



Міжнародний гуманітарний університет
Факультет кібербезпеки, програмної інженерії та комп'ютерних наук
Кафедра інформаційних технологій

СИЛАБУС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

ПЛАНУВАННЯ ТА ПРОЕКТУВАННЯ КОМП'ЮТЕРНИХ МЕРЕЖ

Галузь знань	17 Електроніка, автоматизація та електронні комунікації
Спеціальність	172 Електронні комунікації та радіотехніка
Назва освітньої програми	Комп'ютерні мережі та Інтернет
Рівень вищої освіти	другий (магістерський) рівень

Розробники і викладачі	Контактний тел.	E-mail
Професор кафедри інформаційних технологій д.т.н., проф. Мірошник Марина Анатоліївна	099-063-31-45	marinagmiro@gmail.com

1. АНОТАЦІЯ ДО КУРСУ

Дисципліна «Планування та проектування комп'ютерних мереж» надає змогу здобувачам другого ступеня вищої освіти оволодіти спеціальними професійними компетентностями, пов'язаними з використанням інженерії програмних засобів для паралельних та розподілених систем у рамках виконання їх самостійного дослідження та у подальшій науково-дослідницькій діяльності.

Дисципліна «Планування та проектування комп'ютерних мереж» спрямована на вивчення студентами сучасних підходів та методів планування та проектування комп'ютерних мереж. В дисципліні розглядаються: інструменти та підходи комп'ютерних технологій, засоби управління залежностями, логування та моніторинг в сучасних програмних продуктах, способи організації взаємодії при розробці програмного забезпечення. Вивчення даної дисципліни майбутніми фахівцями дозволить їм набути важливих компетенцій в електронних комунікацій та радіотехніки.

Мета викладання дисципліни – ознайомлення студентів з основами сучасних комп'ютерних технологій, вивчення методів оптимізації та освоєння основ теорії управління з позиції їх практичного застосування в комп'ютерних системах, дослідження підходів до управління проектами при розробці інтегрованих корпоративних комп'ютерних систем та технологій, розгляд задач, моделей та методів планування та

проектування інтегрованих комп'ютеризованих систем на прикладі корпоративної комп'ютерної мережі та створення корпоративної інформаційної системи.

Завданнями курсу: формування в студентів бази знань, умінь і навичок, необхідних для кваліфікованого та ефективного використання сучасних комп'ютерних технологій у навчально-пізнавальній діяльності та повсякденному житті; розвиток в студентів уміння самостійно опановувати та раціонально використовувати програмні засоби різного призначення, цілеспрямовано шукати й систематизувати інформацію, використовувати електронні засоби обміну даними; формування в студентів уміння застосовувати Планування та проектування комп'ютерних мереж з метою ефективного розв'язання різноманітних завдань щодо отримання, обробки, збереження, подання інформації, які пов'язані з майбутньою професійною діяльністю в умовах інформаційного суспільства; використовувати сервіси і інформаційні ресурси мережі Інтернет у професійній діяльності.

Передумови для вивчення дисципліни є знання і вміння, отримані студентом при вивченні дисциплін "Інформаційно-комунікаційні технології", "Надійність телекомунікаційних систем та мереж", "Віртуалізація та хмарні технології". Знання і вміння, отримані студентом при вивченні даної навчальної дисципліни, можуть бути використані при паралельному вивченні вибіркових дисциплін та при написанні випускної кваліфікаційної роботи.

2. ОЧІКУВАНІ КОМПЕТЕНТНОСТІ, ЯКІ ПЛАНУЄТЬСЯ СФОРМУВАТИ ТА ДОСЯГНЕННЯ ПРОГРАМНИХ РЕЗУЛЬТАТІВ

У процесі реалізації програми дисципліни «Планування та проектування комп'ютерних мереж» формуються наступні компетентності та результати навчання із передбачених освітньо-професійною програмою «Комп'ютерні мережі та Інтернет» зі спеціальності 172 Електронні комунікації та радіотехніка.

