

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І

ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ

Кафедра комп'ютерних систем, мереж та кібербезпеки

“ЗАТВЕРДЖУЮ”
Декан факультету інформаційних технологій
проф. О.Г.Глазунова
2023 р.



СХВАЛЕНО
на засіданні кафедри
комп'ютерних систем,
мереж та кібербезпеки

Протокол №10 від «17» травня» 2023р.

Завідувач кафедри
(доц. Касаткін Д.Ю.)

РОЗГЛЯНУТО
Гарант ОП «Комп'ютерна інженерія»

(Нікітенко Є.В.)

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

«КОМП'ЮТЕРНІ МЕРЕЖІ»

(частина 1)

Спеціальність	<u>123 «Комп'ютерна інженерія»</u>
Освітня програма	<u>«Комп'ютерна інженерія»</u>
Факультет	<u>інформаційних технологій</u>
Розробник:	<u>Кулініч О.М., доцент, к.т.н., доцент</u>

Київ – 2023

1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, напрям підготовки, освітній ступінь	Характеристика навчальної дисципліни	
		денна форма навчання	заочна форма навчання
Кількість кредитів – 3	галузь знань 12 Інформаційні технології	Обов'язкова	
	123 «Комп'ютерна інженерія»		
Індивідуальне науково-дослідне завдання: -	Спеціальність	Рік підготовки:	
		3-й	
Загальна кількість годин – 90	Спеціальність	Семестр	
		6-й	
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 4 самостійної роботи студента – 2	Освітній ступінь «Бакалавр»	Лекції	
		30 год.	
		Практичні, семінарські	
		0 год.	
		Лабораторні	
		30 год.	
		Самостійна робота	
		30 год.	
Індивідуальне завдання: -			
Вид підсумкового контролю: 6 семестр – залік.			

2. МЕТА ТА ЗАВДАННЯ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Мета: метою викладання дисципліни є оволодіння студентами основними принципами побудови і засобами функціонування комп'ютерних мереж.

Після вивчення даної дисципліни студенти повинні знати:

- основні засоби комунікаційної техніки для створення комп'ютерних мереж, їх класифікацію і характеристики;
- призначення, особливості функціонування й концепції побудови локальних і глобальних комп'ютерних мереж;
- основні технології локальних комп'ютерних мереж і особливості їхнього застосування;
- основи організації й функціонування глобальних комп'ютерних мереж і послуги, що надаються користувачам такою мережею;
- склад і призначення програмних засобів, що забезпечують ефективну й безперебійну роботу сучасних комп'ютерних технологій.

вміти:

- обирати й обґрунтовувати вибір моделі побудови проектованої комп'ютерної мережі, мережевої архітектури, типу кабельної системи, конфігурації мережевого устаткування, необхідного для забезпечення нормальної роботи комп'ютерної мережі;
- планувати і реалізовувати комп'ютерні мережі, керувати мережевими ресурсами;
- підібрати комплекс необхідних апаратно-програмних засобів для реалізації комп'ютерної мережі;
- розширювати і модернізувати мережі, діагностувати та розв'язувати проблеми, що в них виникають.

отримати такі компетенції:

- інтегральна (здатність розв'язувати складні спеціалізовані задачі та практичні проблеми в галузі забезпечення інформаційної безпеки та\або кібербезпеки, що характеризується комплексністю та неповною визначеністю умов);
- загальні компетентності спеціальності (**КЗ**) (**ЗК1**. Здатність до абстрактного мислення, аналізу і синтезу. **ЗК2**. Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями).
- спеціальні (фахові, предметні) компетентності спеціальності (**СК**) (**СК1**. Здатність застосовувати законодавчу та нормативно-правову базу, а також державні та міжнародні вимоги, практики і стандарти з метою здійснення професійної діяльності в галузі комп'ютерної інженерії. **СК6**. Здатність проектувати, впроваджувати та обслуговувати комп'ютерні системи та мережі різного виду та призначення. **СК9**. Здатність системно адмініструвати, використовувати, адаптувати та експлуатувати наявні інформаційні технології та системи. **СК11**. Здатність оформляти отримані робочі результати у вигляді презентацій, науково-технічних звітів. **СК13**. Здатність вирішувати проблеми у галузі комп'ютерних та інформаційних технологій, визначати обмеження цих технологій).

