

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
МІЖНАРОДНИЙ ГУМАНІТАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Кафедра комп'ютерної інженерії та інноваційних технологій

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Ректор Міжнародного гуманітарного

університету д.ю.н., професор

Костянтин ГРОМОВЕНКО



сергій 2025 р.

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНІ СИСТЕМИ ТА МЕРЕЖІ

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 перший (бакалаврський) рівень

Одеса - 2025 рік

Робоча програма затверджена на засіданні комп'ютерної інженерії та інноваційних технологій протокол № 1 від 28 серпня 2025 року.

Розробники і викладачі	Контактний тел.	E-mail
Доцент кафедри Комп'ютерної інженерії та інноваційних технологій, кандидат технічних наук Педяш Володимир Віталійович	+38067-37 87 003	vpedyash@gmail.com

Завідувач комп'ютерної інженерії та інноваційних технологій



Лариса ЙОНА

Гарант освітньої програми
к.т.н., доцент



Денис РОЗЕНВАССЕР

Узгоджено
Начальник навчального відділу



Лілія САЄНКО

1. ОПИС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Найменування показників	Галузь знань, напрям підготовки, освітньо-кваліфікаційний рівень	Характеристика навчальної дисципліни	
		денна форма навчання	
Кількість кредитів – 6 Загальна кількість годин – 180	Галузь – 17 «Електроніка, автоматизація та електронні комунікації»	обов'язкова	
	Спеціальність – 172 «Електронні комунікації та радіотехніка»	Рік підготовки:	
		3-й	
		Семестр	
		5	6
Мова навчання – українська	Рівень вищої освіти – перший (бакалаврський) рівень	Лекції	
		40 год.	12 год.
		Практичні, семінарські	
		40 год.	12 год.
		Лабораторні	
		-	-
		Самостійна робота та індивідуальні завдання	
		100 год.	156 год.
		Вид контролю:	
		екзамен	

В сучасному світі актуальність використання **телекомунікаційних систем та мереж** надзвичайно висока, враховуючи стрімкий темп технологічного розвитку та зміни в способах комунікації. Ці мережі відіграють важливу роль у забезпеченні зв'язку між різними точками світу та між різними аспектами нашого повсякденного життя. Це стає основою для розвитку бізнесу, взаємодії урядових структур, освітніх та наукових установ, а також для особистого спілкування. Умови сучасності, такі як віддалена робота та дистанційна освіта, стають реальністю завдяки телекомунікаційним мережам. Вони дозволяють людям працювати та навчатися, знаходячись на великій відстані один від одного. У зв'язку з розширенням технологій і збільшенням кількості підключених пристроїв, телекомунікаційні мережі грають ключову роль у розвитку технологій "Інтернету речей" (IoT), де об'єднуються різні пристрої для автоматизації та поліпшення різних аспектів нашого повсякденного життя. Загалом, використання телекомунікаційних систем та мереж стає фундаментом для ефективної, швидкої та зручної комунікації в сучасному світі, відкриваючи нові можливості та сприяючи розвитку різних галузей людської діяльності.

Метою викладання навчальної дисципліни є: забезпечення студентів глибоким та системним розумінням теоретичних аспектів телекомунікаційних мереж, включаючи принципи їх функціонування, архітектуру, основні технології та стандарти; розвиток практичних навичок у проектуванні, налаштуванні та управлінні телекомунікаційними системами та обладнанням, враховуючи сучасні

технічні вимоги та виклики; сприяння розвитку аналітичного та критичного мислення стосовно проблем, що виникають у галузі телекомунікацій, і вміння знаходити ефективні та інноваційні рішення; підготовка студентів до викликів сучасного інформаційного суспільства та надати їм необхідні знання та навички для успішної кар'єри в цій динамічній галузі.

ПРЕРЕКВІЗИТИ: знання і вміння, отримані здобувачем при вивченні навчальних дисциплін бакалаврської підготовки. Дисципліна базується на основних положеннях дисциплін: "Схемотехніка та пристрої на мікроконтролерах", "Теорія інформації та кодування", "Цифрова обробка сигналів".

ПОСТРЕКВІЗИТИ: знання і вміння, отримані здобувачем при вивченні ОК «Телекомунікаційні системи та мережі» є передумовою для вивчення дисципліни «Проектування інформаційно-комунікаційних систем», виконання переддипломної практики та підготовки кваліфікаційної роботи.

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

У процесі реалізації програми дисципліни «Телекомунікаційні системи та мережі» формуються наступні компетентності із передбачених освітньо-професійною програмою «Комп'ютерні мережі та Інтернет» зі спеціальності 172 «Електронні комунікації та радіотехніка».

Інтегральна компетентність

ІК-1. Здатність розв'язувати спеціалізовані задачі та практичні проблеми у галузі телекомунікацій та радіотехніки, що характеризуються комплексністю та невизначеністю умов.

Загальні компетентності

ЗК-2. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

ЗК-4. Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності.

ЗК-6. Здатність працювати в команді.

Спеціальні (фахові) компетентності

ПК-3. Здатність використовувати базові методи, способи та засоби отримання, передавання, обробки та зберігання інформації.

ПК-4. Здатність здійснювати комп'ютерне моделювання пристроїв, систем і процесів з використанням універсальних пакетів прикладних програм.