Інтегральна компетентність (ІК)	
ІК-1	Здатність розв'язувати складні спеціалізовані задачі та практичні проблеми у професійній діяльності спрямованій на створення умов та засобів для обміну інформацією, в тому числі комп'ютерних мереж та Інтернет, технічних засобів й програмних додатків, які забезпечують її надійне та якісне передавання, оброблення та зберігання, що передбачає застосування певних методів відповідної науки і характеризується комплексністю та невизначеністю умов.
Загальні компетентності (ЗК)	
ЗК-1	Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу
ЗК-2	Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях
ЗК-3	Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності
ЗК-6	Здатність використовувати інформаційні та комунікаційні технології
ЗК-9	Здатність розробляти проекти та управляти ними
Спеціальні (фахові, предметні) компетентності	
СК-4	Здатність розв'язувати задачі забезпечення надійності, живучості, завадозахищеності, інформаційної безпеки та пропускну здатності електронних комунікаційних і радіотехнічних систем з урахуванням економічних, правових, безпекових та інших аспектів
СК-8	Здатність розв'язувати складні професійні задачі на основі застосування новітніх технологій передавання, приймання і обробки інформації

СК-12	Здатність забезпечувати високу надійність та відмовостійкість комп'ютерних мереж на етапах їх планування, будівництва, впровадження новітніх технологій, менеджменту, експлуатації та реструктуризації.
Програмні результати навчання (ПРН)	
ПРН-3	Розробляти і реалізовувати сучасні та перспективні електронні комунікаційні і радіотехнічні системи, комплекси, технології, пристрої та їх компоненти
ПРН-6	Аналізувати напрями розвитку і новітні стандарти у сфері електронних комунікацій і радіотехніки, комп'ютерних мереж та Інтернет
ПРН-9	Забезпечувати надійність, живучість, завадозахищеність, інформаційну безпеку та пропускну здатність електронних комунікаційних і радіотехнічних систем
ПРН-10	Розробляти і реалізовувати інженерні проекти, враховуючі цілі, обмеження, соціальні, економічні, правові та екологічні аспекти
ПРН-12	Аналізувати технічні характеристики електронних комунікаційних і радіотехнічних систем, потреби ринку, інвестиційний клімат та конкурентоспроможність проектних рішень, наукових та дослідно-конструкторських розробок

3. ОБСЯГ ТА ОЗНАКИ КУРСУ

Загалом		Вид заняття (денна / заочна форма навчання)			Ознаки курсу		
ЄКТС	годин	Лекційні заняття	Практичні заняття	Самостійна робота	Курс, (рік навчання)	Семестр	Обов'язкова / вибіркова
6	180	42 / 6	28 / 6	110 / 168	1	2	Обов'язкова

4. СТРУКТУРА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин							
	Денна форма				Заочна форма			
	Усього	у тому числі			Усього	у тому числі		
		Лекц.	Прак.	Сам. роб.		Лекц.	Прак.	Сам. роб.
Змістовий модуль 1. Комп'ютерні системи та мережі як об'єкт проектування Тема 1. Предмет, ціль і задачі курсу.	7	2		5	10	2		8
Тема 2. Методи і моделювання комп'ютерних систем	7	2		5	8			8
Тема 3. Проектування комп'ютерних мереж	9	2	2	5	10	2		8
Тема 4. Проектування корпоративних комп'ютерних систем	9	2	2	5	8			8

