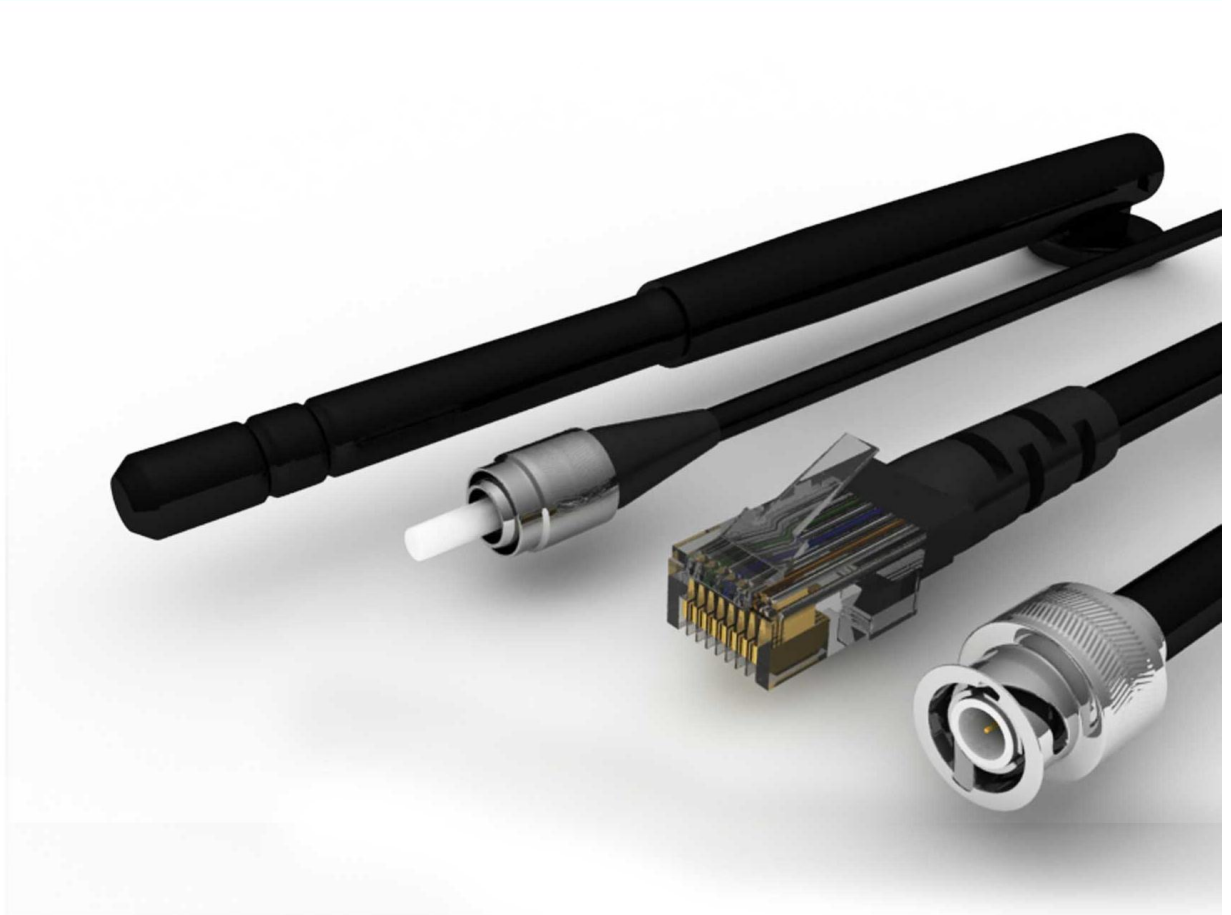


КОМП'ЮТЕРНІ МЕРЕЖІ



Міністерство освіти і науки України
Вінницький національний технічний університет

КОМП'ЮТЕРНІ МЕРЕЖІ

Вінниця
ВНТУ
2013

УДК 004.7 (075)
ББК 32.973.202я73
К63

Автори:

**Азаров О. Д., Захарченко С. М., Кадук О. В., Орлова М. М.,
Тарасенко В. П.**

Рекомендовано Міністерством освіти і науки України як навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів, які навчаються за напрямками підготовки «Комп'ютерна інженерія» та «Програмна інженерія» (Лист №1/11-8260 від 15.05.13 р.)

Рецензенти:

І. А. Жуков, доктор технічних наук, професор
С. Д. Погорілий, доктор технічних наук, професор
Я. О. Каліновський, доктор технічних наук, професор

Комп'ютерні мережі : навчальний посібник / [Азаров О. Д.,
К63 Захарченко С. М., Кадук О. В. та ін.] — Вінниця : ВНТУ, 2013. — 371 с.
ISBN 978-966-641-543-4

Навчальний посібник складається з дев'яти теоретичних розділів та лабораторного практикуму. Матеріал розташовано в логічній послідовності, тому роботу з посібником доцільно починати з першого розділу. Укінці кожного розділу є питання для самоперевірки, що дозволяють самостійно перевірити ступінь засвоєння навчального матеріалу. Навчальний посібник призначений для студентів напрямів підготовки 6.050102 — «комп'ютерна інженерія» та 6.050103 — «програмна інженерія» при вивченні дисципліни «Комп'ютерні мережі».

**УДК 004.7 (075)
ББК 32.973.202я73**

ISBN 978-966-641-543-4

© О. Азаров, С. Захарченко, О. Кадук, М. Орлова, В. Тарасенко, 2013

ЗМІСТ

ВСТУП.....	6
1 БАЗОВІ ПРИНЦИПИ ПОБУДОВИ КОМП'ЮТЕРНИХ МЕРЕЖ	8
1.1 Основи передачі даних у комп'ютерних мережах.....	8
1.2 Основні компоненти комп'ютерних мереж та їх призначення ...	13
1.3 Адресація вузлів у мережі.....	14
1.4 Способи комутації.....	17
1.5 Еталонні моделі опису комп'ютерних мереж.....	22
1.6 Питання для самоперевірки	25
2 ФІЗИЧНИЙ РІВЕНЬ СУЧАСНИХ КОМП'ЮТЕРНИХ МЕРЕЖ	27
2.1 Основні принципи передачі на фізичному рівні.....	27
2.2 Класифікація та характеристика каналів передачі даних	28
2.3 Типи кабельних систем	35
2.4 Методи передачі дискретних даних на фізичному рівні	41
2.5 Структуровані кабельні системи	53
2.6 Методи мультиплексування інформаційних потоків.....	55
2.7 Питання для самоперевірки	58
3 КАНАЛЬНИЙ РІВЕНЬ СУЧАСНИХ КОМП'ЮТЕРНИХ МЕРЕЖ.....	60
3.1 Основні функції протоколів канального рівня	60
3.2 Класифікація протоколів канального рівня.....	64
3.3 Процедури передачі даних в інформаційному каналі за допомогою протоколу HDLC	77
3.4 Особливості реалізації канального рівня в локальних мережах	84
3.5 Підрівень управління логічним каналом	86
3.6 Підрівень керування доступом до середовища передачі даних	88
3.7 Технологія Ethernet	96
3.8 Технологія Token Ring.....	104
3.9 Мережі FDDI	109
3.10 Основи функціонування комутаторів локальних мереж	113
3.11 Питання для самоперевірки	116
4 МЕРЕЖНИЙ РІВЕНЬ	119
4.1 Адресація комп'ютерів на мережному рівні на прикладі IP- адресації	119
4.2 Алгоритми маршрутизації потоків даних.....	122
4.3 Принципи реалізації протоколів мережного рівня на прикладі протоколу IPv4	129
4.4 Класифікація протоколів динамічної маршрутизації.....	132
4.5 Дистанційно-векторні протоколи маршрутизації.....	137
4.6 Протоколи маршрутизації з урахуванням стану каналу.....	141
4.7 Основи функціонування і конфігурування маршрутизаторів ...	145

