

КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА

Факультет радіофізики, електроніки та комп'ютерних систем

Кафедра нанофізики та наноелектроніки

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Заступник декана з навчальної роботи

_____ Олексій НЕЧИПОРУК

« ____ » _____ 2021 року

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Основи цифрового зв'язку

для студентів

галузь знань	10 “Природничі науки”
спеціальність	105 “Нанофізика та наноматеріали”
рівень вищої освіти	перший (бакалавр)
освітня програма	“ Еконофізика ”
вид дисципліни	вибіркова
Форма навчання	денна
Навчальний рік	2021/2022
Семестр	8
Кількість кредитів ECTS	4
Мова викладання	українська
Форма заключного контролю	залік

Викладачі:

Андрій КОВАЛЕНКО, кандидат фіз.-мат. наук, доцент, доцент кафедри нанофізики та наноелектроніки

Пролонговано: на 20__/20__ н. р. _____ (_____) « ____ » _____ 20__ р.

на 20__/20__ н. р. _____ (_____) « ____ » _____ 20__ р.

Розробник:

Андрій КОВАЛЕНКО, кандидат фіз.-мат. наук, доцент, доцент кафедри нанофізики та наноелектроніки

«ЗАТВЕРДЖЕНО»

Завідувач кафедри нанофізики та наноелектроніки

_____ Олександр ПРОКОПЕНКО

Протокол № __ від « __ » _____ 2021 р.

Схвалено науково-методичною комісією факультету радіофізики, електроніки та комп'ютерних систем

Протокол № __ від « __ » _____ 2021 р.

Голова науково-методичної комісії

Сергій РАДЧЕНКО

« __ » _____ 2021 року.

1. Мета навчальної дисципліни: Студенти мають засвоїти базові ідеї та концепції цифрового зв'язку, зрозуміти природу фундаментальних обмежень на швидкість, якість та надійність передачі даних та отримати навички застосування отриманих знань для аналізу практичних задач передачі повідомлень у цифровій формі через фізичний канал зв'язку.

2. Попередні вимоги до опанування або вибору навчальної дисципліни:

Навчальна дисципліна «Основи цифрового зв'язку» базується на циклі дисциплін професійної та практичної підготовки: «Математичний аналіз», «Алгебра», «Диференціальні рівняння та теорія ймовірностей», «Основи програмування», «Радіотехнічні кола та сигнали».

Студент повинен знати: основи Фур'є-аналізу, поняття Евклідового простору, поняття ймовірності та моменту випадкової величини, поняття кореляційної функції та спектральної густини потужності випадкового процесу, модель електричного кола як лінійної системи.

Студент повинен вміти: аналізувати та розв'язувати фізичні задачі із застосуванням методів математичного аналізу, теорії ймовірностей та алгоритмічного програмування.

3. Анотація навчальної дисципліни (до 700 символів): У курсі вивчаються теоретичні основи аналізу та розробки систем цифрового зв'язку. Розглядається структура та функціональні складові телекомунікаційної системи. Наголос робиться на математичних моделях цих складових. Специфічні питання, що розглядаються у курсі, включають спектральний аналіз аналогово-цифрового перетворення, аналіз різновидів цифрової модуляції у Гільбертовому просторі сигналів, оптимальне детектування та ймовірності помилок, ентропію та оптимальне кодування дискретного джерела інформації. Практичні заняття є самостійною складовою курсу і дозволяють студенту навчитись застосовувати набуті теоретичні знання для аналізу функціональних складових телекомунікаційного каналу шляхом його комп'ютерного моделювання.

4. Завдання навчальної дисципліни: Формування у студентів таких знань та умінь:

- здатність розв'язувати практичні задачі у галузі телекомунікацій методами теорії інформації, статистичного аналізу сигналів, оптимальної фільтрації та комп'ютерного моделювання;
- розуміння статистичної природи задач зв'язку;
- вміння застосовувати методи математичного аналізу для оцінки ефективності зв'язку у термінах спектральної ефективності, відношення сигнал/шум та ймовірності помилок;
- навички застосування мови графічного (візуального) програмування для моделювання та дослідження задач зв'язку.

