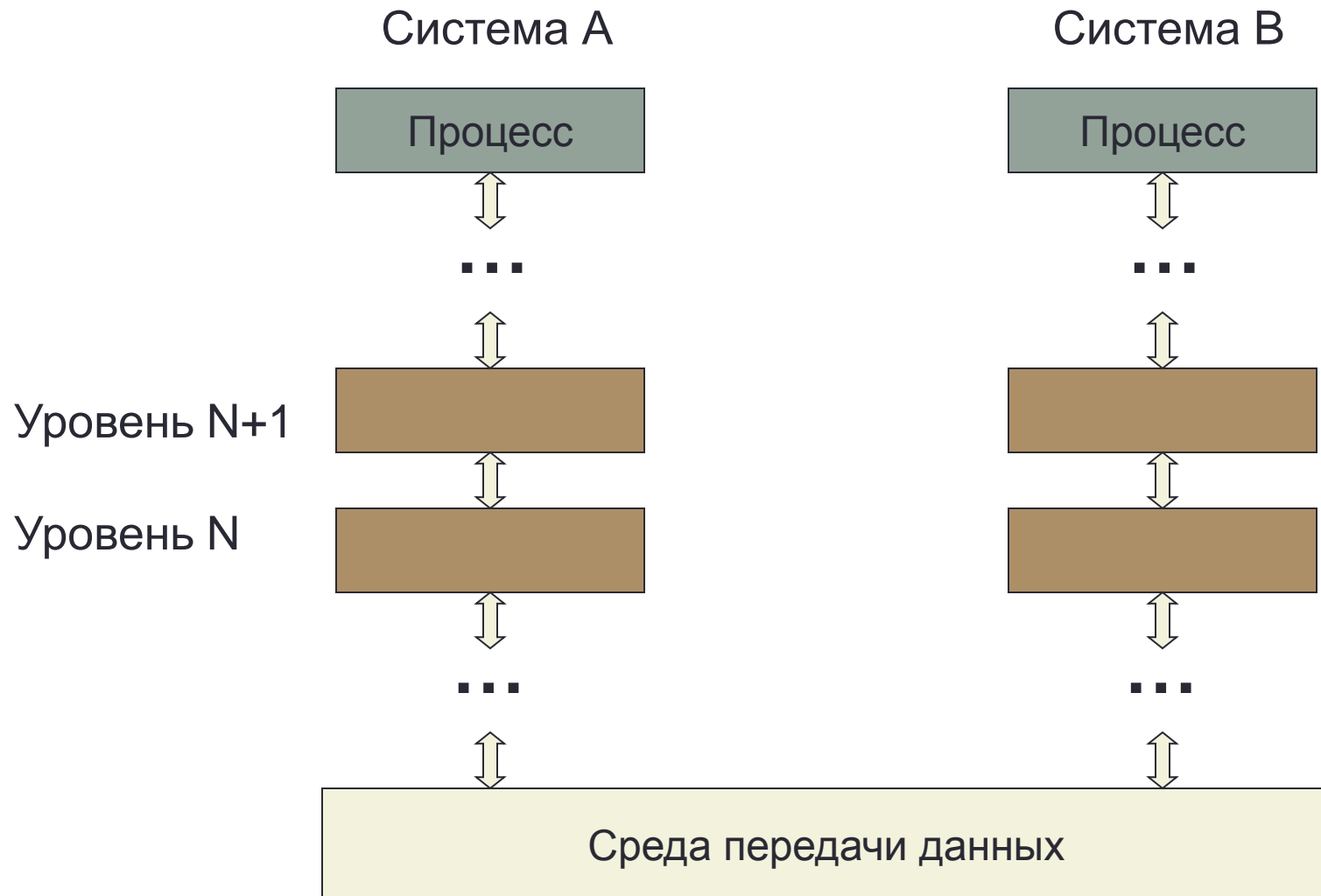


# МНОГОУРОВНЕВАЯ МОДЕЛЬ СТЕКА СЕТЕВЫХ ПРОТОКОЛОВ

---

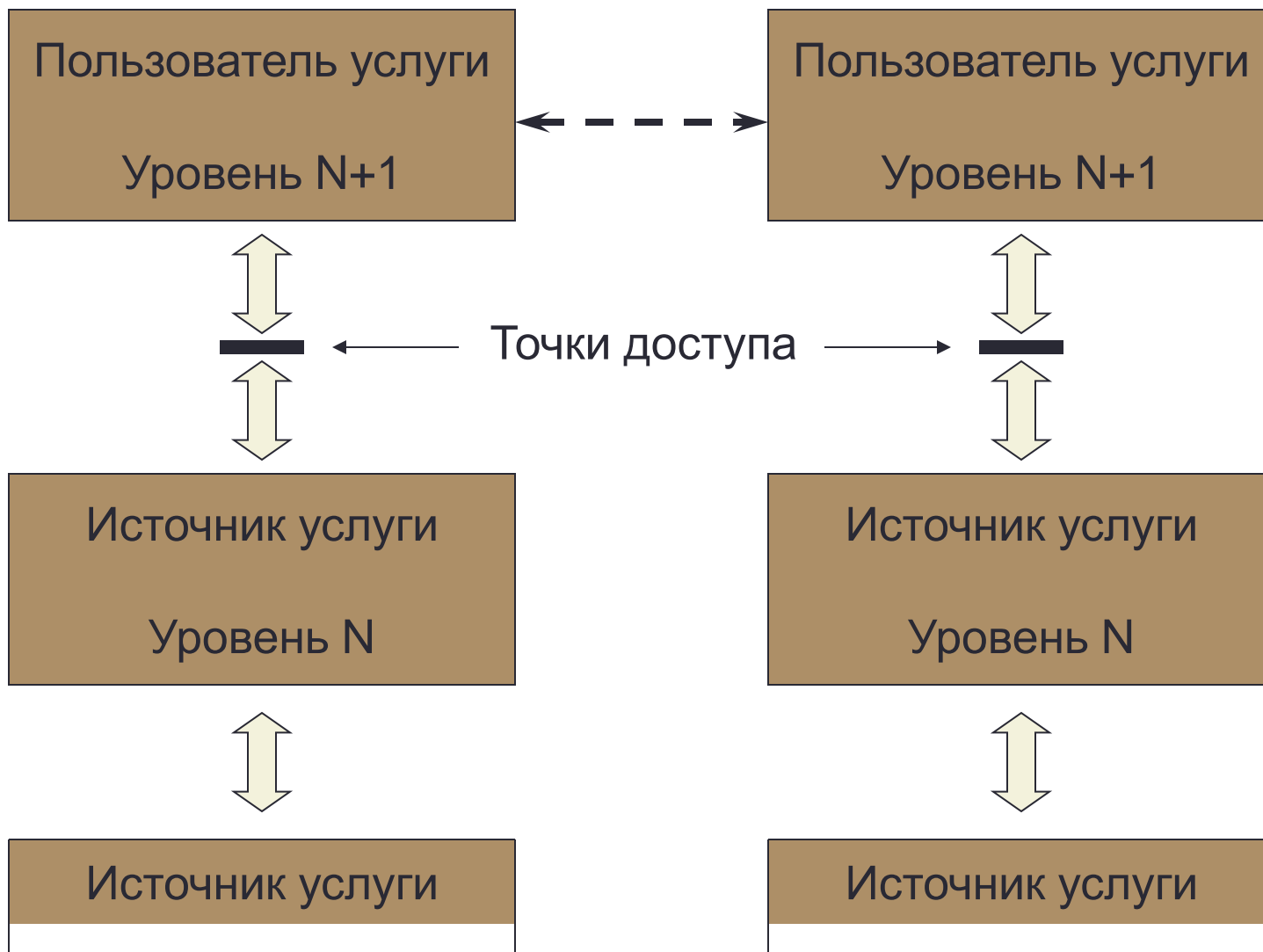
# Организация передачи данных

## Многоуровневая модель



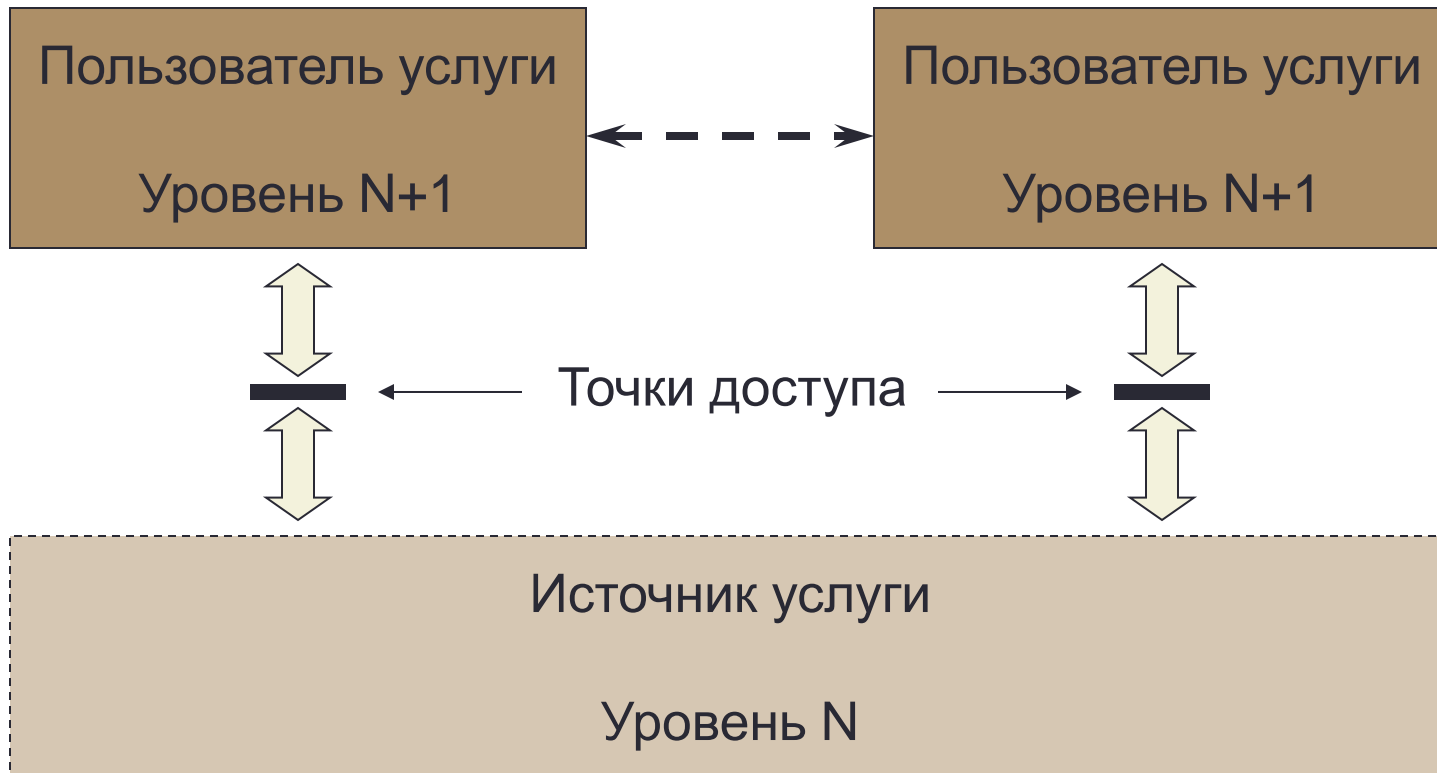
# Организация передачи данных

## Взаимодействие соседних уровней



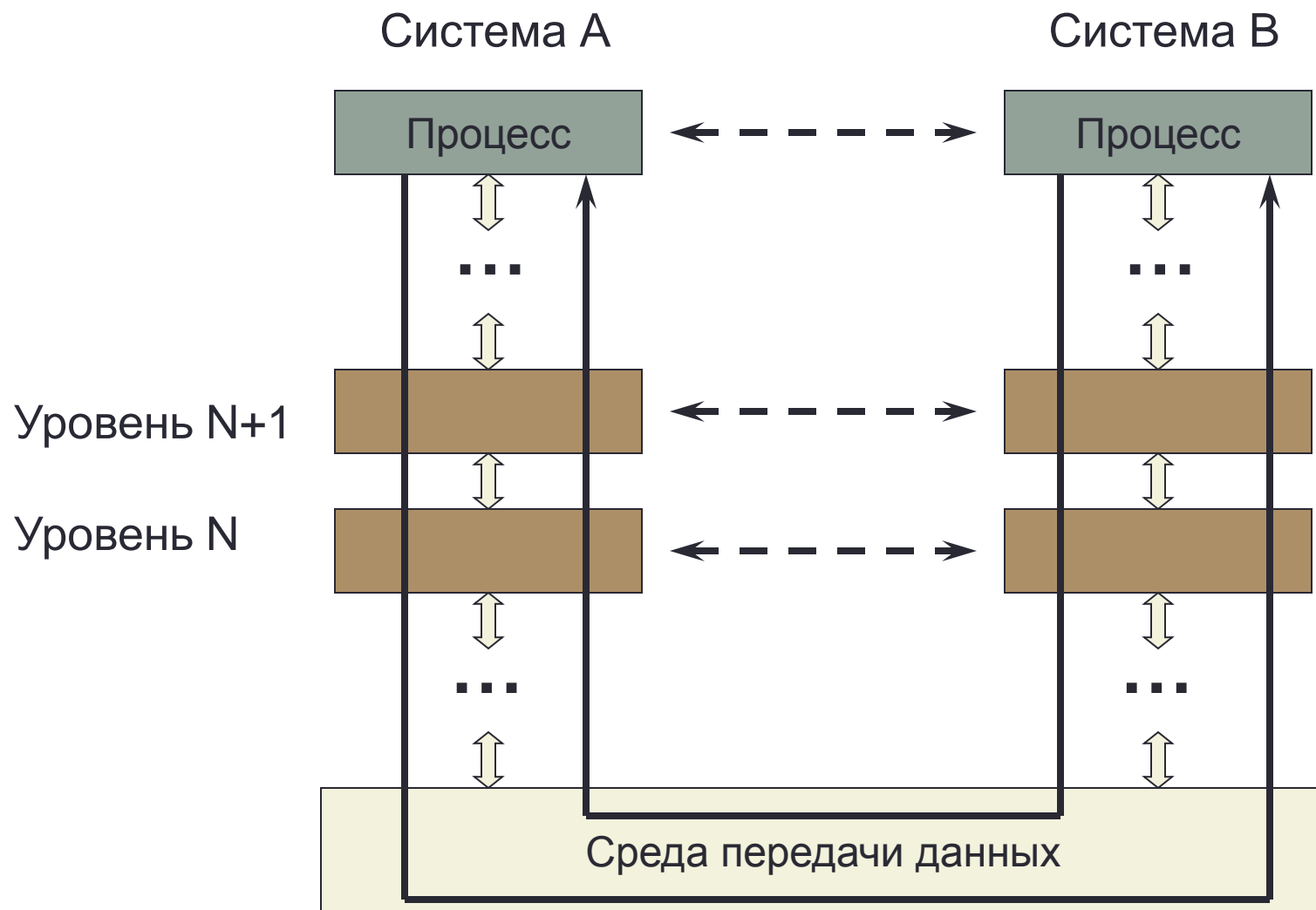
# Организация передачи данных

## Взаимодействие соседних уровней



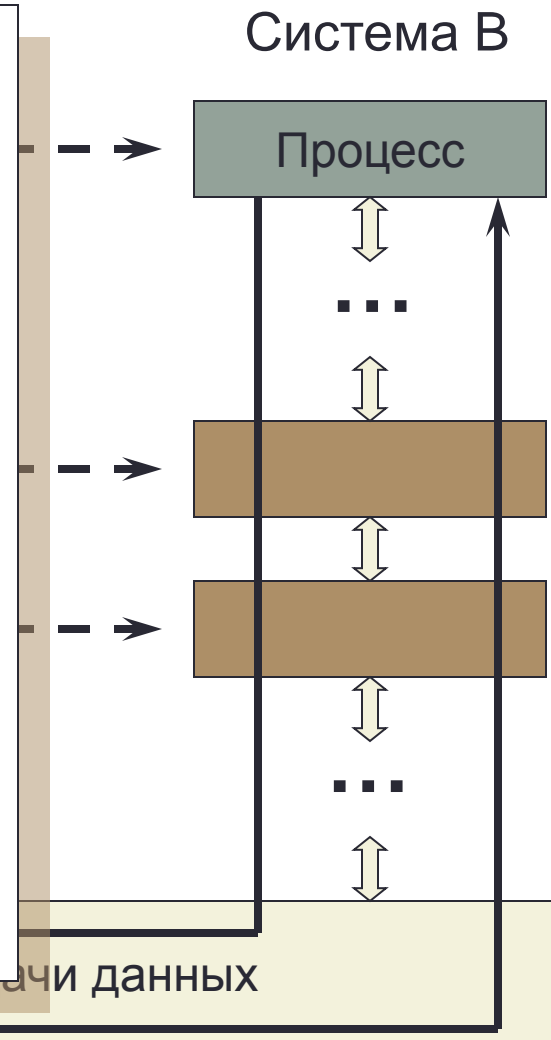
