КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА

Факультет радіофізики, електроніки та комп'ютерних систем

Кафедра квантової радіофізики та наноелектроніки

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Декан

____________ Андрій НЕТРЕБА

« ____ » ___________ 20__ р.

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Телекомунікаційні технології

для студентів

рівень вищої освіти	**другий (магістерський)**
галузь знань	**10 Природничі науки**
спеціальність	**105 Прикладна фізика та наноматеріали**
освітня програма	**Прикладна фізика та наноматеріали**
вид дисципліни	**обов'язкова**

форма навчання	денна
навчальний рік	2023/2024
семестр	1
кількість кредитів ECTS	3
мова викладання	українська
форма заключного контролю	екзамен

Викладач:
Євген ОБЕРЕМОК, кандидат фіз.-мат. наук, доцент кафедри квантової радіофізики та наноелектроніки.

Пролонговано: на 20__/20__ н. р. ___________ (_______________) « ___ » _________ 20__ р.

на 20__/20__ н. р. ___________ (_______________) « ___ » _________ 20__ р.

КИЇВ – 2023

Розробник:
Євген ОБЕРЕМОК, кандидат фіз.-мат. наук, доцент кафедри квантової радіофізики та наноелектроніки.

«ЗАТВЕРДЖЕНО»

Завідувач кафедри квантової радіофізики
та наноелектроніки
________________Ганна КАРЛАШ
Протокол № __ від « ___ » __________ 20__ р.

Схвалено науково-методичною комісією факультету радіофізики, електроніки та комп'ютерних систем
Протокол № ___ від « ___ » _____________ 20__ р.

Голова науково-методичної комісії Сергій РАДЧЕНКО

« ___ » _____________ 20__ р.

ВСТУП

1. Мета дисципліни – ознайомити студентів з дротовими, бездротовими та оптоволоконними телекомунікаційними технологіями що покладені в основу сучасних телекомунікаційних систем. Пояснити принци організації множинного доступу до відповідних мереж у залежності від обраного способу передачі даних. Ознайомити студентів із тенденціями сучасних технологій для телекомунікацій.

2. Попередні вимоги до опанування або вибору навчальної дисципліни:

Навчальна дисципліна "Телекомунікаційні технології" спирається на знання та навички, набуті студентами на 1–4 курсах ОР "бакалавр", після прослуховування навчальних курсів "Цифрові сигнали та зв'язок", "Основи цифрового зв'язку".

3. Анотація навчальної дисципліни:

Предмет навчальної дисципліни містить розгляд фізичних та математичних засад сучасних телекомунікаційних технологій. Під час вивчення дисципліни студенти вивчають особливості дротової, бездротової та оптоволоконної систем передачі даних. Вивчають різні види організації передавання та прийому, модуляції та демодуляції сигналів у сучасних цифрових телекомунікаційних системах. У програмі розглянуто деталі побудови мереж на основі згаданих систем та технічні характеристики обладнання, що використовується.

4. Завдання навчальної дисципліни (навчальні цілі):

- У результаті вивчення дисципліни студент повинен знати основи функціонування розглянутих інформаційних технологій та систем, орієнтуватися в їх технічних характеристиках та вміти обирати оптимальну технологію для обміну даними або організації мережі.
- Повинен вміти аналізувати узагальнену структуру телекомунікаційних технологій та її технічні показники.

Дисципліна спрямована на формування програмних компетентностей:

Загальні компетентності:

- ЗК 1. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.
- ЗК 7. Здатність проведення досліджень на відповідному рівні.
- ЗК 9. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.
- ЗК 11. Здатність працювати в команді.
- ЗК 12. Навички міжособистісної взаємодії.

Фахові компетентності:

- ФК 11. Здатність використовувати методи і засоби теоретичного дослідження та математичного моделювання для опису фізичних об'єктів, пристроїв та процесів.
- ФК 12. Здатність використовувати знання про фізичну природу об'єктів у роботах по створенню нових приладів, апаратури, обладнання, матеріалів і речовин, зокрема, наноматеріалів.

