

ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ



Декан факультету інформаційних технологій

Тетяна ГОВОРУЩЕНКО

Ім'я, ПРІЗВИЩЕ

2025 р.

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Цифрові системи комутації та транспортні мережі

Назва дисципліни

Галузь знань – G Інженерія, виробництво та будівництво

Спеціальність – G5 Електроніка, електронні комунікації, приладобудування та радіотехніка

Рівень вищої освіти – Перший (бакалаврський)

Освітньо-професійна програма – Електронні системи та мережі комунікацій

Обсяг дисципліни – 6 кредитів ЄКТС, **Шифр дисципліни** – ОФП.15

Мова навчання – українська

Статус дисципліни: обов'язкова (фахової підготовки)

Факультет – Інформаційних технологій

Кафедра – Телекомунікацій, медійних та інтелектуальних технологій

Форма здобуття освіти	Курс	Семестр	Загальний обсяг		Кількість годин					Курсовий проект	Курсова робота	Вид семестрового контролю	
					Аудиторні заняття				Самостійна робота, у т.ч. ІРС			Залік	Іспит
			Кредити ЄКТС	Години	Разом	Лекції	Лабораторні роботи	Практичні заняття					
ДС	1	2	6,0	180	66	32	34	–	114	–	–	–	+
Разом ДСФН			6,0	180	66	32	34	–	114	–	–	–	1

Робоча програма складена на основі освітньо-професійної програми “Електронні системи та мережі комунікацій” зі спеціальності G5 “Електроніка, електронні комунікації, приладобудування та радіотехніка”.

Робоча програма складена

Підпис автора(ів)

д-р. техн. наук, професор Юлій БОЙКО

Науковий ступінь, вчене звання, ім'я, ПРІЗВИЩЕ автора(ів)

Схвалена на засіданні кафедри

Телекомунікацій, медійних та інтелектуальних технологій

Протокол від 28.08 2025 № 1.

Зав. кафедри

Сергій ПІДЧЕНКО

Підпис

Ім'я, ПРІЗВИЩЕ

Робоча програма розглянута та схвалена вченою радою факультету інформаційних технологій

Голова вченої ради факультету

Підпис

Тетяна ГОВОРУЩЕНКО

Ім'я, ПРІЗВИЩЕ

Хмельницький 2025

ЛИСТ ПОГОДЖЕННЯ

Посада	Назва кафедри	Підпис	Ініціали, прізвище
Завідувач кафедри, д-р. техн. н., проф.	Телекомунікацій, медійних та інтелектуальних технологій		Сергій ПІДЧЕНКО
Гарант освітньо-професійної програми, к. техн. н., доц.	Телекомунікацій, медійних та інтелектуальних технологій		Віктор СТЕЦЮК

3. Пояснювальна записка

Дисципліна «Цифрові системи комутації та транспортні мережі» є однією із дисциплін фахової підготовки і займає провідне місце у підготовці здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти, очної (денної) (далі – денної) форми здобуття вищої освіти, які навчаються за освітньо-професійною програмою «Електронні інформаційно-комунікаційні системи та мережі» в межах спеціальності G5 «Електроніка, електронні комунікації, приладобудування та радіотехніка».

Пререквізити – Інформаційні передавальні та приймальні пристрої радіосистем (ОПП.10); Теорія інформації, кодування та передачі сигналів (ОЗП.05); Громадянське суспільство, економіка та управління (ОЗП.06).

Кореквізити – Волоконно-оптичні мережі та системи (ОПП.09), Системи рухомого радіозв'язку та навігації (ОПП.12), Цифрове, телевізійне, звукове та мультимедійне мовлення (ОПП.15), Кваліфікаційний проєкт (ОПП.18).

Відповідно до освітньої програми дисципліна сприяє забезпеченню:

компетентностей: Здатність розв'язувати спеціалізовані задачі та практичні проблеми у галузі електроніки, електронних комунікацій, приладобудування та радіотехніки, що характеризується комплексністю та невизначеністю умов (ІК); здатність використовувати базові методи, способи та засоби отримання, передавання, обробки та зберігання інформації (ФК.03); здатність складати нормативну документацію (інструкції) з експлуатаційно-технічного обслуговування інформаційно-комунікаційних мереж, телекомунікаційних та радіотехнічних систем, електронних приладів (ФК.11); здатність проводити роботи з керування інформаційними потоками та інформаційно-комунікаційними мережами (ФК.12); здатність проводити розрахунки у процесі проєктування обладнання і засобів інформаційно-комунікаційних мереж, електронних комунікацій та радіотехнічних систем, відповідно до технічного завдання з використанням як стандартних, так і самостійно створених методів, прийомів і програмних засобів автоматизації проєктування (ФК.15).

програмних результатів навчання: Знання теорій та методів фундаментальних та загальноінженерних наук в об'ємі необхідному для розв'язання спеціалізованих задач та практичних проблем у галузі професійної діяльності (ПРН.01); 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, електронних комунікацій, приладобудування та радіотехніки (ПРН.02); вміння застосовувати сучасні досягнення у галузі професійної діяльності з метою побудови перспективних інфокомунікаційних мереж, електронних комунікацій, радіотехнічних систем та систем теле- та радіомовлення (ПРН.08); вміння адміністрування систем електронних комунікацій, інфокомунікаційних та телекомунікаційних мереж (ПРН.09); здатність проводити випробування систем електронних комунікацій, інфокомунікаційних та телекомунікаційних мереж, радіотехнічних систем та систем телевізійного й радіомовлення у відповідності до технічних регламентів та інших нормативних документів (ПРН.10).

Мета дисципліни. Надання студентам знань, навиків та умінь щодо вирішення типових та складних завдань з моделювання і проєктування електронних інформаційно-комунікаційних мереж, розгляду технологій комутації та мультиплексування, транспортних технологій фізичного та каналного рівня при вирішенні завдань щодо забезпечення показників їх продуктивності, ефективності та якості обслуговування у електронних інформаційно-комунікаційних мережах і розширення діапазону надання телекомунікаційних послуг.