# Организация передачи данных

## Потоки данных



# Организация передачи данных Определения

- **Протокол** – формальный набор правил, по которому обмениваются сетевые компоненты, находящиеся на одном уровне на разных системах (а также реализующее его ПО).
- **Интерфейс** – набор правил взаимодействия смежных уровней на одной системе.
- **Стек протоколов** – совокупность интерфейсов и протоколов, достаточные для организации взаимодействия процессов



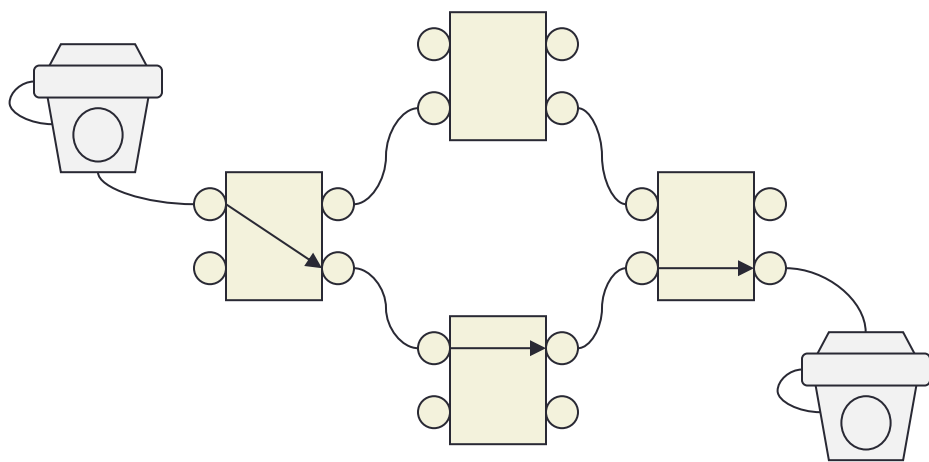
# СПОСОБЫ КОММУТАЦИИ

---

# Способы коммутации

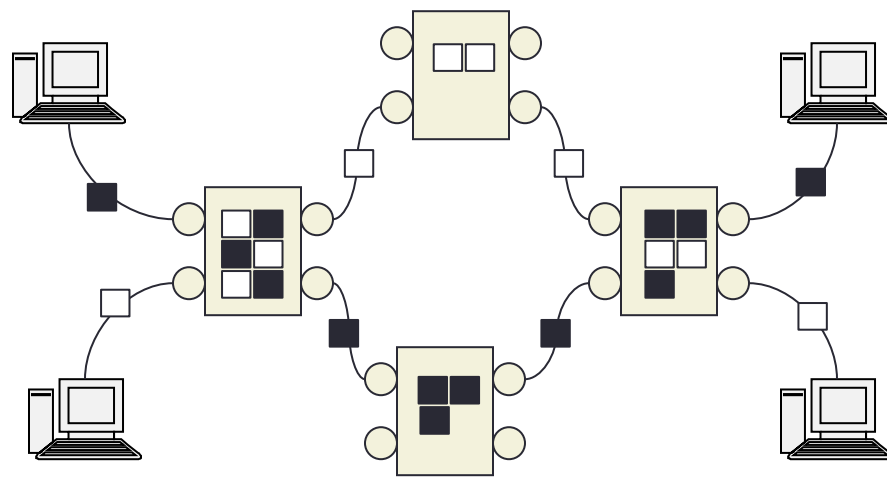
## Коммутация каналов

Перед началом связи формируется непрерывный составной канал, используемый только конечными клиентами



## Коммутация пакетов

Передаваемые данные разделяются на небольшие фрагменты, независимо передаваемые по сети.