Відповідно до освітньої програми «Комп'ютерна інженерія», вивчення навчальної дисципліни повинно забезпечити досягнення здобувачами вищої освіти таких програмних результатів навчання (**ПРН**):

ПРН1. Знати і розуміти наукові положення, що лежать в основі функціонування комп'ютерних засобів, систем та мереж.

ПРН2. Мати навички проведення експериментів, збирання даних та моделювання в комп'ютерних системах.

ПРН3. Знати новітні технології в галузі комп'ютерної інженерії.

ПРН4. Знати та розуміти вплив технічних рішень в суспільному, економічному, соціальному і екологічному контексті.

ПРН8. Вміти системно мислити та застосовувати творчі здібності до формування нових ідей.

ПРН13. Вміти ідентифікувати, класифікувати та описувати роботу комп'ютерних систем та їх компонентів.

ПРН15. Вміти виконувати експериментальні дослідження за професійною тематикою.

ПРН 21. Усвідомлювати необхідність навчання впродовж усього життя з метою поглиблення набутих та здобуття нових фахових знань, удосконалення креативного мислення.

3. ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Змістовий модуль 1

Основи комп'ютерних мереж

Тема 1. Еволюція комп'ютерних мереж. Загальні поняття. Визначення локальних мереж та їх ознаки.

Тема 2. Побудова локальних мереж за стандартами фізичного і каналного рівнів. Введення в мережеві рівні. Опис рівнів ISO/OSI. Структурована кабельна система. Мережеві адаптери, їх характеристики. Концентратори, їх основні та додаткові характеристики. Конструктивне виконання концентраторів. Мости, принцип їх функціонування. Комутатори локальних мереж. Технічна реалізація комутаторів. Функції комутаторів. Віртуальні локальні мережі.

Тема 3. Загальні принципи побудови мереж. Випадок з побудовою мережі між двома комп'ютерами. Проблеми фізичної передачі даних по лініях зв'язку. Топології комп'ютерних мереж.

Змістовий модуль 2

Локальні обчислювальні мережі

Тема 1. Технології локальних мереж.

Стандартизація протоколів локальних мереж. Технологія Ethernet. Продуктивність мереж Ethernet. Специфікації фізичного середовища Ethernet. Технологія FastEthernet. Специфікації фізичного середовища FastEthernet. Правила побудови сегментів FastEthernet. Високошвидкісна технологія GigabitEthernet.

Тема 2. Протоколи комп'ютерних мереж.

Поняття «Протокол». Протокол управління передачею TCP. Протокол дейтаграм UDP. Етапи TCP взаємодії. Міжмережвий протокол IP. Стек протоколу TCP/IP.

Тема 3 Адресація в IP-мережах.

Типи адрес. Класи адрес. Використання масок. Алгоритми присвоєння адрес.

Змістовий модуль 3

Глобальні мережі. Мережеві служби та мережева безпека

Тема 1. Поняття та визначення глобальних мереж.

Загальна структура та функції глобальних мереж. Типи глобальних мереж. IP в глобальних мережах.

Тема 2. Технологія MPLS.

Принципи та механізми побудови MPLS. Протокол LDP. Моніторинг шляхів LSP. Відмовостійкість MPLS.

Тема 3. Ethernet операторського класу.

Огляд версій Ethernet операторського класу. Технологія EoMPLS. Технологія Ethernet поверх Ethernet.

Тема 4. Служби в глобальних мережах.

Електронна пошта. Веб-служби. Протоколи передачі даних. Мережеве управління в IP-мережах.

Тема 5. Мережева безпека.

Основні поняття безпеки. Типи і приклади мережевих атак. Методи забезпечення безпеки. Аутентифікація, авторизація, аудит. Антивіруси. Мережеві екрани. Проксі-сервери.

