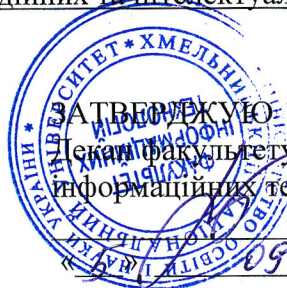


ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Факультет інформаційних технологій
Кафедра Телекомунікацій, медійних та інтелектуальних технологій



Тетяна ГОВОРУЩЕНКО
2024 р.

СИЛАБУС

Навчальна дисципліна **Цифрові системи комутації та розподілу інформації в телекомунікаційних мережах**

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

Рівень вищої освіти **перший (бакалаврський)**

Загальна інформація

Позиція	Зміст інформації
Викладач	Бойко Юлій Миколайович
Профайл викладача	https://tmit.khmnu.edu.ua/kafedra/sklad-kafedry/
E-mail викладача	boiko_julius@ukr.net
Контактний телефон	заповнюється за домовленістю
Сторінка дисципліни в ІСУ	https://msn.khmnu.edu.ua/course/view.php?id=6734
Навчальний рік	2024-2025
Консультації	Очні: вівторок, 4-а пара, 4-209 он-лайн: за необхідністю та попередньою домовленістю

Характеристика дисципліни

Статус дисципліни	Форма навчання	Курс	Семестр	Обсяг дисципліни - ліни	Кількість годин							Форма семестрового контролю		
					Аудиторні заняття				Індивідуальна робота студента	Самостійна робота, в т.ч. ІРС	Курсовий проект	Курсова робота	Залік	Іспит
					Кредити ЄКТС	Разом	Лекції	Лабораторні роботи						
О	Д	3	5	5	68	34	34	-	-	82	-	-	-	+

Силабус розроблено на основі робочої програми навчальної дисципліни «Цифрові системи комутації та розподілу інформації в телекомунікаційних мережах»

Силабус складено

Юлій БОЙКО

Завідувач кафедри ТМІТ

Сергій ПІДЧЕНКО

Анотація навчальної дисципліни

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: телекомунікаційні обчислювальні мережі; мережі абонентського доступу; **кореквізити:** проектування розумних мереж та систем керування інтернет речами; інтелектуальні мультисервісні мережі та засоби телекомунікацій.

Мета і завдання дисципліни

Мета 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.

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.

Очікувані 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 переваженням, 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.

Тематичний план дисципліни і календар його виконання.

Таблиця 3 – Тематичний план дисципліни

№ тижня	Тема лекції*	Тема практичного заняття*	Тема лабораторного заняття*	Самостійна робота студентів		
				Зміст	Год.	Література
1	2	3	4	5	6	7
1	Загальні терміни та визначення телекомунікаційних і комп'ютерних систем та мереж. Основні поняття та визначення телекомунікаційних і комп'ютерних систем та мереж. Вимоги до телекомунікаційних і	-	-	Опрацювання лекційного матеріалу, підготовка до виконання ЛБ 1	2	[1, с. 5...15; [2, с. 13...21

	комп'ютерних систем та мереж. Класифікація мереж. Поняття про інформаційні мережі. Конвергенція та концепція інфокомунікаційної мережі					
2	Організація комп'ютерних і телекомунікаційних мереж. Структура еталонної моделі OSI. Еталонна модель OSI, рівні моделі та їх призначення. Ієрархічна структура телекомунікаційної мережі. Базові технології локальних мереж.	-	-	Опрацювання лекційного матеріалу, підготовка до захисту ЛБ 1	2	[2, с. 42...44; [4, с. 35...63
3	Особливості архітектури та технології фізичного рівня. Технології мультиплексування та комутація. Характеристики ліній зв'язку мереж. Фізичні характеристики телекомунікаційних систем. Апаратура ліній передачі інформації. Модуляція та маніпуляція. Смуга пропускання та пропускна здатність ліній зв'язку.	-	Побудова комп'ютерної мережі	Опрацювання лекційного матеріалу, підготовка до виконання ЛБ 2	2	[7, с. 10...68; [8, с. 44.....88.
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.	-	Логічна структуризація мережі за допомогою маршрутизатора (набір Ethernet)	Опрацювання лекційного матеріалу, підготовка до захисту ЛБ 2	2	[8, с. 49.....79; [6, с. 18.....61
5	Первинні мережі. Технології функціонування. Методи мультиплексування. Концепція мережі PDH. Ієрархія швидкостей, обмеження, синхронізація, мультиплексування. Архітектура мережі SDH. Ієрархія швидкостей, структура модулів, топологія,	-	-	Опрацювання лекційного матеріалу, підготовка до виконання ЛБ 3	2	[1, с. 35-47; 2, с.38-44]

