

# ОСНОВЫ КОМПЬЮТЕРНЫХ СЕТЕЙ

Глецевич Иван Иванович  
509-V

# ВВЕДЕНИЕ

#### 0.0.0.1

Цель учебной дисциплины: подготовить обучающегося к освоению специализированных дисциплин, связанных с компьютерными сетями.

Задачи учебной дисциплины:

1. Приобретение знаний о внутренней структуре компьютерных сетей.
2. Изучение функционирования компьютерных сетей.
3. Приобретение навыков администрирования компьютерных сетей.
4. Овладение методами оценки работоспособности компьютерной сети.

Базовыми учебными дисциплинами по курсу «Основы компьютерных сетей» являются «Основы алгоритмизации и программирования» и «Схемотехника».

В свою очередь учебная дисциплина «Основы компьютерных сетей» является базой для таких учебных дисциплин, как «Администрирование компьютерных сетей», «Оборудование компьютерных сетей», «Сетевое системное программное обеспечение и распределенные системы».

## Разделы для изучения:

ВВЕДЕНИЕ

ИЕРАРХИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ УПРАВЛЕНИЯ КОМПЬЮТЕРНЫМИ СЕТЯМИ

СОМ-ПОРТЫ УСТРОЙСТВ

ПАКЕТНАЯ ПЕРЕДАЧА ДАННЫХ

КАНАЛЬНОЕ КОДИРОВАНИЕ

ТОПОЛОГИИ КОМПЬЮТЕРНЫХ СЕТЕЙ

МЕТОДЫ ДОСТУПА К МОНОКАНАЛУ

АДРЕСАЦИЯ В КОМПЬЮТЕРНЫХ СЕТЯХ

МЕТОДЫ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ В ЗВЕНЕ СЕТИ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ

ПРИКЛАДНЫЕ ЗАДАЧИ В КОМПЬЮТЕРНЫХ СЕТЯХ

СРЕДЫ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ

СТРУКТУРИРОВАННЫЕ КАБЕЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ

На экзамен будут вынесены все рассмотренные на лекциях разделы.

## Лабораторные работы:

1. Передача сообщений между двумя станциями посредством COM-портов (на базе эмулятора).
2. Программная реализация пакетной передачи и алгоритма бит- или байт-стаффинга.
3. Программная реализация кода CRC или Хэмминга.
4. Программная реализация упрощенного варианта алгоритма CSMA/CD или CSMA/CA.
5. Программная реализация одной из схем адресации.
6. Программная реализация упрощенного варианта алгоритма TCP.
7. Изучение отладочной команды tcpdump и программы Wireshark.
8. Обжим витой пары.

Для получения допуска к экзамену необходимо выполнить и защитить все выданные лабораторные работы.

Варианты выполнения лабораторных работ:

1. Написание программ.
- +2. Решение задач.
- +3. Составление алгоритмов.

Лабораторная база:

1. Операционная система Microsoft Windows (любой современной версии).
2. Операционная система Linux (любой современный дистрибутив).
3. Среда разработки Microsoft Visual Studio (любой современной версии).
4. Среда разработки gcc.
5. Программный эмулятор COM-портов (например, Eterlogic Virtual Serial Ports Emulator).
6. Программа Wireshark.
7. Кабель UTP, вилки RJ45, инструменты для обжима витой пары.

Основная литература, дополняющая лекционный материал:

[1] Таненбаум, Э. Компьютерные сети / Э. Таненбаум, М. Фимстер, Д. Уэзеролл. -- 6-е изд. -- СПб. : Питер, 2023. – 992 с.

[+2] Теория прикладного кодирования : учеб. пособие : в 2 т. / под ред. проф. В. К. Конопелько. -- Минск : БГУИР, 2004. -- Т. 1. – 285 с.

[+3] Теория прикладного кодирования : учеб. пособие : в 2 т. / под ред. проф. В. К. Конопелько. -- Минск : БГУИР, 2004. -- Т. 2. – 398 с.