ПК-5. Здатність використовувати нормативну та правову документацію, що стосується інформаційно-телекомунікаційних мереж, телекомунікаційних та радіотехнічних систем (закони України, технічні регламенти, міжнародні та національні стандарти, рекомендації Міжнародного союзу електрозв'язку і т.п.) для вирішення професійних завдань.

ПК-6. Здатність проводити інструментальні вимірювання в інформаційно-телекомунікаційних мережах, телекомунікаційних та радіотехнічних системах.

ПК-8. Готовність сприяти впровадженню перспективних технологій і стандартів.

ПК-9. Здатність здійснювати приймання та освоєння нового обладнання відповідно до чинних нормативів.

ПК-10. Здатність здійснювати монтаж, налагодження, налаштування, регулювання, дослідну перевірку працездатності, випробування та здачу в експлуатацію споруд, засобів і устаткування телекомунікацій та радіотехніки.

ПК-11. Здатність складати нормативну документацію (інструкції) з експлуатаційно-технічного обслуговування інформаційно-телекомунікаційних мереж, телекомунікаційних та радіотехнічних систем, а також за програмами випробувань.

ПК-12. Здатність проводити роботи з керування потоками навантаження інформаційно-телекомунікаційних мереж.

ПК-15. Здатність проводити розрахунки у процесі проектування споруд і засобів інформаційно-телекомунікаційних мереж, телекомунікаційних та радіотехнічних систем, відповідно до технічного завдання з використанням як стандартних, так і самостійно створених методів, прийомів і програмних засобів автоматизації проектування.

ПК-16. Здатність проектувати, моделювати, випробовувати та адмініструвати комп'ютерні мережі та Інтернет.

Програмні результати навчання

ПРН 2. Вміння застосовувати базові знання основних нормативно-правових актів та довідкових матеріалів, чинних стандартів і технічних умов, інструкцій та інших нормативно-розпорядчих документів у галузі електроніки та телекомунікацій.

ПРН 3. Вміння застосовувати знання в галузі інформатики й сучасних інформаційних технологій, обчислювальної і мікропроцесорної техніки та програмування, програмних засобів для розв'язання спеціалізованих задач та практичних проблем у галузі професійної діяльності.

ПРН 5. Вміння проводити розрахунки елементів телекомунікаційних систем, інфокомунікаційних та телекомунікаційних мереж, радіотехнічних систем та систем телевізійного й радіомовлення, згідно технічного завдання у відповідності до міжнародних стандартів, з використанням засобів автоматизації проектування, в т.ч. створених самостійно.

ПРН 7. Здатність брати участь у проектуванні нових (модернізації існуючих) телекомунікаційних систем, інфокомунікаційних, телекомунікаційних мереж, радіотехнічних систем та систем телевізійного й радіомовлення тощо.

ПРН 8. Вміння застосовувати сучасні досягнення у галузі професійної діяльності з метою побудови перспективних телекомунікаційних систем, інфокомунікаційних, телекомунікаційних мереж, радіотехнічних систем та систем телевізійного й радіомовлення тощо.

ПРН 9. Вміння адміністрування телекомунікаційних систем, інфокомунікаційних та телекомунікаційних мереж.

ПРН 10. Здатність проводити випробування телекомунікаційних систем, інфокомунікаційних, телекомунікаційних мереж, радіотехнічних систем та систем телевізійного й радіомовлення у відповідності до технічних регламентів та інших нормативних документів.

ПРН 14. Вміння управлінсько-організаційної роботи у колективі (бригаді, групі, команді тощо), вміння оцінювати та розподіляти завдання між співробітниками та нести відповідальність за результати своєї та колективної роботи.

ПРН 16. Вміння проектувати, моделювати, випробовувати та адмініструвати комп'ютерні мережі та Інтернет.

3. ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Змістовий модуль 1. Принципи побудови телекомунікаційних систем та мереж

Тема 1. Телекомунікаційні мережі

Визначення та функції телекомунікаційної мережі (ТкМ). Підвиди мереж. Структурні принципи побудови ТкМ. Базові елементи ТкМ.

Тема 2. Інформація, повідомлення та сигнал

Основні поняття та визначення. Сигнали і їх характеристики. Цифрові сигнали. Методи вимірювання основних параметрів електричних та оптичних сигналів.

Тема 3. Багатоканальні системи передачі

Система передачі. Канал, тракт, їх види та основні характеристики. Принципи

багатоканального зв'язку. Основи побудови та функціонування телекомунікаційних систем передавання з розподілом каналів по спектру (частоті) та часу. Основні норми на якість телекомунікаційних каналів та трактів.

Тема 4. Загальні принципи побудови ЦСП із почасовим розділенням каналних сигналів (ПРК).

Аналого-цифрове та цифро-аналогове перетворення первинних сигналів (імпульсно кодова модуляція ІКМ). Кодеки з лінійною та нелінійною шкалою квантування.

Тема 5. Методи часового мультиплексування сигналів

Посимвольне, поканальне та поциклове об'єднання цифрових потоків у ЦСП. Способи синхронного та асинхронного об'єднання цифрових потоків, побудова циклу. Ієрархія плезиохронних ЦСП.