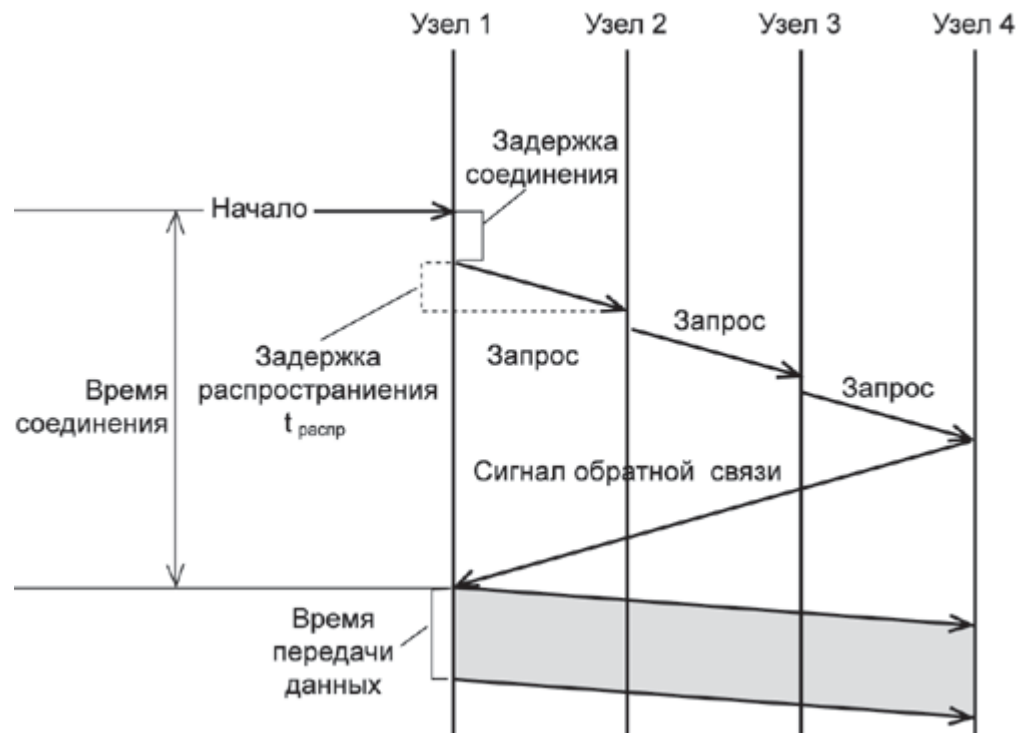


# Коммутация каналов

Сеть образует между конечными узлами *непрерывный составной физический канал* из последовательно соединенных коммутаторами промежуточных канальных участков.

Обязательна процедура установления связи.

Транзитные узлы не буферизируют данные.



# Коммутация каналов

## Достоинства:

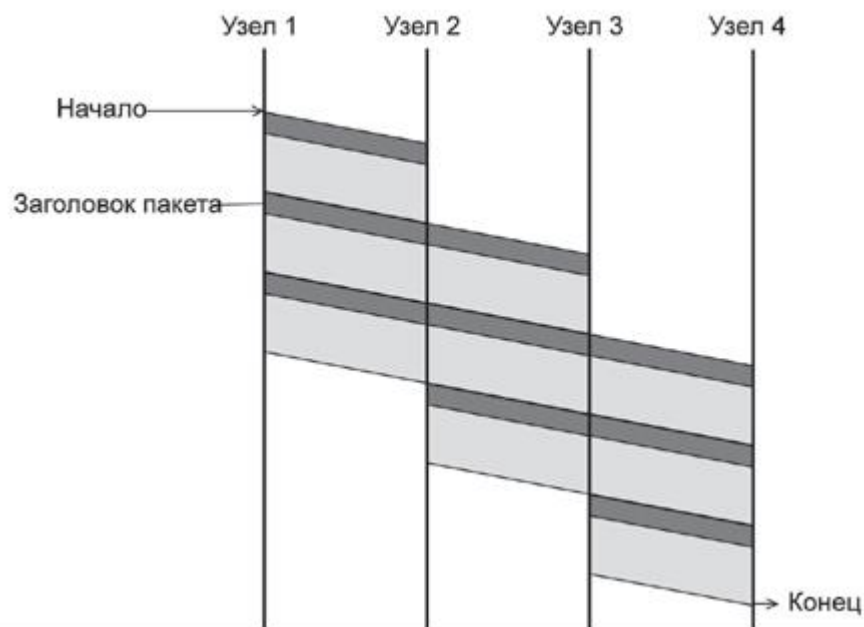
1. Постоянная и известная скорость передачи данных между конечными узлами
2. Низкий и постоянный уровень задержки при передаче данных через сеть

## Недостатки:

1. Возможность отказа при установлении соединения
2. Нерациональное использование пропускной способности каналов для компьютерного трафика
3. Обязательная задержка перед началом передачи данных

# Коммутация пакетов

Сообщение разбивается на пакеты, каждый из которых снабжается заголовком, содержащим адресную информацию и информацию для сборки сообщения. Пакеты транспортируются по сети как независимые информационные блоки.



# Коммутация пакетов

Буферизация пакетов транзитными узлами

- Сглаживает пульсации трафика на магистральных каналах
- Вносит задержку в передачу данных

Задержки:

- В источнике передачи данных
  - Время на передачу заголовка
  - Интервалы между передачей пакетов
- В транзитных узлах:
  - Время буферизации
  - Время коммутации:
    - Время ожидания в очереди
    - Время перемещения пакета в выходной порт

# Коммутация пакетов

Достоинства:

1. Высокая общая пропускная способность при передаче пульсирующего трафика
2. Динамическое перераспределение ресурсов сети

Недостатки:

1. Неопределённость скорости передачи
2. Переменная, возможно большая, величина задержки
3. Возможность потери данных

# Коммутация пакетов

Механизмы передачи данных в сетях с коммутацией пакетов:

- Дейтаграммная передача
- Виртуальные каналы (virtual circuit, virtual channel)

# Коммутация пакетов

## Дейтаграммная передача

- Передаваемые пакеты обрабатываются независимо друг от друга.
- Принадлежность пакетов одному потоку игнорируется
- Решение о передаче пакета принимается на основе таблиц маршрутизации по адресу получателя пакета.
- Пакеты одного потока могут доставляться по разным маршрутам