0.0.0.5a

Основные стандарты и документация:

[4] PC16550D. Universal Asynchronous Receiver/Transmitter with FIFOs  
[Электронный ресурс] : Datasheet / National Semiconductor Corp. -- Режим  
доступа : PC16550D.pdf.

0.0.0.5b

[5] IEEE Standard for Ethernet [Электронный ресурс] : IEEE Std 802.3-2022 / IEEE Computer Society. -- Режим доступа: <https://www.google.com/search?q=802.3-2022>.

[6] IEEE Standard for Information technology. Telecommunications and Information Exchange between Systems. Local and Metropolitan Area Networks. Specific requirements. Part 11: Wireless LAN Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) Specifications [Электронный ресурс] : IEEE Std 802.11-2020 / IEEE Computer Society. -- Режим доступа: <https://www.google.com/search?q=802.11-2020>.

#### 0.0.0.5c

[7] User Datagram Protocol [Электронный ресурс] : Request for Comments 768 / Internet Society. -- Режим доступа: <https://datatracker.ietf.org/doc/rfc768/>.

[8] Transmission Control Protocol. DARPA Internet Program. Protocol Specification [Электронный ресурс] : Request for Comments 793 / Internet Society. -- Режим доступа: <https://datatracker.ietf.org/doc/rfc793/>.

[9] TCP Congestion Control [Электронный ресурс] : Request for Comments 5681 / Internet Society. -- Режим доступа: <https://datatracker.ietf.org/doc/rfc5681/>.

## 0.0.0.5d

[10] File Transfer Protocol (FTP) [Электронный ресурс] : Request for Comments 959 / Internet Society. -- Режим доступа: <https://datatracker.ietf.org/doc/rfc959/>.

[11] Simple Mail Transfer Protocol [Электронный ресурс] : Request for Comments 5321 / Internet Society. -- Режим доступа: <https://datatracker.ietf.org/doc/rfc5321/>.

[12] Post Office Protocol -- Version 3 [Электронный ресурс] : Request for Comments 1939 / Internet Society. -- Режим доступа: <https://datatracker.ietf.org/doc/rfc1939/>.

[13] Internet Message Access Protocol -- Version 4rev1 [Электронный ресурс] : Request for Comments 3501 / Internet Society. -- Режим доступа: <https://datatracker.ietf.org/doc/rfc3501/>.

[14] Hypertext Transfer Protocol -- HTTP/1.1 [Электронный ресурс] : Request for Comments 2616 / Internet Society. -- Режим доступа: <https://datatracker.ietf.org/doc/rfc2616/>.

[15] HTTP/2 [Электронный ресурс] : Request for Comments 9113 / Internet Society. -- Режим доступа: <https://datatracker.ietf.org/doc/rfc9113/>.

0.0.0.5e

[16] Requirements for Internet Hosts -- Application and Support [Электронный ресурс] : Request for Comments 1123 / Internet Society. -- Режим доступа: <https://datatracker.ietf.org/doc/rfc1123/>.

0.0.0.5f

[17] Commercial Building Telecommunications Infrastructure Standard  
[Электронный ресурс] : ANSI/TIA-568.1-E-2020 / Telecommunications Industry  
Association. -- Режим доступа: [https://www.google.com/search?q= TIA-568.1](https://www.google.com/search?q=TIA-568.1).

0.0.0.5f

[18] Wireshark User's Guide [Электронный ресурс]. -- Режим доступа: [https://www.wireshark.org/docs/wsug\\_html\\_chunked/](https://www.wireshark.org/docs/wsug_html_chunked/).

