МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ЕКОНОМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ СЕМЕНА КУЗНЕЦЯ

"ЗАТВЕРДЖУЮ"
Проректор з навчально-методичної роботи

Каріна НЕМАЩКАЛО

КОМП'ЮТЕРНІ МЕРЕЖІ

робоча програма навчальної дисципліни

Галузь знань	**12 "Інформаційні технології"**
Спеціальність	**122 "Комп'ютерні науки"**
Освітній рівень	**перший (бакалаврський)**
Освітні програми	**"Комп'ютерні науки"**

Статус дисципліни	**обов'язкова**
Мова викладання, навчання та оцінювання	**українська**

Завідувач кафедри
інформаційних систем *Ірина УШАКОВА*

Харків
2023

ЗАТВЕРДЖЕНО
на засіданні кафедри інформаційних систем
Протокол № 1 від 26.08.2022 р.

Розробник:
Мінухін С.В., доктор технічних наук, професор.

Лист оновлення та перезатвердження
робочої програми навчальної дисципліни

Навчальний рік	Дата засідання кафедри – розробника РПНД	Номер протоколу	Підпис завідувача кафедри

Анотація навчальної дисципліни

Умови зростання обсягів даних і збільшення залежності бізнес-процесів підприємств від потоків даних визначають вимого щодо ефективного передавання, зберігання та оброблення даних різної природи та вмісту. Одним з таких засобів є комп'ютерні мережи, які можуть виконувати значну кількість функцій – від створення простої офісної мережі - до розроблення глобальних обчислювальних мереж для зберігання та обробки інформації. Комп'ютерні мережі та мережеві технології є основою для побудови та функціонування сучасних інформаційних систем. Загальними призначеннями комп'ютерної мережі є: забезпечення простого, зручного і надійного доступу користувачів до спільних розподілених ресурсів мережі та організації їх колективного використання (з використанням клієнт-серверних технологій), забезпечення надійного захисту від несанкціонованого доступу, а також забезпечення зручними і надійними засобами передачі даних між користувачами мережі.

Навчальна дисципліна «Комп'ютерні мережі» вивчається студентами спеціальності 122 "Комп'ютерні науки" усіх форм навчання на курсі на протязі четвертого семестру.

Метою навчальної дисципліни «Комп'ютерні мережі» є надання здобувачам вищої освіти системи теоретичних знань і придбання практичних умінь і навичок з питань використання технологій організації КМ різних рівнів, побудови та функціонування ІС і використання відповідних комп'ютерних технологій та можливостей для їх застосування у різних сферах управління підприємствами.

У процесі навчання студенти отримають теоретичні знання під час проведення лекційних занять, виконають низку лабораторних робіт з вивчення засобів роботи з сервісами локальних та глобальних мереж, розроблення КМ засобами керування роботою КМ з використанням сервісів Windows Server, серверними та клієнтськими технологіями, а саме, сервісами автоматизованого призначення IP-адрес, роботи з системою доменних імен, поштовим сервісом, налаштування Web- та FTP-серверів, моделювання роботи складної КМ з використанням симуляторів.

Виходячи з цього, дисципліна має важливе значення для підготовки студентів стосовно використання методів мережних засобів ведення бізнесу, підприємницький діяльності з застосуванням електронної торгівлі тощо, що дає змогу значно підвищити оперативність та ефективність діяльності підприємств, суб'єктів господарської діяльності в умовах диджиталізації сучасної економіки.

Завданнями навчальної дисципліни є:

ознайомлення з основними принципами та стандартами організації роботи КМ;

ознайомлення з основними архітектурами локальних КМ;

ознайомлення з основними типами та складом функціональних пристроїв КМ;

ознайомлення з системами адресації вузлів в КМ;

ознайомлення з принципами маршрутизації в КМ різного призначення;

ознайомлення зі стандартами бездротових КМ;

ознайомлення з програмним забезпеченням для налаштування керування ресурсами КМ;

оволодіння практичними навичками щодо встановлення та конфігурування системного програмного забезпечення керування локальною мережею;

отримання практичних навичок роботи щодо діагностики роботи КМ;

оволодіння практичними навичками щодо моделювання роботи складної КМ на основі інструментів симулятора КМ.

