

# ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ



ЗАТВЕРДЖУЮ  
Декан факультету інформаційних  
технологій

Олег САВЕНКО  
\_\_\_\_\_ 2023 р.

## РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

### *Цифрові системи комутації та розподілу інформації в телекомунікаційних мережах*

*Галузь знань* – 17 Електроніка та телекомунікації

*Спеціальність* – 172 Телекомунікації та радіотехніка

*Рівень вищої освіти* – Перший (бакалаврський)

*Освітньо-професійна програма* – Телекомунікації, медійні технології та інтелектуальні мережі

*Обсяг дисципліни* – 5 кредитів ЄКТС *Шифр дисципліни* – ОПП.11

*Мова навчання* – українська

*Статус дисципліни*: обов'язкова (цикл професійної підготовки)

*Факультет* – Інформаційних технологій

*Кафедра* – Телекомунікацій, медійних та інтелектуальних технологій

Форма навчання	Курс	Семестр	Загальне навантаження		Кількість годин					Курсовий проект	Курсова робота	Форма семестрового контролю	
			Кредити ЄКТС	Години	Аудиторні заняття				Самостійна робота, в т.ч. ІРС			Залік	Іспит
					Разом	Лекції	Лабораторні роботи	Практичні заняття					
Д	3	5	5	150	68	34	34	-	82	-	-	-	+
<b>Разом ДФН</b>			<b>5</b>	<b>150</b>	<b>68</b>	<b>34</b>	<b>34</b>	<b>-</b>	<b>82</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>1</b>

Робоча програма складена на основі освітньо-професійної програми та стандарту вищої освіти зі спеціальності 172 Телекомунікації та радіотехніка

Програму складено

\_\_\_\_\_ Юлій БОЙКО

Схвалено на засіданні кафедри телекомунікацій, медійних та інтелектуальних технологій

Протокол № 1 від 31 серпня 2023 року

Завідувач кафедри ТМІТ

\_\_\_\_\_ Сергій ПІДЧЕНКО

Робоча програма розглянута та схвалена Вченою радою факультету інформаційних технологій

Голова Вченої ради

\_\_\_\_\_ Олег САВЕНКО

# ЦИФРОВІ СИСТЕМИ КОМУТАЦІЇ ТА РОЗПОДІЛУ ІНФОРМАЦІЇ В ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНИХ МЕРЕЖАХ

Опис дисципліни (анотація)

Тип дисципліни	Обов'язкова (цикл професійної підготовки)
Освітній рівень	Перший (бакалаврський)
Мова викладання	Українська
Семестр	4 (денна)
Кількість встановлених кредитів ЄКТС	7
Форми навчання, для яких викладається дисципліна	Денна

**Результати навчання.** Студент, який успішно завершив вивчення дисципліни, повинен: розуміти принципи побудови та технічної реалізації технологій комутації каналів та пакетів в телекомунікаційних мережах; мати здатність здійснювати підбір конфігурації комутаторів та маршрутизаторів телекомунікаційних 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 телекомунікаційних мереж, апаратури мережевого рівня.

**Зміст навчальної дисципліни.** Організація комп'ютерних і телекомунікаційних мереж. структура еталонної моделі OSI, особливості архітектури та технології фізичного рівня, технології мультиплексування та комутація, комутація каналів та пакетів, принципи мультиплексування та комутація каналів на основі технологій TDM, FDM, WDM, організація SDH мереж, структура модулів та топологія реалізації, принципи функціонування телекомунікаційних мереж за технологією OTN. принципи мультиплексування, стек протоколів OTN, принципи комутації в телекомунікаційних мережах, паралельний та дуплексний режими, організація 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 телекомунікаційних мережах.

**Пререквізити** - Інформаційні передавальні та приймальні пристрої радіосистем.

**Кореквізити** - Системи рухомого радіозв'язку та навігації, цифрове, телевізійне, звукове та мультимедійне мовлення, волоконно-оптичні мережі та системи.

**Запланована навчальна діяльність:** лекції – 34 год., лабораторні заняття – 34 год., самостійна робота – 82 год., разом – 150 год.

**Форми (методи) навчання:** лекції (з використанням методів проблемного навчання і візуалізації); лабораторні заняття (з використанням методів комп'ютерного моделювання), самостійна робота (індивідуальні завдання).

