

Основы информационных технологий

ПОСТРОЕНИЕ КОММУТИРУЕМЫХ КОМПЬЮТЕРНЫХ СЕТЕЙ

Учебное пособие

**Допущено Учебно-методическим объединением вузов
по университетскому политехническому образованию
в качестве учебного пособия для студентов
высших учебных заведений, обучающихся по направлению
230100 «Информатика и вычислительная техника»**



**Национальный Открытый
Университет «ИНТУИТ»
www.intuit.ru**



**БИНОМ.
Лаборатория знаний
www.lbz.ru**

**Москва
2011**

УДК 004.7(075.8)
ББК 32.973.202я73-1
П63

Авторский коллектив:

Е.В. Смирнова, А.В. Пролетарский, И.В. Баскаков, Р.А. Федотов

П63 Построение коммутируемых компьютерных сетей: учебное пособие / Е.В. Смирнова и др. — М.: Национальный Открытый Университет «ИНТУИТ»: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2011. — 367 с.: ил., табл. — (Основы информационных технологий).

ISBN 978-5-9963-0685-5

В книге описаны принципы построения и обслуживания коммутируемых компьютерных сетей, приведено полное описание фундаментальных технологий коммутации, таких как коммутация 2-го уровня, коммутация 3-го уровня, IEEE 802.1Q, IEEE 802.1p, RSTP, MSTP, IGMP и многих других. Большой объем практических занятий посвящен самостоятельному конфигурированию, администрированию и мониторингу сетей на примере коммутаторов компании D-Link. В конце книги приведен обширный глоссарий.

Адресовано студентам, обучающимся по направлению «Информатика и вычислительная техника», аспирантам, сетевым администраторам, специалистам предприятий, внедряющим новые информационные технологии.

УДК 004.7(075.8)
ББК 32.973.202я73-1

D-Link[®]
Building Networks for People

Данная книга написана совместно сотрудниками компании D-Link и преподавателями МГТУ им. Н.Э. Баумана и Центра сетевых технологий «МГТУ – D-Link»

Полное или частичное воспроизведение или размножение каким-либо способом, в том числе и публикация в Сети, настоящего издания допускается только с письменного разрешения

Национального Открытого Университета «ИНТУИТ».

По вопросам приобретения обращаться:

«БИНОМ. Лаборатория знаний»

Телефон (499) 157-1902, (499) 157-5272,

e-mail: binom@Lbz.ru, <http://www.Lbz.ru>

ISBN 978-5-9963-0685-5

© Национальный Открытый
Университет «ИНТУИТ», 2011
© БИНОМ. Лаборатория
знаний, 2011

О проекте

Национальный Открытый Университет «ИНТУИТ» — это первое в России высшее учебное заведение, которое предоставляет возможность получить дополнительное образование во Всемирной сети. Web-сайт университета находится по адресу www.intuit.ru.

Мы рады, что вы решили расширить свои знания в области компьютерных технологий. Современный мир — это мир компьютеров и информации. Компьютерная индустрия — самый быстрорастущий сектор экономики, и ее рост будет продолжаться еще долгое время. Во времена жесткой конкуренции от уровня развития информационных технологий, достижений научной мысли и перспективных инженерных решений зависит успех не только отдельных людей и компаний, но и целых стран. Вы выбрали самое подходящее время для изучения компьютерных дисциплин. Профессионалы в области информационных технологий сейчас востребованы везде: в науке, экономике, образовании, медицине и других областях, в государственных и частных компаниях, в России и за рубежом. Анализ данных, прогнозы, организация связи, создание программного обеспечения, построение моделей процессов — вот далеко не полный список областей применения знаний для компьютерных специалистов.

Обучение в университете ведется по собственным учебным планам, разработанным ведущими российскими специалистами на основе международных образовательных стандартов Computer Curricula 2001 Computer Science. Изучать учебные курсы можно самостоятельно по учебникам или на сайте Интернет-Университета, задания выполняются только на сайте. Для обучения необходимо зарегистрироваться на сайте университета. Удостоверение об окончании учебного курса или специальности выдается при условии выполнения всех заданий к лекциям и успешной сдачи итогового экзамена.

Книга, которую вы держите в руках, — очередная в многотомной серии «Основы информационных технологий», выпускаемой Интернет-Университетом Информационных Технологий. В этой серии будут выпущены учебники по всем базовым областям знаний, связанным с компьютерными дисциплинами.

**Добро пожаловать в
Интернет-Университет Информационных Технологий!**

**Анатолий Шкред
anatoli@shkred.ru**

Об авторах

Смирнова Елена Викторовна – кандидат технических наук, менеджер по образовательным проектам компании D-Link.

Пролетарский Андрей Викторович – доктор технических наук, профессор МГТУ имени Н. Э. Баумана.

Баскаков Игорь Владимирович – кандидат технических наук, доцент МГТУ имени Н. Э. Баумана.

Федотов Роман Анатольевич – технический директор ЗАО «2В Сервис», преподаватель МГТУ имени Н. Э. Баумана.