Тема 5. Життєвий цикл комп'ютерної інформаційної системи	9	2	2	5	10		2	8
Тема 6. Вибір тиражованого проекту комп'ютерної системи	7	2		5	8			8
Тема 7. Фази життєвого циклу комп'ютерної системи.	7	2		5	10		2	8
Змістовий модуль 2. Методи та моделі проектування комп'ютерних систем та мережі	9	2	2	5	8			8
Тема 8. Методологічні основи автоматизованого проектування комп'ютерних мереж								
Тема 9. Структурно - топологічний синтез мережі передачі даних	9	2	2	5	10	2		8
Тема 10. Проектування мережі ЕОМ	9	2	2	5	8			8
Тема 11. Проектування розподіленої бази даних в комп'ютерних мережах	9	2	2	5	8			8
Тема 12. Проектування пропускних здатностей мережі.	9	2	2	5	8			8
Змістовий модуль 3. Програмні засоби управління проектами розробки КС та КМ	9	2	2	5	8			8
Тема 13. Математичне програмування. (МП)								
Тема 14. Детерміновані потокові моделі.	7	2		5	8			8
Тема 15. Моделі задач дискретного програмування	9	2	2	5	8			8
Тема 16. Нелінійне програмування.	7	2		5	8			8
Тема 17. Agile – методології	9	2	2	5	8			8
Змістовий модуль 4. Топологічне проектування інфокомунікаційних систем та мереж.	9	2	2	5	8			8
Тема 18. Задача пошуку найкоротших маршрутів в інфокомунікаційних мережах .								
Тема 19. Постановка задачі структурного синтезу інфокомунікаційних систем.	9	2	2	5	8			8

Тема 20. Постановка задачі багатокритеріальної оптимізації.	9	2	2	5	10		2	8
Тема 21. Перспективи розвитку інформаційно-комунікаційних технологій.	12	2		10	8			8
Всього	180	42	28	110	180	6	6	168
Підсумковий контроль – екзамен								

5. ТЕХНІЧНЕ Й ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ / ОБЛАДНАННЯ

Студенти отримують теми та питання курсу, основну і додаткову літературу, рекомендації, завдання та оцінки за їх виконання як традиційним шляхом, так і з використанням університетської платформи он-лайн навчання на базі Moodle (Google class). Окрім того, практичні навички під час виконання лабораторних робіт та виконання індивідуальних завдань, студенти отримують, користуючись університетськими комп'ютерними класами та бібліотекою. Використовуються лабораторії кібербезпеки, програмної інженерії та комп'ютерних наук (комп'ютерне та мультимедійне обладнання), обчислювальні середовища GNU Octave 8.3 (<https://octave.org>) та Scilab 2023 (<https://www.scilab.org/>).

6. САМОСТІЙНА РОБОТА

До самостійної роботи студентів щодо вивчення дисципліни «Планування та проектування комп'ютерних мереж» включаються:

1. Знайомство з науковою та навчальною літературою відповідно зазначених у програмі тем.
2. Опрацювання лекційного матеріалу.
3. Підготовка до практичних занять.
4. Консультації з викладачем протягом семестру.
5. Самостійне опрацювання окремих питань навчальної дисципліни.
6. Підготовка та виконання індивідуальних завдань.
7. Підготовка до підсумкового контролю.

Тематика та питання до самостійної підготовки та індивідуальних завдань

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		денна форма	заочна форма
1	Змістовий модуль 1. Комп'ютерні системи та мережі як об'єкт проектування Тема 1. Предмет, ціль і задачі курсу. Характеристика комп'ютерних мереж як об'єкту планування та проектування. Критерії оптимальності: детерміновані та стохастичні, застосування в комп'ютерних мережах. Об'єкт оптимізації, модель об'єкту, обмеження. Класифікація методів оптимізації. Методи оптимізації в	5	8

