

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЗАХІДНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ФАКУЛЬТЕТ КОМП'ЮТЕРНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

ЗАТВЕРДЖУЮ
В.о. декана факультету
комп'ютерних інформаційних
технологій
Ігор ЯКИМЕНКО
" " 2023 Р.

ЗАТВЕРДЖУЮ:
Директор навчально-наукового
інституту новітніх освітніх
технологій
Святослав ПИТЕЛЬ
" " 2023 р.

ЗАТВЕРДЖУЮ
В.о. проректора
з науково-педагогічної роботи
Виктор ОСТРОВЕРХОВ
" " 2023 р.

РОБОЧА ПРОГРАМА

з дисципліни «Організація комп'ютерних мереж»

ступінь вищої освіти – бакалавр

галузь знань – 12 «Інформаційні технології»

спеціальність – 126 «Інформаційні системи та технології»

освітньо-професійна програма – «Інформаційні системи та технології»

Кафедра інформаційно-обчислювальних систем і управління

Форма навчання	Курс	Семестр	Лекції (год.)	Лабораторні заняття (год.)	ІРС (год.)	Тренінг, КПЗ (год.)	Самост. робота студ. (год.)	Разом (год.)	Екз. (сем.)
Денна	3	5	28	28	3	8	83	150	5
Заочна	3	5, 6	8	4	–	–	138	150	6

Тернопіль – ЗУНУ
2023

31.01.2023
[Signature]

Робоча програма складена на основі освітньо-професійної програми підготовки бакалавра галузі знань 12 Інформаційні технології спеціальності 126 Інформаційні системи та технології, затвердженої Вченою Радою ЗУНУ (протокол № 9 від 26 травня 2021 р.).

Робочу програму склав: доцент кафедри ІОСУ, к.т.н. Олександр ОСОЛІНСЬКИЙ

Робоча програма затверджена на засіданні кафедри інформаційно-обчислювальних систем і управління, протокол № 1 від 29 серпня 2023 р.

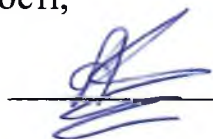
Завідувач кафедри



Мирослав КОМАР

Розглянуто та схвалено групою забезпечення спеціальності 126 Інформаційні системи та технології, протокол №1 від 30 серпня 2023р.

Голова групи
забезпечення спеціальності,
д.т.н., доцент



Андрій МЕЛЬНИК

Гарант ОП
д.т.н., доцент



Андрій МЕЛЬНИК

СТРУКТУРА РОБОЧОЇ ПРОГРАМИ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ "ОРГАНІЗАЦІЯ КОМП'ЮТЕРНИХ МЕРЕЖ"

1. Опис дисципліни "Організація комп'ютерних мереж "

Дисципліна «Організація комп'ютерних мереж»	Галузь знань, спеціальність, СВО	Характеристика навчальної дисципліни
Кількість кредитів – 5	Галузь знань – 12 “Інформаційні технології”	Статус дисципліни: обов'язкова дисципліна циклу професійної підготовки Мова навчання: Українська
Кількість залікових модулів – 4	Спеціальність – 126 «Інформаційні системи та технології»	Рік підготовки: 3 Семестр: <i>Денна</i> – 5 <i>Заочна</i> – 5, 6
Кількість змістових модулів – 2	Освітньо- професійна програма «Інформаційні системи та технології»	Лекції: <i>Денна</i> – 28 год. <i>Заочна</i> – 8 год. Лабораторні заняття: <i>Денна</i> – 28 год. <i>Заочна</i> – 4 год.
Загальна кількість годин – 150	Ступінь вищої освіти – бакалавр	Самостійна робота: <i>Денна</i> – 83 год., <i>Заочна</i> – 138 год. Тренінг, КПЗ: <i>Денна</i> – 8 год. Індивідуальна робота: <i>Денна</i> – 3 год.
Тижневих годин – 10, з них аудиторних – 4 год.		Вид підсумкового контролю – екзамен

2. Мета і завдання дисципліни " Організація комп'ютерних мереж "

2.1. Мета вивчення дисципліни

Метою дисципліни "Організація комп'ютерних мереж" є формування і засвоєння у здобувачів вищої освіти необхідних теоретичних знань про основні принципи організації комп'ютерних мереж, апаратне і програмне забезпечення комп'ютерних мереж та практичних навичок проектування та розгортання комп'ютерних мереж різної складності.