# Коммутация пакетов

## Виртуальные каналы

- Создаётся устойчивый путь следования трафика через сеть
- Учитывает существование потоков данных
- Между двумя узлами может быть проложено несколько виртуальных каналов
- Упрощает реализацию механизмов QoS
- Для принятия решения о передаче пакетов используется локальная метка



# Способы коммутации

## Коммутация каналов

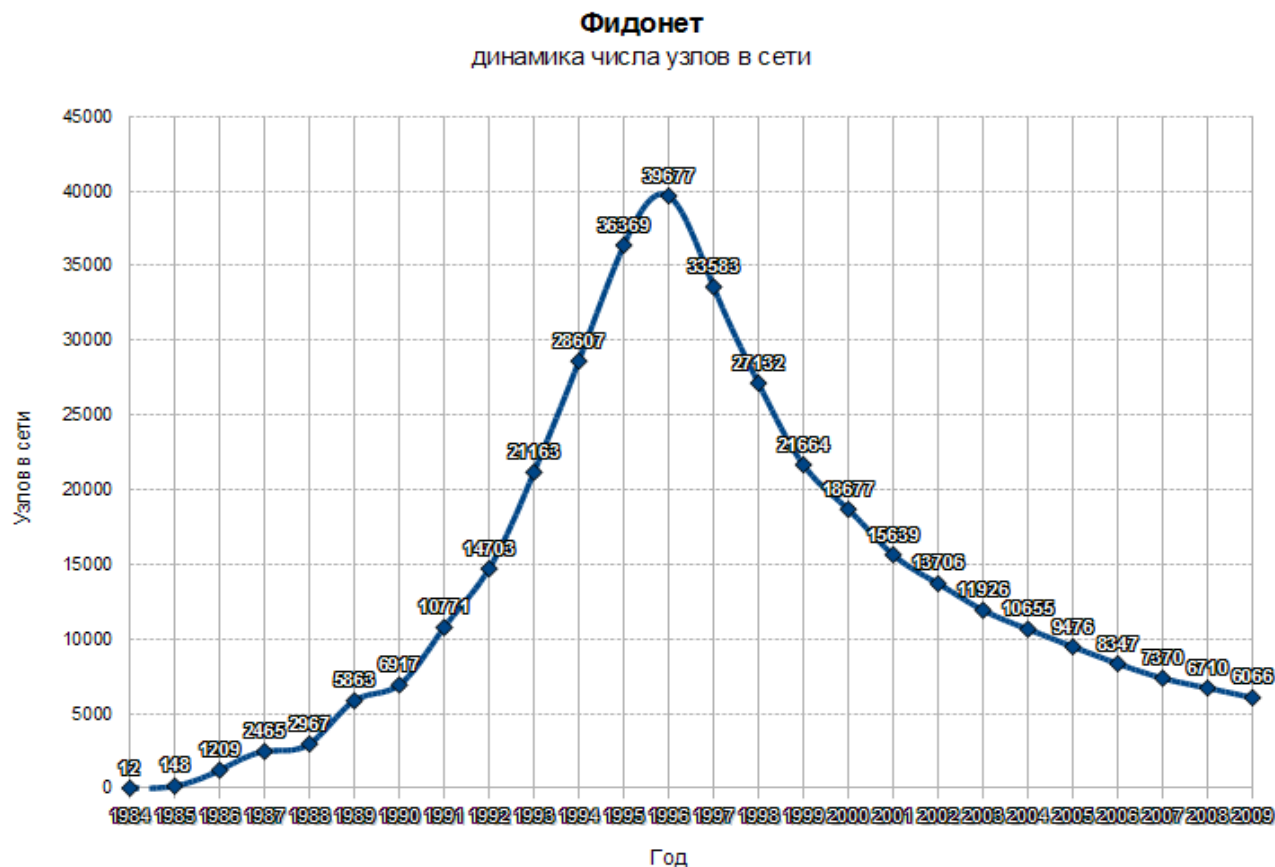
- + обеспечиваются гарантированные характеристики качества канала
- задержка перед началом связи
- возможен отказ в построении канала
- невозможность динамического перераспределения ресурсов

## Коммутация пакетов

- + более эффективное использование каналов связи в случае пульсирующей нагрузки
- + возможность динамически распределять пропускную способность между абонентами
- неопределённость пропускной способности и задержек при передаче (QoS)
- возможность потери данных

# Коммутация сообщений

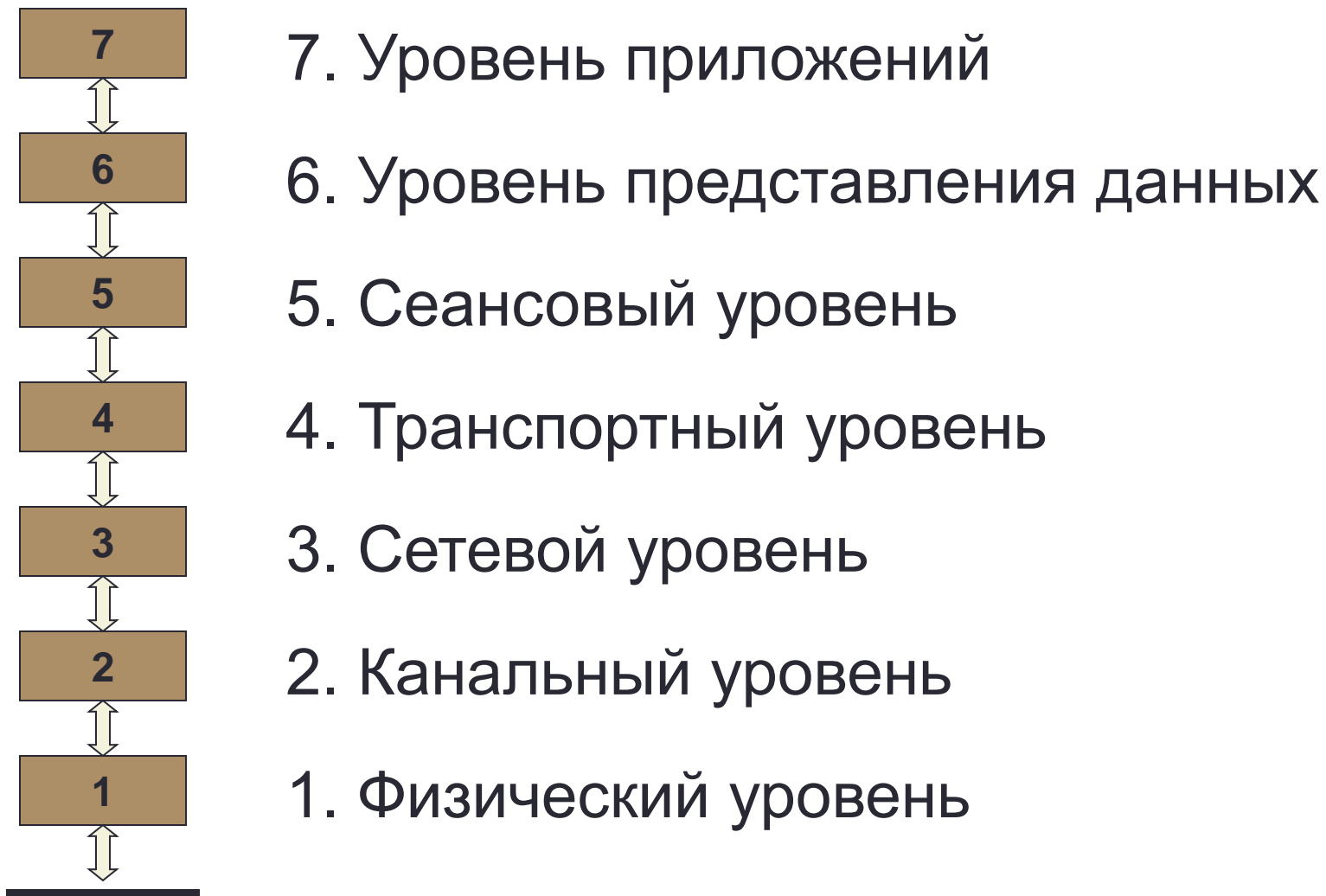
Коммутация сообщений – передача единого блока данных между транзитными компьютерами с временной буферизацией этого блока на каждом компьютере.