5. Результати навчання за дисципліною:

Результат навчання (1, знати; 2, вміти; 3, комунікація; 4, автономність та відповідальність)		Форми (та/або методи і технології) викладання і навчання	Методи оцінювання та пороговий критерій оцінювання (за необхідності)	Відсоток у підсумковій оцінці з дисципліни
Код	Результат навчання			
1	**знати**:			до 55
1.1	Принципи функціонування та технічні характеристики основних дротових, бездротових та оптичних телекомунікаційних систем	Лекція, самостійна робота	модульна контрольна робота	20
1.2	Методи розширення інформаційного каналу та реалізації множинного доступу в телекомунікаційних системах.	Лекція, самостійна робота	модульна контрольна робота	20
1.3	Основні показники якості телекомунікаційних систем, їх переваги та недоліки, оптимальні умови для обрання того чи іншого способу для комунікації.	Лекція, самостійна робота	модульна контрольна робота	15
2	**вміти**:			до 40
2.1	Вміти аналізувати узагальнену структуру телекомунікаційних мереж та її технічні показники, оптимальність реалізації в заданих	Лекція, самостійна робота	модульна контрольна робота	40

	умовах			
3	**комунікація:**			до 5
3.1	Здатність грамотно будувати наукову комунікацію як в усній так і письмовій формах, підбирати правильну термінологію	Лекція, самостійна робота	модульна контрольна робота	5

6. Співвідношення результатів навчання дисципліни із програмними результатами навчання

Програмні результати навчання	**Результати навчання дисципліни**				
	1.1	1.2	1.3	2.1	3.1
ПРН 1. Глибокі знання в галузі сучасної прикладної фізики і фізики наноматеріалів	+	+	+		
ПРН 4. Знання іноземної мови.	+	+	+		
ПРН 6. Знаходити і аналізувати науково-технічну інформацію з різних джерел з використанням сучасних інформаційних технологій.				+	+
ПРН 9. Встановлювати та аргументувати нові залежності між параметрами та характеристиками фізичних систем				+	+

7. Схема формування оцінки

7.1. Форми оцінювання

Рівень досягнення всіх запланованих результатів навчання визначається за результатами оцінювання: письмових контрольних робіт, результатів виконання лабораторних робіт та захисту звітів. Внесок результатів навчання у підсумкову оцінку, за умови їх опанування на належному рівні:

- результати навчання 1.1 – 1.3 [**знання**] – до 55 %;
- результат навчання 2.1 [**вміння**] – до 40%;
- результат навчання 3.1 [**комунікація**] – до 5%;

Форми оцінювання:

Семестрове оцінювання: Навчальний семестр має два змістовні модулі. Кожен модуль оцінюються максимально до 30 балів.

Письмові контрольні роботи проводяться після лекції № 7 та № 14.

Підсумкове оцінювання: (у формі іспиту): форма іспиту – письмово-усна. Екзаменаційний білет складається з 2 питань, питання оцінюються по 20 балів. Всього за іспит можна отримати від 0 до 40 балів. Умовою досягнення позитивної оцінки за дисципліну є отримання не менш ніж 60 балів, оцінка за іспит не може бути меншою 24 бали.

Умови допуску до підсумкового іспиту: умовою допуску до іспиту є отримання студентом сумарно не менше, ніж критично-розрахунковий мінімум за семестр. Студенти, які протягом семестру сумарно набрали меншу кількість балів, ніж критично-розрахунковий мінімум 36 балів, для одержання допуску до іспиту обов'язково повинні написати додаткову контрольну роботу.

У випадку відсутності студента з поважних причин відпрацювання та перездачі модульних контрольних робіт здійснюються у відповідності до „Положення про організацію освітнього процесу у Київському національному університеті"

7.2. Організація оцінювання;

Оцінювання за формами контролю:

Семестрова робота	Кількість балів	
	Min. – 15	Max. – 30
Модульна контрольна робота -2	10	15
Реферат/доповідь(у т. ч. англійською мовою) -2	10	15

Розрахунок балів, які отримують при успішній здачі іспиту:

Значення	Змістовні модулі	Іспит	Підсумкова оцінка
Мінімум	40	20	60
Максимум	60	40	100

7.3. Шкала відповідності оцінок

Оцінка (за національною шкалою) / National grade	Рівень досягнень, % / Marks, %
Відмінно / Excellent	90-100%
Добре / Good	75-89%
Задовільно / Satisfactory	60-74%
Незадовільно / Fail	0-59%

