

“ЗАТВЕРДЖУЮ”

Завідувач кафедри

Білоус Ірина Володимирівна

“ _____ ” _____ 20__ р.

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Архітектура комп'ютерних мереж (ОК27)

Ошибка! Источник ссылки не найден.

Спеціальність *121 – Інженерія програмного забезпечення*

Мова навчання: *українська*

Статус дисципліни: *обов'язкова*

Форма навчан.	Рік навч.	Сем.	Розподіл годин					Разом	За тиждень		ІНДЗ	Контр.
			Всього ауд.	Лек	Пр	Лаб.	СРС		Ауд.	СРС		
	3	1	30	16	0	14	60	90	1,875	3,75	РГР	Залік
	Разом		30	16	0	14	60	90	1,875	3,75		

Робоча програма _____ *Архітектура комп'ютерних мереж*
(назва навчальної дисципліни)

для здобувачів вищої освіти галузі знань *12 – Інформаційні технології*
спеціальності *121 – Інженерія програмного забезпечення*

Розробник робочої навчальної програми:

викладач кафедри інформаційних технологій та програмної інженерії

_____ (*І.А. Бурмака*)
(підпис) (прізвище та ініціали)

Робоча програма схвалено на засіданні кафедри *інформаційних технологій та програмної інженерії*

Протокол від “__” _____ 20__ року № __

Завідувач кафедри інформаційних технологій та програмної інженерії

_____ (*І.В. Білоус*)
(підпис) (прізвище та ініціали)

Abstract

ESIEIT / SE Computer networks architecture (OK27)

2021/2022 Sem. 1

Course Description

After mastering the discipline, the students formed accurate system holistic understanding of the complex issues that arise and must be solved by the process of planning and using computer networks. The main point of this discipline is understanding of data networks functionality and principles.

In the discipline studies model OSI, stack TCP/IP, network protocols, IP addressing schema for local private networks. Students have to know how plan LAN and connect it to WAN, using different technological channels.

The main part of course is practical. During this part students will get practical skills in software and device configuration.

Key words: computer networks, protocols, computer system, authentication, authorization, accounting, information types, security models, security politics, network security systems, OSI model, TCP/IP.

1 Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, напрям підготовки, освітньо-кваліфікаційний рівень	Характеристика навчальної дисципліни
		денна форма навчання
Кількість кредитів – 3	Галузь знань <i>12 «Інформаційні технології»</i>	<i>Обов'язкова</i>
Модулів – 1	Спеціальність: <i>121 «Інженерія програмного забезпечення»</i>	Рік підготовки:
Змістових модулів – 3		3-й
Індивідуальне науково-дослідне завдання – <i>розрахунково-графічна робота</i>		Семестр
Загальна кількість годин – 90		<i>1-й</i>
		Лекції
Тижневих годин: аудиторних – 1,875; самостійної роботи і індивідуальної студента – 3,75	Освітньо-кваліфікаційний рівень: <i>Бакалавр</i>	16 год.
		Практичні
		0 год.
		Лабораторні
		14 год.
		Самостійна робота
		60 год.
	Вид контролю:	
	Залік	

Примітка.

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної і індивідуальної роботи становить: 1:2

Передумовою для вивчення дисципліни є успішне засвоєння дисциплін «Комп'ютерні числення» та «Основи програмування», «Програмно-апаратні засоби персональних комп'ютерів».

Дисципліна може використовуватися під час вивчення дисциплін «Системи захисту обчислювальних мереж», «Програмні засоби мережових технологій» підготовки випускної кваліфікаційної роботи бакалавра за відповідною темою.

2 Мета навчальної дисципліни

Метою викладання дисципліни “Архітектура комп’ютерних мереж” є необхідність формування у здобувачів вищої освіти (ЗВО) чіткої системи уявлень про цілісний комплекс проблем, що мають бути вирішені у процесі проектування та розробки комп’ютерних мереж.