4.8	Особливості протоколу IPv6	151
4.9	Адресація в IPv6	155
4.10	Протокол ICMPv6	159
4.11	Взаємодія протоколів IPv6 та IPv4	159
4.12	Питання для самоперевірки	161
5	ТРАНСПОРТНИЙ РІВЕНЬ	163
5.1	Базові принципи реалізації транспортного рівня	163
5.2	Протокол UDP	169
5.3	Протокол TCP	170
5.4	Питання для самоперевірки	186
6	ПРОТОКОЛИ ВЕРХНІХ РІВНІВ	187
6.1	Протокол DHCP	187
6.2	Протокол DNS	193
6.3	Протоколи Telnet та SSH	199
6.4	Протоколи електронної пошти	203
6.5	Протоколи FTP та TFTP	206
6.6	Протокол HTTP	213
6.7	Протокол SNMP	220
6.8	Протокол NFS	223
6.9	Питання для самоперевірки	227
7	ОСНОВИ МЕРЕЖНОЇ БЕЗПЕКИ	229
7.1	Базові поняття інформаційної безпеки	229
7.2	Класифікація та різновиди атак	230
7.3	Реалізація інформаційної безпеки	238
7.4	Методи криптографічного захисту інформації	239
7.5	Аутентифікація	243
7.6	Реалізація безпечного периметра	250
7.6	Реалізація захищеного передавання даних	255
7.7	Питання для самоперевірки	261
8	СУЧАСНІ ЦИФРОВІ МЕРЕЖІ	263
8.1	Ієрархія цифрових каналів	263
8.2	Плезіохронна технологія PDH	263
8.3	Синхронна технологія SDH	267
8.4	Мережі ISDN	273
8.5	Мережі Frame Relay	279
8.6	Мережі ATM	282
8.7	Технологія xDSL	295
8.8	Технологія MPLS	298
8.9	Питання для самоперевірки	304
9	БЕЗПРОВОДОВІ КОМП'ЮТЕРНІ МЕРЕЖІ	306
9.1	Покоління безпроводового зв'язку	306
9.2	Класифікація комп'ютерних мереж	308
9.3	Основні принципи передачі в безпроводових каналах зв'язку	309

9.4	Локальні мережі WLAN	312
9.5	Мережі WIMAX	319
9.6	Технологія LTE	324
9.7	Стандарти мереж WPAN, WMAN та WRAN	327
9.8	Питання для самоперевірки	329
10	ЛАБОРАТОРНИЙ ПРАКТИКУМ.....	331
10.1	Фізичне і логічне кодування в комп'ютерних мережах.....	331
10.2	Комунікаційні системи сучасних КМ	331
10.3	Технологія Ethernet	333
10.4	Засвоєння принципів адресації на каналному та мережному рівнях	334
10.5	Ознайомлення з базовими принципами роботи комутаторів.....	337
10.6	Основи IP-адресації	340
10.7	Основи статичної IP-маршрутизації	341
10.8	Маршрутизація в мережах TCP/IP з використанням масок змінної довжини.....	342
10.9	Ознайомлення з протоколом динамічної маршрутизації RIP .	343
10.10	Ознайомлення з сучасними протоколами динамічної маршрутизації OSPF та EIGRP.....	345
10.11	Захист комп'ютерних мереж за допомогою списків керування доступом.....	345
10.12	Засвоєння принципів налаштування комутаторів	346
10.13	Динамічне призначення та трансляція адрес мережного рівня в сучасних комп'ютерних мережах	349
10.14	Технології глобальних мереж	351
	СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ.....	352
	ДОДАТКИ.....	354
	ПРЕДМЕТНИЙ ВКАЗІВНИК.....	367

ВСТУП

Цей навчальний посібник є результатом творчої співпраці колективів кафедри системного програмування і спеціалізованих комп'ютерних систем Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут» та кафедри обчислювальної техніки Вінницького національного технічного університету і призначений, в першу чергу, для студентів напряму підготовки 6.050102 — «Комп'ютерна інженерія» і 6.050103 — «Програмна інженерія» при вивченні дисципліни «Комп'ютерні мережі».

Навчальна дисципліна «Комп'ютерні мережі» є однією з базових для підготовки бакалаврів. Метою викладання дисципліни є формування знань, умінь та навичок для проектування, налаштування, обслуговування та адміністрування сучасних комп'ютерних мереж. Під час вивчення дисципліни студенти отримують інформацію про сучасні принципи побудови комп'ютерних мереж, протоколи їх функціонування, досвід налаштування мережного обладнання. Основне завдання дисципліни «Комп'ютерні мережі» — дати студентам теоретичну та практичну підготовку в галузі проектування та експлуатації сучасних комп'ютерних мереж.

Відповідно до галузевого стандарту студенти після завершення вивчення дисципліни «Комп'ютерні мережі» повинні знати: принципи, методи та засоби проектування, побудови та обслуговування сучасних комп'ютерних мереж різного виду та призначення; апаратне та програмне забезпечення комп'ютерних мереж; принципи функціонування комп'ютерних мереж та призначення найпоширеніших мережних протоколів; тенденції розвитку програмних та апаратних засобів комп'ютерних мереж. Практичними наслідками вивчення дисципліни є володіння методами і засобами роботи з комп'ютерними мережами; вміння вибирати тип структури та конфігурацію комп'ютерної мережі; вміння проектувати, будувати, експлуатувати та програмувати комп'ютерні мережі.

Дисципліна «Комп'ютерні мережі» викладається на завершальному етапі бакалаврської підготовки і ґрунтується на низці дисциплін як циклові математичної та природничо-наукової підготовки, так і циклу професійно-орієнтованої та практичної підготовки. Зокрема, для розуміння процесів, що відбуваються при передачі потоків бітів через канали зв'язку, необхідні знання окремих розділів фізики та теорії електричних і магнітних кіл. Для засвоєння протоколів маршрутизації необхідні знання розділів дискретної математики, присвячених теорії графів. Вивчення принципів побудови спеціалізованого мережного обладнання є неможливим без знань архітектури комп'ютерів та комп'ютерної схемотехніки.

Навчальний посібник складається з дев'яти теоретичних розділів та лабораторного практикуму. Матеріал розташований в логічній послідовності, тому роботу з посібником доцільно починати з першого розділу. В кінці

кожного розділу є питання для самоперевірки, які дозволяють самостійно перевірити ступінь засвоєння навчального матеріалу.

