

Міністерство освіти і науки України
Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна
Кафедра моделювання систем і технологій

“ЗАТВЕРДЖУЮ”

Проректор з науково-педагогічної
роботи



Антон ПАНТЕЛЕЙМОНОВ

_____ 2020 р.

**РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
«КОМП'ЮТЕРНІ МЕРЕЖІ»**

рівень вищої освіти	_____ перший (бакалаврський) _____
галузь знань	_____ 12 Інформаційні технології _____
спеціальність	_____ 122 Комп'ютерні науки _____
освітня програма	_____ Комп'ютерні науки _____
спеціалізація	_____ _____
вид дисципліни	_____ обов'язкова _____
факультет	_____ Комп'ютерних наук _____

2020/2021 навчальний рік

Програму рекомендовано до затвердження Вченою радою факультету комп'ютерних наук

«31» серпня 2020 року, протокол №12

РОЗРОБНИК ПРОГРАМИ: кандидат технічних наук, доцент кафедри моделювання систем і технологій **Богучарський Сергій Іванович**

Програму схвалено на засіданні кафедри моделювання систем і технологій

Протокол від «28» серпня 2020 року №1

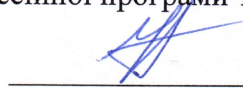
Завідувач кафедри моделювання систем і технологій



Микола ТКАЧУК

Програму погоджено з гарантом освітньо-професійної програми 122 «Комп'ютерні науки»

Гарант освітньо-професійної програми 122 «Комп'ютерні науки»

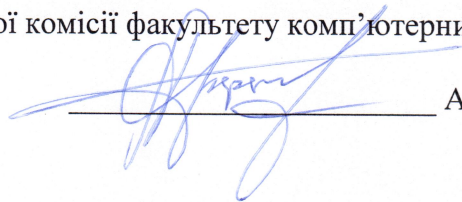


Микола СТЕРВОЄДОВ

Програму погоджено методичною комісією факультету комп'ютерних наук

Протокол від «31» серпня 2020 року №1

Голова методичної комісії факультету комп'ютерних наук



Анатолій БЕРДНІКОВ

ВСТУП

Програма навчальної дисципліни «Комп'ютерні мережі» складена відповідно до освітньо-професійної програми підготовки першого (бакалаврського) рівня вищої освіти 122 Комп'ютерні науки.

Програма навчальної дисципліни «Комп'ютерні мережі» спирається на:

1) вимоги стандарту вищої освіти за першим рівнем вищої освіти (бакалаврський), галузі знань 12 інформаційні технології, спеціальність 122 комп'ютерні науки (наказ МОН України від 10 липня 2019 року № 962);

2) освітньо-професійної програми підготовки за першим рівнем вищої освіти (бакалаврський), галузі знань 12 інформаційні технології, спеціальність 122 комп'ютерні науки (2020/2021 навчальний рік);

3) стандартів і рекомендацій щодо забезпечення якості в Європейському просторі вищої освіти (ESG) та міжнародної стандартної класифікації освіти (ISCED, ISCED-F).

1. Опис навчальної дисципліни

1.1. Мета викладання навчальної дисципліни

Дисципліна «Комп'ютерні мережі» викладається на другому курсі (четверний семестр, друге півріччя) – передбачає формування у студентів теоретичних знань та практичних навичок із побудови, керування, модернізації, моніторингу і аналізу продуктивності, діагностики та розв'язання проблем сучасних комп'ютерних мереж. В рамках матеріалу, який розглядається – студенти повинні отримати базові знання, щодо підходів проектування та впровадження (розгортання) комп'ютерних мереж (дротові та/або бездротові) з включенням сучасних застосувань технічних та/або програмних засобів, як невід'ємними компонентами комп'ютерної мережі. Згідно з положеннями освітнього стандарту та освітньо-професійної програми підготовки фахівця з галузі знань 12 інформаційні технології, спеціальності 122 комп'ютерні науки

передбачає формування знань, як теоретичних так і практичних базових вмій і навичок у галузі застосувань комп'ютерних мереж.