Під час вивчення дисципліни ЗВО має набути або розширити наступні загальні (ЗКх) та фахові (ФКх) компетентності, передбачені освітньою програмою:

ЗК1. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.

ЗК2. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

ЗК5. Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.

ЗК6. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.

ЗК7. Здатність працювати в команді.

ЗК13. Здатність працювати в міжнародному контексті.

ФК17. Здатність розробляти архітектури, модулі та компоненти програмних систем.

ФК19. Здатність дотримуватися специфікацій, стандартів, правил і рекомендацій в професійній галузі при реалізації процесів життєвого циклу.

ФК20. Здатність аналізувати, вибирати і застосовувати методи і засоби для забезпечення інформаційної безпеки (в тому числі кібербезпеки).

ФК27. Здатність обґрунтовано обирати та освоювати інструментарій з розробки та супроводження програмного забезпечення.

ФК28. Здатність до алгоритмічного та логічного мислення.

Основними завданнями дисципліни «Архітектура комп’ютерних мереж» є:

- засвоєння понятійного апарату побудови та функціонування комп’ютерних мереж;
- вивчення моделі OSI;
- оволодіння методами проектування комп’ютерних локальних мереж;
- оволодіння технологією адміністрування мережевих сервісів;
- набуття практичних навичок налаштування обладнання та мережевих операційних систем.

3 Очікувані результати навчання з дисципліни

Під час вивчення дисципліни ЗВО має досягти або вдосконалити наступні програмні результати навчання (ПРН), передбачені освітньою програмою:

ПР01. Аналізувати, цілеспрямовано шукати і вибирати необхідні для вирішення професійних завдань інформаційно-довідникові ресурси і знання з урахуванням сучасних досягнень науки і техніки.

ПР04. Знати і застосовувати професійні стандарти і інші нормативно-правові документи в галузі інженерії програмного забезпечення.

ПР14. Застосовувати на практиці інструментальні програмні засоби доменного аналізу, проектування, тестування, візуалізації, вимірювань та

документування програмного забезпечення.

ПР15. Мотивовано обирати мови програмування та технології розробки для розв'язання завдань створення і супроводження програмного забезпечення.

ПР18. Знати та вміти застосовувати інформаційні технології обробки, зберігання та передачі даних.

ПР21. Знати, аналізувати, вибирати, кваліфіковано застосовувати засоби забезпечення інформаційної безпеки (в тому числі кібербезпеки) і цілісності даних відповідно до розв'язуваних прикладних завдань та створюваних програмних систем.

Після вивчення дисципліни студенти повинні:

знати:

- основні моделі побудови комп'ютерних мереж,
- основні стеки протоколів,
- етапи та методи проектування локальних комп'ютерних мереж,
- основи конфігурування обладнання як у віртуальному оточенні Cisco Packet tracer так і на реальних приладах,
- особливості організації демілітаризованої зони локальної комп'ютерної мережі;
- види мережних топологій;
- існуючі мережеві стандарти та протоколи;
- перспективи розвитку обчислювальних мереж;
- принципи організації взаємодії між прикладними програмами на різних комп'ютерах;
- організація сучасних мережних операційних систем;
- особливості сучасних комп'ютерних систем передачі даних.

вміти:

- аналізувати предметну область;
- обирати пасивне та активне обладнання;
- налаштовувати базові мережеві сервіси: DNS, DHCP;
- використовувати основні утиліти для аналізу комп'ютерної мережі в операційних системах сімейства Windows та Unix;
- робити вибір топології обчислювальної мережі;
- робити вибір методу доступу до каналу передачі даних;
- забезпечувати взаємодію комп'ютерів у мережному середовищі;
- реалізувати прикладну програму засобами транспортного протоколу;
- аналізувати ефективність функціонування обчислювальної мережі.