	апаратура.					
6	Телекомунікаційні та комп'ютерні мережі технології DWDM. Основні засади, топологія та концептуальні риси технології DWDM. Підсилювальні пристрої волоконно-оптичних мереж DWDM.	-	Використання протоколу STP для усунення петель і резервування зв'язків	Опрацювання лекційного матеріалу, підготовка до виконання ЛБ 4	2	1, с. 35-47; 2, с.38-44]
7	Принципи функціонування телекомунікаційних мереж за технологією OTN. Принципи мультиплексування. Стек протоколів OTN. Мережі OTN. Утворення конструкції кадру OTN. Стек протоколів, ієрархія швидкостей, мультиплексування.	-	-	Опрацювання лекційного матеріалу, підготовка до захисту ЛБ 4	2	[1, с. 52....58; [2, – 64.....70
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.	-	Дослідження оптичних втрат при безпосередньому з'єднанні оптичних світловодів.	Опрацювання лекційного матеріалу, підготовка до виконання ЛБ 5	2	[5, с. 141... ..162; [8, с. 143... ..169
9	Стек протоколів TCP/IP. Рівні протоколів стеку TCP/IP. Типи адрес стеку TCP/IP. Особливості Internet Protocol. Служба доменних імен. Сервісні служби Internet.	-	-	Опрацювання лекційного матеріалу, підготовка до захисту ЛБ 5	2	[5, с. 141... ..162; [8, с. 143... ..169
10	Принципи комутації в телекомунікаційних мережах. Паралельний та дуплексний режими. Огляд роботи комутатора. Паралельна та дуплексна робота комутатора. Особливості роботи неблокуючих комутаторів. Методики усунення проблем з перевантаженням.	-.	Визначення довжини волоконного світловоду й оптичних втрат у ньому імпульсним методом.	Опрацювання лекційного матеріалу, підготовка до захисту ЛБ 6	2	Література: [1, с. 60.....79
11	Організації комутаційної ієрархічної моделі мережі. Вибір комутаторів та принципи їх управління для	-	-	Опрацювання лекційного матеріалу, підготовка до захисту ЛБ 6	2	[7, с. 20.....88.; [2, с. 45-56.

	ієрархічної мережі. Будова ієрархічної комутаційної моделі. Методика вибору комутаторів до ієрархічної моделі мережі. Дизайн ієрархічної комутаційної моделі. Основні характеристики комутаторів у ієрархічній моделі.					
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.	-	Вивчення джерел оптичного випромінювання.	Опрацювання лекційного матеріалу, підготовка до виконання ЛБ 7	2	[7, с. 90.....120.; [2, с. 60-90
13	Принципи маршрутизації в телекомунікаційних мережах. Конфігурація маршрутизаторів. Завантаження маршрутизатора, конфігураційні файли, рівні доступу, діагностування.	-	-	Опрацювання лекційного матеріалу, підготовка до захисту ЛБ 7	2	[1, с. 81-84; 4, с. 125-138].
14	Ключові особливості та концепція технології MPLS. Поєднання комутації та маршрутизації. Концепція технології MPLS. Суміщення комутації та маршрутизації. Інжиніринг трафіку MPLS. Протоколи виявлення помилок, мітки.	-	Використання списків управління доступом ACL для обмеження проходження трафіку через комутатор DES-3326SR фірми D-Link	Опрацювання лекційного матеріалу, підготовка до захисту ЛБ 8	2	[1, с. 111.....127.; [2, с. 43-54
15	Архітектура мереж доступу. Концепції комутуваного аналогового доступу та доступу через ISDN. Питання проблеми "останньої милі". Особливості комутуваного аналогового доступу. Комутований доступ через мережі ISDN. Пасивні оптичні та кабельні мережі.	-	-	Опрацювання лекційного матеріалу, підготовка до захисту ЛБ 8	2	[1, с. 128.....148; [4, с. 68-90

16	Принципи функціонування бездротових мереж, огляд стандартів, технології, 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).	-	Використання протоколу динамічної маршрутизації RIP для організації резервних зв'язків між маршрутизаторами	Опрацювання лекційного матеріалу, підготовка до захисту ЛБ 8	2	[1, с. 128..... 148; [4, с. 68-90
17	Особливості реалізації мережевих сервісів у телекомунікаціях та організація магістральних мостів провайдера з підтримкою інжинірингу трафіку. Мережеві інформаційні сервіси телекомунікаційних систем. Загальні принципи організації мережевих сервісів. Методи взаємодії клієнта і сервера.	-	-	Опрацювання лекційного матеріалу, підготовка до захисту ПР 8	2	[1, с. 82.....84

Політика дисципліни.

