

Введение

Семиуровневая модель OSI

Стек протоколов TCP/IP

Сети вчера и сегодня

Fixed

BYOD

Интернет
вещей

Интернет
всего

50 млрд. устройств

*Удвоение
каждые ??*

10 млрд. устройств

*Удвоение
каждые 1.4 года*

200 млн. устройств

*Удвоение
каждые 13 лет*

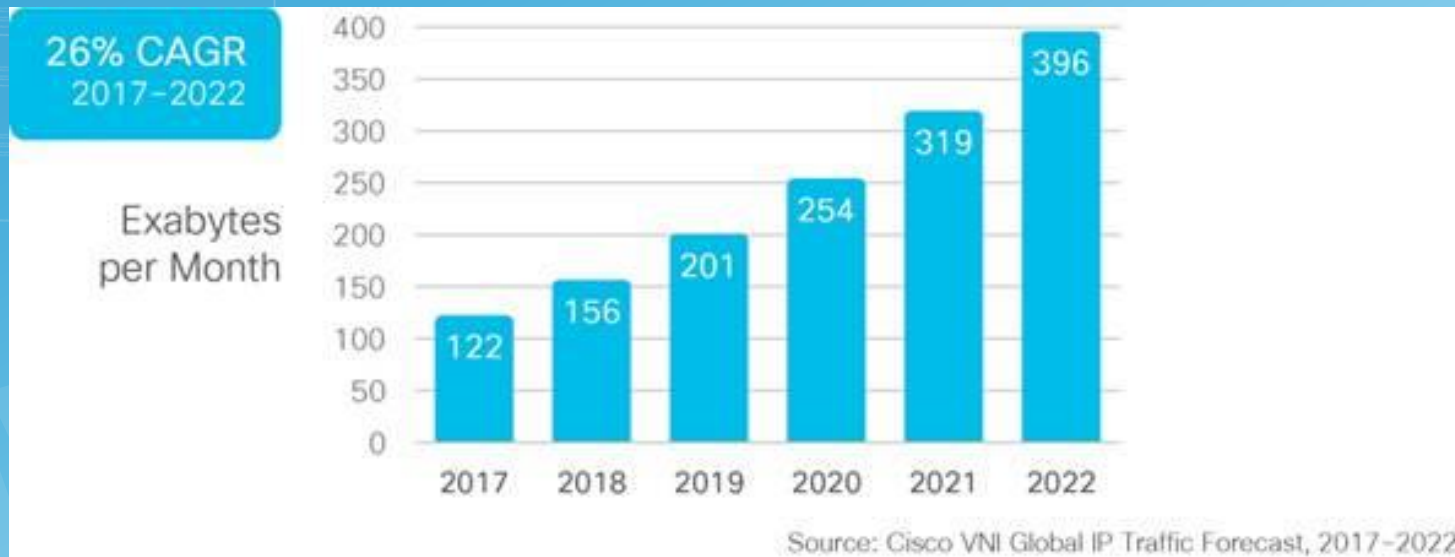
199X

200X

201X

202X

Тенденции развития отрасли



- Интенсивный рост сетевого трафика
 - к 2022 достиг 4,8 зеттабайт (10^{21} байт) в год
 - прогноз к 2024 -- утроение годового трафика 2019 года
- Рост числа интернет-устройств
 - к 2022 – 28 млрд (3x население планеты)

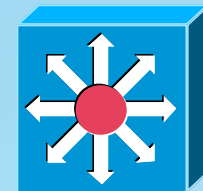
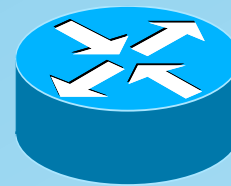
Инфокоммуникационная сеть



- Сеть (network):
 - Оборудование
 - Среда передачи данных
 - Правила взаимодействия – протоколы
 - Сообщения

Компоненты сети: оборудование

- Конечные (терминальные) устройства (узлы, хосты) обеспечивают доступ пользователей к сети
- Являются либо источником, либо точкой назначения при передаче данных по сети
- Промежуточные (сетевые) устройства предназначены для передачи данных между конечными устройствами
- Управляют передачей данных по сети, но не генерируют и не изменяют данные



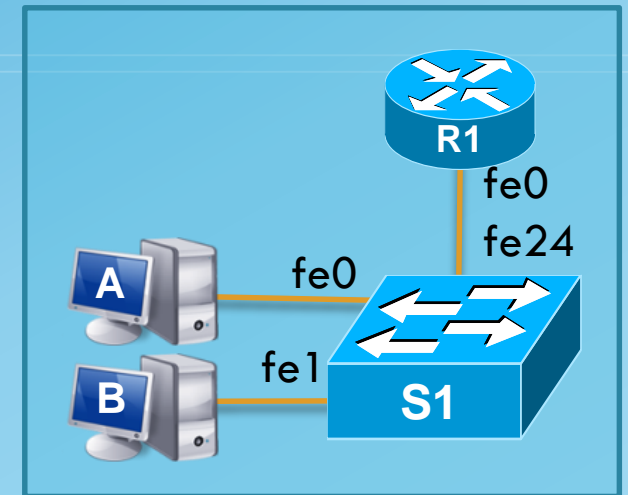
Компоненты сети: среда

- Связь устройств по сети осуществляется с помощью среды передачи данных, образующей канал от узла-источника к узлу назначения
- В современных сетях используются
 - Металлические (преимущественно, медные) кабели
 - Стекланные и пластиковые волокна (оптоволокно)
 - Беспроводные каналы связи
- Среда определяет форму представления данных
- При выборе среды следует учитывать
 - Дистанцию передачи данных
 - Характеристики окружающей среды
 - Объемы и скорость передачи данных
 - Стоимость материалов и монтажа

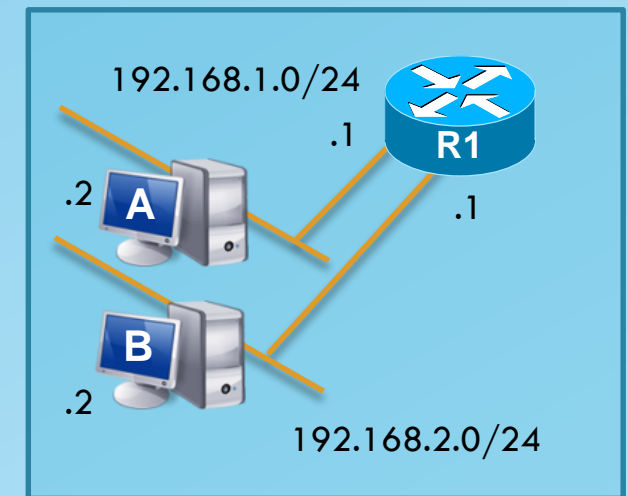
Сетевая топология

■ **Сетевая топология** – описание конфигурации сети; схема расположения и соединения сетевых устройств

- Физическая: определяет взаимное расположение сетевых устройств в сети, схему прокладки кабелей
- Логическая: определяет логические взаимосвязи между устройствами в сети



Физическая Т.



Логическая Т.

Типы сетей

Классификация по территориальному признаку

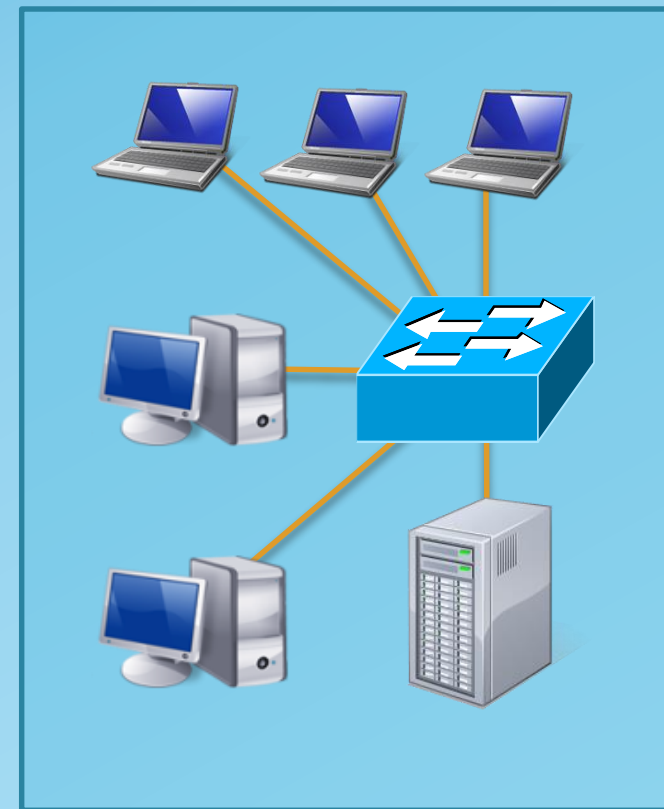
- **LAN** (Local Area Network) – Локальные сети
- **WAN** (Wide Area Network) – Глобальные сети