4. СТРУКТУРА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин											
	Денна форма						Заочна форма					
	усього	у тому числі					усього	у тому числі				
		л	п	Лаб.	Інд.	с.р.		л	п	Лаб.	Інд.	с.р.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Змістовий модуль 1 Основи комп'ютерних мереж												
Тема 1. Еволюція комп'ютерних мереж. Загальні поняття. Визначення локальних мереж та їх ознаки.	4	2				2						
Тема 2. Побудова локальних мереж за стандартами фізичного і канального рівнів. Введення в мережеві рівні. Опис рівнів ISO/OSI. Структурована кабельна система. Мережеві адаптери, їх характеристики. Концентратори, їх основні та додаткові характеристики. Конструктивне виконання концентраторів. Мости, принцип їх функціонування. Комутатори локальних мереж. Технічна реалізація комутаторів. Функції комутаторів. Віртуальні локальні мережі.	16	4		6		6						
Тема 3. Загальні принципи побудови мереж. Випадок з побудовою мережі між двома	10	4		4		2						

комп'ютерами. Проблеми фізичної передачі даних по лініях зв'язку. Топології комп'ютерних мереж.											
Всього годин за змістовний модуль 1	30	10		10		10					
Змістовий модуль 2 Локальні обчислювальні мережі											
Тема 1. Технології локальних мереж. Стандартизація протоколів локальних мереж. Технологія Ethernet. Продуктивність мереж Ethernet. Специфікації фізичного середовища Ethernet. Технологія FastEthernet. Специфікації фізичного середовища FastEthernet. Правила побудови сегментів FastEthernet. Високошвидкісна технологія GigabitEthernet.	14	6		4		4					
Тема 2. Протоколи комп'ютерних мереж. Поняття «Протокол». Протокол управління передачею TCP. Протокол дейтаграм UDP. Етапи TCP взаємодії. Міжмережевий протокол IP. Стек протоколу TCP/IP.	10	2		4		4					
Тема 3 Адресація в IP-мережах. Типи адрес. Класи адрес. Використання масок.	6	2		2		2					

Алгоритми присвоєння адрес.												
Всього годин за змістовний модуль 2	30	10		10		10						
Змістовий модуль 3												
Глобальні мережі. Мережеві служби та мережева безпека												
Тема 1. Поняття та визначення глобальних мереж. Загальна структура та функції глобальних мереж. Типи глобальних мереж. IP в глобальних мережах.	4	2				2						
Тема 2. Технологія MPLS. Принципи та механізми побудови MPLS. Протокол LDP. Моніторинг шляхів LSP. Відмовостійкість MPLS.	8	2		4		2						
Тема 3. Ethernet операторського класу. Огляд версій Ethernet операторського класу. Технологія EoMPLS. Технологія Ethernet поверх Ethernet.	6	2		2		2						
Тема 4. Служби в глобальних мережах. Електронна пошта. Веб-служби. Протоколи передачі даних. Мережеве управління в IP-мережах.	6	2		2		2						
Тема 5. Мережева безпека. Основні поняття безпеки. Типи і приклади мережевих атак. Методи забезпечення безпеки. Аутентифікація, авторизація, аудит.	6	2		2		2						

Антивіруси. Мережеві екрани. Проксі-сервери.												
Всього годин за змістовний модуль 3	30	10		10		10						
Всього годин за семестр	90	30		30		30						

5. ТЕМИ СЕМІНАРСЬКИХ ЗАНЯТЬ

Семінарські заняття не передбачені програмою навчальної дисципліни.

6. ТЕМИ ПРАКТИЧНИХ ЗАНЯТЬ

Практичні заняття не передбачені програмою навчальної дисципліни.

7. ТЕМИ ЛАБОРАТОРНИХ ЗАНЯТЬ

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Базові налаштування та конфігурація комутаторів	2
2	Вивчення полів заголовків Ethernet II, робота зі sniffером WireShark	2
3	Базові налаштування та конфігурування комп'ютерної мережі.	2
4	Налаштування відповідної топології мережі із використанням CIDR і VLSM	2
5	Порядок конфігурації комп'ютерної мережі у якій функціонує DHCP сервер	2
6	Налаштування протоколу SSH	2
7	Створення невеликої комп'ютерної мережі засобами статичної маршрутизації	2
8	Конфігурування векторних протоколів маршрутизації для не великих офісів	2
9	Конфігурування InterVlan мереж та забезпечення переходу трафіку між сегментами мережі..	2
10	Конфігурування Access Control List на маршрутизаторах та ssh з'єднання з комутаторами.	4
11	Конфігурування DHCP на маршрутизаторах та налаштування протоколу dot1q на комутаторах.	4
12	Конфігурування NAT з перевантаженням та відпрацювання елементів захисту по периметру мережі	4
Разом		30

