

Міністерство освіти і науки України  
Національний аерокосмічний університет ім. М. Є. Жуковського  
«Харківський авіаційний інститут»

Кафедра комп'ютерних наук та інформаційних технологій (№ 302)

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Гарант освітньої програми

  
(підпис) О.В. Малєєва  
(ініціали та прізвище)

« 29 » \_\_ 08 \_\_ 2023 р.

**РОБОЧА ПРОГРАМА ОBOB'ЯЗКОВОЇ  
НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

Комп'ютерні мережі в інформаційних системах  
(назва навчальної дисципліни)

Галузь знань: 12 «Інформаційні технології»  
(шифр і найменування галузі знань)

Спеціальність: 126 «Інформаційні системи та технології»  
(код та найменування спеціальності)

Освітня програма: «Розподілені інформаційні системи»  
(найменування освітньої програми)

**Форма навчання: денна**

**Рівень вищої освіти: перший (бакалаврський)**

**Харків 2023 рік**


Розробник: Кулик Ю.О., доцент, к.т.н., доцент  
(прізвище та ініціали, посада, науковий ступінь та вчене звання)

  
(підпис)

Робочу програму розглянуто на засіданні кафедри комп'ютерних наук та інформаційних технологій

Протокол № 659/09 від « 29 » серпня 2023 р.

Завідувач кафедри д.т.н., проф.  
(науковий ступінь і вчене звання)

  
(підпис)

О.Є. Федорович  
(ініціали та прізвище)

## 1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, спеціальність, освітня програма, рівень вищої освіти	Характеристика навчальної дисципліни (денна форма навчання)
Кількість кредитів – 4,5	<p><b>Галузь знань:</b> <u>12 «Інформаційні технології»</u></p> <p><b>Спеціальність:</b> <u>126 «Інформаційні системи та технології»</u></p> <p><b>Освітні програми:</b> <u>«Розполічені інформаційні системи»</u></p> <p><b>Рівень вищої освіти:</b> перший (бакалаврський)</p>	Цикл професійної підготовки обов'язкова
Кількість модулів – 2		<b>Навчальний рік</b>
Кількість змістових модулів – 2		2023/2024
Індивідуальне завдання <u>немає</u> <small>(назва)</small>		<b>Семестр</b>
Загальна кількість годин: денна – 64 <sup>1</sup> /135		7-й
Кількість тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 4 самостійної роботи студента – 5		<b>Лекції</b> <sup>1)</sup>
		32 години
		<b>Практичні, семінарські</b> <sup>1)</sup>
		- -
	<b>Лабораторні</b> <sup>1)</sup>	
	32 години	
	<b>Самостійна робота</b>	
	71 година	
	<b>Вид контролю</b> Модульний контроль, іспит	

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної роботи становить:

для денної форми навчання – 64/71.

<sup>1)</sup> Аудиторне навантаження може бути зменшене або збільшене на одну годину в залежності від розкладу занять.

## 2. Мета та завдання навчальної дисципліни

**Мета вивчення:** засвоєння студентами основних принципів і методів побудови, проектування, налаштування і використання комп'ютерних мереж (КМ) в інформаційних системах.

**Завдання:** вивчення основ побудови КМ, їх налаштування та використання в складі різних інформаційно-управляючих систем.

Згідно з вимогами освітньо-професійної програми студенти повинні досягти таких **загальних компетентностей:**

- КЗ 1. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.
- КЗ 2. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.
- КЗ 3. Здатність до розуміння предметної області та професійної діяльності.
- КЗ 4. Здатність спілкуватися іноземною мовою.
- КЗ 5. Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.
- КЗ 6. Здатність до пошуку, оброблення та узагальнення інформації з різних джерел.

Згідно з вимогами освітньо-професійної програми студенти повинні досягти таких **спеціальних компетентностей:**

- КС 1. Здатність аналізувати об'єкт проектування або функціонування та його предметну область.
- КС 2. Здатність застосовувати стандарти в області інформаційних систем та технологій при розробці функціональних профілів, побудові та інтеграції систем, продуктів, сервісів і елементів інфраструктури організації.
- КС 3. Здатність до проектування, розробки, налагодження та вдосконалення системного, комунікаційного та програмно-апаратного забезпечення інформаційних систем та технологій, Інтернету речей (IoT), комп'ютерно-інтегрованих систем та системної мережної структури, управління ними.
- КС 10. Здатність вибору, проектування, розгортання, інтегрування, управління, адміністрування та супроводжування інформаційних систем, технологій та інфокомунікацій, сервісів та інфраструктури організації.
- КС 12. Здатність управляти та користуватися сучасними інформаційно-комунікаційними системами та технологіями (у тому числі такими, що базуються на використанні Інтернет).

