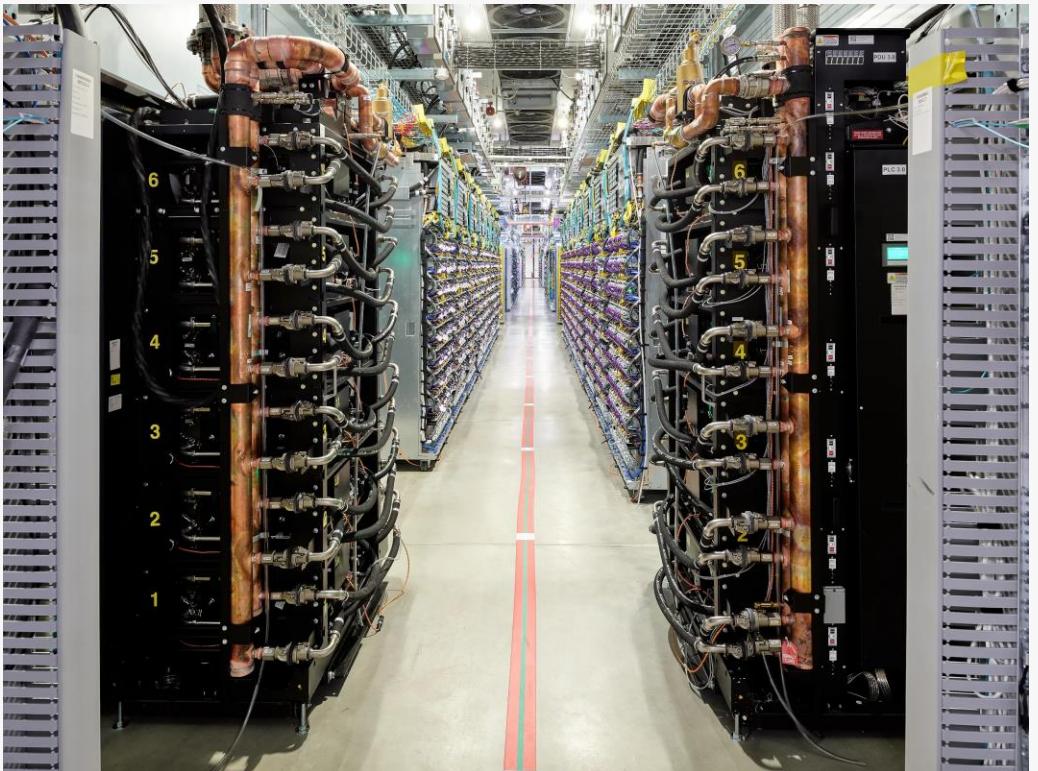
Датацентры



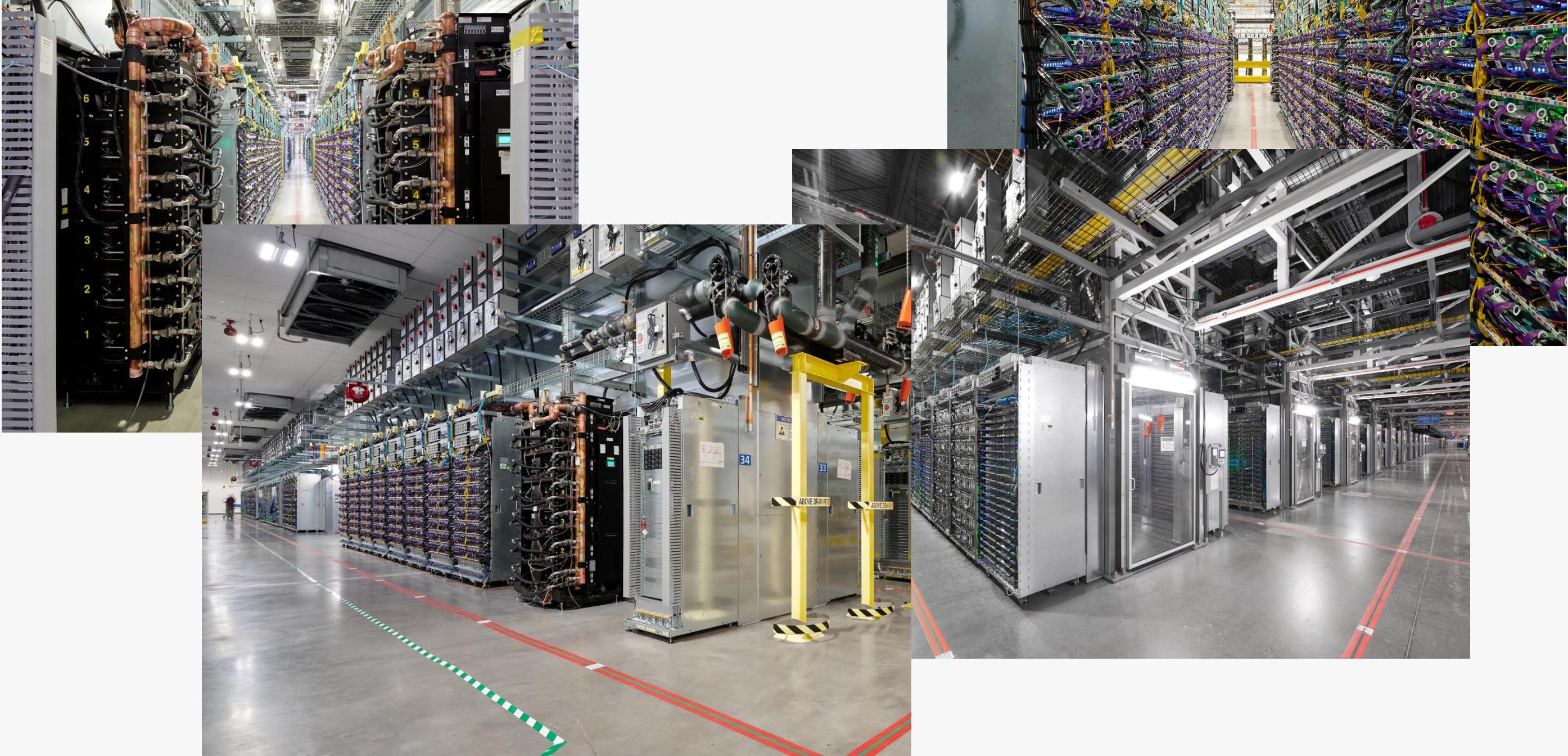
Датацентры



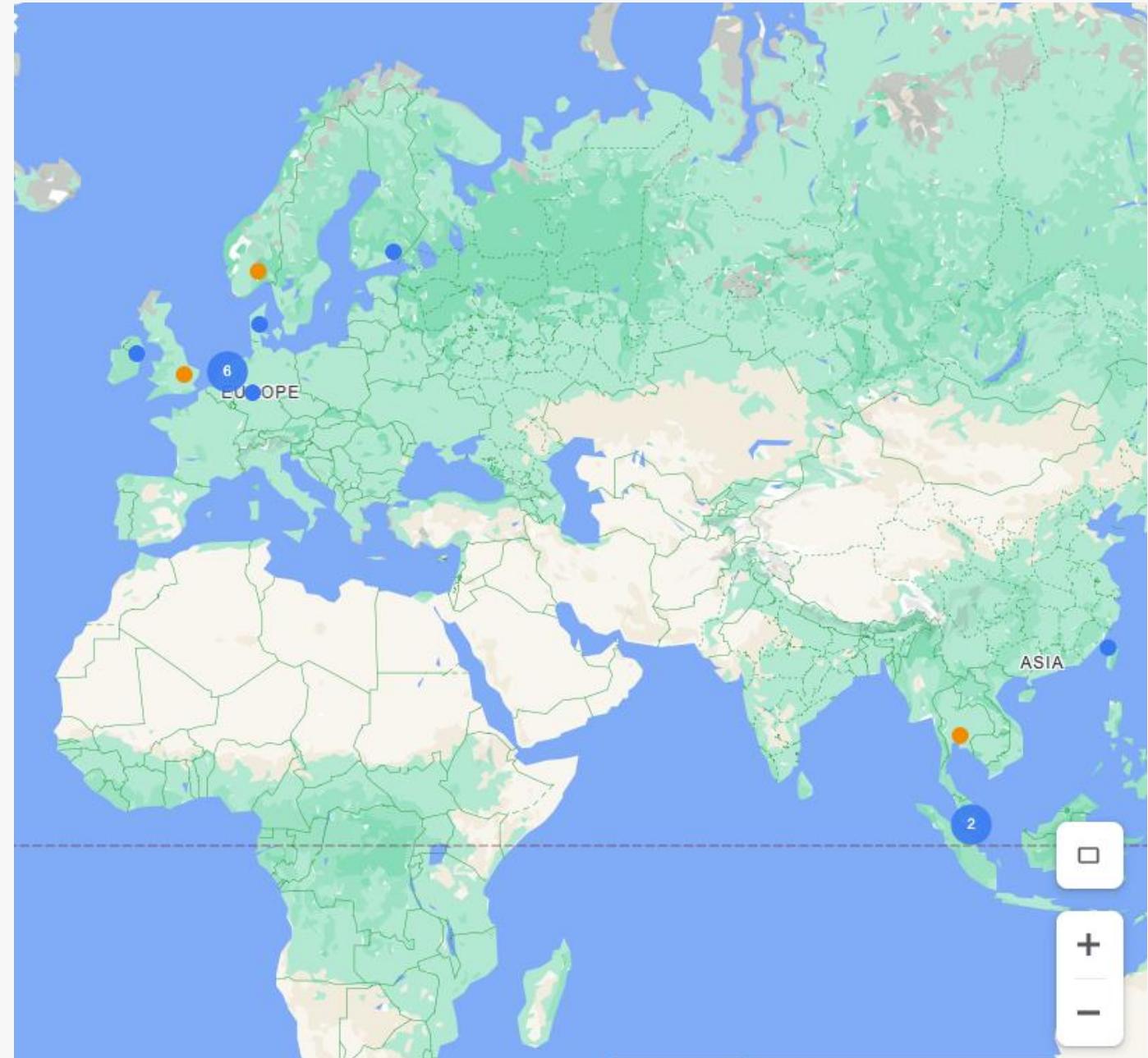
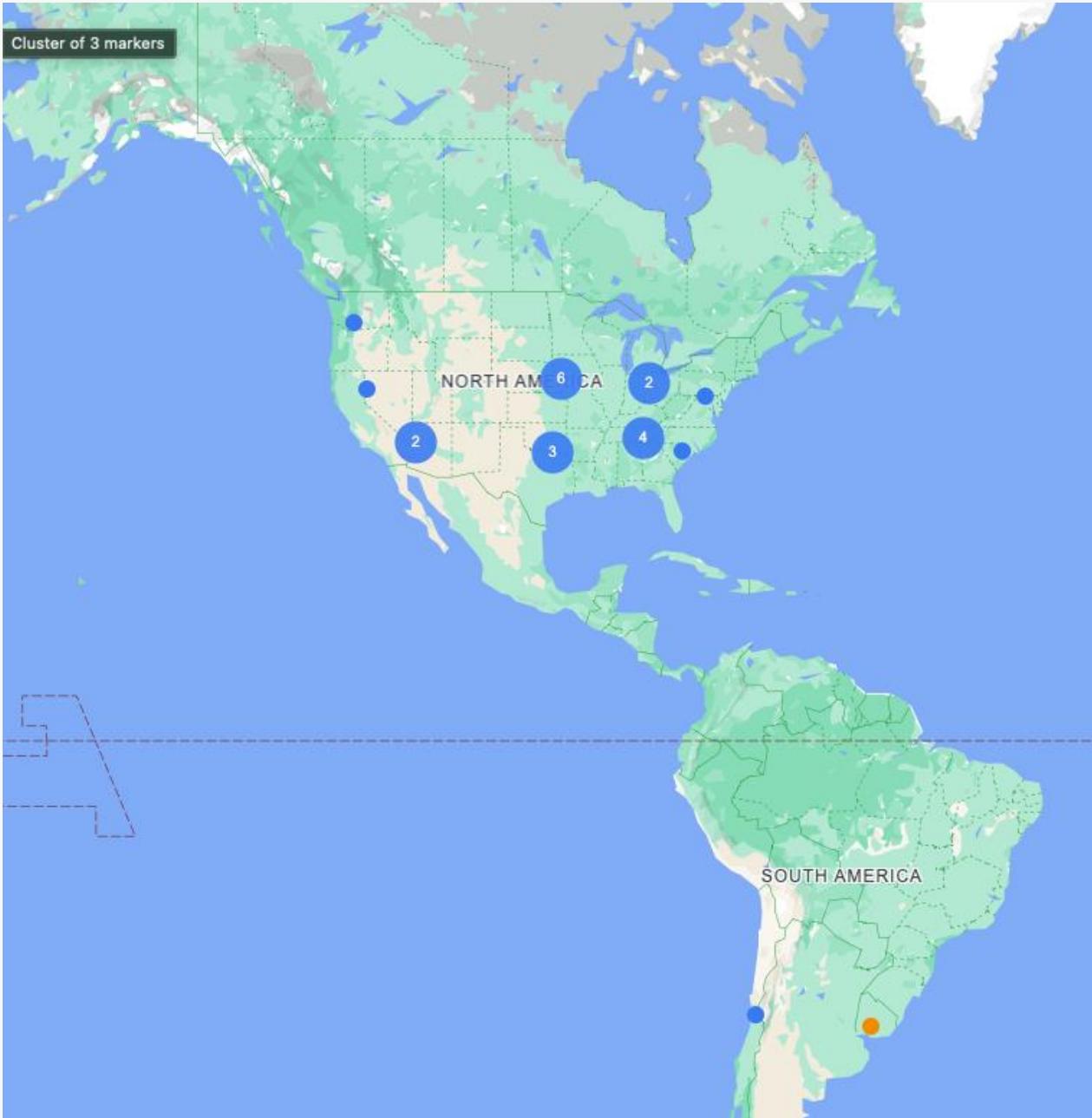
Датацентры