	детермінованих та стохастичних задачах.		
2	Тема 2. Особливості комп'ютерних систем та мереж, методи і моделювання комп'ютерних систем, архітектура комп'ютерних систем: її складові і стратегії розвитку	5	8
3	Тема 3. Комп'ютерна мережа: технології, функціональні особливості. Проектування комп'ютерна мережа: визначення проекту та видів забезпечення проекту, постановка задачі автоматизованого проектування.	5	8
4	Тема 4. Життєвий цикл (ЖЦ) проекту корпоративних комп'ютерних систем (КС), функції і класифікація процесів управління проектом. Стандартизація управління проектами	5	8
5	Тема 5. Інтеграція ЖЦ проекту в комп'ютерну інформаційну систему (КІС). ЖЦ КІС. Моделі ЖЦ КІС.	5	8
6	Тема 6. Вибір тиражованого проекту комп'ютерної системи. Моделі MRP, MRP II, ERP: характеристика та алгоритми роботи. Концепції CRM-стратегії. Аналіз моделей ІТ аутсорсінга.	5	8
7	Тема 7. Методи та інструменти реалізації фаз ЖЦ комп'ютерної системи.	5	8
8	Змістовий модуль 2. Методи та моделі проектування комп'ютерних систем та мережі Тема 8. Методологічні основи автоматизованого проектування комп'ютерних мереж (КМ) . Структурний синтез і оптимізація КМ	5	8
9	Тема 9. Структурно - топологічний синтез сети мережі передачі даних (МПД) Структурний синтез мережі передачі даних КМ із заданим рівнем надійності	5	8
10	Тема 10. Проектування мережі ЕОМ. Моделі визначення типів и кількості ЕОМ, що розміщуються в вузлах мережі	5	8
11	Тема 11. Проектування розподіленої бази даних в КС (РБД): Правила, моделі та алгоритми побудови РБД. Імітаційне моделювання РБД.	5	8
12	Тема 12. Проектування пропускних здатностей мережі. Задача оптимальної маршрутизації пакетів РБД в КС. Матричний метод.	5	8
13	Змістовий модуль 3. Програмні засоби управління проектами розробки КС та КМ Тема 13. Математичне програмування. (МП) Постановка і класифікація задач МП. Лінійне програмування. Приклади рішення вирішення задач лінійного програмування (ЛП) в КС та КМ. Математична модель. Загальна та канонічна форма моделі. Графічна інтерпретація задач ЛП. Формалізація постановки і рішення задач ЛП в середовищі MATLAB .	5	8
14	Тема 14. Детерміновані потокові моделі. Задача про оптимальний потік в мережі. Транспортна задача ЛП. Задача про максимальний потік в мережі. Задача про найкоротший шлях в мережі.. Багатопродуктові транспортно-розподільні задачі. Формалізація постановки і вирішення поточкових задач в середовищі MATLAB .	5	8
15	Тема 15. Моделі задач дискретного програмування. Задача про рюкзак. Задача про призначення. Задача комівояжера. Методи вирішення задач ЦП. Основні ідеї методу Гоморі і методу гілок і границь. Вирішення ЗЦЛП в середовищі MATLAB	5	8
16	Тема 16. Нелінійне програмування. Методи рішення завдань нелінійного програмування. Метод множників Лагранжа. Метод Франка-Вульфа. Метод кусочно-лінійної апроксимації. Формалізація постановки і рішення в середовищі MATLAB .	5	8

17	Тема 17. Agile – методології. (Scrum, XP, Kanban). Програмна платформа JIRA. Змістовий модуль 4. Топологічне проектування інфокомунікаційних систем та мереж.	5	8
18	Тема 18. Задача пошуку найкоротших маршрутів в інфокомунікаційних мережах . Алгоритм Дейкстри. Алгоритм Беллмана-Форда. Алгоритм Флойда-Уоршела.	5	8
19	Тема 19. Постановка задачі структурного синтезу інфокомунікаційних систем. Оптимізація структури мереж доступу у класі деревовідних мереж. Алгоритм Краскала. Алгоритм Прима. Задачі багатокритеріальної оптимізації.	5	8
20	Тема 20. Постановка задачі багатокритеріальної оптимізації. Методи рішення задачі багатокритеріальної оптимізації. Множество Парето. Приклади рішення задачі в КС та КМ.	5	8
21	Тема 21. Перспективи розвитку інформаційно-комунікаційних технологій.	10	8
Всього		110	168

7. ВИДИ ТА МЕТОДИ КОНТРОЛЮ

Робоча програма навчальної дисципліни передбачає наступні види та методи контролю:

Види контролю	Складові оцінювання
Поточний контроль, який здійснюється у ході: проведення практичних занять, виконання індивідуального завдання; проведення консультацій та відпрацювань.	50%
Підсумковий контроль, який здійснюється у ході проведення екзамену.	50%

