Міжнародний гуманітарний університет

Факультет кібербезпеки, програмної інженерії та комп'ютерних наук

Кафедра комп'ютерної інженерії та інноваційних технологій

СИЛАБУС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

КОМП'ЮТЕРНІ МЕРЕЖІ

Галузь знань 12 Інформаційні технології
Спеціальність 121 Інженерія програмного забезпечення
Назва освітньої програми Інженерія програмного забезпечення
Рівень вищої освіти перший (бакалаврський)

Розробники і викладачі	Контактний телефон	Електронна адреса
доцент кафедри комп'ютерної інженерії та інноваційних технологій, кандидат технічних наук, доцент, **Педяш Володимир Віталійович**	+380673787003	vpedyash@gmail.com

1. АНОТАЦІЯ ДО КУРСУ

Навчальна дисципліна «Комп'ютерні мережі» є складовою професійної підготовки здобувачів спеціальності 121 Інженерія програмного забезпечення та спрямована на формування системного розуміння принципів організації, архітектури та функціонування сучасних інформаційно-комунікаційних систем. Курс охоплює базові концепції побудови комп'ютерних мереж, що застосовуються у різних типах мережевих середовищ – від локальних (LAN) до глобальних (WAN), незалежно від конкретних виробників обладнання. Особлива увага приділяється еталонним моделям взаємодії (OSI, TCP/IP), механізмам IP-адресації, маршрутизації, сегментації трафіку, а також базовим підходам до забезпечення безпеки інфраструктури комп'ютерних мереж та засобам моніторингу мереж.

Знання, отримані під час вивчення дисципліни, є важливою основою для майбутніх фахівців з інженерії програмного забезпечення, оскільки розуміння принципів побудови та функціонування комп'ютерних мереж дає змогу ефективно розробляти програмні компоненти, що працюють у розподіленому середовищі, створювати розподілені програмні системи та забезпечувати взаємодію програмних модулів через комп'ютерні мережі. Практичні навички моделювання, налаштування та діагностики комп'ютерних мереж сприяють підготовці здобувачів до виконання професійних завдань, пов'язаних із розробкою, тестуванням і супроводженням програмних продуктів, що функціонують у розподілених інформаційних системах. Дисципліна також формує розуміння інформаційних моделей передавання даних у комп'ютерних мережах, зокрема структури мережевих пакетів і протоколів, що використовуються для організації обміну даними між програмними системами у розподіленому середовищі.

МЕТА ДИСЦИПЛІНИ. Метою викладання навчальної дисципліни є формування у здобувачів цілісного уявлення про архітектуру та принципи функціонування комп'ютерних мереж, а також розвиток практичних умінь проєктування, налаштування та аналізу систем передавання даних у контексті створення та експлуатації програмного забезпечення. Дисципліна спрямована на формування здатності застосовувати мережеві протоколи та технології взаємодії комп'ютерних систем під час розроблення програмних продуктів, що функціонують у розподіленому середовищі, а також аналізувати роботу програмних систем, які використовують мережеві сервіси та інфраструктуру комп'ютерних мереж.

ПРЕРЕКВІЗИТИ. Необхідною умовою для опанування дисципліни є знання, отримані під час вивчення навчальних компонент «Фізика», «Теорія інформації та кодування», «Операційні системи».

ПОСТРЕКВІЗИТИ. Знання та вміння, набуті під час вивчення дисципліни «Комп'ютерні мережі», є основою для подальшого опанування навчальних компонент «Безпека даних та програм», «Програмування інфокомунікаційних сервісів та систем», а також можуть використовуватися під час виконання кваліфікаційної роботи.

2. ОЧІКУВАНІ КОМПЕТЕНТНОСТІ, ЯКІ ПЛАНУЄТЬСЯ СФОРМУВАТИ, ТА ДОСЯГНЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАВЧАННЯ

У процесі реалізації програми дисципліни формуються наступні компетентності із передбачених освітньою програмою:

Спеціальні (фахові, предметні) компетентності

К18. Здатність аналізувати, вибирати і застосовувати методи і засоби для забезпечення інформаційної безпеки (в тому числі кібербезпеки).