Лекции

Лекция 1. Основы коммутации	11
Лекция 2. Начальная настройка коммутатора	44
Лекция 3. Обзор функциональных возможностей коммутаторов	61
Лекция 4. Виртуальные локальные сети (VLAN)	62
Лекция 5. Функции повышения надежности и производительности	97
Лекция 6. Качество обслуживания (QoS)	142
Лекция 7. Функции обеспечения безопасности и ограничения доступа к сети	157
Лекция 8. Многоадресная рассылка	193
Лекция 9. Функции управления коммутаторами	203
Лекция 10. Обзор коммутаторов D-Link	224

Оглавление

Введение	10
Лекция 1. Основы коммутации	12
1.1. Эволюция локальных сетей	12
1.2. Функционирование коммутаторов локальной сети	15
1.3. Методы коммутации	18
1.4. Конструктивное исполнение коммутаторов	19
1.5. Физическое стекирование коммутаторов	20
1.6. Типы интерфейсов коммутаторов	21
1.7. Архитектура коммутаторов	26
1.8. Характеристики, влияющие на производительность коммутаторов	35
1.9. Управление потоком в полудуплексном и дуплексном режимах	38
1.10. Технологии коммутации и модель OSI	40
1.11. Программное обеспечение коммутаторов	41
1.12. Общие принципы сетевого дизайна	41
1.13. Трехуровневая иерархическая модель сети	42
Лекция 2. Начальная настройка коммутатора	44
2.1. Классификация коммутаторов по возможности управления ..	44
2.2. Средства управления коммутаторами	44
2.3. Подключение к коммутатору	45
2.4. Начальная конфигурация коммутатора	48
2.5. Подключение к Web-интерфейсу управления коммутатора	56
2.6. Загрузка нового программного обеспечения на коммутатор	58
2.7. Загрузка и резервное копирование конфигурации коммутатора	59
Лекция 3. Обзор функциональных возможностей коммутаторов	61
Лекция 4. Виртуальные локальные сети (VLAN)	62
4.1. Типы VLAN	64
4.2. VLAN на основе портов	65

4.3. VLAN на основе стандарта IEEE 802.1Q	66
4.4. Статические и динамические VLAN	77
4.5. Протокол GVRP	77
4.6. Q-in-Q VLAN	82
4.7. VLAN на основе портов и протоколов – стандарт IEEE 802.1v	89
4.8. Асимметричные VLAN	92
4.9. Функция Traffic Segmentation	94
Лекция 5. Функции повышения надежности и производительности . . .	97
5.1. Протоколы Spanning Tree	97
5.2. Spanning Tree Protocol (STP)	97
5.3. Rapid Spanning Tree Protocol	108
5.4. Multiple Spanning Tree Protocol	119
5.5. Дополнительные функции защиты от петель	132
5.6. Функции безопасности STP	134
5.7. Агрегирование каналов связи	135
Лекция 6. Качество обслуживания (QoS)	142
6.1. Модели QoS	142
6.2. Приоритизация пакетов	143
6.3. Классификация пакетов	144
6.4. Маркировка пакетов	146
6.5. Управление перегрузками и механизмы обслуживания очередей	146
6.6. Механизм предотвращения перегрузок	149
6.7. Контроль полосы пропускания	150
6.8. Пример настройки QoS	154
Лекция 7. Функции обеспечения безопасности и ограничения доступа к сети	157
7.1. Списки управления доступом (ACL)	158
7.2. Функции контроля над подключением узлов к портам коммутатора	166
7.3. Аутентификация пользователей 802.1X	173
7.4. 802.1X Guest VLAN	181
7.5. Функции защиты ЦПУ коммутатора	189

Лекция 8. Многоадресная рассылка	193
8.1. Адресация многоадресной IP-рассылки	193
8.2. MAC-адреса групповой рассылки	195
8.3. Подписка и обслуживание групп	196
8.4. Управление многоадресной рассылкой на 2-м уровне модели OSI (IGMP Snooping)	197
8.5. Функция IGMP Snooping Fast Leave	201
Лекция 9. Функции управления коммутаторами	203
9.1. Управление множеством коммутаторов	203
9.2. Протокол SNMP	214
9.3. RMON (Remote Monitoring)	219
9.4. Функция Port Mirroring	222
Лекция 10. Обзор коммутаторов D-Link	224
10.1. Неуправляемые коммутаторы	224
10.2. Коммутаторы серии Smart	227
10.3. Управляемые коммутаторы	228
Приложение	237
Занятие №1. Основные команды коммутаторов. Управление коммутаторами	239
Занятие №2. Команды обновления программного обеспечения коммутатора и сохранения/восстановления конфигурационных файлов	247
Занятие №3. Команды управления таблицами MAC, IP, ARP ...	251
Занятие №4. Команды VLAN на основе портов и стандарта IEEE 802.1Q	255
Занятие №5. Команды протокола GVRP (продвижение информации о VLAN в сети)	264
Занятие №6. Команды настройки асимметричных VLAN и сегментации трафика	270
Занятие №7. Команды настройки функции Q-in-Q (Double VLAN)	276
Занятие №8. Команды настройки протоколов связующего дерева STP, RSTP, MSTP	280
Занятие №9. Функция предотвращения петлеобразования (LoopBack Detection)	293

Занятие №10. Команды агрегирования каналов	298
Занятие №11. Списки управления доступом (Access Control List)	306
Занятие №12. Контроль над подключением узлов к портам коммутатора. Функция Port Security	315
Занятие №13. Контроль над подключением узлов к портам коммутатора. Функция IP-MAC-Port Binding	321
Занятие №14. Ограничение административного доступа к управлению коммутатором	328
Занятие №15. Команды протокола IEEE 802.1X	334
Занятие №16. Управление полосой пропускания	338
Занятие №17. Настройка QoS. Приоритизация трафика	340
Занятие №18. Команды зеркалирования портов (Port Mirroring)	344
Занятие №19. Команды мониторинга	347
Глоссарий	350
Литература	367