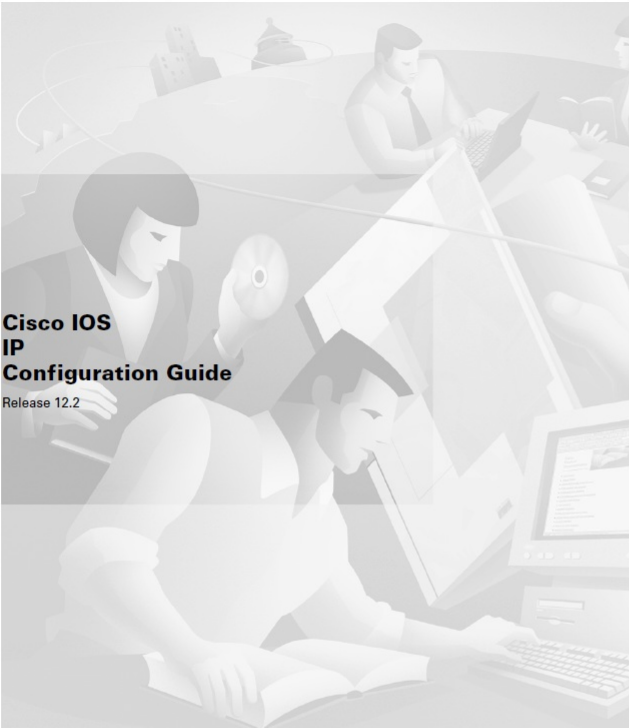
0.0.0.5g

- + Help and Support соответствующих ОС.
- + Литература, связанная с оборудованием Cisco.



Основные категории технической документации:

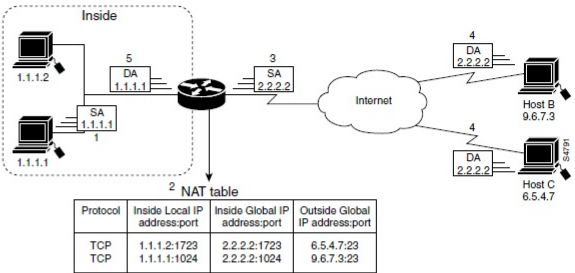
1. Application Notes.
2. Configuration Guides (Manuals).
3. Command References.
4. Databooks.
5. Datasheets.
6. Hardware Installation (Getting Started) Guides.
7. Maintenance (Service) Guides.
8. Product Briefs.
9. Release Notes.
10. Specification Updates.
11. User's (Administrator's) Guides.
12. White Papers.



**Corporate Headquarters**  
Cisco Systems, Inc.  
170 West Tasman Drive  
San Jose, CA 95134-1706  
USA  
<http://www.cisco.com>  
Tel: 408 526-4000  
800 553-NETS (6387)  
Fax: 408 526-4100

Customer Order Number: DOC-7811741=  
Text Part Number: 78-11741-02

Figure 5 NAT Overloading Inside Global Addresses



The router performs the following process in overloading inside global addresses, as shown in Figure 5. Both host B and host C believe they are communicating with a single host at address 2.2.2.2. They are actually communicating with different hosts; the port number is the differentiator. In fact, many inside hosts could share the inside global IP address by using many port numbers.

1. The user at host 1.1.1.1 opens a connection to host B.
2. The first packet that the router receives from host 1.1.1.1 causes the router to check its NAT table:
  - If no translation entry exists, the router determines that address 1.1.1.1 must be translated, and sets up a translation of inside local address 1.1.1.1 to a legal global address.
  - If overloading is enabled, and another translation is active, the router reuses the global address from that translation and saves enough information to be able to translate back. This type of entry is called an *extended entry*.
3. The router replaces the inside local source address 1.1.1.1 with the selected global address and forwards the packet.
4. Host B receives the packet and responds to host 1.1.1.1 by using the inside global IP address 2.2.2.2.
5. When the router receives the packet with the inside global IP address, it performs a NAT table lookup, using the protocol, inside global address and port, and outside address and port as a key; translates the address to inside local address 1.1.1.1; and forwards the packet to host 1.1.1.1.

Host 1.1.1.1 receives the packet and continues the conversation. The router performs Steps 2 through 5 for each packet.

To configure overloading of inside global addresses, use the following commands in global configuration mode:

	Command	Purpose
Step 1	Router(config)# ip nat pool name start-ip end-ip [netmask netmask   prefix-length prefix-length]	Defines a pool of global addresses to be allocated as needed.
Step 2	Router(config)# access-list access-list-number permit source [source-wildcard]	Defines a standard access list.

