

Міністерство освіти і науки України  
Національний аерокосмічний університет ім. М. Є. Жуковського  
«Харківський авіаційний інститут»

Кафедра аерокосмічних радіоелектронних систем (№ 501)

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Директор освітньої програми  
Давлюков В.В.  
(підпис) (ім'я та прізвище)

\_\_\_\_\_ 2021 р.



## РОБОЧА ПРОГРАМА ОBOB'ЯЗКОВОЇ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Сигнали та процеси  
(назва навчальної дисципліни)

**Галузь знань:** 17 «Електроніка та телекомунікації»  
(шифр і найменування галузі знань)

**Спеціальність:** 172 «Телекомунікації та радіотехніка»  
(код та найменування спеціальності)

**Освітня програма:** «Радіоелектронні пристрої, системи та комплекси»  
«Радіоелектронні комп'ютеризовані засоби»  
(найменування освітньої програми)

**Форма навчання: денна**

**Рівень вищої освіти: перший (бакалаврський)**

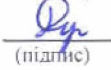
**Харків 2021 рік**

Розробники:

Нежальська К.М., доцент каф. 501, к.т.н.  
(прізвище та ініціали, посада, науковий ступінь та вчене звання)

  
(підпис)

Душепа В.А., старший викладач каф. 501  
(прізвище та ініціали, посада, науковий ступінь та вчене звання)

  
(підпис)

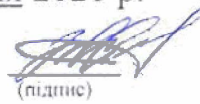
Робочу програму розглянуто на засіданні кафедри №501 аерокосмічних радіоелектронних систем

(назва кафедри)

Протокол № 12/10-21 від « 25 » серпня 2021 р.

Завідувач кафедри

К.Т.Н., доцент  
(науковий ступінь та вчене звання)

  
(підпис)

С.С. Жила  
(ініціали та прізвище)

## 1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, спеціальність, освітня програма, рівень вищої освіти	Характеристика навчальної дисципліни	
		Денна форма навчання	Заочна форма навчання
Кількість кредитів – 11	<p style="text-align: center;"><b>Галузь знань</b> 17 «Електроніка та телекомунікації» (шифр та найменування)</p> <p style="text-align: center;"><b>Спеціальність</b> 172 «Телекомунікації та радіотехніка» (код та найменування)</p> <p style="text-align: center;"><b>Освітня програма</b> «Радіоелектронні пристрої, системи та комплекси» «Радіоелектронні комп'ютеризовані засоби» (найменування)</p> <p style="text-align: center;"><b>Рівень вищої освіти:</b> перший (бакалаврський)</p>	Цикл загально-професійної підготовки	
Кількість модулів – 4		<b>Навчальний рік</b>	
Кількість змістових модулів – 5		2021/ 2022	
Індивідуальне завдання <hr style="width: 100%; border: 0; border-top: 1px solid black; margin-bottom: 5px;"/> <small>(назва)</small>		<b>Семестр</b>	
Загальна кількість годин – 3-й семестр – 88/107 4-й семестр – 56/79		<u>3-й</u>	<u>4-й</u>
Кількість тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 3-й семестр – перша половина – 5/ друга половина – 6 4-й семестр – перша половина – 3/ друга половина – 4 самостійної роботи студента – 3-й семестр – 6,6875 4-й семестр – 4,9375		<b>Лекції<sup>1)</sup></b>	
		<u>40</u> годин	<u>32</u> години
		<b>Практичні, семінарські<sup>1)</sup></b>	
		<u>24</u> години	годин
		<b>Лабораторні<sup>1)</sup></b>	
	<u>24</u> години	<u>24</u> години	
<b>Самостійна робота</b>			
<u>107</u> годин	<u>79</u> годин		
<b>Вид контролю</b>			
		модульний контроль, іспит	модульний контроль, іспит

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної роботи становить: для денної форми навчання: 3-й семестр – 88/107, 4-й семестр – 56/79.