Предмет дисципліни. Поняття та загальні принципи побудови технологій комутації та розподілу інформації в транспортних електронних інформаційно-комунікаційних мережах.

Завдання дисципліни. Формування загальних та спеціальних компетентностей щодо навиків організації технології фізичного рівня в електронних інформаційно-комунікаційних мережах, мультиплексування та комутації; набуття навиків у розумінні особливостей в технологіях комутації каналів та пакетів; розуміння принципів функціонування первинних електронних інформаційно-комунікаційних мереж; отримання компетенцій у фаховому розумінні функціонування транспортних технологій електронних інформаційно-комунікаційних мереж каналного рівня, логічній структуризації мереж; можливостях паралельної, дуплексної комутації в мережах, розуміння у принципах побудови комутованої ієрархічної моделі мереж; отримання інформації щодо методик управління конфігурацією комутатора, вибору комутаторів для ієрархічних мереж, принципами резервування та усунення петель в мережах, питань маршрутизації та інжинірингу трафіку.

Результати навчання. Після вивчення дисципліни студент повинен: розуміти принципи побудови та технічної реалізації технологій комутації каналів та пакетів в телекомунікаційних мережах; мати здатність здійснювати підбір конфігурації комутаторів та маршрутизаторів електронних інформаційно-комунікаційних мереж; володіти принципами розв'язання проблем з перевантаженням, уникнення петель комутації; розуміти принципи технологій мультиплексування та комутації на фізичному рівні; отримати знання щодо принципів функціонування синхронних та асинхронних мереж, волоконно-оптичних електронних інформаційно-комунікаційних мереж, апаратури мережевого рівня.

4. Структура залікових кредитів дисципліни

Назва розділу (теми)	Кількість годин, відведених на:		
	Лекції	Лабораторні заняття	СРС
Тема 1. Загальні терміни та визначення електронних інформаційно-комунікаційних і комп'ютерних систем та мереж	1	-	6
Тема 2. Організація комп'ютерних і електронних інформаційно-комунікаційних мереж. Структура еталонної моделі OSI	2	2	6
Тема 3. Особливості архітектури та технології фізичного рівня. Технології мультиплексування та комутація	2	2	6
Тема 4. Комутація каналів та пакетів. Принципи мультиплексування та комутація каналів на основі технологій TDM, FDM, WDM	2	4	6
Тема 5. Первинні мережі. Технології функціонування. Методи мультиплексування	2	2	6
Тема 5. Організація SDH мереж, структура модулів та топологія реалізації	2		6
Тема 6. Електронні інформаційно-комунікаційні та комп'ютерні мережі технології DWDM	1	4	6
Тема 7. Принципи функціонування електронних інформаційно-комунікаційних мереж за технологією OTN. Принципи мультиплексування. Стек протоколів OTN	2	4	6
Тема 8. Концепція транспортних технологій електронних інформаційно-комунікаційних мереж канального рівня	2	-	6
Тема 9. Стек протоколів TCP/IP	1	2	6
Тема 10. Принципи комутації в електронних інформаційно-комунікаційних мережах. Паралельний та дуплексний режими.	2	4	8
Тема 11. Організації комутаційної ієрархічної моделі мережі. Вибір комутаторів та принципи їх управління для ієрархічної мережі	2	2	6
Тема 12. Технології пошуку та локалізації несправностей, атак пов'язаних з комутаторами та уникнення петель при комутації	2	-	8
Тема 13. Принципи маршрутизації в електронних інформаційно-комунікаційних мережах	2	2	6
Тема 14. Ключові особливості та концепція технології MPLS. Поєднання комутації та маршрутизації	2	-	6
Тема 15. Архітектура мереж доступу. Концепції комутованого аналогового доступу та доступу через ISDN	2	2	6
Тема 16. Принципи функціонування бездротових мереж, огляд стандартів, технології, порівняння стандартів	2	2	6
Тема 17. Особливості реалізації мережевих сервісів у електронних інформаційно-комунікаційних мережах та організація магістральних мостів провайдера з підтримкою інжинірингу трафіку	1	-	8
Разом за семестр:	32	34	114

