

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

ЗАТВЕРДЖУЮ:
Декан факультету комп'ютерних
інформаційних технологій
Ігор ЯКИМЕНКО



2024 р.

ЗАТВЕРДЖУЮ
Проректор з науково-педагогічної
роботи
Віктор ОСТРОВЕРХОВ



2024 р.

РОБОЧА ПРОГРАМА

з дисципліни «**Організація комп'ютерних мереж**»

ступінь вищої освіти – **бакалавр**

галузь знань – **12 “Інформаційні технології”**

спеціальність – **122 „Комп'ютерні науки”**

освітньо-професійна програма – **„Штучний інтелект”**

Кафедра інформаційно-обчислювальних систем і управління

Форма навчання	Курс	Семестр	Лекції (год.)	Лабораторні заняття (год.)	ІРС (год.)	Тренінг (год.)	Самост. робота студ. (год.)	Разом (год.)	Екз. (сем.)
Денна	3	5	30	30	4	8	78	150	5

Тернопіль – ЗУНУ
2024

30.08.2024
[Signature]

Робоча програма складена на основі освітньо-професійної програми «Штучний інтелект» підготовки бакалавра галузі знань 12 «Інформаційні технології» спеціальності 122 «Комп'ютерні науки», затвердженої Вченою радою ЗУНУ (протокол №9 від 15 червня 2022 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 27 серпня 2024 р.

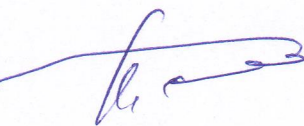
В.о. завідувача кафедри



Надія ВАСИЛЬКІВ

Розглянуто та схвалено групою забезпечення спеціальності „Комп'ютерні науки”, протокол № 1 від 30 серпня 2024 р.

Голова групи
забезпечення спеціальності,
д-р техн. наук, професор



Мирослав КОМАР

Гарант освітньо-професійної
програми "Штучний інтелект",
к.т.н, доцент



Василь КОВАЛЬ

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 – 5	Спеціальність – 122 «Комп'ютерні науки»	Рік підготовки: 3 Семестр: <i>Денна</i> – 5
Кількість змістових модулів – 2	Освітньо- професійна програма «Штучний інтелект»	Лекції: <i>Денна</i> –30 год. Лабораторні заняття: <i>Денна</i> – 30 год.
Загальна кількість годин – 150	Ступінь вищої освіти – бакалавр	Самостійна робота: <i>Денна</i> – 78 год., Тренінг: <i>Денна</i> – 8 год. Індивідуальна робота: <i>Денна</i> – 4 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:

СК13. Здатність до розробки мережевого програмного забезпечення, що функціонує на основі різних топологій структурованих кабельних систем, використовує комп'ютерні системи і мережі передачі даних та аналізує якість роботи комп'ютерних мереж.

СК14. Здатність застосовувати методи та засоби забезпечення інформаційної безпеки, розробляти й експлуатувати спеціальне програмне забезпечення захисту інформаційних ресурсів об'єктів критичної інформаційної інфраструктури.

2.4. Передумови для вивчення дисципліни

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

2.5. Результати навчання

ПР13. Володіти мовами системного програмування та методами розробки програм, що взаємодіють з компонентами комп'ютерних систем, знати мережні технології, архітектури комп'ютерних мереж, мати практичні навички технології адміністрування комп'ютерних мереж та їх програмного забезпечення.

ПР15. Розуміти концепцію інформаційної безпеки, принципи безпечного проектування програмного забезпечення, забезпечувати безпеку комп'ютерних мереж в умовах неповноти та невизначеності вихідних даних.

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. Комуруючі 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. Особливості мережевого програмного забезпечення та мережеві операційні системи

Особливості функціонування мережевого програмного забезпечення, компоненти, що створюють мережеве програмне забезпечення, типи мережевого програмного забезпечення. Операційні системи мережевих 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 мережевих технологіях.