Перший розділ присвячено основним принципам та архітектурним рішенням побудови комп'ютерних мереж. У цьому розділі можна також ознайомитись з принципами адресації та методами комутації в сучасних мережах. Розглянуто ієрархічні моделі для опису комп'ютерних мереж.

У **другому розділі** розглянуто особливості реалізації фізичного рівня комп'ютерних мереж, зокрема структуру, класифікацію і характеристики каналів передачі даних, різновиди існуючих кабельних систем, проаналізовано їх переваги, недоліки та наведено рекомендації до застосування. Розглянуто сучасні методи передачі цифрових даних на фізичному рівні та способи мультиплексування потоків даних.

У **третьому розділі** описано технології реалізації каналного рівня сучасних комп'ютерних мереж, методи доступу до середовища та методи керування логічним каналом. Розглянуто особливості реалізації каналного рівня в локальних мережах на прикладі технологій Ethernet, Token Ring та FDDI. Описано основи функціонування комутаторів локальних мереж.

Четвертий розділ присвячено мережному рівню. Розглянуто принципи ієрархічної адресації та алгоритми маршрутизації потоків даних. Описано шляхи реалізації мережного рівня в сучасних мережах на прикладі протоколу IPv4. Розглянуто протоколи динамічної маршрутизації RIP та OSPF. Також описано основи роботи з мережною операційною системою на прикладі Cisco IOS. В кінці розділу розглянуто нову версію протоколу IP — IPv6 та методи його взаємодії з IPv4.

У **п'ятому розділі** розглянуто роботу транспортного рівня та особливості його реалізації на прикладі протоколів TCP та UDP. Описано механізми гарантованої передачі даних, методи керування потоками даних та боротьби з перевантаженнями.

У **шостому розділі** описано поширені протоколи верхнього рівня, зокрема протокол динамічного призначення адрес DHCP, протокол перетворення доменних імен DNS, протоколи віддаленого доступу Telnet та SSH, поштові протоколи POP та SMTP, протоколи передачі файлів FTP та TFTP, протокол гіпертекстових повідомлень HTTP та інші.

Сьомий розділ присвячено основам мережної безпеки, проаналізовано основні загрози в сучасних мережах та шляхи запобігання цьому.

В **восьмому розділі** розглянуто методи реалізації сучасних цифрових мереж, зокрема існуючі ієрархії цифрових каналів PDH та SDH. Також описано технології віртуальних каналів Frame Relay і ATM та технологію багатопроTOCOLьної комутації по мітках MPLS.

Дев'ятий розділ присвячено опису технологій безпроводового зв'язку від персональних до глобальних.

Десятий розділ містить набір завдань для лабораторного практикуму.

Автори сподіваються, що посібник допоможе студентам поглибити свої знання в галузі комп'ютерних мереж і бажають успіхів у навчанні.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Джеймс Мартин. Архитектура и реализация АТМ / Джеймс Мартин, Кэтлин Кэвен Чапмен, Джо Лубен. — М. : Издательство «ЛЮРИ», 2000. — 214 с.
2. Бірюков М. Л. Транспортні мережі телекомунікацій / М. Л. Бірюков, В. К. Стеклов, Б. Я. Костік. — К. : Техніка, 2005. — 312 с.
3. Буров Є. Комп'ютерні мережі / Буров Є. — Львів : Бак, 1999. — 468 с.
4. Зайченко О. Ю. Комп'ютерні мережі / О. Ю. Зайченко, Ю. П. Зайченко. — К. : Видавничий Дім «Слово», 2010. — 520 с.
5. Дикер П. Сети АТМ корпорации CISCO / Дикер П. — М. : Издательский дом «Кильямс», 2004. — 880 с.
6. Камер Д. Є. Сети TCP/IP, том 1. Принципы, протоколы и структура / Камер Д. Є. — М. : Издательский дом «Вильямс», 2003. — 880 с.
7. Камер Д. Є. Сети TCP/IP, том 3. Разработка приложений типа клиент/сервер для Linux/POSIX / Д. Є. Камер, Д. Л. Стивенс. — М. : Издательский дом «Вильямс», 2003. — 592 с.
8. Карташевский В. Г. Сети подвижной связи / В. Г. Карташевский, С. Н. Семенов, Т. В. Фирстов. — М. : Эко-Трендз, 2001. — 299 с.
9. Кулаков Ю. О. Комп'ютерні мережі / Ю. О. Кулаков, Г. М. Луцкий. — К. : Юніор, 2003. — 400 с.
10. Куроуз Дж. Компьютерные сети. Многоуровневая архитектура Интернета / Дж. Куроуз, К. Росс. — С-Пт. : Питер, 2004. — 765 с. — ISBN 5-8046-0093-1.
11. Кульгин М. Компьютерные сети, практика построения. — С-Пт. : Питер, 2003. — 462 с. — ISBN 5-94723-563-3.
12. Лаем Куин. Fast Ethernet / Лаем Куин, Ричард Рассел. — К. : Издательская группа BHV, 1998. — 448 с.
13. Назаров А. Н. АТМ : Технические решения создания сетей / А. Н. Назаров, И. А. Разживин, М. В. Симонов. — М. : Горячая линия-Телеком, 2001. — 376 с.
14. Ногл М. TCP/IP. Иллюстрированный учебник / М. Ногл. — М. : ДМК Пресс, 2001. — 480 с.
15. Оглтри Т. Модернизация и ремонт сетей / Т. Оглтри. — М. : Издательский дом «Вильямс», 2005 — 1328с. — ISBN 5-8459-0688-1.
16. Олифер В. Г. Компьютерные сети / В. Г. Олифер, Н. А. Олифер. — СПб. : Питер, 2006. — 957 с.
17. Олифер В. Г. Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы : [учебник для ВУЗов] / В. Г. Олифер, Н. А. Олифер. — С-Пт. : Питер, 2013. — 944 с.