8. Структура навчальної дисципліни. Тематичний план лекційних занять

№	*Тема*	*Кількість годин (лекції)*	*Кількість годин на групу (лабораторні роботи)*	*Контрольні роботи*	*Самостійна робота*
	Змістовний модуль №1				
1	**Тема 1.** 1. Основні поняття і принципи передавання інформації в аналогових та цифрових лініях зв'язку. Модуляція в аналогових та цифрових телекомунікаційних системах.	2	-	-	5
2	**Тема 2.** Передача двійкових даних. Кодування цифрових сигналів - однополярні, біполярні. Передача сигналів у телекомунікаційних системах.	2	-	-	4
3	**Тема 3.** Цифрові ТС. Модуляція демодуляція забезпечення множинного доступу до мережі. Завадозахищене кодування.	2	-	-	4
4	**Тема 4.** Швидкість передавання цифрової інформації, відстань, на яку може бути переданий цифровий сигнал. Принцип часового ущільнення, швидкість передачі в цифровому каналі	2	-	-	4
5	**Тема 5.** Комутація каналів, комутація повідомлень, комутація пакетів. Керування з'єднанням, контроль якості, керування потоком, захист від помилок	2	-	-	4
6	Модульна контрольна робота	-		1	
	Змістовний модуль №2				
7	**Тема 6.** Поняття якості послуг (QoS) та завади у ТС. Локальні та глобальні мережі. Структура LAN та WAN. Принципи побудови глобальних комп'ютерних мереж (основні характеристики комп'ютерних мереж; поняття глобальної мережі; інтернет). Модель TCP/IP.	2	-	-	8
8	**Тема 7.** ТС на основі дротових та оптоволоконних ліній.	2	-	-	4

9	**Тема 8.** Стільниковий зв'язок, основні стандарти стільникового зв’язку. Огляд поколінь стільникових мереж.	2	-	-	4
10	**Тема 9.** Мережі стандартів GSM та реалізація множинного доступу до мережі. Частотне планування.	2	-	-	4
11	**Тема 10.** Мережі стандартів CDMA. Використання шумоподібних сигналів у телекомунікаційних системах.	4	-	-	8
12	**Тема 11.** MIMO, Massive MIMO та адаптація до якості передавального каналу сучасних бездротових телекомунікаційних системах. Неортогональне мультиплексування у сучасних ТС..	2	-	-	4
13	**Тема 12.** Технологія Bluetooth та організація телекомунікаційних мереж на її основі. Технологія WiFi та організація телекомунікаційних мереж на її основі.	2	-	-	4
14	**Тема 13.** Супутниковий зв’язок. Основи функціонування, огляд обладнання та технічних характеристик.	2	-	-	4
15	Модульна контрольна робота	-	-	2	
	Всього	**28**		**-**	**61**

Загальний обсяг **90** год., в тому числі:
Лекції **28** год.
Консультації **1** год.
Самостійна робота **61** год.

Теми доповідей (у тому числі англійською мовою) формуються викладачем на основі, актуальних на поточний навчальний рік, публікацій з тематики дисципліни і передбачають опрацювання джерел [4 - 6] основної літератури.

Short vocabulary of Telecommunications

Alternating current Змінний струм
Analog-to-digital Аналого-цифровий
Adaptive differential pulse code modulation Адаптивна диференціальна імпульсно-кодова модуляція
Automatic gain control Автоматичне регулювання посилення
Amplitude modulation Амплітудна модуляція
Avalanche photodiode Лавинний фотодіод
Amplitude shift keying Амплітудна маніпуляція
Asynchronous transfer mode Асинхронний режим передачі
Additive white Gaussian noise Адитивний білий гаусів шум
Binary frequency shift keying Двійкова частотна маніпуляція
Collision detection Виявлення конфлікиів
Code division multiple access Множинний доступ з кодовим розділенням
Central processing unit Центральний процесор
Cathode-ray tube Електронно-променева трубка

