

Київський університет імені Бориса Грінченка
Інститут лідерства та соціальних наук
Кафедра інформатики

БАЗОВІ ТЕХНОЛОГІЇ КОМП'ЮТЕРНИХ МЕРЕЖ

Навчальний посібник
(третє видання)



Київ – 2014

Київський університет імені Бориса Грінченка
Інститут лідерства та соціальних наук
Кафедра інформатики

Абрамов В.О., Клименко С.Ю.

БАЗОВІ ТЕХНОЛОГІЇ КОМП'ЮТЕРНИХ МЕРЕЖ
(з практичними роботами на мережевому обладнанні D-Link)

Навчальний посібник

(3-є видання)

Київ – 2014

Рекомендовано

Вченою радою Інституту лідерства та соціальних наук Київського університету імені Бориса Грінченка
(протокол № 11 від 15 червня 2011 р.)

Рецензенти:

Коваль Т.І., доктор педагогічних наук, професор, завідувач кафедри інформаційних технологій Київського національного лінгвістичного університету.

Полторак В.П., кандидат технічних наук, доцент НТУУ «КПІ», директор Регіональної академії Cisco НТУУ «КПІ».

Бушма О.В., доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри інформатики Інституту суспільства Київського університету імені Бориса Грінченка.

Абрамов В.О., Клименко С.Ю. Базові технології комп'ютерних мереж: навчальний посібник. - К.:Київ. ун-т ім. Б. Грінченка, 2014. - 362 с.

Навчальний посібник містить теоретичні основи базових технологій локальних комп'ютерних мереж і комплекс практичних робіт, які дозволяють закріпити теоретичні знання й отримати навички роботи з мережами. Описуються принципи дії, властивості та налаштування апаратних засобів, які використовуються в базових мережевих технологіях, що є основою будь-яких типів комп'ютерних мереж. Розглядаються основні питання створення та налаштування мереж із спільним комунікаційним середовищем, мереж з комутацією і маршрутизацією пакетів, а також бездротових мереж. Видання орієнтовано на викладачів, аспірантів і студентів вузів, вчителів і учнів технікумів та спеціалізованих шкіл.

Матеріал 3-го видання було суттєво доопрацьовано та доповнено.

ISBN 978-966-2251-17-3

© Абрамов В.О. 2011-2014

© Клименко С.Ю. 2011-2014

ЗМІСТ

Вступ.....	7
1. ОСНОВИ КОМП'ЮТЕРНИХ МЕРЕЖ.....	9
1.1. Еталонна модель взаємодії відкритих систем (OSI)	10
1.2. Основи адресування.....	15
1.2.1. Типи адрес і перетворення адрес	15
1.2.2. Бінарне та десяткове подання IP-адрес	17
1.2.3. Класова модель IP-адресації, класи IP-мереж.....	18
1.2.4. Безкласова модель IP-адресації, маска змінної довжини.....	21
1.2.5. Призначення IP-адрес.....	22
1.3. Фізичний рівень	23
1.3.1. Спільне середовище розповсюдження сигналів.....	24
1.3.2. Концентратор.....	25
1.3.3. Бездротова мережа.....	26
1.4. Канальний рівень	27
1.4.1. Технологія CSMA/CD	27
1.4.2. Мережі Ethernet	28
1.4.3. Комутована мережа	29
1.4.4. Функції комутатора.....	29
1.4.5. Властивості комутованої мережі.....	31
1.4.6. Каскадування комутаторів.....	32
1.4.7. Віртуальні локальні мережі.....	34
1.5. Мережевий і транспортний рівень	37
1.5.1. Протокол IP	37
1.5.2. Протокол TCP	37
1.5.3. Маршрутизація на кінцевих вузлах	38
1.5.4. IP-маршрутизація в мережі	40
1.5.5. Додаткові функції маршрутизаторів.....	43
1.5.6. Протоколи маршрутизації	43
1.5.7. Протокол ICMP.....	44
1.5.8. Маршрутизатори – шлюзи	45
1.6. Рівень сеансовий, представлення даних і прикладний	48
1.7. Загальна структура комп'ютерної мережі.....	49
1.8. Загальні відомості про захист мережі.....	51
1.8.1. Віртуальні приватні мережі VPN	51
1.8.2. Загальні відомості про міжмережеві екрани.....	52
1.8.3. Загальні відомості про захист від шкідливих програм	53
2. СПІЛЬНЕ (РОЗПОДІЛЕНЕ) КОМУНІКАЦІЙНЕ СЕРЕДОВИЩЕ	54
2.1. Мережеві адаптери	54