<sup>1)</sup>Аудиторне навантаження може бути зменшене або збільшене на одну годину в залежності від розкладу занять.

## 2. Мета та завдання навчальної дисципліни

**Мета вивчення:** дати знання про основні сигнали, що використовуються в радіотехніці, основні елементи радіотехнічних систем та процеси, які відбуваються з сигналами у відповідних системах.

**Завдання:** вивчення основних законів, властивостей, та методів дослідження радіотехнічних сигналів та систем.

### **Результати навчання.**

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен **знати:**

- властивості детермінованих і випадкових сигналів;
- основи спектрального аналізу детермінованих і випадкових сигналів;
- основи кореляційного аналізу детермінованих і випадкових сигналів;
- основи теорії дискретизації аналогових сигналів;
- методи синтезу та аналізу лінійних стаціонарних систем;
- перетворення сигналів в лінійних радіотехнічних ланцюгах;
- основи модуляції.

### **вміти:**

- створювати та використовувати математичний опис сигналів та процесів в радіотехніці;
- аналізувати процеси в складних радіотехнічних колах;
- використовувати можливості ПОМ для комп'ютерного розрахунку процесів та сигналів в радіотехнічних колах.

### **мати уявлення про:**

- основні сигнали в радіотехніці та їх аналітичний опис;
- основні радіотехнічні процеси і умови їх реалізації.

**Міждисциплінарні зв'язки:** вища математика, фізика, основи теорії кіл.

## 3. Програма навчальної дисципліни

### **Модуль 1.**

**Змістовний модуль 1. Спектральний аналіз детермінованих безперервних сигналів.**

#### **Тема 1. Вступ.**

Предмет курсу. Структура курсу. Класифікація сигналів та систем. Поняття стаціонарності та лінійності систем.

#### **Тема 2. Ортогональні базиси та узагальнений ряд Фур'є.**

Поняття ортогональності двох сигналів. Ортогональні базиси. Розкладання по ортогональному базису.

#### **Тема 3. Спектральний аналіз періодичних сигналів.**

Ряд Фур'є в тригонометричній формі. Ряд Фур'є в комплексній формі.

#### **Тема 4. Спектральний аналіз неперіодичних сигналів.**

Граничний перехід від ряду Фур'є до перетворення Фур'є. Поняття спектральної щільності, зв'язок із спектром періодичного сигналу.

Властивості перетворення Фур'є. Перетворення Фур'є від сигналів, які не інтегруються.

### **Тема 5. Енергетичні співвідношення при спектральному аналізі безперервних сигналів. Розкладання по негармонійному базису.**

Поняття енергії та потужності безперервного сигналу. Енергетичні співвідношення при спектральному аналізі. Рівність Парсеваля. Функції Уолша. Приклад розкладання по функціях Уолша. Вейвлет аналіз.

### **Змістовний модуль 2. Спектральний аналіз дискретних сигналів.**

#### **Тема 6. Дискретизація.**

Теорема відліків (Котельникова). Сигнали з обмеженим спектром. Теорема відліків. Відновлення безперервного сигналу по дискретних відліках.

#### **Тема 7. Спектральний аналіз неперіодичних дискретних сигналів.**

Методи аналізу дискретних сигналів. Перетворення Фур'є від дискретного неперіодичного сигналу.

#### **Тема 8. Спектральний аналіз періодичних дискретних сигналів.**

Розкладання дискретного періодичного сигналу в ряд Фур'є. Дискретне перетворення Фур'є (ДПФ). Зв'язок коефіцієнтів ДПФ із спектральною щільністю дискретного неперіодичного сигналу.

### **Змістовний модуль 3. Кореляційний аналіз.**

#### **Тема 9. Згортка та кореляція.**

Навіщо потрібна кореляція? Лінійна згортка і кореляція дискретних сигналів. Згортка і кореляція неперіодичних безперервних сигналів. Приклади кореляції для реальних сигналів (дискретні коди Баркера, радіоімпульс і ЛЧМ сигнал). Кореляція періодичних безперервних сигналів.

