

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ КОРАБЛЕБУДУВАННЯ
імені адмірала Макарова

Навчально-науковий інститут автоматики та електротехніки
Кафедра програмованої електроніки, електротехніки і телекомунікацій

Код РНПД Т72365



ЗАТВЕРДЖЕНО

Проректор з науково-педагогічної
роботи

 С. О. Слободян

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Program of the Discipline

Основи теорії сигналів

FUNDAMENTALS OF SIGNAL THEORY

рівень вищої освіти перший (бакалаврський)
перший (бакалаврський) / другий (магістерський)

тип дисципліни обов'язкова
обов'язкова/вибіркова

мова(и) викладання українська
українська/англійська

Миколаїв – 2023

Робоча програма навчальної дисципліни *ОСНОВИ ТЕОРІЇ СИГНАЛІВ* є однією із складових комплексної підготовки фахівців галузі знань 17 «Електроніка, автоматизація та електронні комунікації»

спеціальності 171 «Електроніка»

освітня програма «Електронні системи» _____

"25" 05 2023 року. – 17 с.

Розробник: Іксанов Ш.М., к.т.н., доцент, доцент кафедри ПЕЕТ. 

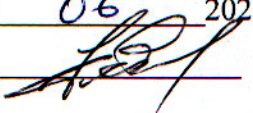
Проект робочої програми навчальної дисципліни «*ОСНОВИ ТЕОРІЇ СИГНАЛІВ*» узгоджено з гарантом освітньої програми:

Гарант освітньої програми «Електронні системи»

к.т.н., доцент Дьяконов О.С. _____

Проект робочої програми навчальної дисципліни «*ОСНОВИ ТЕОРІЇ СИГНАЛІВ*» розглянуто на засіданні кафедри програмованої електроніки, електротехніки і телекомунікацій

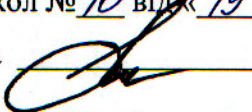
Протокол № 11 від «06» 06 2023 р.

Завідувач кафедри ПЕЕТ  д.т.н., проф. Рябен'кий В.М.

Проект робочої програми навчальної дисципліни «*ОСНОВИ ТЕОРІЇ СИГНАЛІВ*» розглянуто методичною радою Навчально-наукового інституту

автоматики та електротехніки

Протокол № 10 від «19» 06 2023 р.

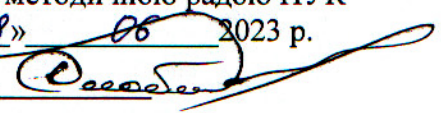
Голова  к.т.н., доц. Жук Д.О.

Проект робочої програми навчальної дисципліни «*ОСНОВИ ТЕОРІЇ СИГНАЛІВ*» погоджено з навчальним відділом

Начальник відділу , к.т.н., доц. Лабарткава А.В.

Робоча програма навчальної дисципліни «*ОСНОВИ ТЕОРІЇ СИГНАЛІВ*» затверджена Навчально-методичною радою НУК

Протокол № 5 від «28» 06 2023 р.

Голова НМР НУК 

ЗМІСТ

	Стор.
ВСТУП	4
1. Опис навчальної дисципліни	5
2. Мета вивчення навчальної дисципліни	6
3. Передумови для вивчення дисципліни	6
4. Очікувані результати навчання	6
5. Програма навчальної дисципліни	7
6. Методи навчання, засоби діагностики результатів навчання та методів їх демонстрування	12
7. Форми поточного та підсумкового контролю	13
8. Критерії оцінювання результатів навчання	16
9. Інструменти, обладнання та програмне забезпечення, використання яких передбачає навчальна дисципліна	17
10. Рекомендовані джерела інформації.....	18

ВСТУП

Анотація

Вивчення основ теорії сигналів є необхідною умовою формування професійної компетентності, сприяє ефективнішому розвитку особистого інтелектуального потенціалу, а також є важливою передумовою академічної та професійної мобільності студентів.

Програма дисципліни має на меті через вивчення основ теорії сигналів та їх передачі по різних каналах зв'язку підготувати студентів до оволодіння методами оптимального проектування різних електронних пристроїв і каналів передачі даних. Передбачено первинне ознайомлення студентів з сучасними інформаційними технологіями, такими як ADS-B для спостереження за рухом повітряних суден, AIS — для спостереження за рухом морських і річкових суден, технологіями передачі інформації через супутники.

