

**І. Р. Арсенюк, А. А. Яровий, І. Д. Івасюк**

---

---

**КОМП'ЮТЕРНІ МЕРЕЖІ**

---

---

Міністерство освіти і науки України  
Вінницький національний технічний університет

**І. Р. Арсенюк, А. А. Яровий, І. Д. Івасюк**

# **КОМП'ЮТЕРНІ МЕРЕЖІ**

**Навчальний посібник**

Вінниця  
ВНТУ  
2013

УДК 681.3  
ББК 32.973.202  
А85

Рекомендовано Міністерством освіти і науки, молоді та спорту України як навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів. Лист №1/11-14953 від 25.09.2012 р.

Рецензенти:

**О.Г. Корченко**, доктор технічних наук, професор  
**Л. І. Тимченко**, доктор технічних наук, професор  
**І. Й. Хаїмзон**, доктор технічних наук, професор

**Арсенюк, І. Р.**

А85 Комп'ютерні мережі : навчальний посібник / І. Р. Арсенюк, А. А. Яровий, І. Д. Івасюк. – Вінниця : ВНТУ, 2013. – 272 с.

Навчальний посібник підготовлено згідно з останніми освітньо-кваліфікаційними вимогами до підготовки бакалаврів з напрямку підготовки "Комп'ютерні науки". В посібнику дано систематичне викладення основ курсу "Комп'ютерні мережі". Розглянуто еволюцію, класифікацію, основи побудови комп'ютерних мереж та системні вимоги до них; мережеве апаратне забезпечення; модель OSI та стек протоколів TCP/IP; основи передавання даних на різних рівнях; питання адресації в IP-мережах; основи роботи в Cisco IOS, а також протоколи маршрутизації RIP, EIGRP та OSPF.

Навчальний посібник буде корисний усім, хто займається створенням, налаштуванням, використанням та моніторингом комп'ютерних мереж.

**УДК 681.3**  
**ББК 32.973.202**

ISBN

© І. Арсенюк, А. Яровий, І. Івасюк, 2013

# ЗМІСТ

<b>ВСТУП .....</b>	<b>6</b>
<b>1 РОЛЬ КОМП'ЮТЕРНИХ МЕРЕЖ В СУЧАСНОМУ СУСПІЛЬСТВІ .....</b>	<b>8</b>
1.1 Еволюція комп'ютерних мереж .....	8
1.2 Конвергенція мереж .....	13
1.3 Класифікація комп'ютерних мереж .....	16
1.4 Вимоги до комп'ютерних мереж .....	20
Контрольні запитання .....	23
Тести .....	24
<b>2 ОСНОВИ ПОБУДОВИ МЕРЕЖ .....</b>	<b>30</b>
2.1 Топології комп'ютерних мереж .....	30
2.2 Комутація абонентів у мережі каналів і пакетів .....	32
2.2.1 Комутація каналів .....	32
2.2.2 Комутація пакетів .....	35
2.3 Структуризація як засіб побудови великих мереж .....	41
2.3.1 Фізична структуризація мережі .....	41
2.3.2 Логічна структуризація мережі .....	43
Контрольні запитання .....	47
Тести .....	48
Завдання.....	54
<b>3 ПРОТОКОЛИ ТА АРХІТЕКТУРА .....</b>	<b>59</b>
3.1 Багаторівневий підхід. Протокол. Інтерфейс. Стек протоколів ....	59
3.2 Модель взаємодії відкритих систем ISO/OSI .....	60
3.3 Рівні моделі OSI.....	63
3.4 Стек протоколів TCP/IP .....	69
Контрольні запитання .....	71
Тести .....	71
<b>4 ОСНОВИ ФІЗИЧНОГО ТА ЛОГІЧНОГО КОДУВАННЯ .....</b>	<b>75</b>
4.1 Фізичне кодування .....	75
4.1.1 Вимоги до методів фізичного кодування.....	75
4.1.2 Потенціальні коди .....	76
4.1.3 Імпульсні коди .....	79
4.2 Логічне кодування .....	80
4.2.1 Надлишкові коди .....	80
4.2.2 Скремблювання .....	83
Контрольні запитання .....	84
Тести .....	85
Завдання.....	87
<b>5 ОСНОВИ АДРЕСАЦІЇ В IP-МЕРЕЖАХ .....</b>	<b>89</b>
5.1 Типи адрес стека TCP/IP .....	89

