

Федеральное агентство по образованию  
Государственное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
ПЕТРОЗАВОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

**Е. Д. Жиганов**  
**А. П. Мощевикин**

**Передача данных  
в компьютерных сетях**

Учебное пособие

Петрозаводск  
Издательство ПетрГУ  
2007

УДК 681.324  
ББК 32.973.202  
Ж68

*Печатается по решению редакционно-издательского совета  
Петрозаводского государственного университета*

Рецензенты:

канд. т. н., ст. преподаватель	<i>Ю. В. Сидоров</i>
ст. преподаватель	<i>А. В. Соловьев</i>
CCNA сертифицированный инженер	<i>А. А. Корольков</i>

**Жиганов, Е. Д.**

Ж68 Передача данных в компьютерных сетях : учеб. пособие /  
Е. Д. Жиганов, А. П. Моцеев. – Петрозаводск : Изд-во  
ПетрГУ, 2007. – 156 с.

ISBN 978-5-8021-0632-7

Учебное пособие предназначено для сопровождения лабораторного практикума по курсам, связанным с изучением сетевых технологий передачи данных и программированием сетевых интерфейсов. В издании приведены краткие сведения и справочные данные по некоторым сетевым технологиям, протоколам и утилитам, используемым в локальных и глобальных сетях, описаны способы создания сетевых приложений в Unix-подобных операционных системах; содержатся методические рекомендации и тексты заданий к лабораторным работам.

Пособие адресовано студентам физико-технического факультета, обучающимся по специальностям "Автоматизированные системы обработки информации и управления", "Информационно-измерительная техника и технологии", "Физическая электроника" и изучающим курсы "Сети ЭВМ и телекоммуникации" и "Сетевые технологии".

УДК 681.324  
ББК 32.973.202

ISBN 978-5-8021-0632-7

© Петрозаводский государственный  
университет, 2007

# Содержание

ПРЕДИСЛОВИЕ .....	5
<b>ЧАСТЬ I СЕТЕВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ, ПРОТОКОЛЫ, УТИЛИТЫ.....</b>	<b>6</b>
ГЛАВА 1. ВВЕДЕНИЕ В КОНЦЕПЦИЮ OSI/RM, СТЕК ПРОТОКОЛОВ .....	6
1.1. <i>Open System Interconnection Reference Model</i> .....	7
1.2. <i>Структура сетевых пакетов</i> .....	11
ГЛАВА 2. ТЕХНОЛОГИЯ ETHERNET .....	14
2.1. <i>Алгоритм CSMA/CD</i> .....	15
2.2. <i>Формат кадра Ethernet</i> .....	17
2.3. <i>Promiscuous mode (режим прослушивания сети)</i> .....	17
ГЛАВА 3. ПРОТОКОЛЫ СТЕКА TCP/IP И ПРИКЛАДНОГО УРОВНЯ.....	20
3.1. <i>Межсетевой протокол IP (Internet Protocol)</i> .....	21
3.2. <i>Протокол UDP (User Datagram Protocol)</i> .....	22
3.3. <i>Протокол TCP (Transmission Control Protocol)</i> .....	22
3.4. <i>Протокол ICMP (Internet Control Message Protocol)</i> .....	24
3.5. <i>Протоколы ARP и RARP (Address Resolution Protocol             и Reversed ARP)</i> .....	24
3.6. <i>Процесс отправки, перенаправления             и получения датаграмм</i> .....	25
3.7. <i>Установление и разрыв TCP-соединения</i> .....	27
3.8. <i>Hyper Text Transfer Protocol (HTTP)</i> .....	28
3.9. <i>Simple Mail Transfer Protocol (SMTP)</i> .....	30
ГЛАВА 4. СРЕДСТВА И УТИЛИТЫ СЕТЕВОГО ТЕСТИРОВАНИЯ .....	38
4.1. <i>ping</i> .....	38
4.2. <i>tracroute (tracert)</i> .....	39
4.3. <i>netstat</i> .....	40
4.4. <i>tcpdump</i> .....	41
<b>ЧАСТЬ II РАЗРАБОТКА СЕТЕВЫХ ПРИЛОЖЕНИЙ В СРЕДЕ ОС UNIX.....</b>	<b>45</b>
ГЛАВА 5. ОСНОВНЫЕ КОНЦЕПЦИИ ОРГАНИЗАЦИИ ВВОДА-ВЫВОДА И УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССАМИ В ОС UNIX.....	45
5.1. <i>Подсистема ввода-вывода в ОС UNIX</i> .....	45
5.2. <i>Подсистема управления процессами</i> .....	48
5.3. <i>Взаимосвязь подсистем ввода-вывода             и управления процессами</i> .....	50
ГЛАВА 6. СТРАТЕГИИ ОРГАНИЗАЦИИ ВВОДА-ВЫВОДА В СРЕДЕ ОС UNIX .....	54
6.1. <i>Многопроцессный подход</i> .....	54
6.2. <i>Мультиплексирование ввода-вывода в одном процессе</i> .....	56