Організація освітнього процесу в Університеті відповідає вимогам положень про організаційне і навчально-методичне забезпечення освітнього процесу, освітньої програми та навчального плану. Студент зобов'язаний відвідувати лекції і практичні заняття згідно з розкладом, не запізнюватися на заняття, курсову роботу та інші домашні завдання виконувати відповідно до графіка. Пропущене практичне заняття студент зобов'язаний опрацювати самостійно у повному обсязі і відзвітувати перед викладачем не пізніше, ніж за тиждень до чергової атестації. До практичних занять студент має підготуватися за відповідною темою і проявляти активність.

Критерії оцінювання результатів навчання.

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 і встановлюється в автоматизованому режимі після внесення викладачем усіх оцінок до електронного журналу. При оцінюванні знань студентів використовуються різні засоби контролю, зокрема: усне опитування; засвоєння теоретичного матеріалу з тем перевіряється тестовим контролем; якість виконання, набуття теоретичних знань і практичних навичок перевіряється шляхом розв'язання задач. Оцінка, яка виставляється за практичне заняття, складається з таких елементів: знання теоретичного матеріалу з теми; вміння студента обґрунтувати прийняті рішення та розв'язувати задачі; своєчасне виконання домашніх завдань з теми.

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

Аудиторна робота			Самостійна, індивідуальна робота			Семестровий контроль	
Захист лабораторної роботи №:			Тестовий контроль:		Контрольна робота	Підсумковий контрольний захід	
1	2	3	ТК1	ТК2	КР		
ВК:			0,20		0,15	0,25	0,4

Оцінювання тестових завдань

Тематичний тест для кожного студента складається з двадцяти п'яти 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 тестові завдання	1–13	14–16	17–22	23–25
Оцінка за 4-бальною шкалою	2	3	4	5

На тестування відводиться 30 хвилин. Правильні відповіді студент записує у талоні відповідей. Студент може також пройти тестування і в он-лайн режимі у модульному середовищі для навчання MOODLE.

При отриманні негативної оцінки тест слід перездати до терміну наступного контролю.

Співвідношення вітчизняної шкали оцінювання і шкали оцінювання ЕКТС

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

Контрольні питання з дисципліни.

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 каналного рівня.
5. Охарактеризуйте основні вимоги до фізичного середовища телекомунікаційних мереж.
6. Надайте короткий огляд основної апаратури літій 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.

Рекомендована література

Основна література

1. 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
2. Азарова А.О. Комп'ютерні мережі та телекомунікації : навчальний посібник / А.О. Азарова, Н.В. Лисак. – Вінниця : ВНТУ, 2012. – 293 с.
3. Микитишин А.Г. Комп'ютерні мережі: навч. посіб. / А.Г. Микитишин, М.М. Митник, П.Д. Стухляк, В.В. Пасічник. – Львів, «Магнолія 2006», 2013. – 256 с.
4. Тарнавський Ю. А. Організація комп'ютерних мереж: підручник / Ю. А. Тарнавський, І. М. Кузьменко. – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2018. – 259 с.
5. Хоменко В. Г. Комп'ютерні мережі : Навчальний посібник / В. Г. Хоменко, М. П. Павленко. – Донецьк : ЛАНДОН-XXI, 2011. – 316 с.
6. Воробієнко П.П. Телекомунікаційні та інформаційні мережі : Підручник [для вищих навчальних закладів] / П.П. Воробієнко, Л.А. Нікітюк, П.І. Резніченко. – Київ: САММІТ-Книга, 2010. – 708 с.
7. Пятін, І. С. Мережі зв'язку та інформаційні системи [Текст] : конспект лекцій / І. С. Пятін, Ю. М. Бойко, В. В. Мішан. – Хмельницький : ХНУ, 2010. – 142 с.
8. Шинкарук О.М. Основи функціонування багатоканальних систем передачі інформації. навч. посібник /О.М. Шинкарук, Ю.М. Бойко, І.І. Чесановський. – Хмельницький: ХНУ, 2011. – 231 с.

Додаткова література

1. Антонов В. М. Сучасні комп'ютерні мережі / В. М. Антонов. – Київ : МК-Прес, 2005. – 480 с.
2. Барабаш Т.Н. Проектирование телекоммуникационных сетей: Учебное пособие / Т.Н. Барабаш, И.Н. Соловская. – Одесса: ОНАС, 2009. – 64 с.
3. Антонов, В.М. Сучасні комп'ютерні мережі / В.М. Антонов. - Київ : МК-Прес, 2005. – 478 с.
4. Жуков І.А. Експлуатація комп'ютерних систем та мереж / І.А. Жуков, В.І. Дровозов, Б.Г. Махновський . – Київ : НАУ, 2007. - 361 с. 7.

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>.