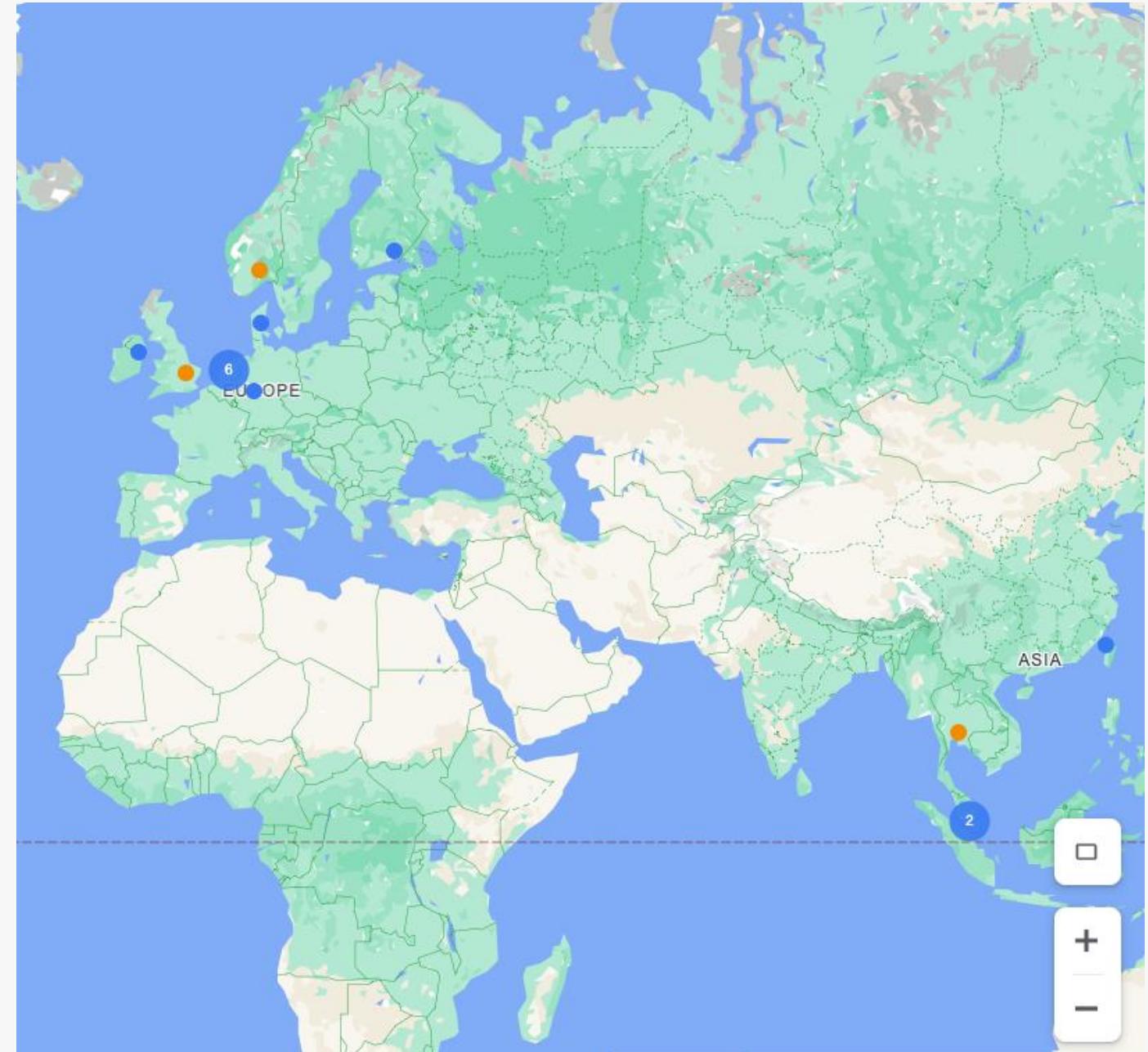
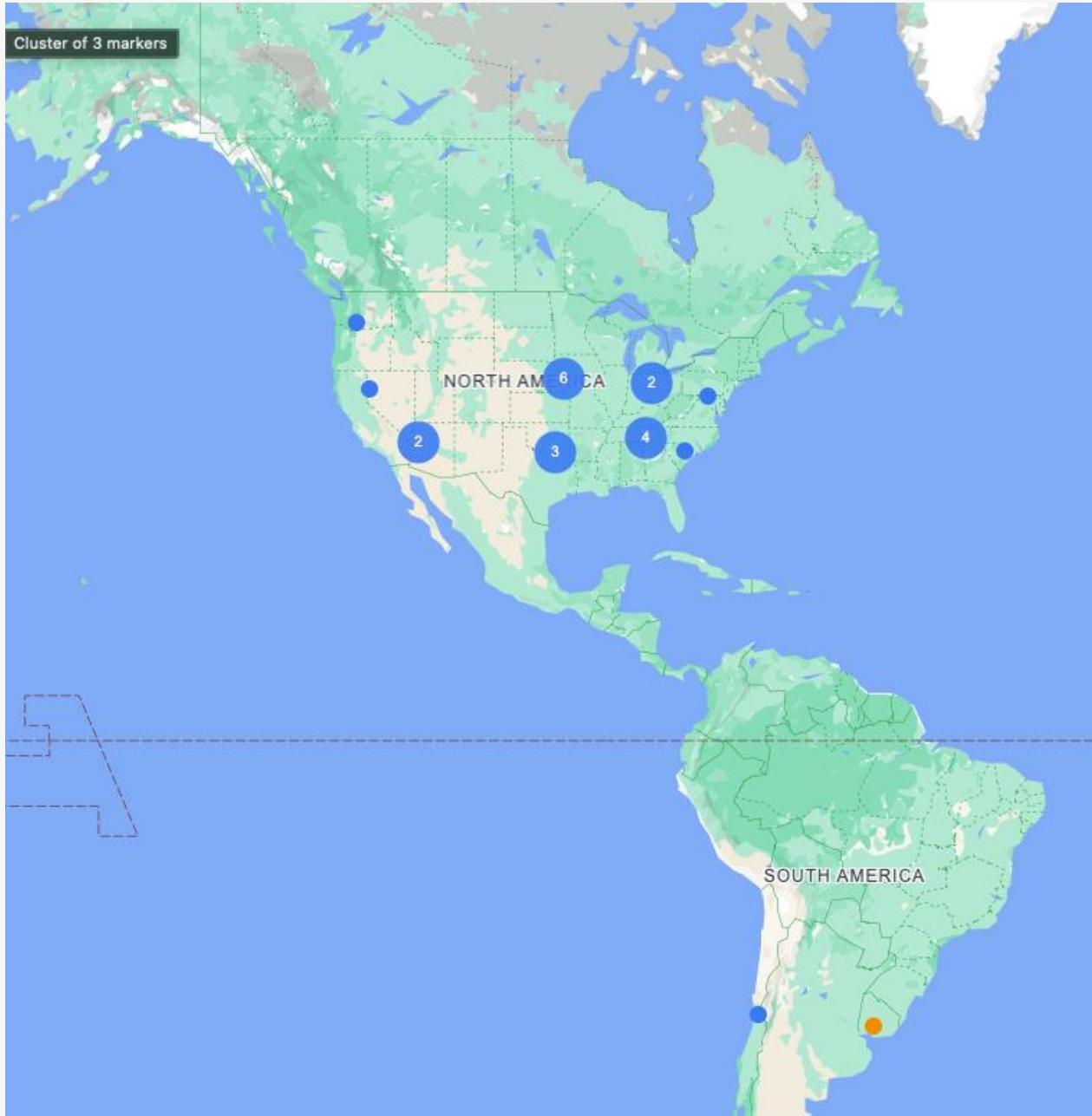
Датацентры