Другие классификации и типы сетей

- **MAN** (Metropolitan area network) – Городские сети
- **WLAN** (Wireless LAN) – Беспроводные сети
- **SAN** (Storage area network) – Сети хранения данных

Локальные сети (LAN)

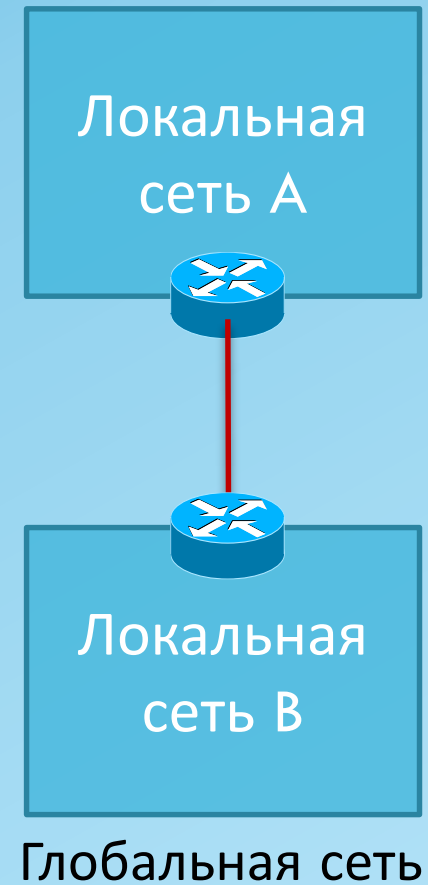
- **Локальная сеть** – это сетевая инфраструктура, обеспечивающая доступ пользователей и подключение устройств на небольшой площади
- Особенности:
 - Небольшой радиус: 1-2 км (например, домашняя сеть, сеть здания или комплекса соседних зданий)
 - Централизованное управление
 - Высокая скорость передачи данных: до 100 Гбит/с (и даже более)



Локальная сеть

Глобальные сети (WAN)

- **Глобальная сеть** – это сетевая инфраструктура, охватывающая обширные области и предназначенная для соединения удаленных друг от друга LAN
- Особенности:
 - Большой радиус – тысячи км
 - Децентрализованное управление (несколько компаний-провайдеров), отсутствие единого центра ответственности
 - Менее высокая скорость передачи данных

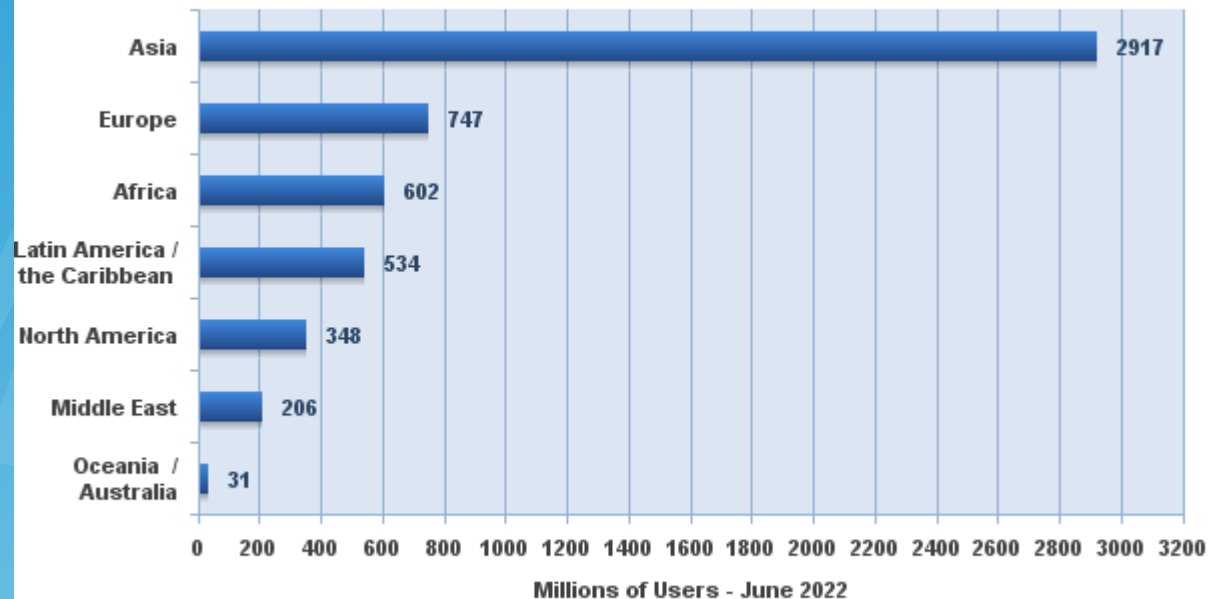


Internet

- Интернет – всемирная система добровольно объединённых компьютерных сетей, построенная на использовании протокола IP и маршрутизации пакетов данных.
- Интернет образует глобальное информационное пространство, служит физической основой для Всемирной паутины и множества систем (протоколов) передачи данных.