Об'єктом навчальної дисципліни є технології та засоби організації оброблення інформації із використанням сучасних дротових та бездротових КМ для управління підприємствами та установами.

Предметом навчальної дисципліни є стандарти, архітектури КМ, засоби програмного забезпечення для розгортання та налаштування роботи локальних, глобальних та корпоративних КМ на основі клієнт-серверних технологій.

У процесі навчання студенти отримують необхідні знання під час проведення лекційних занять та виконання лабораторних робіт. Для закріплення знань використовується самостійна робота студентів.

Характеристика навчальної дисципліни

Курс	2
Семестр	4
Кількість кредитів ECTS	5
Форма підсумкового контролю	Іспит

Структурно-логічна схема вивчення навчальної дисципліни

Пререквізити	Постреквізити
Операційні системи	Розподілені та паралельні обчислення
	Курсовий проект: проектування
	Тестування програмного забезпечення

Компетентності та результати навчання за дисципліною

Компетентності	Результати навчання
ЗК1. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу	ПР1. Застосовувати знання основних форм і законів абстрактно-логічного мислення, основ методології наукового пізнання, форм і методів вилучення, аналізу, обробки та синтезу інформації в предметній області комп'ютерних наук.
СК16. Здатність реалізовувати високопродуктивні обчислення на основі кластерних обчислювальних систем шляхом встановлення та налаштовування відповідного програмного забезпечення для планування та розподілу завдань в пакетному та інтерактивному режимах, використання паралельних і розподілених обчислень при розробці й експлуатації розподілених систем з паралельною обробкою даних	
ЗК2. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.	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
ЗК9. Здатність працювати в команді.	
СК11. Здатність до інтелектуального аналізу даних на основі методів обчислювального інтелекту включно з великими та погано структурованими даними, їхньої оперативної обробки та візуалізації результатів аналізу в процесі розв'язування прикладних задач.	
ЗК2. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.	ПР14. Виконувати установку та налаштування сервісів (служб) для управління та діагностики роботи комп'ютерних мереж різних рівнів (глобальних, корпоративних, локальних), знати стандарти дротових та бездротових мереж, використовувати інструментальні засоби для проектування та моделювання комп'ютерних мереж
ЗК10. Здатність бути критичним і самокритичним.	
СК10. Здатність застосовувати методології, технології та інструментальні засоби для управління процесами життєвого циклу інформаційних і програмних систем, продуктів і сервісів інформаційних технологій відповідно до вимог замовника.	

ЗК1. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.	ПР16. Розуміти концепцію інформаційної безпеки, принципи безпечного проектування програмного забезпечення, забезпечувати безпеку комп'ютерних мереж в умовах неповноти та невизначеності вихідних даних.
ЗК6. Здатність вчитися й оволодівати сучасними знаннями	
ЗК13. Здатність діяти на основі етичних міркувань.	
СК14. Здатність застосовувати методи та засоби забезпечення інформаційної безпеки, розробляти й експлуатувати спеціальне програмне забезпечення захисту інформаційних ресурсів об'єктів критичної інформаційної інфраструктури.	
СК15. Здатність до аналізу та функціонального моделювання бізнес-процесів, побудови та практичного застосування функціональних моделей організаційно-економічних і виробничо-технічних систем, методів оцінювання ризиків їх проектування.	
ЗК2 Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.	ПР17. Виконувати паралельні та розподілені обчислення з використанням програмного забезпечення кластерних обчислювальних систем, застосовувати чисельні методи та алгоритми для їх застосування в паралельних архітектурах високопродуктивних систем, мови паралельного програмування при розробці та експлуатації паралельного та розподіленого програмного забезпечення в цих системах
ЗК9. Здатність працювати в команді.	
СК16. Здатність реалізовувати високопродуктивні обчислення на основі кластерних обчислювальних систем шляхом встановлення та налаштовування відповідного програмного забезпечення для планування та розподілу завдань в пакетному та інтерактивному режимах, використання паралельних і розподілених обчислень при розробці й експлуатації розподілених систем з паралельною обробкою даних.	