Тема 6. Трибутарні потоки ЦСП СЦІ (SDH)

Аналіз структури та формування трибутарних потоків у системі SDH. Вивчення заголовків та полів циклу SDH. Визначення та пояснення ієрархічної структури трибутарних потоків. Роль різних рівнів інформаційних структур в синхронній ієрархії. Взаємодія SDH з іншими стандартами передачі даних. Аналіз методів виявлення помилок в трибутарних потоках. Механізми відновлення після виникнення помилок.

Тема 7. Обладнання мереж ЦСП СЦІ.

Основні принципи синхронізації в ЦСП СЦІ. Синхронізаційне обладнання. Методи вимірювання та контролю якості сигналу синхронізації. Структурні та функціональні схеми мультиплексорів ЦСП СЦІ. Методи захисту від відмов та резервування в синхронних цифрових мережах. Сучасні та перспективних технології у сфері синхронної цифрової передачі.

Змістовий модуль 2. Волоконно-оптичні багатохвильові системи передачі з розділенням оптичних сигналів за довжиною хвилі

Тема 1. Принципи побудови волоконно-оптичних багатохвильових систем передачі з розділенням оптичних сигналів за довжиною хвилі (ВОСП WDM).

Огляд основних принципів та концепцій ВОСП WDM. Види систем, плани робочих частот. Технології Coarse WDM (CWDM) та Dense WDM (DWDM). Порівняння особливостей та застосувань різних технологій WDM.

Тема 2. Основні компоненти ВОСП WDM

Оптичні мультиплексори і демультимплексори. Оптичні передавачі та приймачі. Оптичні підсилювачі, компенсатори дисперсії, оптичні фільтри, конвертори довжини хвилі. Принципи роботи та технічні характеристики кожного компонента.

Тема 3. Спотворення оптичних сигналів та завади у багатохвильових

ВОСП

Аналіз впливу хроматичної та дисперсії на якість та дальність передачі оптичних сигналів у ВОСП WDM системах. Нелінійні ефекти в оптичних волокнах. Інтерференція та перехідні ефекти. Вплив інтерференції та перехідних явищ на сигнали у мережах ВОСП WDM та розробка методів мінімізації цих ефектів. Аналіз впливу різних видів шумів та спотворень на якість та надійність оптичних сигналів у ВОСП WDM системах. Розробка методів оптимізації параметрів передавання для забезпечення максимальної ефективності та мінімізації спотворень. Вивчення перспективних технологічних рішень та інновацій для покращення стійкості та продуктивності ВОСП WDM систем.

Тема 4. Лінійні тракти ВОСП

Призначення та структура лінійного тракту ВОСП. Розрахунок довжини підсилювальної та регенераційної ділянки ВОСП. Нормування якості широкосмугових каналів та трактів.

Змістовий модуль 3. Радіорелейні та супутникові системи передачі

Тема 1. Основні принципи побудови радіорелейних систем передачі (РРСП).

Визначення ролі радіорелейного зв'язку у сучасних телекомунікаційних мережах. Основні компоненти та технології, що використовуються у радіорелейних системах. Майбутні тенденції у розвитку радіорелейних технологій. Інноваційні технології та перспективи розвитку.

Тема 2. Класифікація РРСП

Радіорелейні системи передачі прямого бачення, тропосферні та супутникові СП. Характеристики та параметри радіорелейних з'єднань. Спектральні характеристики та пропускна здатність радіоканалів. Вплив шумів та спотворень радіоканалу на забезпечення якості передачі. Аналіз вибору частот для оптимальної передачі в конкретних умовах. Вибір та конфігурація антен для забезпечення оптимального покриття. Напрявленість антен та вплив на зону покриття.

Тема 3. Цифрові радіорелейні системи передачі

Модуляція та кодування в радіорелейних системах. Розгляд різних методів модуляції та їх вплив на ефективність передачі. Використання кодування для забезпечення надійності передачі даних. Планування мережі та оптимізація використання ресурсів. Розробка стратегії розташування вузлів радіорелейних систем для оптимального покриття. Оптимізація мережі для забезпечення ефективного використання доступних ресурсів. Автоматизоване управління та моніторинг радіорелейних систем. Впровадження систем автоматизованого управління для віддаленого контролю та діагностики.

Тема 4. Супутникові системи зв'язку

Роль та призначення супутникових систем зв'язку. Історія розвитку супутникового зв'язку. Технічні характеристики супутникових транспондерів. Різновиди орбіт та їх вплив на забезпечення зв'язку. Аналіз основних модуляційних

схем для передачі сигналів через супутникові канали. Супутникові антени та антенні системи. Використання супутників для глобального покриття Інтернету. Вплив міжнародних регуляцій на супутникові системи.

Змістовий модуль 4. Системи передавання мереж доступу

Тема 1. Загальна характеристика систем передачі широкосмугового доступу

Класифікація систем та технологій передачі мереж широкосмугового доступу. Рекомендації МСЕ-Т відносно побудови систем доступу.

Тема 2. Системи та технології передачі мереж ШД доступу на основі телефонної мережі загального користування

Класифікація систем передачі мереж ШД за технологіями xDSL. Узагальнена структурна схема цифрової абонентської лінії. Алгоритми функціонування цифрових абонентських ліній. Технології ADSL, VDSL та G.fast. Маски спектрів, параметри лінійних сигналів.

