

Министерство образования и науки Российской Федерации  
НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

---

Е.В. ПРОХОРЕНКО, А.Б. КОЛКЕР

# СЕТИ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ

Утверждено  
Редакционно-издательским советом университета  
в качестве учебного пособия

НОВОСИБИРСК  
2008

УДК 004.7(075.8)

П 844

***Инновационная образовательная программа НГТУ  
«Высокие технологии»***

Рецензенты:

*В.И. Гужов*, д-р техн. наук, проф.;

*К.А. Втюрин*, канд. техн. наук,  
зам. директора ООО «Проектстройсервис»

Работа подготовлена на кафедре автоматики  
для студентов, обучающихся по направлению  
«Мехатроника и автоматизация»

**Прохоренко Е.В.**

П 844 Сети передачи данных : учеб. пособие / Е.В. Прохоренко,  
А.Б. Колкер. – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2008. – 182 с.

ISBN 978-5-7782-1218-3

Рассмотрены проблемы построения сетей передачи данных. Описаны технологии второго и третьего уровней межсетевого взаимодействия открытых систем OSI.

Адресовано студентам, изучающим программное обеспечение вычислительной техники и автоматизированных сетей.

**УДК 004.7(075.8)**

**ISBN 978-5-7782-1218-3**

© Прохоренко Е.В., Колкер А.Б., 2008  
© Новосибирский государственный  
технический университет, 2008

## ОГЛАВЛЕНИЕ

|                                                                                                |          |
|------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|
| Введение .....                                                                                 | 7        |
| <b>Глава 1. Построение коммутируемых ЛВС .....</b>                                             | <b>9</b> |
| 1.1. Технологии коммутации .....                                                               | 9        |
| 1.1.1. Коммутация второго уровня .....                                                         | 10       |
| 1.1.2. Типы коммутации .....                                                                   | 14       |
| 1.2. Виды коммутаторов .....                                                                   | 15       |
| 1.2.1. Технологическая реализация коммутаторов.....                                            | 16       |
| 1.2.2. Конструктивное исполнение коммутаторов .....                                            | 18       |
| 1.2.3. Характеристики, влияющие на производительность коммутаторов.....                        | 22       |
| 1.2.4. Классификация коммутаторов по возможностям управления.....                              | 25       |
| 1.3. Виртуальные локальные сети (VLAN) .....                                                   | 26       |
| 1.3.1. Преимущества виртуальных локальных сетей .....                                          | 26       |
| 1.3.2. Типы виртуальных локальных сетей.....                                                   | 27       |
| 1.3.3. Идентификация принадлежности кадров к виртуальной локальной сети .....                  | 29       |
| 1.3.4. Маркировка кадров .....                                                                 | 30       |
| 1.3.5. Технологии идентификации принадлежности к виртуальной локальной сети.....               | 31       |
| 1.3.6. Правила коммутации маркированных и немаркированных портов.....                          | 32       |
| 1.3.7. Generic VLAN Registration Protocol (GVRP) .....                                         | 33       |
| 1.4. Остовное дерево .....                                                                     | 34       |
| 1.4.1. Протокол остовного дерева (Spanning Tree Protocol).....                                 | 34       |
| 1.4.2. Функционирование алгоритма остовного дерева.....                                        | 35       |
| 1.4.3. Сравнение Spanning Tree Protocol (802.1d) и Rapid Spanning Tree Protocol (802.1w) ..... | 41       |