Програма навчальної дисципліни

Змістовий модуль 1. Загальні принципи функціонування комп'ютерних мереж.

Тема 1. Основні поняття організації та функціонування комп'ютерних мереж.

1.1. Основні терміни та визначення.

Напрями застосування новітніх інформаційних технологій у системах колективного використання ресурсів ІС. Поняття комп'ютерної мережі, технологій та засобів комунікаційного зв'язку.

1.2. Принципи організації комп'ютерних мереж (КМ). Основні та неосновні класифікаційні ознаки КМ. Характеристики локальних, глобальних та корпоративних мереж.

Тема 2. Склад та призначення рівнів еталонної моделі взаємодії відкритих систем (ISO OSI). Поняття протоколу та інтерфейсів.

2.1. Характеристики рівнів моделі ISO/OSI. Принципи її функціонування та взаємодії під час організації КМ. Поняття протоколу, стека, інтерфейсу. Склад та призначення стека протоколів моделі ISO/OSI.

2.2. Стандарти IEEE 802. Стандарти дротових та бездротових мереж. Розширення стандартів для канального та фізичного рівнів моделі

ISO/OSI.

Тема 3. Архітектури локальних комп`ютерних мереж. Стандарти IEEE 802.3, 802.4, 802.5. Особливості та принципи функціонування.

3.1. Архітектури КМ з детермінованими методами доступу до середовища передачі даних. Мережні технології локальних мереж: IEEE802.3/Token-Bus, IEEE802.5/Token-Ring, IEEE802.4/ArcNet, FDDI (Fiber Distributed Data Interface). Методи детермінованого доступу – опитування (Polling) та передавання маркера (Token Passing).

3.2. Архітектури з випадковими методами доступу до середовища передачі даних. Архітектура Ethernet. Поняття колізії та її запобігання. Метод CSMA/CA (Carrier Sense Multiple

Access/Collision Avoidance) – множинний доступ з прослуховуванням несучої та запобіганням колізіям. Метод CSMA/CD (Carrier Sense Multiple Access/Collision Detect) – множинний доступ з прослуховуванням несучої частоти і виявленням колізій.

Тема 4. Склад та призначення функціональних пристроїв КМ. Принципи функціонування. Засоби їх з'єднання у КМ.

4.1. Склад і призначення функціональних пристроїв КМ - повторювачів, концентраторів, комутаторів, мостів, маршрутизаторів, шлюзів. Приклади й схеми їх реалізації.

4.2. Організація функціонування мережних пристроїв КМ. Логічна структуризація КМ. Призначення повторювачів. Області їх використання. Основні особливості, параметри та характеристики. Схеми з'єднування відповідно до вимог стандартів. Типи підключень повторювачів. Призначення концентраторів. Основні властивості, параметри та характеристики. Типові схеми комутаторів: комутаційна матриця, загальна шина, поділювана пам'ять. Типові схеми застосування комутаторів у ЛКМ. Інтелектуальні комутатори. Призначення та принципи роботи мостів. Логічна структуризація мережі за допомогою мостів та комутаторів. Таблиці маршрутизації. Призначення маршрутизаторів. Принципи побудови таблиць маршрутизації. Статичні та динамічні маршрутизатори.

Тема 5. Топології та типи середовищ передачі даних у дротових мережах.

5.1. Стандарти середовища на основі крученої пари. Стандарти середовища на основі коаксіального кабелю. Стандарти середовища на основі оптового волокна. Характеристики та принципи застосування в КМ.