К19. Володіння знаннями про інформаційні моделі даних, здатність створювати програмне забезпечення для зберігання, видобування та опрацювання даних.

К20. Здатність застосовувати фундаментальні і міждисциплінарні знання для успішного розв’язання завдань інженерії програмного забезпечення.

К25. Здатність обґрунтовано обирати та освоювати інструментарій з розробки та супроводження програмного забезпечення.

Результати навчання

ПР07. Знати і застосовувати на практиці фундаментальні концепції, парадигми і основні принципи функціонування мовних, інструментальних і обчислювальних засобів інженерії програмного забезпечення.

ПР18. Знати та вміти застосовувати інформаційні технології обробки, зберігання та передачі даних.

ПР21. Знати, аналізувати, вибирати, кваліфіковано застосовувати засоби забезпечення інформаційної безпеки (в тому числі кібербезпеки) і цілісності даних відповідно до розв'язуваних прикладних завдань та створюваних програмних систем.

Заплановані результати навчання за навчальною дисципліною

Знання:

– основні поняття, класифікації та архітектурні принципи побудови сучасних комп’ютерних мереж, включаючи типи мереж (LAN, MAN, WAN, PAN), топології, функції мережевого обладнання та роль комп’ютерних мереж у функціонуванні інформаційних систем;

– структуру та функції еталонних моделей OSI та TCP/IP, механізми інкапсуляції даних, призначення рівнів моделі та принципи передавання даних у мережевому середовищі;

– принципи функціонування протоколів фізичного, канального, мережного, транспортного та прикладного рівнів, зокрема Ethernet, IPv4/IPv6, TCP/UDP, DNS, DHCP, HTTP(S), а також особливості їх використання в сучасних програмних та інформаційних системах.

Уміння:

– аналізувати інфраструктуру комп’ютерної мережі за рівнями моделі OSI/TCP/IP, визначати призначення її компонентів та оцінювати особливості передавання даних у різних сегментах мережі;

– застосовувати знання мережевих протоколів для аналізу взаємодії програмних і апаратних компонентів у мережевому середовищі;

– обґрунтовано вибирати способи організації та налаштування комп’ютерних мереж, зокрема сегментацію, адресацію, маршрутизацію та базові засоби керування доступом;

– оцінювати ефективність функціонування комп’ютерної мережі, виявляти типові проблеми передавання даних і пропонувати способи їх усунення.

Навички:

– ефективно використовувати інструменти моделювання комп’ютерних мереж (зокрема Cisco Packet Tracer) для проєктування, налаштування та тестування мережевих топологій;

– виконувати базову діагностику та моніторинг мережі за допомогою механізмів Syslog, SNMP, аналізу журналів подій, інтерфейсів та таблиць маршрутизації;

– налаштовувати та перевіряти працездатність комп’ютерних мереж з урахуванням принципів сегментації, централізованого контролю та надійного функціонування мережевих сервісів.

3. ОБСЯГ ТА ОЗНАКИ КУРСУ

Загалом		**Вид заняття** (денна форма/заочна форма)				**Ознаки курсу**		
Кредитів ЄКТС	**Годин**	**Лекційні заняття**	**Практичні заняття**	**Лабораторні роботи**	**Самостійна робота**	**Курс, (рік навчання)**	**Семестр**	**Обов’язкова / вибіркова**
6	180	40/12	26/6	12/6	102/156	3	5	Обов’язкова

4. СТРУКТУРА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Назви змістових модулів і тем	**Кількість годин**									
	Денна форма					**Заочна форма**				
	Заг.	**у тому числі**				**Заг.**	**у тому числі**			
		Лекц.	**Практ.**	**Лаб.**	**Сам. роб.**		**Лекц.**	**Практ.**	**Лаб.**	**Сам. роб.**
Тема 1. Основи комп’ютерних мереж	18	2	2	2	12	18	2	0	0	16
Тема 2. Моделі мережевої взаємодії OSI та TCP/IP	22	4	2	4	12	22	2	0	0	20
Тема 3. Фізичний та канальний рівні – технології, протоколи, вразливості та засоби захисту	30	6	4	2	18	30	2	0	0	24