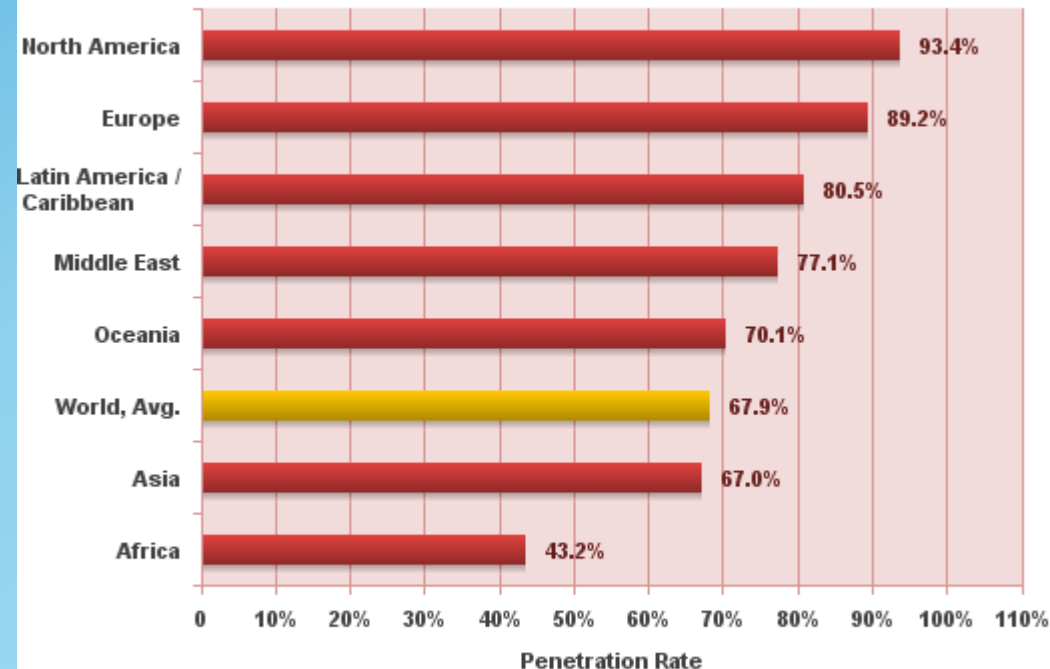
Пользователи сети Интернет по регионам

**Internet Users in the World
by Geographic Regions - 2022**



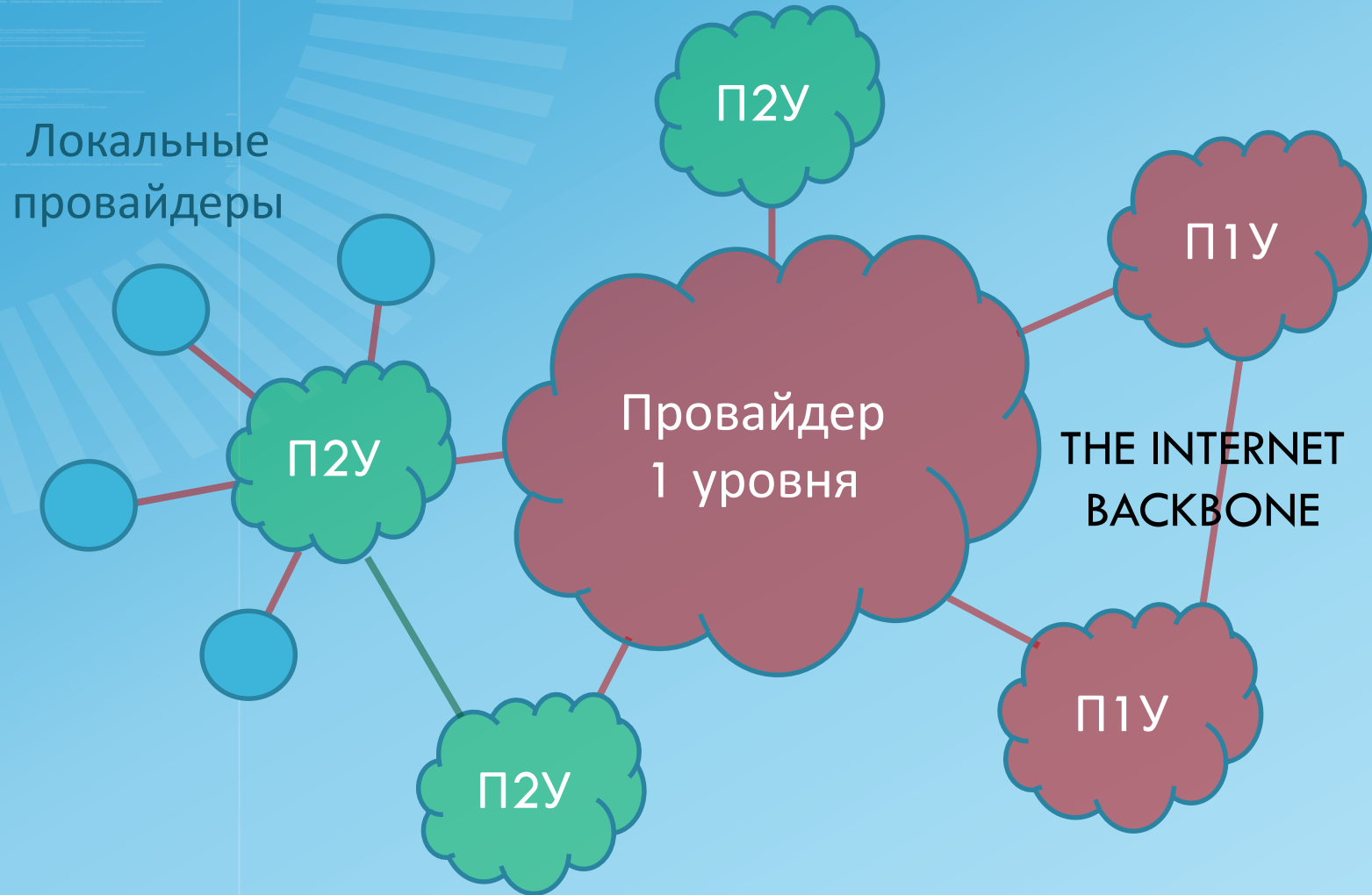
Source: Internet World Stats - www.internetworldstats.com/stats.htm
Basis: 5,385,798,406 Internet users estimated in June 30, 2022
Copyright © 2022, Miniwatts Marketing Group

**Internet World Penetration Rates
by Geographic Regions - 2022**



Source: Internet World Stats - www.internetworldstats.com/stats.htm
Penetration Rates are based on a world population of 7,932,791,734 and 5,385,798,406 estimated Internet users in June 30, 2022.
Copyright © 2022, Miniwatts Marketing Group

Иерархическая структура сети Интернет

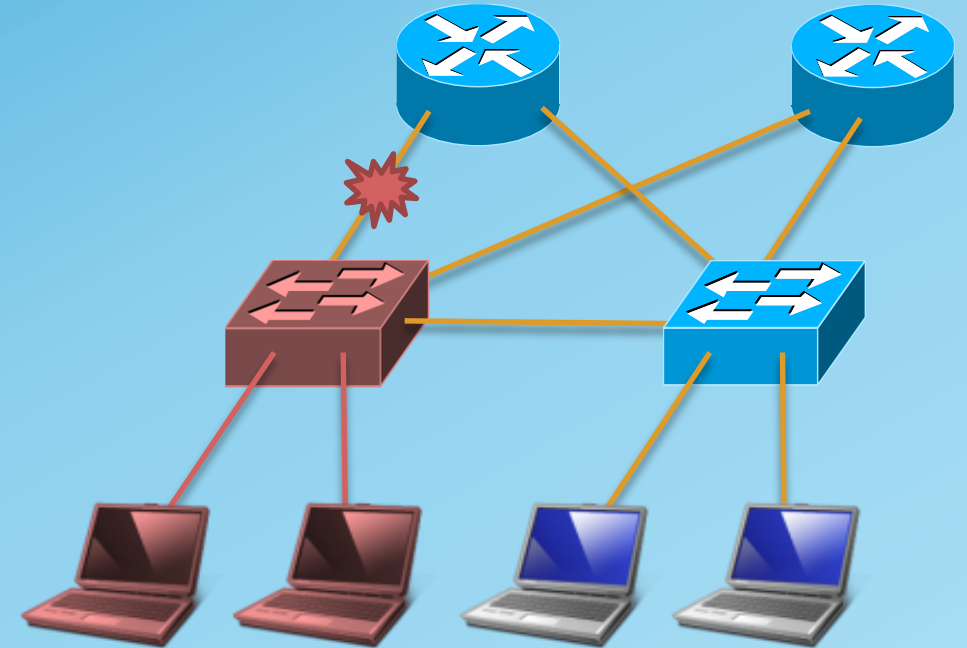


Показатели качества сетей

- **Отказоустойчивость:** необходимы резервные соединения на случай отказа основных
- **Масштабируемость:** необходима возможность подключения новых пользователей и/или целых сетей
- **Качество обслуживания (QoS):** необходима возможность назначения приоритетов для различных видов трафика
- **Безопасность:** необходима фильтрация трафика и защита от НСД

Отказоустойчивость

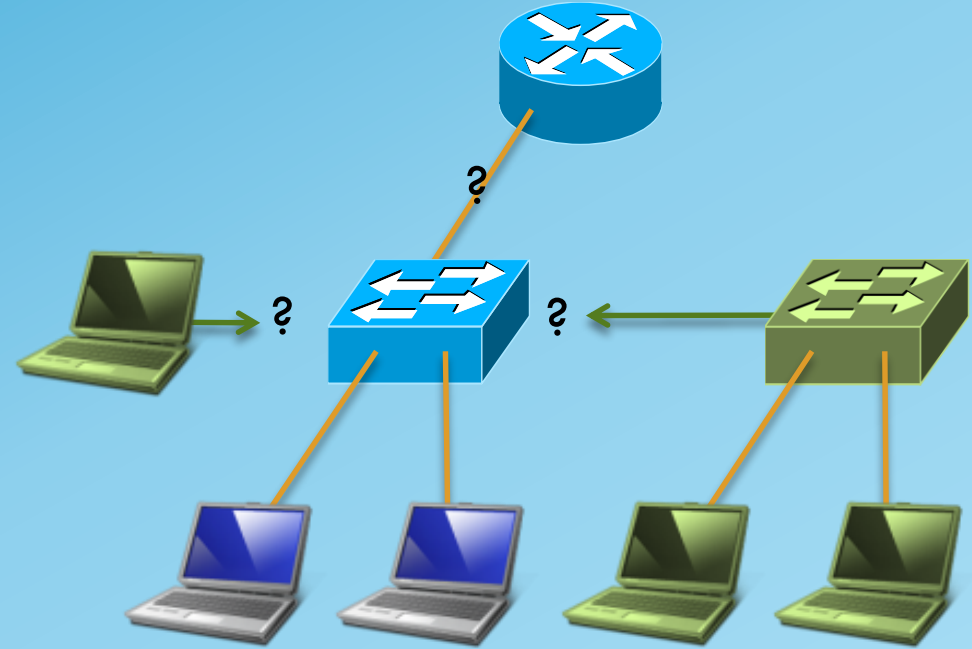
- Современное оборудование надежно
- Отказы неизбежны
- Сетевая инфраструктура должна быть резервирована на случай отказа
 - сетевые устройства
 - каналы связи
- **Two is one, one is none!**



Резервирование – основной способ обеспечения отказоустойчивости

Масштабируемость

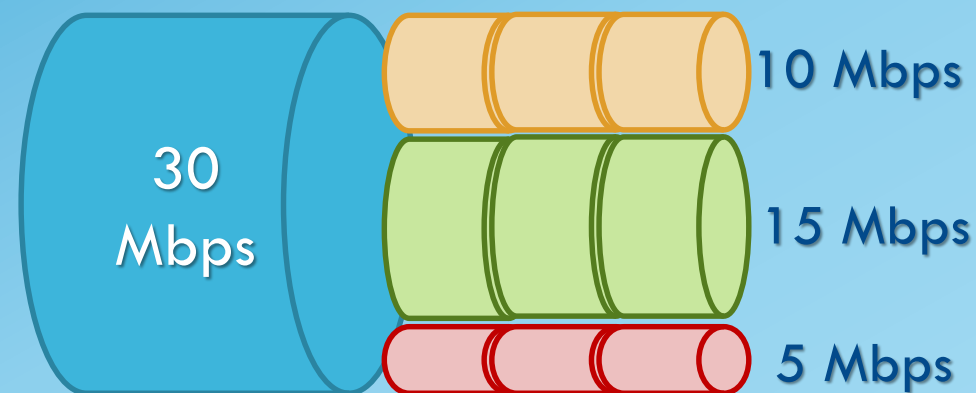
- Сети должны иметь возможность к масштабированию (расширению)
 - планирование адресного пространства
 - планирование пропускной способности
 - планирование емкости оборудования (число портов)