5.2. Типи топології локальних КМ: кільце, зірка, загальна шина. Організація обчислювальних процесів з використанням різних топологій.

Змістовий модуль 2. Принципи організації роботи глобальних комп'ютерних мереж

Тема 6. Основні поняття IP-мереж (TCP/IP-мереж): адресація, класи мереж, маски мереж.

6.1. Поняття глобальної комп'ютерної мережі (ГКМ).

6.2. Типи та основні характеристики ГКМ. Порядок організації та побудови ГКМ. Основні особливості, параметри та принципи роботи ГКМ: на виділених каналах, комутованих каналах, з комутацією пакетів.

6.3. Адресація користувачів у ГКМ. Класи мереж. Поняття IP-адреси (мережевої адреси), її стандарти та типи. Поняття DNS – служби доменних імен. Склад доменів. Типи імен доменів та правила їх формування (символьна нотація). Ієрархія DNS-імен. Застосування служб DNS та DHCP під час використання DNS-імен.

6.4. Поняття крапкової (чисельної) нотації. IP-адреси та діапазони адрес для класів КМ. Спеціальні класи (корпоративні діапазони) IP-адрес. Характеристика класів мереж. Поняття маски мережі при використанні IP-адрес.

6.5. Базові протоколи стеку TCP/IP та їх призначення. Формат IP-пакета та загальна схема IP-маршрутизації. Особливості протоколу IPv6. Транспортні протоколи TCP та UDP. Поняття TCP-сегменту. Формати TCP- та UDP-дейтаграм. Призначення та принципи функціонування протоколів: внутрішньої (RIP, OSPF) та зовнішньої (BGP) маршрутизації.

Тема 7. Принципи маршрутизації у глобальних і локальних комп`ютерних мережах.

7.1. Протоколи внутрішньої (внутрішньодоменної) маршрутизації. Протокол RIP (Routing Information Protocol) – призначення, принципи застосування в КМ. Протокол OSPF (Open Shortest Path First).

7.2. Протоколи зовнішньої (міждоменної маршрутизації). Протокол EGP. Протокол IGRP (Interior Gateway Routing Protocol) і його розширена версія EIGRP (Enhanced Interior Gateway Routing Protocol).

Тема 8. Поняття та функції маршрутизаторів. Принципи роботи протоколів маршрутизації на мережевому рівні моделі OSI.

8.1. Поняття IP-протоколу як базового мережевого протоколу в IP-мережах. Протоколи IPv4 та IPv6. Склад та призначення полів кадру IP-протоколу. Таблиці маршрутизації.

8.2. Типи маршрутизаторів. Статичні та динамічні маршрутизатори. Рівні функціонування маршрутизатора: рівень інтерфейсів, рівень мережевого протоколу, рівень протоколів

маршрутизації. Технологія побудови таблиць маршрутизації. Відмінності статичних та динамічних таблиць маршрутизації.

8.3. Симулятори КМ.

Тема 9. Бездротові комп'ютерні мережі. Стандарти, архітектури, принципи функціонування.

9.1. Стандарти бездротових мереж. Структура кадру стандарту IEEE 802.11. Загальна характеристика стандартів IEEE 802.11a, IEEE 802.11b, IEEE 802.11g. Перспективні технології стандартів IEEE 802.11e, IEEE 802.11f, IEEE 802.11h, IEEE 802.11n. Принципи побудови однорангових та офісних локальних мереж на базі Radio Ethernet.

9.2. Бездротові регіональні та глобальні мережі. Стандарти WiMAX. Технічні характеристики стандартів IEEE 802.16a, IEEE 802.16b (WiMAX), особливості застосування та порівняльний аналіз.

9.3. Стандарти та технології мобільного зв'язку. Технології стільникового зв'язку. Аналогові та цифрові стандарти. Стандарти GSM, GPRS, CDMA, FDMA, TDMA. Технології використання супутникового зв'язку в КМ.