Методи діагностики знань (контролю)	Фронтальне опитування, індивідуальні завдання, робота у групах, розв'язання практичних завдань, екзамен
-------------------------------------	---

8. ОЦІНЮВАННЯ ПОТОЧНОЇ, САМОСТІЙНОЇ ТА ІНДИВІДУАЛЬНОЇ РОБОТИ СТУДЕНТІВ З ПІДСУМКОВИМ КОНТРОЛЕМ У ФОРМІ ЕКЗАМЕНУ

Денна форма навчання			
<i>Поточний контроль</i>			
Види роботи	Планові терміни виконання	Форми контролю та звітності	Максимальний відсоток оцінювання
Систематичність і активність роботи на практичних заняттях			
1.1. Підготовка до практичних занять	Відповідно до робочої програми та розкладу занять	Перевірка обсягу та якості засвоєного матеріалу під час практичних занять	25
Виконання завдань для самостійного опрацювання			

1.2. Підготовка програмного матеріалу (тем, питань), що виноситься на самостійне вивчення	--/	Розгляд відповідного матеріалу під час аудиторних занять або ІКР ¹ , перевірка конспектів навчальних текстів тощо	10
Виконання індивідуальних завдань (науково-дослідна робота студента)			
1.3. Підготовка індивідуального завдання згідно вказівок викладача	Відповідно до розкладу занять і графіку ІКР	Обговорення (захист) матеріалів індивідуального завдання	10
1.4. Інші види індивідуальних завдань, в т.ч. підготовка наукових публікацій, участь у роботі круглих столів, конференцій тощо.	--/	Обговорення результатів проведеної роботи під час аудиторних занять або ІКР, наукових конференцій та круглих столів.	5
Разом балів за поточний контроль			50
<i>Підсумковий контроль</i> екзамен			50
Всього балів			100

Заочна форма навчання			
<i>Поточний контроль</i>			
Види самостійної роботи	Планові терміни виконання	Форми контролю та звітності	Максимальний відсоток оцінювання
Систематичність і активність роботи під час аудиторних занять			
1.1. Підготовка до аудиторних занять	Відповідно до розкладу	Перевірка обсягу та якості засвоєного матеріалу під час аудиторних занять	15
За виконання контрольних робіт (завдань)			
1.2. Підготовка контрольних робіт (завдань) за заданою тематикою	--/	Перевірка контрольних робіт, (завдань)	15
Виконання завдань для самостійного опрацювання			
1.3. Підготовка індивідуального завдання згідно вказівок викладача	--/	Обговорення (захист) матеріалів індивідуального завдання	10
Виконання індивідуальних завдань (науково-дослідна робота студента)			
2.1. Підготовка індивідуального завдання за заданою тематикою, індивідуальних завдань, в т.ч. підготовка наукових публікацій, участь у роботі круглих столів, конференцій тощо	Відповідно до графіку ІКР	Обговорення (захист) матеріалів індивідуального завдання під час ІКР	10

¹ Індивідуально-консультативна робота викладача зі студентами

Разом балів за поточний контроль	50
<i>Підсумковий контроль</i> екзамен	50
Всього балів підсумкової оцінки	100

9. КРИТЕРІЇ ПІДСУМКОВОЇ ОЦІНКИ ЗНАНЬ СТУДЕНТІВ (для екзамену)

Рівень знань оцінюється:

– «відмінно» / «зараховано» А – від 90 до 100 балів. Студент виявляє особливі творчі здібності, вміє самостійно знаходити та опрацьовувати необхідну інформацію, демонструє знання матеріалу, проводить узагальнення і висновки. Був присутній на лекціях, практичних заняттях, під час яких виконував усі поставлені завдання та давав вичерпні, обґрунтовані, теоретично і практично правильні відповіді, виконав завдання до самостійної роботи, проявляє активність і творчість у науково-дослідній роботі;