Тема 3. Системи та технології передачі ШД на основі волоконно-оптичних кабелів

Системи та технології передачі оптичних мереж доступу (ОМД). Принципи побудови та архітектура ОМД за концепціями FTTx. Мережі Micro-SDH, активні (AON) та пасивні (PON) ОМД: конфігурація мережі, компоненти, вимоги до основних параметрів, особливості застосування. Технології PON за Рекомендаціями МСЕ-Т та IEEE. Побудова мережі ШД на базі традиційної, гібридної волоконно-коаксіальної (HFC – Hybrid Fiber Coaxial) та повністю оптичної мережі кабельного телебачення.

Тема 4. Системи та технології передачі мереж безпроводового доступу

Системи та технології широкосмугового радіодоступу за стандартами IEEE 802.11, (WiFi), 802.16 (WiMAX) та LTE. Системи та технології атмосферного оптичного ШД FSO (Free Space Optical). Принципи побудови, особливості реалізації, переваги й недоліки.

Тема 5. Обладнання мереж доступу

Характеристики стиків цифрових абонентських ліній. Еволюція цифрових абонентських ліній. Структурні схеми та архітектура абонентського і станційного напівкомплектів xDSL. Обладнання мереж доступу PON. Обладнання центрального вузла PON (OLT – Optical Line Terminal). Абонентське обладнання PON (індивідуальне: ONT – Optical Network Terminal, групове: ONU – Optical Network Unit).

Тема 6. Проектування транспортних мереж та мереж доступу

Аналіз вимог та оцінка потреб у пропускій здатності мережі. Формулювання технічного завдання на проектування. Вибір технологій та стандартів. Розробка фізичної та логічної архітектури мережі. Забезпечення безпеки мережі від несанкціонованого доступу та атак. Реалізація проекту, включаючи налаштування

обладнання та програмного забезпечення. Підготовка документації, налаштування та процедури мережі під час подальшої експлуатації.

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. т.	сам. роб.		лекц.	прак.	сам. роб.
Змістовий модуль 1. Принципи побудови телекомунікаційних систем та мереж								
Тема 1. Телекомунікаційні мережі	8	2	2	4	8	2		6
Тема 2. Інформація, повідомлення та сигнал	10	2	2	6	10		2	8
Тема 3. Багатоканальні системи передачі	8	2	2	4	8			8
Тема 4. Загальні принципи побудови ЦСП із почасовим розділенням каналних сигналів (ПРК).	8	2	2	4	8			8
Тема 5. Методи часового мультиплексування сигналів	8	2	2	4	8		2	6
Тема 6. Трибутарні потоки ЦСП СЦІ. Формування інформаційних структур у ЦСП СЦІ	8	2	2	4	8			8
Змістовий модуль 2. Волоконно-оптичні багатохвильові системи передачі з розділенням оптичних сигналів за довжиною хвилі								
Тема 1. Принципи побудови волоконно-оптичних багатохвильових систем передачі з розділенням оптичних сигналів за довжиною хвилі.	8	2	2	4	8	2		6
Тема 2. Переваги оптичних багатохвильових систем передачі. Види систем, плани робочих частот.	10	2	2	6	10		2	8
Тема 3. Оптичні мультиплексори і демультимплексори. Оптичні передавачі та приймачі. Оптичні підсилювачі, компенсатори дисперсії, оптичні фільтри, конвертори довжини хвилі.	8	2	2	4	8			8
Тема 4. Спотворення оптичних сигналів та завади у багатохвильових ВОСП.	10	2	2	6	10	2		8
Тема 5. Лінійні тракти ВОСП. Розрахунок довжини підсилювальної та регенераційної ділянки ВОСП. Нормування якості широкосмугових каналів та трактів.	8	2	2	4	8			8
Змістовий модуль 3. Радіорелейні та супутникові системи передачі								
Тема 1. Основні принципи побудови радіорелейних систем передачі (РРСП).	10	2	2	6	10	2	2	6
Тема 2. Радіорелейні системи передачі прямого бачення, тропосферні та супутникові СП.	6		2	4	6			6
Тема 3. Цифрові радіорелейні системи передачі.	8	2	2	4	8			8

Способи модуляції сигналів РРСР.								
Тема 4. Супутникові системи зв'язку.	8	2	2	4	8			8
Змістовий модуль 4. Системи передавання мереж доступу								
Тема 1. Загальна характеристика систем передачі широкосмугового доступу.	10	2	2	6	10	2		8
Тема 2. Системи та технології передачі мереж ШД доступу на основі телефонної мережі загального користування.	8	2		6	8	2		6
Тема 3. Системи та технології передачі ШД на основі волоконно-оптичних кабелів.	8	2	2	4	8			8
Тема 4. Системи та технології передачі мереж безпроводового доступу.	10	2	2	6	10		2	8
Тема 5. Обладнання мереж доступу	8	2	2	4	8			8
Тема 6. Проектування транспортних мереж та мереж доступу	10	2	2	6	10		2	8
Усього годин	180	40	40	100	180	12	12	156
ПІДСУМКОВИЙ КОНТРОЛЬ – ЕКЗАМЕН								