Курс основ теорії сигналів носить міждисциплінарний характер, проводиться з використанням технічних засобів навчання, сучасних технологій оволодіння практичними навичками і є обов'язковою дисципліною фахової підготовки студентів.

Ключові слова: інформація; сигнал; кодування і декодування сигналів; теорема Шеннона; кореляційна функція; перетворення Фур'є; спектр сигналу; теорема Котельникова; випадкові процеси.

Abstract

Studying the fundamentals of signal theory is a prerequisite for the formation of professional competence, contributes to the more effective development of personal intellectual potential, and is an important prerequisite for academic and professional mobility of students.

The discipline program aims, through studying the fundamentals of signal theory and their transmission through various communication channels, to prepare students to master the methods of optimal design of various electronic devices and data transmission channels. Students are provided with an initial familiarization with modern information technologies, such as ADS-B for monitoring the movement of aircrafts, AIS - for monitoring the movement of sea and river vessels, and technologies for transmitting information via satellites.

The course of the fundamentals of signal theory is interdisciplinary in nature, is carried out using technical training tools, modern technologies for mastering practical skills and is an obligatory discipline for the professional training of students.

Key words: information; signal; coding and decoding of signals; Shannon's theorem, correlation function; Fourier transform; signal spectrum, Kotelnikov's theorem; random processes.

1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показ- ників	Галузь знань, спеціальність (освітня програма), освітній рівень	Характеристика навчальної дисципліни	
		денна форма навчання	заочна форма навчання
Кількість кредитів – 3	Галузь знань 17 Електроніка, автоматизація та електронні комунікації	Обов’язкова	Обов’язкова
Модулів – 1		Рік підготовки:	
Змістових модулів – 2		2-й	2-й
Електронний адрес РПНД на сайті Уні- верситету	Спеціальність 171 Електроніка Освітня програма Електронні системи	Семестр	
Індивідуальне науко- во-дослідне завдання: –		4-й	4-й
		Лекцій	
		15 год.	4 год.
		Практичні, семінарські	
Загальна кількість го- дин 90		–	–
		Лабораторні	
	30 год.	6 год.	
Тижневих годин для денної форми на- вчання: аудиторних – 3; самостійної роботи студента – 3; для заочної форми на- вчання: аудиторних – 1.0; самостійної роботи студента – 8.0;	Освітній рівень: перший (бакалаврський)	Самостійна робота	
		45 год.	80 год.
		Індивідуальні завдання: не передбачено	
		Вид контролю:	
		4-й сем. – залік	4-й сем. – залік
		Форма контролю: комбінована	

2. Мета вивчення навчальної дисципліни

Метою вивчення навчальної дисципліни «*ОСНОВИ ТЕОРІЇ СИГНАЛІВ*» є оволодіння студентами основними поняттями теорії сигналів та їх практичне застосування при вивченні інших дисциплін, формування у студентів відповідно до освітньо-професійної програми таких компетентностей:

- ЗК7 – здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу;
- ЗК8 – Вміння виявляти, ставити та вирішувати проблеми;
- СК1 – здатність розуміти сутність і значення інформації в розвитку сучасного інформаційного суспільства;
- СК3 – здатність використовувати базові методи, способи та засоби отримання, передавання, обробки та зберігання інформації;
- СК8 – готовність сприяти впровадженню перспективних технологій і стандартів.

3. Передумови для вивчення дисципліни

Передумовами для вивчення дисципліни є: дисципліни: «Вища математика», «Теорія електричних кіл», «Програмування електронних та телекомунікаційних систем».

4. Очікувані результати навчання

Вивчення навчальної дисципліни передбачає формування та розвиток у студентів таких результатів навчання:

- ПРН1 – аналізувати, аргументувати, приймати рішення при розв’язанні спеціалізованих задач та практичних проблем телекомунікацій та радіотехніки;
- ПРН6 – адаптуватись в умовах зміни технологій інформаційно-комунікаційних мереж, телекомунікаційних та радіотехнічних систем;
- ПРН13 – застосовувати фундаментальні та прикладні науки для аналізу та розробки процесів, що відбуваються в телекомунікаційних та радіотехнічних;
- ПРН21 – забезпечувати надійну та якісну роботу інформаційно-комунікаційних мереж, телекомунікаційних та радіотехнічних систем.

5. Програма навчальної дисципліни

Модуль 1.

Змістовий модуль 1. Елементи загальної теорії сигналів. Математичне представлення сигналів. Розрахунки характеристик сигналів у Matlab.