- При проектировании создавать запас 30%
- Оставлять свободными 10% портов

QoS – качество сервиса

- Сети должна обеспечивать приемлемое и прогнозируемое качество сервиса всех пользователей
- Требования к качеству различны для различных приложений
 - VoIP
 - трафик бизнес-приложений
 - остальной трафик



- Установка приоритетов для различных типов трафика
- Создание отдельных очередей пакетов

Безопасность

- Количество кибер-преступлений ежегодно растет
- Миллиардные убытки
- Многие компании узнают о том, что их взломали, спустя месяцы (многие вообще не узнают)
- Внутренние и внешние угрозы



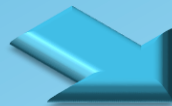
- ❑ Санкционированный доступ
- ❑ Предотвращение и обнаружение вторжений

Стандартизация

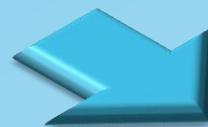
Корпоративные
стандарты



Проблема совместимости
оборудования разных вендоров



Необходимость стандартизации



Декомпозиция,
Многоуровневый подход

Многоуровневые модели

- Упрощают разработку протоколов: протоколы определённого уровня определяют формат обрабатываемых данных и предоставляют интерфейс к верхним и нижним уровням
- Способствуют унификации и конкуренции
- Исключают возможности изменения технологий или функций одного уровня без учёта последствий для верхних и нижних уровней
- Предоставляют общий язык для описания функций сетевого взаимодействия

Стандарты и спецификации



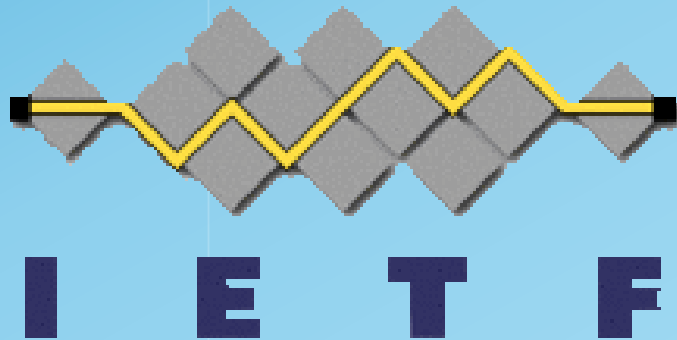
International Organization for Standardization – <http://iso.org>

➡ **OSI, ISO 8802**



Institute of electrical and electronical engineers – <http://ieee.org>

➡ **IEEE 802**



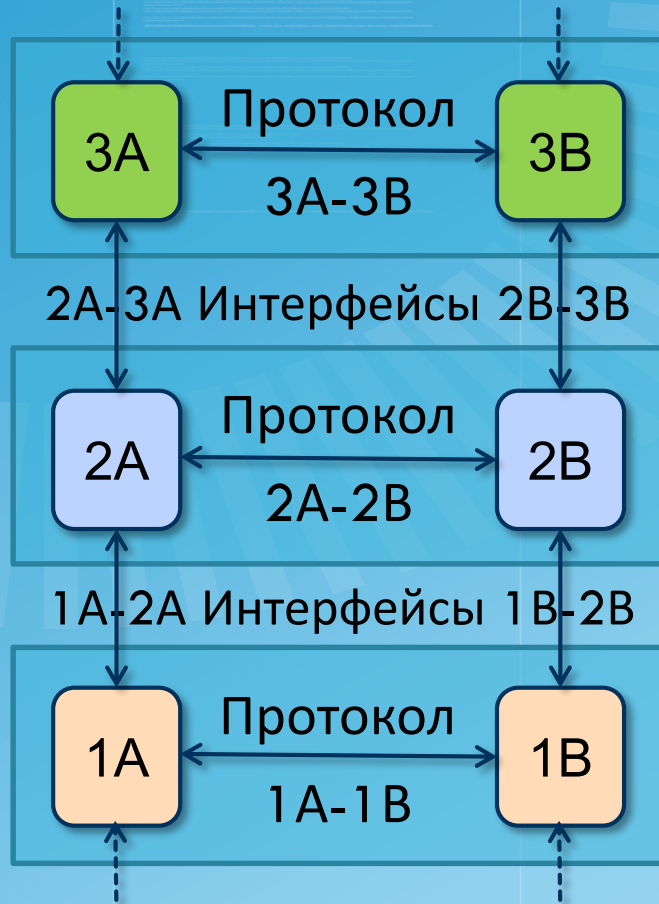
Internet engineering task force – <http://ietf.org>

➡ **RFC**

Правила взаимодействия

- **Кодирование:** способ представления битов сообщения в среде передачи, декодирование
- **Формат сообщения и заголовки:** идентификаторы отправителя и получателя, начала и конца сообщения и др.
- **Размер сообщения**
- **Временные интервалы доставки:** метод доступа, управление потоком данных, таймаут ответа
- **Параметры доставки сообщения:** схема адресации, необходимость подтверждения и др.

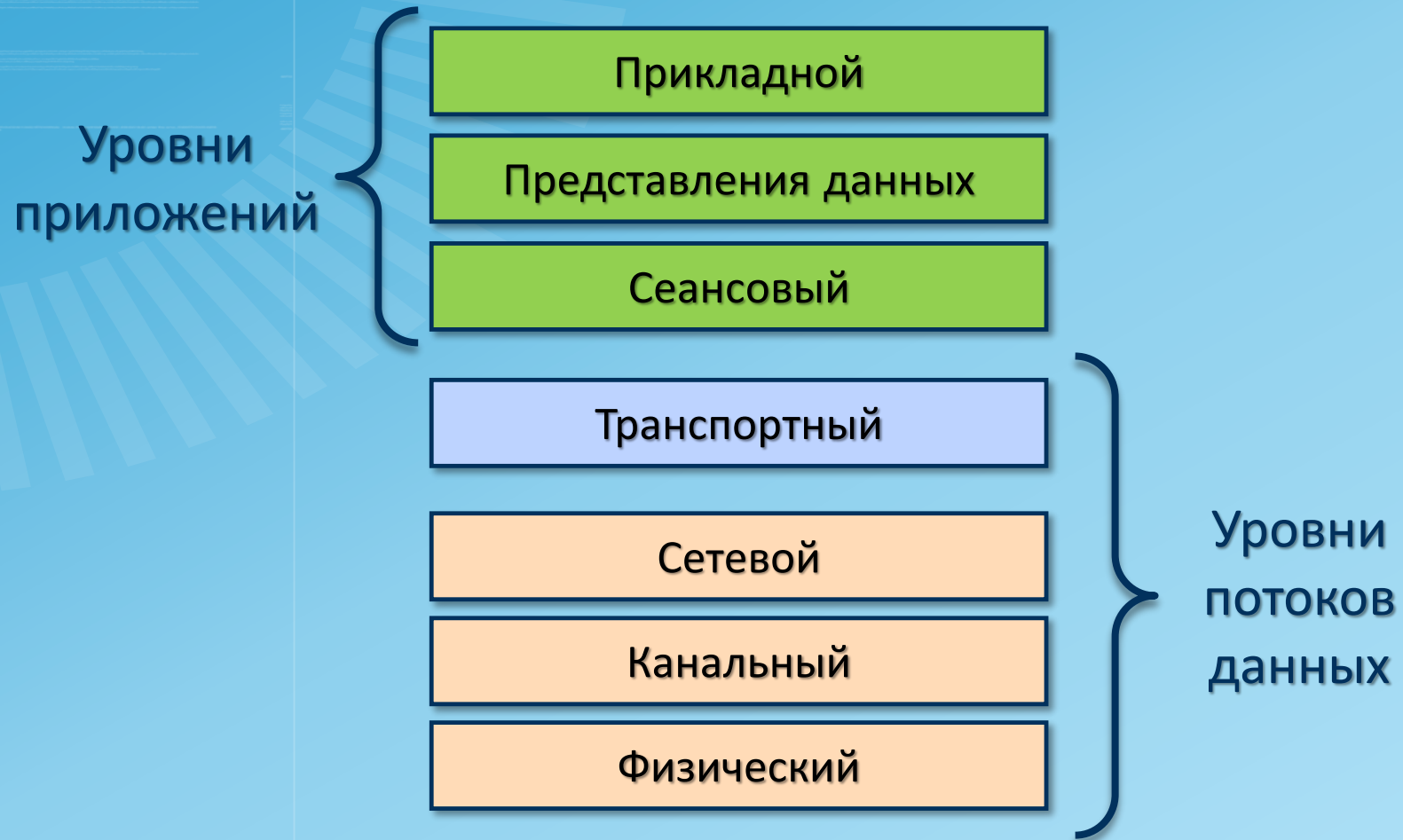
Протокол и интерфейс (1)



- **Протокол** – формализованные правила, определяющие последовательность и формат сообщений, которыми обмениваются сетевые компоненты, лежащие на одном уровне, но в разных узлах.
- **Интерфейс** – формализованные правила, определяющие взаимодействие сетевых компонентов соседних уровней одного узла. Интерфейс определяет набор сервисов, предоставляемый данным уровнем соседнему.

