

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
«ПОЛТАВСЬКА ПОЛІТЕХНІКА ІМЕНІ ЮРІЯ КОНДРАТЮКА»

Навчально-науковий інститут інформаційних технологій та робототехніки
Кафедра автоматки, електроніки та телекомунікацій



П Р А Т В Е Р Д Ж У Ю

Директор із науково-педагогічної та
методичної роботи

А.М. Мартиненко

2024 року

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

«ПЕРСПЕКТИВНІ ДОСЯГНЕННЯ ТЕОРІЇ ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙ»

(назва навчальної дисципліни)

підготовки магістра

(назва ступеня вищої освіти)

спеціальності 172 Електронні комунікації та радіотехніка

(код і назва спеціальності)

Полтава
2024 рік

Робоча програма навчальної дисципліни «Перспективні досягнення теорії телекомунікацій» для студентів спеціальності **172 Електронні комунікації та радіотехніка**, другого (магістерського) рівня вищої освіти. Складена відповідно до освітньої програми «**Телекомунікаційні системи та мережі**», 2024 року.

Розробник: Шефер О.В., д.т.н., професор, завідувач кафедри автоматичної, електроніки та телекомунікацій

Погоджено:

Гарант освітньої програми

Олександр ШЕФЕР

Робоча програма затверджена на засіданні кафедри автоматичної, електроніки та телекомунікацій

Протокол від «19» серпня 2024 року № 1

Завідувач кафедри автоматичної, електроніки та телекомунікацій

Олександр ШЕФЕР

«19» серпня 2024 року

Схвалено навчально-методичною комісією інституту (факультету)

Протокол від «19» серпня 2024 року № 1

Голова навчально-методичної комісії

Олександр ШЕФЕР

«19» серпня 2024 року

© Шефер О.В. 2024 рік

© Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка», 2024 рік

1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, спеціальність, ступінь вищої освіти	Характеристика навчальної дисципліни	
		форма навчання	
		денна	дистанційна
Кількість кредитів – 5	Галузь знань <u>17 Електроніка, автоматизація та електронні комунікації</u> (шифр і назва)	<i>вибіркова</i>	
Загальна кількість годин – 150			
Модулів – 1	Спеціальність <u>172 Електронні комунікації та радіотехніка</u>	Рік підготовки:	
Змістових модулів – 2		1-й	1-й
		Семестр	
Індивідуальні завдання – не передбачено	Ступінь вищої освіти: <u>магістр</u>	2-й	2-й
		Лекції	
22 год.		0 год.	
Практичні, семінарські			
28 год.		0 год.	
Лабораторні			
0 год.		0 год.	
Самостійна робота			
100 год.	150 год.		
Індивідуальна робота:		–	
Вид контролю:		диференційований залік	

Примітка.

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної і індивідуальної роботи становить:

для денної форми навчання – 50/100

для дистанційної форми навчання – 0/150

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Полягає у формуванні та розвитку компетентностей із впровадження перспективних технологій телекомунікацій, що спрямовані на вміння розв'язувати спеціалізовані задачі з проєктування, розроблення, монтажу та експлуатації, технічного обслуговування, ремонту й модернізації ресурсів телекомунікацій із використанням сучасних методів дослідження і проєктування.

Навчальна дисципліна використовується для формування наступних компетентностей, передбачених ОПП.

Загальні компетентності:

Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.

Здатність застосовувати знання в практичних ситуаціях.

Навички використання інформаційних і комунікаційних технологій у професійній діяльності.

Здатність проведення досліджень на відповідному рівні.

Здатність постійно вдосконалювати професійні навички й бути сучасно навченим.

Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.

Здатність здійснювати збір, аналіз науково-технічної інформації, вітчизняного і зарубіжного досвіду по тематиці дослідженнях.

Формулювати (у формі презентацій або звітів) нові проєкти та наукові задачі досліджень в ІТ-галузі, вибирати належні напрями та відповідні методи для їх розв'язання, беручи до уваги наявні ресурси.

Здатність захищати інтелектуальну власність, дотримуватися правових і етичних норм з питань інтелектуальної власності.

Здатність застосовувати сучасні технології та інструментальні засоби в задачах галузі.

Здатність розробляти та впроваджувати телекомунікаційні системи та програмні додатки, а також використовувати існуючі.

3. Передумови для вивчення дисципліни

Попередньо опановані дисципліни першого (бакалаврського) рівня вищої освіти, а також дисципліна «Телекомунікаційні системи та мережі наступного покоління».

4. Очікувані результати навчання з дисципліни

Відповідно до ОПП результати навчання з дисципліни мають бути такими:

Застосовувати перспективні методи дослідження та розв'язання професійних завдань на основі знань про світові тенденції розвитку телекомунікаційної техніки та ІТ.

Застосовувати навички в розумінні наукових робіт в ІТ-сфері та інфокомунікаціях і відслідковувати найновіші досягнення в галузі телекомунікаційних систем та мереж, спілкуючись із колегами.

Застосовувати знання для пошуку відповідних науково-технічних джерел, що мають відношення до задач досліджень інфокомунікацій, які необхідно розв'язати.

5. Критерії оцінювання результатів навчання

Критерієм успішного проходження здобувачем освіти підсумкового оцінювання є досягнення ним мінімальних порогових рівнів оцінок за кожним запланованим результатом вивчення навчальної дисципліни.

Мінімальний поріг рівень оцінки варто визначати за допомогою якісних критеріїв і трансформувати в мінімальну позитивну оцінку числової (рейтингової) шкали.