Згідно з вимогами освітньо-професійної програми студенти повинні досягти таких **програмних результатів навчання:**

- ПР 3. Використовувати базові знання інформатики й сучасних інформаційних систем та технологій, навички програмування, технології безпечної роботи в комп'ютерних мережах, методи створення баз даних та інтернет-ресурсів, технології розроблення алгоритмів і комп'ютерних програм мовами високого рівня із застосуванням об'єктно-орієнтованого програмування для розв'язання задач проектування і використання інформаційних систем та технологій.

– ПР 4. Проводити системний аналіз об'єктів проектування та обґрунтовувати вибір структури, алгоритмів та способів передачі інформації в інформаційних системах та технологіях.

– ПР 5. Аргументувати вибір програмних та технічних засобів для створення інформаційних систем та технологій на основі аналізу їх властивостей, призначення і технічних характеристик з урахуванням вимог до системи і експлуатаційних умов; мати навички налагодження та тестування програмних і технічних засобів інформаційних систем та технологій.

– ПР 7. Обґрунтовувати вибір технічної структури та розробляти відповідне програмне забезпечення, що входить до складу інформаційних систем та технологій.

– ПР 9. Здійснювати системний аналіз архітектури підприємства та його ІТ-інфраструктури, проводити розроблення та вдосконалення її елементної бази і структури

### **Пререквизити:**

- ОК4, «Вступ до спеціальності»
- ОК8, «Структуризація інформації в управлінні»
- ОК12, «Мобільні та хмарні технології»
- ОК19, «Архітектура ІТ-інфраструктури підприємств»
- ОК20, «Операційні системи»
- ОК22, «Системне уявлення та інтеграція інформаційних систем»
- ОК25, «Моделювання процесів та систем»
- ВК4, «Мовні компетентності (іноземна мова)»
- ВК10, «Minor. Дисципліна 2».

### **Кореквизити:**

- ОК34, «Захист інформації в комп'ютерних системах»
- ВК15, «Дисципліна індивідуального вибору 3».

## **3. Програма навчальної дисципліни**

### **Модуль 1**

#### **Змістовий модуль 1. Основи комп'ютерних мереж**

#### **Тема 1. Вступ до навчальної дисципліни «Комп'ютерні мережі в інформаційних системах».**

Предмет, задачі та структура курсу. Список рекомендованої літератури. Огляд еволюції комп'ютерних мереж. Класифікація КМ. Глобальні та локальні мережі. Широкомовні та послідовні топології. Селекція та комутація. Комутація каналів, повідомлень та пакетів. Сучасні методи комутації.

#### **Тема 2. Основи організації КМ.**

Структури КМ та їх взаємозв'язок. Архітектура КМ. Програмна та технічна структури. Архітектура відкритих систем. Протоколи, інтерфейси, сервіси.

#### **Тема 3. Еталонні моделі та стандартизація КМ.**

Семирівнева модель OSI/ISO. Структура семирівневої моделі. Процес та транспортна мережа. Призначення рівнів. Модель протоколів TCP/IP. Особливості моделі TCP/IP. Протоколи мережі TCP/IP. Порівняння моделей, їх

переваги та недоліки. Міжнародна стандартизація в комп'ютерних мережах. Міжнародні організації в галузі стандартизації телекомунікацій.

#### **Тема 4. Фізичний рівень в КМ.**

Структура лінії зв'язку. Види ліній зв'язку. Фізичне середовища, що використовуються в комп'ютерних мережах. Коаксіальний кабель, вита пара, оптоволоконний кабель. Порівняння видів фізичного середовища. Інші види фізичного середовища, їх сфера застосування.

Передача сигналів на фізичному рівні. Характеристики ліній зв'язку. Методи передачі сигналів по лініях зв'язку. Аналогова модуляція. Кодування на фізичному рівні.

#### **Тема 5. Структуровані кабельні системи.**

Основні положення структурованих кабельних мереж (СКС). Компоненти структурованих кабельних систем. Архітектура структурованих кабельних систем.