- **Стек протоколов** – иерархически организованный набор протоколов, достаточный для организации взаимодействия узлов в сети.

Эталонная (семиуровневая) модель OSI



Уровень приложений

Application Layer

- Уровень приложений поддерживает методы сквозной связи между пользователями сети, объединяющей людей, с помощью сети передачи данных
- Представляет собой набор разнообразных протоколов, с помощью которых пользователи получают доступ к разделяемым ресурсам (файлы, принтеры, web-страницы) и организуют свою совместную работу (e-mail).
- Примеры: HTTP, FTP, SMTP, bittorrent
- Единица данных – *Сообщение (message)*

Уровень представления данных

Presentation Layer

- Уровень представления обеспечивает общее представление данных, передаваемых между службами прикладного уровня
- Определяет форму представления данных прикладного уровня, не меняя их содержимого (перекодировка, шифрование/дешифрование данных)
- Примеры: ASCII; SSL
- Единица данных – *Сообщение (message)*

Сеансовый уровень

Session Layer

- Сеансовый уровень обеспечивает сервисы уровню представления для организации его диалога и управления обмена данными
- Обеспечивает управление взаимодействием:
 - фиксирует, какая сторона является активной;
 - предоставляет средства синхронизации, выставления контрольных точек;
- Единица данных – *Сообщение (message)*

Транспортный уровень

Transport Layer

- Транспортный уровень определяет сервисы для сегментации, передачи и сборки данных для отдельных сообщений между оконечными устройствами
- Обеспечивает приложениям (или верхним уровням стека – прикладному и сеансовому) передачу данных с требуемой степенью надёжности, где критерии надёжности:
 - срочность
 - возможность восстановления прерванной связи
 - возможность исправления ошибок передачи
- Примеры протоколов: TCP, UDP
- Единица данных – *дейтаграмма/блок данных (datagram)*

Сетевой уровень

Network Layer

- Сетевой уровень предоставляет функции для передачи отдельных компонентов данных по сети между указанными оконечными устройствами
- Служит для образования единой транспортной системы, объединяющей несколько сетей, в т.ч. использующих различные протоколы нижних уровней, межсетевой адресации и маршрутизации пакетов данных.
- Примеры: IP, ICMP
- Единица данных – *пакет (packet)*

Канальный уровень

Data Link Layer

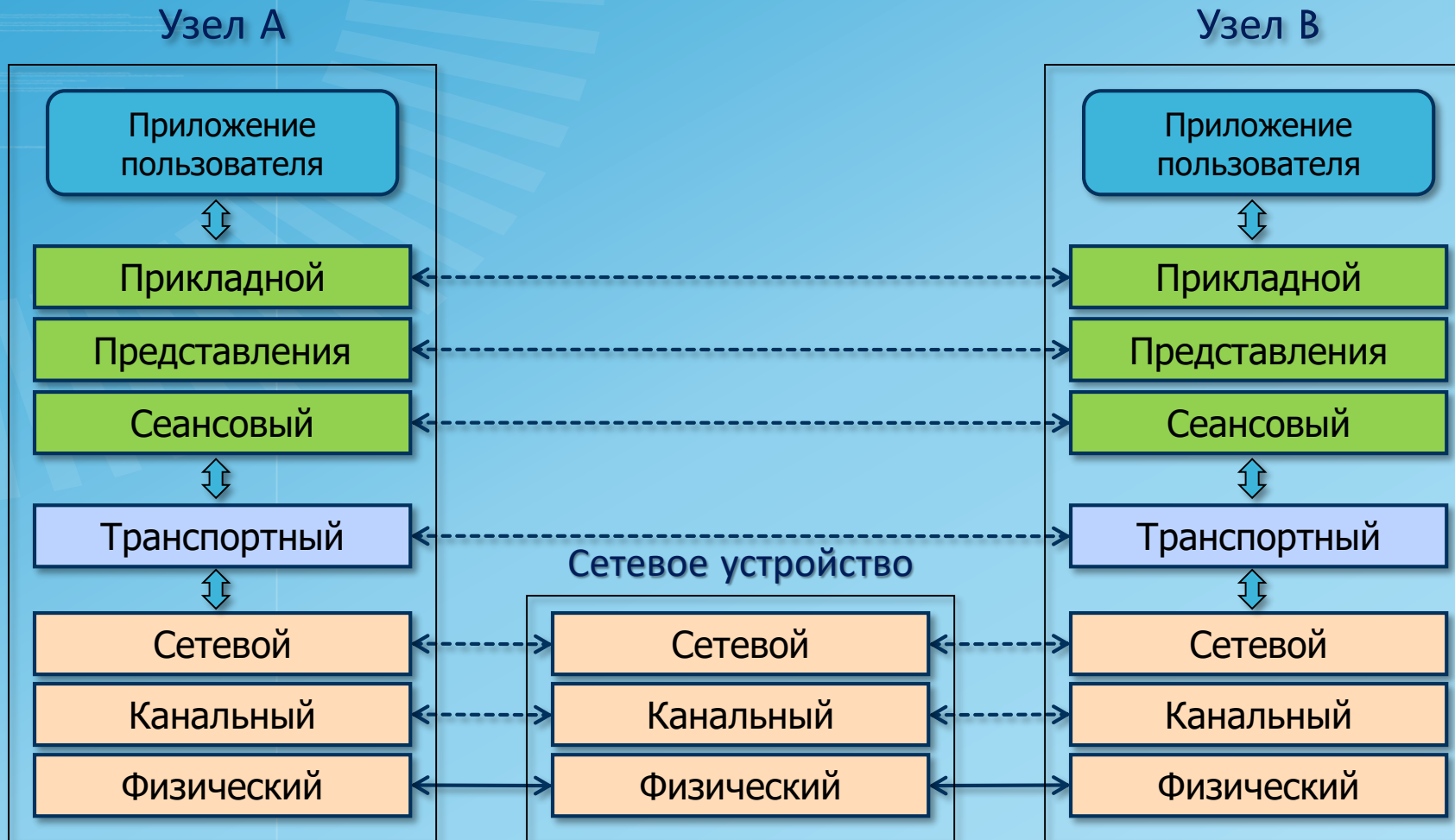
- Протоколы канального уровня описывают способы обмена кадрами данных при обмене данными между устройствами по общей среде
- Функции канального уровня:
 - разделение среды передачи
 - формирование и пересылка последовательностей бит (кадров) от отправителя к адресату
 - контроль ошибок передачи (опционально)
- Примеры: Ethernet, Token ring; PPP, HDLC
- Единица данных – *кадр (frame)*

Физический уровень

Physical Layer

- Протоколы физического уровня описывают электрические, механические, функциональные и процедурные средства для активации, поддержки и деактивации физического соединения, обеспечивающего передачу битов из одного сетевого устройства в другое
- Физический уровень определяет:
 - Физические компоненты среды (кабели, разъемы, порты, интерфейсы и др.)
 - Способ кодирования битов кадра (например, манчестерский код, код NRZ и др.)
 - Способ передачи сигналов (изменения электромагнитного поля: амплитуда, частота, фаза)
- Примеры: 10Base-T, 1000Base-FX
- Единица данных – *бит* (*bit* – *binary digit*)