Сума балів	Значення ЄКТС	Оцінка	Критерій оцінювання	Рівень компетентності
90 –	A	Відмінно	Здобувач демонструє повні й міцні знання	Високий,

100			навчального матеріалу в обсязі, що відповідає робочій програмі дисципліни, правильно й обґрунтовано приймає необхідні рішення в різних нестандартних ситуаціях. Власні пропозиції Здобувача в оцінках і вирішенні практичних задач підвищує його вміння використовувати знання, які він отримав при вивченні інших дисциплін.	щоповністю забезпечує вимоги до знань, умінь і навичок, що викладені в робочій програмі дисципліни.
82 – 89	В	Добре	Здобувач демонструє гарні знання, добре володіє матеріалом, що відповідає робочій програмі дисципліни, робить на їх основі аналіз можливих ситуацій та вміє застосовувати теоретичні положення при вирішенні практичних задач, але допускає окремі неточності. Вміє самостійно виправляти допущені помилки, кількість яких є незначною.	Достатній , що забезпечує Здобувачу самостійне вирішення основних практичних задач.
74 - 81	С	Добре	Здобувач загалом добре володіє матеріалом, знає основні положення матеріалу, що відповідають робочій програмі дисципліни, робить на їх основі аналіз можливих ситуацій та використовує для рішення характерних/типових практичних завдань на професійному рівні. Додаткові питання про можливість використання теоретичних положень для практичного використання викликають ускладнення.	Достатній , конкретний рівень, за вивченим матеріалом робочої програми дисципліни.
64 - 73	D	Задовільно	Здобувач засвоїв основний теоретичний матеріал, передбачений робочою програмою дисципліни, та розуміє постанову стандартних практичних завдань, має пропозиції щодо напрямку їх вирішень. Розуміє основні положення, що є визначальними в курсі, може вирішувати подібні завдання тим, що розглядалися з викладачем, але допускає значну кількість неточностей і грубих помилок, які може усувати за допомогою викладача.	Середній , що забезпечує достатньо надійний рівень відтворення основних положень дисципліни.
60 – 63	Е	Достатньо	Здобувач засвоїв основний теоретичний матеріал, передбачений робочою програмою дисципліни, та розуміє постанову стандартних практичних завдань, має пропозиції щодо напрямку їх вирішень. володіє основними положеннями на рівні, який визначається як мінімально допустимий. Правила вирішення практичних завдань з використанням основних теоретичних положень пояснюються з труднощами. Виконання практичних завдань значно формалізовано: є відповідність алгоритму, але відсутнє глибоке розуміння роботи та	Середній , що є мінімально допустимим у всіх складових навчальної дисципліни.

			взаємозв'язків з іншими дисциплінами.	
35 - 59	FX	Незадовільно з можливістю повторного складання екзамену/ заліку	Здобувач може відтворити окремі фрагменти з курсу. Незважаючи на те, що програму навчальної дисципліни Здобувач виконав, працював він пасивно, його відповіді під час практичних і лабораторних робіт в більшості є невірними, необґрунтованими. Цілісність розуміння матеріалу з дисципліни у здобувача відсутні.	Низький , не забезпечує практичної реалізації задач, що формуються при вивченні дисципліни.
0 – 34	F	Незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни	Здобувач повністю не виконав вимог робочої програми навчальної дисципліни. Його знання на підсумкових етапах навчання є фрагментарними. Здобувач не допущений до здачі екзамену/заліку.	Незадовільний , Здобувач не підготовлений до самостійного вирішення задач, які окреслює мета та завдання дисципліни.

6. Засоби діагностики результатів навчання

Засобами оцінювання та методами демонстрування результатів навчання є такі:

- диф. залік, стандартизовані тести.
- виконання практичних завдань.

7. Програма навчальної дисципліни

«Перспективні досягнення теорії телекомунікацій»

Вступ. Структура курсу дисципліни. Предмет, методологія, концепції, джерела вивчення. Еволюція і головні тенденції розвитку. Сфери використання.

Мета і завдання вивчення дисципліни, її місце у системі вищої освіти.

Змістовий модуль 1. Основи мереж передачі даних

Тема 1. Загальні принципи побудови мереж.

Найпростіша мережа з двох комп'ютерів. Спільне використання ресурсів. Мережевий інтерфейс. Зв'язок комп'ютера з периферійним пристроєм. Обмін даними між двома комп'ютерами. Доступ до ПП через мережу.

Мережеве програмне забезпечення. Мережеві служби та сервіси. Мережева операційна система. Мережеві програми.

Фізична передача даних лініями зв'язку. Кодування. Характеристики фізичних каналів.

Проблеми зв'язку кількох комп'ютерів. Топологія фізичних зв'язків. Адресація вузлів мережі. Комутація.

Узагальнене завдання комутації. Визначення інформаційних потоків. Маршрутизація. Просування даних. Мультиплексування та демультіплексування. Середовище передачі даних. Типи комутації.

Тема 2. Комутація каналів і пакетів.

Комутація каналів Елементарний канал. Складений канал. Нефективність при передачі пульсуючого трафіку.

Комутація пакетів. Буферизація пакетів. Дейтаграмна передача. Передача з встановленням логічного з'єднання. Передача з встановленням віртуального каналу.

Порівняння мереж з комутацією пакетів та каналів. Транспортна аналогія для мереж з комутацією пакетів та каналів. Кількісне порівняння затримок.

Ethernet — приклад стандартної технології з комутацією пакетів.

Практичні заняття 1, 2

Тема 3. Архітектура та стандартизація мереж

Декомпозиція задачі мережевої взаємодії. Багаторівневий підхід. Протокол та стек протоколів.

Модель OSI. Загальна характеристика моделі OSI. Фізичний рівень. Канальний рівень. Мережевий рівень. Транспортний рівень. Сеансовий рівень. Рівень подання. Прикладний рівень. Модель OSI та мережі з комутацією каналів.

Стандартизація мереж. Поняття відкритої системи. Джерела стандартів. Стандартизація Interneta. Стандартні стеки комунікаційних протоколів. Відповідність популярних стеків протоколів моделі OSI.

Інформаційні та транспортні послуги. Розподіл протоколів за елементами мережі. Допоміжні протоколи транспортної системи.

Практичні заняття 3, 4

Тема 4. Приклади мереж.

Класифікація комп'ютерних мереж. Класифікація комп'ютерних мереж у технологічному аспекті. Інші аспекти класифікації комп'ютерних мереж.

Узагальнена структура телекомунікаційної мережі. Мережа доступу. Магістральна мережа. Інформаційні центри.

Мережі операторів зв'язку. Послуги. Клієнти. Інфраструктура. Територія покриття. Взаємини між операторами зв'язку різного типу.

Корпоративні мережі. Мережі відділів. Мережі будівель та кампусів. Мережі масштабу підприємства.

Інтернет. Унікальність Інтернету. Структура Інтернету. Класифікація провайдерів Інтернету за видами послуг.