**Форми оцінювання результатів навчання:** захист лабораторних робіт; презентація результатів виконання індивідуальних завдань, тестування.

**Вид семестрового контролю:** іспит 4 семестр.

**Навчальні ресурси:**

1. Г. Микитишин, М.М. Митник, П.Д. Стухляк. Телекомунікаційні системи та мережі : навчальний посібник / Укладачі : Микитишин А.Г., Митник М.М., Стухляк П.Д. – Тернопіль, 2017 – 384 с
2. І.В. Горбатий. Телекомунікаційні системи та мережі. Навчальний посібник / Горбатий І.В., Бондарев А.П. – Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2016. – 336 с.
3. Бортник Г.Г. Системи доступу : підручник /Г.Г. Бортник, В.М. Кичак, О.В. Стальченко. – Вінниця : ВНТУ, 2010. – 298 с.
4. Модульне середовище для навчання MOODLE. Доступ до ресурсу: <https://msn.khmnu.edu.ua>.

**Викладач:** д.т.н., професор Юлій БОЙКО.

## 1. ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

Сучасний етап розвитку будь-якої країни неможливий без впровадження телекомунікаційних та інфокомунікаційних мереж. Основні риси передової і конкурентно-здатної економіки держави безпосередньо пов'язані із інтеграцією усіх галузей як виробництва так і обслуговуючого сектору до інформаційних технологій, а отже формування глобального інформаційного суспільства. Таке широке проникнення інфокомунікаційних та телекомунікаційних технологій відбувається через орієнтацію сучасних мереж на пакетний спосіб передавання інформації, використання різноманітних видів середовищ передавання інформації (зокрема, оптичних волокон, радіочастотних технологій), забезпечення високого ступеню мобільності телекомунікацій і є запорукою актуалізації завдань щодо підвищення продуктивності, ефективності та якості обслуговування у телекомунікаційних мережах, розширення діапазону надання послуг тощо. Отже, підготовка фахівця в галузі телекомунікацій та радіотехніки повинна неодмінно включати за мету набуття таким фахівцем важливих компетенцій і навиків розуміння процесів інтеграції та взаємодії високопродуктивних, малогабаритних і відносно недорогих комп'ютерів із телекомунікаціями у якості термінальних і комунікаційних пристроїв для функціонування інформаційних мереж. Такі навички дозволять розуміти механізми накопичення в електронному вигляді, зберігання й обробки величезних ресурсів інформації та надання її користувачам за їх запитом у зручний для них час. Для доведення цих надважливих питань до здобувачів бакалаврського рівня вищої освіти за спеціальністю 172 Телекомунікації та радіотехніка відокремлена дисципліна «Цифрові системи комутації та розподілу інформації в телекомунікаційних мережах».

Дисципліна «Цифрові системи комутації та розподілу інформації в телекомунікаційних мережах» є однією із обов'язкових дисциплін та займає провідне місце у підготовці фахівців освітнього рівня «бакалавр» за спеціальністю 172 Телекомунікації та радіотехніка, особливо в контексті підготовки фахівців здатних розуміти і працювати із сучасними інформаційними та телекомунікаційними технологіями.

**Пререквізити** – інформаційні передавальні та приймальні пристрої радіосистем.

**Кореквізити** – системи рухомого радіозв'язку та навігації, цифрове, телевізійне, звукове та мультимедійне мовлення, волоконно-оптичні мережі та системи.

Відповідно до Стандарту вищої освіти із зазначеної спеціальності та освітньої програми дисципліна має забезпечити:

- **компетентності:** Здатність розв'язувати складні спеціалізовані задачі та практичні проблеми у галузі телекомунікацій та радіотехніки, що характеризується комплексністю та невизначеністю умов. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях. Здатність планувати та управляти часом. Здатність спілкуватися державною мовою як усно, так і письмово. Навички здійснення безпечної діяльності. Здатність зберігати та примножувати моральні, культурні, наукові цінності і досягнення суспільства на основі розуміння історії та закономірностей розвитку предметної області, її місця у загальній системі знань про природу і суспільство та у розвитку суспільства, техніки і технологій, використовувати різні види та форми рухової активності для активного відпочинку та ведення здорового способу життя. Здатність здійснювати комп'ютерне моделювання пристроїв, систем і процесів з використанням універсальних пакетів прикладних програм. Здатність проводити інструментальні вимірювання в інформаційно-телекомунікаційних мережах, телекомунікаційних та радіотехнічних системах. Готовність до контролю дотримання та забезпечення екологічної безпеки. Готовність сприяти впровадженню перспективних технологій і стандартів. Здатність здійснювати приймання та освоєння нового обладнання відповідно до чинних нормативів. Здатність здійснювати монтаж, налагодження, налаштування, регулювання, дослідну перевірку працездатності, випробування та здачу в експлуатацію споруд, засобів і устаткування телекомунікацій та радіотехніки. Здатність проводити роботи з керування потоками навантаження інформаційно-телекомунікаційних мереж. 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.