Тема 1. Елементи загальної теорії сигналів.

Лекція 1. Вступ. Поняття інформації, повідомлення, сигналу. Звернення інформації в системах. Пристрої та методи обробки сигналів.

Література: [1] розділ 1.

Лекція 2. Введення в комплексні числа. Фаза і амплітуда сигналу. Класифікація сигналів у часовій і частотній областях. Математичні моделі і характеристики сигналів.

Література: [1] розділ 1, [2] с. 13–15.

Лекція 3. Введення в мову програмування Matlab. Основні конструкції мови.

Література: [3] с. 11-182.

Лекція 4. Функція `fft()` в Matlab (швидке перетворення Фур'є) для обчислення спектрів сигналів. Побудова в Matlab автокореляційної функції, амплітудного і фазового спектра елементарних сигналів. Ширина спектра за заданим рівнем. Співвідношення між кореляційною функцією та енергетичним спектром сигналу.

Література: [4] с. 27-43, [5] с. 155-171.

Змістовий модуль 2.

Тема 2. Огляд дослідження сигналів реальних інформаційних систем з використанням приймачів RTL-SDR.

Лекція 5. Відстеження траєкторій польоту повітряних суден. Загальна інформація про методи передачі повідомлень повітряними суднами.

Література: [8] с. 49-85.

Лекція 6. Структура переданих повідомлень у технології ADS-B. Алгоритм виявлення бортових сигналів повітряних суден.

Література: [8] с. 68-85.

Лекція 7. Відстеження руху морських суден. Загальні відомості про GMSK сигнали.

Література: [8] с. 89-111.

Лекція 8. Загальна інформація про методи передачі повідомлень морськими судами. Алгоритм виявлення сигналів AIS.

Література: [8] с. 112-160.

Тематичний план навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин ()							
	Денна форма				Заочна форма			
	усього	у тому числі			усього	у тому числі		
		лек.	лаб.	с.р.		лек.	лаб.	с.р.
Модуль 1								
Змістовий модуль 1. Елементи загальної теорії сигналів. Математичне представлення сигналів. Розрахунки характеристик сигналів в Matlab								
Тема 1. Елементи загальної теорії сигналів	45	7	15	23	45	2	3	40
Разом за змістовим модулем 1	45	7	15	23	45	2	3	40
Змістовий модуль 2. Огляд реальних інформаційних систем								
Тема 2. Огляд дослідження сигналів реальних інформаційних систем з використанням приймачів RTL-SDR	45	8	15	22	45	2	3	40
Разом за змістовим модулем 2	45	8	15	22	45	2	3	40
Разом за курсом	90	15	30	45	90	4	6	80

Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		Денна форма	Заочна форма
Змістовий модуль 1			
1	Основи програмування в Matlab. Складання різних нескладних обчислювальних і логічних програм. [9] – задачі.	2	1
2	Реалізація алгоритмів Matlab. [9] – задачі.	2	1
3	Реалізація та побудова графіка різноманітних імпульсів з використанням Matlab та універсального дослідницького лабораторного стенду кафедри ПЕЕТ. [5] с. 150-172.	4	1
4	Обчислення амплітудного і фазового спектру. Визначення рівня бічних пелюсток і ширини спектра. Порівняння результатів при використанні функцій MATLAB для генерації імпульсів. [5] с. 150-172.	4	1
Змістовий модуль 2			
5	Побудова АЧХ і ФЧХ лінійних ланцюгів. Розкладання функції передачі на суму простих дробів, обчислення та побудова імпульсної характеристики системи. [5] с. 97-104.	4	1
6	Використання функції MATLAB для розрахунку лінійних ланцюгів. Частотні властивості лінійних чотириполюсників з резонансом струму і напруги. [10] с. 301-348.	4	1
7	Прийом в Matlab реальних сигналів технологій ADS-B і AIS за допомогою приймачів RTL-SDR. Побудова різних характеристик отриманих сигналів. [8] с. 49-111.	12	1
	Разом	30	6

Самостійна робота

Розподіл годин самостійної роботи для студентів денної форми навчання:

- підготовка до лекційних занять – **0,7 год. / 1 лекцію;**
- підготовка до лабораторних робіт – **0,8 год. / 1 заняття;**
- підготовка до тестування – **4,5 год. / 1 тест;**
- підготовка до заліку – **6 год.**

Завдання для самостійної роботи

№ з/п	Вид роботи	Кількість годин	
		Денна форма	Заочна форма
Змістовий модуль 1			
1	Підготовка до лекційних занять	5	9
2	Підготовка до лабораторних робіт	12	18
3	Підготовка до тестування	3	6
	Разом за змістовним модулем 1	20	33
Змістовий модуль 2			
5	Підготовка до лекційних занять	5	12
6	Підготовка до лабораторних робіт	12	25
7	Підготовка до тестування	3	5
	Підготовка до заліку	5	5
	Разом за змістовним модулем 2	25	47
	Разом	45	80

Індивідуальне науково дослідне завдання

Не передбачено.