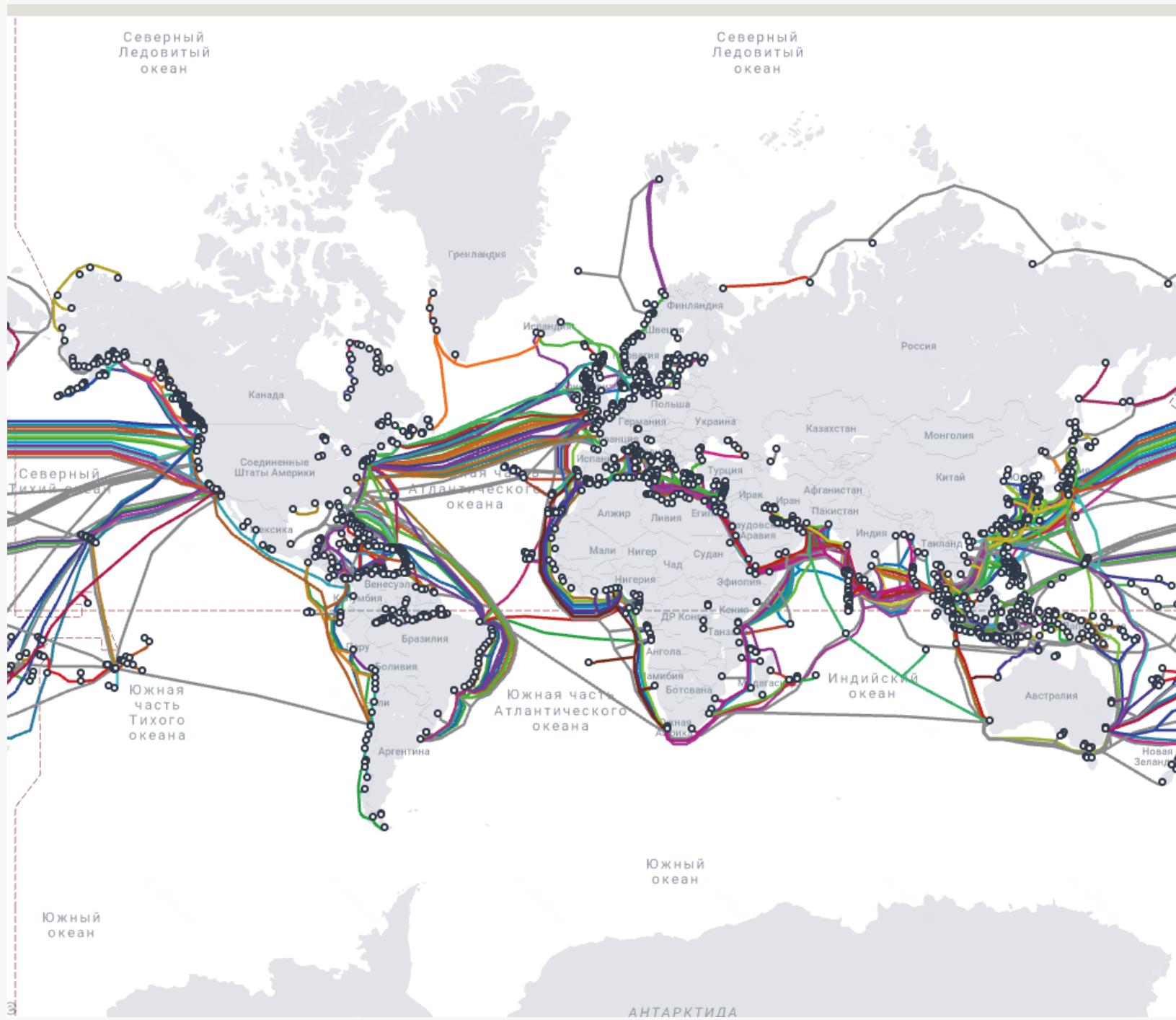
А теперь сверху вниз



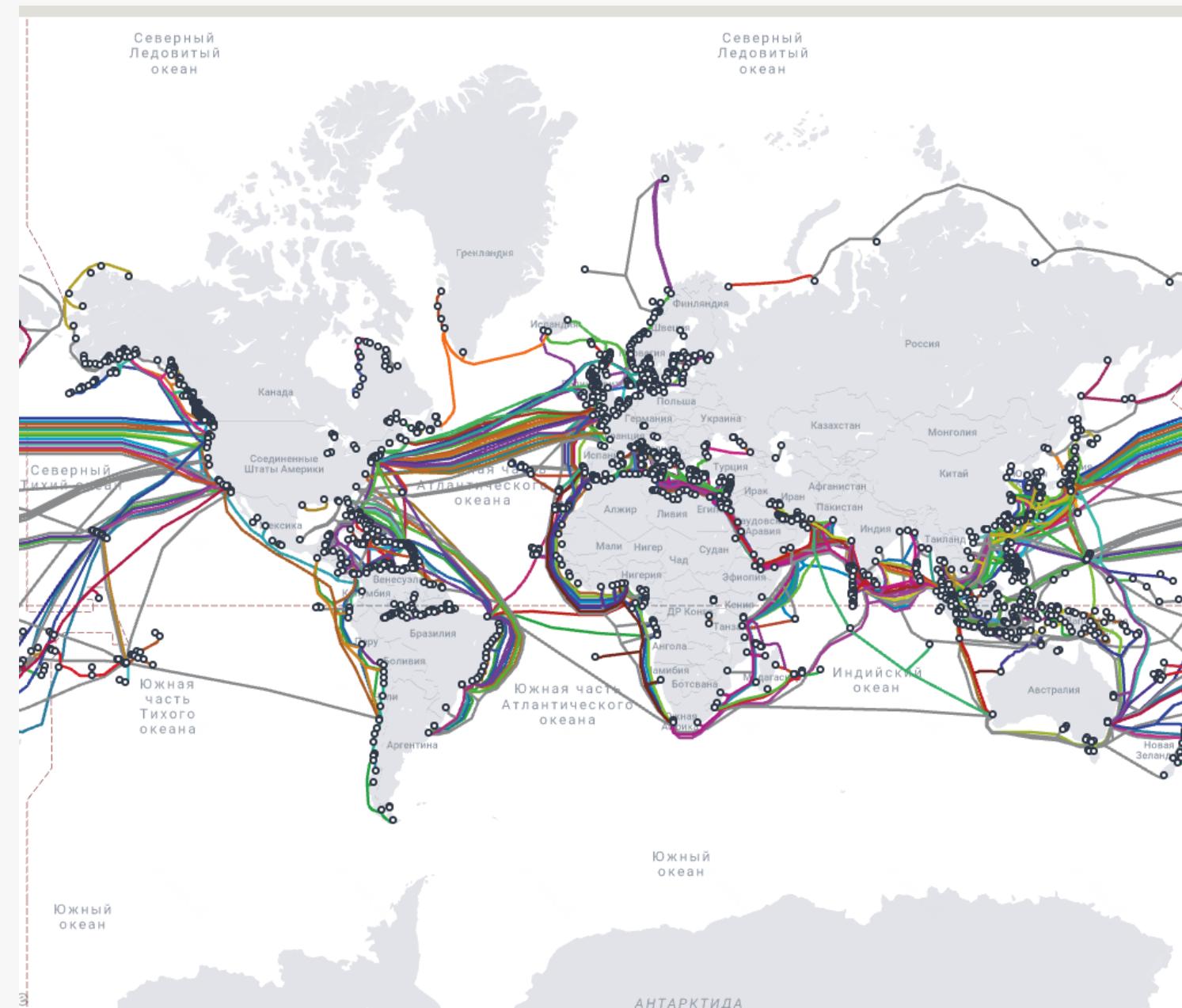
А теперь сверху вниз



А теперь сверху вниз

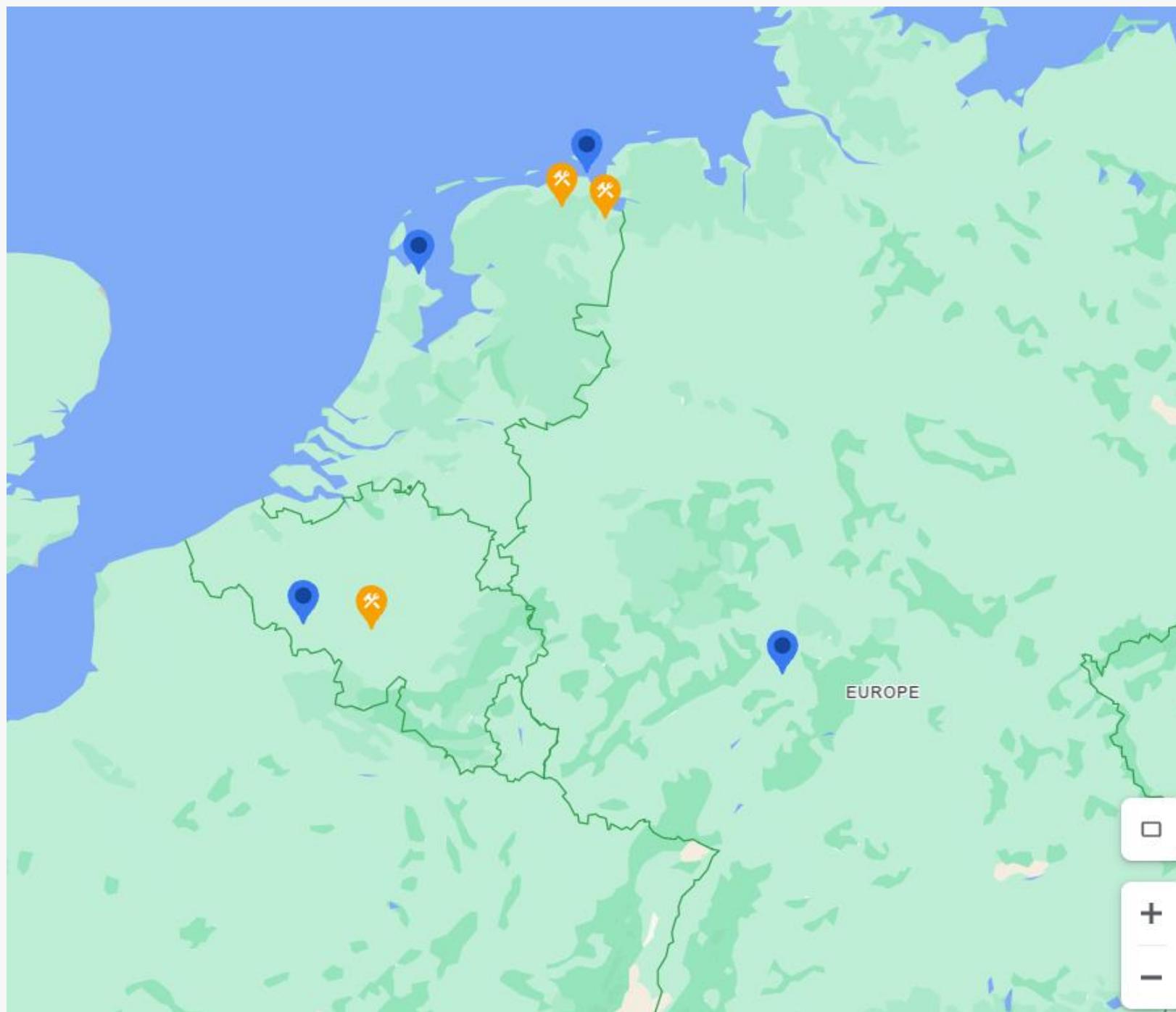


А теперь сверху вниз



<https://www.submarinecablemap.com/>

А теперь сверху вниз



А теперь сверху вниз

Search: Hanau, Germany

View all

Highlight

Hanau, Germany

EUROPE

Hanau, Germany

Our infrastructure investments and operations in Germany have supported more than 5,200 stable and export-independent jobs.

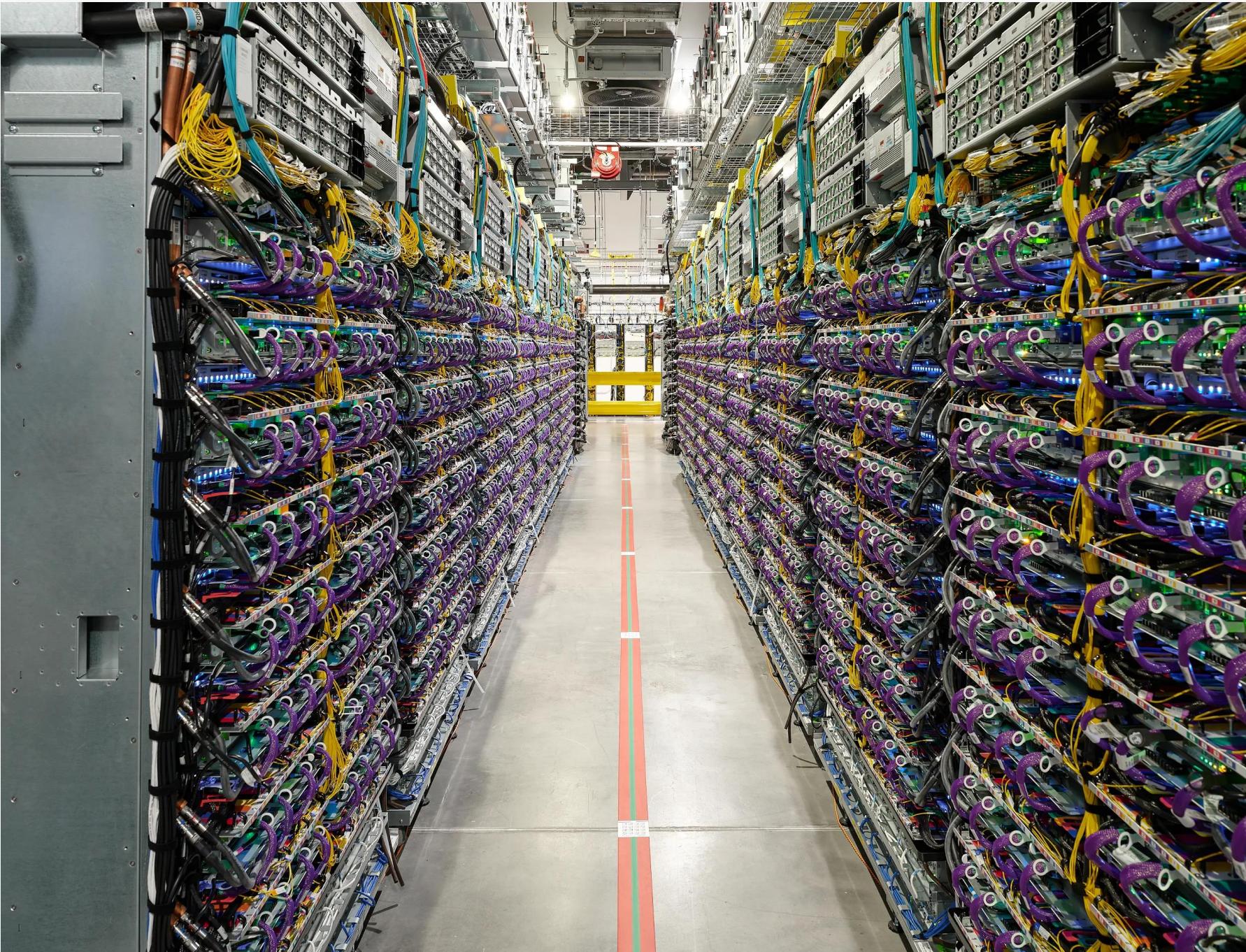
[Visit location](#)