1.2 Основні завдання вивчення дисципліни

Задачами вивчення дисципліни є: ознайомлення з принципами побудови (організації, структури і архітектури) та аналізу сучасних технологічних впроваджень у комп'ютерних мережах; побудова моделей комп'ютерних мереж з математичним обґрунтуванням розрахунку продуктивності, надійності комп'ютерної мережі; вивчення основних мережевих технологій та стандартів; засвоєння принципів побудови комп'ютерних мереж; організація доступності інформації та спільне її використання; впровадження методів безпеки; проектування комбінованих мереж (дротові включені до бездротових чи навпаки).

1.3. Кількість кредитів: 4.

1.4. Загальна кількість годин: 120.

1.5. Характеристика навчальної дисципліни	
<u>Обов'язкова</u> / за вибором	
Денна форма навчання	Денна форма навчання
Рік підготовки	
2-й	2-й
Семестр	
3-й	4-й
Лекції	
год.	32 год.
Практичні заняття	
год.	16 год.
Лабораторні заняття	
год.	16 год.
Самостійна робота	
год.	56 год.
у тому числі індивідуальні завдання	
год.	не передбачено

1.6. Заплановані результати навчання

Згідно з вимогами освітньо-професійної програми професійної програми підготовки першого рівня вищої освіти (бакалаврський), спеціальності 122 комп'ютерні науки – студенти повинні досягти наступних результатів навчання.

Загальні компетентності (ЗК):

- здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу (ЗК01);
- здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях (ЗК02);
- знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності (ЗК03);
- здатність спілкуватися державною мовою як усно, так і письмово (ЗК04);
- здатність вчитися й оволодівати сучасними знаннями (ЗК06);
- здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел (ЗК07);
- здатність генерувати нові ідеї (креативність) (ЗК08);
- здатність працювати в команді (ЗК09);
- здатність приймати обґрунтовані рішення (ЗК11);
- здатність оцінювати та забезпечувати якість виконуваних робіт (ЗК12).

Фахові компетентності (ФК):

- здатність до математичного формулювання та досліджування неперервних та дискретних математичних моделей, обґрунтування вибору методів і підходів для розв'язування теоретичних і прикладних задач у галузі комп'ютерних наук, аналізу та інтерпретування (ФК01);
- здатність використовувати сучасні методи математичного моделювання об'єктів, процесів і явищ, розробляти моделі й алгоритми чисельного розв'язування задач математичного моделювання, враховувати похибки наближеного чисельного розв'язування професійних задач (ФК04);
- 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 (ФК13);

- здатність застосовувати методи та засоби забезпечення інформаційної безпеки, розробляти й експлуатувати спеціальне програмне забезпечення захисту інформаційних ресурсів об'єктів критичної інформаційної інфраструктури (ФК14).

Програмні результати навчання (ПРН):

- 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 (ПРН01);

- використовувати сучасний математичний апарат неперервного та дискретного аналізу, лінійної алгебри, аналітичної геометрії, в професійній діяльності для розв'язання задач теоретичного та прикладного характеру в процесі проектування та реалізації об'єктів інформатизації (ПРН02);

- 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 (ПРН13);

- 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 (ПРН14);

- розуміти концепцію інформаційної безпеки, принципи безпечного проектування програмного забезпечення, забезпечувати безпеку комп'ютерних мереж в умовах неповноти та невизначеності вихідних даних (ПРН16).

2. Тематичний план навчальної дисципліни

Розділ 1 Технологічні засади передачі даних та організація комутації.

Тема 1.1 «Базові поняття мережевих технологій». Історія комп'ютерних мереж. Використання комп'ютерних мереж. Основні поняття в області комп'ютерних мереж. Класифікація комп'ютерних мереж. Взаємодія клієнтів у комп'ютерній мережі.

Тема 1.2 «Моделі мережевої взаємодії». Модель OSI. Рівні моделі OSI. Взаємодія між рівнями. Інкапсуляція даних. Опис рівнів моделі OSI. Модель та стек протоколів TCP/IP. Характеристика рівнів моделі TCP/IP.

Тема 1.3 «Фізичний рівень моделі OSI». Поняття лінії та каналу зв'язку. Сигнали. Основні характеристики каналів зв'язку. Методи спільного використання середовища передачі даних у каналах зв'язку. Методи модулювання та кодування.