18. Палмер М. Проектирование и внедрение компьютерных сетей. Учебный курс. / М. Палмер, Р. Б. Синклер. — С-Пт. : БХВ, 2004. — 752 с. — ISBN 5-94157-374-X.
19. Рошан П. Основы построения беспроводных локальных сетей стандарта 802.11 / Рошан П., Лиэри Дж. — М. : Издательский дом «Вильямс», 2004. — 304 с.
20. Семенов Ю. А. Протоколы Интернет / Ю. А. Семенов. — М. : Горячая линия-Телеком, 2001. — 1100 с.
21. Стивенс У. Р. Протоколы TCP/IP. Практическое руководство / У. Р. Стивенс. — СПб. : «Невский проспект» — «БХВ-Петербург», 2003. — 672 с.
22. Столлингс В. Беспроводные линии связи и сети / В. Столлингс. — М. : Издательский дом «Вильямс», 2003. — 640 с.
23. Столлингс В. Компьютерные системы передачи данных / В. Столлингс. — М. : Издательский дом «Вильямс», 2002. — 928 с.
24. Столлингс В. Передача данных / В. Столлингс. — СПб. : Питер, 2004. — 750 с.
25. Столлингс В. Современные компьютерные сети / В. Столлингс. — СПб. : Питер, 2003. — 783 с.
26. Таненбаум Э. Компьютерные сети / Э. Таненбаум, Д. Уэзеролл. — С-Пт. : Питер, 2013. — 960 с. — ISBN 978-5-4461-0068-2, 978-0132126953.
27. Титтель Э. ISDN просто и доступно / Эд Титтель, Стив Джейс, Дэвид Пискителло, Лайза Пфайфер. — М. : Издательство «ЛЮРИ», 1999. — 282 с.
28. Тихвинский В. О. Сети мобильной связи LTE : технологии и архитектура / В. О. Тихвинский, С. В. Терентьев, О. Б. Юрчук. — М. : Эко-Трендз, 2010. — 284 с.
29. Уолтон Ш. Создание сетевых приложений в среде Linux. Руководство разработчика / Шон Уолтон. — М. : СПб-Киев. «Вильямс». — 2001.
30. Хелд Г. Технологии передачи данных / Г. Хелд. — К. : Издательская группа BHV, 1998. — 448 с.
31. Шмалько А. В. Цифровые сети связи : основы планирования и построения / А. В. Шмалько. — М. : Эко-Трендз, 2001. — 282 с.
32. Филимонов А. Ю. Построение мультисервисных сетей Ethernet / А. Ю. Филимонов. — СПб. : БХВ-Петербург, 2007. — 592 с.
33. Stallings William. Data and Computer Communication / William Stallings. — 1999. — 810 p.
34. Stallings William. Computer Networking with Internet Protocols and Technology / William Stallings. — 2004. — 640 p.
35. Thurwachter Jr. Data and telecommunication : systems and applications / Jr. Thurwachter, N. Charles. — 2000. — 630 p.

ДОДАТКИ

Додаток А Стандартизація мереж

На сьогодні існує цілий ряд міжнародних і національних організацій, які займаються розробкою стандартів, рекомендацій та архітектур для комп'ютерних мереж і систем комунікацій. В залежності від статусу організацій розрізняють такі види стандартів:

- стандарти окремих компаній та фірм (наприклад, стек протоколу DECnet, фірми Digital Equipment тощо);
- стандарти спеціальних комітетів, об'єднань та форумів, які створюються декількома фірмами, наприклад, стандарти технології АТМ, розроблені спеціально створеним об'єднанням АТМ Форум, стандарти союзу Fast Ethernet та інші;
- національні стандарти, наприклад, мережа FDDI, яка розроблена Американським національним інститутом стандартизації ANSI;
- міжнародні стандарти, наприклад, модель і стек комунікаційних протоколів Міжнародної організації стандартизації ISO, численні стандарти Міжнародного союзу електрозв'язку МСЕ, в тому числі стандарти на мережі з комутацією пакетів X.25, мережі Frame Relay, ISDN, модеми і багато інших.

Деякі стандарти, розвиваючись, можуть переходити з однієї категорії в іншу.

Розглянемо найбільш важливі міжнародні та національні організації.

Міжнародна організація зі стандартизації **ISO** (International Organization for Standardization), яка на сьогодні об'єднує 163 держави, створена в 1946 році. Сфера діяльності ISO стосується стандартизації в усіх галузях, крім електротехніки та електроніки, які відносять до компетенції Міжнародної електротехнічної комісії (IEC — International Electrotechnical Commission). Крім стандартизації ця організація займається проблемами сертифікації. ISO є домінуючою організацією зі стандартизації в галузі інформаційних технологій і розробила та затвердила безліч стандартів, в тому числі для мережних технологій. Документи, які прийнято ISO, мають статус міжнародного стандарту і позначаються номером, наприклад, ISO 10026. Зокрема, цій організації належить розробка еталонної моделі взаємодії відкритих систем OSI (Open System Interconnection) — абстрактної мережної моделі для комунікацій і розробки мережних протоколів, яка подає мережу як сукупність рівнів, кожний з яких визначає і обслуговує свою частину взаємодії кінцевих станцій та передачі даних через мережу.

Міжнародний союз телекомунікацій (електрозв'язку) **ITU** (International Telecommunication Union) — провідна організація з розробки стандартів та рекомендацій для телефонних і телекомунікаційних служб, яка також регулює питання міжнародного використання радіочастот (розподілення ра-

дію частот за призначенням і для окремих держав). В ІТУ, який є органом ООН, на сьогодні входить майже 200 держав і більше 700 представників різних асоціацій та бізнес-структур. До грудня 1992 року мав назву Міжнародного консультативного комітету з телефонії та телеграфії (МККТТ, ССІТТ — Consultative Committee for International Telephone and Telegraph). Стандарти (згідно з термінологією ІТУ — рекомендації) не є обов'язковими, але широко підтримуються, оскільки полегшують взаємодію між мережами зв'язку і дозволяють провайдерам надавати послуги в усьому світі.

ІТУ має 3 комітети (сектори), які виконують основну роботу даного союзу:

- **Telecommunication Standardization Sector (ITU-T)** — сектор стандартизації телекомунікації (електрозв'язку) — складається з 14 дослідницьких груп за окремими напрямками роботи і вивчає та досліджує технічні та робочі питання, виконує розробку та адаптацію більш ефективних методів роботи і взаємодії користувачів телекомунікаційних мереж;
- **Radiocommunication Sector (ITU-R)** — сектор радіозв'язку — займається розподіленням частотного спектра та орбіт супутникового зв'язку;
- **Telecommunication Development Sector (ITU-D)** — сектор розвитку електрозв'язку — створений для забезпечення доступу до найбільш вагомих розробок в галузі телекомунікацій та інформаційної інфраструктури.

Кожні 4 роки розробляються та приймаються нові стандарти, оновлюються старі рекомендації, створюються нові та ліквідуються старі дослідницькі групи. Найбільш відомим стандартом, який розроблено комітетом ССІТТ, є стандарт мережі X.25.

Європейська асоціація виробників комп'ютерів **ЕСМА** (European Computer Manufacturers Association) — некомерційна організація, яка була створена групою європейських компаній, але пізніше, завдяки входженню в її склад представників таких компаній, як IBM, Digital, AT&T, British Telecom і Toshiba, стала міжнародною організацією. І хоча ЕСМА розробляє стандарти інформаційних технологій для Європи, вони часто передаються в ISO для затвердження їх як міжнародних.

Європейський інститут зі стандартизації в області телекомунікацій **ETSI** (European Telecommunications Standards Institute) — незалежна некомерційна організація, яка реалізує стандартизацію в телекомунікаційній промисловості в Європі. Цією організацією були стандартизовані система сотового зв'язку GSM та система професійного мобільного радіозв'язку TETRA. Крім того є одним з розробників системи 3GPP.