**- програмні результати навчання:** 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. 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. 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. Здатність брати участь у проектуванні нових (модернізації існуючих) телекомунікаційних систем, інфокомунікаційних, телекомунікаційних мереж, радіотехнічних систем та систем телевізійного й радіомовлення тощо. Вміння діагностувати стан обладнання (модулів, блоків, вузлів) телекомунікаційних систем, інфокомунікаційних, телекомунікаційних мереж, радіотехнічних систем та систем телевізійного й радіомовлення тощо. Вміння використовувати системи моделювання та автоматизації схемотехнічного проектування для розроблення елементів, вузлів, блоків радіотехнічних та телекомунікаційних систем.

Дисципліни, що передують вивченню **«Цифрові системи комутації та розподілу інформації в телекомунікаційних мережах»** – телекомунікаційні обчислювальні мережі; мережі абонентського доступу.

**Мета викладання дисципліни.** Метою навчальної дисципліни є надання студентам знань, навиків та умінь щодо вирішення типові та складних завдань з моделювання і проектування телекомунікаційних 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 телекомунікаційних мережах і розширення діапазону надання телекомунікаційних послуг.

**Предметом курсу «Цифрові системи комутації та розподілу інформації в телекомунікаційних мережах»** є поняття та загальні принципи побудови технологій комутації та розподілу інформації в телекомунікаційних мережах.

**Завдання дисципліни:** формування загальних та спеціальних компетентностей щодо навиків організації технології фізичного рівня в телекомунікаційних мережах, мультиплексування та комутації; набуття навиків у розумінні особливостей в технологіях комутації каналів та пакетів; розуміння принципів функціонування первинних телекомунікаційних мереж; отримання компетенцій у фаховому розумінні функціонування транспортних технологій телекомунікаційних 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.** Студент, який успішно завершив вивчення дисципліни, повинен: розуміти принципи побудови та технічної реалізації технологій комутації каналів та пакетів в телекомунікаційних мережах; мати здатність здійснювати підбір конфігурації комутаторів та маршрутизаторів телекомунікаційних 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 телекомунікаційних мереж, апаратури мережевого рівня.

## 2. СТРУКТУРА ЗАЛІКОВИХ КРЕДИТІВ ДИСЦИПЛІНИ

Назва теми	Кількість годин, відведених на:			
	Денна форма навчання			
	Лекції	Лабор. роботи	Практ.	СРС
<i>Перший семестр</i>				
Тема 1. Загальні терміни та визначення телекомунікаційних і комп'ютерних систем та мереж	2	-	-	5
Тема 2. Організація комп'ютерних і телекомунікаційних мереж. структура еталонної моделі OSI	2	2	-	5
Тема 3. Особливості архітектури та технології фізичного рівня. Технології мультиплексування та комутація	2	6	-	5
Тема 4. Комутація каналів та пакетів. Принципи мультиплексування та комутація каналів на основі технологій TDM, FDM, WDM	2	6	-	2
Тема 5. Первинні мережі. Технології функціонування. Методи мультиплексування	2	4	-	4
Тема 5. Організація SDN мереж, структура модулів та топологія реалізації	2		-	5
Тема 6. Телекомунікаційні та комп'ютерні мережі технології DWDM	2	2	-	5
Тема 7. Принципи функціонування телекомунікаційних мереж за технологією OTN. Принципи мультиплексування. Стек протоколів OTN	2	2	-	5
Тема 8. Концепція транспортних технологій телекомунікаційних мереж канального рівня	2	-	-	5
Тема 9. Стек протоколів TCP/IP	2	2		2
Тема 10. Принципи комутації в телекомунікаційних мережах. Паралельний та дуплексний режими.	2	2	-	5
Тема 11. Організації комутаційної ієрархічної моделі мережі. Вибір комутаторів та принципи їх управління для ієрархічної мережі	2	2	-	5
Тема 12. Технології пошуку та локалізації несправностей, атак пов'язаних з комутаторами та уникнення петель при комутації	2	-	-	5
Тема 13. Принципи маршрутизації в телекомунікаційних мережах	2	2	-	5