Методи навчання та викладання

У процесі викладання навчальної дисципліни «Комп'ютерні мережі» для реалізації визначених компетентностей освітньої програми та активізації освітнього процесу на лекційних і лабораторних заняттях передбачено застосування таких методів навчання як: міні-лекції, групова (командна) робота, кейс- технології.

Під час проведення лекційних та лабораторних занять використовуються: пояснювально-ілюстративний, репродуктивні, проблемне викладання, частково-пошуковий, дослідницький методи викладання.

Порядок оцінювання результатів навчання

Система оцінювання сформованих компетентностей у студентів враховує види занять, які згідно з програмою навчальної дисципліни передбачають лекційні, та лабораторні, а також виконання самостійної роботи. Оцінювання сформованих компетентностей у студентів здійснюється за накопичувальною 100-бальною системою. Контрольні заходи включають:

поточний контроль, що здійснюється протягом семестру під час проведення лекційних, лабораторних і самостійних занять, контрольних робіт, виконання індивідуального завдання і оцінюється сумою набраних балів;

підсумковий/семестровий контроль, що проводиться у формі **іспиту**, відповідно до графіку навчального процесу. Максимальна кількість балів за іспит складає 40 балів, мінімальна кількість балів, яку потрібно отримати за іспит, складає 25 балів.

Поточний контроль з даної навчальної дисципліни проводиться в таких формах:

Лабораторних робіт – має на меті перевірку рівня підготовленості студента до виконання конкретної роботи. Оцінювання передбачає захист звітів з лабораторної роботи за умови відповідності рівня знань студента критеріям, що висуваються. Максимальна загальна кількість балів складає 60 балів.

Студента слід **вважати атестованим**, якщо сума балів, одержаних за результатами підсумкової/семестрової перевірки успішності, дорівнює або перевищує 60.

Підсумкова оцінка з навчальної дисципліни розраховується як сума отриманих студентом балів за виконання лабораторних робіт, контрольної роботи та індивідуального завдання. Сумарний результат у балах за семестр складає: "60 і більше балів – зараховано", "59 і менше балів – не зараховано" та заноситься у залікову "Відомість обліку успішності" навчальної дисципліни.

Рейтинг-план навчальної дисципліни

Тема	Форми та види навчання		Форми оцінювання	Max бал
1	2		3	4
Змістовий модуль 1. Загальні принципи функціонування комп'ютерних мереж				
Тема 1. Основні поняття організації та функціонування комп'ютерних мереж	***Аудиторна робота***			
	Лекція	Лекція з теми 1		
	Лабораторне заняття	Лабораторна робота № 1. Створення й діагностика роботи комп'ютерної мережі засобами ОС Windows. Організація віддаленого доступу		
	Самостійна робота			
	Питання та завдання до самостійного опрацювання	Опрацювання лекційного матеріалу. Підготовка до лабораторного заняття		
Тема 2. Склад та призначення рівнів еталонної моделі взаємодії відкритих систем (ISO OSI). Поняття протоколу та інтерфейсів	***Аудиторна робота***			
	Лекція	Лекція з теми 2		
	Лабораторне заняття	Лабораторна робота № 1. Створення й діагностика роботи комп'ютерної мережі засобами ОС Windows. Організація віддаленого доступу.	Захист звіту з лабораторної роботи	9
	Самостійна робота			
	Питання та завдання до самостійного опрацювання	Опрацювання лекційного матеріалу. Підготовка до лабораторного заняття		
Тема 3. Архітектури локальних комп`ютерних мереж. Стандарти IEEE 802.3, 802.4, 802.5. Особливості та принципи функціонування	***Аудиторна робота***			
	Лекція	Лекція з теми 3		
	Лабораторне заняття	Лабораторна робота № 2. Конфігурування DHCP-сервера засобами Windows Server	Захист звіту з лабораторної роботи	9
	Самостійна робота			
	Питання та завдання до самостійного опрацювання	Питання та завдання до самостійного опрацювання		