Інститут інженерів з електротехніки та електроніки **ІЕЕЕ** (Institute of Electrical and Electronics Engineers) — міжнародна некомерційна асоціація професіоналів, членами якої є окремі інженери та спеціалісти, а не компа-

нії. Створена у 1884 році і на сьогодні об'єднує майже 400 тисяч індивідуальних членів більш ніж зі 170 країн. IEEE видає більше 100 наукових журналів, 40 журналів для спеціалістів. Головна мета IEEE — розвиток наукової діяльності в комп'ютерній техніці, інформатиці, телекомунікації, електроніці та електротехніці, інформаційна підтримка спеціалістів з цих напрямків. Комітет IEEE 802 (Computer Society Local Network Committee, Project 802) спеціалізується на питаннях, пов'язаних з локальними мережами, розробив і випустив цілий рід стандартів (IEEE 802.x), які в подальшому були прийняті і опубліковані ISO як міжнародні стандарти (ISO 8802.x). На сьогодні в групу стандартів IEEE 802.x входять не тільки стандарти для локальних мереж, а й ті, що присвячені іншим питанням, наприклад, безпеці, кабельним модемам тощо.

Американський національний інститут стандартів **ANSI** (American National Standards Institute) — некомерційна неурядова організація, яка розробляє та публікує стандарти для промисловості країни. Інформаційними технологіями займаються наступні комітети:

- **JTC1 TAG** — технічна консультативна група (**Technical Advisory Group**), яка представляє позицію США щодо стандартів в ISO;
- **ASC X.3**, який розробляє 90% стандартів США в області інформаційних технологій; підкомітет X.3 відповідає за стандартизацію технології **FDDI** (Fiber Distributed Digital Interface);
- **ASC T.1** — добровільний орган стандартизації для телекомунікаційної галузі США, який розробляє національні телекомунікаційні стандарти;
- **ASC X.12** — група відповідає за стандарти, які відносять до електронного обміну даними (**EDI** — Electronic Data Interchange) на території США.

Національні організації стандартизації інших країн:

Франція — Французька асоціація зі стандартизації **AFNOR** (Association Francaise Normalisation);

Великобританія — Британський інститут стандартів **BSI** (Britain Standard Institute);

Німеччина — Німецький інститут стандартів **DIN** (Deutsches Institut fur Normung e.V.);

Канада — Канадська асоціація стандартизації **CSA** (Canadian Standards Association);

Японія — Японський комітет промислових (галузевих) стандартів **JISC** (Japanese Industrial Standards Committee).

Найбільш відомим стандартом з мережних комунікацій є технологія **FDDI**.

Асоціація електронної промисловості **EIA** (Electronic Industries Alliance) — національна комерційна асоціація США, яка представляє американських виробників електронного обладнання в різноманітних організаціях зі стандартизації. EIA розроблено та опубліковано цілий ряд стандар-

ртів, що стосуються фізичних комунікаційних інтерфейсів, електричних сигналів, кабельної системи, а також описують різні способи з'єднання комп'ютерів з іншими електронними пристроями, наприклад, стандарти RS-232 (Recommended Standard 232), RS-422, RS-449.

Співтовариство Internet **ISOC** (Internet Society) — міжнародна професійна освітня організація, основною метою якої є забезпечення відкритого розвитку, еволюції та використання Internet як глобальної комунікаційної інфраструктури в усьому світі. Під керуванням ISOC працює організація **IAB** (Internet Activities Board, а з 1992 року — Internet Architecture Board), яка займається розробкою та розглядом стандартів і напрямків розвитку мережі Internet, а також її адмініструванням. IAB має два підкомітети, у кожного з яких є свій виконавчий комітет:

- науково-дослідницький — **IRTF** (Internet Research Task Force);
- інженерний (законодавчий) — **IETF** (Internet Engineering Task Force).

IRTF — робочий підкомітет, який займається достроковими дослідницькими проектами, тобто вирішенням науково-дослідницьких проблем. Виконавчий комітет **IRSG** (Internet Research Steering Group) займається вивченням проблем Internet науково-дослідницького характеру.

IETF — основна робоча структура Internet, яка відповідає за вирішення інженерних задач і за розробку стандартів для мережі та приймає документи **RFC** (**Request for Comments**). Виконавчий комітет **IESG Internet Engineering Steering Group** призначений для вивчення інженерних проблем Internet.

Кожний з підкомітетів має певну кількість робочих груп, які є мобільними структурами і створюються для вирішення конкретної інженерної задачі. В IETF існує певна практика прийняття проекту RFC, що базується на необхідності розгляду декількох незалежних реалізацій запропонованого стандарту.

Всі прийняті IETF стандарти RFC (а також інші матеріали, що заслуговують уваги) доступні усередині Internet через електронну пошту, файлові сервери тощо. Деякі з документів RFC, запропоновані IAB, прийняті як стандарти Internet. До них належать документи, в яких описані протоколи TCP/IP, SNMP тощо.

Адміністративна група мережі Internet **IANA** (Internet Assigned Numbers Authority) займається розподіленням адрес мереж, атрибутів тощо, а також виконує контроль за унікальністю адрес та ідентифікаторів.

В Internet також існує організація, яка відповідає за поширення технічної інформації про служби мережі, реєстрацію та підключення користувачів до мережі, призначення IP-адрес і доменних імен, а також підтримку бази даних RFC. Ця організація називається Центром мережної інформації **NIC** (Network Information Center). Спочатку це був єдиний центр, на сьогодні існує багато таких центрів на рівні локальних, регіональних і національних мереж.

ATM Forum — консорціум компаній-виробників комунікаційного обладнання для мереж АТМ. Формально не є організацією зі стандартизації. Створено спеціально для розробки та стандартизації обладнання та розробки протоколів для мереж АТМ. Документи, що випускаються цією організацією, називаються угодами з реалізації.

Frame Relay Forum — організація, яка об'єднує виробників комунікаційного обладнання для мереж Frame Relay.

MPLS Forum — консорціум, який об'єднує організації, що займаються розробкою принципів побудови та протоколів мереж MPLS, організації віртуальних мереж на основі MPLS.

У квітні 2005 року три організації — ATM Forum, Frame Relay Forum та MPLS Forum — об'єднались в один **MFA Forum** (MPLS–Frame Relay–ATM Forum), який з 2007 року називається **IP/MPLS Forum**. У квітні 2009 року IP/MPLS Forum ввійшов до консорціуму **Broadband Forum (BBF)**, який існує з 1994 р.