5. Програма навчальної дисципліни

5.1 Зміст лекційного курсу

Номер лекції	Перелік тем лекцій, їх анотації	Кількість годин
1	Загальні терміни та визначення електронних інформаційно-комунікаційних і комп'ютерних систем та мереж. Основні поняття та визначення електронних інформаційно-комунікаційних і комп'ютерних систем та мереж. Вимоги до телекомунікаційних і комп'ютерних систем та мереж. Класифікація мереж. Поняття про інформаційні мережі. Конвергенція та концепція інфокомунікаційної мережі. Літ.: [1] с. 1....16; [3] с. 18....23.	1
2	Організація комп'ютерних і електронних інформаційно-комунікаційних мереж. Структура еталонної моделі OSI. Еталонна модель OSI, рівні моделі та їх призначення. Ієрархічна структура електронної інформаційно-комунікаційної мережі. Базові технології локальних мереж. Літ.: [1] с. 18....28; [2] с. 30....36.	2
3	Особливості архітектури та технології фізичного рівня. Технології мультиплексування та комутація. Характеристики ліній зв'язку мереж. Фізичні характеристики електронних інформаційно-комунікаційних систем. Апаратура ліній передачі інформації. Модуляція та маніпуляція. Смула пропускання та пропускна здатність ліній зв'язку. Літ.: [2] с. 37....52; [3] с. 37....49.	2
4	Комутація каналів та пакетів. Принципи мультиплексування та комутація каналів на основі методів TDM, FDM, WDM. Особливості комутації каналів. Особливості комутації пакетів. Технології комутації та мультиплексування на основі методів TDM, FDM, WDM. Літ.: [1] с. 54....68; [2] с. 9.....40.	2
5	Первинні мережі. Технології функціонування. Методи мультиплексування. Концепція мережі PDH. Ієрархія швидкостей, обмеження, синхронізація, мультиплексування. Архітектура мережі SDH. Ієрархія швидкостей, структура модулів, топологія, апаратура. Літ.: [1] с. 72....88; [2] с. 100.....122.	2
6	Електронні інформаційно-комунікаційні та комп'ютерні мережі технології DWDM. Основні засади, топологія та концептуальні риси технології DWDM. Підсилювальні пристрої волоконно-оптичних мереж DWDM. Літ.: [1] с. 91....93; [3] – 149.....155.	2
7	Принципи функціонування телекомунікаційних мереж за технологією OTN. Принципи мультиплексування. Стек протоколів OTN. Мережі OTN. Утворення конструкції кадру OTN. Стек протоколів, ієрархія швидкостей, мультиплексування. Літ.: [1] с. 96.....100.	2
8	Концепція транспортних технологій телекомунікаційних мереж каналного рівня. Методика інкапсуляції кадрів на каналному рівні. Двоточкові каналні технології. Віртуальні канали. Класифікація WLAN мереж. Протоколи HDLC, PPP. Мережеві технології Frame Relay, X.25, ATM. Літ.: [1] с. 114....122; [3] – 155.....162.	2
9	Стек протоколів TCP/IP. Рівні протоколів стеку TCP/IP. Типи адрес стеку TCP/IP. Особливості Internet Protocol. Служба доменних імен. Сервісні служби Internet. Літ.: [1] с. 199.....204.; [3] с. 80-105.	2
10	Принципи комутації в електронних інформаційно-комунікаційних мережах. Паралельний та дуплексний режими. Огляд роботи комутатора. Паралельна та дуплексна робота комутатора. Особливості роботи неблокуючих комутаторів. Методики усунення проблем з перевантаженням. Літ.: [1] с. 131.....138.; [2] с. 100-120.	2
11	Організації комутаційної ієрархічної моделі мережі. Вибір комутаторів та принципи їх управління для ієрархічної мережі. Будова ієрархічної комутаційної моделі. Методика вибору комутаторів до ієрархічної моделі мережі. Дизайн ієрархічної комутаційної моделі. Основні характеристики комутаторів у ієрархічній моделі. Літ.: [1] с. 141.....149.; [2] с. 130-179.	2
12	Технології пошуку та локалізації несправностей, атак пов'язаних з комутаторами та уникнення петель при комутації. Методика управління конфігурацією комутатора. Локалізація петель комутації. Особливості резервування в комутуваних мережах. Основні атаки, що пов'язані з комутаторами. Літ.: [1] с. 149.....154; [3] с. 80-84.	2

13	Принципи маршрутизації в електронних інформаційно-комунікаційних мережах. Конфігурація маршрутизаторів. Завантаження маршрутизатора, конфігураційні файли, рівні доступу, діагностування. Літ.: [1] с. 172.....178.	2
14	Ключові особливості та концепція технології MPLS. Посадження комутації та маршрутизації. Концепція технології MPLS. Суміщення комутації та маршрутизації. Інжиніринг трафіку MPLS. Протоколи виявлення помилок, мітки. Літ.: [1] с. 236.....234; [3] с. 164-171.	2
15	Архітектура мереж доступу. Концепції комутованого аналогового доступу та доступу через ISDN. Питання проблеми “останньої мілі”. Особливості комутованого аналогового доступу. Комутований доступ через мережі ISDN. Пасивні оптичні та кабельні мережі. Літ.: [1] с. 267-275; [2] с. 15.....40.	2
16	Принципи функціонування бездротових мереж, огляд стандартів, технологій, порівняння стандартів. Основні риси та класифікація бездротових мереж. Технології WPAN, Bluetooth, IrDA. Концепція бездротові локальних мереж (WLAN, Wi-Fi). Особливості бездротових міських мереж (WiMAX). Огляд концепцій глобальних мереж (WWAN). Літ.: [1] с. 295.....315.	2
17	Особливості реалізації мережевих сервісів у електронних інформаційно-комунікаційних мережах та організація магістральних мостів провайдера з підтримкою інжинірингу трафіку. Мережеві інформаційні сервіси електронних інформаційно-комунікаційних систем. Загальні принципи організації мережевих сервісів. Методи взаємодії клієнта і сервера. Літ.: [1] с. 344.....365.	1
Разом за семестр:		32

5.2 Зміст лабораторних занять

№ п/п	Теми лабораторних занять	Кількість годин
1	Лаб. роб. №1 Побудова комп'ютерної мережі	4
2	Лаб. роб. № 2 Логічна структуризація мережі за допомогою маршрутизатора (набір Ethernet)	4
3	Лаб. роб. № 3 Використання протоколу STP для усунення петель і резервування зв'язків	5
4	Лаб. роб. № 4 Дослідження оптичних втрат при безпосередньому з'єднанні оптичних світловодів	5
5	Лаб. роб. № 5 Визначення довжини волоконного світловоду й оптичних втрат у ньому імпульсним методом	4
6	Лаб. роб. № 6 Вивчення джерел оптичного випромінювання	4
7	Лаб. роб. №7. Використання списків управління доступом ACL для обмеження проходження трафіку через комутатор DES-3326SR фірми D-Link	4
8	Лаб. роб. №8. Використання протоколу динамічної маршрутизації RIP для організації резервних зв'язків між маршрутизаторами	4
Разом за семестр:		34

5.3 Зміст самостійної (у т.ч. індивідуальної) роботи здобувача вищої освіти

Самостійна робота студентів усіх форм здобуття освіти полягає у систематичному опрацюванні програмного матеріалу з відповідних джерел інформації, підготовці до лабораторних робіт, контрольних робіт, тестування, виконанні індивідуальних завдань тощо. Крім цього до послуг студентів сторінка навчальної дисципліни у модульному середовищі для навчання, де розміщені робоча програма дисципліни та необхідні документи з її навчально-методичного забезпечення.