6. Методи навчання, засоби діагностики результатів навчання та методів їх демонстрування

Методи навчання:

- лекції;
- лабораторні роботи;
- робота з літературою;
- інструктаж з техніки безпеки та пожежної безпеки (проводиться одноразово на першому занятті в лабораторії).

Засоби оцінювання та методи демонстрування результатів навчання з дисципліни:

- стандартизовані тести;
- модульні контрольні роботи;
- презентації результатів виконаних лабораторних робіт;
- презентації результатів виконаних досліджень;
- підсумкова семестрова контрольна робота;
- залік.

7. Форми поточного та підсумкового контролю

Рівень засвоєння матеріалу дисципліни здійснюється шляхом проведення поточного контролю у вигляді тестових завдань різної складності, перевірки результатів виконання лабораторних робіт та підсумкового контролю у формі заліку. Питома вага заключного заліку в загальній системі оцінок – 40 балів.

Поточний контроль проводиться на кожній лабораторній роботі та за результатами самостійної роботи. Він передбачає оцінювання теоретичної підготовки здобувачів вищої освіти із зазначеної теми шляхом тестування (у тому числі, самостійно опрацьованого матеріалу) та набутих практичних навичок під час виконання лабораторних робіт. Підсумкова оцінка з дисципліни складається з оцінок, отриманих за поточний модульний контроль у формі тестування – до 18 балів, результатів виконання лабораторних робіт – до 42 бали, та заліку – до 40 балів.

За всі контрольні заходи (КЗ) протягом семестру студент може отримати від 0 до 100 балів. Право здавати заключний залік дається студенту, якій з урахуванням максимальних балів проміжних оцінок набирає не менше 60 балів. Підсумкова оцінка навчального курсу є сумою проміжних оцінок і оцінки заліку.

За всі контрольні заходи (КЗ) протягом семестру студент може отримати від 0 до 100 балів. Умовою допуску студента до КЗ є мінімальна сума балів, яку студент повинен набрати у разі виконання всіх елементів модулів. Якщо студент не набрав мінімальну суму балів, то він не допускається до КЗ і йому рекомендується набрати цю кількість за рахунок написання реферату на одну із зазначених вище тем.

Семестровий підсумковий контроль здійснюється у формі заліку, що проводиться у письмовій формі. Студент, який набрав за всі КЗ менше 60 балів, пише підсумкову семестрову залікову роботу (проводиться у письмовій формі у вигляді тестів), до якої він допускається, якщо має за виконання всіх передбачених елементів модулів необхідну мінімальну суму 50 балів. Максимальна кількість балів за підсумкову залікову роботу становить 40 балів. Результуюча оцінка виставляються відповідно до шкали оцінювання ECTS.

**Форми контролю результатів навчальної
діяльності студентів та їх оцінювання**

Лабораторні роботи	Критерії оцінювання
6	Студент самостійно виконав всі етапи на ПК або стенді кафедри повністю у встановлений термін, отримано вірні відповіді або інше необхідне подання результату роботи. У звіті в теоретичних викладках немає прогалин і помилок. В тексті програми в Matlab немає синтаксичних помилок або немає помилок при проведенні експерименту на стенді кафедри (можливі одна-дві різні неточності, описки, які не є наслідком незнання або нерозуміння навчального матеріалу).
4	Робота виконана повністю, але обґрунтування кроків вирішення недостатні, або використані найменш оптимальні підходи до вирішення поставленого завдання. При виконанні виявилось недостатнє володіння навичками роботи з ПК або лабораторним обладнанням в рамках поставленого завдання. Допущена одна помилка або два-три недоліки в кресленнях, викладках або тексті програми.
3	Робота виконана в повному обсязі, допущено більше однієї помилки або двох-трьох недоліків в викладках, кресленнях або програмі, але студент володіє обов'язковими вміннями за темами, що перевіряються, та основними навичками роботи на ПК та на лабораторному устаткуванні, необхідними для вирішення поставленого завдання.
2	Допущені істотні помилки, які показали, що студент не володіє обов'язковими знаннями з даної теми в повній мірі, вміннями і навичками роботи на ПК та на лабораторному устаткуванні, або значна частина роботи виконана не самостійно.
0	Робота показала повну відсутність у студента навичок практичної роботи на ПК та на лабораторному устаткуванні, обов'язкових знань та вмінь за темами, що перевіряються.
	<i>Максимальна оцінка студента за даний компонент програми 42 бали (7 робіт по 6 балів).</i>