Тема 1.4 «Топології комп'ютерних мереж». Поняття топології мережі. Мережеве обладнання. Види та характеристика топології комп'ютерних мереж.

Тема 1.5 «Оптичні технології передачі даних». Фізичні характеристики оптоволоконних каналів зв'язку. Топології оптоволоконних комп'ютерних мереж. Мережеве обладнання оптоволоконних комп'ютерних мереж. Особливості побудови оптоволоконних комп'ютерних мереж.

Тема 1.6 «Канальний рівень моделі OSI». Методи комутації. Мережеві протоколи та методи комутації. Протоколи канального рівня. Стандарти IEEE 802. Технології локальних мереж. Фізичний рівень технології Ethernet. Енергоефективний Ethernet.

Тема 1.7 «Технології комутації». Алгоритм прозорого мосту. Методи комутації. Конструктивні особливості комутаторів. Технології комутації та модель OSI. Віртуальні локальні мережі (VLAN). Технології Power over Ethernet (PoE). Показники якості фізичної та логічної структури мережі. Методи та моделі розрахунку та аналізу технічних показників мережі.

Тема 1.8 «Адресація мережевого рівня». Протокол IPv4. Представлення та структура адреса IPv4. Класова адресація IPv4. Способи конфігурування адреси IPv4. Представлення та структура адреса IPv6. Типи адрес IPv6.

Тема 1.9 «Маршрутизація TCP/IPv4, TCP/IPv6». Способи конфігурування адрес IPv4 та IPv6. Розрахункові задачі конфігурування адрес IPv4 та IPv6.

Розділ 2 Технологічні засади організації каналів зв'язку та абонентський доступ.

Тема 2.1 «Технології міжмережевого екранування». Принципи створення надійної та безпечної IT-інфраструктури. Класифікація міжмережевих екранів. Класифікація систем виявлення та запобігання вторгнень. Практика розробки та використання застосувань міжмережевого екранування.

Тема 2.2 «Технології тунелювання». Основи криптографічних механізмів безпеки, які застосовуються при організації захищених каналів зв'язку. Технологічні та технічні підходи та застосування моделей тунелювання. Використання протоколів тунелювання. Практика розробки та використання застосувань тунелювання.

Розділ 3 Технологічні засади організації бездротових каналів зв'язку.

Тема 3.1 «Характеристика каналів зв'язку». Основні характеристики, технічні та технологічні застосування бездротових мереж. Технічні, технологічні характеристики антен та їх класифікація. Перетворення одиниць вимірювання.

Тема 3.2 «Технологія WI-FI». Архітектура та послуги IEEE 802.11. Кадр MAC стандарту IEEE 802.11. Управління доступом до середовища у стандарті IEEE 802.11. Функції розподіленої координації. Практика розробки та впровадження бездротової мережі за технологією WI-FI. Використання практичних застосування та методи і моделі технічного моніторингу якості каналів зв'язку та запропонованих послуг у межах стандарту 802.11b/g/n/ac/ax (2/5/6G).

Тема 3.3 «Технології мобільного зв'язку». Стандарт GSM 900/1800 МГц. Мережеві елементи доменів комутації каналів (CS) та пакетів (PS) мережі

покоління 2.5G (GSM 900/1800). Архітектура SoftSwitch: декомпозиція шлюзу, протоколи (SIP-I/T), H.248 SigTran (M2PA, M2UA, M3UA, SUA, IUA). Архітектура IMS: основні функціональні елементи, ідентифікації користувача, сценарії реєстрація, встановлення сесії. Практика сучасних підходів щодо впровадження нових технічних та технологічних рішень мереж мобільного зв'язку. Розширення послуг, які надаються клієнтам та безпека при використанні послуг мобільного зв'язку.