#### **Тема 10. Кореляційно-спектральний аналіз**

Зв'язок взаємної кореляційної функції зі взаємним енергетичним спектром для детермінованих сигналів.

### **Модульний контроль**

### **Модуль 2.**

#### **Змістовний модуль 4. Лінійні стаціонарні системи (ЛСС)**

#### **Тема 11. Безперервні дискретні ЛСС.**

Властивості лінійності і стаціонарності для безперервних систем. Опис безперервних ЛСС за допомогою диференціального рівняння, приклади (РС-ланцюжок). Властивості лінійності і стаціонарності для дискретних систем. Опис дискретних ЛСС за допомогою різницевих рівнянь.

#### **Тема 12. Метод імпульсної характеристики.**

Імпульсна характеристика для безперервної системи. Перехідна характеристика, зв'язок з імпульсною. Інтеграл Дюамеля. Приклад, імпульсна характеристика РС-ланцюжка. Імпульсна характеристика для дискретної системи.

#### **Тема 13. Перетворення Лапласа.**

Перетворення Лапласа як узагальнення перетворення Фур'є. Збіжність перетворення Лапласа. Перетворення Лапласа для аналізу безперервних

систем (наприклад, RC- ланцюжок). Нулі і полюси функції передачі. Функція передачі  $K(p)$ , її зв'язок з імпульсною характеристикою  $h(t)$ .

**Тема 14. Операторний метод аналітичного розрахунку ланцюгів.**

Операторний метод (за допомогою перетворення Лапласа). Приклад, проходження прямокутного імпульсу через RC- ланцюжок.

**Тема 15. Z-перетворення.**

Z-перетворення для дискретних систем. Функція передачі  $H(z)$ , її зв'язок з імпульсною характеристикою  $h(k)$ . Нулі і полюси функції передачі.

**Тема 16. Частотний коефіцієнт передачі  $K(j\omega)$ .**

$K(j\omega)$  для безперервних систем, зв'язок з  $K(p)$ ,  $h(t)$ . АЧХ і ФЧХ системи.  $K(j\omega)$  для дискретних систем, зв'язок з  $H(z)$ ,  $h(k)$ . Приклади.

**Тема 17. Опис в просторі станів.**

Опис в просторі станів безперервних систем. Приклад. Опис в просторі станів дискретних систем.

**Модульний контроль**

**Модуль 3.**

**Змістовний модуль 5. Випадкові процеси (ВП).**

**Тема 1. Випадкові величини.**

Випадкові величини (безперервні та дискретні). Функція розподілу і щільність розподілу безперервної випадкової величини. Функція розподілу і закон розподілу дискретної випадкової величини. Математичне очікування та дисперсія.

**Тема 2. Системи випадкових величин.**

Коефіцієнти кореляції і коваріації. Приклади.

**Тема 3. Вірогіднісні характеристики випадкових процесів.**

Поняття випадкового процесу. Багатовимірна щільність вірогідності.

**Тема 4. Функції кореляції і коваріації.**

Функції кореляції і коваріації. Некорельованість і статистична незалежність. Поняття стаціонарності та ергодичності. Стаціонарний гаусів випадковий процес.

**Тема 5. Спектральні характеристики випадкових величин.**

Поняття спектральної щільності потужності безперервного ВП. Теорема Вінера - Хінчина. Білий шум.

**Тема 6. Проходження ВП через лінійний ланцюг. Дискретні ВП.**

Перетворення характеристик безперервного ВП в лінійному ланцюзі. Дискретний білий шум. Проходження дискретного шуму через дискретний фільтр.

**Модульний контроль**

**Модуль 4.**

**Змістовний модуль 6. Аналітичні та вузькосмугові сигнали.**

**Тема 7. Аналітичний сигнал.**

Перетворення Гільберта. Аналітичний сигнал. Квадратурна обробка випадкового сигналу.