Сете(не)зависимые уровни



Стандартные стеки протоколов

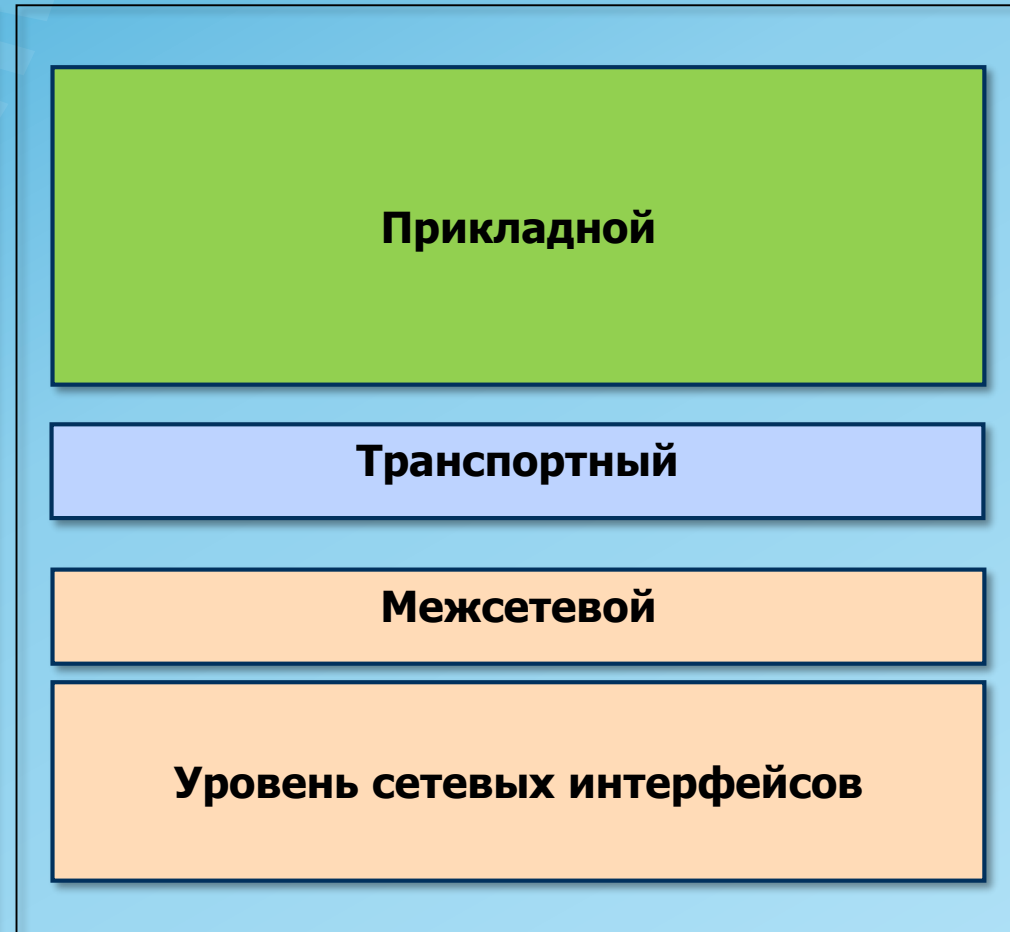
- Стек OSI (не путать с моделью OSI)
- Стек TCP/IP (US DoD)
- Стек IPX/SPX (Novell)
- Стек NetBIOS/SMB (IBM, Microsoft)

Сравнение моделей OSI и TCP/IP

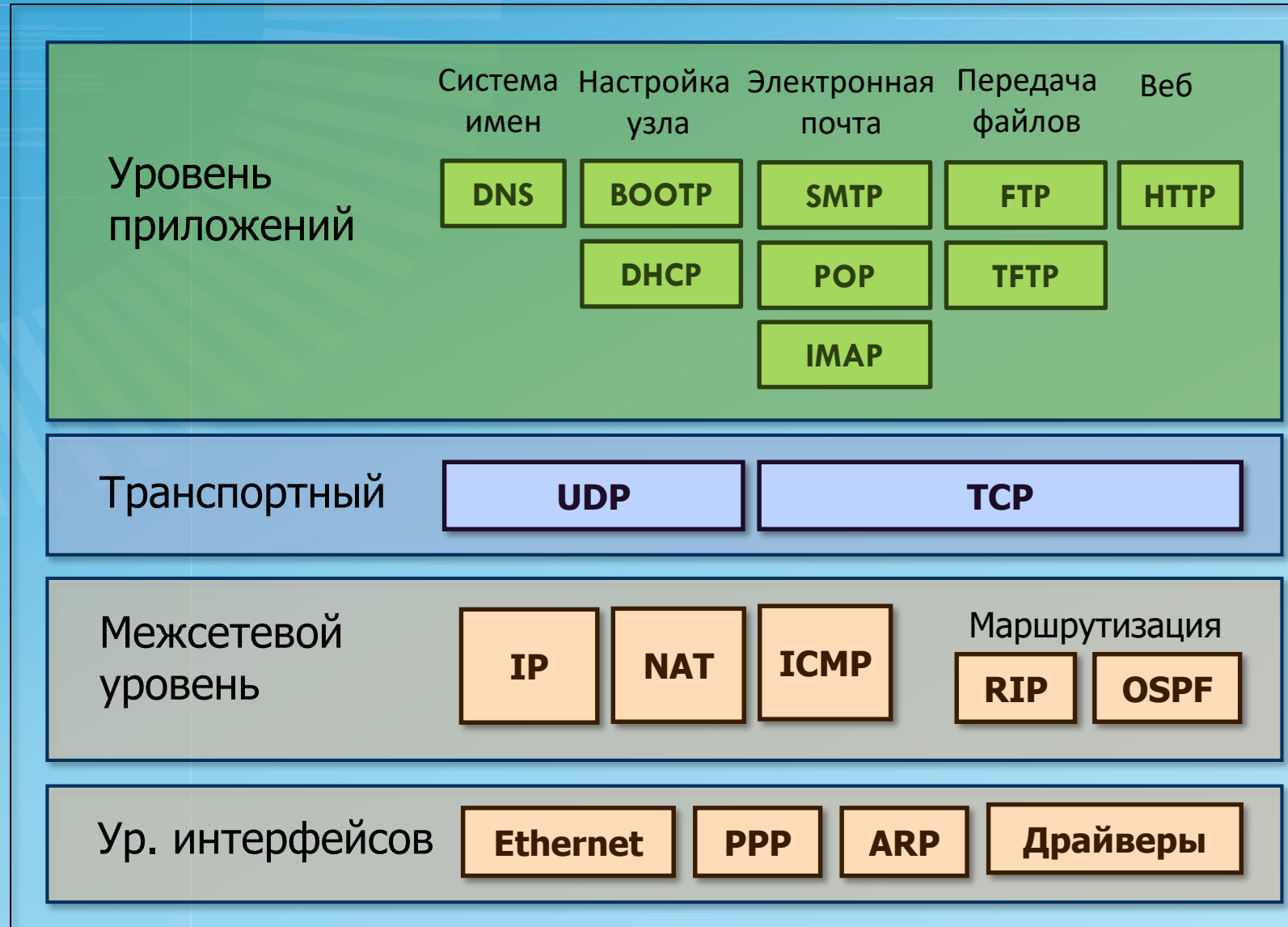
Модель OSI



Модель TCP/IP



Стек протоколов TCP/IP

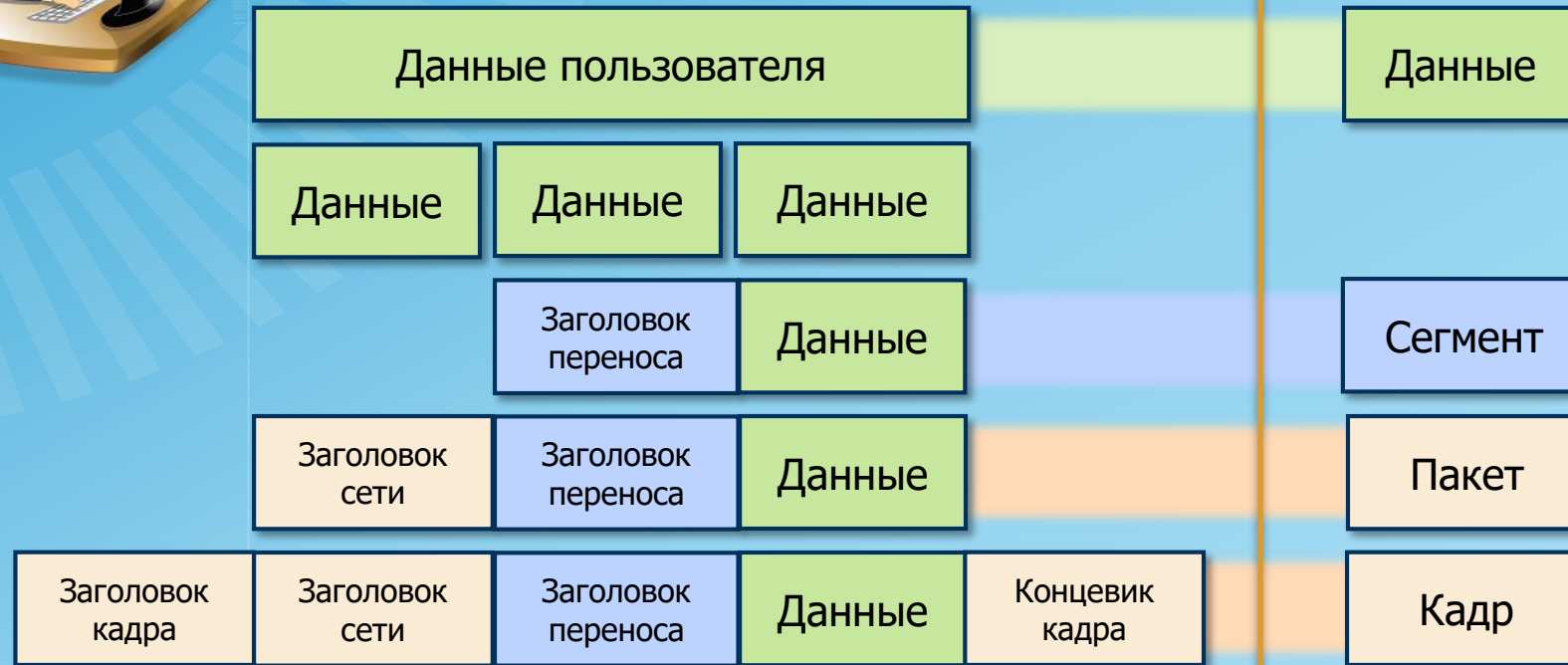


Движение данных по сети

- **Сегментация** – разделение сообщения на части
- **Мультиплексирование** – чередование частей в среде передачи.
Множество сеансов связи чередуется, предоставляя каждому пользователю часть пропускной способности среды