#### **Тема 6. Технології первинних мереж.**

Цифрові первинні мережі. Телефонна мережа. Структура телефонної мережі. Аналогові та цифрові лінії зв'язку. Технології первинних мереж PDH, SDH. Технологія ISDN. Технологія ADSL.

#### **Тема 7. Канальний рівень КМ.**

Задачі канального рівня. Види сервісу на канальному рівні. Обмеження кадрів на канальному рівні. Методи забезпечення надійної передачі даних. Поміхозахисне кодування на канальному рівні.

#### **Тема 8. Доступ до середовища на канальному рівні.**

Канал множинного доступу на канальному рівні. Системи з каналом множинного доступу. Локальні мережі. Супутникові мережі. Пакетні мережі. Класифікація методів множинного доступу. Особливості методів множинного доступу в різних системах.

#### **Тема 9. Канальний рівень в локальних мережах.**

Стандарти локальних мереж канального рівня. Підрівень LLC. Структура пакетів LLC. Технологія Ethernet. Метод множинного доступу з контролем несучої та виявленням конфліктів. Кадри Ethernet. Фізичний рівень Ethernet. Концентратори. Топологія мережі на основі різних фізичних середовищ. Методика оцінки топології мережі Ethernet.

#### **Тема 10. Комутований Ethernet.**

Стандарти Ethernet. Логічна структуризація локальних мереж. Мости та комутатори. Алгоритм прозорого моста. Мікросегментація. Архітектура комутаторів. Комутаційна матриця, розділена пам'ять, спільна шина, гібридні комутатори. Основні функції комутаторів. Конструктивне виконання комутаторів. Віртуальні локальні мережі. Недоліки комутаторів.

#### **Тема 11. Технологія Wi-Fi.**

Основи Wi-Fi. Типи структур Wi-Fi. Стек протоколів 802.11. Фізичний рівень Wi-Fi. Підрівень MAC Wi-Fi. Кадри Wi-Fi. Сервіси Wi-Fi. Безпека Wi-Fi.

#### **Модульний контроль.**

## **Змістовий модуль 2. Технології комп'ютерних мереж.**

### **Тема 12. Мережний рівень КМ.**

Місце мережного рівня в стеках протоколів. Внутрішня побудова мережного рівня. Задачі мережного рівня. Об'єднання мереж. Маршрутизація в мережах. Перенавантаження. Якість сервісу на мережному рівні.

### **Тема 13. Адресування в TCP/IP.**

IP адресування. Доменні імена. Служба DNS.

### **Тема 14. Мережний рівень в мережах TCP/IP.**

Протоколи мережного рівня в мережах TCP/IP. Протокол IP. Маршрутизатори. Рівні маршрутизації в Інтернет. Протокол RIP. Протокол OSPF. Протокол BGP.

### **Тема 15. Управляючі служби та протоколи мережного рівня.**

Служби та протоколи мережного рівня. NAT. Протокол ICMP. Протокол ARP. Протокол DHCP.

### **Тема 16. Транспортний рівень КМ.**

Транспортний рівень в стеках протоколів. Рівні в обладнанні. Сервіс для верхніх рівнів. Особливості транспортного рівня. Якість сервісу на транспортному рівні. Мультиплексування. Порти. Примітиви транспортного рівня. Сокети Берклі. Протокол TCP. Протокол UDP.

### **Тема 17. Організація та послуги Інтернет.**

Організаційна структура Інтернет. Опорна мережа Інтернет. Оператори та провайдери послуг Інтернет. Послуги отримання доступу до Інтернет. Управління адресним простором Інтернет. Накладені мережі. Приватні мережі. Віртуальні приватна мережа. Технології віртуальних мереж

### **Тема 18. Технології мереж.**

Технологія локальних мереж. Технології Token Ring та FDDI. Технології мереж доступу. Технологія глобальних мереж. Технології Frame Relay, ATM, DWDM.