Практичні заняття 5, 6

Тема 5. Мережеві характеристики.

Типи характеристик. Суб'єктивні оцінки якості. Характеристики та вимоги до мережі. Часова шкала. Угода про рівень обслуговування.

Продуктивність. Ідеальна мережа. Статистичні оцінки характеристик мережі. Активні та пасивні вимірювання в мережі. Характеристики затримок пакетів. Характеристики швидкості передачі.

Надійність. Характеристики втрат пакетів. Доступність та стійкість до відмов. *Характеристики мережі постачальника послуг.* Розширюваність та масштабованість. Керованість. Сумісність.

Практичні заняття 7, 8

Тема 6. Методи забезпечення якості обслуговування.

Огляд методів забезпечення якості обслуговування. Додатки та якість обслуговування. Передбачуваність швидкості передачі даних. Чутливість трафіку до затримок пакетів. Чутливість трафіку до втрат і спотворень пакетів. Класи додатків.

Аналіз черг. Модель M/ M/ I. Черги та різні класи трафіку.

Техніка управління чергами. Черга FIFO. Пріоритетне обслуговування. Зважені черги. Комбіновані алгоритми обслуговування черг.

Механізми кондиціонування трафіку. Класифікація трафіку. Профілювання. Формування трафіку.

Зворотний зв'язок. Призначення. Учасники зворотного зв'язку. Інформація зворотного зв'язку.

Резервування ресурсів. Резервування ресурсів та контроль допуску. Забезпечення заданого рівня затримок.

Інжиніринг трафіку. Недоліки традиційних методів маршрутизації. Методи інжинірингу трафіка. Інжиніринг трафіка різних класів.

Робота у недогруженому режимі.

Практичні заняття 9, 10

Змістовий модуль 2. Технології багаторівневої передачі даних

Тема 7. Технології фізичного рівня

Лінії зв'язку. Класифікація ліній зв'язку. Первинні мережі, лінії та канали зв'язку. Фізичне середовище передачі даних. Апаратура передачі даних.

Характеристики ліній зв'язку. Спектральний аналіз сигналів на лініях зв'язку. Затухання і хвильовий опір. Завадостійкість та достовірність. Смуга пропускання та пропускна спроможність. Біти та боди. Співвідношення смуги пропускання та пропускної спроможності. *Типи кабелів.*

Кодування та мультиплексування даних

Модуляція. Модуляція під час передачі аналогових сигналів Модуляція під час передачі дискретних сигналів Комбіновані методи модуляції.

Дискретизація аналогових сигналів.

Методи кодування. Вибір способу кодування. Потенційний код NRZ. Біполярне кодування AMI. Потенційний код NRZI. Біполярний імпульсний код. Манчестерський код.

Потенційний код 2B1Q. Надлишковий код 4B/5B. Скремблювання. Компресія даних. *Виявлення та корекція помилок.* Методи виявлення помилок. Методи корекції помилок. *Мультиплексування та комутація.* Комутація каналів на основі методів FDM і WDM. Комутація каналів на основі метода TDM. Дуплексний режим роботи каналу.

Первинні мережі. *Мережі PDH.* Ієрархія швидкостей. Методи мультиплексування. Синхронізація мереж PDH. Обмеження технології PDH.

Мережі SONET/SDH. Ієрархія швидкостей та методи мультиплексування. Типи обладнання. Стек протоколів. Кадри STM-N. Типові топології. Методи забезпечення живучості мережі Нове покоління протоколів SDH.

Мережі DWDM. Принципи роботи. Волоконно-оптичні підсилювачі. Типові топології. Оптичні мультиплексори вводу-виводу. Оптичні крос-конектори.

Мережі OTN. Причини та цілі створення. Ієрархія швидкостей. Стек протоколів OTN. Кадр OTN. Вирівнювання швидкостей. Мультиплексування блоків. Корекція помилок.

Практичні заняття № 11, 12.

Тема 8. Локальні обчислювальні мережі.

Технології локальних мереж на розділяемому середовищі. Загальна характеристика протоколів локальних мереж на середовищі. Стандартна топологія і середовище. Стандартизація протоколів локальних мереж.

Ethernet зі швидкістю 10 Мбіт/с на середовищі. MAC. Формати кадрів технології Ethernet. Доступ до середовища та передача даних. Виникнення колізії. Час обороту та розпізнавання колізій. Специфікації фізичного середовища. Максимальна продуктивність мережі Ethernet.

Технології Token Ring та FDDI.

Бездротові локальні мережі IEEE 802.11. Проблеми й області застосування бездротових локальних мереж. Топології локальних мереж стандарту 802.11. Стек протоколів IEEE 802.11. Розподілений режим доступу DCF. Централізований режим доступу PCF. Безпека. Фізичні рівні стандарту 802.11.

Персональні мережі та технологія Bluetooth.

Тема 9. Комутовані мережі Ethernet.

Міст як попередник та функціональний аналог комутатора. Логічна структуризація мереж та мости. Алгоритм прозорого мосту IEEE 802.1D. Топологічні обмеження при застосуванні мостів у локальних мережах.

Комутатори. Паралельна комутація. Дуплексний режим роботи. Комутатори, що не блокують. Боротьба з перевантаженнями. Характеристики продуктивності комутаторів. *Швидкісні версії Ethernet.* Fast Ethernet. Gigabit Ethernet. 10G Ethernet.

Архітектура комутаторів. Конструктивне виконання комутаторів.

Інтелектуальні функції комутаторів. *Алгоритм дерева, що покриває.* Класична версія STP. Версія RSTP.

Агрегування ліній зв'язку в локальних мережах. Транки та логічні канали. Боротьба з розмноженням пакетів. Вибір порту.

Фільтрація трафіку.

Віртуальні локальні мережі. Призначення віртуальних мереж. Створення віртуальних мереж на базі одного комутатора. Створення віртуальних мереж на базі декількох комутаторів. Альтернативні маршрути у віртуальних локальних мережах. Якість обслуговування у віртуальних мережах.

Обмеження комутаторів.

Тема 10. Мережі TCP/IP

Адресація в стеку протоколів TCP/IP. Стек протоколів TCP/IP. Типи адрес стека TCP/IP. Локальні адреси. Мережні IP-адреси. Доменні імена.