3. Структура навчальної дисципліни

Назви розділів і тем	Кількість годин					
	Денна форма					
	усього	Денна форма				
		л	п	лаб	інд	ср
1	2	3	4	5	6	7
Розділ 1 Технологічні засади передачі даних та організація комутації						
Разом за розділом 1	74	18	10	10		36
Розділ 2 Технологічні засади організації каналів зв'язку та абонентський доступ						
Разом за розділом 2	16	4	2	2		8
Розділ 3 Технологічні засади організації бездротових каналів зв'язку						
Разом за розділом 3	30	10	4	4		12
Усього годин	120	32	16	16		56

4.1. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
Розділ 1 Технологічні засади передачі даних та організація комутації		
1	Базові поняття мережевих технологій. Побудова типозв'язків	2
2	Вивчення елементів кабельної системи	2
3	Огляд топології комп'ютерних мереж	2
4	Адресація мережевого рівня	2
5	Адресація IPv4, IPv6	2
Разом за розділом 1		10
Розділ 2 Технологічні засади організації каналів зв'язку та абонентський доступ		
6	Вивчення сучасних підходів до розгортання безпечної інфраструктури мережі підприємства	2
Разом за розділом 2		2

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
Розділ 3 Технологічні засади організації бездротових каналів зв'язку		
7	Вивчення та надання рекомендацій по розгортанню бездротової мережі	2
8	Вивчення моделі мережі оператора зв'язку (моделювання міні мережі)	2
Разом за розділом 3		4
Усього годин		16

4.2. Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
Розділ 1 Технологічні засади передачі даних та організація комутації		
1	Побудова моделі комп'ютерної мережі.	2
2	Побудова моделі фізичних каналів зв'язку	2
3	Побудова моделі комп'ютерної мережі	2
4	Побудова моделі мережі підприємства. Розрахунок адресації в мережі	2
5	Розрахунок адресації мережі IPv4, IPv6	2
Разом за розділом 1		10
Розділ 2 Технологічні засади організації каналів зв'язку та абонентський доступ		
6	Побудова моделі та розрахунок системи запобігання вторгнень	2
Разом за розділом 2		2
Розділ 3 Технологічні засади організації бездротових каналів зв'язку		
7	Побудова, розрахунок та розгортання бездротової мережі підприємства (технологія WI-FI)	2
8	Побудова та розрахунок міні моделі мережі оператора зв'язку	2
Разом за розділом 3		4
Усього годин		16

5. Завдання для самостійної роботи

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
Розділ 1 Технологічні засади передачі даних та організація комутації		
1	Розглянути класифікацію та характеристику комп'ютерних мереж	3
2	Ознайомитись з моделлю та стеком протоколів TCP/IP	3
3	Проаналізувати характеристики сигналів (модуляція та кодування)	3
4	Дослідити сучасні практичні підходи та застосування мережевого обладнання у топології мереж	3
5	Розглянути застосування мережевих протоколів та методів комутації	3
6	Проаналізувати практичне застосування трьохрівневої ієрархічної моделі мереж	4
7	Провести порівняльний аналіз застосування загальних функцій (підходів) щодо класової та безкласової адресації	4
8	Розглянути проблематику агрегування маршрутів та супермереж	4

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
9	Дослідити застосування альтернативних адрес у плануванні підмереж	4
10	Підготовка до контрольної роботи	5
Разом за розділом 1		36
Розділ 2 Технологічні засади організації каналів зв'язку та абонентський доступ		
10	Провести аналіз сучасних застосувань при сегментуванні мереж на каналному рівні	4
11	Розглянути сучасні підходи щодо криптографічних механізмів безпеки	4
Разом за розділом 2		8
Розділ 3 Технологічні засади організації бездротових каналів зв'язку		
12	Дослідити сучасні підходи щодо базового набору послуг (BSS) та ізолювання або з'єднання з магістральною розподіленою системою	2
13	Провести аналіз еволюційних підходів щодо безпечної передачі даних у бездротових мережах	2
14	Розглянути етапи розвитку (впровадження стандартів) загальної структури протоколів GSM та передачі з'єднання (хэндовер)	3
15	Підготовка до контрольної роботи	5
Разом за розділом 3		12
Усього годин		56

6. Індивідуальні завдання

Не передбачено

7. Методи навчання

В ході проведення аудиторних та/або дистанційних занять застосуються наступні методи навчання.

1. По джерелам передачі інформації та характеру її сприйняття: практичні, наглядні, словесні, робота з літературою, відео (перегляд), рефлексія.

2. По рівню самостійної активності та творчості: пояснювально-ілюстративний, репродуктивний, метод проблемного викладання, частково-пошуковий (евристичний), дослідницький.