|                                                                                                                               |           |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 1.5. Агрегирование пропускной способности портов (Link Aggregation) .....                                                     | 46        |
| 1.5.1. Технология агрегирования пропускной способности портов.....                                                            | 47        |
| 1.5.2. Управление параметрами работы технологии агрегирования пропускной способности портов .....                             | 48        |
| 1.6. Ограничение доступа к сети .....                                                                                         | 49        |
| 1.6.1. Управление ограничением доступа к сети.....                                                                            | 50        |
| 1.6.2. Ограничение доступа к сети на основе 802.1x .....                                                                      | 51        |
| 1.7. Дополнительные настройки коммутаторов.....                                                                               | 54        |
| 1.7.1. Качество сервиса (QoS) .....                                                                                           | 54        |
| 1.7.2. Контроль полосы пропускания .....                                                                                      | 56        |
| 1.8. Удаленное управление коммутаторами.....                                                                                  | 56        |
| 1.8.1. Single IP Management: виртуальный стек.....                                                                            | 57        |
| 1.8.2. Управление коммутаторами на основе протокола SNMP .....                                                                | 58        |
| <b>Глава 2. Построение беспроводных ЛВС.....</b>                                                                              | <b>63</b> |
| 2.1. Обзор беспроводных технологий передачи данных.....                                                                       | 63        |
| 2.1.1. Виды беспроводных сетей.....                                                                                           | 63        |
| 2.1.2. Обзор топологий беспроводных сетей .....                                                                               | 67        |
| 2.2. Механизмы доступа к среде стандарта 802.11 .....                                                                         | 69        |
| 2.2.1. Обзор алгоритма CSMA/CA.....                                                                                           | 70        |
| 2.2.2. Нестандартные устройства .....                                                                                         | 77        |
| 2.2.3. Описание процесса соединения станций стандарта 802.11 .....                                                            | 79        |
| 2.2.4. Работа в режиме энергосбережения .....                                                                                 | 88        |
| 2.2.5. Фреймы уровня MAC стандарта 802.11 .....                                                                               | 91        |
| 2.2.6. Роуминг .....                                                                                                          | 92        |
| 2.3. Технологии физического уровня стандарта 802.11 .....                                                                     | 93        |
| 2.3.1. Технология расширения спектра путем скачкообразной перестройка частоты (Frequency Hopping Spread Spectrum, FHSS) ..... | 94        |
| 2.3.2. Технология расширения спектра методом прямой последовательности (Direct Sequence Spread Spectrum, DSSS).....           | 95        |
| 2.3.3. Метод ортогонального частотного мультиплексирования (Orthogonal Frequency Division Multiplexing, OFDM) .....           | 97        |

|                                                                                                 |            |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 2.4. Антенны и оборудование СВЧ-тракта.....                                                     | 99         |
| 2.5. Методика расчета беспроводной сети .....                                                   | 105        |
| 2.5.1. Расчет суммарных потерь радиосистемы .....                                               | 107        |
| 2.5.2. Расчет эффективной мощности (EIRP) .....                                                 | 109        |
| 2.5.3. Расчет энергетического запаса радиоканала.....                                           | 110        |
| 2.5.4. Расчет высоты установки антенн.....                                                      | 113        |
| 2.5.5. Особенности проектирования беспроводной сети пере-<br>дачи данных(СПД).....              | 116        |
| 2.6. Безопасность беспроводных локальных сетей.....                                             | 123        |
| 2.6.1. Настройка беспроводных устройств .....                                                   | 123        |
| 2.6.2. История развития протоколов защиты беспроводных се-<br>тей.....                          | 124        |
| 2.6.3. Протокол защиты WEP.....                                                                 | 124        |
| 2.6.4. Расширение протокола WEP- 802.1X + WEP (Dynamic<br>WEP).....                             | 125        |
| 2.6.5. Протокол WPA .....                                                                       | 126        |
| <b>Глава 3. Технологии передачи данных по цифровой абонентской<br/>        линии xDSL .....</b> | <b>129</b> |
| 3.1. Технологии xDSL .....                                                                      | 129        |
| 3.2. Описание технологии ADSL .....                                                             | 133        |
| 3.3. Описание технологии SHDSL .....                                                            | 139        |
| 3.4. Описание технологии VDSL .....                                                             | 145        |
| 3.5. Описание технологии ADSL2 и ADSL2 plus .....                                               | 146        |
| 3.6. Виды инкапсуляции используемой в технологии xDSL .....                                     | 156        |
| <b>Глава 4. Введение в стек протоколов IP .....</b>                                             | <b>160</b> |
| 4.1. История возникновения .....                                                                | 160        |
| 4.2. Два стандарта протоколов стека IP .....                                                    | 162        |
| 4.3. Протокол версии 4.....                                                                     | 163        |
| 4.4. Специальные разновидности IP-адресов.....                                                  | 166        |
| 4.5. Сетевая маска.....                                                                         | 167        |
| 4.6. Специальная разновидность сетевого интерфейса – интер-<br>фейс внутренней петли .....      | 169        |
| 4.7. Протокол отображения адресов ARP.....                                                      | 170        |

|                                                    |     |
|----------------------------------------------------|-----|
| 4.8. Структура пакетов в протоколе IPv4 .....      | 170 |
| 4.9. Протокол управляющих сообщений ICMP .....     | 172 |
| 4.10. Пакетный локатор PING .....                  | 174 |
| 4.11. Трассировка маршрутов.....                   | 176 |
| 4.12. Маршрутная таблица и ее настройка .....      | 176 |
| 4.13. Межклассовая междоменная маршрутизация ..... | 179 |
| Заключение.....                                    | 180 |
| Литература.....                                    | 181 |