Формат IP-адреси. Класи IP-адрес. Особливі IP-адреси. Використання масок при IP-адресації.

Порядок призначення IP-адрес. Призначення адрес автономної мережі. Централізований розподіл адрес. Адресація та технологія CIDR.

Відображення IP-адрес на локальні адреси.

Протокол міжмережевої взаємодії. Формат IP-паketу. Схема IP-маршрутизації. Спрощена таблиця маршрутизації. Таблиці маршрутизації кінцевих вузлів. Перегляд таблиць маршрутизації без масок. Приклади таблиць маршрутизації різних форматів. Джерела і типи записів в таблиці маршрутизації. Приклад IP-маршрутизації без масок.

Маршрутизація з використанням масок. Структуризація мережі масками однакової довжини. Перегляд таблиць маршрутизації з урахуванням масок. Використання масок змінної довжини. Перекриття адресних просторів. CIDR.

Фрагментація IP-паketів. Параметри фрагментації. Механізм фрагментації.

Базові протоколи TCP/IP. Протоколи транспортного рівня TCP і UDP. Порти та сокети. Протокол UDP та UDP-дейтаграми. Протокол TCP та TCP-сегменти. Логічні з'єднання – основа надійності TCP. Повторна передача і ковзне вікно (протокол TCP). Управління потоком.

Загальні властивості та класифікація протоколів маршрутизації. Протокол RIP

Побудова таблиці маршрутизації. Адаптація маршрутизаторів RIP до змін стану мережі. Приклад зациклювання паketів. Методи боротьби з хибними маршрутами у протоколі RIP. Протокол OSPF. Два етапи побудови таблиці маршрутизації. Метрики.

Маршрутизація у неоднорідних мережах. Взаємодія протоколів маршрутизації. Внутрішні та зовнішні шлюзові протоколи. Протокол BGP. Протокол ICMP.

Додаткові функції маршрутизаторів IP-мереж.

Тема 11. Технології глобальних мереж

Транспортні послуги та технології глобальних мереж. Базові поняття. Типи публічних послуг мереж операторів зв'язку. Багатошарова мережа оператора зв'язку.

Технологія Frame Relay. Історія стандарту. Техніка просування кадрів. Гарантії пропускнуої спроможності.

Технологія ATM. Осередки ATM. Віртуальні канали ATM. Категорії послуг ATM. Віртуальні приватні мережі.

IP у глобальних мережах. Чиста IP-мережа. Протокол HDLC. Протокол PPP. Використання виділених ліній IP-маршрутизаторами. Робота IP-мережі поверх мережі ATM.

Технологія MPLS. Базові принципи та механізми MPLS. Поєднання комутації та маршрутизації в одному пристрої. Шляхи комутації за мітками. Заголовок MPLS та технології каналного рівня. Стек міток.

Протокол LDP. Моніторинг стану шляхів LSP. Тестування шляхів LSP. Трасування шляхів LSP. Протокол двонаправленого виявлення помилок просування.

Інжиніринг трафіку в MPLS. Відмовостійкість шляхів MPLS. Загальна характеристика. Використання ієрархії міток для швидкого захисту.

Ethernet операторського класу. Огляд версій Ethernet операторського класу. Рушійні сили експансії Ethernet. Різні «особи» Ethernet. Стандартизація Ethernet як послуги.

Технологія EoMPLS. Псевдоканали. Послуги VPWS. Послуги VPLS.

Ethernet поверх Ethernet. Області покращень Ethernet. Функції експлуатації, адміністрування та обслуговування в Ethernet. Мости провайдера. Магістральні мости провайдера. Магістральні мости провайдера з підтримкою інжинірингу трафіку.

Віддалений доступ. Схеми віддаленого доступу. Типи клієнтів та абонентських закінчень. Мультиплексування інформації на абонентському закінченні. Режим віддаленого вузла. Режим віддаленого керування та протокол telnet.

Комутований аналоговий доступ. Принцип роботи телефонної мережі. Віддалений доступ через телефонну мережу. Модеми.

Комутований доступ через мережу ISDN. Призначення та структура ISDN. Інтерфейси BRI та PRI. Стек протоколів ISDN. Використання мережі ISDN для передачі даних.

Технологія ADSL. Доступ через мережі CATV. Бездротовий доступ.

Мережеві служби. Електронна пошта. Веб- служба. IP-телефонія.

Протокол передачі файлів. Мережне управління в IP-мережах.

Мережева безпека.

Практичні заняття № 13, 14.

8. Структура навчальної дисципліни

для денної форми навчання

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин					
	денна форма					
	усього	у тому числі				
		лекц.	прак.	лаб.	інд.	с. р.
1	2	3	4	5	6	7
Змістовий модуль 1. Основи мереж передачі даних						
Вступ. Тема 1. Загальні принципи побудови мереж.	11	2				9
Тема 2. Комутація каналів і пакетів.	15	2	4			9
Тема 3. Архітектура та стандартизація мереж	15	2	4			9
Тема 4. Приклади мереж.	15	2	4			9
Тема 5. Мережеві характеристики.	15	2	4			9
Тема 6. Методи забезпечення якості обслуговування.	15	2	4			9
Разом за змістовим модулем 1	86	12	20		0	54
Змістовий модуль 2. Технології багаторівневої передачі даних						
Тема 7. Технології фізичного рівня.	15	2	4			9
Тема 8. Локальні обчислювальні мережі.	11	2				9
Тема 9. Комутовані мережі Ethernet.	11	2				9
Тема 10. Мережі TCP/IP	12	2				10
Тема 11. Технології глобальних мереж	15	2	4			9
Разом за змістовим модулем 2	64	10	8		0	46
Усього годин	150	22	28		0	100