4 Критерії оцінювання результатів навчання

З тими студентами, які до проведення підсумкового семестрового контролю не встигли виконати всі обов'язкові види робіт та мають підсумкову оцінку до 19 балів (за шкалою оцінювання), проводяться додаткові індивідуальні заняття, за результатами яких визначається, наскільки глибоко засвоєний матеріал, та чи необхідне повторне вивчення дисципліни.

Дисципліну можна вважати такою, що засвоєна, якщо студент:

1) знає:

- основні моделі побудови комп'ютерних мереж,
- основні стеки протоколів,
- етапи та методи проектування локальних комп'ютерних мереж,
- основи конфігурування обладнання як у віртуальному оточенні Cisco Packet tracer так і на реальних приладах,
- особливості організації демілітаризованої зони локальної комп'ютерної мережі;
- види мережних топологій;
- існуючі мережеві стандарти та протоколи;
- перспективи розвитку обчислювальних мереж;
- принципи організації взаємодії між прикладними програмами на різних комп'ютерах;
- організація сучасних мережних операційних систем;
- особливості сучасних комп'ютерних систем передачі даних.

2) вміє:

- аналізувати предметну область;
- обирати пасивне та активне обладнання;
- налаштовувати базові мережеві сервіси: DNS, DHCP;
- використовувати основні утиліти для аналізу комп'ютерної мережі в операційних системах сімейства Windows та Unix;
- робити вибір топології обчислювальної мережі;
- робити вибір методу доступу до каналу передачі даних;
- забезпечувати взаємодію комп'ютерів у мережному середовищі;
- реалізувати прикладну програму засобами транспортного протоколу;
- аналізувати ефективність функціонування обчислювальної мережі.

5 Засоби діагностики результатів навчання

Для визначення рівню засвоєння навчального матеріалу застосовуються наступні методи контролю:

- поточне опитування на лекціях;
- оцінки за захист лабораторних робіт;
- підсумковий тестовий контроль;
- залік.

Для діагностики знань використовується модульно-рейтингова система зі 100-бальною шкалою оцінювання.

6 Програма навчальної дисципліни

Змістовий модуль 1. Еталонна модель взаємодії відкритих систем та базові топології.

Тема 1. Вступ

Предмет та завдання курсу “Архітектура комп’ютерних мереж”. Роль мережевого адміністратора в ІТ проектах. Класифікація мережних топологій. Централізоване та розподілене управління мережею. Проблеми що виникають при створенні комп’ютерних мереж

Тема 2. Еталонна модель взаємодії відкритих систем

Сім рівнів моделі архітектури OSI. Загальна характеристика протоколів моделі OSI. Глобальні та локальні обчислювальні мережі.

Тема 3. Мережеві топології

Базові топології: шина, кільце, зірка. Загальна характеристика ЛОМ та їх призначення. Вимоги до ЛОМ. Основні компоненти ЛОМ : середовище передачі, мережний адаптер, робочі станції, файловий сервер, загальна пам’ять, мережна ОС.

Змістовий модуль 2. Мережа Ethernet.

Тема 4. Історія розвитку мереж, застарілі мережеві технології.

Мережі з передачею маркера -загальні принципи роботи, переваги та недоліки мереж з передачею маркера. Мережа ARCnet та її робота. Проектування мережі ARCnet. Мережа Token Ring, її характеристика, особливості, робота та проектування. Загальні принципи роботи Ethernet. Мережа Ethernet на тонкому та товстому кабелі. Стандарт 10Base-T. Протокол IPX, протокол SPX, протокол NetBIOS.

Тема 5. Сучасні Ethernet мережі.

Об’єднання сегментів у мережі Ethernet. Складні конфігурації мережі Ethernet. Стандарти 100Base-T, 1000Base-T, 2500Base-T, 10GBase-T, 40GBASE, 100GBASE.