### Тема 8. Вузькосмуговий випадковий сигнал.

Поняття вузькосмугового сигналу. Вузькосмуговий ВП. Функція кореляції вузькосмугового ВП. Огинаюча і початкова фаза вузькосмугового ВП.

#### Модульний контроль

### 4. Структура навчальної дисципліни

Назва змістовного модуля і тем	Кількість годин				
	Усього	У тому числі			
		л	п	лаб.	с.р.
1	2	3	4	5	6
<b>Семестр 3</b>					
<b>Модуль 1</b>					
<b>Змістовний модуль 1. Спектральний аналіз детермінованих безперервних сигналів</b>					
Тема 1. Вступ.	10	2	2		6
Тема 2. Ортогональні базиси та узагальнений ряд Фур'є	14	4	2		8
Тема 3. Спектральний аналіз періодичних сигналів	16	4	4		8
Тема 4. Спектральний аналіз неперіодичних сигналів.	12	2	2		8
Тема 5. Енергетичні співвідношення при спектральному аналізі безперервних сигналів. Розкладання по негармонійному базису.	10	2			8
Разом за змістовним модулем 1	<b>62</b>	<b>14</b>	<b>10</b>		<b>38</b>
<b>Змістовний модуль 2. Спектральний аналіз дискретних сигналів.</b>					
Тема 6. Дискретизація.	18	2	2	6	8
Тема 7. Спектральний аналіз неперіодичних дискретних сигналів.	8	2		6	
Тема 8. Спектральний аналіз періодичних дискретних сигналів.	14	2	2	4	6
Разом за змістовним модулем 2	<b>40</b>	<b>6</b>	<b>4</b>	<b>16</b>	<b>14</b>
<b>Змістовний модуль 3. Кореляційний аналіз</b>					
Тема 9. Згортка та кореляція.	12	2	2		8
Тема 10. Кореляційно-спектральний аналіз.	10	2			8
Разом за змістовним модулем 3	<b>22</b>	<b>4</b>	<b>2</b>		<b>16</b>
<b>Модуль 2</b>					
<b>Змістовний модуль 4. Лінійні стаціонарні системи (ЛСС)</b>					
Тема 11. Безперервні та дискретні ЛСС.	5	4	1		
Тема 12. Метод імпульсної характеристики.	13	2	1	2	8
Тема 13. Перетворення Лапласа.	17	2	1	2	12
Тема 14. Операторний метод	9	2	1		6

аналітичного розрахунку ланцюгів.					
Тема 15. Z-перетворення.	11	2	1	2	6
Тема 16. Частотний коефіцієнт передачі $K(j\omega)$ .	6	2	2	2	
Тема 17. Опис в просторі станів.	10	2	1		7
Разом за змістовним модулем 4	<b>71</b>	<b>16</b>	<b>8</b>	<b>8</b>	<b>39</b>
<b>Усього годин за семестр</b>	<b>195</b>	<b>40</b>	<b>24</b>	<b>24</b>	<b>107</b>
<b>Семестр 4</b>					
<b>Модуль 3</b>					
<b>Змістовний модуль 5. Випадкові процеси (ВП)</b>					
Тема 1. Випадкові величини.	19	4		4	11
Тема 2. Системи випадкових величин.	18	2		4	12
Тема 3. Вірогіднісні характеристики випадкових процесів.	4	4			
Тема 4. Функції кореляції і коваріації.	14	2			12
Тема 5. Спектральні характеристики випадкових величин.	12	2		4	6
Тема 6. Проходження ВП через лінійний ланцюг. Дискретні ВП.	6	2		4	
Разом за змістовним модулем 5	<b>73</b>	<b>16</b>		<b>16</b>	<b>41</b>
<b>Модуль 4</b>					
<b>Змістовний модуль 6. Аналітичні та вузькосмугові сигнали</b>					
Тема 7. Аналітичний сигнал.	22	6		4	12
Тема 8. Поняття вузькосмугового сигналу.	21	4		4	13
Тема 9. Вузькосмуговий випадковий сигнал.	19	6			13
Разом за змістовним модулем 6	<b>62</b>	<b>16</b>		<b>8</b>	<b>38</b>
<b>Усього годин за семестр</b>	<b>135</b>	<b>32</b>		<b>24</b>	<b>79</b>
<b>Усього годин за рік</b>	<b>330</b>	<b>72</b>	<b>24</b>	<b>48</b>	<b>157</b>