Для дистанційної форми навчання

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин				
	Дистанційна форма				
	усього	у тому числі			
л		п	лаб	інд.	с.р.
Змістовий модуль 1. Основи мереж передачі даних					
Вступ. Тема 1. Загальні принципи побудови мереж.	5				5
Тема 2. Комутація каналів і пакетів.	15				15
Тема 3. Архітектура та стандартизація мереж	15				15
Тема 4. Приклади мереж.	15				15
Тема 5. Мережеві характеристики.	15				15
Тема 6. Методи забезпечення якості обслуговування.	15				15
Разом за змістовим модулем 1	80				80
Змістовий модуль 2. Технології багаторівневої передачі даних					
Тема 7. Технології фізичного рівня.	15				15
Тема 8. Локальні обчислювальні мережі.	15				15
Тема 9. Комутовані мережі Ethernet.	15				15
Тема 10. Мережі TCP/IP	10				10
Тема 11. Технології глобальних мереж	15				15
Разом за змістовим модулем 2	70				70
Усього годин	150				150

9. Перелік питань для семінарських занять

№ заняття	Назва питань	Кількість годин	
		Для денної форми	Для дистанційної форми
	Семінарські заняття не передбачені		

10. Перелік питань для практичних занять

№ заняття	Назва питань	Кількість годин	
		Для денної форми	Для дистанційної форми
1, 2	Узагальнене завдання комутації інформаційних потоків. Транспортна аналогія для мереж з комутацією	4	-

	пакетів та каналів.		
3, 4	Архітектура та стандартизація мереж. Стандарти, протоколи, інтерфейси управління мережами телекомунікацій, рекомендовані МСЕ-Т.	4	-
5, 6	Класифікація комп'ютерних мереж у технологічному аспекті. Унікальність, структура, управління мережі Internet.	4	-
7, 8	Мережеві характеристики.	4	-
9, 10	Методи забезпечення якості обслуговування. Додатки та якість обслуговування.	4	-
11, 12	Технології фізичного рівня передачі даних. Кодування та мультиплексування даних. Управління відкритими системами.	4	-
13, 14	Локальні обчислювальні мережі. Комутовані мережі Ethernet. Стандарти систем управління мережами телекомунікацій з урахуванням протоколів TCP/IP.	4	-
	Усього	28	-

11. Перелік питань для лабораторних занять

№ заняття	Назва питань	Кількість годин	
		Для денної форми	Для дистанційної форми
	Лабораторні заняття не передбачені		

12. Самостійна робота

Метою самостійної роботи студента є: закріплення навичок роботи з науково-технічною літературою, вивчення теоретичних та практичних питань із курсу дисципліни, що не вивчалися на аудиторних заняттях, додаткове вивчення питань спеціального програмного забезпечення у задачах електромеханіки. Студент повинен уміти користуватись науково-технічною літературою, державними та міжнародними стандартами, а також самостійно використовувати навички та вміння, одержані при вивченні дисципліни.

Види самостійної роботи студента:

- опрацювання лекційного матеріалу;
- підготовка до практичних занять;
- опрацювання тем курсу, які виносяться на самостійне вивчення, за списками літератури, рекомендованими в робочій програмі навчальної дисципліни;
- підготовка до виконання модульного контрольного тестування;
- відвідування консультацій (згідно графіку консультацій кафедри);
- підготовка до складання диф. заліку за контрольними питаннями.

**Питання
для самостійного вивчення студентами**

№ з/п	Назва питань	Кількість годин для денної форми	Кількість годин для дистанційної форми
1	<p>Загальні принципи побудови мереж. <i>Найпростіша мережа з двох комп'ютерів.</i> Спільне використання ресурсів. Мережевий інтерфейс. Зв'язок комп'ютера з периферійним пристроєм. Обмін даними між двома комп'ютерами. Доступ до ПП через мережу. <i>Мережеве програмне забезпечення.</i> Мережеві служби та сервіси. Мережева операційна система. Мережеві програми. <i>Фізична передача даних лініями зв'язку.</i> Кодування. Характеристики фізичних каналів. <i>Проблеми зв'язку кількох комп'ютерів.</i> Топологія фізичних зв'язків. Адресація вузлів мережі. Комутація. <i>Узагальнене завдання комутації.</i> Визначення інформаційних потоків. Маршрутизація. Просування даних. Мультиплексування та демультіплексування. Середовище передачі даних. Типи комутації.</p>	9	5
2	<p>Комутація каналів і пакетів. <i>Комутація каналів</i> Елементарний канал. Складений канал. Неєфективність при передачі пульсуючого трафіку. <i>Комутація пакетів.</i> Буферизація пакетів. Дейтаграмна передача. Передача з встановленням логічного з'єднання. Передача з встановленням віртуального каналу. <i>Порівняння мереж з комутацією пакетів та каналів.</i> Транспортна аналогія для мереж з комутацією пакетів та каналів. Кількісне порівняння затримок. <i>Ethernet — приклад стандартної технології з комутацією пакетів.</i></p>	9	15
3	<p>Архітектура та стандартизація мереж <i>Декомпозиція задачі мережевої взаємодії.</i> Багаторівневий підхід. Протокол та стек протоколів. <i>Модель OSI.</i> Загальна характеристика моделі OSI. Фізичний рівень. Канальний рівень. Мережевий рівень. Транспортний рівень. Сеансовий рівень. Рівень подання. Прикладний рівень. Модель OSI та мережі з комутацією каналів. <i>Стандартизація мереж.</i> Поняття відкритої системи. Джерела стандартів. Стандартизація Interneta. Стандарти стеки комунікаційних протоколів. Відповідність популярних стеків протоколів моделі OSI. <i>Інформаційні та транспортні послуги.</i> Розподіл протоколів за елементами м</p>	9	15
4	<p>Приклади мереж. <i>Класифікація комп'ютерних мереж.</i> Класифікація комп'ютерних мереж у технологічному аспекті. Інші аспекти класифікації комп'ютерних мереж. <i>Узагальнена структура телекомунікаційної мережі.</i> Мережа доступу. Магістральна мережа. Інформаційні центри. <i>Мережі операторів зв'язку.</i> Послуги. Клієнти. Інфраструктура. Територія покриття. Взаємини між операторами зв'язку різного типу. <i>Корпоративні мережі.</i> Мережі відділів. Мережі будівель та кампусів. Мережі масштабу підприємства. <i>Інтернет.</i> Унікальність Інтернету. Структура Інтернету. Класифікація провайдерів Інтернету за видами послуг.</p>	9	15
5	<p>Мережеві характеристики. <i>Типи характеристик.</i> Суб'єктивні оцінки якості. Характеристики та вимоги до мережі. Часова шкала. Угода про рівень обслуговування. <i>Продуктивність.</i> Ідеальна мережа. Статистичні оцінки характеристик мережі. Активні та пасивні вимірювання в мережі. Характеристики затримок пакетів. Характеристики швидкості передачі. <i>Надійність.</i> Характеристики втрат пакетів. Доступність та стійкість до відмов. <i>Характеристики мережі постачальника послуг.</i> Розширюваність та масштабованість. Керованість. Сумісність.</p>	9	15

