

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

Кафедра Радіоелектронних та біомедичних комп'ютеризованих
засобів і технологій (№ 502)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Гарант освітньої програми



(підпис)

А.І. Трунова

(ініціали та прізвище)

«29» серпня 2022 р.

**РОБОЧА ПРОГРАМА ОBOB'ЯЗКОВОЇ
НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

**МЕТОДИ ТА ЗАСОБИ ОБРОБКИ СИГНАЛІВ
У БІОМЕДИЧНИХ ЗАСОБАХ**

(назва навчальної дисципліни)

Галузь знань: 16 Хімічна та біоінженерія
(шифр і найменування галузі знань)

Спеціальність: 163 Біомедична інженерія
(код і найменування спеціальності)

Освітня програма: Біомедична інженерія
(найменування освітньої програми)

Форма навчання: денна

Рівень вищої освіти: перший (бакалаврський)

Харків 2022 рік

Робоча програма Методи та засоби обробки сигналів у біомедичних засобах

(назва дисципліни)

для студентів за спеціальністю 163 Біомедична інженерія
освітньою програмою Біомедична інженерія

«29» серпня 2022 р., – 11 с.

Розробник: Бабаков М.Ф., професор каф. 502, к.т.н., доцент
(прізвище та ініціали, посада, науковий ступінь і вчене звання)

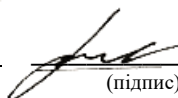

(підпис)

Робочу програму розглянуто на засіданні кафедри Радіоелектронних та біомедичних комп'ютеризованих засобів і технологій (№ 502)

(назва кафедри)

Протокол № 1 від «29» серпня 2022 р.

Завідувач кафедри Д.Т.Н., професор
(науковий ступінь і вчене звання)


(підпис)

О.В. Висоцька
(ініціали та прізвище)

1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показника	Галузь знань, спеціальність, освітня програма, рівень вищої освіти	Характеристика навчальної дисципліни (денна форма навчання)
Кількість кредитів – 4,5	<p>Галузь знань <u>16 Хімічна та біоінженерія</u> <small>(шифр і найменування)</small></p> <p>Спеціальність <u>163 Біомедична інженерія</u> <small>(код і найменування)</small></p> <p>Освітня програма <u>Біомедична інженерія</u> <small>(найменування)</small></p> <p>Рівень вищої освіти: перший бакалаврський</p>	Обов'язкова
Кількість модулів – 2		Навчальний рік
Кількість змістовних модулів – 2		2022/2023
Індивідуальне завдання <u>Розрахункова робота</u> <small>(назва)</small>		Семестр
Загальна кількість годин – 56/135		6-й
Кількість тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 3,5 самостійної роботи студента – 5		Лекції*
		24
		Практичні, семінарські*
		32
	Лабораторні*	
	-	
Самостійна робота		
79		
Вид контролю		
модульний контроль, залік		

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної роботи становить: 56/79

*Аудиторне навантаження може бути зменшене або збільшене на одну годину залежно від розкладу занять.

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Мета навчання: дати знання про основні математичні моделі сигналів та завад у радіоелектронних біомедичних засобах, методи статистичного синтезу оптимальних алгоритмів обробки сигналів для вирішення найпростіших задач такої обробки та аналого-цифрові принципи апаратної реалізації алгоритмів обробки, необхідних для подальшого вивчення фахових дисциплін за освітньою програмою «Біомедична інженерія».

Завдання: формування у студентів основних принципів розробки алгоритмів обробки сигналів для вирішення типових задач їх виявлення, розрізнення та оцінки параметрів.

Результати навчання:

Інтегральна компетентність:

Здатність розв'язувати складні спеціалізовані задачі та практичні проблеми у біомедичній інженерії або у процесі навчання, що передбачає застосування певних теорій та методів хімічної, біологічної та медичної інженерії, і характеризується комплексністю та невизначеністю умов

Загальні компетентності (ЗК):

1. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.
2. Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності.
4. Навички використання інформаційних і комунікаційних технологій.
8. Здатність приймати обґрунтовані рішення.