5.2 Адресація IPv4 .....	91
5.2.1 Класи IPv4-адресів.....	91
5.2.2 Особливі IPv4-адреси .....	93
5.2.3 Застосування масок під час IPv4-адресації .....	95
5.3 Адресація IPv6 .....	104
5.3.1 Подання IPv6-адрес .....	104
5.3.2 Види IPv6-адрес .....	104
Контрольні запитання .....	110
Тести .....	111
Завдання .....	119
<b>6 МЕРЕЖЕВЕ АПАРАТНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ .....</b>	<b>123</b>
6.1 Плати мережевих адаптерів .....	123
6.2 Повторювачі .....	123
6.3 Концентратори .....	124
6.4 Мости та комутатори .....	124
6.4.1 Основи функціонування мостів .....	124
6.4.2 Режими комутації .....	126
6.4.3 Проблеми у роботі мережі на основі мостів .....	127
6.4.4 Протокол зв'язуючого дерева STP та його модифікації ....	128
6.4.5 Застосування комутаторів .....	133
6.5 Маршрутизатори .....	134
6.5.1 Основні функції та класифікація маршрутизаторів .....	135
6.5.2 Основні компоненти маршрутизаторів .....	136
6.6 Порівняння комутації та маршрутизації .....	138
Контрольні запитання .....	139
Тести .....	140
Завдання .....	145
<b>7 ВСТУП ДО CISCO IOS .....</b>	<b>149</b>
7.1 Режими функціонування Cisco IOS .....	149
7.2 Інтерфейс користувача .....	149
7.3 Допомога з команд Cisco IOS .....	151
7.4 Послідовність початкового завантаження маршрутизатора та комутатора .....	153
7.5 Файли конфігурації маршрутизатора та комутатора .....	155
7.6 Початкова конфігурація комутатора .....	156
7.7 Деякі команди початкового конфігурування та моніторингу роботи маршрутизатора та комутатора .....	153
Контрольні запитання .....	165
Тести .....	167
<b>8 ПРОТОКОЛИ МАРШРУТИЗАЦІЇ .....</b>	<b>173</b>
8.1 Призначення та класифікація протоколів маршрутизації .....	173
8.2 Застосування кількох протоколів маршрутизації .....	177

8.3	Внутрішні та зовнішні протоколи Інтернету .....	178
8.4	Порівняння статичної та динамічної маршрутизації .....	179
8.5	Порівняння деяких протоколів динамічної маршрутизації .....	180
8.6	Основи статичної маршрутизації .....	183
8.7	Дистанційно-векторний протокол RIP .....	185
8.7.1	Побудова таблиці маршрутизації .....	185
8.7.2	Методи боротьби з фальшивими маршрутами у протоколі RIP .....	189
8.7.3	Конфігурування протоколу RIP .....	194
8.7.4	Тестування та усунення помилок у роботі протоколу RIP ..	200
8.8	Удосконалений протокол маршрутизації EIGRP .....	201
8.8.1	Огляд протоколу EIGRP .....	201
8.8.2	Обчислення метрики протоколу EIGRP .....	202
8.8.3	Термінологія протоколу EIGRP .....	205
8.8.4	Функції і технології протоколу EIGRP .....	210
8.8.5	Типи пакетів протоколу EIGRP .....	214
8.8.6	Конвергенція протоколу EIGRP .....	216
8.8.7	Конфігурування протоколу EIGRP для IP .....	218
8.8.8	Тестування базової конфігурації протоколу EIGRP .....	225
8.9	Протокол стану зв'язків OSPF .....	225
8.9.1	Загальні відомості та термінологія протоколу OSPF .....	225
8.9.2	Стани протоколу OSPF .....	228
8.9.3	Основи функціонування протоколу OSPF .....	231
8.9.4	Конфігурування протоколу OSPF .....	234
8.9.5	Тестування роботи протоколу OSPF .....	240
	Контрольні запитання .....	241
	Тести .....	243
	Завдання .....	248
	<b>ВІДПОВІДІ НА ТЕСТИ .....</b>	<b>261</b>
	<b>СЛОВНИК ЧАСТО ВЖИВАНИХ ТЕРМІНІВ .....</b>	<b>262</b>
	<b>ПРЕДМЕТНИЙ ПОКАЖЧИК .....</b>	<b>266</b>
	<b>ЛІТЕРАТУРА .....</b>	<b>270</b>

## ВСТУП

Однією з найважливіших особливостей сучасності є перехід розвинутих країн світу від постіндустріального до інформаційного суспільства, що зумовлює необхідність вжиття невідкладних заходів із активного впровадження інформаційних та комунікаційних мережевих технологій. Комп'ютерні мережеві системи, де створюються, обробляються та зберігаються інформаційні ресурси, стали невід'ємними складовими різноманітних систем керування, компонентами складних технічних, адміністративних, економічних та інших систем, що забезпечують життєдіяльність суспільства. Більшість із них є територіально-розподіленими системами зі складною організаційною структурою та з високою інтенсивністю процесів інформаційної взаємодії.