6	<p>Методи забезпечення якості обслуговування. <i>Огляд методів забезпечення якості обслуговування. Додатки та якість обслуговування. Передбачуваність швидкості передачі даних. Чутливість трафіку до затримок пакетів. Чутливість трафіку до втрат і спотворень пакетів. Класи додатків.</i> <i>Аналіз черг. Модель M/ M/ I. Черги та різні класи трафіку.</i> <i>Техніка управління чергами. Черга FIFO. Пріоритетне обслуговування. Зважені черги. Комбіновані алгоритми обслуговування черг.</i> <i>Механізми кондиціонування трафіку. Класифікація трафіку. Профілювання. Формування трафіку.</i> <i>Зворотний зв'язок. Призначення. Учасники зворотного зв'язку. Інформація зворотного зв'язку.</i> <i>Резервування ресурсів. Резервування ресурсів та контроль допуску. Забезпечення заданого рівня затримок.</i> <i>Інжиніринг трафіку. Недоліки традиційних методів маршрутизації. Методи інжинірингу трафіка. Інжиніринг трафіка різних класів.</i> <i>Робота у недогруженому режимі.</i></p>	9	15
7	<p>Технології фізичного рівня <i>Лінії зв'язку. Класифікація ліній зв'язку. Первинні мережі, лінії та канали зв'язку. Фізичне середовище передачі даних. Апаратура передачі даних.</i> <i>Характеристики ліній зв'язку. Спектральний аналіз сигналів на лініях зв'язку. Затухання і хвильовий опір. Завадостійкість та достовірність. Смуга пропускання та пропускна спроможність. Біти та боди. Співвідношення смуги пропускання та пропускної спроможності. Типи кабелів.</i> Кодування та мультиплексування даних <i>Модуляція. Модуляція під час передачі аналогових сигналів Модуляція під час передачі дискретних сигналів Комбіновані методи модуляції.</i> <i>Дискретизація аналогових сигналів.</i> <i>Методи кодування. Вибір способу кодування. Потенційний код NRZ. Біполярне кодування АМІ. Потенційний код NRZI. Біполярний імпульсний код. Манчестерський код.</i> <i>Потенційний код 2B1Q. Надлишковий код 4B/5B. Скремблювання. Компресія даних. Виявлення та корекція помилок. Методи виявлення помилок. Методи корекції помилок. Мультиплексування та комутація. Комутація каналів на основі методів FDM і WDM. Комутація каналів на основі метода TDM. Дуплексний режим роботи каналу.</i> Первинні мережі. Мережі PDH. Ієрархія швидкостей. Методи мультиплексування. Синхронізація мереж PDH. Обмеження технології PDH. Мережі SONET/SDH. Ієрархія швидкостей та методи мультиплексування. Типи обладнання. Стек протоколів. Кадри STM-N. Типові топології. Методи забезпечення живучості мережі Нове покоління протоколів SDH. Мережі DWDM. Принципи роботи. Волоконно-оптичні підсилювачі. Типові топології. Оптичні мультиплексори вводу-виводу. Оптичні крос-конектори. Мережі OTN. Причини та цілі створення. Ієрархія швидкостей. Стек протоколів OTN. Кадр OTN. Вирівнювання швидкостей. Мультиплексування блоків. Корекція помилок.</p>	9	15
8	<p>Локальні обчислювальні мережі. <i>Технології локальних мереж на розділяемому середовищі. Загальна характеристика протоколів локальних мереж на середовищі. Стандартна топологія і середовище. Стандартизація протоколів локальних мереж.</i> <i>Ethernet зі швидкістю 10 Мбіт/с на середовищі. MAC. Формати кадрів технології Ethernet. Доступ до середовища та передача даних. Виникнення колізій. Час обороту та розпізнавання колізій. Специфікації фізичного середовища. Максимальна продуктивність мережі Ethernet.</i> <i>Технології Token Ring та FDDI.</i> <i>Бездротові локальні мережі IEEE 802.11. Проблеми й області застосування бездротових локальних мереж. Топології локальних мереж стандарту 802.11. Стек протоколів IEEE 802.11. Розподілений режим доступу DCF. Централізований режим доступу PCF. Безпека. Фізичні рівні стандарту 802.11.</i> <i>Персональні мережі та технологія Bluetooth.</i></p>	9	15

