

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)

Г.В. Мигаль  
(ініціали та прізвище)

«29» серпня 2022 р.

**РОБОЧА ПРОГРАМА ОБОВ'ЯЗКОВОЇ  
НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

**СУЧАСНІ ТЕХНОЛОГІЇ ПРОЄКТУВАННЯ ТА КОНСТРУЮВАННЯ  
БІОМЕДИЧНИХ ЗАСОБІВ (КУРСОВИЙ ПРОЕКТ)**

(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 інформатика та радіоелектроніка

(найменування освітньої програми)

**Форма навчання: денна**

**Рівень вищої освіти: другий (магістерський)**

**Харків 2022 рік**

Робоча програма Сучасні технології проектування та конструювання біомедичних засобів (курсний проект)

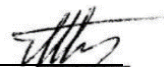
(назва дисципліни)

для здобувачів вищої освіти за спеціальністю 163 Біомедична інженерія  
освітньою програмою Біомедична інформатика та радіоелектроніка

«29» серпня 2022 р., 13 – с.

Розробник: Бабаков М. Ф., проф. каф. № 502, к.т.н., доц.

(прізвище та ініціали, посада, науковий ступінь і вчене звання)



(підпис)

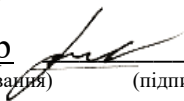
Робочу програму розглянуто на засіданні кафедри Радіоелектронних та біомедичних комп'ютеризованих засобів і технологій (№ 502)

(назва кафедри)

Протокол № 1 від «29» серпня 2022 р.

Завідувачка 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 – 2	<b>Галузь знань</b> <u>16 Хімічна та біоінженерія</u> <small>(шифр і найменування)</small>  <b>Спеціальність</b> <u>163 Біомедична інженерія</u> <small>(код і найменування)</small>  <b>Освітня програма</b>  <u>Біомедична інформатика та радіоелектроніка</u> <small>(найменування)</small>  <b>Рівень вищої освіти:</b>  другий (магістерський)	Обов'язкова
Кількість модулів – 2		<b>Навчальний рік</b>
Кількість змістовних модулів – 2		2022/2023
Індивідуальне завдання <u>Курсовий проект</u> <small>(назва)</small>		<b>Семестр</b>
Загальна кількість годин – 24/60		1-ий
Кількість тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 1,5 самостійної роботи студента – 2,25		<b>Лекції*</b>
		-
		<b>Практичні, семінарські*</b>
		24
		<b>Лабораторні*</b>
	-	
	<b>Самостійна робота</b>	
	36 годин	
	<b>Вид контролю</b>	
	Захист проекту, диференційований залік	

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної роботи становить:

24/36

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

## 2. Мета та завдання навчальної дисципліни

**Мета вивчення:** закріпити на практиці знання про сучасні технології проектування та конструювання біомедичних радіоелектронних засобів

**Завдання** - формування у здобувачів вищої освіти практичних знань з проектування, розробки, технологій виробництва та контролю характеристик складної біомедичної радіоелектронної апаратури.

Згідно з вимогами освітньо-професійної програми здобувачі вищої освіти повинні досягти таких **компетентностей**:

- здатність розв'язувати складні задачі та проблеми в галузі біомедичної інформатики та радіоелектроніки, що передбачає проведення досліджень та/або здійснення інновацій та характеризується невизначеністю умов і вимог. (ІК);

- здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу (ЗК1);

- здатність вирішувати комплексні проблеми біомедичної інженерії із застосуванням методів математики, природничих та інженерних наук (ФК1);

- здатність розробляти робочу гіпотезу, планувати і ставити експерименти для перевірки гіпотези і досягнення інженерної мети за допомогою відповідних технологій, технічних засобів та інструментів (ФК2);

- здатність аналізувати складні медико-інженерні та біоінженерні проблеми та здійснювати їх формалізацію для знаходження кількісних рішень із застосуванням сучасних математичних методів та інформаційних технологій (ФК3);

- здатність створювати і вдосконалювати засоби, методи та технології біомедичної інженерії для дослідження і розробки біоінженерних об'єктів та систем медико-технічного призначення (ФК4);

- здатність розробляти технічні завдання на створення, а також, проектувати і конструювати складні біоінженерні та медико-інженерні системи і технології (ФК5);

- здатність досліджувати біологічні та технічні аспекти функціонування та взаємодії штучних біологічних і біотехнічних систем (ФК6);

- здатність застосовувати знання методів та засобів отримання, обробки, інтерпретації та аналізу біомедичних даних, створювати складні медичні інформаційні системи та біомедичні радіоелектронні засоби (ФК8).