[Clear Filter](#)

А теперь сверху вниз

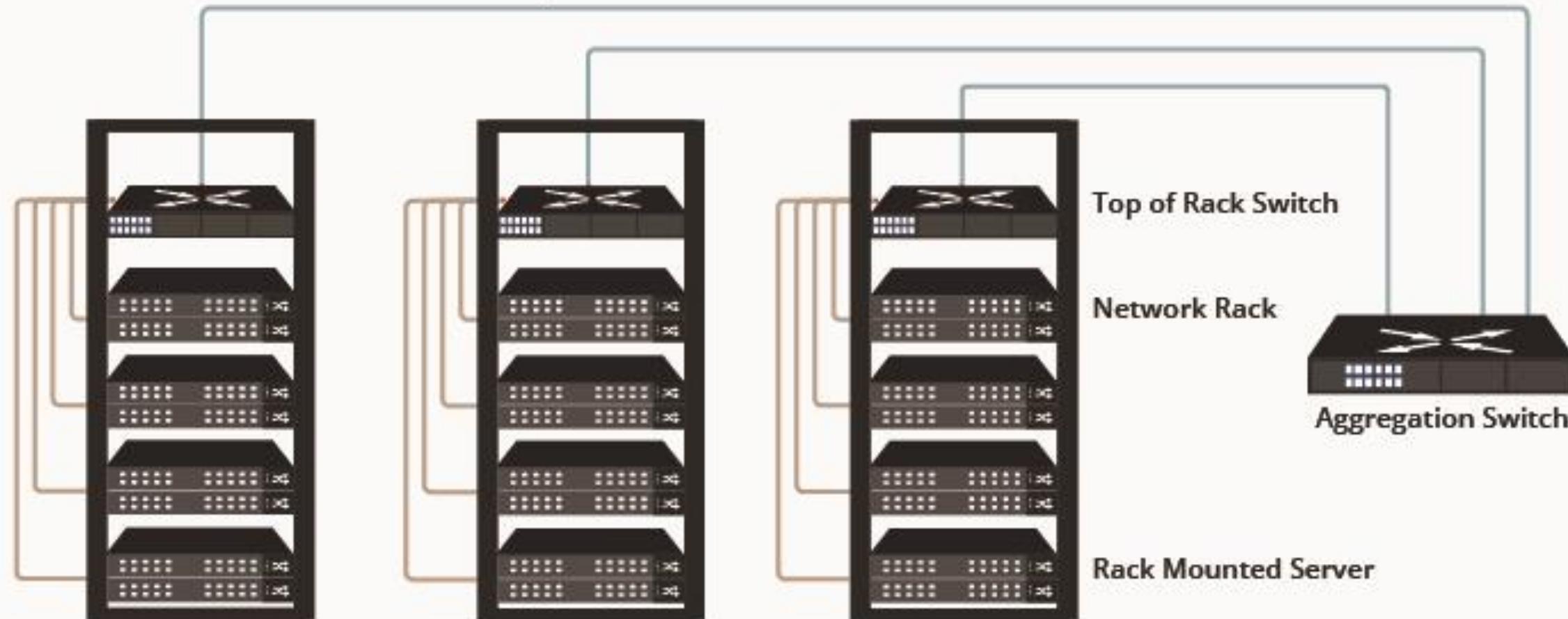


А теперь сверху вниз



А теперь сверху вниз

Top-of-Rack(TOR) Architecture

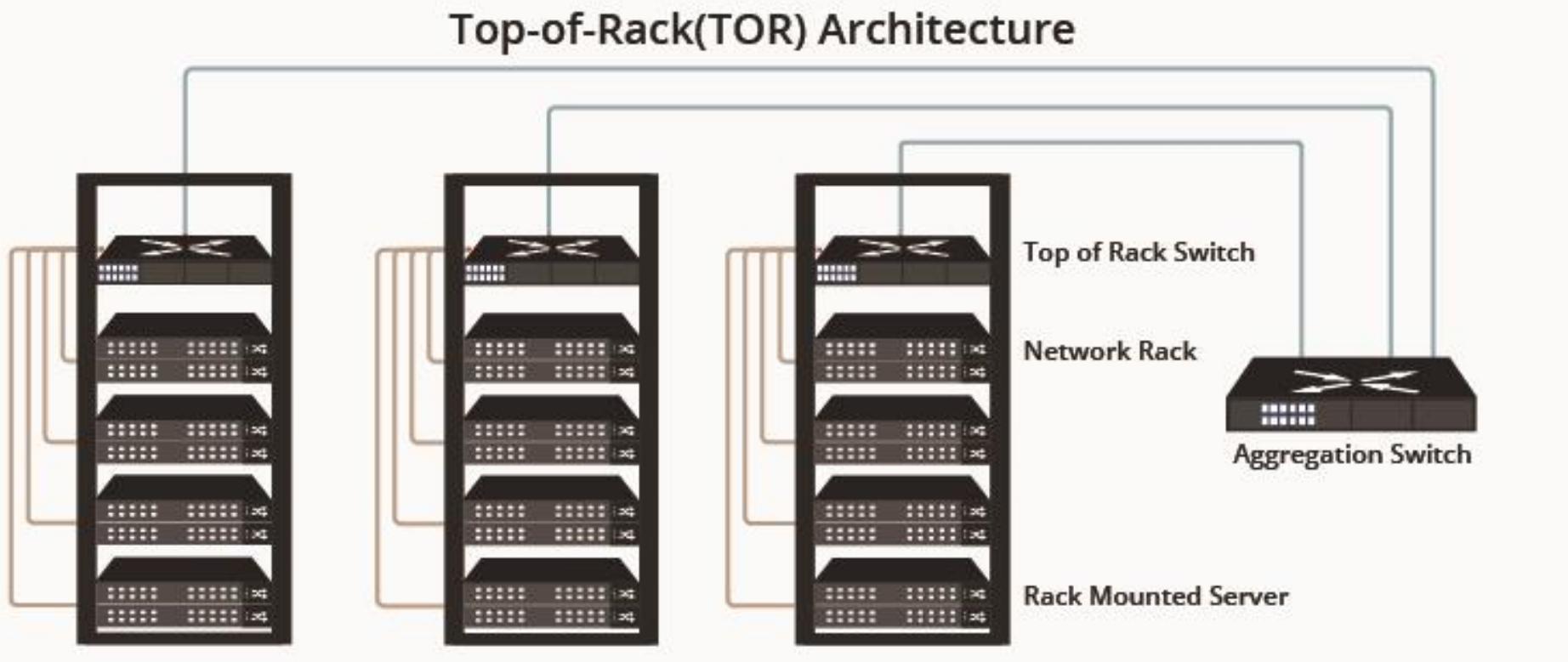


А теперь сверху вниз

Rack - стеллаж (стойка) с полками, на котором располагаются сервера

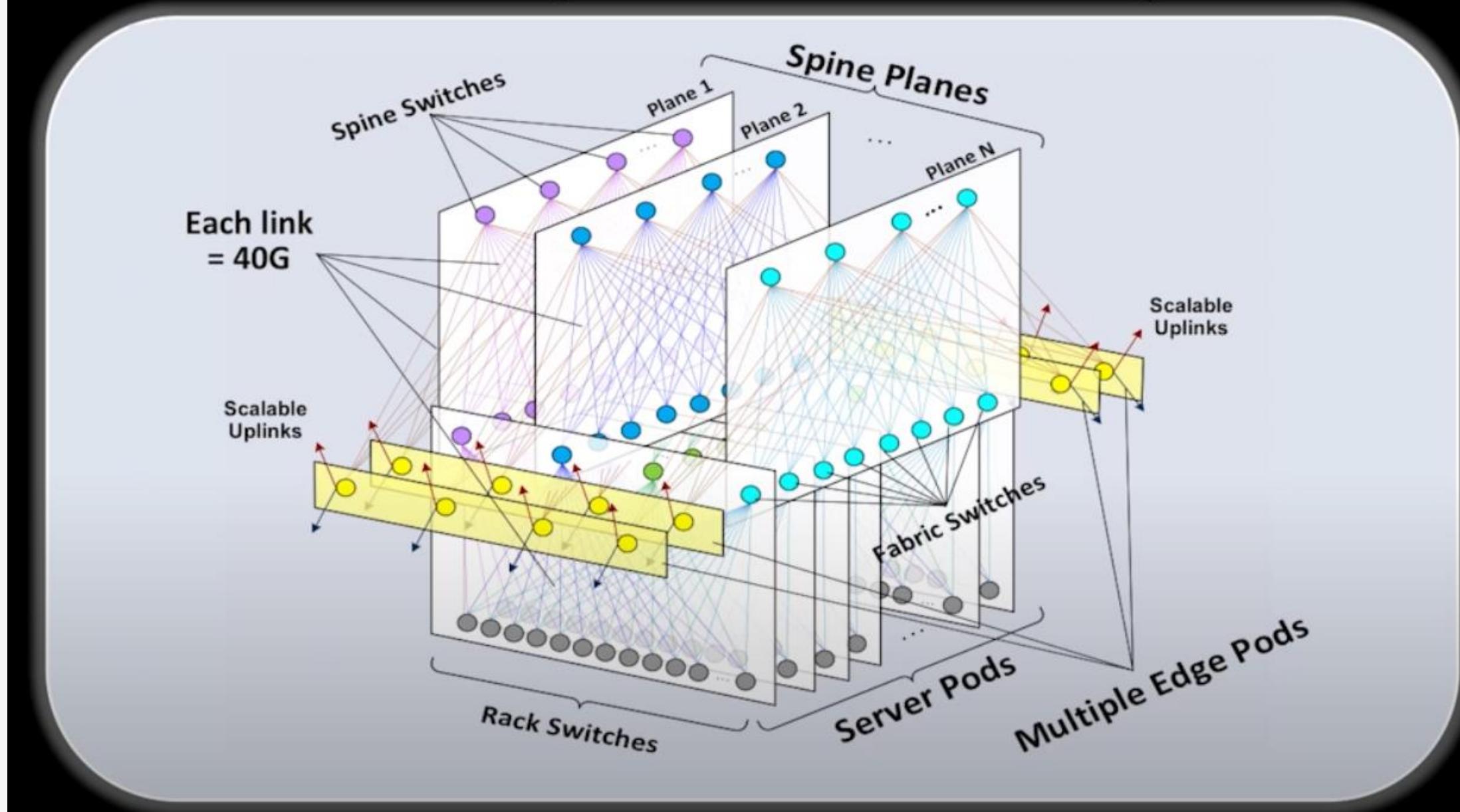
Top of Rack (ToR) Switch - коммутатор, который располагается обычно в верхней части Rack-а.