Тема 14. Ключові особливості та концепція технології MPLS. Поєднання комутації та маршрутизації	2	-	-	5
Тема 15. Архітектура мереж доступу. Концепції комутowanego аналогового доступу та доступу через ISDN	2	2	-	5
Тема 16. Принципи функціонування бездротових мереж, огляд стандартів, технології, порівняння стандартів	2	2	-	5
Тема 17. Особливості реалізації мережевих сервісів у телекомунікаціях та організація магістральних мостів провайдера з підтримкою інжинірингу трафіку	2	-	-	2
<b>Разом за семестр</b>	<b>34</b>	<b>34</b>	<b>-</b>	<b>82</b>

### 3. ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

#### 3.1 Зміст лекційного курсу

Номер лекції	Перелік тем лекцій, їх анотації	Кількість годин
1	<b>Загальні терміни та визначення телекомунікаційних і комп'ютерних систем та мереж.</b> Основні поняття та визначення телекомунікаційних 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. Література: [1] с. 1....16; [3] с. 18....23.	2
2	<b>Організація комп'ютерних і телекомунікаційних мереж. структура еталонної моделі OSI.</b> Еталонна модель OSI, рівні моделі та їх призначення. Ієрархічна структура телекомунікаційної мережі. Базові технології локальних мереж. Література: [1] с. 18....28; [2] с. 30....36.	2
3	<b>Особливості архітектури та технології фізичного рівня. Технології мультиплексування та комутація.</b> Характеристики ліній зв'язку мереж. Фізичні характеристики телекомунікаційних систем. Апаратура ліній передачі інформації. Модуляція та маніпуляція. Смуга пропускання та пропускна здатність ліній зв'язку. Література: [2] с. 37....52; [3] с. 37....49.	2
4	<b>Комутація каналів та пакетів. Принципи мультиплексування та комутація каналів на основі методів TDM, FDM, WDM.</b> Особливості комутації каналів. Особливості комутації пакетів. Технології комутації та мультиплексування на основі методів TDM, FDM, WDM. Література: [1] с. 54....68; [2] с. 9.....40.	2
5	<b>Первинні мережі. Технології функціонування. Методи мультиплексування.</b> Концепція мережі PDH. Ієрархія швидкостей, обмеження, синхронізація, мультиплексування. Архітектура мережі SDH. Ієрархія швидкостей, структура модулів, топологія, апаратура. Література: [1] с. 72....88; [2] с. 100.....122.	2