Нумерация слайдов:

раздел.подраздел.пункт.подпункт

(и латинская буква, если слайд не помещается на экран)

Категории слайдов:

1. Ключевые теоретические (розовая рамка)
2. Теоретические
3. Дополнительные иллюстрации (серая рамка)
4. Примеры команд (салатовая рамка)
5. Темы для обсуждения (голубая рамка)

Обратите внимание на терминологию.

Термины по тексту приведены в наиболее часто используемом виде. Но при введении терминов указаны все корректные (по мнению автора) варианты, включая аббревиатуры, синонимы, переводы и транслитерацию.

Поскольку языковым терминологическим первоисточником в настоящее время является английский язык при использовании даже «устоявшихся» переводов для однозначности трактовки в скобках приведены оригинальные варианты на английском языке, как и принято.

Некоторые широко известные термины и названия использованы по тексту еще до их формального введения.

При классификациях, если это не противоречит оригинальным названиям, в отношении обобщенных понятий использован термин «тип», а конкретных -- «вид».

Слово «либо» означает строгую альтернативу -- исключаящее или (xor).

#### 0.0.0.9

Форматы структурных единиц передаваемой по сети информации отображены в виде рисунков (в линию, в виде матрицы по байтам) и регулярных выражений (BNF) -- в зависимости от сложности.

Младшие биты на рисунках расположены справа.

По умолчанию использована десятичная система счисления.

Взаимодействия нескольких объектов во времени описаны в виде алгоритмов (текст по шагам, схема программы) и рисунков (диаграмма взаимодействия, стрелки с цифрами между объектами) -- в зависимости от ситуации.

Без видео, для улучшения обзора.

На слайдах использованы условные графические обозначения.

Опять же, обратите внимание на стили.

0.0.0.10

Курсивом выделены ключевые термины, находящиеся в широком обиходе.

Специфические термины, относящиеся к конкретным технологиям и используемые более узко, не выделены.

Красным цветом (шрифта) выделены исправленные обнаруженные ошибки, а также внесенные изменения и дополнения -- в сравнении с предыдущими версиями.

0.0.0.11

Примеры, показанные на разных слайдах, по умолчанию не зависят друг от друга.

0.0.1.1

Попробуйте дать определение компьютерной сети.



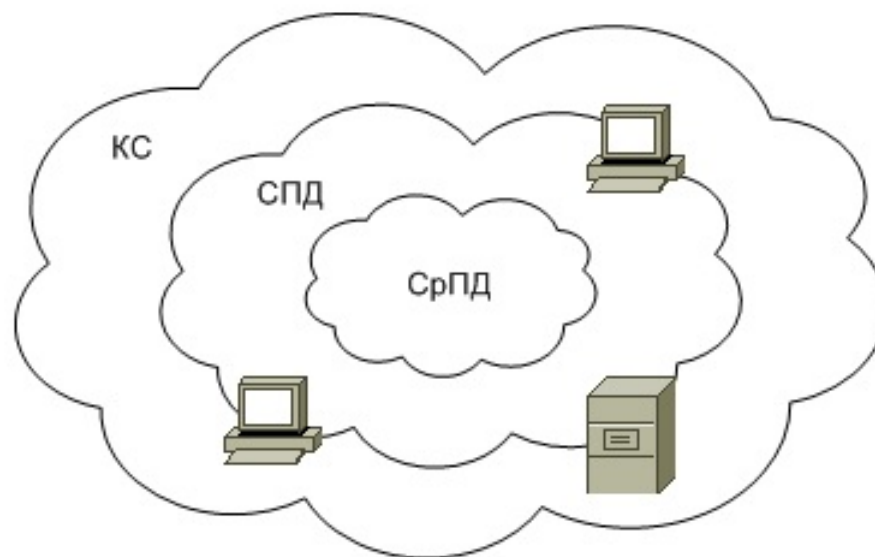
## 0.0.1.2

Под *компьютерной сетью* (КС) понимают совокупность различных технических средств (то есть самих компьютеров и другого оборудования), предназначенная для передачи компьютерной информации (то есть файлов и сообщений) на относительно большие расстояния (то есть за пределы компьютеров).