Подключает к себе все сервера этого Rack-а и позволяет серверам Rack-а общаться с основной сетью дата-центра

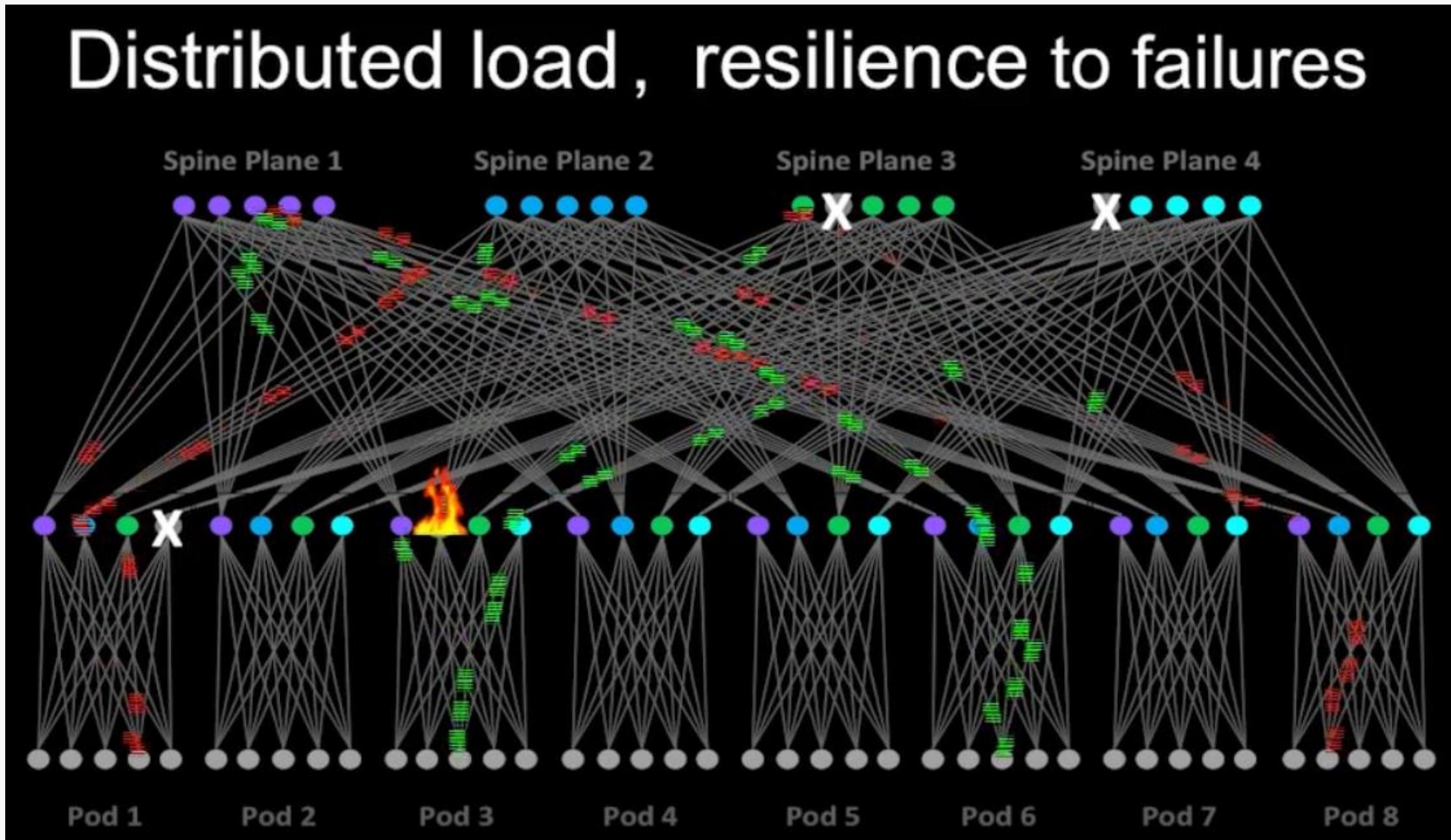


Отказоустойчивость

Anatomy of our fabric design



Отказоустойчивость

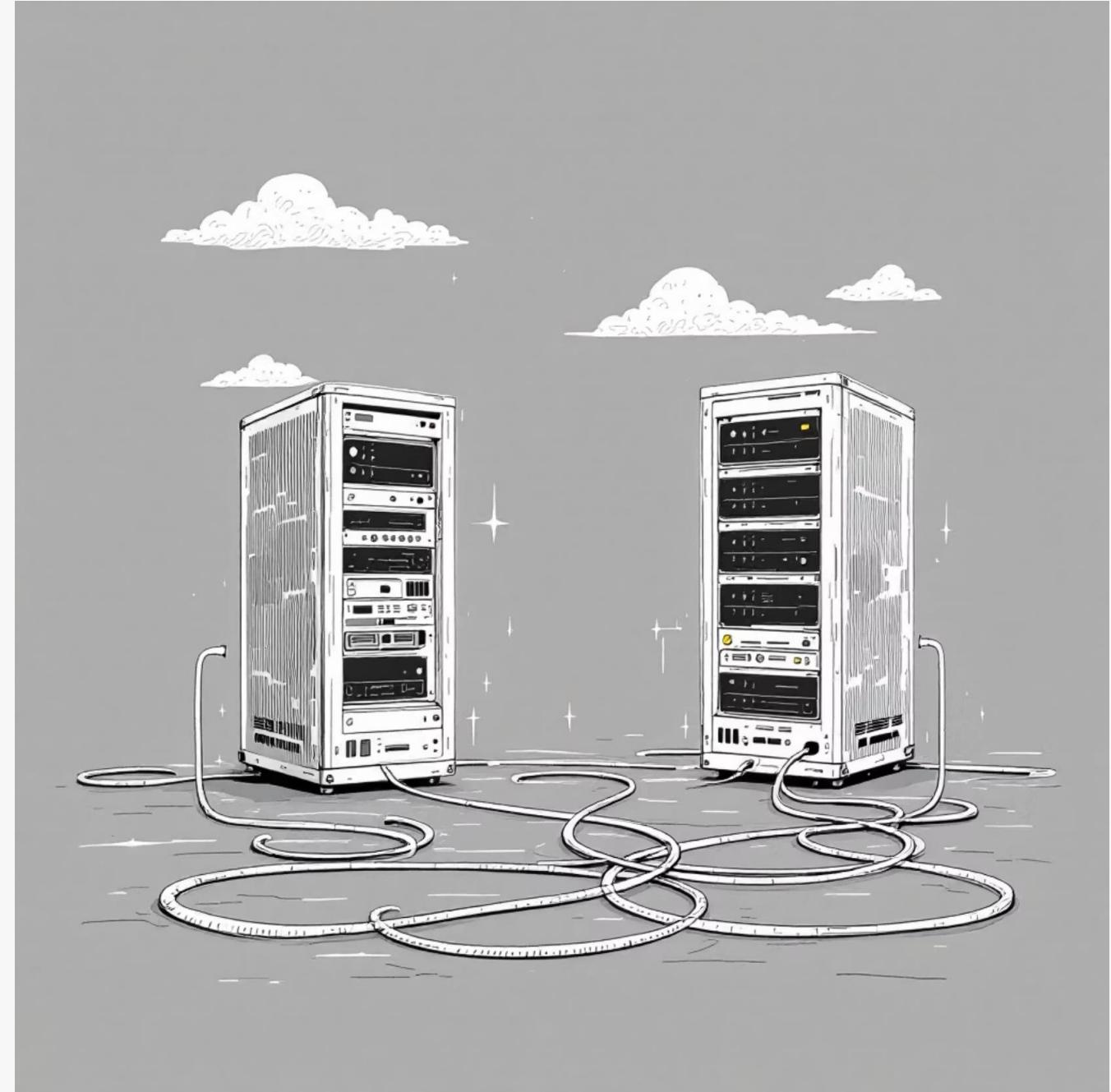


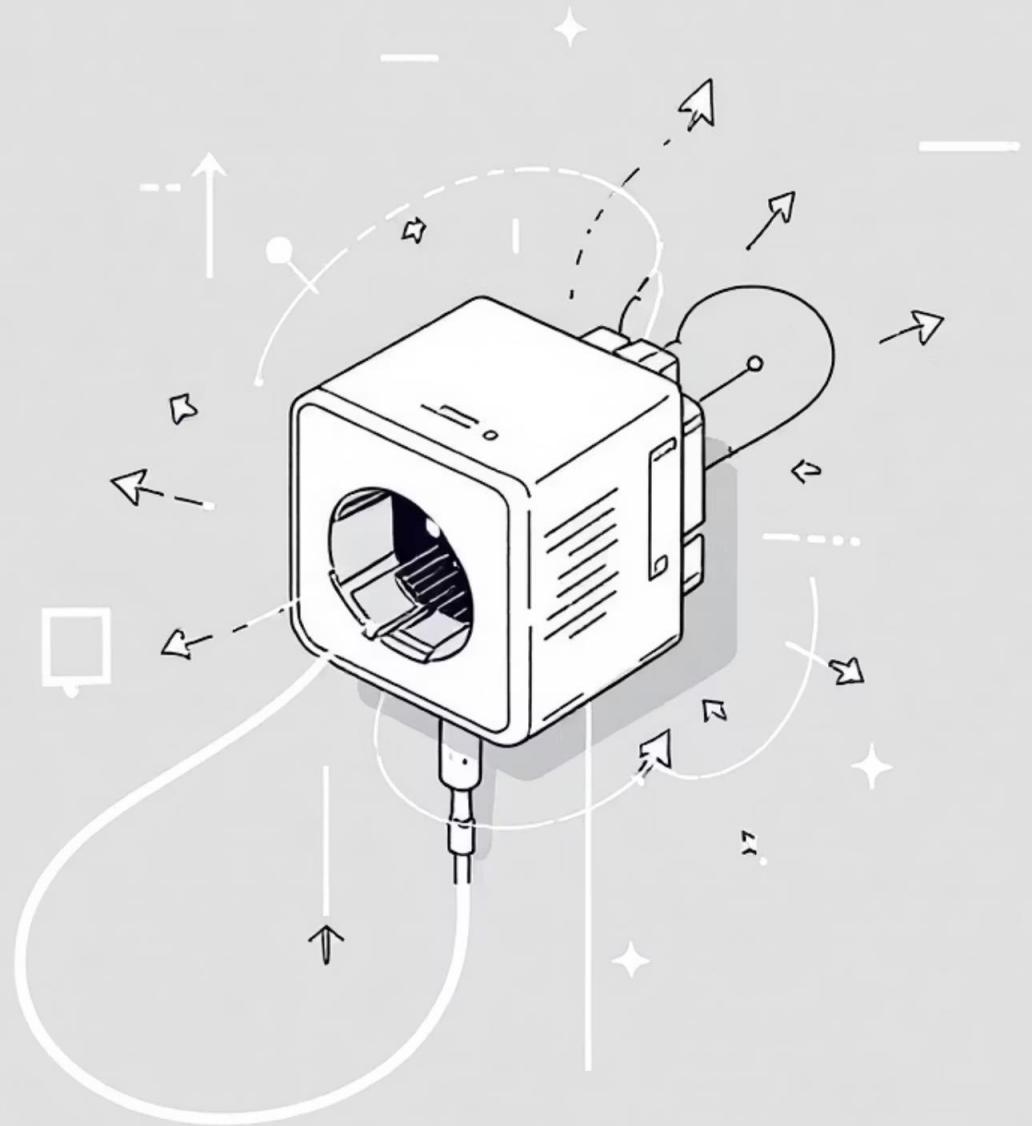
Как серверы общаются друг с другом

Основные принципы

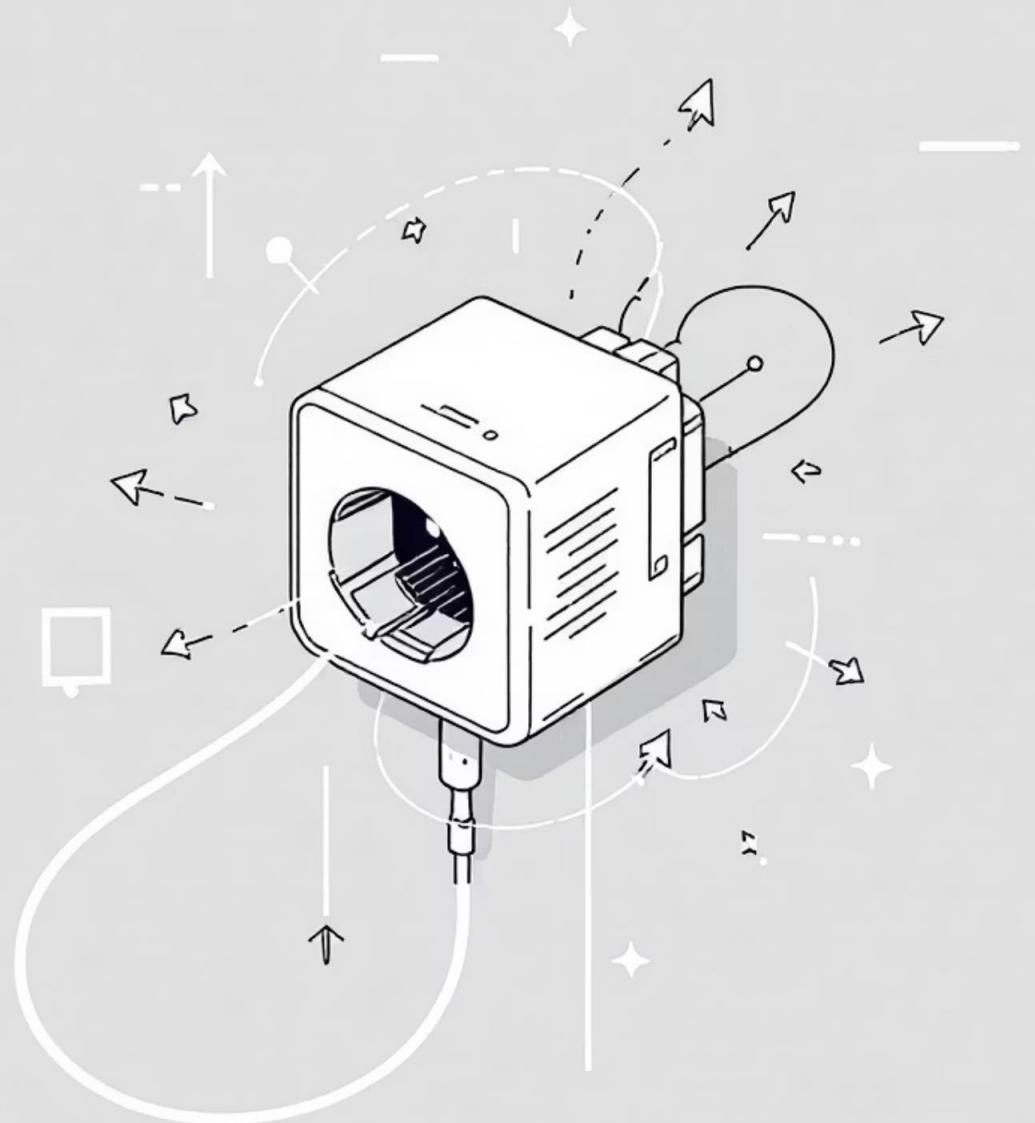