Тема 4. Мережевий рівень – IP-адресація, маршрутизація	30	6	4	2	18	30	2	0	2	24
Тема 5. Транспортний та прикладний рівні	24	6	4	2	12	24	2	0	0	24
Тема 6. Базові механізми безпеки мережевої інфраструктури	28	8	4	0	16	28	0	2	2	24
Тема 7. Проєктування, моделювання та моніторинг мереж	28	8	4	0	14	28	2	4	2	24
Загалом	**180**	**40**	**26**	**12**	**102**	**180**	**12**	**6**	**6**	**156**
Підсумковий контроль – екзамен										

5. ТЕХНІЧНЕ Й ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ / ОБЛАДНАННЯ

Здобувачі отримують теми та питання курсу, основну і додаткову літературу, рекомендації, завдання та оцінки за їх виконання як традиційним шляхом, так і з використанням платформ онлайн навчання на основі інформаційних систем Moodle або Google Classroom. Практичні навички у пошуку та аналізу інформації за курсом, з оформлення індивідуальних завдань, тощо, здобувачі можуть отримувати як за допомогою власного обладнання, так і користуючись університетськими комп’ютерними класами та бібліотекою.

Для виконання практичних та лабораторних робіт використовується навчально-лабораторний комплекс комп’ютерних та мережевих технологій факультету кібербезпеки, програмної інженерії та комп’ютерних наук, який містить сучасне мережеве обладнання та спеціалізоване програмне забезпечення для налаштування, дослідження та діагностики комп’ютерних мереж.

6. САМОСТІЙНА РОБОТА

До самостійної роботи здобувачів відносяться наступні види діяльності:

1. Опрацювання лекційного матеріалу.
2. Підготовка до практичних занять.
3. Консультації з викладачем впродовж семестру.
4. Ознайомлення з додатковою літературою відповідно до зазначених у програмі тем.
5. Самостійне опрацювання окремих питань навчальної дисципліни.
6. Підготовка індивідуальних завдань у вигляді презентацій або рефератів.
7. Підготовка до підсумкового контролю.

Назва теми	Кількість годин	
	Денна форма	**Заочна форма**
Тема 1. Основи комп'ютерних мереж Поняття комп'ютерної мережі. Класифікація мереж за географічним охопленням: LAN, MAN, WAN, PAN. Фізична та логічна топології. Основні типи мережевого обладнання: комутатори, маршрутизатори, точки доступу, міжмережеві екрани. Зв'язок архітектури мережі з організацією захисту інформації.	12	16
Тема 2. Моделі мережевої взаємодії OSI та TCP/IP Семирівнева модель OSI та чотирирівнева модель TCP/IP, їх функції та відповідність. Інкапсуляція даних у стеку протоколів. Уразливості на різних рівнях моделі. Небезпечні протоколи: Telnet, HTTP, SNMPv1. Роль моделей у діагностиці мережевих інцидентів.	12	20
Тема 3. Фізичний та канальний рівні – технології, протоколи, вразливості та засоби захисту Середовища передачі: вита пара, оптичне волокно, бездротові технології. Протокол Ethernet, структура кадру, MAC-адресація. Принципи роботи комутаторів та формування CAM-таблиць. Загрози канального рівня: ARP-спуфінг, MAC-флудінг. Методи захисту: Port Security, STP Guard, сегментація VLAN.	18	24
Тема 4. Мережевий рівень – IP-адресація, маршрутизація Структура IPv4-пакета, підмережування, VLSM. Основи IPv6: формати адрес, типи, особливості безпеки. Таблиця маршрутизації та типи маршрутів. Загрози мережевого рівня: IP-спуфінг, маршрутизаційні атаки. Значення правильної адресації та маршрутизації для запобігання інцидентам.	18	24
Тема 5. Транспортний та прикладний рівні Протоколи TCP та UDP: надійність, порти, структура сегментів. Прикладні протоколи: DNS, DHCP, HTTP(S), SMTP, FTP. Типові загрози: DoS-атаки, підміна DNS, перехоплення трафіку. Засоби захисту: шифрування, використання TLS/SSL, фільтрація трафіку.	12	24
Тема 6. Базові механізми безпеки мережевої інфраструктури Безпечний доступ до обладнання через SSH. Настройка автентифікації, шифрування паролів, рівнів привілеїв. Списки контролю доступу (ACL): типи, синтаксис, застосування для фільтрації трафіку. Сегментація мережі за допомогою VLAN та ACL для обмеження поширення інцидентів.	16	24
Тема 7. Проєктування, моделювання та моніторинг мереж Етапи проектування безпечної мережі: аналіз вимог, сегментація, IP-планування, вибір обладнання. Принципи безпеки при проектуванні. Моделювання мереж у Cisco Packet Tracer. Основи централізованого моніторингу: Syslog, SNMP. Виявлення та реагування на мережеві аномалії.	14	24
Загалом	**102**	**156**