## **4. Структура навчальної дисципліни**

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин				
	усього	у тому числі			
		л	п	лаб	с.р.
<b>Модуль 1</b>					
<b>Змістовий модуль 1. Основи комп'ютерних мереж</b>					
Тема 1. Вступ до навчальної дисципліни «Комп'ютерні мережі»	5	1	-	-	4
Тема 2. Основи організації КМ	3	2	-	-	1
Тема 3. Еталонні моделі та стандартизація КМ	6	2	-	-	4
Тема 4. Фізичний рівень в КМ	8	2	-	-	6
Тема 5. Структуровані кабельні системи	5	1	-	-	4
Тема 6. Технології фізичного рівня	1	1	-	-	-

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин				
	усього	у тому числі			
		л	п	лаб	с.р.
Тема 7. Канальний рівень КМ	6	1	-	4	1
Тема 8. Доступ до середовища на канальному рівні	2	2	-	-	-
Тема 9. Канальний рівень в локальних мережах	16	4	-	6	6
Тема 10. Комутований Ethernet	9	3	-	4	2
Тема 11. Технологія Wi-Fi	6	2	-	-	4
Модульний контроль	1	1			
<b>Усього годин</b>	<b>64</b>	<b>19</b>	<b>-</b>	<b>14</b>	<b>31</b>
<b>Модуль 2</b>					
<b>Змістовий модуль 2. Технології комп'ютерних мереж.</b>					
Тема 12. Мережний рівень КМ	14	2	-	4	8
Тема 13. Адресування в TCP/IP	14	2	-	6	6
Тема 14. Мережний рівень в мережах TCP/IP	12	2	-	4	6
Тема 15. Управляючі служби та протоколи мережного рівня	16	2	-	4	10
Тема 16. Транспортний рівень	4	2	-	-	2
Тема 17. Організація та послуги Інтернет	5	1	-	-	4
Тема 18. Технології мереж	5	1			4
Модульний контроль	1	1			
<b>Усього годин</b>	<b>71</b>	<b>13</b>	<b>-</b>	<b>18</b>	<b>40</b>
<b>Усього годин</b>	<b>135</b>	<b>32</b>	<b>-</b>	<b>32</b>	<b>71</b>

### 5. Теми семінарських занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Не передбачено навчальним планом	

### 6. Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Не передбачено навчальним планом	

### 7. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість Годин
1	Моделювання простої локальної мережі.	4
2	Вступ в міжмережеву операційну систему IOS .	6
3	Статична маршрутизація.	4
4	Безкласова маршрутизація CIDR, маски VLSM.	6



5	Списки управління доступом ACL.	4
6	Трансляція мережних адрес.	4
7	Динамічна маршрутизація. Протокол RIP.	4
	<b>Разом</b>	<b>32</b>

## 8. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми самостійної роботи	Тема	Кількість годин
1	Глобальні та локальні мережі	1	2
2	Методи комутації в комп'ютерних мережах	1	2
3	Проблематика передачі даних в розподілений системах	2	1
4	Прикладні протоколи мережі TCP/IP	3	4
5	Види витої пари. Стандарти витої пари	4	2
6	Оптоволоконний кабель. Види оптоволоконних кабелів	4	2
7	Характеристики фізичних ліній зв'язку	4	2
8	Інтелектуальна будівля	5	4
9	Протоколи канального рівня	7	1
10	Високошвидкісні стандарти мереж Ethernet.	9	4
11	Методика розрахунку топології мережі Ethernet	9	1
12	Допоміжні функції комутаторів	10	2
13	Нові стандарти Wi-Fi	11	4
14	Об'єднання мереж на мережному рівні	12	4
15	Маршрутизатор	12	4
16	Розробка адресного плану корпоративної мережі	13	6
17	Протоколи маршрутизації мереж TCP/IP	14	6
18	Списки доступу ACL	15	6
19	Трансляція мережних адрес NAT	15	4
20	Протокол TCP	16	2
21	Побудова корпоративної мережі на основі Інтернет	17	4
22	Технології локальних мереж	18	2
23	Технології глобальних мереж	18	2
	<b>Разом</b>		<b>71</b>

## 9. Індивідуальні завдання

Не передбачено навчальним планом.

## 10. Методи навчання

Проведення аудиторних лекцій, лабораторних занять, індивідуальні консультації (при необхідності), самостійна робота студентів за матеріалами, опублікованими кафедрою (методичні посібники).

## 11. Методи контролю

Проведення поточного контролю, письмового модульного контролю, фінальний контроль у вигляді іспиту.