8. САМОСТІЙНА РОБОТА

№ з/п	Назва теми	Кількість годин (денна)

1	Еволюція комп'ютерних мереж	2
2	Загальні принципи побудови мереж	2
3	Протоколи комп'ютерних мереж	2
4	Технології локальних мереж	2
5	Адресація в IP-мережах	2
6	Побудова локальних мереж за стандартами фізичного і канального рівнів	4
7	Поняття та визначення глобальних мереж	4
8	Технологія MPLS	4
9	Ethernet операторського класу	4
10	Служби в глобальних мережах	2
11	Мережева безпека	2
Всього годин		30

9. ІНДИВІДУАЛЬНЕ ЗАВДАННЯ

Самостійна робота виконується у протягом семестру.

Мета, завдання і зміст самостійної роботи

Мета роботи: оволодіння навичками організації комп'ютерних мереж.

Завдання роботи: проектування компонентів комп'ютерних мереж в системах автоматизованого проектування; створення технічного завдання; створення плану приміщення; планування розміщення обладнання; прокладання магістралей; прокладання підключень споживачів; трасування з'єднань.

10. МЕТОДИ НАВЧАННЯ

Пояснювально-ілюстративний метод – застосовується в ході лекцій та у процесі самостійної роботи студентів для передачі великих масивів навчальної інформації в опрацьованому вигляді.

Репродуктивний метод – застосовується в ході лабораторних занять і процесі самостійної роботи, передбачає набуття студентами навичок використання визначених алгоритмів вирішення навчальних та професійних завдань.

Метод проблематизації та евристичний метод – застосовуються в ході лекційних, лабораторних занять, самостійної та індивідуальної роботи.

11. МЕТОДИ КОНТРОЛЮ

Поточний контроль – усне опитування в ході лекцій та лабораторних занять, перевірка конспектів (у тому числі самостійної роботи), оцінювання правильності вирішення тестових та практичних завдань на практичних заняттях.

Підсумковий контроль: 7 семестр – **екзамен**.

Контрольні питання, комплекти тестів для визначення рівня засвоєння знань студентами

1. Інфокомунікації. Інфокомунікаційні системи та мережі.
2. Стандартизація в сфері інформаційно-комунікаційних систем та мереж.
3. Етапи розвитку комп'ютерних та телекомунікаційних мереж.
4. Класифікація комп'ютерних мереж.
5. Можливості комп'ютерної мережі.

6. Основні апаратні та програмні компоненти комп'ютерної мережі.
7. Топології локальних комп'ютерних мереж.
8. Канал передачі даних.
9. Класифікація режимів та каналів передачі даних.
10. Середовища передачі даних в комп'ютерних мережах.
11. Матеріальні середовища передачі даних.
12. Нематеріальні середовища передачі даних.
13. Методи комутації в комп'ютерних мережах.
14. Еталонна модель взаємодії відкритих систем.
15. Еталонна модель OSI.
16. Протоколи фізичного рівня моделі OSI.
17. Протоколи канального рівня моделі OSI. Керування доступом.
18. Протоколи мережевого рівня моделі OSI.
19. Протоколи транспортного моделі OSI.
20. Протоколи сеансового рівня.
21. Протоколи рівня відображення та прикладного рівня.
22. Загальна характеристика технології Ethernet.
23. Метод доступу CSMA/CD.
24. Формати кадрів, адресація технології Ethernet.
25. Середовища передачі даних Ethernet.
26. Методика розрахунку конфігурації та максимальної продуктивності мережі, побудованої по технології Ethernet.
27. Загальна характеристика технології Token Ring.
28. Маркерний метод доступу до розділюваного середовища.
29. Метод доступу з раннім звільненням маркера.
30. Формати кадрів Token Ring.
31. Фізичний рівень технології Token Ring.
32. Загальна характеристика технології FDDI.
33. Метод доступу до розділюваного середовища FDDI.
34. Формати кадрів FDDI.
35. Фізичний рівень технології FDDI.
36. Загальна характеристика технології Fast Ethernet.
37. Фізичний рівень технології Fast Ethernet.
38. Загальна характеристика технології Gigabit Ethernet.
39. Фізичний рівень технології Gigabit Ethernet.
40. Загальна характеристика технології 10GE та технологій, що на ній базуються.
41. Фізичний рівень технології 10GE.
42. Безпроводні мережі стандарту 802.11.
43. Режимми доступу PCF та DCF.
44. Структурована кабельна система.
45. Характеристики та класифікація мережевих адаптерів.
46. Будова і функції концентратора.
47. Логічна структуризація комп'ютерних мереж.
48. Міст як засіб структуризації комп'ютерної мережі.
49. Комутатор як засіб структуризації комп'ютерної мережі.
50. Класифікація комутаторів.
51. Методи комутації.
52. Будова та принцип роботи комутатора на основі комутаційної матриці.
53. Будова та принцип роботи комутатора з загальною шиною.
54. Будова та принцип роботи комутатора з розділюваною багатовходовою пам'яттю.
55. Реалізація, характеристики та додаткові функції комутаторів.
56. Алгоритм та протокол покриваючого дерева.