### **Програмні результати навчання:**

- проектувати, конструювати вдосконалювати та застосовувати медико-технічні та біоінженерні вироби, прилади, апарати і системи з дотриманням технічних вимог, а також супроводжувати їх експлуатацію. (ПРН1);

- аналізувати і вирішувати складні медико-інженерні та біоінженерні проблеми із застосуванням математичних методів та інформаційних технологій. (ПРН2);

- створювати і вдосконалювати засоби біомедичної інженерії для всебічного дослідження і розробки біоінженерних об'єктів та систем медико-технічного призначення. (ПРН3);

- розробляти, планувати, виконувати та обґрунтовувати інноваційні проекти біоінженерних об'єктів та систем медико-технічного призначення з урахуванням інженерних та медичних аспектів. (ПРН4) ;

- оцінювати біологічні і технічні аспекти та наслідки взаємодії інженерно-технічних і біоінженерних об'єктів з біологічними системами, передбачувати їх взаємний вплив. (ПРН5);

- презентувати результати розробок державною та іноземною мовами у вигляді наукових публікацій, доповідей на науково-технічних заходах. (ПРН7);

- обробляти, інтерпретувати та аналізувати біомедичні дані, створювати та удосконалювати складні медичні інформаційні системи та біомедичні радіоелектронні засоби. (ПРН8).

**Міждисциплінарні зв'язки:** «Основи наукових досліджень», «Медичні інформаційні системи», «Науково-дослідна робота магістра (КП)», «Переддипломна практика», «Кваліфікаційна робота магістра».

### **3. Програма навчальної дисципліни**

#### **Модуль 1.**

#### **Змістовний модуль 1. Розробка технічного завдання на проектування**

#### **Тема 1. Базові засади проектування та конструювання складних радіоелектронних засобів біомедичної інженерії.**

Узагальнений аналіз властивостей, особливостей і характеристик складних радіоелектронних біомедичних засобів як об'єктів проектування. Загальна характеристика процесу проектування радіоелектронних біомедичних засобів. Предмет вивчення, структура, етапи та задачі проектування. Бібліографія. Узгодження завдань на проектування.

#### **Тема 2. Вивчення принципів побудови аналогічних за функціональним призначенням існуючих апаратних засобів і систем, умов їх експлуатації та чинників, що впливають на їх функціонування**

Аналіз принципів побудови аналогічних за функціональним призначенням існуючих апаратних засобів і систем. Аналіз специфічних умов експлуатації біомедичної апаратури та чинників, що впливають на її функціонування.

#### **Тема 3. Розробка технічного завдання на об'єкт проектування**

Загальна характеристика розділів технічного завдання на проектування засобу або системи, взаємозв'язок технічного завдання з умовами експлуатації та принципами їх функціонування. Етапи розробки технічного завдання.

## **Змістовний модуль 2. Проектування технічного засобу, системи медико-біологічного призначення**

### **Тема 1. Розробка структурної та функціональної схем об'єкту проектування**

Методологія аналізу варіантів побудови апаратних засобів медико-біологічного призначення. Схема електрична структурна. Схема електрична функціональна. Вимоги до оформлення креслень схем.

Аналіз впливу умов експлуатації та зовнішніх чинників на вибір елементної бази. Взаємозв'язок характеристик елементної бази з характеристиками пристрою. Техніко-економічне обґрунтування рішень щодо вибору елементної бази.

### **Тема 2. Розробка схеми електричної принципової об'єкта проектування**

Вплив умов експлуатації та зовнішніх чинників на схемотехнічні рішення. Взаємозв'язок характеристик елементної бази зі схемотехнічними рішеннями. Техніко-економічне обґрунтування схемотехнічних рішень. Вибір оригінальних схемотехнічних рішень та оптимальне використання інтегральних схем та компонентів.

Розрахунок показників надійності технічних систем біомедичного призначення за параметрами якості.

Розрахунок показників якості складальних процесів для автоматизованих технічних комплексів.

### **Тема 3. Конструкторські рішення, оформлення креслень та розрахунково-пояснювальної записки**

Вивчення впливу конструкторсько-технологічних чинників на якісні показники біомедичних засобів.

Дослідження варіантів складання електронного блоку біомедичних засобів у відповідності з нормами часу і визначення способу організації процесу складання.