3. По формам співробітництва: монологічні методи (лекція, демонстрація), співробітництво (індивідуальні, групові, фронтальні, колективні), діалогічні (бесіда).

8. Методи контролю

Протягом навчального семестру проводиться поточний контроль знань (поєднаний з моделями методів навчання), який складається з виконання: практичних завдань (практична робота), лабораторних робіт (лабораторна робота), поточний контроль знань (тестування та/або письмова робота), контрольна робота (модульна контрольна робота). Кількість балів, які студент може отримати (верхня межа) протягом навчального семестру складає 60 балів.

Протягом навчального семестру студент отримує обов'язкові завдання, які виконуються у встановлені терміни. Студент самостійно контролює свої навчальні досягнення. Навчальні досягнення студентів відображаються у електронному журналі.

За умови, якщо студент з поважних причин не зможе надати та захистити роботу йому надається інший час за умови надання документального підтвердження.

Студент, який отримав індивідуальний план навчання зобов'язаний за графіком – виконання обов'язкових завдань (практичні, лабораторні, тестування, контрольні роботи та інше заходи визначені навчальним планом дисципліни) передбачає надання та/або виконання контрольних точок за графіком студентів денної форми в загальному потоці.

За підсумками навчального семестру студент який виконав усі контрольні точки: практичні роботи, лабораторні роботи, поточний контроль знань, контрольна робота та отримав за підсумками семестру не менше 50 балів та виконав усі контрольні точки – автоматично отримує допуск до складання екзамену, в іншому випадку студент не допускається до складання екзамену.

Екзамен складається з двох питань (комплексне завдання одне теоретичне та друге практичне – до кожного питання). Форма складання екзамену – письмова робота. Кожне питання оцінюється 20 балів. Кількість балів, яку може отримати студент – 40 балів.

Проведення екзамену відбувається за складеним графіком деканатом ФКН. До екзамену допускаються студенти, які надали залікову книжку,

студентський квиток та знаходились у аудиторії до початку проведення екзамену в іншому випадку студент до екзамену не допускається та у екзаменаційній відомості робиться запис «не з'явився».

Особливі умови здачі контрольних точок: за умови, якщо студент з не обґрунтованих обставин не надав по строку роботу – перший дедлайн оцінюється 50% від визначеного графіком; другий дедлайн оцінюється 20% від визначеного графіком.

9. Схема нарахування балів

Поточний контроль, самостійна робота, індивідуальні завдання						Екзамен	Сума	
Розділ 1		Розділ 2	Розділ 3	Контрольна робота, передбачена навчальним планом	Індивідуальне завдання			Разом
Т. 1.4	Т. 1.6	Т. 2.2	Т. 3.2					
Денна форма навчання								
10	10	10	10	2x10		60	40	100

Критерії поточної оцінки знань студентів – контрольна робота

Кількість балів	Критерії оцінки
2	Студент демонструє, значну (більше половини) частину навчального матеріалу може відтворити репродуктивно; може викладача виконати просте навчальне завдання; має елементарні, нестійкі навички необхідні для виконання завдань.
4	Студент знайомий з основними поняттями навчального матеріалу; може самостійно відтворити значну частину навчального матеріалу і робити певні узагальнення; вмє виконати просте навчальне завдання.
6	Студент демонструє вивчений матеріал у стандартних ситуаціях; пояснює основні процеси, що відбуваються під час роботи інформаційної системи та наводить власні приклади на підтвердження деяких тверджень; вмє виконувати навчальні завдання.
8	Студент демонструє міцні знання, самостійно визначає проміжні цілі власної навчальної діяльності, оцінює нові факти, явища; вмє самостійно знаходити додаткові відомості та використовує їх для реалізації поставлених перед ним навчальних цілей, судження його (її) логічні і достатньо обґрунтовані; має певні навички управління інформаційною системою.
10	Студент демонструє стійкі системні знання; вмє вільно використовувати інформаційні технології для розв'язування ситуаційних задач; має стійкі навички управління інформаційною системою у нестандартних ситуаціях.