5. ПИТАННЯ ДО ПРАКТИЧНИХ ЗАНЯТЬ

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		денна форма	заочна форма
1	Енергетичні характеристики електричних та оптичних сигналів	2	
2	Перетворення частоти	2	
3	Частотний розподіл каналів	2	2
4	Часовий розподіл каналів	2	
5	Кодер ЦСП	2	
6	Цикли ЦСП PDH вищих ступенів ієрархії	2	2
7	Регенерація сигналів ЦСП	2	
8	Кодери лінійного тракту	2	
9	Основи побудови ЦСП-SDH. Обладнання мереж ЦСП-SDH	2	2
10	Інформаційні структури ЦСП СЦІ	2	
11	Заголовки інформаційних структур SDH	2	
12	Методи захисного резервування в мережах SDH	2	2
13	Проектування плану частот радіорелейної системи передавання	2	
14	Цифрова РССП	2	2
15	Технології передачі мереж широкосмугового доступу на основі xDSL	2	
16	Системи та технології передачі оптичних мереж доступу	2	
17	Системи та технології передачі мереж безпроводового доступу	2	2
18	Станційне та абонентське обладнання мереж доступу	2	
19	Управління телекомунікаційними мережами	2	
20	Проектування транспортних мереж та мереж доступу	2	
Всього		40	12

6. САМОСТІЙНА РОБОТА

До самостійної роботи студентів щодо вивчення дисципліни «Телекомунікаційні системи та мережі» 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 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. Принципи побудови телекомунікаційних систем та мереж Тема 1. Телекомунікаційні мережі Визначення та функції телекомунікаційної мережі (ТкМ). Підвиди мереж. Структурні принципи побудови ТкМ. Базові елементи ТкМ.	4	6
2	Тема 2. Інформація, повідомлення та сигнал Основні поняття та визначення. Сигнали і їх характеристики. Цифрові сигнали. Методи вимірювання основних параметрів електричних та оптичних сигналів.	6	8
3	Тема 3. Багатоканальні системи передачі Система передачі. Канал, тракт, їх види та основні характеристики. Принципи багатоканального зв'язку. Основи побудови та функціонування телекомунікаційних систем передавання з розподілом каналів по спектру (частоті) та часу. Основні норми на якість телекомунікаційних каналів та трактів.	4	8
4	Тема 4. Загальні принципи побудови ЦСП із почасовим розділенням каналних сигналів (ПРК). Аналого-цифрове та цифро-аналогове перетворення первинних сигналів (імпульсно кодова модуляція ІКМ). Кодеки з лінійною та нелінійною шкалою квантування.	4	8
5	Тема 5. Методи часового мультиплексування сигналів Посимвольне, поканальне та поциклове об'єднання цифрових потоків у ЦСП. Способи синхронного та асинхронного об'єднання цифрових потоків, побудова циклу. Ієрархія плезиохронних ЦСП.	4	6
6	Тема 6. Трибутарні потоки ЦСП СЦІ (SDH) Аналіз структури та формування трибутарних потоків у системі SDH. Вивчення заголовків та полів циклу SDH. Визначення та пояснення ієрархічної структури трибутарних потоків. Роль різних рівнів інформаційних структур в синхронній ієрархії. Взаємодія SDH з іншими стандартами передачі даних. Аналіз методів виявлення помилок в трибутарних потоках. Механізми відновлення після виникнення помилок.	4	8
7	Тема 7. Обладнання мереж ЦСП СЦІ.	4	6

	Основні принципи синхронізації в ЦСП СЦІ. Синхронізаційне обладнання. Методи вимірювання та контролю якості сигналу синхронізації. Структурні та функціональні схеми мультиплексорів ЦСП СЦІ. Методи захисту від відмов та резервування в синхронних цифрових мережах. Сучасні та перспективних технології у сфері синхронної цифрової передачі.		
8	Змістовий модуль 2. Волоконно-оптичні багатохвильові системи передачі з розділенням оптичних сигналів за довжиною хвилі Тема 1. Принципи побудови волоконно-оптичних багатохвильових систем передачі з розділенням оптичних сигналів за довжиною хвилі (ВОСП WDM). Огляд основних принципів та концепцій ВОСП WDM. Види систем, плани робочих частот. Технології Coarse WDM (CWDM) та Dense WDM (DWDM). Порівняння особливостей та застосувань різних технологій WDM.	6	8
9	Тема 2. Основні компоненти ВОСП WDM Оптичні мультиплексори і демультимплексори. Оптичні передавачі та приймачі. Оптичні підсилювачі, компенсатори дисперсії, оптичні фільтри, конвертори довжини хвилі. Принципи роботи та технічні характеристики кожного компонента.	4	8
10	Тема 3. Спотворення оптичних сигналів та завади у багатохвильових ВОСП Аналіз впливу хроматичної та дисперсії на якість та дальність передачі оптичних сигналів у ВОСП WDM системах. Нелінійні ефекти в оптичних волокнах. Інтерференція та перехідні ефекти. Вплив інтерференції та перехідних явищ на сигнали у мережах ВОСП WDM та розробка методів мінімізації цих ефектів. Аналіз впливу різних видів шумів та спотворень на якість та надійність оптичних сигналів у ВОСП WDM системах. Розробка методів оптимізації параметрів передавання для забезпечення максимальної ефективності та мінімізації спотворень. Вивчення перспективних технологічних рішень та інновацій для покращення стійкості та продуктивності ВОСП WDM систем.	6	8
11	Тема 4. Лінійні тракти ВОСП Призначення та структура лінійного тракту ВОСП. Розрахунок довжини підсилювальної та регенераційної ділянки ВОСП. Нормування якості широкосмугових каналів та трактів.	4	8
12	Змістовий модуль 3. Радіорелейні та супутникові системи передачі Тема 1. Основні принципи побудови радіорелейних систем передачі (РРСП). Визначення ролі радіорелейного зв'язку у сучасних телекомунікаційних мережах. Основні компоненти та технології, що використовуються у радіорелейних системах. Майбутні тенденції у розвитку радіорелейних технологій. Інноваційні технології та перспективи розвитку.	6	6
13	Тема 2. Класифікація РРСП Радіорелейні системи передачі прямого бачення, тропосферні та супутникові СП. Характеристики та параметри радіорелейних з'єднань. Спектральні характеристики та пропускна здатність радіоканалів. Вплив шумів та спотворень радіоканалу на забезпечення якості передачі. Аналіз вибору частот для оптимальної передачі в конкретних умовах. Вибір та конфігурація антен для забезпечення оптимального покриття. Напрявленість антен та вплив на зону покриття.	4	6
14	Тема 3. Цифрові радіорелейні системи передачі Модуляція та кодування в радіорелейних системах. Розгляд різних методів	4	8