Структуровані гетерогенні мережі. Gigabit-Ethernet, мережі Ethernet на оптоволокну. Інтелектуальні комутатори та віртуальні локальні мережі на їх основі. Аналіз функціонування обчислювальних мереж.

Тема 6. Основне мережеве обладнання.

Комутатори, їх різновиди та особливості. Маршрутизатори, їх різновиди та особливості підключення. Бездротові точки доступу. Засоби забезпечення безпеки - міжмережеві екрани та системи виявлення вторгнень.

Тема 7. Бездротові мережі та їх особливості

Особливості роботи бездротових мереж. Стандарти - WiFi 2.4/WiFi 5/WiFi 6 особливості використання різних діапазонів для бездротових мереж. Захист даних в бездротових мережах, протоколи WEP/WPA/WPA2/WPA3, шифрування у відкритих мережах. Безшовний роумінг у бездротових мережах.

Змістовий модуль 3. Мережеві протоколи та їх застосування в мережних операційних системах

Тема 8. Стек протоколів TCP/IP та протоколи маршрутизації.

Протоколи TCP/IP: призначення та можливості. Адресація у IP-мережах. Протокол DHCP. Призначення та використання протоколів ICMP, UDP, TCP та структура їх пакетів. Програмування у транспортних протоколах за допомогою інтерфейсу сокетів.

Види протоколів маршрутизації. Дистанційно-векторні протоколи, засновані на Distance Vector Algorithm (DVA). Протоколи стану каналу зв'язку, засновані на Link State Algorithm (LSA).

Тема 9. Мережні операційні системи та операційні системи для мережевого обладнання

Функції мережних операційних систем. Типи мережних операційних систем. Структура програмного забезпечення мережних ОС. Організація захисту даних у мережних ОС. Мережеві ОС Microsoft Windows та Linux. Управління роботою мережі. Сценарії реєстрації користувачів.

Операційні системи для мережевого обладнання: Cisco IOS, Mikrotik RouterOS, OpenWRT, OPN Sense.

Тема 10. Протоколи прикладного рівня

Протоколи для обміну файлами: FTP, Samba, NFS. Протоколи для віддаленого доступу: Telnet, SSH, VNC, RDP. Протоколи для WEB: HTTP та HTTPS. Протоколи електронної пошти POP3, IMAP, SMTP.

7 Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем		Кількість годин для денної форми навчання			
		Всього	У тому числі		
			Лек.	Лаб.	С.р.
Модуль 1					
Змістовий модуль 1. Еталонна модель взаємодії відкритих систем та базові топології.					
1	Вступ	2	1		1
2	Еталонна модель взаємодії відкритих систем	6	1	1	4
3	Мережеві топології	6	1	1	4
Разом за змістовим модулем 1		14	3	2	9
Змістовий модуль 2. Мережа Ethernet.					
4	Історія розвитку мереж, застарілі мережеві технології.	3	1		2
5	Сучасні Ethernet мережі	12	1	2	9
6	Основне мережеве обладнання	5	1		4
7	Бездротові мережі та їх особливості	9	1	2	6
Разом за змістовим модулем 2		29	4	4	21
Змістовий модуль 3. Мережеві протоколи та їх застосування в мережних операційних системах					
8	Стек протоколів TCP/IP та протоколи маршрутизації	20	4	4	12
9	Мережні операційні системи та операційні системи для мережевого обладнання	9	1	2	6
10	Протоколи прикладного рівня	18	4	2	12
Разом за змістовим модулем 3		47	9	8	30
Усього годин за дисципліну		90	16	14	60

8 Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Ознайомлення з робочими місцями та правилами проведення та задачі лабораторних робіт. Вступний інструктаж з техніки безпеки	1
2	Налаштування мережевих інтерфейсів та тестування роботи локальної мережі	1