9	<p>Комутовані мережі Ethernet. <i>Міст як попередник та функціональний аналог комутатора.</i> Логічна структуризація мереж та мости. Алгоритм прозорого мосту IEEE 802.1D. Топологічні обмеження при застосуванні мостів у локальних мережах. <i>Комутатори.</i> Паралельна комутація. Дуплексний режим роботи. Комутатори, що не блокують. Боротьба з перевантаженнями. Характеристики продуктивності комутаторів. <i>Швидкісні версії Ethernet.</i> Fast Ethernet. Gigabit Ethernet. 10G Ethernet. <i>Архітектура комутаторів. Конструктивне виконання комутаторів.</i> Інтелектуальні функції комутаторів. Алгоритм дерева, що покриває. Класична версія STP. Версія RSTP. <i>Агрегування ліній зв'язку в локальних мережах.</i> Транки та логічні канали. Боротьба з розмноженням пакетів. Вибір порту. <i>Фільтрація трафіку.</i> <i>Віртуальні локальні мережі.</i> Призначення віртуальних мереж. Створення віртуальних мереж на базі одного комутатора. Створення віртуальних мереж на базі декількох комутаторів. Альтернативні маршрути у віртуальних локальних мережах. Якість обслуговування у віртуальних мережах. <i>Обмеження комутаторів.</i></p>	9	15
10	<p>Мережі TCP/IP Адресація в стеку протоколів TCP/IP. Стек протоколів TCP/IP. Типи адрес стека TCP/IP. Локальні адреси. Мережні IP-адреси. Доменні імена. <i>Формат IP-адреси.</i> Класи IP-адрес. Особливі IP-адреси. Використання масок при IP-адресації. <i>Порядок призначення IP-адрес.</i> Призначення адрес автономної мережі. Централізований розподіл адрес. Адресація та технологія CIDR. <i>Відображення IP-адрес на локальні адреси.</i> Протокол міжмережевої взаємодії. Формат IP-пакету. <i>Схема IP-маршрутизації.</i> Спрощена таблиця маршрутизації. Таблиці маршрутизації кінцевих вузлів. Перегляд таблиць маршрутизації без масок. Приклади таблиць маршрутизації різних форматів. Джерела і типи записів в таблиці маршрутизації. Приклад IP-маршрутизації без масок. <i>Маршрутизація з використанням масок.</i> Структуризація мережі масками однакової довжини. Перегляд таблиць маршрутизації з урахуванням масок. Використання масок змінної довжини. Перекриття адресних просторів. CIDR. <i>Фрагментація IP-пакетів.</i> Параметри фрагментації. Механізм фрагментації. Базові протоколи TCP/IP. <i>Протоколи транспортного рівня TCP і UDP.</i> Порти та сокети. Протокол UDP та UDP-дейтаграми. Протокол TCP та TCP-сегменти. Логічні з'єднання – основа надійності TCP. Повторна передача і ковзне вікно (протокол TCP). Управління потоком. <i>Загальні властивості та класифікація протоколів маршрутизації.</i> Протокол RIP. Побудова таблиці маршрутизації. Адаптація маршрутизаторів RIP до змін стану мережі. Приклад зациклювання пакетів. Методи боротьби з хибними маршрутами у протоколі RIP. Протокол OSPF. Два етапи побудови таблиці маршрутизації. Метрики. <i>Маршрутизація у неоднорідних мережах.</i> Взаємодія протоколів маршрутизації. Внутрішні та зовнішні шлюзові протоколи. Протокол BGP. Протокол ICMP. <i>Додаткові функції маршрутизаторів IP-мереж.</i></p>	10	10
11	<p>Технології глобальних мереж Транспортні послуги та технології глобальних мереж. Базові поняття. Типи публічних послуг мереж операторів зв'язку. Багатошарова мережа оператора зв'язку. <i>Технологія Frame Relay.</i> Історія стандарту. Техніка просування кадрів. Гарантії пропускнуої спроможності. <i>Технологія ATM.</i> Осередки ATM. Віртуальні канали ATM. Категорії послуг ATM. Віртуальні приватні мережі. <i>IP у глобальних мережах.</i> Чиста IP-мережа. Протокол HDLC. Протокол PPP. Використання виділених ліній IP-маршрутизаторами. Робота IP-мережі поверх мережі ATM. Технологія MPLS. <i>Базові принципи та механізми MPLS.</i> Поєднання комутації та маршрутизації в одному пристрої. Шляхи комутації за мітками. Заголовок MPLS та технології каналного рівня. Стек міток.</p>	9	15

<p><i>Протокол LDP.</i> Моніторинг стану шляхів LSP. Тестування шляхів LSP. Трасування шляхів LSP. Протокол двонаправленого виявлення помилок просування.</p> <p><i>Інжиніринг трафіку в MPLS.</i> Відмовостійкість шляхів MPLS. Загальна характеристика. Використання ієрархії міток для швидкого захисту.</p> <p><i>Ethernet операторського класу.</i> Огляд версій Ethernet операторського класу. Рухливі сили експансії Ethernet. Різні «особи» Ethernet. Стандартизація Ethernet як послуги.</p> <p><i>Технологія EoMPLS.</i> Псевдоканали. Послуги VPWS. Послуги VPLS.</p> <p><i>Ethernet поверх Ethernet.</i> Області покращень Ethernet. Функції експлуатації, адміністрування та обслуговування в Ethernet. Мости провайдера. Магістральні мости провайдера. Магістральні мости провайдера з підтримкою інжинірингу трафіку.</p> <p><i>Віддалений доступ.</i> Схеми віддаленого доступу. Типи клієнтів та абонентських закінчень. Мультиплексування інформації на абонентському закінченні. Режим віддаленого вузла. Режим віддаленого керування та протокол telnet.</p> <p><i>Комутований аналоговий доступ.</i> Принцип роботи телефонної мережі. Віддалений доступ через телефонну мережу. Модеми.</p> <p><i>Комутований доступ через мережу ISDN.</i> Призначення та структура ISDN. Інтерфейси BRI та PRI. Стек протоколів ISDN. Використання мережі ISDN для передачі даних.</p> <p><i>Технологія ADSL.</i> Доступ через мережі CATV. Бездротовий доступ.</p> <p><i>Мережеві служби.</i> Електронна пошта. Веб- служба. IP-телефонія. Протокол передачі файлів. Мережне управління в IP-мережах.</p> <p><i>Мережева безпека.</i></p>		
Разом	100	150

13. Індивідуальні завдання

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		Для денної форми	Для дистанційної форми
	Індивідуальні завдання не передбачені		

14. Методи навчання

При викладанні дисципліни застосовуються словесні, наочні та практичні методи навчання.

Словесні та наочні методи навчання використовуються під час лекцій, індивідуальних та групових консультацій, практичні – при проведенні лабораторних занять.

Під час проведення лекцій та лабораторних занять використовуються такі словесні методи як розповідь і пояснення.

До числа наочних методів, які застосовуються при викладанні дисципліни, належать: ілюстрація, демонстрація.

15. Методи контролю

Поточний контроль успішності засвоєння студентами навчального матеріалу може здійснюватися шляхом опитування й оцінювання знань студентів під час лабораторних занять, оцінювання виконання студентами самостійної роботи, проведення і перевірки письмових контрольних робіт, тестування або в ході індивідуальних співбесід зі студентами під час консультацій. Вибір конкретних форм і методів поточного контролю знань студентів до їхнього відома на першому практичному занятті. Модульний контроль є частиною поточного контролю і має на меті перевірку засвоєння студентом певної сукупності знань та вмій, що формують відповідний модуль. Він реалізується шляхом проведення спеціальних контрольних заходів (у формі тестування чи написання студентами контрольних робіт), проводиться наприкінці кожного змістового модулю за рахунок аудиторних занять, під час групових консультацій або ж за рахунок

часу, відведеного на самостійну роботу студентів. На підставі результатів модульного контролю здійснюється міжсесійний контроль (атестація).