Поточний модульний контроль у формі тестування

Правильних відповідей, %	100	90	80	70	60	50	40	30	20	10
Бал	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0

Форма контролю	Максимальна кількість балів
	Денна та заочна форма
Виконання завдань лабораторних робіт	7*6 балів=42 бали
Поточний модульний контроль	2*9=18 балів
Всього	60

Критерії оцінювання знань з дисципліни у формі заліку (3-й та 4-й семестри)

Заліки проводиться в письмовій формі та складається з трьох завдань – двох теоретичних запитань та тесту. Максимальна оцінка студента за даний компонент програми 40 балів

Виконання першого завдання потребує повної аналітичної і змістовної відповіді (оцінюється від 0 до 15 балів).

13-15 балів отримують студенти, які повно та ґрунтовно розкрили теоретичне питання, використавши при цьому не лише обов'язкову, а й додаткову літературу, в повному обсязі володіють навчальним матеріалом, вільно, самостійно й аргументовано його викладають під час письмової відповіді.

10-12 балів отримують студенти, які достатньо повно володіють навчальним матеріалом, в цілому розкрили теоретичне питання, однак не повно, і допустили деякі несуттєві неточності та незначні помилки, не вистачає достатньої глибини та аргументації. При цьому не було використано на достатньому рівні обов'язкову літературу.

8-9 балів отримують студенти, які в цілому володіють навчальним матеріалом, правильно визначили сутність питання, але розкрили його не повністю, без глибокого всебічного аналізу, обґрунтування та аргументації, допустивши деякі незначні помилки.

6-7 балів отримують студенти, які в цілому володіють навчальним матеріалом, правильно визначили сутність питання але без використання необхідної літератури, розкривши його частково і допустивши при цьому окремі суттєві неточності і помилки, котрі частково впливають на загальне розуміння питання.

3-5 балів отримують студенти, які не в повному обсязі володіють матеріалом, загалом правильно визначили сутність питання, однак недостатньо або поверхнево розкривши більшість його окремих положень і допустивши при цьому окремі помилки, які частково вплинули на загальне розуміння проблеми.

0-2 бали отримують студенти, які частково володіють навчальним матеріалом, фрагментарно та поверхнево розкрили лише окремі положення питання і допустили при цьому певні суттєві помилки, котрі значно вплинули на загальне розуміння питання.

Друге питання потребує короткої відповіді, котра розкриває сутність того чи іншого поняття або теоретичного положення (оцінюється від 0 до 15 балів).

12-15 балів отримують студенти, які повністю розкрили сутність поняття, дали його чітке визначення або проаналізували і зробили висновок з конкретного теоретичного положення.

7-11 балів отримують студенти, які правильно, але не повністю дали визначення поняття, або поверхнево проаналізували і зробили висновок з теоретичного положення.

3-6 балів отримують студенти, які правильно, але лише частково визначили те чи інше поняття, або частково проаналізували і зробили висновок з теоретичного положення.

0-2 бали отримують студенти, які частково і поверхнево визначили те чи інше поняття або сформулювали висновок з теоретичного положення, допустивши неточності та помилки.

Третє завдання семестрового заліку (3,4 семестри) представляє собою тест, що містить 15 запитань і оцінюється від 0 до 15 балів. Кожна вірна відповідь на запитання тесту оцінюється в 1 бал.