Переваги AI та ML у мережевих 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, виявлення атак на комп'ютерну мережу за допомогою нейронних мереж

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

Денна форма навчання

Тема	Кількість годин					
	Лекції	Лаборат. заняття	Індивід. робота	Тренінг	Самостійна робота	Контрольні заходи
Змістовий модуль 1 Базові поняття організації комп'ютерних мереж						
Тема 1. Вступ	2	-	2	4	4	Опитування під час заняття
Тема 2. Еталонна модель взаємодії відкритих систем OSI	2	4			6	
Тема 3. Передавальне середовище	2	4			6	
Тема 4. Організація рівня передачі даних і виявлення/корекція помилок	2	4			6	
Тема 5. Мережа (технологія) FDDI та Token ring	2	-			6	
Тема 6. Мережа Ethernet, Fast Ethernet, Gigabit Ethernet	2	4			6	
Тема 7. Low-power Wide-area Network (мережа з низьким енергоспоживанням і пропускнуною спроможністю для сенсорів)	2	-			6	
Змістовий модуль 2 Локальні обчислювальні мережі, керування мережами						
Тема 8. Топологія мереж	2	2	2	4	8	Опитування під час заняття
Тема 9 Адресація, Протоколи маршрутизації стеку TCP/IP	2	-			6	
Тема 10. Протоколи прикладного рівня стеку TCP/IP	2	4			6	
Тема 11 Протоколи Інтернету та електронної пошти	4	2			6	
Тема 12. Особливості мережевого програмного забезпечення та мережеві операційні системи	2	4			6	
Тема 13. Забезпечення безпеки комп'ютерних мереж	2	2			2	
Тема 14. Штучний інтелект та машинне навчання у мережевих технологіях	2	-			4	
Разом	30	30			4	

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. Самостійна робота

Самостійна робота студентів з дисципліни «Організація комп'ютерних мереж» передбачає виконання індивідуальних проектів, які спрямовані на оволодіння навичками організації та розробки комп'ютерних мереж при розгортанні, налаштуванні ЛОМ підприємств, організацій, навчальних закладів тощо. Завдання на проект обираються студентом з переліку тем, наведених в таблиці, або тема дослідження пропонується самостійно студентом (узгоджується з викладачем). Студенти мають представити та захистити свій проект у встановлені терміни.

Кожен проект оцінюється на основі наступних критеріїв:

- Ступінь завершеності проекту(симуляція, реальне розгортання та імплементація).
- Оригінальність підходів до вирішення завдання.
- Результати тестування.
- Чіткість та логічність представлення результатів.
- Відповідність оформлення проекту встановленим вимогам.

Перелік тем:

№ варіанту	Тема
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.	Налаштування та реалізація віддаленого адміністрування сервера на платформі Unix.
5.	Організація збору та обробки даних технологічних процесів
6.	Дослідження технології віртуальних локальних мереж. Призначення віртуальних мереж. Області застосування віртуальних локальних мереж.
7.	Дослідження способів побудови віртуальних мереж. Групування портів. Групування MAC-адресів.
8.	Аналіз та класифікація корпоративних порталів за призначенням відповідно до цільової користувальницької аудиторії.
9.	Проектування мережі складу.
10.	Проектування мережі готельного комплексу.
11.	Проектування мережі середньої школи № ...
12.	Проектування мережі підприємства «...».
13.	Проектування мережі для виставкового центру.
14.	Реалізація поділу ресурсів комп'ютера в однорангових ЛОМ і на базі файлового сервера
15.	Аналіз функцій, компонентів і критеріїв файлових серверів.
16.	Дослідження однокористувацьких та багатокористувацьких ОС
17.	Розробка стратегії захисту в комп'ютерній мережі
18.	Аналіз уразливостей стандартів бездротових мереж (WEP, WPA, WPA2), та розробка стратегії захисту Wi-Fi мережі.
19.	Дослідження та порівняння протоколів RIP, OSPF, BGP та їх вплив на продуктивність мережі
20.	Побудова та тестування VPN з використанням OpenVPN або WireGuard
21.	Аналіз безпеки та ефективності різних типів VPN
22.	Розробка моделі для зменшення затримок і покращення пропускну здатності мережі.