Додаток Б.1 Стандартизовані типи модуляції

Абревіатура	Type of signal modulation	Тип модуляції
$\pi/4$ QPSK	Quaternary Phase Shift Keying	$\pi/4$ четверично-фазова маніпуляція
ADM	Adaptive Delta Modulation	адаптивна дельта-модуляція
AFM	Amplitude-Frequency Modulation	амплітудно-частотна модуляція
APM	Amplitude Phase Modulation	амплітудно-фазова модуляція
BFSK	Binary Frequency Shift Keying	двійкова частотна маніпуляція
BPSK	Binary Phase Shift Keying	відносна фазова маніпуляція
CAP	Carrierless AM-PM	амплітудно-фазова модуляція без несучої
CDM	Companded Delta Modulation	комплексована дельта-модуляція
DFSK	Double Frequency Shift Keying	двійкова частотна маніпуляція
DM	Delta Modulation	дельта модуляція
DPM	Differential Phase Modulation	диференціальна фазова модуляція
FM	Frequency Modulation	частотна модуляція
FM-PM	Frequency Modulation-Phase Modulation	частотно-фазова модуляція
FSK	Frequency Shift Keying	частотна маніпуляція
MFSK	Multiple or Multilevel FSK	багатократна або багаторівнева частотна маніпуляція
PAM	Phase Amplitude Modulation, Pulse-Amplitude Modulation	амплітудно-фазова модуляція, амплітудно-імпульсна модуляція АІМ
PM	Phase Modulation	фазова модуляція
PSK	Phase Shift Keying	фазова маніпуляція
QAM N N=4 (16, 32, 64, 128)	Quadrature Amplitude Modulation	квадратично-амплітудна модуляція
QPSK	Quadrature Phase Shift Keying	квадратично-фазова маніпуляція
QPSK	Quaternary Phase Shift Keying	четверично-фазова маніпуляція

Додаток Б.2. Стандартні протоколи модемів

Рекомендація	Швидкість передачі біт/с	Режим передачі	Дуплекс/ напів-дуплекс	Модуляція	Тип лінії
V.17(fax)	14400,9600, 7200, 1200	синхронний	дуплекс	СКК128. 64, 32, 16	комутована
V.21	300	синхронний/ асинхронний	дуплекс	FM	комутована, виділена
V.22	1200,6	синхронний/ асинхронний	напівдуплекс	QPSK, BPSK	комутована, виділена
V.22bis	2400,12	синхронний/ асинхронний	дуплекс	QAM I 6, QAM 4	комутована
V.23	1200,6	синхронний/ асинхронний	дуплекс	ЧМ	комутована
V.26	2400	синхронний	дуплекс	QPSK	виділена
V.26bis	2400,12	синхронний	дуплекс	QPSK, BPSK	комутована
V.26ter	2400,12	синхронний/ асинхронний	дуплекс	QPSK, BPSK	комутована
V.27(fax)	4800	синхронний	будь-який		Вид.
V.27bis(fax)	4800, 2400	синхронний	будь-який	BPSK, QPSK	Вид.
V.27ter(fax)	4800, 2400	синхронний	дуплекс	ОФМ8, QPSK	комутована
V.29(fax)	9600, 7200, 4800	синхронний	будь-який	QAM I 6, QAM 4	виділена.
V.32	9600, 4800, 2400	синхронний/ асинхронний	дуплекс	СКК32. 16. QAM 4, BPSK	комутована
V.32bis	14400, 12000, 9600. 7200, 4800	синхронний	дуплекс	СКК128, 64.32. 16	комутована
V.32ter	19200, 16800	синхронний	дуплекс	СКК 256, 512	комутована
V.33	14400, 12000	синхронний	дуплекс	СКК128, 64	виділена
V.34	28800, 26400, 24000,21600 , 19200, 16800. 14400, 12000. 9600, 7200. 4800,	синхронний	дуплекс	багатовимірні СКК	комутована, виділена

	2400				
V.34bis (V.34+)	33600	синхронний	дуплекс	багатовимірні СКК	комутована, виділена
V.90	56000 (пр.напр), 33600 (зв.напр.)	асинхронний	дуплекс		
V.92	56000 (пр.напр), 48600 (зв.напр.)	асинхронний	дуплекс		
Bell103j	300	синхронний/ асинхронний	дуплекс	FM	комутована
Bell1202	1200	синхронний/ синхронний	дуплекс	FM	комутована виділена
Bell1208	4800		дуплекс		комутована
Bell1212a	1200		дуплекс		комутована
HST	300, 450/4800, 7200, 9600, 12000, 14400, 16800	Синхронний	асиметричний дуплекс		комутована
ZyX	7200, 9600, 12000, 14400, 16800, 19200	синхронний.	дуплекс	СКК,256	комутована
PEP	19600	синхронний	дуплекс	511×СКК 64	комутована

СКК — сигнально-кодова конструкція;
 FM — частотна модуляція;
 BPSK — відносна фазова модуляція;
 QPSK — квадратично-фазова модуляція;
 QAM — квадратично-амплітудна модуляція;
 bis та ter означають, відповідно, другу та третю модифікації протоколів.

Додаток В.1 Перелік робочих груп IEEE 802.x

Назва	Опис
IEEE 802.1	Об'єднання мереж, керування мережними пристроями та їх взаємодія.
IEEE 802.2	Керування логічною передачею даних (Logical Link Control, LLC).
IEEE 802.3	Технологія Ethernet з методом доступу CSMA/CD.
IEEE 802.4	Локальна мережа з методом доступу «маркерна шина» (Token Bus).
IEEE 802.5	Локальна мережа з методом доступу «маркерне кільце» (Token Ring).
IEEE 802.6	Мережі мегаполісів (MAN).
IEEE 802.7	Технічна консультативна група широкосмугової передачі по коаксіальному кабелю.
IEEE 802.8	Технічна консультативна група з оптоволоконних мереж.
IEEE 802.9	Інтегровані мережі передачі голосу і даних.
IEEE 802.10	Мережна безпека.
IEEE 802.11	Безпроводові локальні мережі.
IEEE 802.12	Локальні мережі з доступом на вимогу з пріоритетами.
IEEE 802.13	Офіційно не використовується.
IEEE 802.14	Кабельні модеми.
IEEE 802.15	<p>Безпроводові персональні мережі (Wireless Area Personal Network, WPAN):</p> <ul style="list-style-type: none"> • IEEE 802.15.1 — мережі Bluetooth; • взаємодія стандартів IEEE 802.15 і IEEE 802.11; • IEEE 802.15.3 — мережі High-Rate WPAN; • IEEE 802.15.4 — мережі ZigBee (Low Rate Wireless Personal Area Network); • IEEE 802.15.5 — технологія Mesh networking для WPAN.
IEEE 802.16	Безпроводова міська мережа WiMAX.
IEEE 802.17	Еластичне кільце пакетів.
IEEE 802.18	Технічна консультативна група з радіорегулювання.
IEEE 802.19	Технічна консультативна група з взаємодії мереж.
IEEE 802.20	Мобільний широкосмуговий безпроводовий доступ.
IEEE 802.21	Технологія Media Independent Handoff.
IEEE 802.22	Регіональні безпроводові мережі (Wireless Regional Area Network).
IEEE 802.23	Робоча група надзвичайних сервісів.