# ЭТАЛОННАЯ МОДЕЛЬ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ОТКРЫТЫХ СИСТЕМ OSI ISO

---

# Эталонная модель взаимодействия открытых систем ISO (OSI ISO)



# Физический уровень

## Physical level

### Задача уровня:

- Передача отдельных битов между непосредственно соединенными сетевыми устройствами

### Описывает физические аспекты передачи информации:

- Природа передающей среды
- Полоса пропускания
- Напряжение
- Крутизна фронтов
- Используемые частоты
- Размер и форма разъемов
- ...

Реализуется аппаратными методами в сетевом адаптере



# Канальный уровень

## Data link level

Задача уровня:

- Передача данных, организованных в **кадры (frame)** без искажений между узлами сети, связанными одной средой передачи данных.

На этом уровне:

- Осуществляется проверка возможности доступа к разделяемой среде
- Выделение кадров из потока данных, поступающих по сети, формирование кадров при отправке
- Вычисляются и проверяются контрольные суммы для проверки правильности передачи



# Канальный уровень

## Data link level

Подуровни:

- Верхний: **Logical Link Control (LLC)**
  - Установка виртуального канала связи
  - Взаимодействие с сетевым уровнемРеализуется сетевым адаптером и драйверами
- Нижний: **Media Access Control (MAC)**
  - Контроль состояния сети
  - Доступ к разделяемой среде
  - Приём и передача кадров
  - Проверка правильности кадров
  - Повторная передачаРеализуется сетевым адаптером



# Канальный уровень

## Data link level



### MAC / физические / канальные адреса

- Необходимы для адресации устройств в рамках разделяемой среды
- Формат зависит от стандарта сети
- Как правило используется плоское адресное пространство
- Должна быть обеспечена уникальность адресов в рамках сетевого стандарта:
  - Блоки адресов распределяются между производителями оборудования
  - Каждое устройство получает уникальный адрес из выделенного производителю блока



# Канальный уровень

## Data link level

Возможности:

- Достаточен для организации взаимодействия сетевых устройств в рамках одной разделяемой среды

Недостатки:

- Фиксированная топология сети, как правило не допускающая резервных каналов
- Адреса имеют смысл в рамках одной технологии
- Плоское адресное пространство и произвольное распределение адресов затрудняют поиск маршрутов
- Широковещательные пакеты распространяются по всей сети
- Число подключаемых устройств и размер сети могут быть ограничены используемой технологией

---

Ограниченная масштабируемость



# Сетевой уровень

## Network level

Задача уровня:

- Доставка **пакетов (packet)** данных от отправителя к получателю в рамках составной сети произвольной топологии

На этом уровне:

- Сопрягаются сети, использующие различные технологии канального уровня
- Решается задача адресации в составной сети
- Осуществляется поиск маршрутов для передачи данных в условиях произвольной топологии сети