2.2. Завдання вивчення дисципліни

Завдання дисципліни "Організація комп'ютерних мереж" полягає у формуванні у студентів розуміння принципів передачі та обробки даних в комп'ютерних мережах, методів та принципів побудови комп'ютерних мереж, базові архітектури та технології локальних та глобальних комп'ютерних мереж, функціонування мережевих операційних систем та спеціалізованого програмного забезпечення адміністрування та забезпечення інформаційної безпеки в комп'ютерних мережах. Здобути практичні навички побудови, проектування комп'ютерних мереж, використання мережевих операційних системи та спеціалізованого програмного забезпечення адміністрування комп'ютерних мереж, команд, скриптів, налаштування та використання брандмауерів для організації безпеки мережі.

2.3. Найменування та опис компетентностей, формування яких забезпечує вивчення дисципліни:

СК03. 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.

СК12. Здатність управляти та користуватися сучасними інформаційно-комунікаційними системами та технологіями (у тому числі такими, що базуються на використанні Інтернет).

2.4. Передумови для вивчення дисципліни

Вивчення курсу „Організація комп'ютерних мереж” передбачає наявність систематичних та ґрунтовних знань із дисциплін: «Вища математика», «Основи програмування», «Операційні системи».

2.5. Результати навчання

РН03. 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.

РН04. Проводити системний аналіз об'єктів проектування та

обґрунтовувати вибір структури, алгоритмів та способів передачі інформації в інформаційних системах та технологіях.

РН06. Демонструвати знання сучасного рівня технологій інформаційних систем, практичні навички програмування та використання прикладних і спеціалізованих комп'ютерних систем та середовищ з метою їх запровадження у професійній діяльності.

РН15. Знати та вміти застосовувати інформаційні технології до проектної діяльності розробки знання-орієнтованих інформаційних систем та реалізації конкурентоспроможних ідей.

3. Програма навчальної дисципліни «Організація комп'ютерних мереж»

Змістовий модуль 1. Базові поняття організації комп'ютерних мереж

Тема 1. Вступ

Передача даних. Комп'ютерні мережі. Поняття та архітектура комп'ютерної мережі. Розподілена обробка. Мережеві критерії, протоколи і стандарти. Конфігурація зв'язку, топологія. Вид передачі. Різновиди мереж.

Тема 2. Еталонна модель взаємодії відкритих систем OSI.

Рівнева архітектура. Організація рівнів. Функції рівнів: Фізичний рівень. Канальний рівень. Мережний рівень. Транспортний рівень. Сеансовий рівень. Рівень подання. Прикладний рівень. Набір протоколів TCP/IP.

Тема 3. Передавальне середовище

Класифікація. Керовані носії передачі інформації: (вита пара, коаксіальний кабель, оптоволокло). Некеровані носії або безпроводний зв'язок: електромагнітний спектр, радіозв'язок, зв'язок у мікрохвильовому діапазоні, інфрачервоні і міліметрові хвилі, зв'язок у видимому діапазоні, супутниковий зв'язок, мобільний телефонний зв'язок, кабельне телебачення, Погіршення передачі, Продуктивність і довжина хвилі. Порівняння носіїв передачі інформації.

Тема 4. Організація рівня передачі даних і виявлення/корекція помилок.

Ключові аспекти організації передачі даних (функції і структура кадру, формування кадру, обробка помилок, управління потоком). Виявлення і корекція помилок (типи помилок, методи виявлення помилок, корекція помилок).

Тема 5. Мережа (технологія) FDDI та Token ring.