Додаток В.2 Поточний список стандартів IEEE 802.1

Назва	Опис
IEEE 802.1b	Керування локальними/регіональними мережами (LAN/MAN).
IEEE 802.1D	Об'єднання локальних мереж за допомогою MAC мостів (містить стандарти 802.1p, 802.12e, 802.1j, 802.6k, 802.1t і 802.1w).
IEEE 802.1e	Стандарт на протоколи системного навантаження (System Load Protocol) для локальних і регіональних мереж.
IEEE 802.1f	Інформація про загальні визначення та процедури керування IEEE 802.
IEEE 802.1G	Віддалені MAC-мости.
IEEE 802.1H	Правила організації MAC-мостів в мережах Ethernet.
IEEE 802.1p	Доповнення до логіки MAC-мостів LAN та MAN для забезпечення пріоритетизації трафіку та динамічної багатоадресної фільтрації.
IEEE 802.1Q	Віртуальні мережі (VLAN).
IEEE 802.1r	Передача нестандартних атрибутів за допомогою GARP-протоколу.
IEEE 802.1s	Multiple Spanning Trees. Застосування алгоритму Spanning Trees (STP) для VLAN (внесено в 802.1Q).
IEEE 802.1v	Класифікація VLAN за протоколами і портами (внесено в 802.1Q).
IEEE 802.1w	Протокол RSTP (Rapid Spanning Tree Protocol) на заміну STP (внесено в 802.1Q).
IEEE 802.1X	Контроль доступу і аутентифікації на основі порту, що обмежує права неавторизованих станцій, підключених до комутатора.
IEEE 802.1AB	Протокол LLDP — незалежний протокол для ідентифікації та передачі пристроями їх параметрів та можливостей.
IEEE 802.1ad	Використання VLAN понад існуючої VLAN (доповнення до 802.1Q).
IEEE 802.1AE	Безпека MAC (MACSec) MACsec дозволяє ідентифікувати неавторизовані підключення до LAN і вилучати їх з комунікації в мережі.
IEEE 802.1af	Media Access Control (MAC) Key Security.
IEEE 802.1ag	Керування помилками з'єднання (Connectivity Fault Management). Цей стандарт полегшить виявлення і перевірку маршрутів через мости та LAN 802.1.
IEEE 802.1ah	Мости опорних провайдерських мереж (PBB — Provider Backbone Bridge).
IEEE 802.1aj	Двопортові пристрої (TPMR — Two Port MAC Relay), які є більш простими, ніж VLAN-мости.
IEEE 802.1ak	Протокол Multiple Registration Protocol (MRP), розрахований на

	великі мережі для збільшення їх швидкості та пропускної спроможності.
IEEE 802.1ap	Визначення Management Information Base (MIB) для VLAN-мостів.
IEEE 802.1aq	Стандарт визначає алгоритми обчислення найкоротшого маршруту і підтримку VLAN за допомогою ідентифікаторів VLAN (VID), які прив'язані до топології мережі (SPB — Shortest Path Bridging — для невеликих VLAN і SPBB — Shortest Path Backbone Bridging — для великих PBB).
IEEE 802.1AR	Secure Device Identity (DevID) — визначає унікальні ідентифікатори модуля, а також керування і криптографічні прив'язки станції до її ідентифікаторів.
IEEE 802.1AS	Визначає процедури і протокол синхронізації для аудіо- та відеозастосувань та реконфігурування мережі при відмові її елементів (Timing and Synchronization for Time-Sensitive Applications in Bridged Local Area Networks).
IEEE 802.1Qat	Розширення протоколу Ethernet для резервування смуги пропускання (SRP — Stream Reservation Protocol).
IEEE 802.1Qau	Congestion Management.
IEEE 802.1Qav	Forwarding and Queuing Enhancements for Time-sensitive Streams.
IEEE 802.1Qaw	Протокол керування втратами для підтвердження передачі та ізоляції маршруту, де виникли втрати (Management of Data-Driven and Data-Dependent Connectivity Faults).
IEEE 802.1Qay	Provider Backbone Bridge Traffic Engineering (PBB-TE).
IEEE 802.1Qaz	Розширення механізму вибору маршруту передачі для підтримки виділення смуги пропускання для конкретних класів трафіку (Enhanced Transmission Selection).
IEEE 802.1BA	Визначає профілі, що вибирають конфігурацію, протоколи мостів, станцій і мереж для передачі аудіо- та відеотрафіку.

Додаток В.3 Поточний список стандартів IEEE 802.3

Назва	Опис
IEEE 802.3	10BASE5 10 Мбіт/с з використанням товстого коаксіального кабелю.
IEEE 802.3a	10BASE2 10 Мбіт/с з використанням тонкого коаксіального кабелю.
IEEE 802.3b	10BROAD36.
IEEE 802.3c	10 Мбіт/с, специфікації повторювача.
IEEE 802.3d	FOIRL (Fiber-Optic Inter-Repeater Link, оптоволоконні лінії між повторювачами).
IEEE 802.3e	1BASE5 або StarLAN.
IEEE 802.3i	10BASE-T 10 Мбіт/с з використанням скрученої пари (категорія 3).
IEEE 802.3j	10BASE-F 10 Мбіт/с з використанням оптоволоконна.
IEEE 802.3u	100BASE-TX, 100BASE-T4, 100BASE-FX Fast Ethernet, 100 Мбіт/с, автоузгодження швидкостей (сумісність з IEEE 802.3i).
IEEE 802.3x	Підтримка дуплексного зв'язку; сумісність зі стандартом DIX.
IEEE 802.3y	100BASE-T2 100 Мбіт/с з використанням низькоякісної скрученої пари.
IEEE 802.3z	1000BASE-X GigabitEthernet з використанням оптоволоконного кабелю; 1 Гбіт/с.
IEEE 802.3-1998	Версія, що містить в собі всі попередні стандарти з виправленими помилками.
IEEE 802.3ab	1000BASE-T GigabitEthernet з використанням скрученої пари; 1 Гбіт/с.
IEEE 802.3ac	Збільшення максимального розміру кадру до 1522 байтів (для підтримки інформації про VLAN стандарту IEEE 802.1Q і пріоритету стандарту IEEE 802.1p).
IEEE 802.3ad	Агрегація каналів
IEEE 802.3-2002	Версія, що містить в собі всі попередні стандарти з виправленими помилками.
IEEE 802.3ae	10 Гбіт/с Ethernet з використанням оптоволоконного кабелю: 10GBASE-SR, 10GBASE-LR, 10GBASE-ER, 10GBASE-SW, 10GBASE-LW, 10GBASE-EW.
IEEE 802.3af	PoE — електроживлення через Ethernet (Power over Ethernet).
IEEE 802.3ah	Ethernet in the First Mile («Перша миля»).
IEEE 802.3ak	10GBASE-CX4 10 Gbit/s.
IEEE 802.3-2005	Версія, що містить в собі всі попередні стандарти з виправленими помилками.

IEEE 802.3an	10GBASE-T 10 Gbit/s Ethernet з використанням неекранованої скрученої пари (UTP).
IEEE 802.3ap	Ethernet (1 and 10 Gbit/s).
IEEE 802.3aq	10GBASE-LRM 10 Gbit/s (1,250 МБайт/с) Ethernet з використанням мультимодового оптоволокна.
IEEE 802.3ar	Congestion management
IEEE 802.3as	Розширення кадру.
IEEE 802.3at	Покращення живлення через Ethernet.
IEEE 802.3au	Вимоги ізоляції для живлення через Ethernet (802.3-2005/Cor 1).
IEEE 802.3av	10 Gbit/s EPON.
IEEE 802.3ax	Link aggregation з 802.3 в IEEE 802.1
IEEE 802.3ay	Оновлення базового стандарту.