Фахові компетентності (ФК):

1. Здатність застосовувати пакети інженерного програмного забезпечення для проведення досліджень, аналізу, обробки та представлення результатів, а також для автоматизованого проектування медичних приладів та систем.
3. Здатність вивчати та застосовувати нові методи та інструменти аналізу, моделювання, проектування та оптимізації медичних приладів і систем.
6. Здатність ефективно використовувати інструменти та методи для аналізу, проектування, розрахунку та випробувань при розробці біомедичних продуктів і послуг.
7. Здатність планувати, проектувати, розробляти, встановлювати, експлуатувати, підтримувати, технічно обслуговувати, контролювати і координувати ремонт приладів, обладнання та системи для профілактики, діагностики, лікування і реабілітації, що використовується в лікарнях і науково-дослідних інститутах.
11. Здатність надавати інжинірингові послуги та забезпечувати техніко-інформаційний супровід біотехнічних та медичних апаратів, приладів та систем на всіх етапах їх життєвого циклу.
12. Здатність застосовувати базові знання методів та засобів отримання, обробки, інтерпретації, візуалізації та аналізу біосигналів, біомедичних даних та зображень біологічних об'єктів при розробці та модернізації біотехнічних та медичних апаратів, приладів та систем.

Програмні результати навчання:

ПРН 1. Застосовувати знання основ математики, фізики та біофізики, біоінженерії, хімії, інженерної графіки, механіки, опору та міцності матеріалів, властивості газів і рідин, електроніки, інформатики, отримання та аналізу сигналів і зображень, автоматичного управління, системного аналізу та методів прийняття рішень на рівні, необхідному для вирішення задач біомедичної інженерії.

ПРН 13. Вміти аналізувати сигнали, які передаються від органів на прилади, та проводити обробку діагностичної інформації.

ПРН 19. Вміти застосовувати знання принципів побудови сучасних сенсорів та мікропроцесорної техніки, засобів автоматизації медичного обладнання, методів та засобів отримання та обробки сигналів та зображень, принципів ергономіки при проектуванні, експертизі та сертифікації біотехнічних та медичних апаратів, приладів та систем.

ПРН 20. Здійснювати надання інжинірингових послуг та забезпечення техніко-інформаційного супроводу біотехнічних та медичних апаратів, приладів та систем на всіх етапах їх життєвого циклу.

Міждисциплінарні зв'язки:

- дисципліна базується на знаннях з вищої математики, основ електроніки та схемотехніки, сенсорів та вимірювальних перетворювачів;
- дисципліна забезпечує: комплексний курсовий проект з електроніки та схемотехніки, кваліфікаційну роботу (проект) бакалавра.

3. Програма навчальної дисципліни

Модуль 1

Змістовний модуль 1. Моделі сигналів та завад в радіоелектронних апаратах БМЗ

Тема 1. Вступ до дисципліни „Методи та засоби обробки сигналів в БМЗ”

Сигнали та завади в радіоелектронних системах та апаратах передачі інформації, вимірювальних (активних і пасивних), управління, зберігання та руйнування інформації. Задачі виявлення, розрізнення, розпізнавання, оцінки параметрів та фільтрації сигналів. Постановка задачі оптимального синтезу алгоритмів обробки сигналів. Предмет вивчення, мета і задачі дисципліни. місце дисципліни у навчальному плані.

Тема 2. Моделі детермінованих сигналів

Класифікація сигналів. Моделі детермінованих сигналів. Моделі та основні властивості дискретних сигналів. Моделі перетворення детермінованих сигналів лінійними радіоелектронними системами. приклади типових сигналів.

Тема 3. Моделі випадкових сигналів та завад

Моделі випадкових процесів. Характеристики стаціонарних випадкових процесів. Гаусівські стаціонарні випадкові процеси. Процеси з постійною спектральною щільністю. Приклади корельованих процесів. Моделі гаусівських завад в радіоелектронних апаратах. Перетворення стаціонарних випадкових процесів лінійними системами в радіоелектронних апаратах. Функція правдоподібності реалізацій випадкових процесів.

Модульний контроль

Змістовний модуль 2. Основи теорії обробки сигналів на фоні завад

Тема 4. Алгоритми прийняття двувальтернативних оптимальних статистичних рішень

Алгоритми прийняття двувальтернативних оптимальних статистичних рішень: Байеса, максимуму апостеріорної ймовірності, максимуму правдоподібності, Неймана-Пірсона, послідовний. Показники якості прийняття статистичних рішень.