6	<b>Телекомунікаційні та комп'ютерні мережі технології DWDM.</b> Основні засади, топологія та концептуальні риси технології DWDM. Підсилювальні пристрої волоконно-оптичних мереж DWDM. Література: [1] с. 91.....93; [3] – 149.....155.	2
7	<b>Принципи функціонування телекомунікаційних мереж за технологією OTN. Принципи мультиплексування. Стек протоколів OTN.</b> Мережі OTN. Утворення конструкції кадру OTN. Стек протоколів, ієрархія швидкостей, мультиплексування. Література: [1] с. 96.....100.	2
8	<b>Концепція транспортних технологій телекомунікаційних мереж каналного рівня.</b> Методика інкапсуляції кадрів на каналному рівні. Двоточкові каналні технології. Віртуальні канали. Класифікація WLAN мереж. Протоколи HDLC, PPP. Мережеві технології Frame Relay, X.25, ATM. Література: [1] с. 114.....122; [3] – 155.....162.	2
9	<b>Стек протоколів TCP/IP.</b> Рівні протоколів стеку TCP/IP. Типи адрес стеку TCP/IP. Особливості Internet Protocol. Служба доменних імен. Сервісні служби Internet. Література: [1] с. 199.....204.; [3] с. 80-105.	2
10	<b>Принципи комутації в телекомунікаційних мережах. Паралельний та дуплексний режими.</b> Огляд роботи комутатора. Паралельна та дуплексна робота комутатора. Особливості роботи неблокуючих комутаторів. Методики усунення проблем з перевантаженням. Література. : [1] с. 131.....138.; [2] с. 100-120.	2
11	<b>Організації комутаційної ієрархічної моделі мережі. Вибір комутаторів та принципи їх управління для ієрархічної мережі.</b> Будова ієрархічної комутаційної моделі. Методика вибору комутаторів до ієрархічної моделі мережі. Дизайн ієрархічної комутаційної моделі. Основні характеристики комутаторів у ієрархічній моделі. Література. : [1] с. 141.....149.; [2] с. 130-179.	2
12	<b>Технології пошуку та локалізації несправностей, атак пов'язаних з комутаторами та уникнення петель при комутації.</b> Методика управління конфігурацією комутатора. Локалізація петель комутації. Особливості резервування в комутуваних мережах. Основні атаки, що пов'язані з комутаторами. Література. : [1] с. 149.....154; [3] с. 80-84.	2
13	<b>Принципи маршрутизації в телекомунікаційних мережах.</b> Конфігурація маршрутизаторів. Завантаження маршрутизатора, конфігураційні файли, рівні доступу, діагностування. Література. : [1] с. 172.....178.	2
14	<b>Ключові особливості та концепція технології MPLS. Поєднання комутації та маршрутизації.</b> Концепція технології MPLS. Суміщення комутації та маршрутизації. Інжиніринг трафіку MPLS. Протоколи виявлення помилок, мітки. Література. : [1] с. 236.....234; [3] с. 164-171.	2
15	<b>Архітектура мереж доступу. Концепції комутуваного аналогового доступу та доступу через ISDN.</b> Питання проблеми “останньої мілі”. Особливості комутуваного аналогового доступу. Комутований доступ через мережі ISDN. Пасивні оптичні та кабельні мережі. Література. : [1] с. 267-275; [2] с. 15.....40.	2
16	<b>Принципи функціонування бездротових мереж, огляд стандартів, технологій, порівняння стандартів.</b> Основні риси та класифікація	2

	бездротових мереж. Технології WPAN, Bluetooth, IrDA. Концепція бездротові локальних мереж (WLAN, Wi-Fi). Особливості бездротових міських мереж (WiMAX). Огляд концепцій глобальних мереж (WWAN). Література. : [1] с. 295.....315.	
17	<b>Особливості реалізації мережевих сервісів у телекомунікаціях та організація магістральних мостів провайдера з підтримкою інжинірингу трафіку.</b> Мережеві інформаційні сервіси телекомунікаційних систем. Загальні принципи організації мережевих сервісів. Методи взаємодії клієнта і сервера. Література. : [1] с. 344.....365.	2
	<b>Разом за семестр</b>	<b>34</b>

### 3.2 Перелік 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	4
4	Лаб. роб. № 4 Дослідження оптичних втрат при безпосередньому з'єднанні оптичних світловодів	4
5	Лаб. роб. № 5 Визначення довжини волоконного світловоду й оптичних втрат у ньому імпульсним методом	6
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
	<b>Разом за семестр</b>	<b>34</b>

### 3.3 Зміст самостійної (у т.ч. індивідуальної) роботи

Самостійна робота студентів з дисципліни «Цифрові системи комутації та розподілу інформації в телекомунікаційних мережах» включає: опрацювання теоретичних основ, прослуханого лекційного матеріалу; підготовку до тестового контролю та лабораторних робіт, контрольної роботи, письмове оформлення індивідуальних завдань тощо.

#### Зміст самостійної роботи студентів

Номер тижня	Вид самостійної роботи	Кількість годин
1,2	Опрацювання теоретичного матеріалу з Т1. Підготовка до лабораторного заняття	9
3,4	Опрацювання теоретичного матеріалу з Т2. Підготовка до лабораторного заняття	9
5,6	Опрацювання теоретичного матеріалу з Т3. Підготовка до лабораторного заняття	9
7,8	Підготовка до контрольної роботи з Т1-3. Підготовка до тестового контролю з Т1-3	10
9,10	Опрацювання теоретичного матеріалу з Т4-5. Підготовка до лабораторного заняття	9



11,12	Опрацювання теоретичного матеріалу з Т6-7. Підготовка до лабораторного заняття	9
13,14	Опрацювання теоретичного матеріалу з Т8. Підготовка до лабораторного заняття	9
15,16	Підготовка до практичного заняття. Підготовка до контрольної роботи з Т4-8	9
17	Підготовка до тестового контролю з Т4-8. Підготовка до лабораторного заняття	9
	<b>Разом за семестр:</b>	<b>82</b>