Склад та структура проектно-конструкторської документації на об'єкт проектування.

Схеми електричні структурні, функціональні, принципові. Перелік елементів. Вимоги діючих стандартів до їх оформлення. Структура, зміст, вимоги до розрахунково-пояснювальної записки. Вимоги діючих стандартів до її оформлення.

## **Модуль 2.**

Виконання курсового проекту відповідно до свого варіанту.

#### 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>Модуль 1</b>					
<b>Змістовний модуль 1. Розробка технічного завдання на проектування</b>					
Тема 1. Базові засади проектування та конструювання складних радіоелектронних засобів біомедичної інженерії	3	-	2	-	1
Тема 2 Вивчення принципів побудови аналогічних за функціональним призначенням існуючих апаратних засобів і систем, умов їх експлуатації та чинників, що впливають на їх функціонування	9	-	6	-	3
Тема 3. Розробка технічного завдання на об'єкт проектування	6	-	4	-	2
Разом за змістовним модулем 1	18	-	12	-	6
<b>Змістовний модуль 2. Проектування технічного засобу, системи медико-біологічного призначення</b>					
Тема 1. Розробка структурної та функціональної схем об'єкта проектування.	6	-	4	-	2
Тема 2. Розробка схеми електричної принципової об'єкта проектування	6	-	4	-	2
Тема 3. Конструкторські рішення, оформлення креслень та розрахунково-пояснювальної записки	6	-	4	-	2
Разом за змістовним модулем 2	18	-	12	-	6
<b>Модуль 2</b>					
Виконання курсового проекту відповідно до свого варіанту.	24	-	-	-	24
<b>Усього годин</b>	<b>60</b>	<b>-</b>	<b>24</b>	<b>-</b>	<b>36</b>

#### 5. Теми семінарських занять

Не передбачені

## 6. Темы практичних занять

№ п/ п	Назва теми	Кількість годин
1	Аналіз вихідних медико-технічних вимог на проектування засобів біомедичного призначення.	2
2	Вивчення принципів побудови аналогічних за функціональним призначенням існуючих апаратних засобів і систем.	2
3	Врахування при проектуванні специфічних умов експлуатації біомедичної апаратури та чинників, що впливають на її функціонування.	2
4	Нормативні вимоги взаємодії інженерно-технічних і біоінженерних об'єктів з біологічними системами.	2
5	Вимоги до структури розділів технічного завдання на проектування засобу або системи.	2
6	Урахування в технічному завданні умов експлуатації та принципів функціонування об'єктів проектування. Етапи розробки технічного завдання.	2
7	Методологія аналізу варіантів побудови апаратних засобів і систем медико-біологічного призначення.	2
8	Побудова структурних, функціональних схем об'єктів проектування. Сучасні вимоги до оформлення креслень схем.	2
9	Схемотехнічні рішення електричних принципових схем радіоелектронних засобів і систем. Взаємозв'язок характеристик елементної бази зі схемотехнічними рішеннями.	2
10	Розрахунок показників надійності технічних систем біомедичного призначення за параметрами якості та показників якості складальних процесів для роботизованих технічних комплексів.	2
11	Аналіз впливу конструкторсько-технологічних чинників на якісні показники складних біомедичних засобів. Дослідження варіантів складання електронного блоку біомедичних засобів у відповідності з нормами часу і визначення способу організації процесу складання.	2
12	Аналіз варіантів складання електронного блоку складних біомедичних засобів у відповідності з нормами часу і визначення способу організації процесу складання. Вимоги до оформлення розрахунково-пояснювальної записки.	2
	<b>Разом</b>	24



## 7. Теми лабораторних занять

Не передбачені

## 8. Самостійна робота

№ п/п	Назва теми	Кількість годин
1	Опрацювання матеріалів практичних занять. Вивчення додаткових тем за інформаційними джерелами: Еволюція конструкторських рішень біомедичній інженерії. Особливості проектування і конструювання радіоелектронних засобів медичного і біологічного застосування. Нормування чинників взаємодії технічних засобів з біологічними об'єктами.	12
2	Виконання курсового проекту за тематикою дисципліни	24
	<b>Разом</b>	<b>36</b>

## 9. Індивідуальні завдання

Індивідуальні завдання - виконання курсового проекту за тематикою дисципліни «Сучасні технології проектування та конструювання біомедичних засобів» відповідно до свого варіанту. Тематика для курсового проектування:

1. Розробка структури системи бездротового живлення імплантатів.
2. Розробка складових системи газорозрядної візуалізації для медичної діагностики.
3. Розробка системи для мікрохвильової терапії з оптимальними характеристиками впливу.
4. Розробка засобів дослідження та контролю стану периферійної системи кровообігу.
5. Розробка системи комплексного дослідження центральної нервової системи.
6. Розробка радіоелектронних засобів медичної тепловізійної системи з підвищеною роздільною здатністю.
7. Розробка системи для дослідження реакцій людини на світлові та звукові подразники.
8. Розробка системи дослідження психо-емоціонального стану людини.
9. Розробка засобів рефлексотерапії для корекції функціонального стану людини.
10. Розробка системи електроімпедансометричної діагностики.

Конкретизація теми індивідуального завдання (складність системи, специфіка умов експлуатації, надійність та безпечність) уточнюється додатково.

## 10. Методи навчання

Студентоцентроване навчання. Практичні методи – практичні заняття, інженерно-конструкторські методи; наочні методи - метод ілюстрацій і метод демонстрацій; відеометод у сполученні з новітніми інформаційними технологіями та комп'ютерними засобами навчання - мультимедійні методи; робота з навчально-методичною літературою (самостійне опрацювання заданих розділів). А також наступні методи за призначенням: набуття знань; формування умінь і навичок, застосування знань; творча діяльність; закріплення знань; перевірка знань, умінь і навичок. Технологія змішаного та дистанційного навчання.

## 11. Методи контролю

Опитування та перевірка виконаних завдань. Диференційований залік за результатами виконання і захисту курсового проекту.

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

### 12.1. Якісні критерії оцінювання

Вміти пояснювати та обґрунтувати самостійно отримані результати проектування і конструювання, пояснювати відповідність розрахункових показників технічному завданню.

Розподіл балів, які отримують здобувачі вищої освіти за виконання курсового проекту (кількісні критерії оцінювання)

Складові навчальної роботи	Пояснювальна записка	Ілюстративна частина	Захист роботи	Разом
Сума балів	0... 30	0...10	0...40	80

Кількісні критерії оцінювання за семестр

Складові навчальної роботи	Бали за одне заняття (завдання)	Кількість занять (завдань)	Сумарна кількість балів
<b>Модуль 1</b>			
Виконання завдань практичних занять 3-12	0...2	10	0...20
<b>Модуль 2</b>			
Виконання та захист курсової роботи	0...80	1	0...80
<b>Усього за семестр</b>			<b>0...100</b>

## 12.2. Якісні критерії оцінювання

### **Критерії оцінювання роботи здобувачів вищої освіти протягом семестру.**

**Задовільно (60-74).** Виконати та захистити індивідуальне завдання у вигляді курсового проекту. 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. Вміти пояснити проектні рішення, що використовувалися у курсовій роботі.

**Добре (75-89).** Виконати та захистити індивідуальне завдання у вигляді курсового проекту. 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 здобувачем вищої освіти 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.

**Відмінно (90-100).** Виконати та захистити індивідуальне завдання у вигляді курсового проекту. 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 здобувач вищої освіти 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

### **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. Методичні вказівки до виконання курсового проекту з дисципліни «Сучасні технології проектування та конструювання біомедичних засобів» [електронний ресурс] / Бабаков М.Ф. // Харків, НАУ «ХАІ», 2021. Режим доступу: <https://mentor.khai.edu/enrol/index.php?id=3629>