57. Способи підвищення продуктивності каналів передачі даних в
 1. комп'ютерних мережах.
58. Поняття віртуальної локальної комп'ютерної мережі (VLAN).
59. Способи та стандарти організації VLAN.
60. Протоколи динамічної організації VLAN.
61. Реалізація міжмережевої взаємодії засобами TCP/IP.
62. IP-адресація.
63. Протокол IP.
64. Протокол TCP
65. Протокол UDP.
66. Протокол ICMP.
67. Протоколи ARP/RARP.
68. Протокол DHCP.
69. Класифікація програмного забезпечення для комутаторів та маршрутизаторів.
70. Принципи та методи маршрутизації.
71. Будова маршрутизатора
72. Функції маршрутизатора.
73. Класифікація маршрутизаторів.
74. Загальна характеристика Cisco IOS.
75. Особливості організації роботи ОС на маршрутизаторах та комутаторах фірми Cisco.
76. Класифікація протоколів маршрутизації.
77. Маршрутизація без таблиць (статична маршрутизація та маршрутизація по замовчуванню).
78. Адаптивна маршрутизація: дистанційно-векторні алгоритми та алгоритми по стану каналу.
79. Дистанційно-векторні протоколи маршрутизації та протоколи маршрутизації по стану каналу.
80. Внутрішні та зовнішні шлюзові протоколи.
81. Загальна характеристика протоколу RIP. Застосування та перспективи протоколу.
82. Побудова таблиці маршрутизації та обмін маршрутною інформацією в протоколі RIP. Методи боротьби з хибними маршрутами в протоколі RIP.

12. РОЗПОДІЛ БАЛІВ ТА КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ

12.1. Розподіл балів, які отримують студенти

Оцінювання знань студента здійснюється за 100-бальною шкалою (для екзаменів і заліків).

12.2. Нарахування балів під час поточного контролю

Форма поточного контролю	Максимальна сума балів за одну тему
Активність та виконання завдань на практичному занятті	1,5
Виконання самостійної роботи	1,5
Виконання наукової роботи	12

Нарахування балів за наукову роботу

Зміст роботи	Бали за зміст	Максимальна кількість балів
Підготовка доповіді за обраною темою, виступ з доповіддю за темою дисципліни на конференції	1-12	12

Підготовка за темою дисципліни статті, роботи на конкурс	12	12
--	----	----

Оцінювання знань студента відбувається за 100-бальною шкалою і переводиться в національні оцінки згідно з табл.1 «Положення про екзамени та заліки у НУБіП України» (наказ про введення в дію від 26.04.2023 р. № 10)

національна	Рейтинг здобувача вищої освіти, бали
Відмінно	90-100
Добре	74-89
Задовільно	60-73
Незадовільно	0-59

Примітки. 1. Відповідно до «Положення про кредитно-модульну систему навчання в НУБіП України», затвердженого ректором університету 03.04.2011 р., рейтинг студента з навчальної роботи $R_{\text{нр}}$ стосовно вивчення певної дисципліни визначається за формулою

$$R_{\text{нр}} = \frac{0,7 \cdot (R_{\text{зм}}^{(1)} \cdot K_{\text{зм}}^{(1)} + R_{\text{зм}}^{(2)} \cdot K_{\text{зм}}^{(2)} + R_{\text{зм}}^{(3)} \cdot K_{\text{зм}}^{(3)})}{K_{\text{дис}}} + R_{\text{др}} + R_{\text{штр}} ,$$