Номер тижня	Вид самостійної роботи	Кількість годин
1,2	Опрацювання теоретичного матеріалу з Т1, 2. Підготовка до лабораторного заняття	12
3,4	Опрацювання теоретичного матеріалу з Т3, 4. Підготовка до лабораторного заняття	14
5,6	Опрацювання теоретичного матеріалу з Т5, 6. Підготовка до лабораторного заняття	14
7,8	Підготовка до контрольної роботи з КР. Опрацювання теоретичного матеріалу з Т7, 8	14
9,10	Опрацювання теоретичного матеріалу з Т9, 10. Підготовка до лабораторного заняття	12
11,12	Опрацювання теоретичного матеріалу з Т11, 12. Підготовка до лабораторного заняття	12
13,14	Опрацювання теоретичного матеріалу з Т13, 14. Підготовка до лабораторного заняття	12
15,16	Опрацювання теоретичного матеріалу з Т15, 16. Підготовка до лабораторного заняття	12
17	Опрацювання теоретичного матеріалу з Т17. Підготовка до лабораторного заняття	12
	Разом за семестр:	114

Примітки: Т – тема навчальної дисципліни, КР– контрольна робота.

6. Технології та методи навчання

Процес навчання з дисципліни ґрунтується на використанні традиційних та сучасних технологій та методів навчання, зокрема лекції: з використанням мультимедійних презентацій, методів візуалізації, пояснення, проблемного й інтерактивного навчання, інформаційно-комунікаційних технологій, інтенсифікації та індивідуалізації навчання; лабораторні заняття: з використанням методів комп'ютерного моделювання, методів проєктної діяльності, аналіз проблемних ситуацій, пояснення, дискусія; самостійна робота (опрацювання теоретичного матеріалу, підготовка до виконання лабораторних робіт, поточного та підсумкового контролю, виконання індивідуальних та домашніх завдань), з використанням інформаційно-комп'ютерних технологій та технологій дистанційного навчання.

7. Методи контролю

Поточний контроль здійснюється під час аудиторних та лабораторних занять, а також у дні проведення контрольних заходів, встановлених робочою програмою і графіком освітнього процесу, в т.ч. з використанням Модульного середовища для навчання. При цьому використовуються такі методи поточного контролю:

- усне опитування перед допуском до лабораторного заняття;
- оцінювання результатів захисту лабораторних робіт;
- оцінювання контрольних робіт.

При виведенні підсумкової семестрової оцінки враховуються результати як поточного контролю, так і підсумкового контролю, який проводиться з усього матеріалу дисципліни за білетами, попередньо розробленими і затвердженими на засіданні кафедри. Здобувач вищої освіти, який набрав з будь-якого виду навчальної роботи, суму балів нижчу за 60 відсотків від максимального балу, не допускається до семестрового контролю, поки не виконає обсяг роботи, передбачений Робочою програмою. Здобувач вищої освіти, який набрав позитивний середньозважений бал (60 відсотків і більше від максимального балу) з усіх видів поточного контролю і не склав іспит, вважається таким, який має академічну заборгованість. Ліквідація академічної заборгованості із семестрового контролю здійснюється у період екзаменаційної сесії або за графіком, встановленим деканатом відповідно до «Положення про контроль і оцінювання результатів навчання здобувачів вищої освіти у ХНУ».

8. Політика дисципліни

Політика навчальної дисципліни загалом визначається системою вимог до здобувача вищої освіти, що передбачені чинними положеннями Університету про організацію і навчально-методичне забезпечення освітнього процесу. Зокрема, проходження інструктажу з техніки безпеки; відвідування занять з дисципліни є обов'язковим. За об'єктивних причин (підтверджених документально) теоретичне навчання за погодженням із лектором може відбуватись в он-лайн режимі. Успішне опанування дисципліни і формування фахових компетентностей і програмних результатів навчання передбачає необхідність підготовки до лабораторного заняття (вивчення теоретичного матеріалу з теми роботи, попередню підготовку протоколу роботи, підготовку до усного опитування для допуску до заняття (наведені у Методичних рекомендаціях до лабораторних занять)), активно працювати на занятті, якісно підготувати звіт (протокол роботи відповідно до теми), захистити результати виконаної роботи, брати участь у дискусіях щодо прийнятих конструктивних рішень при виконанні здобувачами лабораторних робіт тощо.

Здобувачі вищої освіти мають дотримуватися встановлених термінів виконання всіх видів навчальної роботи відповідно до робочої програми навчальної дисципліни. Термін захисту лабораторної роботи вважається своєчасним, якщо студент захистив її на наступному після виконання роботи занятті.

Засвоєння студентом теоретичного матеріалу з дисципліни оцінюється за результатами опитування під час лабораторних занять, тестування й виконання індивідуального домашнього завдання та контрольної роботи. Виконання індивідуального завдання завершується його здачею на перевірку у терміни, встановлені графіком самостійної роботи.

У межах вивчення навчальної дисципліни здобувачем вищої освіти передбачено визнання і зарахування результатів навчання, набутих шляхом неформальної освіти, що розміщені на доступних платформах (курси Cisco), які сприяють формування компетентностей і поглибленню результатів навчання, визначених робочою програмою дисципліни, або забезпечують вивчення відповідної теми та/або виду робіт з програми навчальної дисципліни (детальніше у Положенні про порядок визнання та зарахування результатів навчання здобувачів вищої освіти у ХНУ).

9. Оцінювання результатів навчання студентів у семестрі

Оцінювання академічних досягнень здобувача вищої освіти здійснюється відповідно до «Положення про контроль і оцінювання результатів навчання здобувачів вищої освіти у ХНУ». При поточному оцінюванні виконаної здобувачем роботи з кожної структурної одиниці і отриманих ним результатів викладач виставляє йому певну кількість балів із встановлених Робочою програмою для цього виду роботи. При цьому кожна структурна одиниця навчальної роботи може бути зарахована, якщо здобувач набрав не менше 60 відсотків (мінімальний рівень для позитивної оцінки) від максимально можливої суми балів, призначеної структурній одиниці.