3	Моделювання локальної мережі. Робота з VLAN	1
4	Моделювання локальних мереж. Робота з VLAN і маршрутизатором	1
5	Мережева операційна система Router OS - вивчення основних можливостей та налаштувань	2
6	Мережева операційна система Open WRT - вивчення основних можливостей та налаштувань	2
7	Вивчення мережевих аналізаторів tcpdump і Wireshark	1
8	Вивчення мережевих протоколів TCP/UDP і протоколів рівня додатків telnet/DNS	2
9	Конфігурація служби DHCP та служби імен DNS в корпоративній мережі	1
10	Робота з сокетями	2
Разом		14

9 Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Засвоєння лекційного матеріалу	10
2	Підготовка до лабораторних робіт	20
3	Підготовка звітів по лабораторним роботам	10
4	Робота з методичними вказівками, основною та додатковою літературою	10
5	Самостійне вивчення на основі навчальної літератури наступних питань: а) особливості поштових протоколів; б) розробка та використання RFC	10
Разом		60

10 Індивідуальні завдання

Важливим елементом успішного засвоєння дисципліни та здобуття навичок, які передбачені освітньою програмою, є розрахунково-графічна робота (РГР). Головна мета – на прикладі індивідуального завдання засвоїти та навчитися застосовувати конкретний засіб інтеграції розподілених систем та оцінювати ефективність обраних рішень. РГР охоплює основні теми всієї дисципліни. Завдання на РГР видається викладачем на початку семестру. Теоретичною основою для виконання РГР є навчальна література, курс лекцій та лабораторних занять. Особлива увага питанням роботи над РГР приділяється під час консультацій, у тому числі, – дистанційних. На передостанньому тижні семестру студент здає РГР викладачеві на перевірку, а потім захищає її.

Система формування оцінки РГР наступна.

Форми контролю виконання РГР

Вид роботи	Форма контролю	Кількість балів
Проектування	1. Відповідність умовам завдання	0... 4

комп'ютерної мережі, реалізація програмного додатку	2. Відповідність вимогам стандартів	0... 2
Пояснювальна записка	1. Обґрунтованість проектних та програмних рішень	0... 4
	2. Посилання на першоджерела	0... 1
	3. Відповідність оформлення вимогам	0... 2
	4. Своєчасність здачі	0... 2
Захист РГР	Самостійність виконання (відповіді на запитання або презентація)	0... 5
Разом		0... 20

Докладна інформація щодо змісту, варіантів завдань, порядку оформлення та захисту роботи міститься в [14.2].

11 Методи контролю

Оцінювання знань ЗВО здійснюється відповідно до [«Положення про поточне та підсумкове оцінювання знань здобувачів вищої освіти Національного університету «Чернігівська політехніка»](#).

Політика дотримання академічної доброчесності ґрунтується на [«Кодексі академічної доброчесності Національного університету «Чернігівська політехніка»](#).

З дисципліни студент може набрати до 60% підсумкової оцінки за виконання всіх видів робіт, що виконуються протягом семестру і до 40% підсумкової оцінки – на диференційованому заліку.

Виконання та особистий захист усіх лабораторних робіт, зазначених у робочій навчальній програмі з дисципліни, є обов'язковим. Поточний контроль проводиться шляхом спілкування із студентами під час лекцій та консультацій та опитувань студентів під час захисту лабораторних робіт [14.1].

Результати поточного контролю за відповідний модуль оприлюднюються викладачем на наступному аудиторному занятті. Бали, які набрані студентом під час модульних контролів, складають оцінку поточного контролю.

Диференційовані заліки складаються студентами відповідно до розкладу, який доводиться до викладачів і студентів не пізніше, ніж за тиждень до початку залікового тижня.

Семестровий контроль у вигляді *заліку* проводиться на останньому тижні навчального семестру (заліковий тиждень) з двома запитаннями. Оцінка за результатами вивчення дисципліни формується шляхом додавання підсумкових результатів поточного контролю до залікової оцінки. Ті студенти, які не виконали всі обов'язкові види робіт та за результатами роботи в семестрі набрали менше 20 балів, мають пройти повторний курс вивчення дисципліни. Взаємозв'язок між набраними балами і оцінкою наведений у розділі 12.