-

Ці знання та уміння сприятимуть формуванню таких програмних компетентностей:

- 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 (ЗК – 2).
- Навички використання інформаційних і комунікаційних технологій (ЗК-7).
- Здатність проведення досліджень на відповідному рівні (ЗК-8).
- Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями (ЗК-9).
- Здатність до постійного розвитку компетентностей у сфері прикладної фізики, інженерії, економіки та комп'ютерних технологій (ФК-7).
- Здатність використовувати сучасні теоретичні уявлення в галузі фізики для аналізу фізичних систем, для пошуку методів можливих рішень задач у галузі економіки (ФК-8).
- Здатність використовувати методи і засоби теоретичного дослідження та математичного моделювання в професійній діяльності (ФК-9).

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:	лекційні заняття, практичні заняття	письмові модульні контрольні роботи (МКР), оцінювання на практичних заняттях (ПЗ)	до 45
1.1	Функціональну структуру каналу цифрового зв'язку;	лекція	МКР	4
1.2	Концепцію простору сигналів як лінійного простору;	лекція	МКР	5
1.3	Класифікацію та характерні особливості основних методів цифрової модуляції;	лекція, практ.	МКР, ПЗ	4
1.4	Призначення узгодженого фільтру;	лекція, практ.	МКР, ПЗ	5
1.5	Застосування критерію максимальної правдоподібності у задачах оптимального приймання сигналів	лекція, практ.	МКР, ПЗ	5
1.6	Спектральні властивості вибірових послідовностей та походження шумів накладання;	Лекція	МКР	5
1.7	Метод субдискретизації сигналу та область його застосування;	лекція	МКР	4
1.8	Методи квантування випадкової величини;	лекція	МКР	4
1.9	Поняття ентропії дискретного джерела інформації;	лекція	МКР	5
1.10	Методи оптимального кодування дискретного джерела інформації.	лекція	МКР	4
2	вміти:	лекційні заняття, практичні	МКР, ПЗ	до 45
2.1	Застосовувати методи візуального програмування для моделювання цифрового каналу зв'язку	Практ	ПЗ	10
2.2	Для обраного методу цифрової модуляції розраховувати ймовірність помилки детектування сигналу;	лекція, практ.	МКР, ПЗ	10
2.3	Визначати необхідну ширину смуги для обраного методу модуляції сигналу;	Лекція	МКР	5
2.4	Проводити порівняльний аналіз методів цифрової модуляції у термінах відношення сигнал/шум, ефективності використання смуги та ймовірності помилки детектування	лекція, практ	МКР, ПЗ	10
2.5	Обирати частоту дискретизації та глибину квантування при аналого-цифровому перетворенні сигналу		МКР	5
2.6	Застосовувати алгоритми Хафмена та Лемпеля-Зіва для кодування цифрового сигналу		МКР	5
3	комунікація:	лекційні заняття, практичні	МКР, ПЗ	до 5
3.1	Здатність правильно застосовувати фахову термінологію в усній та письмовій українській мові	лекція, практ	МКР, ПЗ	5
4	автономність та відповідальність:	лекційні заняття, практичні	МКР, ПЗ	до 5
4.1	Здатність до самостійного пошуку необхідної інформації у науковій та технічній літературі	лекція, практ	МКР, ПЗ	5

6. Співвідношення результатів навчання дисципліни із програмними результатами навчання

Результати навчання дисципліни	Код																		
	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	1.10	2.1	2.2	2.3	2.4	2.5	2.6	3.1	4.1	
Програмні результати навчання (назва)																			
ПРН 1. Знати і розуміти сучасну фізику на рівні, достатньому для розв'язання складних спеціалізованих задач і практичних проблем прикладної фізики, прикладної економіки	+	+	+					+	+	+	+								
ПРН 2. Застосовувати ефективні технології, інструменти та методи експериментального дослідження властивостей речовин і матеріалів, включаючи наноматеріали, при розв'язанні практичних проблем прикладної фізики, методи розрахунків при розв'язанні економічних задач		+		+	+	+	+	+			+								+
ПРН 7. Застосовувати фізичні, математичні та комп'ютерні моделі для дослідження фізичних явищ, економічних процесів, розробки приладів і наукоємних технологій	+	+	+		+			+	+	+	+	+	+	+	+	+			+
ПРН 8. Розуміти закономірності розвитку прикладної фізики, її місце в розвитку техніки, технологій і суспільства, у тому числі в розв'язанні екологічних проблем.		+			+		+		+	+		+	+	+	+			+	+