Підсумковий контроль здійснюється у формі диференційованого заліку.

16. Розподіл балів, які отримують студенти

Кількість балів за темами розподіляється таким чином:

Поточне оцінювання, тестування та самостійна й індивідуальна робота											Диференційований залік	Сума	
Змістовий модуль 1													Індивідуальні завдання
T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11			
6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	10	0	30	100

Шкала оцінювання: національна та ECTS

100-бальна рейтингова система оцінювання	Оцінка за шкалою ECTS	Оцінка за національною шкалою для екзамену
90 – 100	A – відмінно	5 – відмінно
82 – 89	B – дуже добре	4 – добре
74 – 81	C – добре	
64 – 73	D – задовільно	3 – задовільно
60 – 63	E – достатньо	
35 – 59	FX – незадовільно з можливістю повторного складання	2 – незадовільно
0 – 34	F – незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни	

Правила модульно-рейтингового оцінювання знань

Загальна трудомісткість дисципліни – 100 балів, із них:

– при підсумковому контролі у вигляді диференційованого заліку 70 балів відведено на поточний контроль, а 30 балів – на підсумковий (для допуску до екзамену необхідно мати не менше 35 балів поточної успішності).

1. Поточний контроль. Бали, отримані впродовж семестру, за видами навчальної діяльності розподіляються наступним чином (розподіл орієнтовний):

- робота на лабораторних заняттях (в разі їх пропусків з поважної причини – індивідуальні співбесіди на консультаціях за темами відповідних занять) – до 70 балів.
- Присутність на лекціях не оцінюється в балах. Пропуски занять підлягають обов'язковому відпрацюванню в індивідуальному порядку під час консультацій. Пропущене заняття має бути відпрацьоване впродовж двох наступних тижнів, при тривалій відсутності студента на заняттях з поважної причини встановлюється індивідуальний графік відпрацювання пропусків, але не пізніше початку екзаменаційної сесії.
- Студент, який повністю виконав програму навчальної дисципліни і отримав достатню рейтингову оцінку (не менше 35 балів у випадку диференційованого заліку), допускається до підсумкового контролю з дисципліни.

2. Підсумковий контроль Підсумковим контролем є диференційований залік. Він здійснюється відповідно до вимог «Положення про організацію освітнього процесу в Національному університеті імені Юрія Кондратюка»

17. Методичне забезпечення

1. Матеріали до практичних робіт з навчальної дисципліни «Перспективні досягнення теорії телекомунікацій» для студентів другого (магістерського) рівня вищої освіти спеціальності 172 – Електронні комунікації та радіотехніка / Укладач: Шефер О.В. – Полтава: Національний університет імені Юрія Кондратюка, 2024. 12 с.
2. Матеріали до самостійної роботи з навчальної дисципліни «Перспективні досягнення теорії телекомунікацій» для студентів другого (магістерського) рівня вищої освіти спеціальності 172 – Електронні комунікації та радіотехніка / Укладач: Шефер О.В. – Полтава: Національний університет імені Юрія Кондратюка, 2024. 6 с.

18. Рекомендована література

Базова

1. Поповський В.В. Основи теорії телекомунікаційних систем: підручник. – Харків: ХНУРЕ, 2020. – 368 с.
2. Чуприн В.М., Конахович Г.Ф., Потапов В.Г. Експлуатація телекомунікаційних систем: [підручник для ВНЗ] / Чуприн В.М.- К.: Вид-во «НАУ», 2020. -798 с.
3. Швачич Г.Г., Толстой В.В., Петречук Л.М., Іващенко Ю.С., Гуляєва О.А., Соболенко О.В. Сучасні інформаційно-комунікаційні технології: навч. посіб. Дніпро: НМетАУ, 2021. 230 с.

Допоміжна

1. Стеклов В.К. Оптимізація та моделювання пристроїв і систем зв'язку: підручник / В.К. Стеклов, Л.Н. Беркман, Є.В. Кільчицький – К.: Техніка, 2004. – 576 с.
2. Корпоративний стандарт Укртелекому „Технічна експлуатація МПД «Укртелекому». Правила технічної експлуатації мереж передавання даних ВАН “Укртелеком”: КСТ 64.2-21560766.001-2002. – [Чинний від 01.04.2002]. – К.: ДВІА «Зв'язок», 2002. – 87 с.
3. Конахович Г. Ф. Мережі передачі пакетних даних / Г. Ф. Конахович, В. М. Чупрін. – К.: „МК-Прес”, 2006. – 272 с.
- Романов А. І. Телекомунікаційні мережі та управління: [навчальний посібник] / А.І. Романов - К.: ВПЦ «Київський університет», 2003. - 246 с.
4. Bolla R. Dynamic inter-vehicle communication network for the support of real-time traffic control / R. Bolla, F. Davoli, C. Nobile // Proc/ 8th IFAC Symp. On Transportation. – Crete (Greece), June 1997. – P.1108-1112.
5. Патент США №5311513, МПК7: H04L1/00. Влаштування формування пакетного трафіку; заявл. 02.09.2005.
6. Патент ФРН DE № 2004111800, МПК7: H04Q1/00. Пристрій керування трафіком; заявл. 05.10.2005.
7. Патент України на корисну модель, МПК8:H04L12/56. Спосіб управління пульсуючими потоками протокольних блоків даних / Кочергін Ю.А.; заявл. 27.01.2009.
8. Кочергін Ю.А. Задача авторегулювання перерозподілом пропускної спроможності пакетного комутатора між його портами / Ю.А. Кочергін // Математичні машини і системи. - К.: ІК АНУ, 2006. Вип. 2. – С. 60-70.

19. Інформаційні ресурси

1. Сторінка курсу на платформі Moodle: Режим доступу:
<https://dist.nupp.edu.ua/course/view.php?id=6386>