7. ВИДИ ТА МЕТОДИ КОНТРОЛЮ

Види контролю	Складові оцінювання
Поточний контроль, який здійснюється під час проведення практичних (лабораторних) занять, виконання самостійної роботи, індивідуальних завдань, дослідної робота здобувача тощо	50%
Підсумковий контроль, який здійснюється у ході проведення екзамену	50%

Методи діагностики знань (контролю)	Фронтальне опитування, розв`язання практичних завдань, тестування здобувачів, наукові доповіді, реферати, усні повідомлення, екзамен

8. ОЦІНЮВАННЯ ПОТОЧНОЇ, САМОСТІЙНОЇ ТА ІНДИВІДУАЛЬНОЇ РОБОТИ ЗДОБУВАЧІВ

Види роботи	Планові терміни виконання	Форми контролю та звітності	Максимальний відсоток оцінювання
Систематичність і активність роботи на практичних заняттях			
1.1. Підготовка до практичних занять	Відповідно до робочої програми та розкладу занять	Перевірка обсягу та якості засвоєного матеріалу під час практичних занять	**30**
Виконання завдань для самостійного опрацювання			
1.2. Індивідуальне тестування	Відповідно до робочої програми та розкладу занять	Перевірка результатів індивідуального тестування, перевірка конспектів лекцій, перевірка рефератів	**10**
Виконання індивідуальних завдань (дослідна робота здобувача)			
1.3. Інші види індивідуальних завдань, в т.ч. підготовка наукових публікацій, участь у роботі круглих столів, конференцій тощо.	Відповідно до робочої програми та розкладу занять	Обговорення результатів проведеної роботи під час аудиторних занять, наукових конференцій та круглих столів.	**10**
Разом балів за поточний контроль			**50**
Підсумковий контроль – екзамен			**50**
Загальний результат оцінювання			**100**

Поточний контроль знань здобувачів при підсумковому контролі у формі екзамену (максимум 50 балів) оцінюється за шкалою («2», «3», «4», «5»), з обов'язковим переведенням балів за кожний вид роботи таким чином:

– за підготовку до аудиторних занять (максимум 30 балів) здобувачу освіти необхідно мати не менше 1/2 оцінок від загальної кількості практичних (лабораторних) занять, для переводу балів за підготовку до аудиторних занять середньоарифметична оцінка множиться на коефіцієнт 6;

– за виконання завдань для самостійного опрацювання (тестування, завдання, підготовка реферату за заданою тематикою) (максимум 10 балів) здобувачу освіти необхідно мати не менше 1/2 оцінок від загальної кількості програмного матеріалу, що виноситься на самостійне вивчення, для переводу зазначених балів середньоарифметична оцінка множиться на коефіцієнт 2;

– за інші види індивідуальних завдань, в т.ч. підготовку наукових публікацій, участь у роботі круглих столів, конференцій тощо (максимум 10 балів) здобувачу освіти необхідно мати не менше 1/2 оцінок від загальної кількості інших видів індивідуальних завдань, для переводу балів за підготовку до аудиторних занять середньоарифметична оцінка множиться на коефіцієнт 2.