7. Схема формування оцінки

7.1. Форми оцінювання

Рівень досягнення всіх запланованих результатів навчання визначається за результатами написання письмових контрольних робіт та поточної роботи на практичних. Внесок результатів навчання у підсумкову оцінку, за умови їх опанування на належному рівні:

1. результати навчання 1.1 – 1.10 [знання] – до 45 %;
2. результат навчання 2.1 – 2.3 [вміння] – до 45%;
3. результат навчання 3.1-3.2 [комунікація] – до 5%;
4. результат навчання 4.1 [автономність та відповідальність] – до 5%;

Форми оцінювання:

семестрове оцінювання: Тематичний план лекцій поділено на два змістовні модулі. Після завершення лекцій №8 та №14 проводяться письмові модульні контрольні роботи. Практичні заняття утворюють окремий третій модуль. Обов'язковим для заліку є отримати за кожен модульну контрольну роботу та за роботу на практичних, що становить не менше, ніж 60% від максимальної.

У випадку відсутності студента з поважних причин відпрацювання та перескладання модульних контрольних робіт та практичних 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. – 60	Max. – 100
Модульна контрольна робота 1	18	30
Модульна контрольна робота 2	18	30
Практична робота	24	40

Орієнтований графік оцінювання:

Форма оцінювання	Орієнтовний період для здійснення відповідної форми оцінювання
Модульна контрольна робота 1	Березень
Модульна контрольна робота 2	Травень
Практична робота	Протягом семестру

7.3. Шкала відповідності оцінок

Оцінка (за національною шкалою) / National grade	Рівень досягнень, % / Marks, %
Зараховано / Credited	60-100%
Не зараховано / Not credited	0-59%

8. Структура навчальної дисципліни

8.1 Тематичний план лекцій

№ лек.	Назва теми	Лекції, год	Самостійна робота, год.
Модуль 1			
1	Вступ. Елементи системи цифрового зв'язку. Терміни та означення.	2	2
2	Простір сигналів.	2	2
3-4	Лінійна цифрова модуляція	4	4
5	Спектральні властивості цифрових сигналів.	2	2
6	Оптимальний прийом сигналу у каналі з адитивним білим нормальним шумом. Узгоджений фільтр.	2	2
7-8	Детектування за критерієм максимальної правдоподібності. Аналіз ймовірностей помилок детектування сигналів із M -арною модуляцією.	4	4
Модуль 2			
9-10	Дискретизація частотно обмеженого сигналу. Спектр імпульсної послідовності. Шуми накладання. Субдискретизація.	4	4
11	Квантування. Оптимальне однорідне та неоднорідне квантування	2	2
12	Векторне квантування. Диференціальна імпульсно-кодова модуляція.	2	2
13	Ентропія джерела інформації.	2	2
14	Кодування дискретного джерела інформації.	4	4
Всього		30	30

Загальний обсяг **120** год., в тому числі:
Лекції **30** год.
Практичні заняття **30** год.
Самостійна робота **60** год.

9. Рекомендована література:

1. Sklar, B. Digital Communications: Fundamentals and Applications, 2nd Edition: Prentice Hall PTR, 2001. - 1079 pages
2. Proakis, J. G., Salehi, M. Digital Communications, 5th Edition: McGraw-Hill Education, 2007. – 1150 pages.
3. Волощук Ю.І. Сигнали та процеси у радіотехніці. Том 1. - Харків: Компанія СМІТ, 2003. — 580 с.
4. Волощук Ю.І. Сигнали та процеси у радіотехніці. Том 2. - Харків: Компанія СМІТ, 2003. — 444 с.