Digital-to-analog Цифро-аналоговий
Differential binary PSK Диференціальний двійковий
Direct current Постійний струм
Data communications equipment Обладнання для передачі даних
Equipment Обладнання
Differential QPSK Диференціальний
Earth curvature; earth coverage Кривизна землі; покриття землі
Electromagnetic interference Електромагнітні завади
Electronic switching system Електронна система комутації
Frequency division duplex Частотний дуплекс (двонаправленна передача даних з частотним поділом)
Frequency division multiplexing Мультиплексування з частотним розділенням
Frequency division multiple access Множинний доступ з частотним поділом
Crosstalk Перехресні завади
Frequency modulation Частотна модуляція
Frames per second Кадри на секунду
Frequency shift keying Частотна маніпуляція
Geostationary earth orbit Геостаціонарна навколоземна орбіта
Gaussian minimum shift keying Гаусівська маніпуляція з мінімальним зсувом
High-power amplifier Підсилювач високої потужності
Intermediate frequency Проміжна частота
Intersymbol interference Міжсимвольна інтерференція
Light-emitting diode Світлодіод
Low earth orbit Низька навколоземна орбіта
Low-noise amplifier Малошумлячий підсилювач
Multifrequency Багаточастотний
Mobile station Мобільна станція
Mobile switching center Центр комутації мобільного зв'язку
Mean time between failures Середній час між відмовами
Numerical aperture Числова апертура
New data flag Новий прапор даних
Network management Управління мережею
Optical carrier Оптичний носій
Power amplifier Підсилювач потужності
Pulse amplitude modulation Амплітудна імпульсна модуляція
Pulse code modulation Імпульсно-кодова модуляція
Phase modulation; physical medium PM фазова модуляція; фізичний носій
Pseudonoise Псевдошум
Phase shift keying Фазова маніпуляція
Quadrature amplitude modulation Квадратурна амплітудна модуляція
Quality of service Якість обслуговування
Quadrature phase shift keying Квадратурна фазова маніпуляція
Radio frequency Радіочастота
Remote terminal Віддалений термінал
Synchronous digital hierarchy Синхронна цифрова ієрархія
Sequence number Порядковий номер
Signal-to-noise ratio Співвідношення сигнал/шум
System network architecture Мережна архітектура системи
Subnetwork access protocol Протокол доступу до підмережі
Sequence number protection Захист порядкового номера
Synchronous optical network Синхронна оптична мережа
Time division duplex Дуплекс часовим поділом
Time division multiplex Мультиплексування з часовим поділом
Time division multiple access Множинний доступ з часовим поділом
Universal time coordinated (coordinated universal time) Всесвітній координований час
Unshielded twisted pair Неекранована скручена пара
Voice frequency Голосова частота

Very high frequency Ультра висока частота (30–300 МГц)
Voltage standing wave ratio Коефіцієнт стоячої хвилі напруги
Wide area network Глобальна мережа
Wave(length) division multiplex Мультиплексування з розділенням хвиль (довжин).

9. Рекомендована література:

Основні джерела:

1. Системи передавання широкосмуговими сигналами: [навч. посібник] / В. О. Балашов, П. П. Воробієнко, Л. М. Ляховецький, В. В. Педяттт. -Одеса: Вид. центр ОНАЗ ім. О.С. Попова, 2012. - 336 с.
2. Організація комп'ютерних мереж та кмп'ютерна електроніка [Електронний ресурс]: навч. посіб. для студ. спеціальності 126 «Інформаційні системи та технології», спеціалізації «Інформаційне забезпечення робототехнічних систем» / Ігор ПАРХОМЕЙ, Володимир ДРУЖИНІН, Ірина ЗЕНІВ, Наталія ЦЬОПА, Марія СОЛДАТОВА; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові дані (1 файл: 24,4 Мбайт). – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020. – 363с.
3. Телекомунікаційні та інформаційні мережі : Підручник [для вищих навчальних закладів] / П.П. Воробієнко, Л.А. Нікітюк, П.І. Резніченко. - К.: САММІТ-Книга, 2010. -708 с.: іл.
4. Freeman, Roger L. Fundamentals of telecommunications / by Roger L. Freeman.–2nd ed. John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey. John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey, 2005. – 704 p.
5. Minoli, Daniel, Telecommunications technology handbook / Daniel Minoli.—2nd ed., Artech House 2003, - 802 p.
6. Stephan Jones, Ronald J. Kovac, Frank M. Groom Introduction to Communications Technologies A Guide for Non-Engineers, 3rd Edition, CRC Press, 2020. - 364 P.
7. 1. James F. Kurose, Keith W. Ross. Computer networking: a top-down approach.— 6th ed. 2013.889 p. ISBN-13: 978-0-13-285620-1. ISBN-10: 0-13-285620-4.

Додаткові джерела:

8. Fifth-Generation (5G) Telecommunications Technologies: Issues for Congress January 30, 2019. Congressional Research Service https://crsreports.congress.gov (R45485)
9. https://rantcell.com/comparison-of-2g-3g-4g-5g.html
10. https://www.gsma.com/futurenetworks
11. Колєнов С. О. Цифровий зв'язок: Методичний посібник до лабораторного практикуму для студентів радіофізичного факультету / Колєнов С. О. – Київ: Радіофізичний факультет Київського національного університету імені Тараса Шевченка, 2013. – 76 с.