Якщо відповідь повна і зміст відповіді студента повністю відповідає сутності поставлених запитань, можна отримати від 33 до 40 балів. В тому

випадку, коли студент відповідає без грубих помилок, можна отримати від 24 до 32 балів. Якщо при відповіді студент допускає грубі помилки, і всі запитання вирішені менш, ніж на половину, можна отримати від 17 до 24 балів. За не відповідь хоча б на одне запитання, не можна отримати більше 16 балів.

Складання заліку є обов'язковим елементом підсумкового контролю знань для студентів, які претендують на оцінку «добре» або «відмінно». Якщо студент виконав всі види робіт протягом семестру та набрав 60% підсумкової оцінки (тобто «задовільно»), то він, за бажанням, може залишити набрану кількість балів як підсумкову оцінку і не складати залік.

В випадку повторного складання заліку всі набрані протягом семестру бали анулюються, а повторний залік складається з трьох питань. Питання до заліку знаходяться у пакеті документів на дисципліну.

У випадку, якщо здобувач протягом семестру не виконав в повному обсязі передбачених робочою програмою всіх видів навчальної роботи, має невідпрацьовані лабораторні роботи або не набрав мінімально необхідну кількість балів (20), він не допускається до складання заліку під час семестрового контролю, але має право ліквідувати академічну заборгованість у порядку, передбаченому [«Положенням про поточне та підсумкове оцінювання знань здобувачів вищої освіти Національного університету «Чернігівська політехніка»](#).

Повторне складання заліку з метою підвищення позитивної оцінки не дозволяється.

12 Розподіл балів, які отримують студенти Поточний контроль за модулями

Модуль за тематичним планом дисципліни та форма контролю	Кількість балів
Змістовий модуль 1. Еталонна модель взаємодії відкритих систем та базові топології	0... 10
1 Активність під час лекційних занять.	0... 2
2 Підготовленість до лабораторних робіт.	0... 3
3 Самостійність виконання лабораторних робіт.	0... 2
4 Своєчасність виконання лабораторних робіт.	0... 3
Змістовий модуль 2. Мережа Ethernet.	0... 14
1 Активність під час лекційних занять.	0... 3
2 Підготовленість до лабораторних робіт.	0... 4
3 Самостійність виконання лабораторних робіт.	0... 3
4 Своєчасність виконання лабораторних робіт.	0... 4
Змістовий модуль 3. Мережеві протоколи та їх застосування в мережних операційних системах	0... 16
1 Активність під час лекційних занять.	0... 3
2 Підготовленість до лабораторних робіт.	0... 5
3 Самостійність виконання лабораторних робіт.	0... 4
4 Своєчасність виконання лабораторних робіт.	0... 4
Оцінка за РГР	0... 20
Семестрова оцінка поточного контролю	0... 60

Шкала оцінювання: національна та ECTS

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою	
		для екзамену, курсової роботи	для заліку
90 – 100	A	відмінно	зараховано
82-89	B	добре	
75-81	C		
66-74	D		
60-65	E	задовільно	не зараховано
0-59	FX	незадовільно	

13 Інструменти, обладнання та програмне забезпечення, використання яких передбачає навчальна дисципліна

Лекційний матеріал подається у вигляді презентацій за допомогою медіа-проектора. Під час лекцій аналізуються проблемні ситуації, організується зворотний зв'язок з аудиторією шляхом формулювання запитань і стислих відповідей з обох сторін.

Під час лабораторних занять коротко розглядаються теоретичні положення відповідно до тематичного плану занять, докладно розбираються приклади, а надалі студентами самостійно вирішуються практичні задачі. Особливістю виконання лабораторних робіт є застосування системного та прикладного програмного забезпечення навчальних лабораторій з мережевим обладнанням.