Критерії поточної оцінки знань студентів – практична робота

Кількість балів	Критерії оцінки
1	Студент має початковий рівень знань, значну (більше половини) частину навчального матеріалу може відтворити репродуктивно; може з допомогою викладача виконати просте навчальне завдання; має елементарні, нестійкі навички необхідні для виконання завдання.
2	Студент вміє аналізувати навчальний матеріал, в цілому самостійно застосовувати його на практиці; контролювати власну діяльність; самостійно визначити спосіб розв'язування навчальної задачі.
3	Студент вміє застосовувати вивчений матеріал у стандартних ситуаціях; може пояснити основні процеси, що відбуваються під час роботи інформаційної системи та наводити власні приклади на підтвердження деяких тверджень; вміє виконувати навчальні завдання.
4	Студент володіє міцними знаннями, самостійно визначає проміжні цілі власної навчальної діяльності, оцінює нові факти, явища; вміє самостійно знаходити додаткові відомості та використовує їх для реалізації поставлених перед ним навчальних цілей, судження його (її) логічні і достатньо обґрунтовані; має певні навички управління інформаційною системою.
5	Студент має стійкі системні знання та продуктивно їх використовує; вміє вільно використовувати нові інформаційні технології для поповнення власних знань та розв'язування задач; має стійкі навички управління інформаційною системою у нестандартних ситуаціях.

Критерії підсумкової оцінки знань студентів екзамен

Екзамен складається з двох питань (перше теоретичне та друге практичне завдання). Форма складання екзамену – письмова робота (співбесіда за вимогою). Кожне питання оцінюється 20 балів. Кількість балів, яку може отримати студент – 40 балів.

Кількість балів	Критерії оцінки
4	Студент розпізнає окремі об'єкти, явища і факти предметної галузі; знає і виконує базові технологічні застосування.
8	Студент має фрагментарні знання при незначному загальному їх обсязі (менше половини навчального матеріалу) за відсутності сформованих умінь та навичок.
12	Студент має рівень знань вищий, ніж початковий; може з допомогою викладача відтворити значну частину навчального матеріалу з елементами логічних зв'язків; має стійкі навички виконання елементарних технологічних застосувань та їх опрацювання.
16	Студент вільно володіє навчальним матеріалом, застосовує знання на практиці; вміє узагальнювати і систематизувати навчальну інформацію; самостійно виконує передбачені програмою навчальні завдання; може аргументовано обрати раціональний спосіб виконання навчального завдання.
20	Студент має стійкі системні знання та продуктивно їх використовує, стійкі навички керування інформаційною системою в нестандартних ситуаціях; уміє вільно використовувати нові інформаційні технології для поповнення власних знань та розв'язування задач.

Критерії оцінювання навчальних досягнень

Шкала оцінювання

Сума балів за всі види навчальної діяльності протягом семестру	Оцінка для чотирирівневої шкали оцінювання
90-100	відмінно
70-89	добре
50-69	задовільно
1-49	незадовільно

10. Рекомендована література

1. Комп'ютерні мережі. Книга 1 [навчальний посібник] – Львів, «Магнолія 2006», 2013. – 256 с.
2. Комп'ютерні мережі. Книга 2 [навчальний посібник] – Львів, «Магнолія 2006», 2014. – 256 с.

Основна література

1. Комп'ютерні мережі: Навчальний посібник / В. Г. Хоменко, М. П. Павленко. – Донецьк: ЛАНДОН-XXI, 2011. – 316 с.
2. Комп'ютерні мережі : навчальний посібник / [Азаров О. Д., Захарченко С. М., Кадук О. В. та ін.] – Вінниця : ВНТУ, 2013. – 371 с.

Допоміжна література

1. Телекомунікаційні та інформаційні мережі: Підручник [для вищих навчальних закладів] / П. П. Воробієнко, Л. А. Нікітюк, П. І. Резніченко. – К.: САММІТ-Книга, 2010. – 708 с.: іл.
2. Комп'ютерні мережі: навчальний посібник / Ю. І. Лосев, К. М. Руккас, С. І. Шматков / За редакцією Ю. І. Лосева. – Х.: ХНУ імені В. Н. Каразіна, 2013. – 248 с.

11. Посилання на інформаційні ресурси в Інтернеті, відео-лекції, інше методичне забезпечення

1. Онлайн-документація: <https://help.ubnt.com/hc/en-us>
2. Онлайн-документація:
<https://docs.netgate.com/pfsense/en/latest/index.html>