Каждый сервер – это отдельный компьютер с собственной операционной системой. Для обмена данными между серверами используется сетевая инфраструктура.

Процессы на разных серверах взаимодействуют через специальный механизм – **сокеты**.





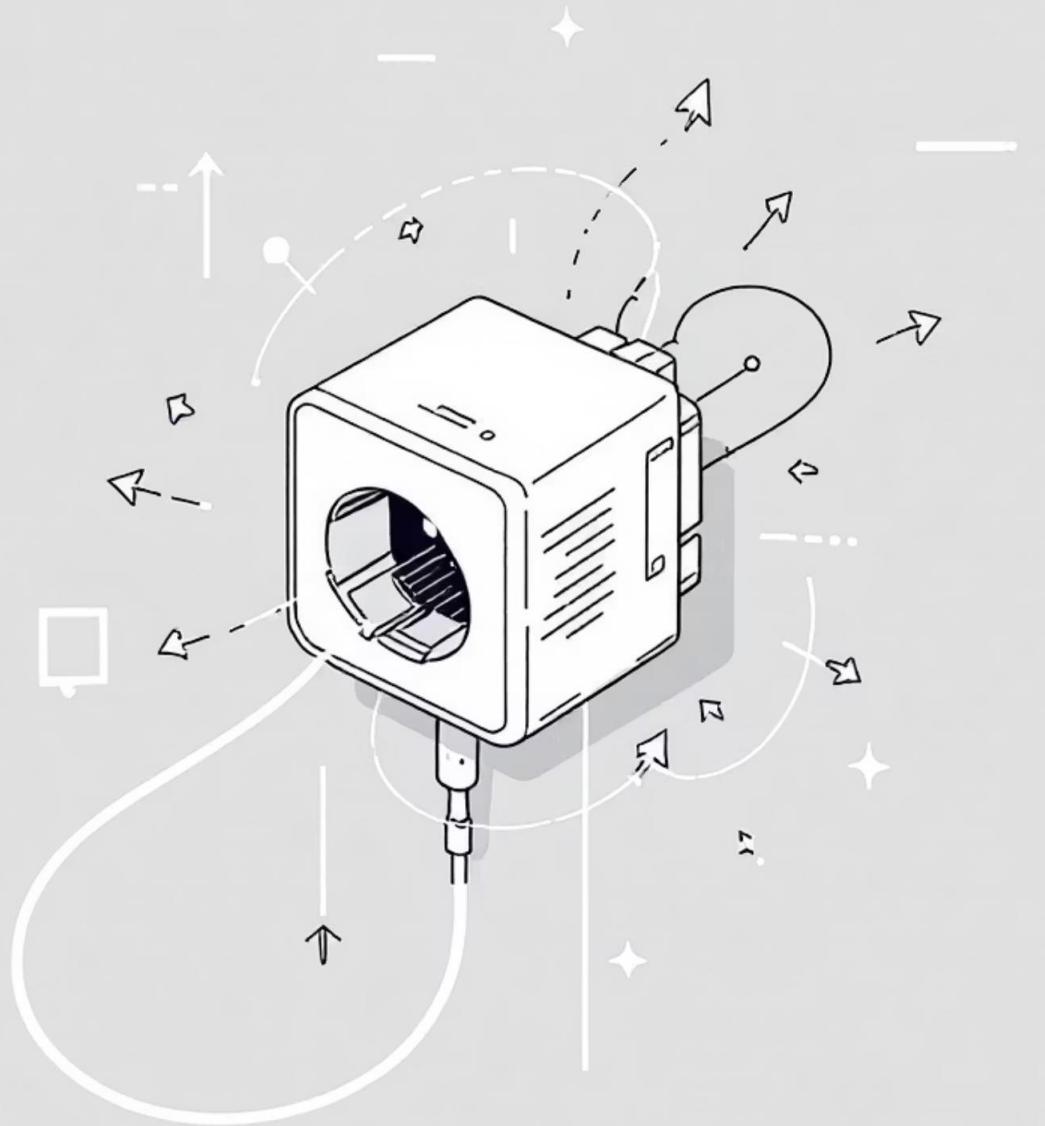
Что такое сокет?



Что такое сокет?

Программный
интерфейс

Сокет позволяет
процессам
обмениваться
данными через сеть



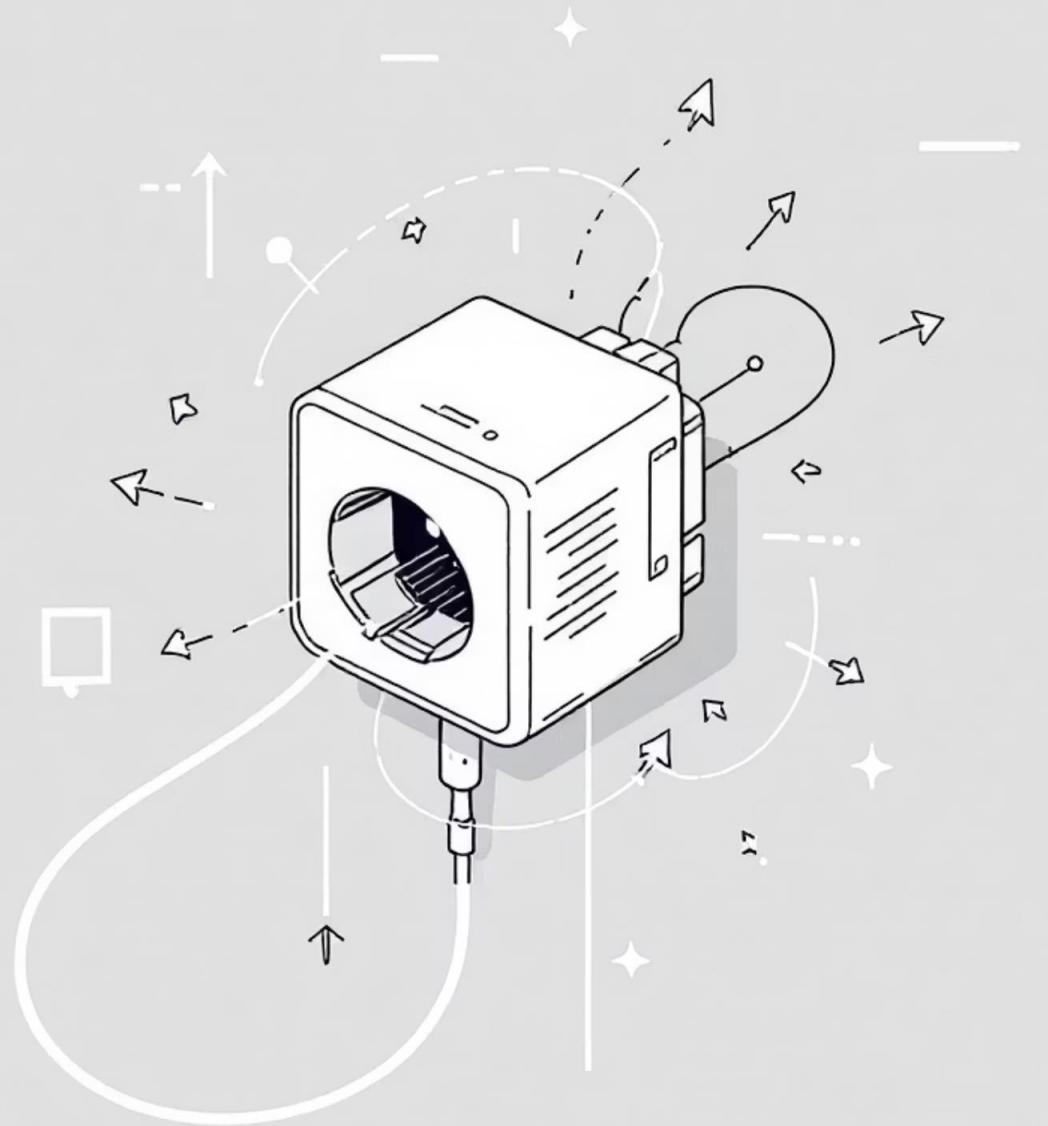
Что такое сокет?