2.1.1.	Властивості мережевого адаптера	54
2.1.2.	Інсталяція драйверів	55
2.1.3.	Фізичне встановлення адаптера у комп'ютер.....	55
2.2.	З'єднання двох мережевих пристроїв	56
2.2.1.	Налаштування мережевого підключення	56
2.2.2.	З'єднання двох комп'ютерів.....	61
2.2.3.	Дослідження властивостей з'єднання двох комп'ютерів.....	63
2.2.4.	Підключення комп'ютера до мережевого пристрою	64
2.2.5.	З'єднання маршрутизаторів	65
2.3.	Мережа з концентраторами	65
2.4.	Практична робота № 1. З'єднання двох комп'ютерів	68
2.5.	Практична робота № 2. Створення мережі на основі концентратора	73
3.	КОМУТОВАНІ МЕРЕЖІ	79
3.1.	Властивості комутованих мереж.....	79
3.2.	Практична робота № 3. Налаштування мостового з'єднання	80
3.3.	Побудова та тестування комутованої мережі	83
3.3.1.	Керування смугою пропускання	84
3.3.2.	Мережа з кількома комутаторами	85
3.4.	Віртуальні локальні мережі	85
3.4.1.	Налаштування VLAN на одному комутаторі.....	85
3.4.2.	Налаштування віртуальної мережі на двох комутаторах.....	90
3.4.3.	Налаштування асиметричних віртуальних мереж.....	91
3.5.	З'єднання віртуальних мереж через маршрутизатор	92
3.6.	Практична робота № 4. Мережа з одним комутатором	92
3.7.	Практична робота № 5. Мережа з двома комутаторами.....	97
3.8.	Практична робота № 6. Асиметричні віртуальні мережі.....	101
4.	МЕРЕЖІ З МАРШРУТИЗАЦІЄЮ	104
4.1.	Принципи створення мереж з маршрутизацією	104
4.2.	Налаштування маршрутизації на комп'ютері з ОС Windows XP	104
4.3.	Налаштування та дослідження Інтернет-шлюзів	106
4.3.1.	Функції Інтернет-шлюзу.....	106
4.3.2.	Налаштування Інтернет-шлюзу.....	107
4.3.3.	Функція перенаправлення портів TCP (UDP) на Інтернет-шлюзі DIR-100	111
4.3.4.	Функція демілітаризованої зони (DMZ) на Інтернет-шлюзі DIR- 100.....	112
4.3.5.	Налаштування Інтернет-шлюзу DIR-300.....	114
4.3.6.	Функція перенаправлення портів TCP (UDP) на Інтернет-шлюзі	

DIR-300	117
4.3.7. Функція демілітаризованої зони (DMZ) на Інтернет-шлюзі DIR-300.....	118
4.3.8. Інші функції та налаштування DIR-300.....	119
4.4. Функції та налаштування маршрутизатора DSR-250N.....	119
4.4.1. Доступ до веб-інтерфейсу керування DSR-250N.....	120
4.4.2. Базове налаштування маршрутизатора DSR-250N.....	121
4.4.3. Налаштування маршрутів на DSR-250N.....	125
4.4.4. Налаштування правил міжмережевого екрана.....	126
4.4.5. Інші функції та налаштування DSR-250N.....	127
4.5. Практична робота № 7. Об'єднання мереж через маршрутизатори	128
4.6. Практична робота № 8. Дослідження Інтернет-шлюзу	131
4.7. Віртуальні приватні мережі (VPN)	135
4.7.1. Створення VPN з віддаленим доступом.....	135
4.7.2. Налаштування VPN-сервера на роутері DSR-250N.....	135
4.7.3. Налаштування доступу через VPN на комп'ютері з ОС Windows	138
4.8. Практична робота № 9. Віртуальна приватна мережа (VPN) з використанням протоколу PPTP	143
4.9. Маршрутизація між IP-мережами.....	145
4.10. Практична робота № 10. Налаштування та дослідження функцій мережі з маршрутизацією	147
5. БЕЗДРОТОВІ МЕРЕЖІ	151
5.1. Основні принципи створення бездротової мережі.....	151
5.2. Компоненти бездротової мережі.....	152
5.3. Режими бездротового обладнання	153
5.4. Налаштування обладнання для практичної роботи	155
5.4.1. Основні можливості точки бездротового доступу.....	155
5.4.2. Доступ до веб-інтерфейсу керування.....	155
5.4.3. Загальні налаштування обладнання.....	156
5.4.4. Налаштування ТБД у режимі Access Point	158
5.4.5. Використання режиму Wireless Client.....	159
5.5. Підключення комп'ютера до бездротової мережі.....	160
5.5.1. Встановлення бездротового адаптера.....	160
5.5.2. Інсталяція драйверів і установка адаптера	161
5.5.3. Встановлення з'єднання з бездротовою мережею.....	161
5.5.4. Використання утиліти Windows Zero Configuration.....	164
5.6. З'єднання двох сегментів ЛКМ бездротовим мостом	168
5.6.1. Підготовка першої точки бездротового доступу	170