– «добре» / «зараховано» В – від 82 до 89 балів. Студент володіє знаннями матеріалу, але допускає незначні помилки у формуванні термінів, категорій, проте за допомогою викладача швидко орієнтується і знаходить правильні відповіді. Був присутній на лекціях, практичних заняттях, під час яких виконував усі поставлені завдання та давав вичерпні, обґрунтовані, теоретично і практично правильні відповіді, виконав завдання до самостійної роботи, проявляє активність і творчість у науково-дослідній роботі;

– «добре» / «зараховано» С – від 74 до 81 балів. Студент відтворює значну частину теоретичного матеріалу, виявляє знання і розуміння основних положень, з допомогою викладача може аналізувати навчальний матеріал, але дає недостатньо обґрунтовані, невичерпні відповіді, допускає помилки. При цьому враховується наявність виконаних індивідуальних завдань та завдань до самостійної роботи та активність у науково-дослідній роботі;

– «задовільно» / «зараховано» D - від 64 до 73 балів. Студент був присутній не на всіх лекціях та практичних заняттях, володіє навчальним матеріалом на середньому рівні, допускає помилки, серед яких є значна кількість суттєвих. При цьому враховується наявність виконаних індивідуальних завдань та завдань до самостійної роботи;

– «задовільно» / «зараховано» E – від 60 до 63 балів. Студент був присутній не на всіх лекціях та практичних заняттях, володіє навчальним матеріалом на рівні, вищому за початковий, значну частину його відтворює на репродуктивному рівні, на всі запитання дає необґрунтовані, невичерпні відповіді, допускає помилки, виконав не всі завдання до самостійної роботи;

– «незадовільно з можливістю повторного складання» / «не зараховано» FX – від 35 до 59 балів. Студент володіє матеріалом на рівні окремих фрагментів, що становлять незначну частину навчального матеріалу;

– «незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни» / «не зараховано» F – від 1 до 34 балів. Студент не володіє навчальним матеріалом.

Таблиця відповідності результатів контролю знань за різними шкалами

100-бальною шкалою	Шкала за ECTS	За національною шкалою	
		екзамен	залік
90-100	A	Відмінно	Зараховано
82-89	B	Добре	Зараховано
74-81	C		
64-73	D	Задовільно	Зараховано
60-63	E		
35-59	Fx	Незадовільно	Не зараховано
1-34	F		

10. РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

Основна

1. Голь В.Д., Ірха М.С. Телекомунікаційні та інформаційні мережі: навчальний посібник. Київ : ІСЗЗІ КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. 250 с.
2. Тарбаєв С.І., Домрачева К.О., Заїка В.Ф., Трембовецький М.П. Проектування інфокомунікаційних мереж. Навчальний посібник.. – Київ: ННІТІ ДУТ, 2019. – 151 с.
3. Горбатий І. В., Бондарєв А. П. Телекомунікаційні системи та мережі. Принципи функціонування, технології та протоколи. – Львів: Львівська політехніка, 2016. – 336 с.
4. Кайдан М. В., Климаш М. М., Стрихалюк Б. М. Напрявні системи телекомунікаційних мереж. – Львів: Львівська політехніка, 2021. – 488 с.
5. П.П. Воробієнко, Л.А. Нікітюк, П.І. Резніченко. Телекомунікаційні та інформаційні мережі: Підручник для вищих навчальних закладів. – К.:САММІТ-КНИГА, 2010. –640 С.: іл.
6. Буров Є.В. Комп'ютерні мережі: Підручник / Буров Є.В., Митник М.М. За заг. ред. Пасічника В.В. Львів: Магнолія 2019. – 204 с.
7. Горбатий І. В., Бондарєв А. П. Телекомунікаційні системи та мережі. Принципи функціонування, технології та протоколи. Львівська політехніка, 2016. – 336 с.
8. Hassan M. Introduction to Mobile Network Engineering: GSM, 3G-WCDMA, LTE and the Road to 5G. 1st Edition, Kindle Edition, 2022.
9. [Morreale](#) P. A., [Terplan](#) K. CRC Handbook of Modern Telecommunications. CRC Press, 2017.
10. Комп'ютерні мережі : підруч. з дисципліни "Комп'ютерні мережі" / Блозва А. І., Матус Ю. В., Касаткін Д. Ю. ; Нац. ун-т біоресурсів і природокористування України, Каф. комп'ютер. систем і мереж. - Київ : Компринт, 2019 . Т. 2. - 2019. - 382 с.
11. Адресації в IP-мережах:Теоретичні основи та приклади розв'язання задач [Електронний ресурс]: навч. посіб. для студ. спеціальності 172 «Телекомунікації та радіотехніка» / Д.І.Могилевич, І.В.Кононова; КПІ ім.Ігоря Сікорського. – Електронні текстові дані (1 файл: 1,590Мбайт). –Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019. –55 с.