Розподілені мережеві комп'ютерні системи є системоутворювальною складовою сучасних інформаційних інфраструктур. Комп'ютерні мережеві технології забезпечують інформаційну інтегрованість при наявній географічній розподіленості. Характеризуючи в такому контексті комп'ютерні мережі, як правило, визначають такі особливості, як відкритість, паралельність, масштабованість, відмовостійкість, прозорість, спільність використання ресурсів, що надають певні переваги при розв'язанні великої кількості прикладних задач. Завдяки їх відкритості легко виконувати розширення системи, додаючи нові ресурси. Паралельність передбачає можливість одночасного виконання декількох процесів на різних комп'ютерах в межах комп'ютерної мережі, які можуть взаємодіяти під час виконання; масштабованість – можливість додання нових властивостей і методів.

Інформаційні та комунікаційні мережеві технології становлять вагому частку світового виробництва, що спричиняє глобальний перерозподіл як ринку праці, так і ринку освітніх послуг. Крім того, створення єдиного європейського освітнього простору в рамках Болонського процесу істотно підвищує роль комп'ютерних мережевих технологій в освіті.

Навчальний посібник підготовлено відповідно до останніх вимог та галузевого стандарту підготовки фахівців з напряму підготовки "Комп'ютерні науки" освітньо-кваліфікаційного рівня "бакалавр". Навчальний посібник призначений для студентів денної, заочної та дистанційної форм навчання, також може використовуватися слухачами курсів підвищення кваліфікації і перепідготовки кадрів у сфері застосування сучасних інформаційних технологій. Він також буде корисний усім спеціалістам, хто займається розробкою, проектуванням та моделюванням комп'ютерних мереж. Зміст навчального посібника відповідає чинній навчальній програмі і вимогам державних стандартів освіти. Науковий і методичний рівень викладення матеріалу відповідає сучасним освітнім технологіям.

У навчальному посібнику наведено матеріали, які забезпечують формування знань та навиків зі створення, налаштування, використання та мо-

ніторингу комп'ютерних мереж фахівцями з інформаційних технологій. Матеріали посібника спрямовані на формування необхідних знань з питань моделювання та проектування комп'ютерних мереж, основ керування комп'ютерними мережами та їх моніторингу, виявлення та усунення помилок у їх роботі, основ фізичного та логічного кодування в комп'ютерних мережах, принципів адресації, діагностики мережевого обладнання тощо з метою використання у процесі навчання та професійної діяльності.

Особливістю даного навчального посібника є те, що окремий акцент зроблено на практичній складовій підготовки фахівців з врахуванням останніх тенденцій розвитку мережевих технологій компанії Cisco Systems, яка є світовим лідером в галузі мережевих технологій і найбільшим виробником складного мережевого обладнання. Cisco постачає більше 80% маршрутизаторів, що складають основу Інтернету. Сучасні рішення компанії забезпечують роботу об'єднаних мереж тисяч організацій, урядових агентств і служб в усьому світі. Матеріали посібника спрямовані на отримання навичок встановлення та конфігурування комутаторів і маршрутизаторів Cisco в багатопрокольних мережах, які об'єднують локальні та територіально розділені мережі, налагодження на початковому етапі, підвищення продуктивності та захищеності мереж.

Засвоєння поданого у даному навчальному посібнику матеріалу є базовою основою для подальшого вивчення таких дисциплін як "Корпоративні та глобальні комп'ютерні мережі", "Системне адміністрування", "Технології захисту інформації" та "Web-технології та web-дизайн".

Теоретичний матеріал викладено у формі, яка сприяє швидкому практичному оволодінню ним при роботі за комп'ютером як за допомогою викладача, так і самостійно. В навчальному посібнику дано систематичне викладення основ курсу "Комп'ютерні мережі": наведено еволюцію, класифікацію, основні вимоги до комп'ютерних мереж, а також відзначено їх роль у житті суспільства; розглянуто модель взаємодії відкритих системи ISO/OSI та стека комунікаційних протоколів TCP/IP; основи побудови мереж та їх структуризації; мережеве апаратне забезпечення; передавання даних у комп'ютерних мережах; основи фізичного та логічного кодування інформації в комп'ютерних мережах; основи IP-адресації, технології FLSM, VLSM та CIDR. Також приділено увагу питанням: основ роботи в Cisco IOS, базового настроювання маршрутизаторів, класифікації і порівняльного аналізу протоколів маршрутизації, настроювання та тестування протоколів RIP, EIGRP, OSPF засобами Cisco IOS, а також пошуку несправностей в їх роботі та усуненню таких несправностей. До кожного розділу наведено контрольні запитання та тести для самоперевірки, які дають змогу закріпити пройдений матеріал. До тестів в кінці посібника наведено відповіді. Для глибшого і ґрунтовнішого опанування поданого матеріалу студентам також пропонується ряд практичних завдань.