Программный
интерфейс

Сокет позволяет
процессам
обмениваться
данными через сеть

Файл в ОС

Все, что записывается в этот
файл, передается по сети.
Принимающий сервер также
читает данные из файла



Что такое сокет?

Программный
интерфейс

Сокет позволяет
процессам
обмениваться
данными через сеть

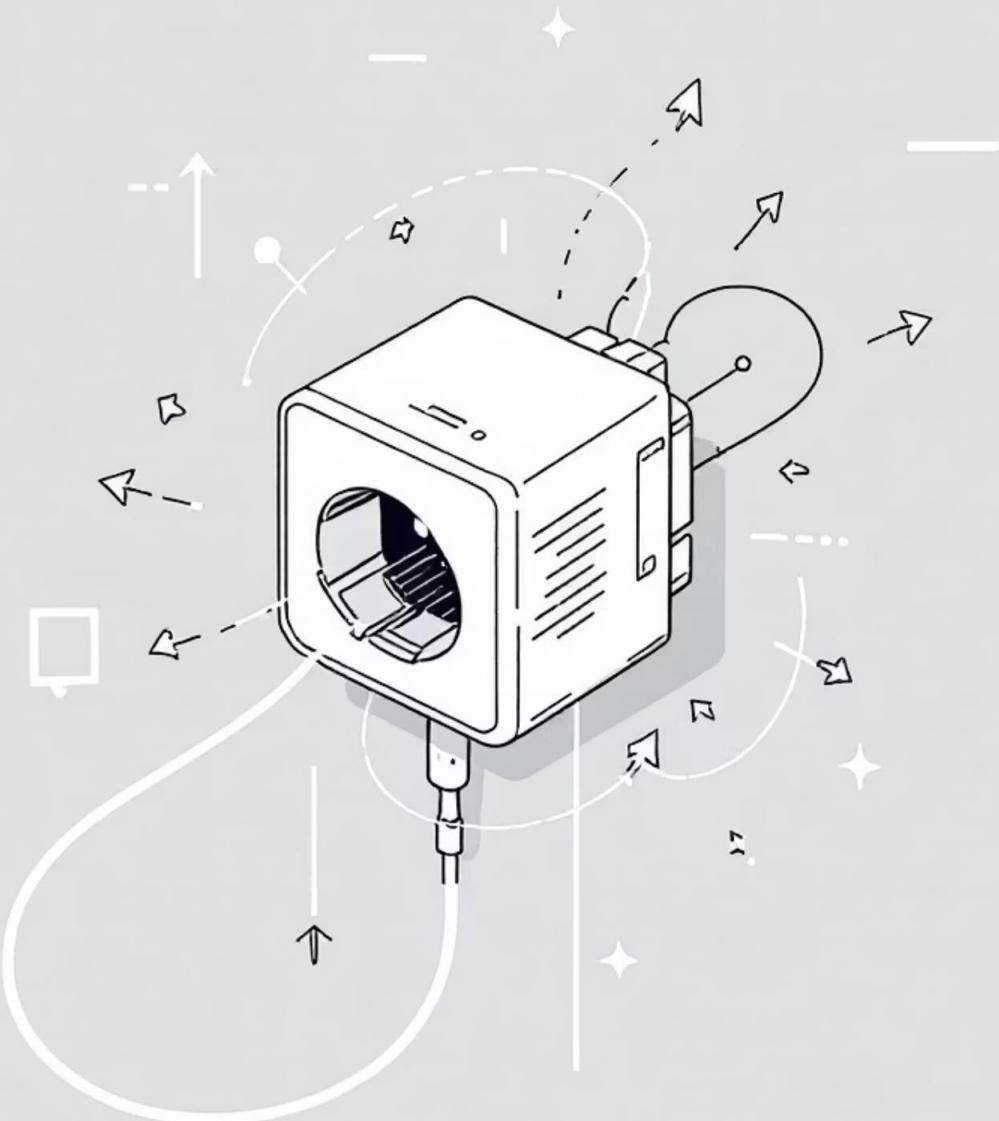
Файл в ОС

Все, что записывается в этот
файл, передается по сети.
Принимающий сервер также
читает данные из файла

Абстракция ОС

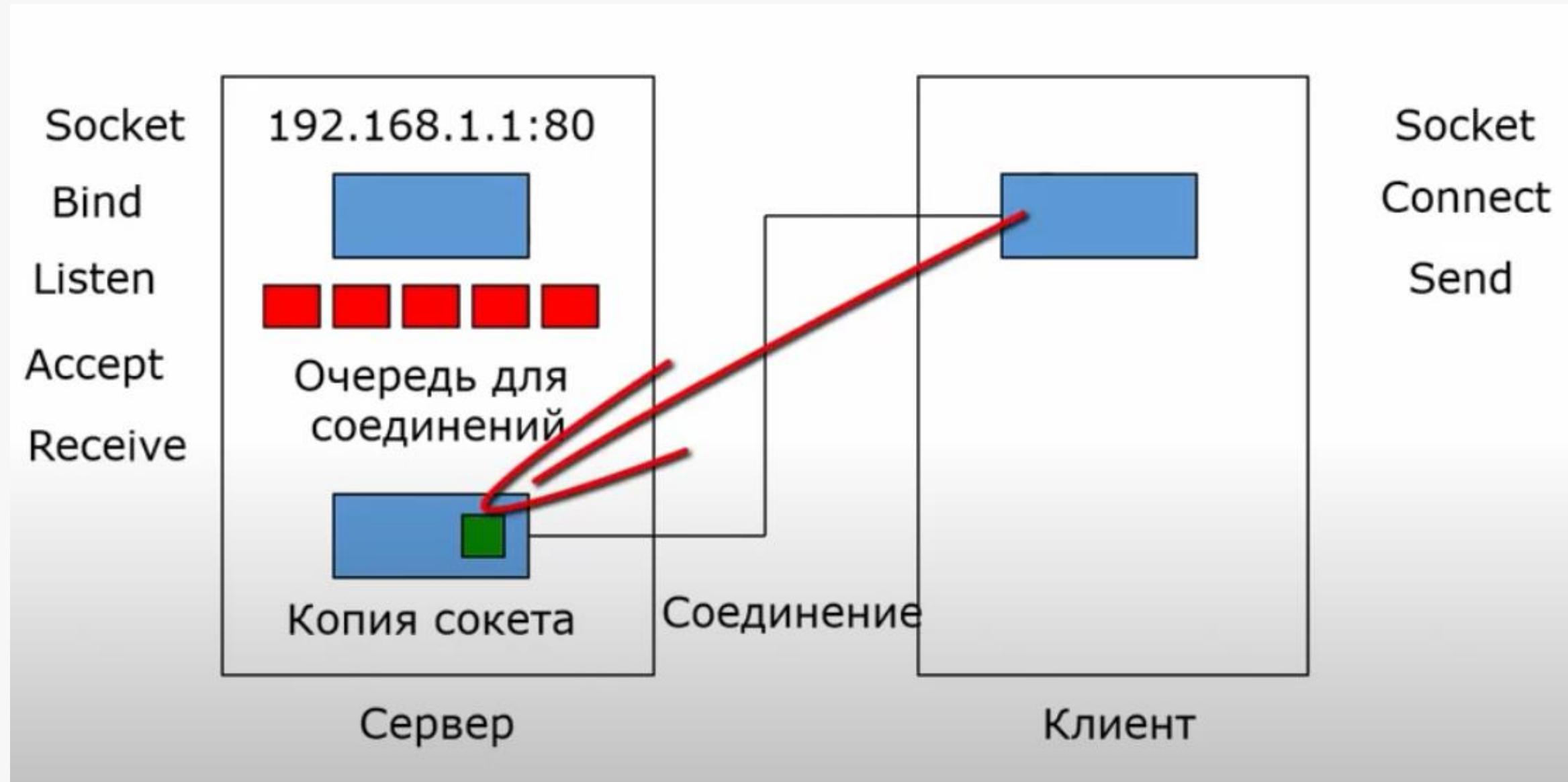
Существует только на эндпоинтах, в сети
передаются пакеты

Операции сокетов

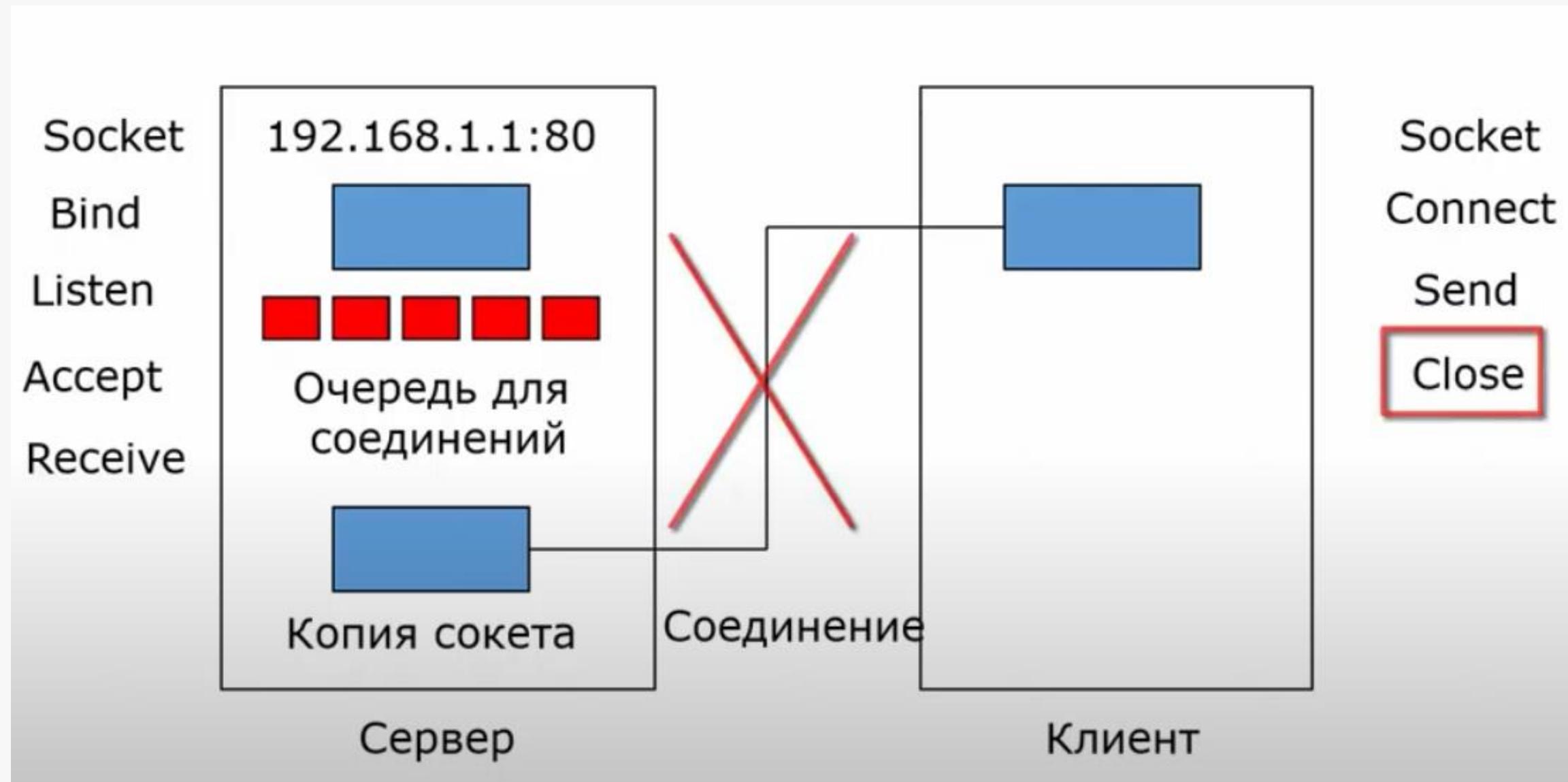


Операция	Назначение
Socket	Создать новый сокет
Bind	Связать сокет с IP-адресом и портом
Listen	Объявить о желании принимать соединения
Accept	Принять запрос на установку соединения
Connect	Установить соединение
Send	Отправить данные по сети
Receive	Получить данные из сети
Close	Закрыть соединение

Работа сокетов



Работа сокетов



Практика работы с сокетами

1. Открываем 2 терминала
2. Создаем сокеты на сервере и на клиенте
3. Отправляем данные с клиента на сервер
4. Смотрим на то, что сокет это действительно файл

Передача данных по сети. Потенциальные проблемы

Передача данных по сети. Потенциальные проблемы



Потеря данных

При отправке данных по

сети часть данных

может просто

"исчезнуть"

Передача данных по сети.