Тема 5. Алгоритми прийняття багатоальтернативних оптимальних статистичних рішень

Алгоритми та показники якості прийняття багатоальтернативних рішень. Прийняття статистичних рішень за гаусовських сигналів без накопичення та з накопиченням.

Тема 6. Виявлення сигналів

Виявлення детермінованого сигналу. Кореляційний і фільтровий принципи виявлення. Показники якості виявлення. Обґрунтування технічних характеристик виявляча. Виявлення вузькополосного сигналу з невідомою фазою. Показники якості та схеми реалізації виявляча. Приклади алгоритмів виявлення типових сигналів.

Тема 7. Розрізнення сигналів

Розрізнення двох повністю відомих сигналів. Показники якості та схеми реалізації розрізнявача. Розрізнення цифрових сигналів з типовими видами маніпуляції (АМ, ФМ, ЧМ).

Розрізнення сигналів з невідомою фазою. Показники якості розрізнення. Розрізнення багатоальтернативне. Застосування псевдошумоподібних сигналів. Приклади алгоритмів розрізнення типових сигналів.

Тема 8. Статистична оптимізація оцінювання параметрів

Статистична оптимізація оцінювання параметрів. Показники якості оцінювання. Нерівність Рао-Крамера. Типові алгоритми оцінювання (Байеса, максимуму апостеріорної ймовірності, максимуму правдоподібності). Оцінювання енергетичних та неенергетичних параметрів сигналів на фоні завад. Функція невизначеності параметрів.

Тема 9. Приклади вимірювання сигналів

Багатоканальний та стежний принципи вимірювання. Вимірювачі амплітуди, фази, частоти, затримки сигналів. Обґрунтування технічних характеристик вимірювачів.

Модульний контроль

Модуль 2

Індивідуальне завдання: розрахункова робота

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
Модуль 1					
Змістовний модуль 1. Моделі сигналів та завад в радіоелектронній апаратурі БМЗ					
Тема 1. Вступ до дисципліни „Методи та засоби обробки сигналів в БМЗ”	6	2	-	-	4
Тема 2. Моделі детермінованих сигналів	16	4	6	-	6
Тема 3. Моделі випадкових сигналів та завад	14	4	4	-	6
Модульний контроль	8	-	2	-	6
Разом за змістовним модулем 1	44	10	12	-	22
Змістовний модуль 2. Основи теорії обробки сигналів на фоні завад					
Тема 4. Алгоритми прийняття двальтернативних оптимальних статистичних рішень	13	2	6	-	5
Тема 5. Алгоритми прийняття багатоальтернативних оптимальних статистичних рішень	6	2	-	-	4
Тема 6. Виявлення сигналів	22	4	6	-	12
Тема 7. Розрізнення сигналів	16	2	4	-	10
Тема 8. Статистична оптимізація оцінювання параметрів	7	2	-	-	5
Тема 9. Приклади вимірювання сигналів	9	2	2	-	5
Модульний контроль	8	-	2	-	6
Разом за змістовним модулем 2	81	14	20	-	47
Усього годин	125	24	32	-	69
Модуль 2					
Індивідуальне завдання: розрахункова робота	10	-	-	-	10
Контрольний захід	-	-	-	-	-
Усього годин	135	24	32	-	79

4. Теми семінарських занять
не передбачено навчальним планом

6. Теми практичних занять

№ п/п	Назва теми	Кількість годин
1	Енергія та функція кореляції детермінованих сигналів	2
2	Перетворення Фур'є детермінованих сигналів	2
3	Перетворення детермінованих сигналів лінійними системами	2
4	Вихідні моделі випадкових сигналів	2
5	Спектральні властивості спектральних випадкових процесів	2
6	Поелементний класифікатор двоальтернативних спостережень	2
7	Класифікатор двоальтернативних спостережень з накопиченням даних	2
8	Модульний контроль 1	2
9	Двоальтернативний класифікатор спостережень за класифікатором	2

	Неймана-Пірсона	
10	Виявлення детермінованого сигналу на фоні гаусівської завади	2
11	Метод узгодженої оптимальної фільтрації сигналу на фоні гаусівської завади	2
12	Виявлення сигналу з невідомою початковою фазою на фоні гаусівської завади	2
13	Розрізнення детермінованих сигналів на фоні гаусівської завади	2
14	Розрізнення сигналів з випадковими фазами на фоні гаусівської завади	2
15	Вимірювання параметрів сигналів на фоні гаусівської завади	2
16	Модульний контроль 2	2
	Усього годин	32