При оцінюванні результатів навчання здобувачів вищої освіти з будь-якого виду навчальної роботи (структурної одиниці) рекомендується використовувати наведені нижче узагальнені критерії:

Таблиця – Критерії оцінювання навчальних досягнень здобувача вищої освіти

Оцінка та рівень досягнення здобувачем запланованих ПРН та сформованих компетентностей	Узагальнений зміст критерія оцінювання
Відмінно (високий)	Здобувач вищої освіти глибоко і у повному обсязі опанував зміст навчального матеріалу, легко в ньому орієнтується і вміло використовує понятійний апарат; уміє пов'язувати теорію з практикою, вирішувати практичні завдання, впевнено висловлювати і обґрунтовувати свої судження. Відмінна оцінка передбачає логічний виклад відповіді мовою викладання (в усній або у письмовій формі), демонструє якісне оформлення роботи і володіння спеціальними приладами та інструментами, прикладними програмами. Здобувач не вагається при видозміні запитання, вміє робити детальні та узагальнюючі висновки, демонструє практичні навички з вирішення фахових завдань. При відповіді допустив дві–три несуттєві <i>похибки</i> .
Добре (середній)	Здобувач вищої освіти виявив повне засвоєння навчального матеріалу, володіє понятійним апаратом, орієнтується у вивченому матеріалі; свідомо використовує теоретичні знання для вирішення практичних задач; виклад відповіді грамотний, але у змісті і формі відповіді можуть мати місце окремі неточності, нечіткі формулювання правил, закономірностей тощо. Відповідь здобувача вищої освіти будується на основі самостійного мислення. Здобувач вищої освіти у відповіді допустив дві–три <i>несуттєві помилки</i> .
Задовільно (достатній)	Здобувач вищої освіти виявив знання основного програмного матеріалу в обсязі, необхідному для подальшого навчання та практичної діяльності за професією, справляється з виконанням практичних завдань, передбачених програмою. Як правило, відповідь здобувача вищої освіти будується на рівні репродуктивного мислення, здобувач вищої освіти має слабкі знання структури навчальної дисципліни, допускає неточності і <i>суттєві помилки</i> у відповіді, вагається при відповіді на видозмінене запитання. Разом з тим, набув навичок, необхідних для виконання нескладних практичних завдань, які відповідають мінімальним критеріям оцінювання і володіє знаннями, що дозволяють йому під керівництвом викладача усунути неточності у відповіді.
Незадовільно (недостатній)	Здобувач вищої освіти виявив розрізнені, безсистемні знання, не вміє виділяти головне і другорядне, допускається помилок у визначенні понять, перекручує їх зміст, хаотично і невпевнено викладає матеріал, не може використовувати знання при вирішенні практичних завдань. Як правило, оцінка «незадовільно» виставляється здобувачеві вищої освіти, який не може продовжити навчання без додаткової роботи з вивчення навчальної дисципліни.

Структурування дисципліни за видами навчальної роботи і оцінювання результатів навчання студентів денної форми здобуття освіти у семестрі

Аудиторна робота								Контрольні заходи	Семестровий контроль	
Лабораторні роботи №:								Контрольна робота КР	Іспит	Разом балів
1	2	3	4	5	6	7	8	КР		
Кількість балів за вид навчальної роботи (мінімум-максимум)										
3-5	3-5	3-5	3-5	3-5	3-5	3-5	3-5	12-20	24-40	60-100*
24-40								12-20	24-40	

Оцінювання результатів захисту лабораторної роботи

Виконана й оформлена відповідно до встановлених Методичними рекомендаціями визначено, що лабораторна робота комплексно оцінюється викладачем при її захисті з урахуванням таких критеріїв: самостійність та правильність виконання; повнота відповіді; знання методики проведення дослідження; уміння інтерпретувати результати; володіння відповідним програмним забезпеченням; обґрунтованість висновків. Лабораторні роботи виконуються на комп'ютері із використанням спеціалізованих програм, що дозволяють моделювати, аналізувати та досліджувати відповідні технічні процеси.

Результат виконання і захисту здобувачем вищої освіти кожної лабораторної роботи оцінюється відповідно до таблиці Критеріїв оцінювання навчальних досягнень здобувача вищої освіти (мінімальний позитивний бал – 3 бали, максимальний – 5 балів).

У випадку виявлення здобувачем рівня знань, нижчого ніж 60 відсотків від максимального балу, встановленого Робочою програмою для кожної структурної одиниці, лабораторна робота йому не зараховується і для її захисту він має детальніше опрацювати матеріал з теми роботи, методику її виконання, виправити грубі помилки та повторно вийти на її захист у призначений для цього викладачем час.

Оцінювання контрольної роботи

Контрольна робота передбачає виконання п'яти практичних завдань (практичне завдання передбачає розв'язування задач з даної теми). При оцінюванні контрольної роботи враховуються: повнота відповіді та якість виконання. Кожне завдання оцінюється 2 балами, загальна сума балів на позитивну оцінку становить від 6 до 10.

Розподіл балів при оцінюванні завдань контрольної роботи

Кількість правильних відповідей	1	2	3	4	5
Відсоток правильних відповідей	0-59		60	80	100
Кількість отриманих балів	0		6	8	10

При отриманні негативної оцінки контрольну роботу слід перездати до терміну *наступного* контролю.

Оцінювання результатів підсумкового семестрового контролю (іспит)

Освітня програма передбачає підсумковий семестровий контроль з дисципліни у формі іспиту, завданням якого є системне й об'єктивне оцінювання як теоретичної, так і практичної підготовки здобувача з навчальної дисципліни. Складання іспиту відбувається за попередньо розробленими і затвердженими на засіданні кафедри білетами. Відповідно до цього в екзаменаційному білеті пропонується поєднання питань як теоретичного (в т.ч. у тестовій формі), так і практичного характеру.