### **Завдання для письмового оформлення індивідуального домашнього завдання.**

Індивідуальне домашнє завдання з дисципліни „Цифрові системи комутації та розподілу інформації в телекомунікаційних мережах” складається з написання реферату з двох проблемних теоретичних питань у проблемній області побудови і функціонування телекомунікаційних мереж. Вибираючи варіант індивідуального домашнього завдання, студент користується таблицею. Варіант домашнього завдання визначається студентом залежно від першої літери прізвища та останньої цифри номера залікової книжки. В таблиці по горизонталі розміщені літери, кожна з яких – перша літера прізвища студента. По вертикалі розміщені цифри, кожна з яких – остання цифра номера залікової книжки студента. На перетині вертикальної та горизонтальної ліній визначаються номери завдань (таблиця 1).

**Таблиця 1 - Таблиця вибору завдання домашньої роботи**

	А	Перша літера прізвища студента			
	Б	А Б В Г Д Е Є Ж	З И І Й К Л М	Н О П Р С Т У Ф	Х Ц Ч Ш Щ Ю Я
Остання цифра номера залікової книжки	1	1	2	3	4
	1	5	6	7	8
	2	9	10	11	12
	3	13	14	15	1
	4	2	3	4	5
	5	6	7	8	9
	6	10	11	12	13
	7	14	15	1	2
	8	3	4	5	6
9	7	8	9	10	

При виконанні індивідуального домашнього завдання студенти повинні користуватися відповідними рекомендованими підручниками, навчальними посібниками, матеріалами галузевих і періодичних видань.

## **4. ТЕХНОЛОГІЇ НАВЧАННЯ**

Процес навчання з дисципліни ґрунтується на використанні традиційних та сучасних методів. Зокрема, лекції проводяться в основному словесними методами, а лабораторні заняття проводяться з використанням інформаційних технологій, практикумів і мають за мету – набуття студентами практичних навичок аналізу різноманітних характеристик цифрових систем комутації та розподілу інформації в телекомунікаційних мережах.

## **5. МЕТОДИ КОНТРОЛЮ**

Поточний контроль здійснюється під час лекційних та лабораторних занять, а також у дні проведення контрольних заходів, встановлених робочим планом дисципліни. Семестровий контроль проводиться у формі іспиту. При цьому при виведенні остаточної оцінки враховуються результати поточного контролю.

Процес оцінювання підготовленості студента можна розділити на етапи:

Перший етап оцінювання направлений на визначення знань інформаційного мінімуму. Якщо студент твердо засвоїв визначену навчальним планом суму формальних знань, то це означає, що він вміє використати їх при вирішенні різних питань при аналізі процесів у

цифрових системах комутації та розподілу інформації в телекомунікаційних мережах, застосуванні методів оцінки параметрів функціонування маршрутизаторів і комутаторів.

Перед вивченням дисципліни, як правило, проводиться вхідний контроль знань з дисциплін, що їй передують і забезпечують. При цьому необхідно встановити рівні та критерії сформованості знань щодо змісту навчальних елементів. Такими рівнями є:

Ознайомчо-орієнтовний (ОО) – особа має орієнтовне уявлення щодо понять, які вивчаються, здатна: відтворювати формулювання визначень різноманітних процесів, що використовуються в інформаційно-вимірjuвальних комплексах та системах.

Понятійно-аналітичний (ПА) – особа має чітке уявлення щодо навчального об'єкту, здатна здійснювати смислове виділення, пояснення вихідних процесів у системах та пристроях програмно-обумовленого радіо. Може чітко визначити спрощення, які були використані при аналізі і оцінити похибки, що виникають при цьому, тобто здатна перенести раніше засвоєнні знання на типові ситуації.

Продуктивно-синтетичний (ПС) – особа має глибоке розуміння щодо навчального об'єкту, здатна здійснювати синтез, генерувати нові ідеї та уявлення, переносити раніше засвоєнні знання на нетипові, нестандартні ситуації. Тобто на цьому рівні студент повинен на основі теоретичних знань вміти досліджувати нетипові кола, оцінювати їх вихідний сигнал і можливі обмеження.