5.6.2.	Підготовка другої точки бездротового доступу	170
5.6.3.	Налаштування мостового з'єднання	170
5.6.4.	Перевірка працездатності мостового з'єднання.....	172
5.7.	Практична робота № 11. Побудова локальної мережі з бездротовим доступом.....	173
5.8.	Практична робота № 12. Об'єднання локальних мереж бездротовим мостом	175
6.	ВАРІАНТИ ПРАКТИЧНОГО ЗАСТОСУВАННЯ МЕРЕЖЕВИХ ТЕХНОЛОГІЙ	178
6.1.	IP-камери (Інтернет-камери).....	178
6.1.1.	Функції Інтернет-камер.....	178
6.1.2.	Налаштування IP-камери.....	179
6.1.3.	Налаштування бездротового інтерфейсу Інтернет-камери..	181
6.1.4.	Налаштування параметрів відеозображення на IP-камері...	182
6.1.5.	Налаштування детектора руху на Інтернет-камері	183
6.1.6.	Використання D-Link D-ViewCam.....	184
6.2.	Практична робота № 13. Мережа з відеоспостереженням	187
6.3.	Практична робота № 14. Бездротова мережа з відеоспостереженням	189
6.4.	Мережеві дискові сховища (NAS)	191
6.4.1.	Функції мережеских дискових сховищ.....	191
6.4.2.	Налаштування мережевого дискового сховища	192
6.4.3.	Інсталяція та налаштування додаткових прикладних програм на мережевому дисковому сховищі	197
6.5.	Практична робота № 15. Мережа з дисковим сховищем та системою відеоспостереження	199
6.6.	IP-телефонія.....	201
6.6.1.	Функції IP-телефонії.....	201
6.6.2.	Створення сервера VoIP-телефонії на базі DNS-325	202
6.6.3.	Налаштування та підключення VoIP телефонного апарату	205
6.6.4.	Конфігурування та реєстрація VoIP-шлюзу на VoIP-PBX ...	207
6.6.5.	Підключення аналогової телефонної лінії й аналогового телефонного апарату до FXO- та FXS-портів VoIP-шлюзу	209
6.7.	Практична робота № 15. Мережа з дисковим сховищем та системою офісної телефонії.....	211
7.	ДОДАТКИ.....	215
7.1.	Додаток 1. Тестові утиліти та діагностичні програми	215
7.1.1.	Утиліта ipconfig	215
7.1.2.	Утиліта ping.....	216

7.1.3. Утиліта tracert (tracert)	217
7.1.4. Утиліта netstat	218
7.1.5. Утиліта route	219
7.1.6. Утиліта nslookup	220
7.1.7. Програма Qcheck	222
7.1.8. Програма Wireshark	223
7.2. Додаток 2. Активне мережеве обладнання для практичних робіт	226
7.2.1. Пристрій DIR-100	227
7.2.2. Інтернет-шлюз DIR-300	230
7.2.3. Маршрутизатор DSR-250N з інтегрованим сервером VPN	232
7.2.4. Точка бездротового доступу DAP-2310	233
7.2.5. Бездротовий USB-адаптер DWA-140	234
7.2.6. IP-камера DCS-932L	235
7.2.7. Мережеве дискове сховище DNS-325	236
7.3. Додаток 3. Таблиця знань	238
Словник термінів	241
Бібліографічний список	248
Рекомендована література	248

Вступ

Комп'ютерні мережі давно стали невід'ємною частиною життя суспільства. Вони надають користувачам багато можливостей для доступу до спільних ресурсів, спілкування, розваг, та спільної роботи. Мережі використовуються в інформаційних системах, системах керування, базах даних та знань тощо. Робота комп'ютерних мереж забезпечується відповідними апаратними засобами, а також системними та прикладними програмними засобами. Для налаштування й обслуговування мереж створено відповідні методи і засоби адміністрування.