Таблиця – Оцінювання результатів підсумкового семестрового контролю здобувачів денної форми навчання (40 балів для підсумкового контролю)

Види завдань	Для кожного окремого виду завдань		
	Мінімальний (достатній) бал (задовільно)	Потенційні позитивні бали* (середній бал) (добре)	Максимальний (високий) бал (відмінно)
Теоретичне питання № 1	3	4	5
Теоретичне питання № 2	3	4	5
Практичне завдання (задача)	18	24	30
Разом:	24		40

***Примітка.** Позитивний бал за іспит, відмінний від мінімального (24 бали) та максимального (40 балів), знаходиться в межах 25-39 балів та розраховується як сума балів за усі структурні елементи (завдання) іспиту.*

Для кожного окремого виду завдань підсумкового семестрового контролю застосовуються критерії оцінювання навчальних досягнень здобувача вищої освіти, наведені вище (**Таблиця – Критерії оцінювання навчальних досягнень здобувача вищої освіти**).

Підсумкова семестрова оцінка за інституційною шкалою і шкалою ЄКТС визначається в автоматизованому режимі після внесення викладачем результатів оцінювання у балах з усіх видів навчальної роботи до електронного журналу. Співвідношення інституційної шкали оцінювання і шкали оцінювання ЄКТС наведені нижче у таблиці «Співвідношення».

Семестровий іспит виставляється, якщо загальна сума балів, яку набрав студент з дисципліни за результатами поточного контролю, знаходиться у межах від 60 до 100 балів. При цьому за інституційною шкалою ставиться оцінка «відмінно/добре/задовільно», а за шкалою ЄКТС – буквене позначення оцінки, що відповідає набраній студентом сумі балів відповідно до таблиці Співвідношення.

Таблиця – Співвідношення інституційної шкали оцінювання і шкали оцінювання ЄКТС

Оцінка ЄКТС	Рейтингова шкала балів	Інституційна оцінка (рівень досягнення здобувачем вищої освіти запланованих результатів навчання з навчальної дисципліни)	
		Залік	Іспит/диференційований залік
A	90-100	Зараховано	Відмінно/Excellent – високий рівень досягнення запланованих результатів навчання з навчальної дисципліни, що свідчить про безумовну готовність здобувача до подальшого навчання та/або професійної діяльності за фахом
B	83-89		Добре/Good – середній (максимально достатній) рівень досягнення запланованих результатів навчання з навчальної дисципліни та готовності до подальшого навчання та/або професійної діяльності за фахом
C	73-82		Задовільно/Satisfactory – Наявні мінімально достатні для подальшого навчання та/або професійної діяльності за фахом результати навчання з навчальної дисципліни
D	66-72		
E	60-65		
FX	40-59	Незараховано	Незадовільно/Fail – Низка запланованих результатів навчання з навчальної дисципліни відсутня. Рівень набутих результатів навчання є недостатнім для подальшого навчання та/або професійної діяльності за фахом
F	0-39		Незадовільно/Fail – Результати навчання відсутні

10. Питання для самоконтролю результатів навчання

1. Наведіть основні засади формування архітектури електронних інформаційно-комунікаційних мереж.
2. Поясніть концепцію конвергенції, технологій та послуг.
3. Поясніть основні риси ієрархічної структури електронних інформаційно-комунікаційних мереж, особливості їх сегментації.
4. Поясніть принципи мультиплексування у електронних інформаційно-комунікаційних мережах за технологіями каналного рівня.
5. Охарактеризуйте основні вимоги до фізичного середовища електронних інформаційно-комунікаційних мереж.
6. Надайте короткий огляд основної апаратури ліній зв'язку.
7. Поясніть основні параметри ліній зв'язку, чинники які визначають смугу пропускання та пропускну здатність.
8. Надайте характеристики основних модульованих (маніпульованих) сигналів.
9. Поясніть принципи комутації каналів.
10. Поясніть принципи комутації пакетів.
11. Дайте пояснення та вкажіть на характерні риси методів мультиплексування FDM і WDM.
12. Поясніть особливості мультиплексування каналів на основі методу TDM.
13. Які основні типи первинних електронних інформаційно-комунікаційних мереж.
14. Поясніть концепцію ієрархії швидкостей PDH. Поясніть особливості мультиплексування.
15. Надайте пояснення особливостей топології SDH-мереж. Поясніть структуру модулів SDH, ієрархію швидкостей, апаратуру мереж SDH.
16. Поясніть принципи функціонування мереж DWDM.
17. Надайте характеристику волоконно-оптичних підсилювачів та поясніть принципи формування топології мереж DWDM.
18. Наведіть ієрархію швидкостей для мереж OTN. Поясніть стек протоколів OTN.
19. Як здійснюється формування кадру OTN та мультиплексування блоків ODU? .
20. Поясніть класифікацію WAN- мереж. Як здійснюється інкапсуляція кадрів на каналному рівні у транспортних технологіях електронних інформаційно-комунікаційних мереж каналного рівня.
21. Поясніть особливості двоточкових технологій каналів.
22. Поясніть основні засади організації технологій віртуальних каналів.
23. Охарактеризуйте головні риси мереж за технологіями Frame Relay, ATM, X.25.
24. Поясніть специфіку комутації в електронних інформаційно-комунікаційних мережах. Визначить основні положення алгоритму прозорого моста.
25. Поясніть функціональні принципи роботи комутаторів. Принципи паралельної комутації.
26. Надайте пояснення дуплексного режиму комутатора, поясніть особливості неблокуючих комутаторів.
27. Поясніть основні методики локалізації проблем перевантаження в комутаторах.
28. Поясніть концепцію комутованої ієрархічної моделі телекомунікаційної мережі. Визначить основні рівні ієрархічної моделі.
29. Як здійснюється вибір комутаторів для ієрархічних мереж. Поясніть основні характеристики комутаторів у ієрархічній мережі.
30. Поясніть принципи управління конфігурацією комутатора та методики уникнення петель комутації.
31. Як здійснюється резервування в комутованих мережах, яка роль портів і які основні атаки характерні для комутаторів.
32. Поясніть принципи маршрутизації в телекомунікаційних мережах.
33. Поясніть основні риси і механізми технології MPLS.