Критерії оцінювання поточного контролю

– **«2»** – виставляється за неправильну відповідь (письмову роботу), яка не відповідає змісту теми та свідчить про нерозуміння її основних положень;

– **«3»** – виставляється за відповідь (письмову роботу), яка відповідає змісту теми, але є неповною і неточною у визначенні понять, свідчить про неповне розуміння основних положень навчального матеріалу, свідчить про те, що знання здобувача мають фрагментарний, поверховий характер;

– **«4»** – оцінюється правильна і обґрунтована відповідь (письмова робота), з якої видно, що здобувач знає й розуміє теоретичний матеріал в обсязі навчальної теми, володіє необхідними навичками, не допускає суттєвих помилок.

– **«5»** – оцінюється повна, правильна, ґрунтовна відповідь (письмова робота) на запитання теми, що передбачає логічність і послідовність викладу матеріалу, володіння термінологією, показує вміння повно й глибоко використовувати теоретичні знання в практичній площині.

Критерії оцінювання підсумкового контролю у формі екзамену

Максимальна оцінка підсумкового контролю у формі екзамену не може перевищувати 50 балів. При цьому рівень знань оцінюється:

– **від 40 до 50 балів** – здобувач виявляє особливі творчі здібності, вміє самостійно знаходити та опрацьовувати необхідну інформацію, демонструє знання матеріалу, проводить узагальнення і висновки;

– **від 30 до 40 балів** – здобувач володіє знаннями матеріалу, але допускає незначні помилки у формуванні термінів, категорій, проте за допомогою викладача швидко орієнтується і знаходить правильні відповіді;

– **від 20 до 30 балів** – здобувач відтворює значну частину теоретичного матеріалу, виявляє знання і розуміння основних положень, з допомогою викладача може аналізувати навчальний матеріал, але дає недостатньо обґрунтовані, невичерпні відповіді, допускає помилки.

– **від 10 до 20 балів** – здобувач володіє навчальним матеріалом на середньому рівні, допускає помилки, серед яких є значна кількість суттєвих;

– від 0 до 10 балів – здобувач володіє навчальним матеріалом на рівні, вищому за початковий, значну частину його відтворює на репродуктивному рівні, на всі запитання дає необґрунтовані, невичерпні відповіді, допускає помилки.

9. ОЦІНЮВАННЯ ЗАГАЛЬНИХ РЕЗУЛЬТАТІВ ЗНАНЬ ЗДОБУВАЧІВ

Загальні результати знань здобувачів по даній дисципліні оцінюються наступним чином:

– **«Відмінно»/«зараховано» (A)** – від 90 до 100 балів. Здобувач виявляє особливі творчі здібності, вміє самостійно знаходити та опрацьовувати необхідну інформацію, демонструє знання матеріалу, проводить узагальнення і висновки. Був присутній на лекціях та практичних заняттях, під час яких давав вичерпні, обґрунтовані, теоретично і практично правильні відповіді, має конспект з виконаними завданнями до самостійної роботи, презентував реферат за заданою тематикою, проявляє активність і творчість у науково-дослідній роботі;

– **«Добре»/«зараховано» (B)** – від 82 до 89 балів. Здобувач володіє знаннями матеріалу, але допускає незначні помилки у формуванні термінів, категорій, проте за допомогою викладача швидко орієнтується і знаходить правильні відповіді. Був присутній на лекціях та практичних заняттях, має конспект з виконаними завданнями до самостійної роботи, презентував реферат за заданою тематикою, проявляє активність і творчість у науково-дослідній роботі;

– **«Добре»/«зараховано» (C)** – від 74 до 81 балів. Здобувач відтворює значну частину теоретичного матеріалу, виявляє знання і розуміння основних положень, з допомогою викладача може аналізувати навчальний матеріал, але дає недостатньо обґрунтовані, невичерпні відповіді, допускає помилки. При цьому враховується наявність конспекту з виконаними завданнями до самостійної роботи, реферату та активність у науково-дослідній роботі;

– **«Задовільно»/«зараховано» (D)** – від 64 до 73 балів. Здобувач був присутній не на всіх лекціях та практичних заняттях, володіє навчальним матеріалом на середньому рівні, допускає помилки, серед яких є значна кількість суттєвих. При цьому враховується наявність конспекту з виконаними завданнями до самостійної роботи та рефератів;

– **«Задовільно»/«зараховано» (E)** – від 60 до 63 балів. Здобувач був присутній не на всіх лекціях та практичних заняттях, володіє навчальним матеріалом на рівні, вищому за початковий, значну частину його відтворює на репродуктивному рівні, на всі запитання дає необґрунтовані, невичерпні відповіді, допускає помилки, має неповний конспект з завданнями до самостійної роботи.