Основні характеристики технології. Особливості методів доступу. Фізичний рівень FDDI та Token ring. Порівняння FDDI з Ethernet і TokenRing.

Тема 6. Мережа Ethernet, Fast Ethernet, Gigabit Ethernet.

Загальні відомості. Кабельні Ethernet. Манчестерський код. Протокол підрівня управління доступом до середовища в Ethernet. Алгоритм двійкової експоненціальної „відміни”. Продуктивність мережі. Комутуючі мережі Ethernet.

Тема 7. Low-power Wide-area Network (мережа з низьким енергоспоживанням і пропускною спроможністю для сенсорів)

Принцип роботи, характеристики, переваги LPWAN, недоліки LPWAN, області застосування.

Змістовий модуль 2. Локальні обчислювальні мережі, керування мережами

Тема 8. Топологія мереж.

Фізична і логічна топології. Методи доступу до середовища передачі. Мережеві пристрої в топології мережі

Тема 9. Адресація, Протоколи маршрутизації стеку TCP/IP.

Типи адресів стеку TCP/IP. Класи і особливі IP - адреси. Маскування адрес. Розподіл, призначення адресів, кореневий сервер, primary / secondary сервер. Внутрішні і зовнішні протоколи маршрутизації Internet. Дистанційно-векторний протокол RIP. Основні функції IP - протоколу. Таблиця маршрутизації у IP-мережах. Маршрутизація з маскуванням і без. Протоколи маршрутизації у IP-мережах. Протоколи RIP, OSPF та BGP. Методи боротьби з невірними маршрутами.

Тема 10. Протоколи прикладного рівня стеку TCP/IP.

NTP (Network Time Protocol) Протокол мережевого часу, DNS (Domain Name System, або Service) Служба доменних імен, NetBIOS name service та WINS (Windows Internet Naming Service) Служба імен NetBIOS та служба міжмережових імен Windows, LDAP (Lightweight Directory Access Protocol) Простий протокол доступу до каталогу, RPC (Remote Procedure Call) Виклик віддаленої процедури, Telnet Протокол для забезпечення термінального доступу до віддалених комп'ютерів.

Тема 11. Протоколи Інтернету та електронної пошти

FTP (File Transfer Protocol) - протокол передачі файлів, Gopher -протокол доступу до текстових інформаційних ресурсів на віддаленому сервері, HTTP (HyperText Transfer Protocol) - протокол передачі гіпертексту, SMTP (Simple Mail Transfer Protocol) - простий протокол передачі пошти, POP3 (Post Office Protocol), IMAP4 (Internet Message Access Protocol) - протокол доступу до електронних повідомлень, SSL (Secure Sockets Layer) - протокол узгодження алгоритмів та обміну ключами шифрування.

Тема 12. Мережеві операційні системи

Операційні системи мережових пристроїв, мережеві ОС для комп'ютерних мереж, функціональність, основне призначення. Аналіз роботи системи. Резервне копіювання даних і типи резервних копій. Віддалене керування. Оцінка додатків. Доменні імена та доменні послуги.

Тема 13. Забезпечення безпеки комп'ютерних мереж.

Управління безпекою. Типи атак мережі. Концепція мережевої безпеки. Захист комп'ютера. Безпечне кодування. Брандмауер. Списки контролю доступу

Тема 14. Штучний інтелект та машинне навчання у мережових технологіях.

Переваги AI та ML у мережових технологіях. Трансформація комп'ютерних мереж під впливом AI. Автоматизація мережі та AI/ML. AI/ML для покращення продуктивності Wi-Fi. AI/ML для відстеження кінцевих точок IoT

4. Структура залікового кредиту з дисципліни «Організація комп'ютерних мереж»