	модуляції та їх вплив на ефективність передачі. Використання кодування для забезпечення надійності передачі даних. Планування мережі та оптимізація використання ресурсів. Розробка стратегії розташування вузлів радіорелейних систем для оптимального покриття. Оптимізація мережі для забезпечення ефективного використання доступних ресурсів. Автоматизоване управління та моніторинг радіорелейних систем. Впровадження систем автоматизованого управління для віддаленого контролю та діагностики.		
15	Тема 4. Супутникові системи зв'язку Роль та призначення супутникових систем зв'язку. Історія розвитку супутникового зв'язку. Технічні характеристики супутникових транспондерів. Різновиди орбіт та їх вплив на забезпечення зв'язку. Аналіз основних модуляційних схем для передачі сигналів через супутникові канали. Супутникові антени та антенні системи. Використання супутників для глобального покриття Інтернету. Вплив міжнародних регуляцій на супутникові системи.	4	8
16	Змістовий модуль 4. Системи передавання мереж доступу Тема 1. Загальна характеристика систем передачі широкосмугового доступу Класифікація систем та технологій передачі мереж широкосмугового доступу. Рекомендації МСЕ-Т відносно побудови систем доступу.	6	8
17	Тема 2. Системи та технології передачі мереж ШД доступу на основі телефонної мережі загального користування Класифікація систем передачі мереж ШД за технологіями xDSL. Узагальнена структурна схема цифрової абонентської лінії. Алгоритми функціонування цифрових абонентських ліній. Технології ADSL, VDSL та G.fast. Маски спектрів, параметри лінійних сигналів.	6	6
18	Тема 3. Системи та технології передачі ШД на основі волоконно-оптичних кабелів Системи та технології передачі оптичних мереж доступу (ОМД). Принципи побудови та архітектура ОМД за концепціями FTTx. Мережі Micro-SDH, активні (AON) та пасивні (PON) ОМД: конфігурація мережі, компоненти, вимоги до основних параметрів, особливості застосування. Технології PON за Рекомендаціями МСЕ-Т та IEEE. Побудова мережі ШД на базі традиційної, гібридної волоконно-коаксіальної (HFC – Hybrid Fiber Coaxial) та повністю оптичної мережі кабельного телебачення.	4	8
19	Тема 4. Системи та технології передачі мереж безпроводового доступу Системи та технології широкосмугового радіодоступу за стандартами IEEE 802.11, (WiFi), 802.16 (WiMAX) та LTE. Системи та технології атмосферного оптичного ШД FSO (Free Space Optical). Принципи побудови, особливості реалізації, переваги й недоліки.	6	8
20	Тема 5. Обладнання мереж доступу Характеристики стиків цифрових абонентських ліній. Еволюція цифрових абонентських ліній. Структурні схеми та архітектура абонентського і станційного напівкомплектів xDSL. Обладнання мереж доступу PON. Обладнання центрального вузла PON (OLT – Optical Line Terminal). Абонентське обладнання PON (індивідуальне: ONT – Optical Network Terminal, групове: ONU – Optical Network Unit).	4	8
21	Тема 6. Проектування транспортних мереж та мереж доступу Аналіз вимог та оцінка потреб у пропускній здатності мережі. Формулювання технічного завдання на проектування. Вибір технологій та	6	8

	стандартів. Розробка фізичної та логічної архітектури мережі. Забезпечення безпеки мережі від несанкціонованого доступу та атак. Реалізація проекту, включаючи налаштування обладнання та програмного забезпечення. Підготовка документації, налаштування та процедури мережі під час подальшої експлуатації.		
	Всього	100	156

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 варіантів завдань, проведення консультацій та відпрацювань, підсумковий контроль.	50%
підсумковий контроль , який здійснюється у ході проведення екзамену.	50%

Методи діагностики знань (контролю)	фронтальне опитування, індивідуальне опитування, робота у групах, розв'язання задач і практичних завдань, екзамен
--	---