№ варіанту	Тема
23.	Розробка скрипту для автоматизації розгортання мережевих конфігурацій та інтеграція його з системою моніторингу мережі.
24.	Проектування мережі для IoT пристроїв з урахуванням енергоефективності та безпеки.
25.	Розробка системи для моніторингу мережевих параметрів з використанням SNMP
26.	Дослідження впливу хмарних технологій на мережеві рішення
27.	Проектування мережі з використанням технологій SDN
28.	Аналіз інструментів для захоплення та аналізу пакетів у мережі
29.	Аналіз переваг SD-WAN перед традиційними WAN.
30.	Імплементация системи моніторингу мережі за допомогою відкритого програмного забезпечення

7. Тренінг з дисципліни

Завданням тренінгу є налаштування мережевого програмного забезпечення для організації спільної роботи (файловий, поштовий сервер, брандмауер). Тема проєктів базуватиметься на індивідуальних завданнях самостійної роботи. Основна мета тренінгу — розробка комплексних мережевих рішень для організації спільної роботи в мережі. Нижче наведено основні етапи тренінгу та відповідні завдання:

Етап тренінгу	Завдання
ПЗ для емуляції мереж	-Встановлення та налаштування Cisco Packet Tracer. -Створення проєкту локальної мережі для організації та її валідація.
Мережеві ОС та серверне ПЗ	-Встановлення та налаштування мережевої ОС за допомогою віртуалізації -Встановлення та налаштування серверного ПЗ (файл-сервер, сервер БД, поштовий сервер).
Презентація та захист проєкту	Підготовка та презентація результатів.

8. 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:

Модуль 1		Модуль 2		Модуль 3	Модуль 4	Модуль 5
10 %	10 %	10 %	10 %	5%	15%	40%
Поточне оцінювання	Модульний контроль 1	Поточне оцінювання	Модульний контроль 2	Тренінг.	Самостійна робота.	Екзамен.
Оцінювання виконання лабораторних робіт (4 роботи)	25 тестових питань	Оцінювання виконання лабораторних робіт (5 робіт)	- Одне теоретичне питання - Одне практичне завдання	Виконання завдань тренінгу (4 завдання)	Виконання завдання для самостійної роботи	- 20 тестових питань - Одне теоретичне питання - Одне практичне завдання

Оцінка за «Поточне оцінювання» визначається як середнє арифметичне з оцінок, отриманих під час занять (кожен здобувач має бути оцінений не рідше як раз на два заняття). Пропуски лабораторних занять обов'язково відпрацьовуються

в години консультацій, в іншому випадку вони вважаються оцінкою «0» та враховуються при визначенні середнього арифметичного. Для здобувачів, які навчаються за індивідуальним графіком, поточне оцінювання проводиться під час консультацій, та шляхом виконання лабораторних робіт та демонстрації їх в системі Moodle.

Модуль «Тренінг» визначається як середнє арифметичне з оцінок, отриманих під час тренінгу.

Модуль «Самостійна робота» оцінюється як середнє арифметичне з двох оцінок, отриманих під час виконання наскрізного проекту: за якість виконано дослідження або завдання та представлення результатів, відповідно до критеріїв, визначених у розділі 6 «Самостійна робота» цієї робочої програми.

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)

9. 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. Yao, Wei, Hai Zhao, and Jing-Jing Chen. "Discovering and Mapping Subnet Level Topology." *Journal of Internet Technology* 24.2 (2023): 291-303.
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. Mohammed, Alaa Hamid, Raad M. Khaleefah, and Ihsan Amjad Abdulateef. "A review software defined networking for internet of things." 2020 International Congress on Human-Computer Interaction, Optimization and Robotic Applications (HORA). IEEE, 2020.
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. Wu, Binbin, et al. "Integration of computer networks and artificial neural networks for an AI-based network operator." arXiv preprint arXiv:2407.01541 (2024).
12. Mistry, Hirenkumar Kamleshbhai, et al. "Artificial Intelligence For Networking." *Educational Administration: Theory and Practice* 30.7 (2024): 813-821.
13. Latah, M., & Toker, L. (2019). Artificial intelligence enabled software-defined networking: a comprehensive overview. *IET networks*, 8(2), 79-99.
14. 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.

15. Dodiya, Bindu, and Umesh Kumar Singh. "Malicious Traffic analysis using Wireshark by collection of Indicators of Compromise." *International Journal of Computer Applications* 183.53 (2022): 1-6.
16. Wireshark User's Guide, URL: https://www.wireshark.org/docs/wsug_html_chunked/
17. CISCO Packet Tracer Tutorial, URL: <https://tutorials.ptnetacad.net/>
18. 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.
19. 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.