## 12. Критерії оцінювання та розподіл балів, які отримують студенти

### 12.1. Розподіл балів, які отримують студенти (кількісні критерії оцінювання)

Складові навчальної роботи	Бали за одне заняття	Кількість занять	Сумарна кількість балів
<b>Змістовний модуль 1</b>			
Робота на лекціях	0...0	11	0...0
Виконання і захист лабораторних робіт	0...9	2	0...18
Модульний контроль	0...17	1	0...17
<b>Змістовний модуль 2</b>			
Робота на лекціях	0...0	13	0...0
Виконання і захист лабораторних робіт	0...9	5	0...45
Модульний контроль	0...20	1	0...20
<b>Усього за семестр</b>			<b>0...100</b>

Семестровий контроль (іспит) проводиться у разі відмови студента від балів поточного тестування й за наявності допуску до іспиту. Під час складання семестрового іспиту студент має можливість отримати максимум 100 балів.

Білет для іспиту складається з 3 теоретичних запитань. За повну правильну відповідь на два перших запитання студент отримує по 30 балів. За повну правильну відповідь на останнє запитання – 40 балів.

### 12.2. Якісні критерії оцінювання

Необхідний обсяг знань для одержання позитивної оцінки:

- основні поняття та визначення КМ;
- принципи побудови, основні елементи та класифікацію КМ;
- принципи функціонування та взаємодії апаратних та програмних засобів КМ на різних рівнях;
- основні протоколи стеку TCP/IP;
- способи налаштування обладнання мереж TCP/IP.

Необхідний обсяг вмінь для одержання позитивної оцінки:

- формувати цілі й задачі побудови КМ;

- практично використовувати методологію системного підходу при проектуванні корпоративних КМ;
- аналізувати та обирати технології для використання в КМ;
- підключати персональний комп'ютер до мережі;
- налаштовувати обладнання локальних мереж;
- налаштовувати маршрутизатор для взаємодії локальних мереж;
- використовувати сервіси КМ;

### **12.3 Критерії оцінювання роботи студента протягом семестру**

**Задовільно (60-74).** Мати мінімум знань та умінь. Відпрацювати та захистити всі лабораторні роботи. Знати визначення, принципи функціонування технологій, що вивчалися. Вміти самостійно аналізувати та обирати технології комп'ютерної мережі організації. Знати основи IP-адресування. Вміти налаштовувати підключення комп'ютерів до локальної мережі організації. Знати як розробляти адресний план мережі та використовувати його при налаштуванні статичної та динамічної маршрутизації, списків доступу, трансляції мережних адрес.

**Добре (75-89).** Мати тверді знання по дисципліні, що розглядається, виконати усі завдання. Показати вміння виконувати та захищати всі лабораторні роботи в обумовлений викладачем строк з обґрунтуванням рішень та заходів, які запропоновано у роботах. Вміти обґрунтовувати вибір технологій комп'ютерних мереж для використання в корпоративній мережі організації/підприємства. Знати принципи побудови, основні типи, призначення та основні характеристики основних протоколів стеку TCP/IP. Вміти налаштовувати маршрутизатори для взаємодії віддалених філій організації/підприємства. Вміти розробляти адресний план мережі та як використовувати його при налаштуванні статичної та динамічної маршрутизації, списків доступу, трансляції мережних адрес.

**Відмінно (90-100).** Повністю знати основний та додатковий матеріал. Знати усі теми. Орієнтуватися у підручниках та посібниках. Безпомилково виконувати та захищати всі лабораторні роботи в обумовлений викладачем строк з докладним обґрунтуванням рішень та заходів, які запропоновано у роботах. Досконально знати усі технології комп'ютерних мереж, що вивчалися, вміти використовувати ці знання при проектуванні комп'ютерних мереж організації/підприємства. Вміти налаштовувати маршрутизатори корпоративної мережі, що працюють під управлінням операційної системи CISCO IOS. Вміти розробляти адресний план мережі та використовувати його при налаштуванні статичної та динамічної маршрутизації, списків доступу, трансляції мережних адрес.