Потенциальные проблемы



Потеря данных

При отправке данных по сети часть данных может просто "исчезнуть"



Повреждение данных

При скачивании архива один из пакетов был повреждён при передаче, архив может не открыться.

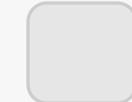
Передача данных по сети.

Потенциальные проблемы



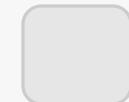
Потеря данных

При отправке данных по сети часть данных может просто "исчезнуть"



Нарушение порядка данных

При просмотре видео, кадр №10 пришёл раньше, чем кадр №5 из-за сетевых проблем



Повреждение данных

При скачивании архива один из пакетов был повреждён при передаче, архив может не открыться.

Передача данных по сети.

Потенциальные проблемы



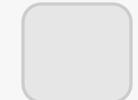
Потеря данных

При отправке данных по сети часть данных может просто "исчезнуть"



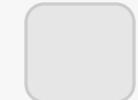
Нарушение порядка данных

При просмотре видео, кадр №10 пришёл раньше, чем кадр №5 из-за сетевых проблем



Повреждение данных

При скачивании архива один из пакетов был повреждён при передаче, архив может не открыться.

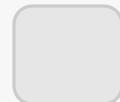


Перегрузка сети

Допустим, вы пытаетесь загрузить фильм, а кто-то ещё качает игру. Сеть может "захлебнуться", и данные будут теряться.

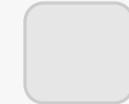
Передача данных по сети через TCP.

Решение проблем



Подтверждения (ACK)

TCP ожидает подтверждения, что данные дошли. Если подтверждения нет – данные отправляются снова.



Нумерация пакетов (Sequence Numbers)

Каждый пакет получает номер. Получатель собирает их в правильном порядке, даже если они пришли не по порядку.



Контроль целостности (Checksum)

TCP добавляет контрольную сумму к каждому пакету. Если данные повреждены – получатель об этом узнаёт и просит повторную отправку.



Flow and Congestion Control

TCP следит, чтобы отправитель не перегружал получателя и сеть.

Если получатель не успевает – отправитель замедляется.

Если сеть не успевает – отправитель замедляется.

TCP в действии: трехстороннее рукопожатие

- | | | |
|---|---|--------------------------------|
| 01
SYN (Synchronize) | 02
SYN-ACK | 03
ACK (Acknowledge) |
| Клиент отправляет запрос на установление соединения | Сервер отвечает подтверждением и готовностью к обмену | Клиент подтверждает готовность |
| 04
Передача данных | 05
FIN (Finish) | |
| Данные передаются по установленному соединению | Одно из устройств инициирует завершение соединения | |

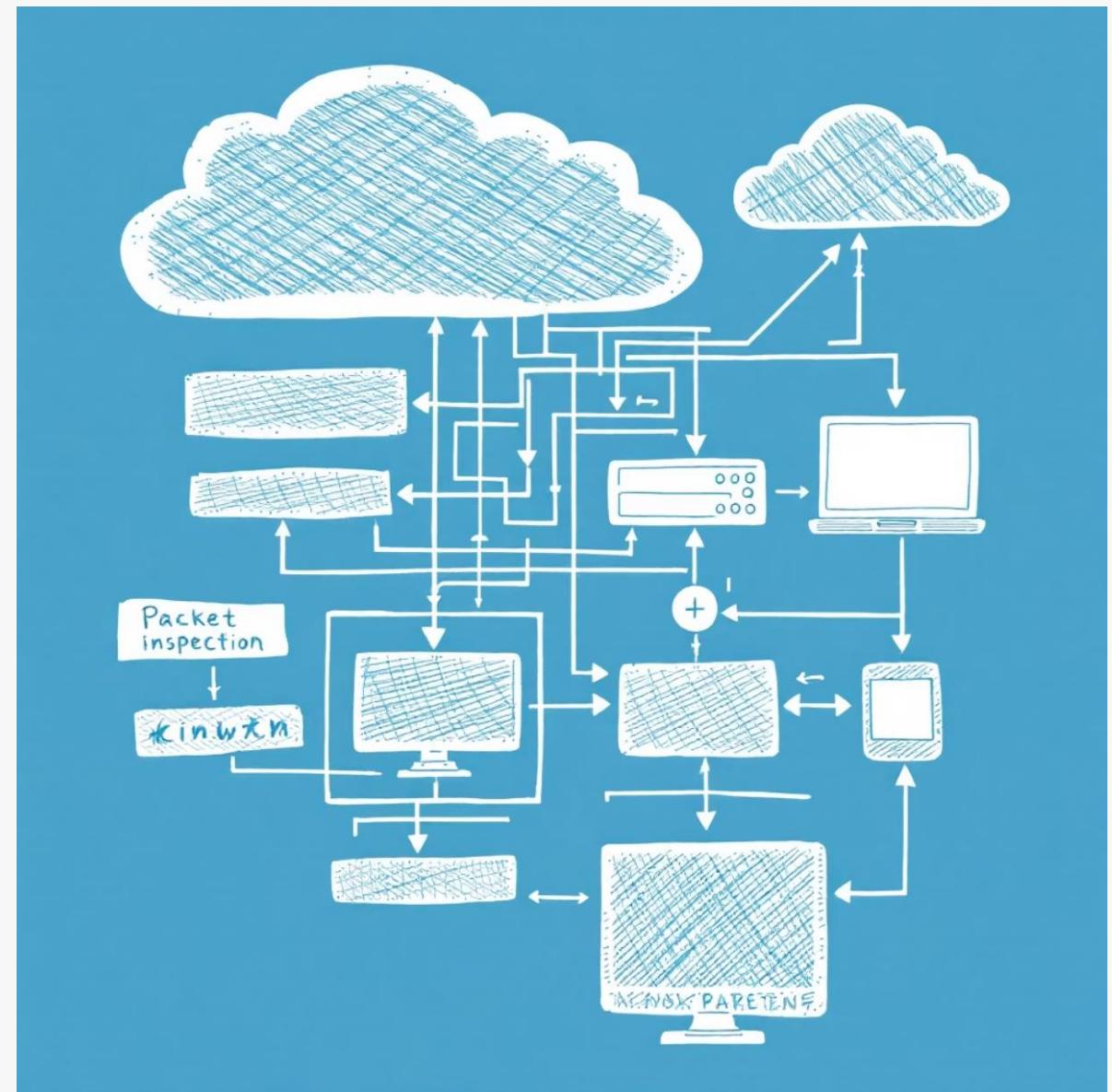
Пример отличного применения преимущества TCP

Deep Packet Inspection

DPI – технология анализа содержимого сетевых пакетов провайдером. Позволяет определить:

- Какой сайт посещает пользователь
- Какое приложение использует сеть
- Какие данные передаются

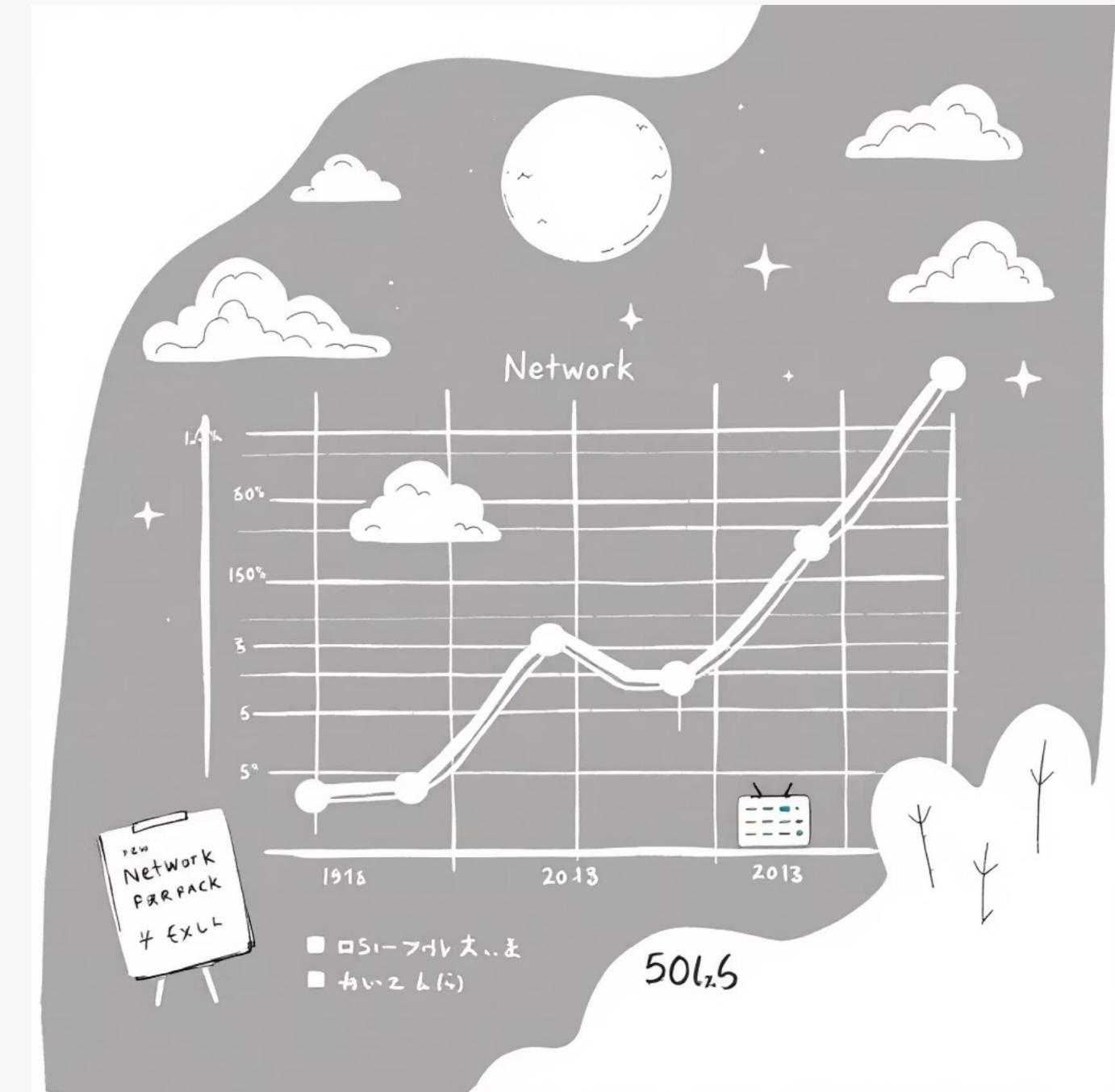
Образовательный пример: блокировка доступа к определенным ресурсам



Почему в РС используются сокеты?

Преимущества прямого использования TCP

- Более высокая производительность
- Полный контроль над сетевым взаимодействием
- Возможность создания собственных протоколов
- Отсутствие накладных расходов HTTP



Реальные распределенные системы на сокетах



Apache Kafka

Использует TCP для обмена сообщениями между брокерами и обеспечения высокой производительности



Apache Cassandra

TCP-сокеты для репликации данных между узлами кластера



Redis

TCP для клиент-серверного взаимодействия и обеспечения быстрого доступа к данным



Raft

Алгоритм консенсуса использует TCP для голосования между узлами

А теперь перейдем к практике