Денна форма навчання

Тема	Кількість годин					
	Лекції	Лаборат. заняття	Індивід. робота	Тренінг, КПЗ	Самостійна робота	Контрольні заходи
Змістовий модуль 1 Базові поняття організації комп'ютерних мереж						
Тема 1. Вступ	2	-	-	4	6	Опитування під час заняття
Тема 2. Еталонна модель взаємодії відкритих систем OSI	2	4	-		6	Опитування під час заняття
Тема 3. Передавальне середовище	2	4	-		6	Опитування під час заняття
Тема 4. Організація рівня передачі даних і виявлення/корекція помилок	2	4	-		6	Опитування під час заняття
Тема 5. Мережа (технологія) FDDI та Token ring	2	-	-		6	Опитування під час заняття
Тема 6. Мережа Ethernet, Fast Ethernet, Gigabit Ethernet	2	2	1		7	Опитування під час заняття
Тема 7. Low-power Wide-area Network (мережа з низьким енергоспоживанням і пропускнуою спроможністю для сенсорів)	2	-	-		6	Опитування під час заняття
Змістовий модуль 2 Локальні обчислювальні мережі, керування мережами						
Тема 8. Топологія мереж	2	2	1	4	8	Опитування під час заняття
Тема 9 Адресація, Протоколи маршрутизації стеку TCP/IP	2	-	-		6	Опитування під час заняття
Тема 10. Протоколи прикладного рівня стеку TCP/IP	2	4	-		6	Опитування під час заняття
Тема 11 Протоколи Інтернету та електронної пошти	2	2	-		6	Опитування під час заняття
Тема 12. Мережеві операційні системи	2	4	1		6	Опитування під час заняття
Тема 13. Забезпечення безпеки комп'ютерних мереж	2	2			4	Опитування під час заняття
Тема 14. Штучний інтелект та машинне навчання у мережевих технологіях	2	-	-		4	Опитування під час заняття
Разом	28	28	3		8	83

Заочна форма навчання

Тема	<i>Кількість годин</i>			
	Лекції	Лабораторні заняття	Тренінг, КПІЗ	Самостійна робота
Змістовий модуль 1 Базові поняття організації комп'ютерних мереж				
Тема 1. Вступ	4	2	-	10
Тема 2. Еталонна модель взаємодії відкритих систем OSI				8
Тема 3. Передавальне середовище				10
Тема 4. Організація рівня передачі даних і виявлення/корекція помилок				10
Тема 5. Мережа (технологія) FDDI та Token ring				10
Тема 6. Мережа Ethernet, Fast Ethernet, Gigabit Ethernet.				10
Тема 7. Low-power Wide-area Network (мережа з низьким енергоспоживанням і пропускною спроможністю для сенсорів)				10
Змістовий модуль 2 Методологія та засоби проектування систем				
Тема 8. Топологія мереж	4	2	-	10
Тема 9. Адресація, Протоколи маршрутизації стеку TCP/IP				10
Тема 10. Протоколи прикладного рівня стеку TCP/IP				10
Тема 11. Протоколи Інтернету та електронної пошти				10
Тема 12. Мережеві операційні системи				10
Тема 13. Забезпечення безпеки комп'ютерних мереж				10
Тема 14. Штучний інтелект та машинне навчання у мережевих технологіях				10
Разом				8

5. Тематика лабораторних занять

Лабораторна робота №1.

Тема: Перегляд інформації про дротові та бездротові NIC

Мета. Визначення наявності та стан мережевих інтерфейсів (NIC), на комп'ютері, за допомогою вбудованих засобів Windows, Linux та за допомогою спеціального програмного забезпечення.

Лабораторна робота №2.

Тема: Аналіз мережевих кадрів.

Мета. За допомогою спеціалізованого програмного забезпечення навчитися переглядати, аналізувати вміст переданих по мережі кадрів, виділяючи в них пакети протоколів різних рівнів.

Лабораторна робота №3.

Тема: Апаратні засоби локальних мереж.

Мета. Вивчення основних компонентів мережі: кабелі, мережевий адаптер, концентратор; класифікації мережевих кабелів та їх характеристик. Засвоєння послідовності дій при підключення конектора RJ-45 до кабелю витой пари при прямому й оберненому видах з'єднань.

Лабораторна робота №4.