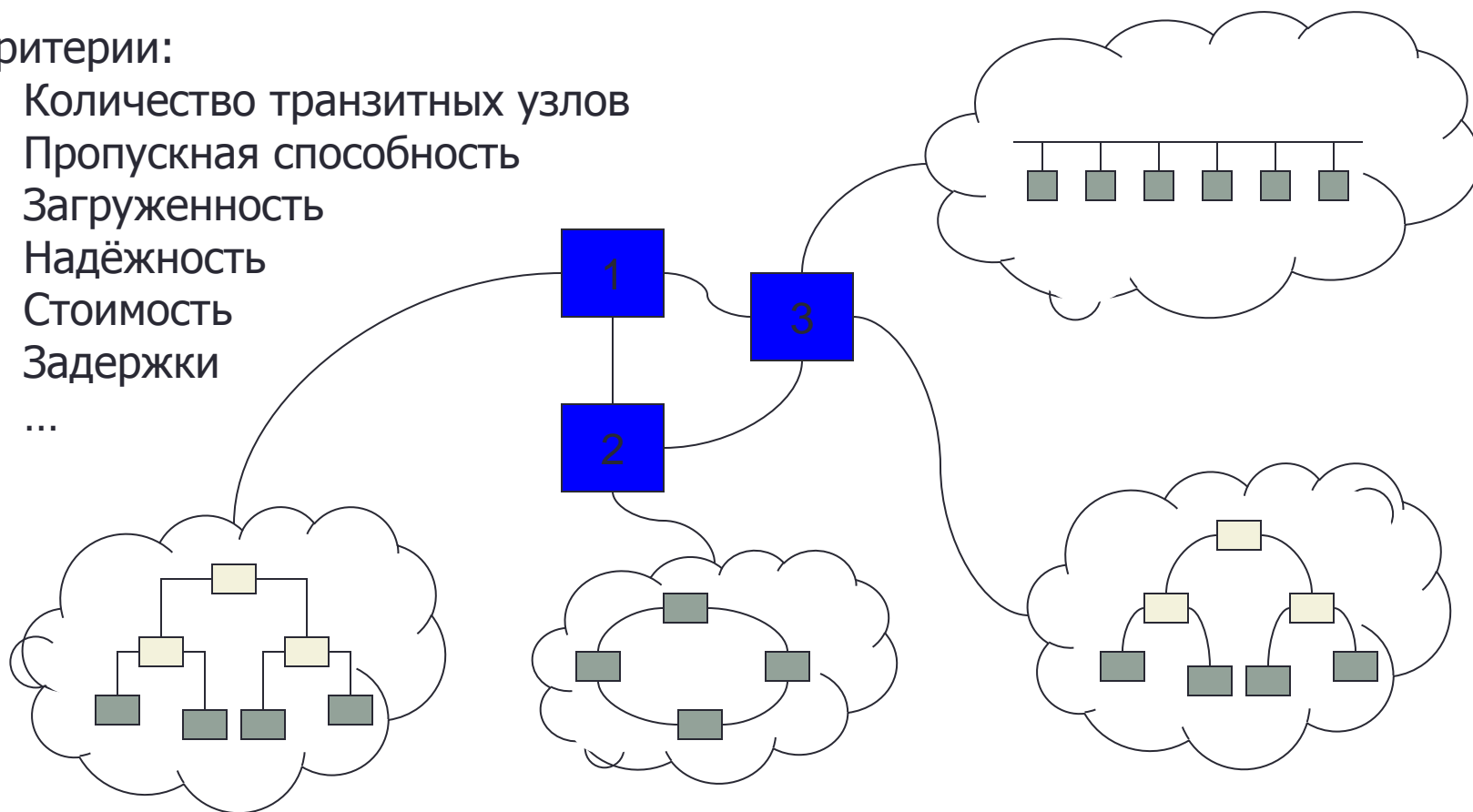
# Сетевой уровень

## Network level

**Маршрутизация:** выбор маршрута доставки пакета от отправителя получателю.

Критерии:

- Количество транзитных узлов
- Пропускная способность
- Загруженность
- Надёжность
- Стоимость
- Задержки
- ...



# Сетевой уровень

## Network level



Сетевые / логические / виртуальные адреса:

- Идентифицируют сетевые устройства в рамках глобальной сети
- Могут иметь иерархическую структуру
- Уникальны в пределах сети
  - Распределяются специализированными организациями

# Сетевой уровень

## Network level

Типы протоколов:

- **Маршрутизируемые протоколы** – реализуют продвижение пакетов через сеть
- **Протоколы маршрутизации** – используются маршрутизаторами для сбора информации о топологии сети и построения маршрутов
- **Протоколы разрешения адресов** – обеспечивают преобразование между сетевыми и MAC-адресами



# Транспортный уровень

## Transport level

Задача уровня:

- Обеспечить высшим уровням доставку информации с требуемым уровнем надёжности и качеством услуг

Обеспечение качества связи:

- Срочность
- Надёжность
  - Исправление искажений
  - Повторная передача потерянных пакетов
  - Корректировка порядка доставки/дублирования
  - Организация виртуальных каналов связи



# Транспортный уровень

## Transport level

Функции:

- Разбивка сообщений сеансового уровня на пакеты (**датаграммы / datagram**)
- Буферизация принимаемых пакетов
- Упорядочивание прибывающих пакетов
- Адресация прикладных процессов
- Управление потоком

Требуемое качество выбирается клиентом



# Сеансовый уровень Session level



## Задача уровня:

- Обеспечение управления диалогом:
  - Установление способа обмена сообщениями (дуплексный, полудуплексный)
  - Синхронизация обмена сообщениями
  - Организация контрольных точек и обеспечение откатов



# Уровень представления данных

## Presentation level



Задача уровня:

- Модифицировать форму представления данных для передачи по сети, не меняя содержания

Возможные функции:

- Шифрование
- Изменение кодировок
- Преобразование форматов
- ...

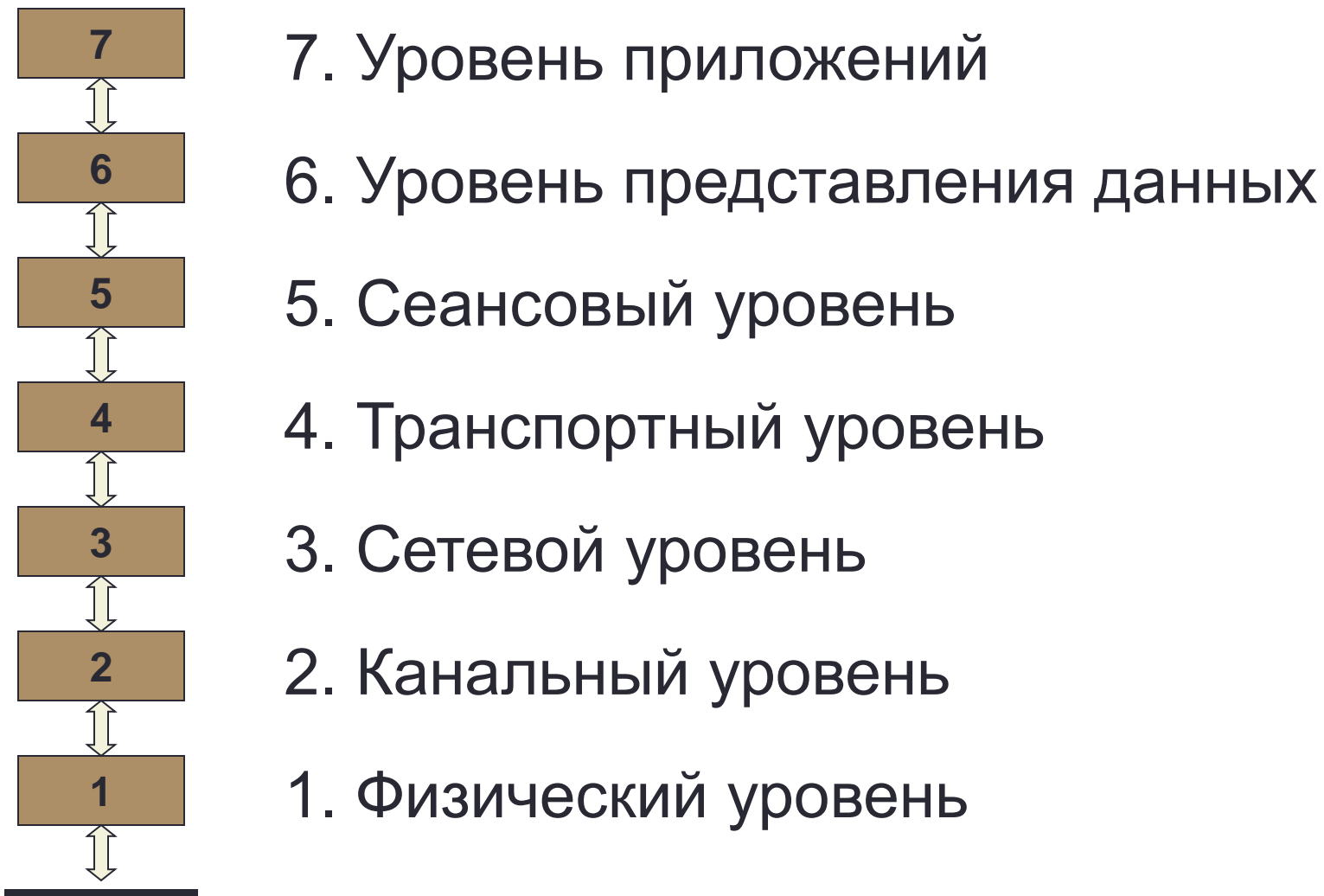
# Прикладной уровень Application level



Прикладной уровень составляет набор сетевых сервисов, предоставляемых системой конечному пользователю.