### 14. Рекомендована література

#### Базова

1. Бабаков, М. Ф. Моделі надійності радіоелектронної апаратури: навч. посібн. / М. Ф. Бабаков – Х.: Нац. аерокосм.ун-т ім. М.С. Жуковського «Харк. авіац. і-нт», 2016. -100 с.
2. Васілевський, О. М. Нормування показників надійності технічних засобів: навчальний посібник /О. М. Васілевський, О. Г. Ігнатенко. – Вінниця: ВНТУ, 2013. – 160 с.
3. Лазебний, В.С. Електромагнітна сумісність електронних засобів: навчальний посібник / В.С. Лазебний, В.В. Пілінський, В.Б. Швайченко. Електронне мережне видання. – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2023. – 343 с.
4. Конструювання і технологія радіоелектронних засобів : навч. посібник / Р. Ф. Лободзінська, О. А. Костюк, О. І. Нікольській та ін. - Вінниця: ВНТУ, 2007. – 90 с.
5. Конструювання та технологія виробництва техніки реєстрації інформації: У 3-х кн. Кн. 2. Основи конструювання: Навчальний посібник / Є. М. Травніков, В. С. Лазебний, Г. Г. Власюк, В. В. Пілінський, В. М. Співак, В. Б. Швайченко. За загальною редакцією В. С. Лазебного –К.: «КАФЕДРА», 2015.–с.
6. Кулик А.Я., Нікольський О.І., Ревенок В.І. Кулик Я.А. Схемотехніка медичної електронної апаратури: Монографія / А. Я. Кулик, О. І. Нікольський, В. І. Ревенок, Я. А. Кулик. – Вінниця: ВНМУ, 2020. – 167 с.
7. Невлюдов, І. Ш. Комп'ютерно-інтегровані технології виробництва технічних засобів автоматизації. Частина 1: Підручник / І. Ш. Невлюдов. – Харків: ФОП Панов А.М., 2021., 604 с.
8. Невлюдов, І. Ш. Комп'ютерно-інтегровані технології виробництва технічних засобів автоматизації. Частина 2: Підручник / І. Ш. Невлюдов. – Кривий Ріг: видавець Чернявський Д.О., 2022 – 424 с.

#### Допоміжна

1. Невлюдов, І. Ш. Основи виробництва електронних апаратів: Підручник / І. Ш. Невлюдов. – Харків: Компанія СМІТ, 2005.— 592 с.
2. Мустецов Т.М. Теорія біотехнічних систем: навчальний посібник / Т.М. Мустецов, А.С. Нечипоренко. Х.: ХНУ імені Каразіна, 2015. -188 с.
3. ДСТУ 3627:2005 «Вироби медичні. Розроблення і ставлення на виробництво.основні положення».
4. ДСТУ 4388:2005 «Вироби медичні. Класифікування залежно від

потенційного ризику застосування. Загальні вимоги».

5. ГОСТ 2790-93 «Прилади, апарати та устаткування медичні. Загальні технічні умови.»

6. ДСТУ 2863-94 «Надійність техніки. Програма забезпечення надійності».

7. ДСТУ 3008:2015 «Інформація та документація. Звіти у сфері науки і техніки. Структура та правила оформлювання».

8. ДСТУ 8302:2015 «Інформація та документація. Бібліографічне посилання. Загальні вимоги та правила складання».

9. Бабічева О. Ф. Автоматизоване проектування електромеханічних пристроїв, компонентів цифрових систем керування та діагностичних комплексів : навч. посібник / О. Ф. Бабічева, С. М. Єсаулов ; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Харків: ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2018. – 355 с.

10. Основи автоматизації проектування радіоелектронної апаратури : конспект лекцій / І.Г. Прокопенко, В.С. Козлов, Е.А. Корнільєв. - К.: НАУ, 2002. – 95 с.

11. M. Szermer, A. Napieralski, C. Maj, L. STARZAK, W. Zabierowski, P. Zajac, M. Lobur, O. Matviyukiv, M. Melnyk, J. Dziuban, G. De Mey, P. PONS, A. PETRENKO. MEMS fundamentals with ANSYS simulation of basics sensors and actuators: навчальний посібник – Łódź: Lodz University of Technology Press, 2020. 168 с.

12. Addington, D. M., & Schodek, D. (2005). Smart material and new technologies: for the architecture and design profession . Elsevier.

13. King PH, Fries RC, Johnson AT. Design of biomedical devices and systems. Crc Press; 2019.

14. ISO. Medical devices - Application of risk management to medical devices. Standard ISO 14971. 2019.

## 15. Інформаційні ресурси

1. Основи побудови біомедичних електронних систем. Конспект лекцій [Електронний ресурс]: навч. посіб. для студ. спеціальності 153 «Мікро- та наносистемна техніка», освітньої програми «Електронні мікро- і наносистеми та технології» / КПІ ім. Ігоря Сікорського; уклад.: Н.Г. Іванушкіна, К.О. Іванько, А.О. Попов, Є.С. Карплюк. – Електронні текстові данні (1 файл: 14 663 Кбайт). – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020. – 222 с.

2. DICOM. Digital Imaging and Communications in Medicine. [Електронний ресурс]. – Режим доступа: <http://medical.nema.org/>

3. Unified Medical Language System Fact Sheet [Електронний ресурс]. – Режим доступа: <http://www.nlm.nih.gov/pubs/factsheets/umls.html>

4. <https://studfile.net/preview/1902522/page:131/>