Тема: Робота з мережею за допомогою команд ОС Windows та Linux.

Мета: Вивчення основних мережевих команд ОС Windows та Linux: для перевірки з'єднання (ping), відслідковування маршруту (tracert), отримання статистики по мережі (netstat), настройки мережевих інтерфейсів (ifconfig), роботі з таблицею маршрутизації (route) та ін.

Лабораторна робота №5.

Тема: Розгортання Ethernet мережі.

Мета: Вивчення основних можливостей пакету Cisco Packet Tracer. Засвоєння послідовності дій при розгортанні мережі в середовищі Packet Tracer, послідовності та правил під'єднань кінцевих пристроїв до мережі.

Лабораторна робота №6.

Тема: Дослідження Ethernet мережі.

Мета: Вивчення основних можливостей пакету Cisco Packet Tracer в режимі симуляції. Дослідження мережі в режимі симуляції, перегляд проходження пакетів, аналіз рівнів OSI, вмісту пакетів, налаштування використовуваних протоколів, робота з списком подій.

Лабораторна робота №7.

Тема: Робота з прикладним рівнем DHCP, DNS та HTTP.

Мета: Вивчення архітектури та налаштування локальної обчислювальної мережі в середовищі Cisco Packet Tracer, яка має у своєму складі три сервери: DNS, HTTP та DHCP.

Лабораторна робота №8.

Тема: Файловий сервер, резервне копіювання даних.

Мета: Встановлення та налаштування файлового сервера в Linux, Резервне копіювання Linux серверів вбудованими засобами

Лабораторна робота №9.

Тема: Списки контролю доступу. Налаштування міжмережевого екрану.

Мета: Вивчення основних принципів управління групами користувачів та доступом. Встановлення та налаштування міжмережевого екрану в Linux.

6. Комплексне практичне індивідуальне завдання

Комплексне практичне індивідуальне завдання з дисципліни «Організація комп'ютерних мереж» виконується самостійно при консультуванні викладачем протягом вивчення дисципліни відповідно до графіку навчального процесу. Метою виконання КПЗ є систематизація, закріплення, поглиблення знань, оволодіння навичками організації комп'ютерних мереж при розгортанні, налаштуванні, ЛОМ підприємств, організацій, навчальних закладів тощо. КПЗ оформляється згідно з встановленими вимогами.

Варіанти КПЗ з дисципліни «Організація комп'ютерних мереж»

№ варіанту	Тема дослідження
1.	Налаштування інтернет-шлюзу для підприємства на базі Unix-системи
2.	Налаштування інтернет-шлюзу для підприємства на базі Windows-системи
3.	Налаштування відмовостійкого з'єднання інтернет для підприємства
4.	Розгортання серверів для створення ІС підприємства.
5.	Віддалене адміністрування сервера на платформі Unix.
6.	Збір та обробка даних технологічних процесів
7.	Параметри операцій передачі і прийому кадрів Ethernet.
8.	Метод доступу Token Ring. Опис алгоритмів доступу. Час утримання маркера.
9.	Метод доступу Arcnet. Опис алгоритмів доступу.
10.	Загальні відомості про мережі ISDN. Цілі і історія створення технології ISDN.
11.	Фізичний рівень технології Token Ring. Типи концентраторів. Варіації топології мережі Token Ring
12.	Технологія віртуальних локальних мереж. Призначення віртуальних мереж. Області застосування віртуальних локальних мереж.
13.	Способи побудови віртуальних мереж. Групування портів. Групування MAC-адресів.
14.	Класифікація корпоративних порталів. Класифікація за призначенням. Класифікація порталів відповідно до цільової користувальницької аудиторії.
15.	Проектування і безпека мережі складу.
16.	Проектування і обслуговування мережі готельного комплексу.
17.	Проектування і захист мережі середньої школи № ...
18.	Проектування і обслуговування мережі підприємства «...».
19.	Проектування мережі для виставкового центру.