Тема	Форми та види навчання		Форми оцінювання	Max бал
1	2		3	4
Тема 4. Склад та призначення функціональних пристроїв КМ. Принципи функціонування. Засоби їх з'єднання у КМ.	***Аудиторна робота***			
	Лекція	Лекція з теми 4		
	Лабораторне заняття	Лабораторна робота № 3. Конфігурування DNS-сервера засобами Windows Server		
	Самостійна робота			
	Питання та завдання до самостійного опрацювання	Опрацювання лекційного матеріалу. Підготовка до лабораторного заняття		
Тема 5. Топології та типи середовищ передачі даних у дротових мережах.	***Аудиторна робота***			
	Лекція	Лекція з теми 5		
	Лабораторне заняття	Лабораторна робота № 3. Конфігурування DNS-сервера засобами Windows Server	Захист звіту з лабораторної роботи	10
	Самостійна робота			
	Питання та завдання до самостійного опрацювання	Опрацювання лекційного матеріалу. Підготовка до лабораторного заняття		
Тема 6. Основні поняття IP-мереж (TCP/IP-мереж): адресація, класи мереж, маски мереж.	***Аудиторна робота***			
	Лекція	Лекція з теми 6		
	Лабораторне заняття	Лабораторна робота № 4. Установка поштового сервера засобами Windows Server		
	Лабораторне заняття	Лабораторна робота № 4. Установка поштового сервера засобами Windows Server		
	Самостійна робота			
	Питання та завдання до самостійного опрацювання	Опрацювання лекційного матеріалу. Підготовка до лабораторного заняття		
Тема 7. Принципи маршрутизації у глобальних і локальних комп`юте	***Аудиторна робота***			
	Лекція	Лекція з теми 7		
	Лабораторне заняття	Лабораторна робота № 4. Установка поштового сервера засобами Windows Server	Захист звіту з лабораторної роботи	10
	Лабораторне заняття	Лабораторна робота № 5. Установка й керування роботою WWW- та FTP-серверів засобами Windows Server		

Тема	Форми та види навчання		Форми оцінювання	Max бал
1	2		3	4
рних мережах.	***Самостійна робота***			
	Питання та завдання до самостійного опрацювання	Опрацювання лекційного матеріалу. Підготовка до лабораторного заняття		
Тема 8. Поняття та функції маршрутизаторів. Принципи роботи протоколів маршрутизації на мережевому рівні моделі OSI.	***Аудиторна робота***			
	Лекція	Лекція з теми 8		
	Лабораторне заняття	Лабораторна робота № 5. Установка й керування роботою WWW- та FTP-серверів засобами Windows Server		
	Лабораторне заняття	Лабораторна робота № 5. Установка й керування роботою WWW- та FTP-серверів засобами Windows Server	Захист звіту з лабораторної роботи	10
	Лабораторне заняття	Лабораторна робота № 6. Дослідження роботи мережевого симулятора Packet Tracer. Налаштування статичної маршрутизації в Packet Tracer		
	Лабораторне заняття	Лабораторна робота № 6. Дослідження роботи мережевого симулятора Packet Tracer. Налаштування статичної маршрутизації в Packet Tracer		
	Самостійна робота			
	Питання та завдання до самостійного опрацювання	Опрацювання лекційного матеріалу. Підготовка до лабораторного заняття		
Тема 9. Бездротові комп'ютерні мережі. Стандарти, архітектури, принципи функціонування.	***Аудиторна робота***			
	Лекція	Лекція з теми 9		
	Лабораторне заняття	Лабораторна робота № 6. Дослідження роботи мережевого симулятора Packet Tracer. Налаштування статичної маршрутизації в Packet Tracer		
	Лабораторне заняття	Лабораторна робота № 6. Дослідження роботи мережевого симулятора Packet Tracer. Налаштування статичної маршрутизації в Packet Tracer	Захист звіту з лабораторної роботи	12
	Самостійна робота			
	Питання та завдання до самостійного опрацювання	Опрацювання лекційного матеріалу. Підготовка до лабораторного заняття		

Рекомендована література

Основна

1. Комп'ютерні мережі : підручник / Азаров О. Д., Захарченко С. М., Кадук О. В. та ін. - Вінниця : ВНТУ. 2020. – 378 с.