Питання до екзамену

1. Призначення та загальна структура телекомунікаційних мереж.
2. Призначення систем передачі телекомунікаційної мережі.
3. Види каналів телекомунікаційних систем передачі.
4. Сутність спектрального (частотного) розподілу каналних сигналів.
5. Сутність часового розподілу каналних сигналів.
6. Дискретизація за часом, квантування за рівнем та кодування. Шуми квантування, методи їхнього зменшення.
7. Імпульсно-кодова модуляція. Лінійне та нелінійне квантування.
8. Структурна схема ЦСП із часовим розподілом каналних сигналів.
9. Лінійний кодер ІКМ. Схема алгоритм роботи.
10. Нелінійний кодер ІКМ. Переваги, амплітудна характеристика (μ , A) та варіанти реалізації.
11. Групоутворення у ЦСП PDH. Способи поєднання цифрових потоків (синхронний та асинхронний).
12. Схема та алгоритм роботи пристрою часового мультиплексування цифрових потоків.
13. Формат циклів передавання ЦСП PDH.
14. Асинхронне узгодження швидкостей методом стафіngu. Позитивне та негативне узгодження швидкостей.

15. Асинхронне узгодження швидкостей методом стафіngu. узгодження швидкостей.
16. Ієрархії ЦСП. Основні відмінності між ЦСП PDH і SDH.
17. Структура циклів STM-1, STM-N та призначення їх заголовків. Методи мультиплексування STM-1 в STM-N.
18. Формування STM-N з європейських трибутарних цифрових потоків Ех. Схема мультиплексування згідно рек. МСЕ-Т G.707 та функції відповідних інформаційних структур.
19. Обладнання (модулі) мереж SDH. Умовні графічні позначення на схемах організації зв'язку та їх мережні функції.
20. Основні топології та архітектури мереж SDH.
21. Методи підвищення надійності роботи обладнання та мереж SDH.
22. Лінійний тракт ЦСП. Призначення, структура та функції основних елементів.
23. Основні вимоги до лінійних кодів ЦСП (кодів лінійного тракту) та їх класифікація.
24. Алгоритми роботи перетворювачів коду АМІ (ЧПІ), HDB-3 (МЧПІ) та СМІ.
25. Регенерація цифрових сигналів. Схема та принцип роботи регенератора двійкового однополярного електричного сигналу.
26. Регенерація цифрових сигналів. Схема та принцип роботи регенератора квазітрійкового електричного сигналу.
27. Нормування помилок у лінійному тракті ЦСП.
28. Структура цифрового лінійного тракту у ВОСП.
29. Розрахунок довжини ділянки регенерації ВОСП.
30. ВОСП зі спектральним розподілом каналів (СПК/ WDM) та їх види (WDM, CWDM, DWDM). Спектральні діапазони WDM (O; E; S; C; L; U) та особливості їх використання.
31. Функціональна схема ВОСП WDM та призначення її блоків (транспондер, мультиплексор/демультиплексор, оптичний мультиплексор вводу/виводу OADM, оптичний підсилювач).
32. Типи оптичних підсилювачів у ВОСП. Функціональна схема, основні параметри і принцип дії оптичного підсилювача типу EDFA.
33. Топології мереж WDM та методи підвищення надійності ВОСП СПК.
34. Радіорелейні системи передачі (РРСП). Класифікація РРСП та особливості розповсюдження радіохвиль діапазонів УКХ та НВЧ. Структурна схема радіорелейної лінії передачі.
35. Радіорелейні системи передачі (РРСП). Кінцева, проміжна та вузлова радіорелейні станції (призначення, структурні схеми).
36. Радіорелейні системи передачі (РРСП). Обґрунтування застосування двочастотного дуплексу в РРСП. Двочастотний, чотиричастотний дуплекс та особливості використання поляризаційного розподілу сигналів сусідніх стволів.
37. Цифрові радіорелейні системи передачі. Функціональна схема кінцевої та проміжної станції (призначення блоків, спектральні перетворення та функціонування в цілому).
38. Загальна характеристика систем передачі широкосмугового доступу.
39. Системи та технології передачі мереж ШД доступу на основі телефонної мережі загального користування.
40. Системи та технології передачі оптичних мереж доступу.

41. Системи та технології передачі мереж безпроводового доступу.
42. Обладнання систем xDSL-доступу. Структурні схеми та архітектура абонентського і станційного напівкомплектів.
43. Обладнання систем доступу оптичними мережами.
44. Етапи процесу проектування телекомунікаційних систем та мереж.
45. Вибір оптимальної архітектури та топології мережі.
46. Завдання процесів управління та адміністрування телекомунікаційних мереж.
47. Методи та засоби віддаленого адміністрування та моніторингу телекомунікаційних пристроїв в мережі.
- 48.
49. Методи резервування та забезпечення високої доступності телекомунікаційних мереж.
50. Нормативні документи побудови та функціонування телекомунікаційних систем та мереж.
51. Експлуатаційно-технічне обслуговування телекомунікаційних систем та мереж.