### 5. Теми семінарських занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1		
	<b>Разом</b>	

### 6. Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
<b>Семестр 3</b>		
<b>Модуль 1</b>		



1	Лінійність та стаціонарність систем	2
2	Ортогональні базиси	2
3	Ряд Фур'є	4
4	Перетворення Фур'є	2
5	Дискретизація сигналів	2
6	Дискретне перетворення Фур'є	2
7	Кореляційний аналіз детермінованих сигналів	2
<b>Модуль 2</b>		
8	Аналіз систем у часовій області	3
9	Аналіз систем у спектральній області	2
10	Перетворення Лапласа	2
11	Z-перетворення	1
	<b>Разом за семестр</b>	<b>24</b>

### 7. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
<b>Семестр 3</b>		
<b>Модуль 1</b>		
1	Основи моделювання сигналів на ПОМ	4
2	Дискретизація сигналів	2
3	Моделювання дискретних сигналів	2
4	Дискретне перетворення Фур'є (ДПФ)	4
5	Моделювання ДПФ	4
<b>Модуль 2</b>		
6	Безперервні ЛСС	4
7	Дискретні ЛСС	4
	<b>Разом за семестр</b>	<b>24</b>
<b>Семестр 4</b>		
<b>Модуль 3</b>		
1	Моделювання випадкових величин	8
2	Розрахунок характеристик випадкових величин	8
<b>Модуль 4</b>		
3	Аналітичний сигнал	4
4	Вузькосмуговий сигнал	4
	<b>Разом за семестр</b>	<b>24</b>
	<b>Разом за рік</b>	<b>48</b>

### 8. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
<b>Семестр 3</b>		
<b>Модуль 1</b>		
1	Класифікація систем за різними ознаками (Тема 1)	6
2	Ортонормовані базиси (Тема 2)	8
3	Розкладання в ряд Фур'є парних та непарних функцій (Тема 3)	8
4	Перетворення Фур'є від різних функцій (Тема 4)	4
5	Перетворення Фур'є від неінтегрованих сигналів (Тема 4)	4
6	Приклад розкладання по функціях Уолша. (Тема 5)	8
7	Приклади дискретизації різних сигналів (Тема 6)	8
8	ДПФ від різних функцій (Тема 8)	6
9	Кореляційні функції між різними сигналами (Тема 9)	8
10	Приклади кореляції для реальних сигналів (дискретні коди Баркера, радіоімпульс і ЛЧМ сигнал). (Тема 10)	8
<b>Модуль 3</b>		
11	Імпульсна характеристика RC- ланцюжка. (Тема 12)	4
12	Розрахунок різних систем у часовому просторі (Тема 12)	4
13	Розрахунок систем у спектральній області (Тема 13)	6
14	Приклади знаходження перетворювання Лапласа (Тема 13)	6
15	Проходження прямокутного імпульсу через RC- ланцюжок (Тема 14)	6
16	Z-перетворювання різних функцій (Тема 15)	6
17	Опис RC- ланцюжка у просторі станів (Тема 17)	7
	<b>Разом за семестр</b>	<b>107</b>
<b>Семестр 4</b>		
<b>Модуль 3</b>		
1	Приклади безперервних та дискретних випадкових процесів (Тема 1)	11
2	Характеристична функція випадкових величин (Тема 3)	12
3	Диференціювання та інтегрування випадкових величин (Тема 3)	12
4	Приклади використанні теореми Вінера – Хінчина (Тема 6)	6
<b>Модуль 4</b>		
5	Використання аналітичного сигналу в радіотехніці (Тема 7)	12
6	Прикладивузькосмугового сигналу(Тема 8)	13
7	Опис завад як вузькосмугових випадкових сигналів (Тема 9)	13
	<b>Разом за семестр</b>	<b>79</b>
	<b>Разом за рік</b>	<b>186</b>