7. Теми лабораторних занять
не передбачено навчальним планом

8. Самостійна робота

№ п/п	Назва теми	Кількість годин
1	Вступ до дисципліни „Математичні методи обробки сигналів в БМЗ”	4
2	Моделі детермінованих сигналів	6
3	Моделі випадкових сигналів та завад	6
4	Алгоритми прийняття двоальтернативних оптимальних статистичних рішень	5
5	Алгоритми та показники якості прийняття багатоальтернативних рішень	4
6	Виявлення сигналів	12
7	Розрізнення сигналів	10
8	Статистична оптимізація оцінювання параметрів	5
9	Приклади вимірювання сигналів	5
10	Виконання розрахункової роботи	10
	Модульний контроль	12
	Усього годин	79

9. Індивідуальні завдання

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
	Виконання розрахункової роботи «Синтез алгоритму обробки сигналу»	10
1	Синтезувати поелементний алгоритм класифікації спостережень	2
2	Оцінити ймовірності класифікації спостережень	2
3	Синтезувати алгоритм класифікації спостережень з накопиченням	2
4	Оцінити ймовірності класифікації спостережень	2
5	Оформлення та здача роботи	2
	Усього годин	10

10. Методи навчання

Проведення аудиторних лекцій, практичних занять, індивідуальні консультації, самостійна робота над виконанням індивідуального завдання студентів за матеріалами лекцій, практичних занять, навчально-методичною, науковою та довідковою літературою. Технологія змішаного та дистанційного навчання..

11. Методи контролю

Поточний контроль роботи на лекціях та практичних заняттях, контроль самостійного вирішення задач, захист розрахункової роботи, письмовий модульний контроль, письмовий залік.

12. Критерії оцінювання та розподіл балів, які отримують студенти

12.1. Розподіл балів, які отримують студенти (кількісні критерії оцінювання)

Складові навчальної роботи	Бали за одне заняття (завдання)	Кількість занять (завдань)	Сумарна кількість балів
Змістовний модуль 1			
Робота на лекціях	0...0,5	5	0...2,5
Виконання і захист практичних робіт	0...2	5	0...10
Модульний контроль	0...20	1	0...20
Змістовний модуль 2			
Робота на лекціях	0...0,5	7	0...3,5
Виконання і захист практичних робіт	0...2	9	0...18
Модульний контроль	0...22	1	0...22
Виконання і захист РР	0...24	1	0...24
Усього за семестр			0...100

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

Білет для заліку складається з двох теоретичних та одного практичного питання. Максимальна кількість балів: за теоретичне питання – 30, за практичне питання – 40 (сума 100 балів)

12.2. 12.2. Якісні критерії оцінювання

Знати:

- основні задачі оптимальної обробки сигналів на фоні завад;
- вихідні моделі детермінованих і випадкових сигналів;
- основні положення теорії прийняття статистичних рішень при обробленні сигналів;
- принципи побудови алгоритмів, виявлення та розрізнення сигналів і оцінювання їх параметрів.

Вміти:

- вибирати алгоритми для вирішення типових задач прийняття статистичних рішень, виявлення та розрізнення сигналів та оцінки їх параметрів;
- давати апаратурне тлумачення реалізації алгоритмів оброблення сигналів.

12.3 Критерії оцінювання роботи студента протягом семестру

Задовільно (60-74). Показати мінімально-достатній рівень знань та умінь. Вміти викладати отримані знання в усній чи письмовій формі; при цьому, неповний обсяг засвоєного навчального матеріалу не повинен перешкоджати засвоєнню наступного програмного матеріалу; допускаються окремі істотні помилки, виправлені за допомогою викладача. Виконати та захистити всі практичні роботи з навчальної дисципліни. Відповідати на теоретичні питання на елементарному рівні в межах конспекту лекцій. Вирішувати простіші задачі модульного контролю. Вміти пояснити типові алгоритми та програмні рішення, що використовувалися при виконанні лабораторних робіт.