## 6. ОЦІНЮВАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАВЧАННЯ СТУДЕНТІВ У СЕМЕСТРІ

Кожний вид роботи з дисципліни оцінюється за чотирибальною шкалою. Семестрова підсумкова оцінка визначається як середньозважена з усіх видів навчальної роботи, виконаних і зданих позитивно з урахуванням коефіцієнта вагомості. Вагові коефіцієнти змінюються залежно від структури дисципліни і важливості окремих видів її робіт.

Оцінювання знань студентів здійснюється за такими критеріями:

<i>Оцінка за національною шкалою</i>	<i>Узагальнений критерій</i>
Відмінно	Студент 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 грамотний, логічний виклад відповіді (як в усній, так і у письмовій формі), якісне зовнішнє оформлення роботи. Студент не вагається при видозміні запитання, вміє робити детальні та узагальнюючі висновки. При відповіді допустив дві–три несуттєві похибки.
Добре	Студент 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 закономірностей тощо. Відповідь студента має будуватися на основі самостійного мислення. Студент у відповіді допустив дві–три несуттєві помилки.
Задовільно	Студент 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 студента будується на рівні репродуктивного мислення, студент має слабкі знання структури курсу, допускає неточності і суттєві помилки 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	Студент 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 студенту, який не може продовжити навчання без додаткової роботи з вивчення дисципліни.

### Структурування дисципліни за видами робіт і оцінювання результатів навчання студентів денної форми навчання у 5 семестрі за ваговими коефіцієнтами

Аудиторна робота	Самостійна, індивідуальна робота		Семестровий контроль
<i>I семестр</i>			
Захист лабораторної роботи №:	Розв'язок тестових та практичних завдань		Підсумковий контрольний захід
1.....8	ТК1	ТК2	
ВК:	0,20	0,15	0,25
			0,4

Умовні позначення: ТК1 – тестовий контроль; ВК – ваговий коефіцієнт,

Для переходу від вітчизняної оцінки до оцінки за шкалою ECTS необхідно знайти середньоарифметичну оцінку за вітчизняною шкалою, помножити її на відповідний ваговий коефіцієнт і, додавши всі складові, отримати суму балів, яка визначить конкретну оцінку за шкалою ECTS.

**Таблиця 2 -Співвідношення вітчизняної шкали оцінювання і шкали оцінювання ECTS**

Оцінка ECTS	Бали	Вітчизняна оцінка	
A	4,75–5,00	5	<b>Відмінно</b> – глибоке і повне опанування навчального матеріалу і виявлення відповідних умінь та навиків
B	4,25–4,74	4	<b>Добре</b> – повне знання навчального матеріалу з кількома незначними помилками
C	3,75–4,24	4	<b>Добре</b> – в загальному правильна відповідь з двома-трьома суттєвими помилками
D	3,25–3,74	3	<b>Задовільно</b> – неповне опанування програмного матеріалу, але достатнє для практичної діяльності за професією
E	3,00–3,24	3	<b>Задовільно</b> – неповне опанування програмного матеріалу, що задовольняє мінімальні критерії оцінювання
FX	2,00–2,99	2	<b>Незадовільно</b> – безсистемність одержаних знань і неможливість продовжити навчання без додаткових знань з дисципліни
F	0,00–1,99	2	<b>Незадовільно</b> – необхідна серйозна подальша робота і повторне вивчення дисципліни

Екзамен виставляється при отриманні студентом з дисципліни від 2,75 до 5,00 балів. При цьому за вітчизняною шкалою ставиться відповідна оцінка, а за шкалою ECTS – буквене позначення оцінки, що відповідає набраній студентом кількості балів (таблиця 2).

При оцінюванні знань студентів використовуються різні засоби контролю, зокрема: усне опитування перед допуском до виконання лабораторної роботи – здійснюється на її початку; засвоєння теоретичного матеріалу з тем перевіряється тестовим контролем; якість виконання, набуття теоретичних знань і практичних навичок перевіряється шляхом захисту кожної лабораторної роботи та індивідуального завдання згідно з робочою програмою дисципліни і робочим навчальним планом.

Оцінка, яка виставляється за лабораторне заняття, складається з таких елементів: усне опитування студентів перед допуском до виконання лабораторної роботи; знання теоретичного матеріалу з теми; якість оформлення протоколу і графічної частини; вміння студента обґрунтувати прийняті конструктивні рішення; своєчасний захист лабораторної роботи.