## 9. Індивідуальні завдання

## 10. Методи навчання

Проведення аудиторних лекцій, практичних занять, індивідуальні консультації (при необхідності), самостійна робота студентів за матеріалами, опублікованими кафедрою (методичні посібники), проведення олімпіад.

### 11. Методи контролю

Проведення поточного контролю, письмового модульного контролю, фінальний контроль у вигляді іспитів.

### 12. Критерії оцінювання та розподіл балів, які отримують студенти

#### 1.2.1 Розподіл балів, які отримують студенти

Складові навчальної роботи	Бали за одне заняття (завдання)	Кількість занять (завдань)	Сумарна кількість балів
<b>Семестр 3</b>			
<b>Модуль 1</b>			
Робота на лекціях	0,5	10	5
Виконання і захист лабораторних робіт	7	1	7
Робота на практичних заняттях	2	4	8
Домашні завдання	3	3	9
Модульний контроль	21	1	21
<b>Модуль 2</b>			
Робота на лекціях	0,5	10	5
Виконання і захист лабораторних робіт	7	1	7
Робота на практичних заняттях	1	8	8
Домашні завдання	3	3	9
Модульний контроль	21	1	21
<b>Усього за семестр</b>			<b>100</b>
<b>Семестр 4</b>			
<b>Модуль 3</b>			
Робота на лекціях	1	16	16
Виконання і захист лабораторних робіт	8	1	8
Модульний контроль	26	1	26
<b>Модуль 4</b>			
Робота на лекціях	1	16	16
Виконання і захист лабораторних робіт	8	1	8
Модульний контроль	26	1	26
<b>Усього за семестр</b>			<b>100</b>

Семестровий контроль (іспит) проводиться у разі відмови студента від балів поточного тестування й наявності допуску до іспиту. Під час складання семестрового іспиту студент має можливість отримати максимум 100 балів.

Білет для іспиту складається з двох теоретичних питань та двох задач. Максимум балів за теоретичне питання – 32, за задачу – 18

### 1.2.2 Якісні критерії оцінювання

Необхідний обсяг знань для одержання позитивної оцінки:

- властивості детермінованих і випадкових сигналів;
- основи спектрального аналізу детермінованих і випадкових сигналів;
- основи кореляційного аналізу детермінованих і випадкових сигналів;
- основи теорії дискретизації аналогових сигналів;
- методи синтезу та аналізу лінійних стаціонарних систем;
- перетворення сигналів в лінійних радіотехнічних ланцюгах;
- основи модуляції.

Необхідний обсяг вмінь для одержання позитивної оцінки:

- створювати та використовувати математичний опис сигналів та процесів в радіотехніці;
- аналізувати процеси в складних радіотехнічних колах;
- використовувати можливості ПОМ для комп'ютерного розрахунку процесів та сигналів в радіотехнічних колах.

### 1.2.3 Критерії оцінювання роботи студента протягом семестру

**Задовільно (60-74).** Показати мінімум знань та умінь. Відпрацювати та захистити всі лабораторні роботи, виконати та захистити розрахункову роботу. Знати основи спектрального аналізу та цифрової обробки сигналів. Вміти аналізувати найпростішу радіотехнічну систему.