Добре (75-89). Показати середній рівень знань та умінь. Викладати отримані знання в усній чи письмовій формі у достатньому обсягу, системно, відповідно до вимог навчальної програми (допускаються окремі несуттєві помилки, що виправляються студентом після

указівки викладача). Виділяти істотні ознаки вивченого за допомогою операцій аналізу і синтезу; підкріпляти вивчений матеріал відомими фактами і відомостями; виявляти причинно-наслідкові зв'язки досліджуваних процесів та явищ; формулювати висновки і узагальнення, у яких можуть бути окремі несуттєві помилки. Виконати та захистити всі практичні роботи з навчальної дисципліни. Відповідати на теоретичні питання на достатньому рівні в межах конспекту лекцій та рекомендованих підручників, вміти обґрунтовано обирати типові рішення. Вирішувати задачі модульного контролю середнього рівня складності. Вміти розробляти типові алгоритми та програмні рішення, подібні тим, що використовувалися при виконанні лабораторних робіт.

Відмінно (90-100). Показати відмінний рівень знань та умінь. Викладати отримані знання в усній чи письмовій формі у повному обсягу, системно, відповідно до вимог навчальної програми (припустимими є одиничні несуттєві помилки, які студент виправляє самостійно). Виділяти істотні ознаки вивченого за допомогою операцій аналізу і синтезу; вільно оперувати відомими фактами і відомостями; виявляти причинно-наслідкові зв'язки досліджуваних процесів та явищ; формулювати висновки і узагальнення. Виконати та захистити всі практичні роботи з навчальної дисципліни. Відповідати на теоретичні питання на високому рівні в межах конспекту лекцій, рекомендованих підручників та додаткової літератури, вміти аналізувати надану інформацію та пропонувати нестандартні рішення, вміти їх обґрунтовувати. Вирішувати задачі модульного контролю високого рівня складності. Вміти розробляти нестандартні алгоритми та програмні рішення, відмінні від тих, що використовувалися при виконанні лабораторних робіт.

Шкала оцінювання: бальна і традиційна

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

13. Методичне забезпечення

1. Навчально-методичний комплекс з дисципліни «Методи та засоби обробки сигналів» [електронний ресурс] / Бабаков М.Ф. // Харків, НАУ «ХАІ», 2018. Режим доступу: <http://k502.khai.edu>
2. Методичні рекомендації з розрахункової роботи «Синтез алгоритму обробки сигналу». [електронний ресурс] / Бабаков М.Ф. // Харків, НАУ «ХАІ», 2019. Режим доступу: <http://k502.khai.edu>
3. Методичні вказівки до виконання завдань практичних занять з дисципліни. [електронний ресурс] / Бабаков М.Ф. // Харків, НАУ «ХАІ», 2019. Режим доступу: <http://k502.khai.edu>

14. Рекомендована література

Базова

1. Костенко П. Ю. Основи статистичної теорії інформаційно – вимірювальних радіотехнічних систем / П. Ю. Костенко, С. Я Фалькович – Х.: ХНУПС – 2021, 612 с.
2. Наконечний А. Й. Обробка сигналів [Текст]: навч. Посібник для студентів спец. 122 Комп'ютерна наука та інформаційні технології, 123 Комп'ютерна інженерія, 151 Автоматизація та комп'ютерно – інтегровані технології, 172 Телекомунікації та радіотехніка / А. Й. Наконечний, Р. І. Стахів, Р. А. Наконечний; Нац. Ун-т «Львів, політехніка». – Львів: Раст-7, 2017. – 217 с.: рис.

Допоміжна

1. Братченко Г. Д., Перелигін Б. В., Банзак О. В., Казакова Н. Ф., Григор'єв Д. В. Методи та засоби обробки сигналів. Навчальний посібник. – Одеса: Типографія – видавництво

«Плутон», 2014. – 452 с.

2. Обработка случайных сигналов и процессов / А.Н. Беседин, А.А. Зеленский, Г.П. Кулемин, В.В. Лукин – Учеб. пособие. – Харьков: Нац. аэрокосм. ун-т «ХАИ», 2005 – 469 с.

15. Інформаційні ресурси

1. Інформаційний портал кафедри 502, розділ навчальної дисципліни «Методи та засоби обробки сигналів»: <http://k502.khai.edu>