Термін захисту лабораторної роботи вважається своєчасним, якщо студент захистив її на наступному після виконання роботи занятті. За несвоєчасний захист лабораторної роботи з неповажної причини студент за позитивну відповідь отримує оцінку «задовільно».

Пропущене лабораторне заняття студент повинен відпрацювати в лабораторіях кафедри у встановлений викладачем термін з реєстрацією у відповідному журналі кафедри, але не пізніше, ніж за два тижні до кінця теоретичних занять у семестрі.

### **Оцінювання тестових завдань**

Тематичний тест для кожного студента складається з 25 тестових завдань, кожне з яких оцінюється одним балом. Максимальна сума балів, яку може набрати студент, складає 25.

Оцінювання здійснюється за чотирибальною шкалою.

Відповідність набраних балів за тестове завдання оцінці, що виставляється студенту, представлена у нижченаведеній таблиці.

Сума балів за тестове завдання	1–13	14–16	17–22	23–25
Оцінка за 4-ри бальною шкалою	2	3	4	5

Якщо відповідь на тестове завдання має 2-3 правильних значення, а студент зумів вказати частину з них, то сума балів у цьому випадку буде пропорційна кількості правильних відповідей. Наприклад, у завданні має бути три правильних відповіді, а студент вказав лише дві з них, тоді він отримує за тестове завдання два бали з трьох.

На тестування відводиться 20 хвилин. Правильні відповіді студент записує у талоні відповідей. При цьому усі графи для відповідей повинні бути заповнені цифрами, що відповідають правильним, на погляд студента, відповідям. Через 20 хвилин студенти здають викладачу завдання з талонами відповідей. Викладач на наступному занятті оголошує результати тестування.

Якщо студент отримав негативну оцінку, то він повинен перездати її у встановленому порядку, але обов'язково до терміну наступного контролю. У випадку, коли студент не виконав індивідуальний план з дисципліни у заплановані терміни без поважних причин, то під час відпрацювання заборгованості при позитивній відповіді йому виставляється оцінка „задовільно/ E”.

#### **Талон відповідей**

на тему \_\_\_\_\_  
Студента гр. \_\_\_\_\_

Номер завдання	Відповідь	Номер завдання	Відповідь	Номер завдання	Відповідь	Номер завдання	Відповідь
1		6		11		16	
2		7		12		17	
3		8		13		18	
4		9		14		19	
5		10		15		20	

“ ” \_\_\_\_\_ 20 р.

\_\_\_\_\_ підпис студента

## **7. ПИТАННЯ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЮ ЗДОБУТИХ СТУДЕНТАМИ ЗНАТЬ**

1. Наведіть основні засади формування архітектури телекомунікаційних мереж.
2. Поясніть концепцію конвергенції, технологій та послуг.
3. Поясніть основні риси ієрархічної структури телекомунікаційної мережі, особливості її сегментації.
4. Поясніть принципи мультиплексування у телекомунікаційних мережах за технологіями канального рівня.
5. Охарактеризуйте основні вимоги до фізичного середовища телекомунікаційних 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 телекомунікаційних 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 телекомунікаційних 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 телекомунікаційних 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.

## **8. МЕТОДИЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ**

### **Рекомендована основна література:**

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 література:**

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. Конахович Г.Ф., Чуприн В.М., Мачалін І.О., Ткаліч О. П. Експлуатація телекомунікаційних систем / Г.Ф. Конахович, В.М. Чуприн, І.О. Мачалін, О. П. Ткаліч – Київ: «Центр учбової літератури», 2014. – 372 с.
6. Комп'ютерні мережі : навч. посіб. для студ. внз. Кн. 1 / А. Г. Микитишин, М. М. Митник, П. Д. Стухляк, В. В. Пасічник. – Львів :Магнолія, 2016. – 256 с.

#### **10. ІНФОРМАЦІЙНІ РЕСУРСИ**

1. Модульне середовище для навчання (розміщені усі необхідні матеріали з дисципліни, в тому числі тестові завдання для поточного та семестрового контролю знань). <http://msn.tup.km.ua/> .
2. Електронна бібліотека університету <http://library.tup.km.ua/>
3. Репозитарій ХНУ. Доступ до ресурсу: <http://elar.khnu.km.ua/jspui/?locale=uk>.