– **«Незадовільно з можливістю повторного складання»/«не зараховано» (FX)** – від 35 до 59 балів. Здобувач володіє матеріалом на рівні окремих фрагментів, що становлять незначну частину навчального матеріалу.

– **«Незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни»/«не зараховано» (F)** – від 0 до 34 балів. Здобувач не володіє навчальним матеріалом.

Таблиця відповідності результатів контролю знань за різними шкалами

100-бальна шкала	Шкала ECTS	Національна шкала	
		екзамен	залік
90-100	A	Відмінно	Зараховано
82-89	B	Добре	Зараховано
74-81	C		
64-73	D	Задовільно	Зараховано
60-63	E		
35-59	FX	Незадовільно	Не зараховано
0-34	F		

10. ДОТРИМАННЯ ВИМОГ АКАДЕМІЧНОЇ ДОБРОЧЕСНОСТІ

Викладання та засвоєння навчальної дисципліни передбачає неухильне дотримання вимог академічної доброчесності, яка регулюється Законом України «Про освіту» (Відомості Верховної Ради (ВВР), 2014, № 37-38, ст. 2004), «Методичними рекомендаціями для закладів вищої освіти з підтримки принципів академічної доброчесності» (Лист МОН № 1/9-650 від 23.10.2018), іншими нормативними документами. Зокрема, основні засади дотримання академічної доброчесності визначено у «Положенні про академічну доброчесність у Міжнародному гуманітарному університеті», «Кодексі академічної доброчесності Міжнародного гуманітарного університету» та «Інструкції щодо процедури технічної перевірки на наявність текстових запозичень (академічного плагіату)», затвердженої наказом Міжнародного гуманітарного університету № 708а від 03.05.2024.

Відповідно до ст. 42 Закону України «Про освіту» академічна доброчесність – це сукупність етичних принципів та визначених законом правил, якими мають керуватися учасники освітнього процесу під час навчання, викладання та провадження наукової (творчої) діяльності з метою забезпечення довіри до результатів навчання та/або наукових (творчих) досягнень.

Дотримання академічної доброчесності передбачає:

– самостійне виконання навчальних завдань, завдань поточного та підсумкового контролю результатів навчання (для осіб з особливими освітніми потребами ця вимога застосовується з урахуванням їхніх індивідуальних потреб і можливостей);

– посилання на джерела інформації у разі використання ідей, розробок, тверджень, відомостей;

– дотримання норм законодавства про авторське право і суміжні права;

– надання достовірної інформації про результати власної навчальної (наукової, творчої) діяльності, використані методики досліджень і джерела інформації.

11. РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

Основна

1. Жураковський Б. Ю. Комп’ютерні мережі. Частина 1. [навчальний посібник] / Б. Ю. Жураковський, І.О. Зенів. – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020. – 336 с.
2. Б. Ю. Жураковський. Комп’ютерні мережі. Частина 2. [навчальний посібник] / Б. Ю. Жураковський, І.О. Зенів. – Електронні текстові дані. – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020. – 372 с.
3. Азаров О. Д. Комп’ютерні мережі : підручник / О. Д. Азаров, С. М. Захарченко, О. В. Кадук та ін. − Вінниця : ВНТУ, 2020. − 378 с.
4. Карпенко М. Ю. Конспект лекцій з курсу «Комп’ютерні мережі» / М. Ю. Карпенко, Н. В. Макогон; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2019. – 99 с.
5. Блозва А.І. Комп’ютерні мережі [навчальний посібник] / А.І.Блозва, Ю.В.Матус, В.В.Смолій, Б.С.Гусєв, Д.Ю.Касаткін, Т.Ю.Осипова, Я.А.Савицька // - К.: Компрінт, 2017.- 821с.
6. Тарбаєв С.І. Проектування інфокомунікаційних мереж. Навчальний посібник. – Київ: ННІТІ ДУТ, 2019. – 186 ст.
7. Задерейко О. В. Комп’ютерні мережі : навчальний посібник [Електронне видання] / О. В. Задерейко, Н. І. Логінова, А. А. Толокнов. – Одеса : Фенікс, 2022. – 249 с.