8. Критерії оцінювання результатів навчання

		Денне відділення 4-й семестр		Заочне відділення 4-й семестр	
		Вид роботи	Кількість балів	Вид роботи	Кількість балів
ЗМ 1	T1	Лабораторна робота №1,2,3,4	4*6=24	Лабораторна робота №1,2,3,4	4*6=24
ЗМ 1	T2	Лабораторна робота №5,6,7	3*6=18	Лабораторна робота №5,6,7	3*6=18
ПМК		Тест	2*9=18	Тест	2*9=18
Підсумковий контроль		Залік	40	Залік	40
Сума			100		100

9. Інструменти, обладнання та програмне забезпечення, використання яких передбачає навчальна дисципліна

На лекційних заняттях доцільно використовувати технічні засоби, а саме: комп'ютер, мультимедійний проектор, інтерактивну дошку. Якщо є можливість інтерактивної дошки або проектора, то наочні пояснення можна організувати таким чином: теоретичні відомості будуть наочно супроводжуватися демонстрацією на інтерактивній дошці (за наявності), або мультимедійному проекторі. Це дає можливість студенту не тільки почути, а й побачити, що сприяє більш ефективному засвоєнню нового матеріалу. Такі лекції є найдоступнішою і найцікавішою формою викладання нового матеріалу з навчальної дисципліни «Основи теорії сигналів».

На практичних заняттях студенти використовують комп'ютери та отримують навички ефективного використання сучасних комп'ютерно-інформаційних технологій у своїй діяльності, що має забезпечити формування у студентів основ інформаційної культури та інформативно-комунікативної компетентності. Також комп'ютери використовуються для проведення поточного модульного контролю у формі тестування.

В якості середовища виконання лабораторних робіт використовується Matlab R2019a, а також універсальний дослідницький лабораторний стенд кафедри ПЕЕТ. Як наочний матеріал на лекціях і практичних заняттях використовуються конспект лекцій з дисципліни «Основи теорії сигналів» та методичні вказівки до виконання лабораторних робіт.

10.Рекомендовані джерела інформації

Основна література

1. Марченко А.Л., Марченко Е.А. Основи перетворення інформаційних сигналів. Навчальний посібник для вузів. – К.: Гаряча Лінія - Телеком, 2015 р. – 288 с.
2. Іхсанов Ш. М. Методичні рекомендації для вивчення теорії та виконання лабораторних робіт з дисципліни «Теорія електричного зв'язку». – Миколаїв : НУК ім. адм. Макарова, 2016. – 100 с.
3. Лазарев Ю.Ф. Початки програмування в середовищі MatLAB: Навчальний посібник. – К.: НТТУ «КПІ», 2003. – 424с.
4. Іхсанов Ш. М. Методичні рекомендації для вивчення теорії та виконання лабораторних робіт з дисципліни «Адаптивне оброблення сигналів». – Миколаїв : НУК ім. адм. Макарова, 2018. – 78 с.
5. Сергієнко А.Б. "Цифрова обробка сигналів". Підручник для вузів. - К.: НТТУ «КПІ», 2006 - 2007 р. – 752 с.
6. Оппенгейм А. Шафер Р. Цифрова обробка сигналів. - К.: Техносфера, 2006 р. - 856 с.
7. Умняшкін С.В. "Основи теорії цифрової обробки сигналів". Навчальний посібник. Видання друге, виправлене та доповнене. - К.: Техносфера, 2016. - 528 с.
8. Іхсанов Ш.М., Рябенський В.М., Дьяконов О.С. Дослідження сигналів реальних інформаційних систем з використанням приймачів RTL-SDR : навч. посіб. / Ш. М. Іхсанов, В. М. Рябенський, О. С. Дьяконов. – Миколаїв, 2018. – 183 с.
9. Станжицький О.М., Таран Є.Ю., Гординський Л.Д. Основи математичного моделювання: Навчальний посібник. – К.: Видавничо-поліграфічний центр «Київський університет», 2006. – 96 с.
10. Улахович Д.А. Основи теорії лінійних електричних кіл: Навч. посібник. - К.: НТТУ «КПІ», 2009. - 806 с.

Допоміжна література

11. Лайонс Річард. Цифрова обробка сигналів: Друге видання. Пер. з англ. - Львів.: "Біном-Прес", 2006 р. - 656 с.
12. Айфічер, Еммануїл С., Джервіс, Баррі У. Цифрове оброблення сигналів: практичний підхід, 2-е видання. : Пер. з англ. - Харків: Видавничий дім "Вільямс", 2004. – 992 с.
13. Мандзій Б. А., Желяк Р. І. Основи теорії сигналів. – Львів: Видавничий дім «Ініціатива», 2008. – 240 с.

Інформаційні ресурси в Інтернет

15. Сайт НУК. Режим доступу: nuos.edu.ua.

Розробник:

Доцент кафедри ПЕЕТ



к.т.н., доц. Іхсанов Ш.М.