**Добре (75-89).** Твердо володіти мінімумом знань, виконати усі завдання в обумовлений викладачем строк. Відпрацювати та захистити всі лабораторні роботи з обґрунтуванням рішень та заходів, які запропоновано у роботах. Виконати та захистити розрахункову роботу з поясненнями. Зробити та здати власноруч розв'язані домашні завдання. Знати та вміти виконувати спектральний аналіз сигналів. Знати та вміти реалізовувати перетворення сигналів при їх цифровій обробці. Вміти аналізувати найпростішу радіотехнічну систему за різними показниками.

**Відмінно (90-100).** Повно знати основний та додатковий матеріал. Знати усі теми. Орієнтуватися у підручниках та посібниках. Відпрацювати та захистити безпомілково всі лабораторні роботи з обґрунтуванням рішень та заходів, які запропоновано у роботах. Виконати та відмінно захистити розрахункову роботу з поясненнями. Зробити та здати власноруч розв'язані домашні завдання з вірними рішеннями. Досконально знати та вміти виконувати спектральний аналіз сигналів, реалізовувати перетворення сигналів при їх цифровій обробці. Вміти аналізувати будь-яку радіотехнічну систему за різними показниками.

## Шкала оцінювання: бальна та традиційна

Сума балів	Оцінка за національною шкалою	
	Іспит, диференційований залік	Залік
90-100	Відмінно	Зараховано
75-89	Добре	
60-74	Задовільно	
0-59	Незадовільно	Не зараховано

### 13. Методичне забезпечення

- 1) Усс, М. Л. Моделирование и анализ радиотехнических устройств и систем в пакетах MATLAB/Simulink, OrCAD/PSpice [Текст] : учеб. пособие по лаб. практикуму / М. Л. Усс, В. А. Душепа. – Х. : Нац. аэрокосм. ун-т им. Н. Е. Жуковского «Харьк. авиац. ин-т», 2016. – 96 с.
- 2) Робоча програма дисципліни «Сигнали та процеси».
- 3) Методичні вказівки для виконання лабораторних робіт, практичних занять та розрахункової роботи (в електронному вигляді).
- 4) Комп'ютерні презентації для лабораторних та практичних занять.

### 14. Рекомендована література

#### Базова

- 1) Баскаков С.И. «Радиотехнические цепи и сигналы. – 3 изд. перераб. и доп.– М.: Высш. школа, 2000. – 462 с.
- 2) Радиотехнические цепи и сигналы: Учебник для вузов. Стандарт третьего поколения / Под ред. В.Н. Ушакова – СПб.: Питер, 2014. – 336 с.: – ил. – (Серия «Учебник для вузов»).
- 3) Цифровая обработка сигналов / А.Б. Сергиенко– СПб.: Питер, 2003. – 604 с.: – ил.

#### Допоміжна

- 1) Гоноровский И.С. Радиотехнические цепи и сигналы: Учебник для вузов. – 4 изд. перераб. и доп.– М.: Радио и связь, 1986. – 512 с.: ил.
- 2) Зернов Н.В., Карпов В.Г. Теория радиотехнических цепей. – Л.: Энергия, 1972. – 816 с.

### 15. Інформаційні ресурси

- 1) Курс EdX, ІІТВBombay, Gadre Vikram M., “Signal and systems” part 1-2, 2015 (<https://www.edx.org/course/signals-systems-part-1-iitbombayx-ee210-1x-2> и <https://www.edx.org/course/signals-systems-part-2-iitbombayx-ee210-2x-2> )
- 2) Матеріали, МІТ ОСW, Alan V. Oppenheim, “Signal and systems”, 1987 (<https://ocw.mit.edu/resources/res-6-007-signals-and-systems-spring-2011/index.htm>).

3) Материалы, MIT OCW, Dennis Freeman, “Signal and systems”, 2011  
(<https://ocw.mit.edu/courses/electrical-engineering-and-computer-science/6-003-signals-and-systems-fall-2011/index.htm>).

**Сайт кафедри [k501.xai.edu.ua](http://k501.xai.edu.ua)**