2. Карпенко М. Ю. Конспект лекцій з курсу "Комп'ютерні мережі" (для студентів усіх форм навчання спеціальностей 122 – Комп'ютерні науки, 151 – Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології, 126 – Інформаційні системи та технології) / 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.

3. Волосюк Ю. В. Комп'ютерні мережі : курс лекцій / Ю. В. Волосюк. – Миколаїв : МНАУ, 2019. – 203 с.

4. Задерейко О. В. Комп'ютерні мережі [Електронний ресурс] : навчальний посібник / О. В. Задерейко, Н. І. Логінова, А. А. Толокнов. Режим доступу: https:// hdl.handle.net/11300/19423/. – Одеса: ОЮА, 2022. – 249 с.

5. Городецька О. С., Гикавий В. А., Онищук О. В.. Комп'ютерні мережі : навчальний посібник / О. С. Городецька, В. А. Гикавий, О. В. Онищук. − Вінниця : ВНТУ, 2018. − 129 с.

6. . Stevens, W. Unix development of network applications / W. Stevens. – New Jersey: Wiley, 2020. – 1038 p.

Додаткова

7. Сучасні інформаційні технології та системи [Електронний ресурс] : монографія / Н. Г. Аксак, Л. Е. Гризун, О. В. Щербаков [та ін.] ; за заг. ред. Пономаренка В. С. – Харків : ХНЕУ ім. С. Кузнеця, 2022. – 270 с. http://www.repository.hneu.edu.ua/handle/123456789/29233.

8. Лунтовський А. Проектування та дослідження комп'ютерних мереж / А. Лунтовський, І. Мельник. – Львів: Університет "Україна", 2020. – 362 с.

9. Отрох С.І. Комп'ютерні мережі. Комп'ютерний практикум: навч. посіб. для студентів спеціальності 122 "Комп'ютерні науки" / С.І. Отрох, Н.М. Аушева, І.І. Гусєва, В.О. Кузьміних. – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020. – 127 с.

10. Цвіркун Л.І. Комп'ютерні мережі. Методичні рекомендації до виконання лабораторних робіт студентами галузі знань 12 Інформаційні технології : у 2 ч. / Л.І. Цвіркун, Я.В. Панферова ; М-во освіти і науки України, Нац. техн. ун-т "Дніпровська політехніка". – Дніпро: НТУ "ДП", 2018. – Ч. 1. – 60 с.

11. Цвіркун Л.І. Комп'ютерні мережі. Методичні рекомендації до виконання лабораторних робіт студентами галузі знань 12 Інформаційні технології : у 2 ч. / Л.І. Цвіркун, Я.В. Панферова; М-во освіти і науки України, Нац. техн. ун-т "Дніпровська політехніка". – Дніпро: НТУ "ДП", 2018. – Ч. 2. – 39 с.

Інформаційні ресурси в Інтернет

12. 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. Режим доступу до ресурсу: https://dut.edu.ua/uploads/l_2224_69488065.pdf.

13. Survey and Performance Evaluation of the Upcoming Next Generation WLAN Standard-IEEE 802.11 ax [Електронний ресурс] Qiao Qu, Bo Li, Mao Yang et al./ – Режим доступу: https://arxiv.org/ftp/arxiv/papers/1806/1806.

14. Навчальний курс Computer networks [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://nesoacademy.org/cs/06-computer-networks.

15. Персональна навчальна система "Комп'ютерні мережі" [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://pns.hneu.edu.ua/course/view.php?id=7309

16. Packet Tracer 8.2.1 і всі попередні версії. – Режим доступу: https://www.computernetworkingnotes.com/ccna-study-guide/download-packet-tracer-for-windows-and-linux.html/