Единица обмена данными на этом уровне – **сообщение (message)**.

# Эталонная модель взаимодействия открытых систем ISO (OSI ISO)



# УСТРОЙСТВА ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ

---

# Устройства передачи данных

## Физический уровень

- Ретранслятор / Репитер / Repeater
- Концентратор / Хаб / Hub



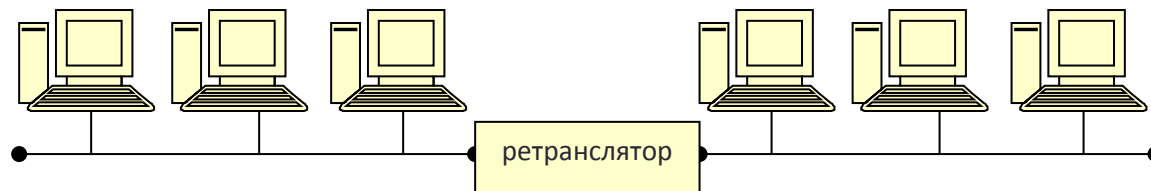
# Устройства передачи данных

## Физический уровень

Транслируют поступившую на один порт информацию на все остальные порты.

- Ретранслятор / Репитер / Repeater

Обеспечивает восстановление качества сигнала, может использоваться для соединения разных сред передачи (в рамках одной технологии).

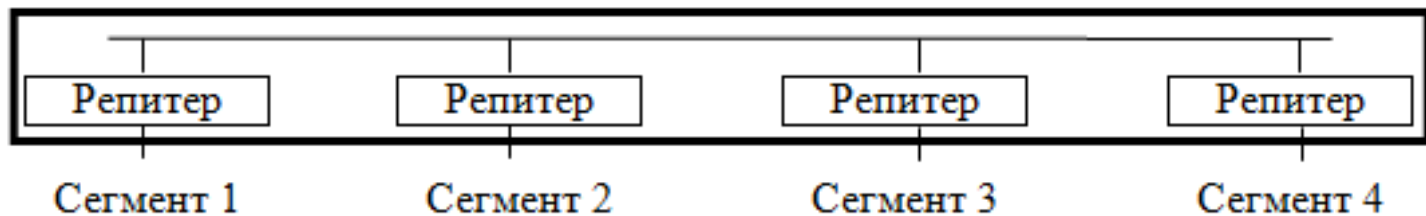


# Устройства передачи данных

## Физический уровень

Транслируют поступившую на один порт информацию на все остальные порты.

- Концентратор / Хаб / Hub  
Несколько репитеров в одном корпусе. Служит для объединения нескольких сегментов в одну сеть.



# Устройства передачи данных

## Канальный уровень

- Мост / Bridge
- Коммутатор / Switch

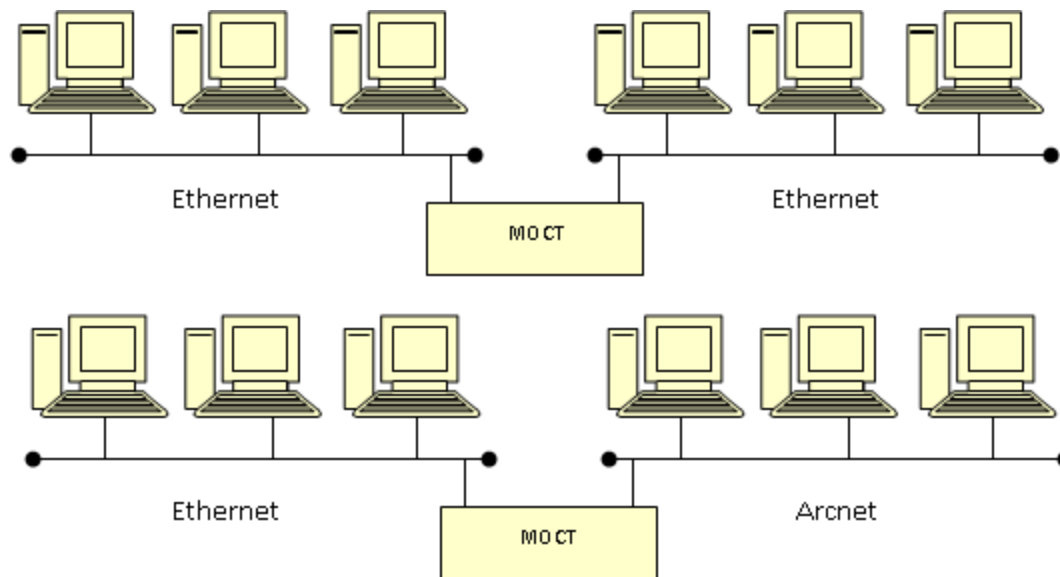




# Устройства передачи данных

## Канальный уровень

- Мост / Bridge
  - Используется для соединения разнородных сетей
  - Может захватывать подуровень LLC



# Устройства передачи данных

## Канальный уровень

- Коммутатор / Switch
  - Анализируют кадры канальном уровне (MAC)
  - Используются для разделения сети на несколько сегментов.
  - Передают информацию только в тот сегмент, где находится получатель (по MAC-адресу).
    - Снижается нагрузка на сеть
    - Повышается безопасность
  - Как правило, анализ сети ведётся автоматически.
  - Могут выявлять ошибки, реже производить фильтрацию, ...

# Устройства передачи данных

## Сетевой уровень

- Маршрутизатор / Router



# Устройства передачи данных

## Сетевой уровень

- Маршрутизатор / Router
  - Анализируют пакеты и адреса сетевого уровня
  - Используются для объединения разнородных сетей
  - Обеспечивают маршрутизацию в сетях произвольной топологии
    - Ручная настройка
    - Автоматическая, с применением специальных протоколов
  - Не пропускают широковещательные пакеты
  - Осуществляют фильтрацию трафика, распределение между альтернативными каналами...

# Устройства передачи данных

## Верхние уровни модели OSI

- Шлюз – используется для передачи данных между сетями, имеющими существенно различающиеся архитектуры.

Могут работать на самых верхних, вплоть до 7 уровня модели OSI.

Как правило, реализуются программно.

Решают такие задачи как:

- передача электронной почты между сетями
- передача файлов
- ...