7. Самостійна робота

№	Тематика	К-сть год.	
		ДФН	ЗФН
1	Функції, узагальнена структура і класифікація мереж.	2	2
2	Системна, мережна телеобробка даних.	3	4
3	Еталонна модель Взаємодії відкритих систем.	3	5
4	Принципи передачі даних.	3	5
5	Носії передачі інформації	3	5
6	Способи передачі даних.	3	6

7	Фізичне середовище передачі даних.	3	6
8	Структура і компоненти ЛОМ.	2	5
9	Поділ ресурсів комп'ютера в однорангових ЛОМ і на базі файлового сервера	4	5
10	Функції, компоненти і критерії файлового сервера. Різновиди серверів	3	5
11	Програмне забезпечення сервера, функції мережевої ОС	4	5
12	Захист сервера, функції мережевого адміністратора	3	5
13	Робочі станції. Мережні адаптери	3	5
14	Топології ЛОМ.	4	5
15	Детерміновані методи доступу.	3	5
16	Методи випадкового доступу.	3	5
17	Використання пакетів IEEE 802.3	3	5
18	Однокористувацькі та багатокористувацькі ОС.	3	5
19	Характеристики багатокористувацьких програм	4	5
20	Поняття і структура Internet.	4	5
21	Основні сервіси Internet.	2	5
22	Гіпертекстова технологія Internet.	3	5
23	Основні стандарти електронної пошти.	3	5
24	Засоби резервного копіювання	3	5
25	Засоби віддаленого керування комп'ютерними системами	3	5
26	Стратегії захисту в комп'ютерних мережах	2	5
27	AI/ML для покращення продуктивності Wi-Fi	2	5
28	AI/ML для відстеження кінцевих точок IoT	2	5
Разом		83	138

8. Тренінг з дисципліни

№ з/п	Вид роботи	Порядок проведення тренінгу
1	Вступна частина	Ознайомлення студентів з темою тренінгового заняття і видача завдання
2	Практична частина	Виконання завдань студентами згідно з індивідуальним завданням; оформлення короткого звіту
3	Підведення підсумків	Презентація результатів виконаних завдань, оцінювання

9. Засоби оцінювання та методи демонстрування результатів навчання

У процесі вивчення дисципліни «Організація комп'ютерних мереж» використовуються наступні засоби оцінювання та методи демонстрування результатів навчання:

- поточне тестування та опитування;
- оцінювання результатів лабораторних робіт;
- ректорська контрольна робота;
- оцінювання виконання завдань тренінгу;
- оцінювання результатів КПЗ;
- екзамен.

10. Критерії, форми поточного та підсумкового контролю

Підсумковий бал (за 100-бальною шкалою) з дисципліни «Організація комп'ютерних мереж» визначається як середньозважена величина, залежно від питомої ваги кожної складової залікового кредиту:

Заліковий модуль 1	Заліковий модуль 2	Заліковий модуль 3	Екзамен
20 %	20 %	20 %	40 %
1. Виконання та захист лабораторних робіт (4 роботи по 10 балів) – 40 балів 2. Модульна контрольна робота – 60 балів	1. Виконання та захист лабораторних робіт (5 робіт по 8 балів) – 40 балів 2. Ректорська контрольна робота – 60 балів	1. Виконання завдань під час тренінгу – 20 балів 2. Написання та захист КПЗ – 80 балів	1. Тестові завдання (25 тестів по 2 бали) – 50 балів 2. Завдання 1 – 25 балів 3. Завдання 2 – 25 балів

Шкала оцінювання:

За шкалою ЗУНУ	За національною шкалою	За шкалою ECTS
90-100	Відмінно	A (відмінно)
85-89	Добре	B (дуже добре)
75-84		C (добре)
65-74	Задовільно	D (задовільно)
60-64		E (достатньо)
35-59	Незадовільно	FX (незадовільно, з можливістю повторного складання)
1-34		F (незадовільно, з обов'язковим повторним курсом)

11. Інструменти, обладнання та програмне забезпечення, використання яких передбачає навчальна дисципліна