ГЛАВА 7. ПРИМЕРЫ ПРОГРАММ .....	68
7.1. Работа с процессами.....	68
7.2. Использование <i>select()</i> и <i>poll()</i> .....	76
7.3. Работа с сигналами.....	81
ГЛАВА 8. ТЕХНОЛОГИЯ КЛИЕНТ-СЕРВЕР .....	94
8.1. Архитектура "клиент-сервер" .....	94
8.2. Сетевой порядок байтов .....	97
8.3. Разработка программ-серверов .....	99
8.4. Пример программы-сервера.....	104
8.5. Разработка программ-клиентов .....	113
8.6. Работа с базами данных по узлам и службам сети <i>Internet</i> .....	114
8.7. Пример программы-клиента.....	119
ГЛАВА 9. НИЗКОУРОВНЕВЫЕ СОКЕТЫ И ПЕРЕХВАТ ПАКЕТОВ.....	125
9.1. Низкоуровневые сокеты.....	125
9.2. перехват пакетов .....	130
<b>ЧАСТЬ III ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ .....</b>	<b>142</b>
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 1	
ИЗУЧЕНИЕ ПРОТОКОЛА SMTP (SIMPLE MAIL TRANSFER PROTOCOL).....	142
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 2	
ИЗУЧЕНИЕ ПРОТОКОЛА HTTP (HYPER TEXT TRANSFER PROTOCOL).....	144
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 3	
ИССЛЕДОВАНИЕ КОНФИГУРАЦИИ СЕТИ УНИВЕРСИТЕТА И КАРЕЛЬСКОГО СЕКМЕНТА РУНЕТА .....	145
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 4	
ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОПУСКНОЙ СПОСОБНОСТИ КОММУНИКАЦИОННОГО ОБОРУДОВАНИЯ В СЕТЯХ ETHERNET .....	148
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 5	
СЕТЕВОЕ ПРОГРАММИРОВАНИЕ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ RAW SOCKETS .....	150
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 6	
АНАЛИЗАТОР СЕТЕВОГО ТРАФИКА НА ОСНОВЕ БИБЛИОТЕКИ PCAP.....	152
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 7	
ИЗУЧЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ КЛИЕНТ-СЕРВЕР .....	155
<b>СПИСОК РЕКОМЕНДОВАННОЙ К ИЗУЧЕНИЮ ЛИТЕРАТУРЫ .....</b>	<b>158</b>

## Предисловие

Учебное пособие "Передача данных в компьютерных сетях" предназначено для студентов специальностей АСОИУ, ИИТТ, ФЭ и др., изучающих курсы "Сети ЭВМ и телекоммуникации" и "Сетевые технологии". Первая часть пособия представляет собой краткие сведения и справочные данные по некоторым сетевым технологиям, протоколам и утилитам, используемым в локальных и глобальных сетях. Вторая часть посвящена описанию способов создания сетевых приложений в Unix-подобных операционных системах. Третья часть содержит методические рекомендации и задания к лабораторным работам. Пособие не заменяет материал вышеупомянутых курсов, а лишь дополняет их.

Издание подготовлено в рамках проекта "Научно-образовательный центр по фундаментальным проблемам приложений физики низкотемпературной плазмы" (RUX0-013-PZ-06), поддерживаемого Министерством образования и науки РФ, Американским фондом гражданских исследований и развития (CRDF) и Правительством Республики Карелия, а также программы Европейского Сообщества TACIS/Interreg.



Авторы выражают благодарность Л. Л. Пяхтину за сотрудничество при создании методических указаний к лабораторным работам № 5 и 6, Ю. В. Сидорову, А. В. Соловьеву и А. А. Королькову за рецензию, проверку текста и полезные рекомендации, а также И. М. Некрыловой за тщательную корректуру пособия.