12. Смірнов О.А., Коноплицька-Слободенюк О.К., Смірнов С.А., Буравченко К.О., Смірнова Т.В., Поліщук Л.І. Проектування комп'ютерних систем та мереж : навч. посіб. — Кропивницький: Видавець Лисенко В. Ф., 2019. — 264 с.
13. Комп'ютерні мережі : навч. посіб. / О. С. Городецька, В. А. Гикавий, О. В. Онищук ; Вінниц. нац. техн. ун-т. - Вінниця : ВНТУ, 2017. - 127 с.
14. Протокол IP: Статична маршрутизація в IP-мережах: Навч.посібник / С.В. Панченко, С.І. Приходько, О.С. Жученко та ін.-Харків: УкрДУЗТ, 2017. – 136с.
15. Комп'ютерні мережі. Локальні комп'ютерні мережі. Методичні вказівки до комп'ютерного практикуму. [Текст] / Уклад.: О.Ю. Кулаков, Р.Ю. Берест – К.: НТУУ «КПІ», 2012. –164 с.
16. Комп'ютерні мережі : Навчальний посібник / В. Г. Хоменко, М. П. Павленко. – Донецьк : ЛАНДОН-XXI, 2011. – 316 с.
17. Рамський Ю.С., Олексюк В.П., Балик А.В. / Адміністрування комп'ютерних мереж і систем: Навч. пос. — Тернопіль: Навчальна книга – Богдан, 2010. — 196 с.
18. А.Г. Микитишин, М.М. Митник, П.Д. Стухляк, В.В. Пасічник Комп'ютерні мережі : Навчальний посібник / А.Г. Микитишин, М.М. Митник, П.Д. Стухляк, В.В. Пасічник – Львів, «Магнолія 2006», 2013. – 256 с.
19. Комп'ютерні мережі. Загальні принципи функціонування комп'ютерних мереж : Навчальний посібник / С. В. Мінухін, С. В. Кавун, С. В. Знахур. – Харків: Вид. ХНЕУ, 2008. – 210 с.

Допоміжна

1. Горбатий І. В. Методи формування й оброблення сигналів у телекомунікаційних системах. – Львів: Львівська політехніка, 2019. – 336 с.
2. Климаш М. М., Колодій Р. С. Телекомунікаційні системи передавання інформації. – Львів: Львівська політехніка, 2018. – 632 с.
3. Телекомунікаційні системи та мережі. Абонентський доступ і технології локальних мереж [Електронний ресурс] / В. В. Поповський та ін. Т. 2. Харків: СМІТ. Друге видання, доповнене. 2018. Режим доступу: <http://www.znanius.com/3882.html?&L=0>.
4. Р. Бурачок, М. Климаш, Б. Коваль Телекомунікаційні системи передавання інформації. Методи кодування. Львівська політехніка, 2015. – 476 с.

Інформаційні ресурси

1. ITU-T Recommendation Y.2001. «General overview of NGN», 2004. 12 p.
2. ITU-T Recommendation Y.2012. «Functional requirements and architecture of next generation networks», 2010. 90 p.
3. Camarillo G, Garcia-Martín M. The IP Multimedia Subsystem (IMS). - 2-nd ed. - John Wiley & Sons, 2006. – 427 p.
4. «The path to 5G: New services with 4.5G, 4.5G Pro and 4.9G». - Nokia white paper, 2016. – 20 p.