**Шкала оцінювання: бальна і традиційна**

Сума балів	Оцінка за традиційною шкалою	
	Іспит, диференційований залік	Залік
90 – 100	Відмінно	Зараховано
75 – 89	Добре	
60 – 74	Задовільно	
0 – 59	Незадовільно	Не зараховано

### 13. Методичне забезпечення

- Кулик Ю.О. Комп'ютерні мережі. Презентації лекцій, 2022 [Електронний ресурс] Режим доступу:  
<https://mentor.khai.edu/mod/folder/view.php?id=34622>
- Кулик, Ю. О. Комп'ютерні мережі [Електронний ресурс]: навч. посіб. до лаб. практикуму, Ч.1 / Ю. О. Кулик, М. О. Момот, О. А. Рева. – Харків : Нац. аерокосм. ун-т ім. М. Є. Жуковського «Харків. авіац. ін-т», 2018. – 106 с.  
Режим доступу:  
[http://library.khai.edu/library/fulltexts/metod/Kulyk\\_Kompyuterni\\_Merezhi\\_1.pdf](http://library.khai.edu/library/fulltexts/metod/Kulyk_Kompyuterni_Merezhi_1.pdf)
- Кулик, Ю. О. Комп'ютерні мережі [Електронний ресурс]: навч. посіб. до лаб. практикуму, Ч.2 / Ю. О. Кулик, М. О. Момот, Л. С. Смідович, А. В. Калмиков. – Харків : Нац. аерокосм. ун-т ім. М. Є. Жуковського «Харків. авіац. ін-т», 2019. – 78 с.  
Режим доступу:  
[http://library.khai.edu/library/fulltexts/metod/Kulyk\\_Kompyuterni\\_Merezhi\\_2.pdf](http://library.khai.edu/library/fulltexts/metod/Kulyk_Kompyuterni_Merezhi_2.pdf)
- Кулик Ю.О. Комп'ютерні мережі: методичні вказівки до самостійної роботи / Ю. О. Кулик, М. О. Момот, О. А. Рева, Л.С. Смідович – Харків : Нац. аерокосм. ун-т ім. М. Є. Жуковського «Харків. авіац. ін-т», 2022. – 40 с.

### 14. Рекомендована література

#### Базова література

- Ахрамович В.М. Комп'ютерні мережі: навч. посіб. К.:ДП «Інформ.-аналіт. Агенство», 2010. – 352 с.
- Буров Є.В. Комп'ютерні мережі: підручник. – Львів: «Магнолія 2006», 2010. – 262 с.
- A. Tanenbaum, D. Wetherall. Computer Networks (5th Edition), Pearson; 5 edition, 2010, 960p.
- Тарнавський Ю.А. Організація комп'ютерних мереж : підручник / Ю.А.Тарнавський, І.М.Кузьменко. – К.: КПІ ім. Ігора Сікорського, 2018. – 259 с.
- Комп'ютерні мережі : підручник / [Азаров О. Д., Захарченко С. М., Кадук О. В. та ін.]. – Вінниця : ВНТУ, 2020. – 378 с.
- 

#### Допоміжна література

- Кулаков Ю.О. Комп'ютерні мережі: навч. посіб. / Ю.О. Кулаков, – Київ, КПІ ім. Ігоря Сікорського 2022. – 246 с.

2. Кулаков Ю.О. Комп'ютерні мережі : навч. посібник з грифом МОН України / Ю. О. Кулаков, І. А. Жуков. – Вид-во Нац. Авіа. Ун-ту «НАУ-друк», 2009.– 329с.
3. Комп'ютерні мережі. Книга 1 : навч. посібник / А. Г. Микитишин, М. М. Митник, П. Д. Стухляк, В. В. Пасічник .– Львів : «Магнолія 2006», 2013. – 256 с.
4. Комп'ютерні мережі. Книга 2 : навч. посібник / А. Г. Микитишин, М. М. Митник, П. Д. Стухляк, В. В. Пасічник .– Львів : «Магнолія 2006», 2013. – 328 с.
5. Wendell Odom. CCNA 200-301 Official Cert Guide Library 1st Edition, Ciscopress.com, 2019.

## 15. Інформаційні ресурси

1. Кулаков Ю.О. Комп'ютерні мережі: навч. посіб. / Ю.О. Кулаков, – Київ, КПІ ім. Ігоря Сікорського 2022. – 246 с.  
Режим доступу:  
[https://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/51465/1/Kompiuterni\\_merezhi.docx](https://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/51465/1/Kompiuterni_merezhi.docx)
2. Азаров О. Д. Комп'ютерні мережі: Підручник / Азаров О. Д., Захарченко С. М., Кадук О. В., Орлова М. М., Тарасенко В. П., - Вінниця, ВНТУ 2020, 378 с.  
Режим доступу:  
[http://pdf.lib.vntu.edu.ua/books/IRVC/Azarov\\_2020\\_378.pdf](http://pdf.lib.vntu.edu.ua/books/IRVC/Azarov_2020_378.pdf)