При створенні комп'ютерних мереж використовуються різні мережеві технології та відповідні засоби. Всі вони мають свої переваги та недоліки, але існують базові технології, на основі яких функціонують всі типи мереж. Ці технології пов'язані з апаратними мережевими засобами та забезпечують основні процеси передавання інформації між користувачами. Такі процеси є досить складними і для їх глибокого розуміння не достатньо вивчення лише теорії. Теорія найкраще засвоюється якщо її основні принципи досліджуються експериментально та реалізуються на практиці. Та експериментування на реальних мережах не є найкращим способом навчання: по-перше, це дуже незручно та дорого, по-друге це ставить під загрозу працездатність самої мережі. Тому в цій книзі разом з розглядом основних теоретичних питань пропонується комплекс практичних робіт, що виконуються на недорогій апаратній базі та дозволяють вивчити і дослідити всі основні принципи функціонування різних типів і структур комп'ютерних мереж та їх властивості.

У першому розділі книги зосереджено загальні теоретичні положення: основи еталонної моделі взаємодії відкритих систем OSI, основи MAC- і IP-адресування, та технології мереж Ethernet (CSMA/CD). У інших розділах вивчаються локальні мережі із спільним (розподіленим) середовищем передачі, комутовані мережі, мережі з маршрутизацією та бездротові мережі,

а також деякі мультимедійні засоби. Кожний розділ має відповідні теоретичну та практичну частини. Практичні роботи спрямовані на дослідження основних властивостей комп'ютерних мереж: їх функціональності, продуктивності, надійності, масштабованості, безпеки, керованості тощо. Практичні роботи розташовані таким чином, що в кожній наступній роботі досліджується структура, яка усуває певні недоліки мереж, що були розглянуті в попередніх роботах, з'ясовуються недоліки поточної мережі та робляться висновки і пропозиції стосовно шляхів усунення цих недоліків.

Практичні роботи описано досить докладно, але також передбачається і певна самостійна робота студентів. Деякі прості дії не описуються і залишаються для стимулювання творчої думки студентів. Приміром, вимірювання швидкості передавання інформації за допомогою певної програми тощо. Наприкінці кожної практичної роботи наведено висновки та питання для самоконтролю.

Для обмеження обсягу та конкретизації матеріалу з метою його поглибленого вивчення, в поданих практичних роботах досліджуються лише найбільш популярні та розповсюдженні технології: мережі Ethernet, стек протоколів TCP/IP тощо.

Практичні роботи, що пропонуються, створено на обладнанні виробництва D-Link. Комунікаційне обладнання різних виробників має свої особливості, свої функціональні можливості, свої інтерфейси налаштування й адміністрування. Обладнання D-Link виявилось найбільш придатним для навчальних цілей: надзвичайно багатофункціональне та не складне в налаштуванні й використанні, за дуже помірними цінами.

Для виконання робіт досить чотирьох комп'ютерів з операційною системою Windows (годиться і Windows XP, і Windows Vista, і Windows 7, і Windows 8), які обладнано мережевими адаптерами, та мінімального комплексу комунікаційного обладнання, перелік якого наведено в додатку 2. У цьому додатку також наведено коротенький опис обладнання, що пропонується для використання в практичних роботах. Дослідження мереж

здійснюється за допомогою діагностичних програм і утиліт, які описано в додатку 1.

При вивченні базових мережевих технологій студенти ознайомлюються з налаштуванням апаратних мережевих засобів, використанням тестових програм і утиліт, програмними засобами створення, захисту, адміністрування та використання комп'ютерних мереж. Експериментально досліджують властивості мереж і навчаються використовувати їх у практичній діяльності.

Для успішного вивчення матеріалів книги бажано знати архітектуру комп'ютерів і комп'ютерних систем, фізичні основи комп'ютерів і систем передавання інформації, двійкову систему числення.