№	Найменування	Номер теми
1.	Мультимедійне обладнання	1-14
2.	Програмний пакет Cisco Packet Tracer	1-14
3.	Програма аналізу мережевого трафіку Wireshark	3
4.	Обжимний інструмент, RJ45, мережевий тестер	6

РЕКОМЕНДОВАНІ ДЖЕРЕЛА ІНФОРМАЦІЇ

1. Computer Networking : A Top-Down Approach 8th Ed By Keith W. Ross, James Kurose, 2020, 775p. ISBN-10 0136681557
2. Комп'ютерні мережі: контроль та прогнозування перевантажень. Навчальний посібник / О.М. Ткаченко, Я.І. Торошанко, А.В. Лемешко, В.О. Сосновий, С.С. Коротков. - К. : ДУТ, 2021. – 77 с.
3. Проектування безпроводових комп'ютерних мереж: навч. посібник / А.В. Лемешко, Л.А. Кирпач, Д.В. Сорокін, І.А. Бученко, М.М. Шрам. — К. : ДУТ, 2021. — 147 с.
4. Буров Є.В. Комп'ютерні мережі: Підручник / Буров Є.В., Митник М.М.; За заг. ред. Пасічника В.В. Львів: Магнолія 2019. – 204 с.
5. Joseph Diema Enoch, A Secured Enterprise Network Using Hierarchical Network Model and Artificial Neural Network: A Case Study of Faculty of Engineering, Rivers State University, 2019, 52p.
6. Paul Browning, IP Subnetting - From Zero to Guru, ASIN: B07KV7N8WS, 2018, 166 p.
7. M. Garrich et al., "IT and Multi-layer Online Resource Allocation and Offline Planning in Metropolitan Networks," in Journal of Lightwave Technology, vol. 38, no. 12, pp. 3190-3199, 15 June 2020, doi: 10.1109/JLT.2020.2990066.
8. T. Jirsik and P. Velan, "Host Behavior in Computer Network: One-Year Study," in IEEE Transactions on Network and Service Management, vol. 18, no. 1, pp. 822-838, March 2021, doi: 10.1109/TNSM.2020.3036528.
9. Q. -Y. Zhang, X. -W. Wang, M. Huang, K. -Q. Li and S. K. Das, "Software Defined Networking Meets Information Centric Networking: A Survey," in IEEE Access, vol. 6, pp. 39547-39563, 2018, doi: 10.1109/ACCESS.2018.2855135.
10. P. Chemouil et al., "Special Issue on Artificial Intelligence and Machine Learning for Networking and Communications," in IEEE Journal on Selected Areas in Communications, vol. 37, no. 6, pp. 1185-1191, June 2019, doi: 10.1109/JSAC.2019.2909076.
11. Chen, M., Challita, U., Saad, W., Yin, C., & Debbah, M. (2017). Machine learning for wireless networks with artificial intelligence: A tutorial on neural networks. arXiv preprint arXiv:1710.02913, 9.
12. Latah, M., & Toker, L. (2019). Artificial intelligence enabled software-defined networking: a comprehensive overview. IET networks, 8(2), 79-99.
13. Kulin, M., Kazaz, T., De Poorter, E., & Moerman, I. (2021). A survey on machine learning-based performance improvement of wireless networks: PHY, MAC and network layer. Electronics, 10(3), 318.
14. Осолінський О.Р. Опорний конспект лекцій з дисципліни «Організація комп'ютерних мереж» для студентів спеціальності 122 «Комп'ютерні науки», 121

– Інженерія програмного забезпечення, 126 Інформаційні системи та технології». - Тернопіль: ЗУНУ, 2021. - 85 с.

15. Осолінський О.Р. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з дисципліни «Організація комп'ютерних мереж» для студентів спеціальності 122 «Комп'ютерні науки», 121 – Інженерія програмного забезпечення, 126 Інформаційні системи та технології». - Тернопіль: ЗУНУ, 2021. - 40 с.