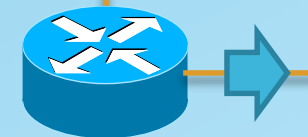


Протокольные блоки данных (PDU)

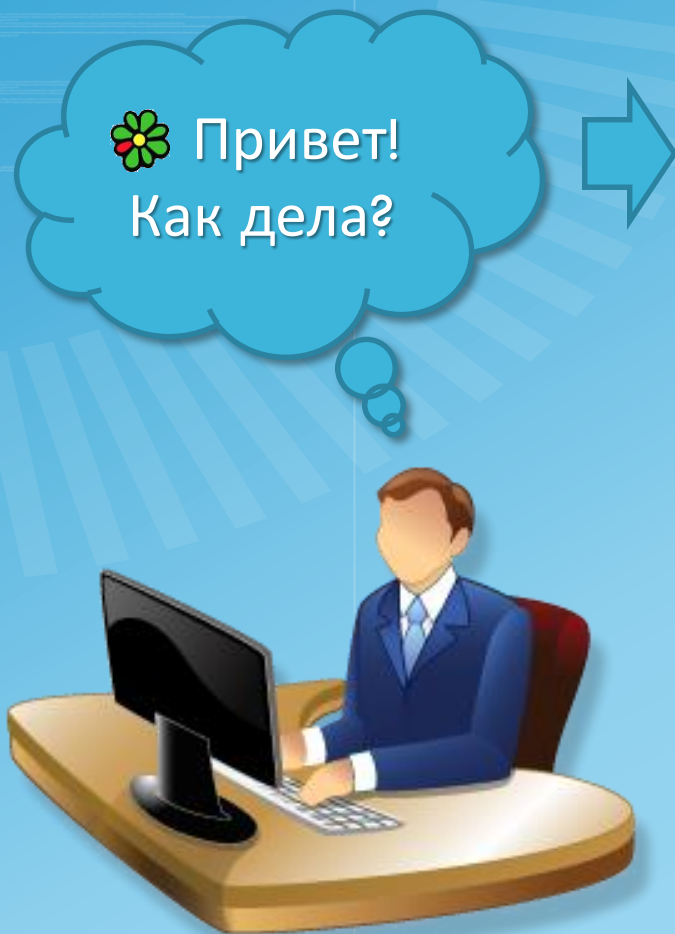


1100101010110000101011110010101010111010111110

Биты



Инкапсуляция

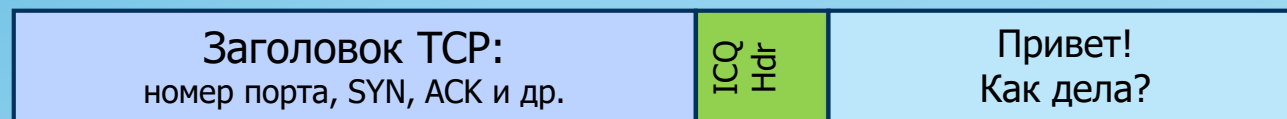


Прикладной уровень
Уровень представления
Сеансовый уровень

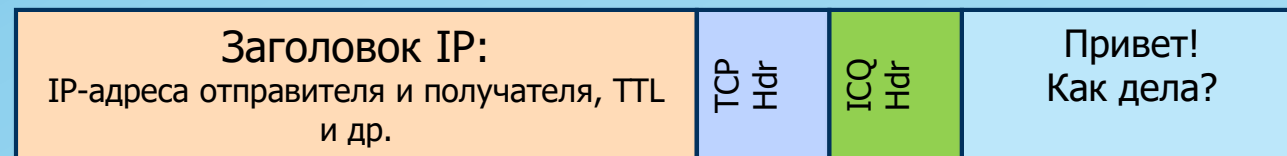
Сообщение ICQ



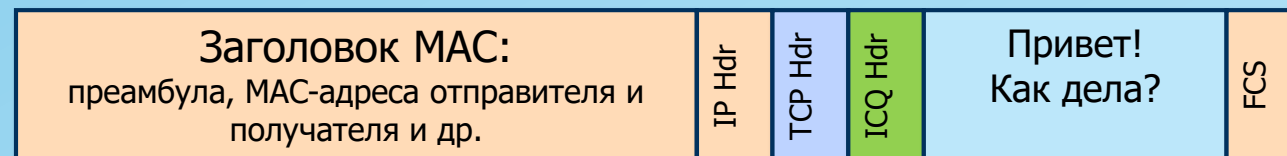
Транспортный уровень – TCP сегменты



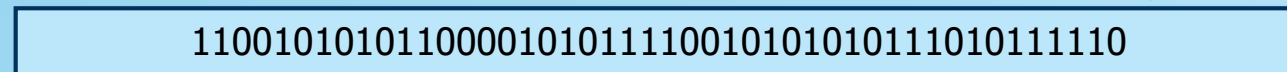
Сетевой уровень – IP пакет



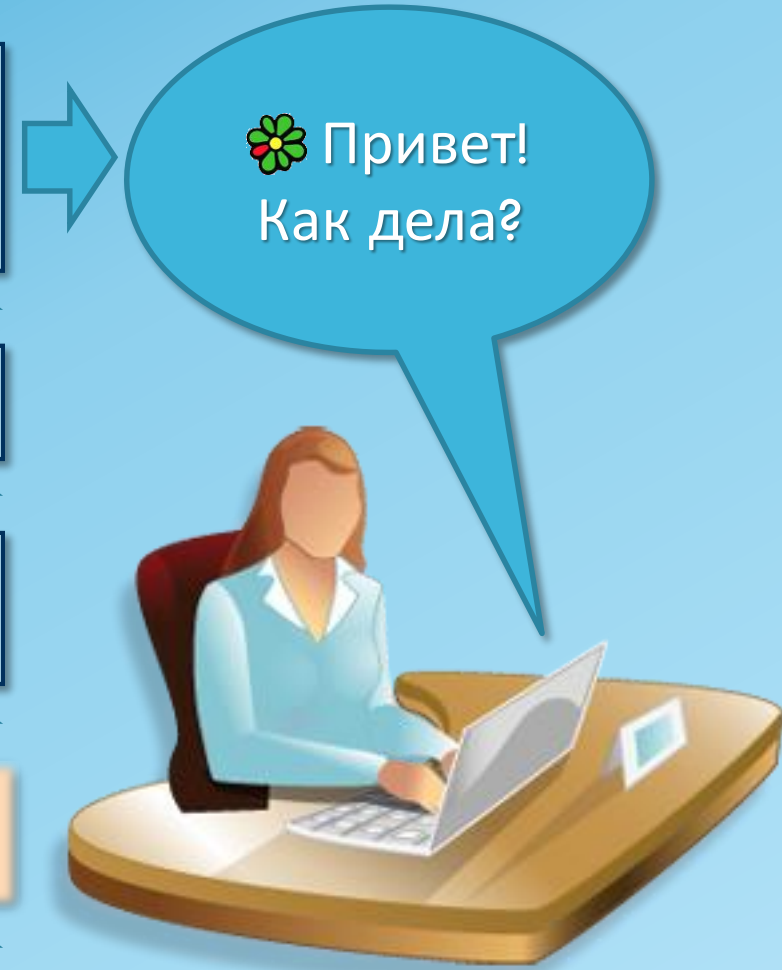
Канальный уровень – MAC кадр Ethernet



Физический уровень – битовый поток



Декапсуляция

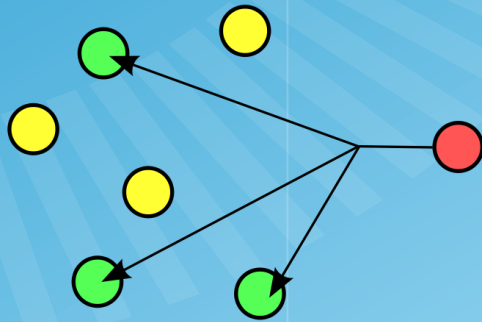
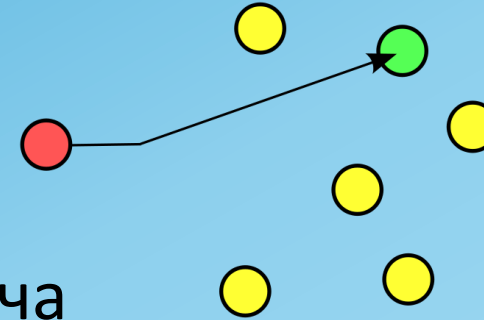