14 Методичне забезпечення

1. Функціонування локальних обчислюваних мереж. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з дисципліни „Архітектура комп'ютерних мереж” для студентів спеціальності 123 "Комп'ютерна інженерія"/ Укл. Риндич Є.В. – Чернігів: ЧНТУ, 2020. – 48 с.

2. Проектування комп'ютерних мереж. Методичні вказівки до виконання розрахунково-графічної та самостійної роботи для студентів напряму підготовки 121 – „Інженерія програмного забезпечення”. /Укл.: Риндич Є.В. – Чернігів: ЧНТУ, 2020. – 14 с. – Електронні дані – Режим доступу: <http://eln.stu.cn.ua/course/view.php?id=844>, обмежений. – Заголовок з екрану.

15 Рекомендована література

Базова

1. Буров, Є.В. Комп'ютерні мережі : підручник : затв. МОН України / Є.В. Буров. - Львів. : Магнолія 2006, 2019. - 261 С. : ІЛ.

2. Комп'ютерні мережі: [навчальний посібник] / А. Г. Микитишин, М. М. Митник, П. Д. Стухляк, В. В. Пасічник. — Львів: «Магнолія 2006», 2013. — 256 с. ISBN 978-617-574-087-3
3. Топології безпроводних локальних комп'ютерних мереж // Безпроводні локальні комп'ютерні мережі : навч. посібник : рекомендовано МОН України / В. Чернега, Б. Платтнер. - Київ. : Кондор, 2015. - С.23-31.
4. Комп'ютерні мережі : навчальний посібник / [Азаров О. Д., Захарченко С. М., Кадук О. В. та ін.] — Вінниця : ВНТУ, 2013. — 371 с. ISBN 978-966-641-543-4
5. Технологія Ethernet : лаб. практикум / М. О. Білова, С. П. Євсєєв, О. С. Жученко та ін. – Львів : Новий Світ - 2000, 2020. – 195 с. : іл.
6. Чернега, В. Безпроводні локальні комп'ютерні мережі : навч. посіб. : рекомендовано МОН України / В. Чернега, Б. Платтнер. – Київ : Кондор, 2015. – 237 с. : іл.
7. Alani M.M. Guide to OSI and TCP/IP Models – Springer, 2014. — 57 p. — ISBN: 9783319051512, 9783319051529
8. Віртуальні приватні мережі (VPN) // Комп'ютерні мережі : навч. посіб. : затверджено МОН України - Львів : Магнолія 2006, - 2014. - Кн.2. - С.152-161.;
9. Goralski Walter. The Illustrated Network: How TCP/IP Works in a Modern Network 2nd Edition. — Morgan Kaufmann, 2017. — 937 p. — ISBN 978-0-12-811027-0.
10. Dehmer M., Emmert-Streib F., Pickl S. (eds.) Computational Network Theory. Theoretical Foundations and Applications. — Wiley-VCH, 2015, -280 pp.

Допоміжна

1. Чернихівський Є.М.. Математичне моделювання телекомунікаційних систем та мереж. Навч. Посібник – Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2011 р. – 280 с.: іл.
2. Глоба Л.С. Математичні основи побудови інформаційно-телекомунікаційних систем.: Навч. Посібник – Київ.: Норіта-плюс, 2007 р. – 360 с.: іл.
3. Технологія Ethernet : лаб. практикум / М. О. Білова, С. П. Євсєєв, О. С. Жученко та ін. – Львів : Новий Світ - 2000, 2020. – 195 с. : іл.

16 Інформаційні ресурси

1. Система дистанційного навчання НУ «Чернігівська політехніка». Курс: Комп'ютерні мережі. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <https://eln.stu.cn.ua/course/view.php?id=844>
2. Cisco network academy. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <https://netacad.com>
3. Mikrotik routers and wireless. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <https://mikrotik.com>