34. Надайте характеристику мереж доступу.
35. Що таке комутований аналоговий доступ. Засоби вирішення проблеми «останньої мілі».
36. Як реалізується комутований доступ через мережі ISDN.
37. Поясніть класифікацію бездротових мереж. Особливості бездротових персональних мереж (WPAN).
38. Поясніть основні технології бездротових локальних мереж (WLAN).
39. Охарактеризуйте основні принципи реалізації бездротових міських мереж (WMAN).
40. Наведіть головні риси мережевих інформаційних сервісів, методи взаємодії клієнта із сервером.

11. Навчально-методичне забезпечення

Освітній процес з дисципліни «Цифрові системи комутації та розподілу інформації в електронних комунікаціях» повністю і в достатній кількості забезпечений необхідною навчально-методичною літературою.

1. Микитишин А.Г. Телекомунікаційні системи та мережі : навчальний посібник /А.Г. Микитишин, М.М. Митник, П.Д. Стухляк – Тернопіль : Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, 2017 – 384 с.

2. Децик К. О. Системи комутації та розподілу інформації /К. О. Децик, Р. А. Бурачок. – Львів : Львівська політехніка, 2022 – 332 с.

3. Гольд В.Д. Телекомунікаційні та інформаційні мережі : навчальний посібник / В.Д. Гольд, Ірха М.С. – Київ : ІСЗЗІ КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021 – 250 с.

4. Лізунов П.П. Комп'ютерні мережі і телекомунікації: навчальний посібник /П. П. Лізунов, Г. Л. Васильєва, Ю. І. Мінаєва, О. Ю. Філімонова. – Київ : КНУБА, 2017. – 140 с.

5. Кирпач Л.А., Срібна І.М., Власенко Г.М. Сигналізація та синхронізація в телекомунікаційних системах та мережах : навчальний посібник / Л.А. Кирпач, І.М. Срібна, Г.М. Власенко – Київ: ДУТ, 2019. – 85 с.

12. Матеріально-технічне та програмне забезпечення дисципліни (за потреби)

Інформаційна та комп'ютерна підтримка: ПК, планшет, смартфон або інший мобільний пристрій, проектор. Програмне забезпечення: програми Microsoft Office, Cisco Packet Tracer або аналогічні, доступ до мережі Інтернет, робота з презентаціями.

13. Рекомендована література:

Основна

1. Микитишин А.Г. Телекомунікаційні системи та мережі : навчальний посібник /А.Г. Микитишин, М.М. Митник, П.Д. Стухляк – Тернопіль : Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, 2017 – 384 с.

2. Децик К. О. Системи комутації та розподілу інформації /К. О. Децик, Р. А. Бурачок. – Львів : Львівська політехніка, 2022 – 332 с.

3. Гольд В.Д. Телекомунікаційні та інформаційні мережі : навчальний посібник / В.Д. Гольд, Ірха М.С. – Київ : ІСЗЗІ КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021 – 250 с.

4. Лізунов П.П. Комп'ютерні мережі і телекомунікації: навчальний посібник /П. П. Лізунов, Г. Л. Васильєва, Ю. І. Мінаєва, О. Ю. Філімонова. – Київ : КНУБА, 2017. – 140 с.

5. Кирпач Л.А., Срібна І.М., Власенко Г.М. Сигналізація та синхронізація в телекомунікаційних системах та мережах : навчальний посібник / Л.А. Кирпач, І.М. Срібна, Г.М. Власенко – Київ: ДУТ, 2019. – 85 с.

Додаткова

1. Заїка В.Ф., Варфоломєєва О.Г., Домрачева К.О., Гринкевич Г.О. Телекомунікаційні системи та мережі наступного покоління: навчальний посібник / В.Ф. Заїка, О.Г. Варфоломєєва, К.О. Домрачева, Г.О. Гринкевич – Київ : ДУТ, 2019. – 315 с.

2. Тарбаєв С.І. Проектування інфокомунікаційних мереж : навчальний посібник / С.І. Тарбаєв, К.О. Домрачева, В.Ф. Заїка, М.П. Трємбовецький. – Київ: ННІТІ ДУТ, 2019. – 186 с.

3. Бортник Г.Г. Транспортні телекомунікаційні технології: навчальний посібник / Г. Г. Бортник, М.В. Васильківський, В. М. Кичак. – Вінниця: ВНТУ, 2017. –162 с.

4. Горбатий, І. В. Телекомунікаційні системи та мережі. Принципи функціонування, технології та протоколи : навч. посіб. / І. В. Горбатий, А. П. Бондарєв. – Львів : Львів. політехніка, 2016. – 336 с.

5. Бойко Ю. Можливості LDPC-кодів у підвищенні продуктивності оптичних телекомунікацій з OFDM / Ю. Бойко, О. Єрмоєнко, О. Гур'єв // Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах. – 2023. – № 4. – С. 13-26.

6. Комп'ютерні мережі : навч. посіб. для студ. взз. Кн. 1 / А. Г. Микитишин, М. М. Митник, П. Д. Стухляк, В. В. Пасічник. – Львів :Магнолія, 2016. – 256 с.

7. Бойко Ю. Оцінка частотно-фазових спотворень в оптичних телекомунікаціях з OFDM /Ю.Бойко, О. Єрмоєнко, І. Пятін // Інфокомунікаційні технології та електронна інженерія. – 2024. – Вип. 4, № 2. – С. 130-140.