### 0.0.1.3

Любую КС можно рассматривать с двух точек зрения:

1. Программной.
2. Аппаратной.



В основе любой КС лежит так называемая *сеть передачи данных* (СПД) - Data Communication Network (DCN), которая может задействовать различные *среды передачи данных* (СрПД -- аббревиатура нестандартная) (media).

Иногда в составе СПД выделяют *базовую (опорную) СПД*.

#### 0.0.1.5

Все устройства в составе СПД можно разделить на две четко разделяющиеся группы:

1. *Оконечные* (end devices) -- находятся по периметру СПД.
2. *Посредники* (intermediary devices) -- составляют ядро СПД.

0.0.1.6

Приведите примеры оконечных устройств.

Приведите примеры устройств-посредников.

## 0.0.1.7

Условные графические обозначения ряда сетевых устройств и сред (в нотации Cisco).



-- стационарная пользовательская станция



-- мобильная пользовательская станция



-- сервер



-- маршрутизатор



-- коммутатор



-- СrpД LAN



-- СrpД WAN

Условные графические обозначения других сетевых устройств и сред будут введены постепенно по мере надобности.

## 0.0.1.8

Весь трафик в СПД традиционно разделяют на три базовых типа:

1. *Обычные компьютерные данные* (data).
2. *Голос* (voice).
3. *Видео* (video).

Каждый тип обладает характерными особенностями.

СПД, поддерживающие пересылку разнородного трафика, в нотации Cisco называют *конвергированными* (converged networks).

#### 0.0.1.9

Особенности трафика обеспечиваются так называемым *качеством обслуживания* -- Quality of Service (QoS).

Традиционные виды компьютерных данных без исключения, по умолчанию, обслуживаются по принципу: «Все делается для доставки пакетов, но при этом ничего не гарантируется» (best efforts), что, по сути, является отсутствием QoS.

Гарантии «возникают» при работе с голосом и видео.



0.0.1.10

В рамках предоставляемой оборудованием СПД *полосы пропускания* (bandwidth) можно выделить реально задействованную ее часть (troughput) и полезную составляющую этой задействованной части (goodput) -- без учета служебного трафика.

### 0.0.2.1a

С одной стороны, выделяют:

1. Local Area Networks (LANs) -- *локальные КС* (ЛКС).
2. Wide Area Networks (WANs) -- *глобальные КС* (ГКС).
- +3. Metropolitan Area Networks (MANs) -- *городские КС* (устоявшейся русскоязычной аббревиатуры нет).
- +4. Personal Area Networks (PANs) -- *личные КС* (устоявшейся аббревиатуры нет).
- +5. Remote Access Services (RASes) -- *КС для подключения удаленных пользователей (teleworkers)* (так же устоявшейся аббревиатуры нет).
- +6. Data Center (Centre) Networks -- *КС центров обработки данных.*
- +7. Home Networks -- *домашние КС.*
- +8. Industrial Networks -- *промышленные КС.*

С другой:

1. Intranets -- *внутренние КС* предприятий и организаций.
2. Internets -- *КС публичного доступа.*

### 0.0.2.1b

LAN выделяют прежде всего территориально -- в современном понимании, охватывает территорию не более кампуса, но при этом подразумевают определенные технологии.

Intranet обычно выделяют по ведомственной принадлежности пользователей.

WAN выделяют прежде всего технологически и, в общем случае, может охватывать произвольную территорию .

Практически все Internets сейчас интегрированы в одну сборную одноименную сеть.

MAN представляет собой промежуточный вариант между LAN и WAN.

PAN позволяет подключить к компьютеру периферийные устройства.

RAS существует в контексте WAN.

Home, Datacenter и Industrial Networks являются специализированными вариантами LAN.

Intranet почти всегда имеет связь с Internet.

0.0.2.2

Перечислите особенности, например, промышленных сетей.

### 0.0.2.3

Кроме того, сети могут быть:

1. *Изолированными* (isolated).
2. *Открытыми для прослушивания* (open).