Допоміжна

8. Comer D. E. Computer Networks and Internets. Global Edition : textbook / D. E. Comer. – 6th ed. – Boston : Pearson Education, 2016. – 672 p.
9. Kurose J. F. Computer Networking: A Top-Down Approach : textbook / J. F. Kurose, K. W. Ross. – 8th ed. – Boston : Pearson Education, 2021. – 864 p.
10. Peterson L. L. Computer Networks: A Systems Approach : textbook / L. L. Peterson, B. S. Davie. – 6th ed. – Amsterdam : Morgan Kaufmann, 2021. – 896 p.
11. Goralski W. The Illustrated Network: How TCP/IP Works in a Modern Network : textbook / W. Goralski. – 2nd ed. – Amsterdam : Morgan Kaufmann, 2017. – 936 p.
12. Odom W. CCNA 200-301 Official Cert Guide. Volume 1 / W. Odom. – 2nd ed. – Indianapolis : Cisco Press, 2024. – 1024 p.
13. Odom W. CCNA 200-301 Official Cert Guide. Volume 2 / W. Odom. – 2nd ed. – Indianapolis : Cisco Press, 2024. – 992 p.
14. Sequeira A. J. CCNA 200-301 Hands-on Mastery with Packet Tracer : practical guide / A. J. Sequeira, R. Wong. – 2nd ed. – Indianapolis : Cisco Press, 2024. – 704 p.
15. Sanders C. Practical Packet Analysis: Using Wireshark to Solve Real-World Network Problems : textbook / C. Sanders. – 3rd ed. – San Francisco : No Starch Press, 2021. – 432 p.
16. Limoncelli T. A. The Practice of Network and System Administration : textbook / T. A. Limoncelli, C. J. Hogan, S. R. Chalup. – 2nd ed. – Boston : Addison-Wesley, 2020. – 1040 p.
17. Hucaby D. CCNA 200-301 Portable Command Guide : reference guide / D. Hucaby, W. Odom. – 2nd ed. – Indianapolis : Cisco Press, 2024. – 352 p.

Інформаційні ресурси

18. Національна бібліотека України ім. В.І. Вернадського : веб-сайт. URL: http://www.nbuv.gov.ua
19. Он-лайн бібліотека. URL: http://www.lib.com.ua
20. MIT OpenCourseWare (OCW). URL: https://ocw.mit.edu/
21. Dive into Systems. URL: https://diveintosystems.org/
22. Open Textbook Library. URL: https://open.umn.edu/opentextbooks
23. Directory of Open Access Books (DOAB). URL: https://www.doabooks.org/
24. Cisco Networking Academy : educational portal. URL: https://www.netacad.com/
25. Internet Engineering Task Force (IETF) : official web-site. URL: https://www.ietf.org/

26. RFC Editor : Request for Comments (RFC) archive. URL: https://www.rfc-editor.org/
27. Internet Assigned Numbers Authority (IANA) : protocol parameters registry. URL: https://www.iana.org/
28. IEEE Standards Association : official standards portal. URL: https://standards.ieee.org/
29. IEEE 802 LAN/MAN Standards Committee : networking standards. URL: https://www.ieee802.org/
30. World Wide Web Consortium (W3C) : web standards specifications. URL: https://www.w3.org/
31. Wireshark Documentation : protocol analysis reference. URL: https://www.wireshark.org/docs/
32. Cisco Documentation : technical documentation and configuration guides. URL: https://www.cisco.com/c/en/us/support/index.html .
33. Juniper Networks TechLibrary : networking protocols and configuration guides. URL: https://www.juniper.net/documentation/