де $R_{\text{зм}}^{(1)}, \dots, R_{\text{зм}}^{(3)}$ – рейтингові оцінки змістових модулів за 100-бальною шкалою;

$K_{\text{зм}}^{(1)}, \dots, K_{\text{зм}}^{(3)}$ – кількість кредитів ECTS, передбачених робочим навчальним планом для відповідного змістового модуля;

$K_{\text{дис}} = K_{\text{зм}}^{(1)} + K_{\text{зм}}^{(2)} + K_{\text{зм}}^{(3)}$ – кількість кредитів ECTS, передбачених робочим навчальним планом для дисципліни у поточному семестрі ($K_{\text{дис}}=2,5$);

$R_{\text{др}}$ – рейтинг з додаткової роботи;

$R_{\text{штр}}$ – рейтинг штрафний.

Наведену формулу можна спростити, якщо прийняти $K_{\text{зм}}^{(1)} = 0,6\text{кр}$, $K_{\text{зм}}^{(2)} = 1,5\text{кр}$, $K_{\text{зм}}^{(3)} = 0,4\text{кр}$. Тоді вона буде мати вигляд

$$R_{\text{нр}} = \frac{0,7 \cdot (R_{\text{зм}}^{(1)} \cdot 0,6 + R_{\text{зм}}^{(2)} \cdot 1,5 + R_{\text{зм}}^{(3)} \cdot 0,4)}{2,5} + R_{\text{др}} + R_{\text{штр}} ,$$

Рейтинг з додаткової роботи $R_{\text{др}}$ додається до $R_{\text{нр}}$ і не може перевищувати 20 балів. Він визначається лектором і надається студентам рішенням кафедри за виконання робіт, які не передбачені навчальним планом, але сприяють підвищенню рівня знань студентів з дисципліни.

Рейтинг штрафний $R_{\text{штр}}$ не перевищує 5 балів і віднімається від $R_{\text{нр}}$. Він визначається лектором і вводиться рішенням кафедри для студентів, які матеріал змістового модуля засвоїли невчасно, не дотримувалися графіка роботи, пропускали заняття тощо.

13. Методичне забезпечення

1. Електронний навчальний курс на платформі Elearn - вміщує повне методичне забезпечення включаючи: лекції, презентації до лекцій, методичні вказівки до виконання лабораторних робіт, глосарій термінів тощо.

14. РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

Основна література

1. Кулаков, Ю. О. Комп'ютерні мережі [Електронний ресурс] : навчальний посібник/ Кулаков Ю. О. ; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022. – 247 с.
2. КОМП'ЮТЕРНІ МЕРЕЖІ. Навч. посіб./ Б. Ю. Жураковський, І.О. Зенів; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020. – 336 с.

Додаткова література

1. Адміністрування комп'ютерних систем і мереж. Хомуляк М.О. – К.: Магнолія, 2023. – 154 с.
2. Коробейнікова Т. І., Захарченко С. М. Комп'ютерні мережі. Видавництво: Львівська політехніка, 2022, 228 с.
3. Городецька, О. С. Комп'ютерні мережі : навчальний посібник / О. С. Городецька, В. А. Гикавий, О. В. Онишук. – Вінниця : ВНТУ, 2017. – 129 с.
4. Naha B. Switching, Routing, and Wireless Essentials Companion Guide (CCNAv7). Hoboken : Cisco Press, 2020. 1669 p.
5. Lammle T. CompTIA Network+ Study Guide: Exam N10-008 (Sybex Study Guide). Sybex, 2021. 1008 p.
6. Jernigan S. CompTIA Network+ Certification All-in-One Exam Guide, Eighth Edition (Exam N10-008) / ed. by M. Meyers. eBook : McGraw Hill, 2022. 1255 p.

15. ІНФОРМАЦІЙНІ РЕСУРСИ

1. Офіційний сайт Національної бібліотеки України імені В.І. Вернадського <http://www.nbuv.gov.ua>
2. Мережева академія CISCO. Режим доступу: <https://netacad.com>