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

<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	30
Виконання завдань для самостійного опрацювання			
1.2. Підготовка програмного матеріалу (тем, питань), що виносяться на самостійне вивчення	Відповідно до робочої програми та розкладу занять	Розгляд відповідного матеріалу під час аудиторних занять або ІКР ¹ , перевірка конспектів навчальних текстів тощо	10
Виконання індивідуальних завдань, дослідна робота здобувача			
1.3. Інші види індивідуальних завдань, в т.ч. підготовка наукових публікацій, участь у роботі круглих столів, конференцій тощо.	Відповідно до робочої програми та розкладу занять	Обговорення результатів проведеної роботи під час аудиторних занять, наукових конференцій та круглих столів.	10
Разом балів за поточний контроль			50
<i>Підсумковий контроль</i> екзамен			50
Всього балів			100

Поточний контроль знань здобувачів освіти при формі контролю **екзамен** (максимум 50 балів) оцінюється за шкалою («2», «3», «4», «5»), з обов'язковим переведенням балів за кожний вид роботи таким чином:

¹ Індивідуально-консультативна робота викладача зі здобувачами

- за підготовку до аудиторних занять (максимум 30 балів) здобувачу освіти необхідно мати не менше 1/2 оцінок від загальної кількості практичних (лабораторних) занять, для переводу балів за підготовку до аудиторних занять середньоарифметична оцінка множиться на коефіцієнт 6;
- за виконання завдань для самостійного опрацювання (тестування, завдання, підготовка реферату (есе) за заданою тематикою) (максимум 10 балів) здобувачу освіти необхідно мати не менше 1/2 оцінок від загальної кількості програмного матеріалу, що виноситься на самостійне вивчення, для переводу зазначених балів середньоарифметична оцінка множиться на коефіцієнт 2;
- за інші види індивідуальних завдань, в т.ч. підготовку наукових публікацій, участь у роботі круглих столів, конференцій тощо (максимум 10- балів) здобувачу освіти необхідно мати не менше 1/2 оцінок від загальної кількості інших видів індивідуальних завдань, для переводу балів середньоарифметична оцінка множиться на коефіцієнт 2.

КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ ЗА ПОТОЧНИЙ КОНТРОЛЬ

- «2» - виставляється за неправильну відповідь (письмову роботу), яка не відповідає змісту теми та свідчить про нерозуміння її основних положень;
- «3» - виставляється за відповідь (письмову роботу), яка відповідає змісту теми, але є неповною і неточною у визначенні понять, свідчить про неповне розуміння основних положень навчального матеріалу, свідчить про те, що знання здобувача мають фрагментарний, поверховий характер;
- «4» - оцінюється правильна і обґрунтована відповідь (письмова робота), з якої видно, що здобувач знає й розуміє теоретичний матеріал в обсязі навчальної теми, володіє необхідними навичками, не допускає суттєвих помилок.
- «5» - оцінюється повна, правильна, ґрунтовна відповідь (письмова робота) на запитання теми, що передбачає логічність і послідовність викладу матеріалу, володіння термінологією, показує вміння повно й глибоко використовувати теоретичні знання в практичній площині.

КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ ПІДСУМКОВОГО КОНТРОЛЮ ЗНАНЬ ЗДОБУВАЧІВ ЗА ЕКЗАМЕН (максимум 50 балів)

Рівень знань оцінюється:

- від 40 до 50 балів - здобувач виявляє особливі творчі здібності, вміє самостійно знаходити та опрацьовувати необхідну інформацію, демонструє знання матеріалу, проводить узагальнення і висновки;
- 30 до 40 балів - здобувач володіє знаннями матеріалу, але допускає незначні помилки у формуванні термінів, категорій, проте за допомогою викладача швидко орієнтується і знаходить правильні відповіді;
- 20 - 30 балів - здобувач 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.
- 10 - 20 балів - володіє навчальним матеріалом на середньому рівні, допускає по-

милки, серед яких є значна кількість суттєвих;

- 0 - 10 балів - володіє навчальним матеріалом на рівні, вищому за початковий, значну частину його відтворює на репродуктивному рівні, на всі запитання дає необґрунтовані, невичерпні відповіді, допускає помилки.

9. КРИТЕРІЇ ПІДСУМКОВОЇ ОЦІНКИ ЗНАНЬ ЗДОБУВАЧІВ (для іспиту / заліку)

Рівень знань оцінюється:

– «відмінно» / «зараховано» А – від 90 до 100 балів. Здобувач 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. Здобувач 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. Здобувач 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. Здобувач 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» Е – від 60 до 63 балів. Здобувач 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. Здобувач 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. Здобувач не володіє навчальним матеріалом.

Таблиця відповідності результатів контролю знань за різними шкалами

100-бальною шкалою	Шкала за ECTS	За національною шкалою	
		іспит	залік
90-100	A	Відмінно	зараховано
82-89	B	Добре	
74-81	C		
64-73	D	Задовільно	
60-63	E		
35-59	FX	незадовільно	не зараховано
1-34	F		

9. РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

Основна

1. Голь В.Д., Ірха М.С. Телекомунікаційні та інформаційні мережі: навчальний посібник. Київ : ІСЗІ КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. 250 с.
2. Тарбасєв 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. Напрямні 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. 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.
9. 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. Національна бібліотека України імені В. І. Вернадського [Електронний ресурс]: [Веб-сайт]. – Електронні дані. – Режим доступу: www.nbuv.gov.ua – Назва з екрана. Дата звернення: 01.08.2023.
2. Електронний каталог Національної парламентської бібліотеки України [Електронний ресурс]: – Електронні дані. – Режим доступу: catalogue.nplu.org . – Назва з екрана. Дата звернення: 01.08.2023.
3. Український інститут інтелектуальної власності [Електронний ресурс]: [Веб-сайт]. – Електронні дані. – Режим доступу: <http://www.uipv.org> – Назва з екрана. Дата звернення: 01.08.2023.