14. Інформаційні ресурси

1. Модульне середовище для навчання. URL : <https://msn.khmnu.edu.ua/course/view.php?id=6734>
2. Електронна бібліотека університету. URL: <http://library.khmnu.edu.ua/>
3. Інституційний репозитарій ХНУ. URL : <https://elar.khmnu.edu.ua/home>

ЦИФРОВІ СИСТЕМИ КОМУТАЦІЇ ТА ТРАНСПОРТНІ МЕРЕЖІ

Тип дисципліни
Рівень вищої освіти
Мова викладання
Семестр
Кількість призначених кредитів ЄКТС
Форми здобуття освіти, для яких викладається дисципліна

Обов'язкова
Перший (бакалаврський)
Українська
Другий
6,0
Очна (денна)

Результати навчання. Після вивчення дисципліни студент повинен: розуміти принципи побудови та технічної реалізації технологій комутації каналів та пакетів в телекомунікаційних мережах; мати здатність здійснювати підбір конфігурації комутаторів та маршрутизаторів електронних інформаційно-комунікаційних мереж; володіти принципами розв'язання проблем з перевантаженням, уникнення петель комутації; розуміти принципи технологій мультиплексування та комутації на фізичному рівні; отримати знання щодо принципів функціонування синхронних та асинхронних мереж, волоконно-оптичних електронних інформаційно-комунікаційних мереж, апаратури мережевого рівня.

Зміст навчальної дисципліни. Загальні терміни та визначення електронних інформаційно-комунікаційних і комп'ютерних систем та мереж; організація комп'ютерних і електронних інформаційно-комунікаційних мереж; структура еталонної моделі OSI; особливості архітектури та технології фізичного рівня; технології мультиплексування та комутації; комутація каналів та пакетів; принципи мультиплексування та комутації каналів на основі технологій TDM, FDM, WDM; первинні мережі; технології функціонування; методи мультиплексування; організація SDN мереж, структура модулів та топологія реалізації; електронні інформаційно-комунікаційні та комп'ютерні мережі технології DWDM; принципи функціонування електронних інформаційно-комунікаційних мереж за технологією OTN; принципи мультиплексування; стек протоколів OTN; концепція транспортних технологій електронних інформаційно-комунікаційних мереж каналного рівня; стек протоколів TCP/IP; принципи комутації в електронних інформаційно-комунікаційних мережах. Паралельний та дуплексний режими, організації комутаційної ієрархічної моделі мережі; вибір комутаторів та принципи їх управління для ієрархічної мережі; технології пошуку та локалізації несправностей, атак пов'язаних з комутаторами та уникнення петель при комутації; принципи маршрутизації в електронних інформаційно-комунікаційних мережах; ключові особливості та концепція технології MPLS; поєднання комутації та маршрутизації, архітектура мереж доступу; концепції комутуваного аналогового доступу та доступу через ISDN; принципи функціонування бездротових мереж, огляд стандартів, технології, порівняння стандартів; особливості реалізації мережевих сервісів у електронних інформаційно-комунікаційних мережах та організація магістральних мостів провайдера з підтримкою інжинірингу трафіку.

Пререквізити – Інформаційні передавальні та приймальні пристрої радіосистем (ОПП.10); Теорія інформації, кодування та передачі сигналів (ОЗП.05); Громадянське суспільство, економіка та управління (ОЗП.06).

Кореквізити – Волоконно-оптичні мережі та системи (ОПП.09), Системи рухомого радіозв'язку та навігації (ОПП.12), Цифрове, телевізійне, звукове та мультимедійне мовлення (ОПП.15), Кваліфікаційний проєкт (ОПП.18).

Запланована навчальна діяльність: Мінімальний обсяг навчальних занять в одному кредиті ЄКТС навчальної дисципліни для *першого* (бакалаврського) рівня вищої освіти за денною формою здобуття освіти становить 10 годин на 1 кредит ЄКТС.

Форми (методи) навчання: лекції: з використанням мультимедійних презентацій, методів візуалізації, пояснення, проблемного й інтерактивного навчання, інформаційно-комунікаційних технологій, інтенсифікації та індивідуалізації навчання; лабораторні заняття: з використанням методів комп'ютерного моделювання, методів проєктної діяльності, аналіз проблемних ситуацій, пояснення, дискусія; самостійна робота (опрацювання теоретичного матеріалу, підготовка до виконання лабораторних робіт, поточного та підсумкового контролю), з використанням інформаційно-комп'ютерних технологій та технологій дистанційного навчання.

Форми оцінювання результатів навчання: усне опитування перед допуском до лабораторного заняття; оцінювання результатів захисту лабораторних робіт; оцінювання контрольних робіт.

Вид семестрового контролю: іспит – 2 семестр

Навчальні ресурси:

1. Микитишин А.Г. Телекомунікаційні системи та мережі : навчальний посібник /А.Г. Микитишин, М.М. Митник, П.Д. Стухляк – Тернопіль : Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, 2017 – 384 с.
2. Децик К. О. Системи комутації та розподілу інформації /К. О. Децик, Р. А. Бурачок. – Львів : Львівська політехніка, 2022 – 332 с.
3. Гольд В.Д. Телекомунікаційні та інформаційні мережі : навчальний посібник / В.Д. Гольд, Ірха М.С. – Київ : ІСЗЗІ КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021 – 250 с.
4. Лізунов П.П. Комп'ютерні мережі і телекомунікації: навчальний посібник /П. П. Лізунов, Г. Л. Васильєва, Ю. І. Мінаєва, О. Ю. Філімонова. – Київ : КНУБА, 2017. – 140 с.
5. Кирпач Л.А., Срібна І.М., Власенко Г.М. Сигналізація та синхронізація в телекомунікаційних системах та мережах : навчальний посібник / Л.А. Кирпач, І.М. Срібна, Г.М. Власенко – Київ: ДУТ, 2019. – 85 с.
7. Модульне середовище для навчання. Доступ до ресурсу: <https://msn.khmnmu.edu.ua/course/view.php?id=6734>
8. Електронна бібліотека ХНУ. Доступ до ресурсу: <http://library.khmnmu.edu.ua/>

Викладачі: д-р. техн. наук, професор Юлій БОЙКО