ПРЕДМЕТНИЙ ВКАЗІВНИК, ЛАТИНСЬКИЙ АЛФАВІТ

A

ADSL, 297
ALOHA, 92
AMI, 51
анусcast-адреса, 17
ARP, 16
ASK, 44
ATM, 282
ARPANET, 8

B

B8ZS, 52
bandwidth, 133
BGP, 136
bit stuffing, 76
BOOTP, 187
broadcast-адреса, 17

C

CDM, 57
CDP, 52
CRC, 82
CSMA, 93
CSMA/CA, 95
CSMA/CD, 94, 97

D

DCE, 28, 280
DES, 241
DHCP, 187
DNS, 193
Domain Name System, 16
DoD, 25
DoS, 234
DSL, 295
DTE, 28, 280

E

E1, 265
EGP, 135

EIGRP, 137

ESP, 260
Ethernet, 96

F

Fast Ethernet, 101
FDDI, 109
FDM, 55
firewall, 250
Frame Relay, 279
FSK, 45
FTP, 206

G

Gigabit Ethernet, 102

H

HDB3, 52
HDLC, 66, 71, 76
HTTP, 213
hub, 25

I

ICMP, 159
IEEE, 84
IEEE 802.1, 86
IEEE 802.11, 318
IEEE 802.2, 112
IEEE 802.3, 96
IGP, 135
IMAP, 206
IOS, 146
IP, 129
IPsec, 256
IPv4, 129
IPv6, 151, 155
IP-адреса, 119
ISDN, 273
IS-IS, 137
ISO, 354

L

LAN, 10
LLC, 81, 85
LTE, 326

M

MAC-адреса, 14
MAC, 85, 88
MAN, 10
MD5, 243
MIMO, 319
MLT-3, 52
MMF, 40
MPLS, 298
MTU, 61
multicast-адреса, 16

N

NFS, 223
NRZ, 50
NRZI, 51

O

OFDM, 311, 324
OSI, 22
OSPF, 136, 142

P

PAM-5, 53
PDH, 263
PDU, 25, 87
POP3, 206
PPP, 81
PSK, 45

Q

QoS, 166

R

RFC, 357
RIP, 136, 137
router, 25
RSA, 248
RZ, 51

S

SDH, 267
sliding window, 80, 174
slot time, 97
SMF, 39
SMTP, 204
SNMP, 220
SONET, 267
split horizon, 140
SSL, 24
SSH, 202
STP, 38
stuffing, 67
switch, 25, 113

T

T1, 263
TCM, 46
TCP, 170
TCP/IP, 25
TDM, 56
Telnet, 199
TFTP, 211
Token Ring, 104
triggered update, 140
TTL, 131

U

UDP, 169
UTP, 37

W

WAN, 8, 10
WDM, 56
WIMAX, 319
WLAN, 312
WMAN, 328
WPAN, 327
WRAN, 328

X

xDSL, 295

ПРЕДМЕТНИЙ ВКАЗІВНИК, КИРИЛИЧНИЙ АЛФАВІТ

А

автономна система, 135
авторизація, 250
алгоритм Беллмана-Форда, 126
алгоритм Дейкстри, 123
алгоритм маршрутизації, 123
алфавітно-цифрова адреса, 13
асинхронні протоколи, 65
атака, 230, 231
аутентифікація, 244

Б

базова зона обслуговування, 315
безпроводова комп'ютерна мережа, 308
біт-стаффінг, 76
брандмауер, 252

В

віртуальний канал, 292
вірус, 237

Д

декапсуляцією, 164
демлітаризована зона, 255
дистанційно-векторний протокол, 136
доступність, 230
дуплексні канали, 32

З

загроза, 230

І

імпульсний код, 48

інкапсуляція, 164
ітеративний запит, 196

К

кадр Е1, 266
кадр Т1, 266
кадр, 73
коаксіальний кабель, 37
коди стану НТТР, 218
кодування, 40
 логінче, 40, 41
 фізичне, 40, 43
комутатор, 24, 112
комутація, 16
 віртуальних каналів, 18
 дейтограм, 18
 з проміжним зберіганням, 17
 каналів, 16, 18
 пакетів, 18, 19
 повідомлень, 17
конфіденційність, 230
концентратор, 24

М

манчестерський код, 51
маршрутизатор, 24, 135
маршрутна петля, 139
маска, 119, 122
мережа SDH/SONET, 270
мережа радіодоступу, 328
мережні екрани, 252
мережні черв'яки, 236
мережна технологія, 8
метод НТТР, 214
метрика, 133
миттєве оновлення, 140
модель АТМ, 283
модем, 45
модуляція, 43

амплітудна, 43
частотна, 44
фазова, 44
трелліс, 45
мультиплексування, 54
частотне, 55
часове, 55
за довжиною хвилі, 56
кодове, 56
ортогональне частотне, 313

Н

напівдуплексні канали, 32
несиметричні шифрування, 242

О

оптоволоконний кабель, 38

П

передача даних, 63
плезіохронна технологія, 264
порт протокольний, 165
потенціальний код, 48
поштовий клієнт, 204
проксі-сервер, 252
пропускна спроможність, 26
протокол з урахуванням стану каналу, 141
протокол передачі даних, 60
протокольний стек, 21

Р

резервне копіювання, 239
рекурсивний запит, 196
ризик, 230
розподілений режим DCF, 317
розщеплення горизонту, 140

С

симетричні криптосистеми, 241
симплексні канали, 32
синхронні протоколи, 65
скремблювання, 42
скручена пара, 35
СКС, 53
смуга пропускання, 133
спам, 238
стаффінг, 67

Т

тимчасового утримання від змін, 141
топология, 10
повнозв'язна, 10
комірчата, 11
кільцева, 11
зіркоподібна, 11
ієрархічна зірка, 11
загальна шина, 11
змішана, 11
троянські програми, 236

Ф

фаєрвол, 252

Ц

циклічний код, 82
цифрова адреса, 13-14
цілісність, 230

Ш

шифрування, 240
шлюз, 24
шпигунські програми, 238

Навчальне видання

**Азаров Олексій Дмитрович
Захарченко Сергій Михайлович
Кадук Олександр Володимирович
Орлова Марія Миколаївна
Тарасенко Володимир Петрович**

КОМП'ЮТЕРНІ МЕРЕЖІ

Навчальний посібник

Редактор В. Дружиніна

Оригінал-макет підготовлено О. Кадуком

Підписано до друку 27.11.13 р.
Формат 29,7 × 42¼. Папір офсетний.
Гарнітура Times New Roman.
Друк різнографічний. Ум. друк. арк. 24.2.
Наклад 500 (1-й запуск 200) прим. Зам. № 2013-159.

Вінницький національний технічний університет,
навчально-методичний відділ ВНТУ
21021, м. Вінниця, Хмельницьке шосе, 95
ВНТУ, ГНК, к. 114.
Тел. (0432) 59-85-32.
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи
серія ДК № 3516 від 01.07.2009 р.

Віддруковано у Вінницькому національному технічному університеті
в комп'ютерному інформаційно-видавничому центрі
21021, м. Вінниця, Хмельницьке шосе, 95
ВНТУ, ГНК, к. 114.
Тел. (0432) 59-87-38.
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи
серія ДК № 3516 від 01.07.2009 р.