Адресация на разных уровнях

- **Верхние уровни:** кодированные данные приложений, например, адреса ЭП или доменные имена – **ss@stankin.ru**
- **Транспортный уровень:** номера процессов (портов) назначения и источника – **80**
- **Сетевой уровень:** Сетевые (логические) адреса – однозначная идентификация узла в пределах составной сети (IP) – **192.168.1.1**
- **Канальный уровень:** физические (аппаратные, локальные) адреса – адресация узлов в пределах домашней сети (MAC) – **00a0.173d.bc01**
- **Физический уровень:** биты временных параметров и синхронизации

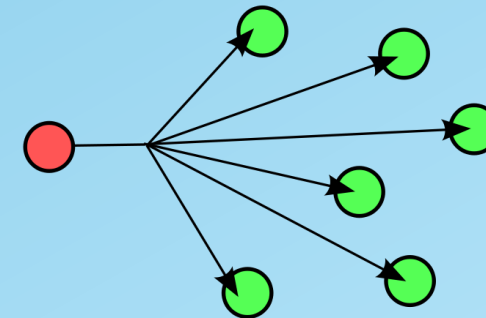
Схемы адресации

□ **Unicast** – передача сообщения единственному адресату



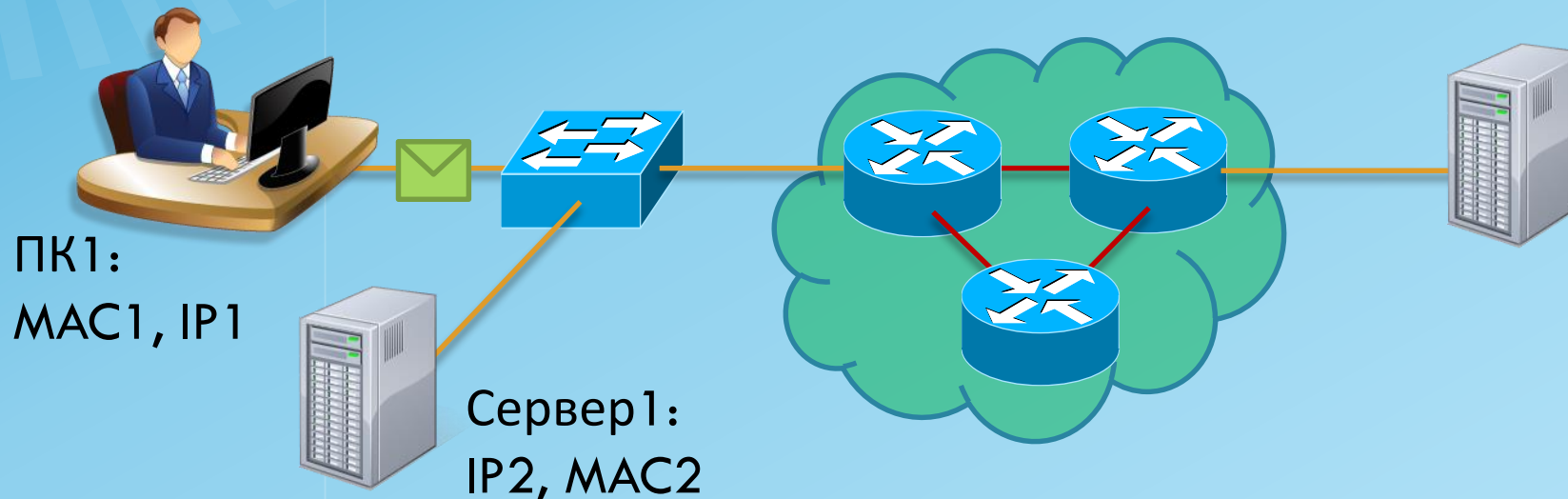
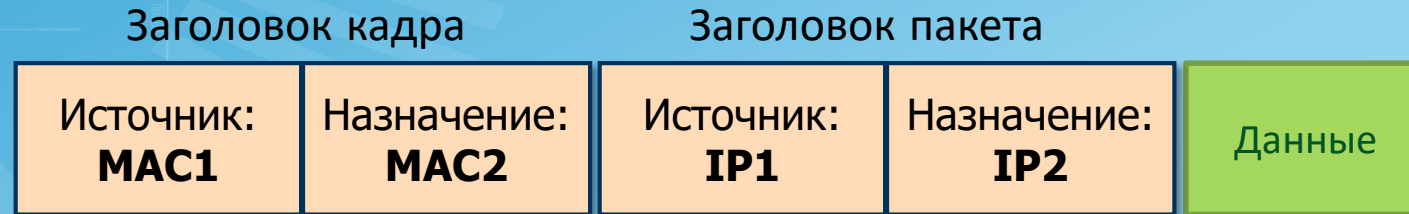
□ **Multicast** – передача сообщения нескольким адресатам, описываемым общим адресом

□ **Broadcast** – передача сообщения всем доступным адресатам, описываемым общим адресом (широковещательная рассылка)



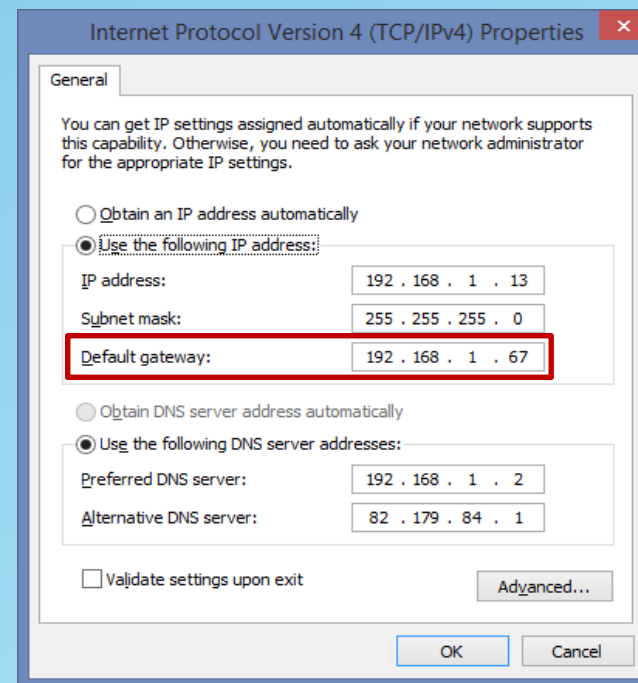
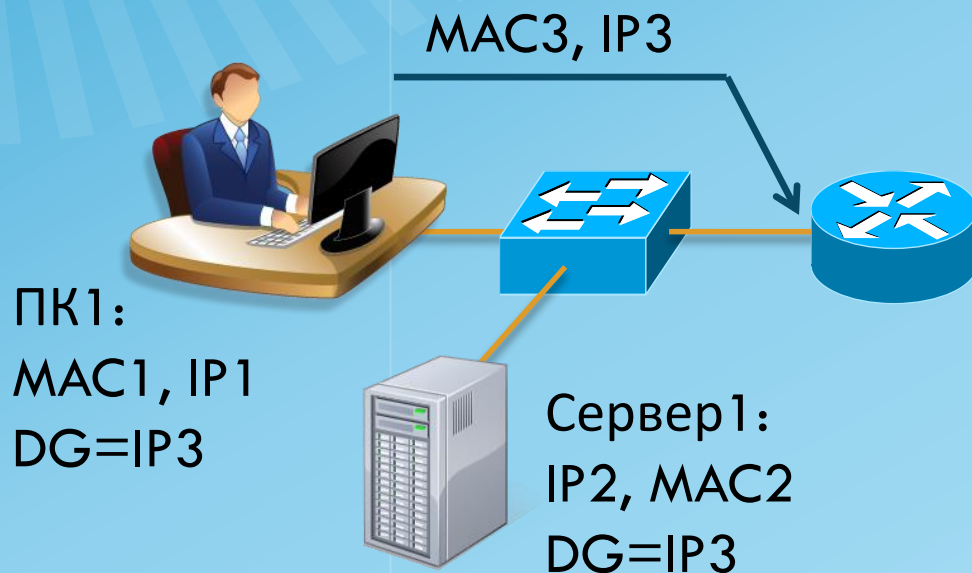
Доступ к локальным ресурсам

□ ПК1 ✓ Сервер1



Шлюз по умолчанию

- ❑ Шлюз по умолчанию (default gateway) — это IP-адрес интерфейса маршрутизатора в той же сети, в которой находится отправляющий узел
- ❑ Совпадает для всех узлов сети



Доступ к удаленным ресурсам

□ ПК1 ✉ Сервер2