#### 0.0.2.4a

С точки зрения организации взаимодействия КС могут быть:

1. *Сильносвязанными.*
2. *Слабосвязанными.*

#### 0.0.2.4b

В случае сильносвязанной КС подразумевают наличие так называемой *хост-ЭВМ* (host) с одной стороны и *терминала* (terminal) -- с другой.

Хост является основным вычислительным компонентом.

Под терминалами подразумевают исключительно устройства для ввода и отображения информации, следовательно, они без хоста бесполезны.

Совокупность хоста и подключенных к нему терминалов принято называть *рабочей станцией* (workstation).

Терминал администратора, обычно подключаемый особым образом, называют *консолью* (console).

Мы имеем дело с *хост-терминальной моделью*.

#### 0.0.2.4с

В случае слабосвязанной КС подразумевают наличие *сервера* (server) с одной стороны и *клиента* (client) -- с другой.

Клиентские ЭВМ, обслуживающие запросы пользователей, являются активными компонентами.

Сервер либо серверы, являющиеся пассивными компонентами, в свою очередь, обслуживают запросы клиентов.

Как клиенты, так и серверы могут работать независимо, связываясь по мере надобности.

Мы имеем дело с *клиент-серверной моделью*.



### 0.0.3.1

С точки зрения общей организации работы сетевых устройств, в первую очередь касательно WANs и RASes, принято выделять два типа оборудования:

1. *Оконечное оборудование данных* (ООД) -- Data Terminal Equipment (DTE).
2. *Аппаратура передачи данных* (АПД) -- Data Communication Equipment или, по-другому, Data Circuit-terminating Equipment (DCE).

Термины происходят из традиционной телефонии.

ООД находится на самой границе СПД и «концентрирует», то есть создает и потребляет передаваемые информационные потоки.

АПД находится в пределах СПД и «транслирует», то есть позволяет передавать и принимать информационные потоки.

Разница заключается и в синхронизации передаваемых потоков. Первоисточником синхронизации обычно является АПД.

Понятие ООД хорошо соотносится с понятием конечных устройств, а понятие АПД хорошо соотносится с понятием устройств-посредников. Но, поскольку, термины ООД и АПД связаны с определенными технологиями, а действующие эти технологии устройства часто встречаются в самых разных частях СПД, знаки равенства ставить некорректно.

0.0.4.1

Какие вы знаете сетевые стандарты?

#### 0.0.4.2

Все стандарты, в том числе в области КС, делят на:

1. Международные (например, ISO/IEC).
2. Европейские (например, EN).
3. Американские (например, ANSI/TIA/EIA).

Стандарты лишь формализуют определенные требования в той или иной предметной области.

Стандарты могут носить предварительный (preliminary) или временный (interim) характер. Могут включать дополнения (annexes, addendums = addenda) и списки обнаруженных ошибок (errata). Могут устаревать или замещаться другими стандартами (obsolete).

Практическим (или теоретическим) воплощением стандарта является так называемая *реализация* (implementation).

*Сертификация* (certification) позволяет определить факт соответствия стандарту.

#### 0.0.4.3

В 1980 г. при IEEE был создан специальный комитет по стандартизации КС, результатом работы которого стало множество стандартов 802.x.

Сейчас наибольший интерес представляют:

1. 802.3 -- Ethernet.
2. 802.11 -- Wi-Fi.
3. 802.16 -- WiMax.

#### 0.0.4.4

Стандарты Ethernet по пропускной способности делят на три группы:

1. Ethernet -- до 10 Mbit/s включительно.
2. Fast Ethernet -- 100 Mbit/s.
3. Gigabit Ethernet -- 1, 10, 100, 40, 25 Gbit/s и Multigigabit.

#### 0.0.5.1

Повсеместное внедрение ЛКС привело к необходимости их интеграции в инфраструктуру зданий и сооружений.

*Структурированная кабельная система* (СКС) -- Structured Cabling System (SCS) -- представляет собой упорядоченную гетерогенную коммуникационную подсистему зданий и сооружений.

Выделяют следующие стадии работ, связанных с СКС, для каждой из которых предусмотрен собственный набор стандартов:

1. Проектирование.
2. Монтаж.
3. Эксплуатация.

