

232

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

Керівник проектної групи
 Г.В. Мигаль
(підпис) (ініціали та прізвище)

«31» серпня 2021 р.

**РОБОЧА ПРОГРАМА ОБОВ'ЯЗКОВОЇ
НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

**СУЧАСНІ ТЕХНОЛОГІЇ ПРОЕКТУВАННЯ ТА КОНСТРУЮВАННЯ
БІОМЕДИЧНИХ ЗАСОБІВ**
(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»

ма навчання: денна

Рівень вищої освіти: другий (магістерський)

Харків 2021

Робоча програма Сучасні технології проектування та конструювання біомедичних засобів

(назва дисципліни)

для студентів за спеціальністю 163 Біомедична інженерія
освітньої програми Біомедична інформатика та радіоелектроніка
«31» серпня 2021 р. – 14 с.

Розробники: Олійник В.М., доцент каф. 502, к.т.н., доцент, Бабаков М.Ф., проф. 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 «31» серпня 2021 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 – 5,0	Галузь знань <u>16Хімічна та біоінженерія</u> (шифр і найменування) Спеціальність <u>163Біомедична інженерія</u> (код і найменування) Освітня програма <u>Біомедична інформатика та радіоелектроніка</u> (найменування) Рівень вищої освіти: Другий (магістерський)	Цикл професійної підготовки Обов'язкова
Кількість модулів – 2		Навчальний рік
Кількість змістовних модулів – 3		2021/2022
Індивідуальне завдання–не передбачено		Семестр
Загальна кількість годин –56/150		1-ий
Кількість тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 3,5 самостійної роботи студента – 5,875		Лекції*
		32 години
		Практичні, семінарські*
		24 годин
		Лабораторні*
	Самостійна робота	
94 годин		
Вид контролю	модульний контроль, іспит	

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної роботи становить:

56/94

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

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Метанавчання: вивчення методології розробки конструкцій приладів та систем біомедичної апаратури з залученням сучасної та перспективної елементної бази з використанням засобів автоматизованого конструювання з урахуванням вимог технічного завдання, забезпечення технологічності, надійності та економічної ефективності.

Завдання: набуття навичок оформлення відповідної конструкторської документації, ознайомлення студентів з основами теорії проектування біомедичної апаратури, методами дослідження та оцінки їх параметрів, з методами забезпечення механічної міцності, електромагнітної сумісності, теплового режиму при розробці, виробництві, випробуваннях та експлуатації сучасних біомедичних засобів.

Згідно з вимогами освітньо-професійної програми студенти повинні досягти компетентності.

Інтегральна компетентність:

- здатність розв'язувати складні задачі та проблеми в галузі біомедичної інформатики та радіоелектроніки, що передбачає проведення досліджень та здійснення інновацій при розробці, виробництві, експлуатації та сертифікації біомедичних інформаційних засобів та систем.

Загальні та фахові компетентності:

- здатність виявляти наукову сутність проблем у професійній сфері, знаходити адекватні шляхи щодо їх реалізації (ЗК1);
- навички використання інформаційних і комунікаційних технологій (ЗК3);
- здатність аналізувати, верифікувати, оцінювати повноту інформації в ході професійної діяльності, за необхідності доповнювати й синтезувати відсутню інформацію й працювати в умовах невизначеності (ЗК7);
- здатність оцінювати та забезпечувати якість виконуваних робіт (ЗК10);

Програмні результати навчання:

- знання і розуміння сучасних методів ведення науково-дослідних робіт, фізико-математичних методів, що застосовуються в інженерній і дослідницькій практиці (ПРН1);
- знання і вміння використовувати на практиці методи забезпечення і підвищення надійності біомедичних засобів при розробці, виробництві та експлуатації (ПРН7);
- знання основ професійно-орієнтованих дисциплін спеціальності, методів і засобів математично-фізичного моделювання, електричних, магнітних, механічних, теплових процесів, що супроводжують функціонування біомедичних засобів (ПРН9).

Міждисциплінарні зв'язки:

Дисципліна базується на знаннях з вищої математики, фізики, теорії кіл, схемотехніки, елементної бази, основ проектування БМЗ, автоматизації проектування біомедичних засобів.

Дисципліна забезпечує профільні дисципліни підготовки магістра, випускню роботу магістра.

3. Програма навчальної дисципліни

Модуль 1

Змістовий модуль 1. Загальні методи проектування БМЗ

Тема 1.1. Послідовність розробки конструкції. Типові конструкції БМЗ. Розмірно – параметричні ряди конструкцій БМЗ. Систематизація та рівні несучих конструкцій РЕЗ. Основні характеристики несучих елементів типової конструкції. Універсальні типові конструкції, їхній склад. Стійки, шафи, пульти.

Тема 1.2. Системний підхід в конструюванні. Поетапна схема розробки конструкцій БМЗ та випуску конструкторської документації. Вимоги, які пред'являються до конструкцій. Складання технічного завдання на проектування.

Тема 1.3. Розробка просторової структури. Принципи виділення структурних рівнів конструкції, рекомендації щодо компоновки. Зовнішнє компонування РЕА. Послідовність компонування. Компоновочні характеристики. Загальні особливості конструювання друкованих вузлів.

Тема 1.4. Основи композиції та розробка передньої панелі приладу. Принципи виділення зон, антропометричні фізіологічні та гігієнічні характеристики, особливості сприйняття форм та кольору людиною-оператором. Індикатори та дисплеї. Розташування органів керування приладами, форми та розміри. Вплив вимог ергономіки та технічної естетики на якість апаратури.

Модульний контроль 1

Змістовий модуль 2. Особливості захисту БМЗ

Тема 2.1. Електромагнітна сумісність. Загальні поняття. Частотний ресурс. Природні та індустриальні завади. Джерела та приймачі наведення. Різновиди паразитного зв'язку.

Тема 2.2. Принципи екранування постійного магнітного поля, високочастотного поля. Одночасне екранування електричних і магнітних полів. Оцінки ефективності екранування. Забезпечення електричної міцності.

Тема 2.3. Електромагнітне екранування. Приклади застосування методів мінімізації завад у апаратурі спеціального призначення. Компенсаційні методи.

Тема 2.4. Природна конвекція у замкнених просторах. Критеріальні рівняння. Природна конвекція для БМЗ у герметичному корпусі. Методика аналізу теплового режиму, тепла модель, алгоритми дослідження. Оптимізація теплового режиму, конструкції охолоджуючих приладів та їх елементи.

Тема 2.5. Вплив атмосфери на конструктивні елементи БМЗ. Захист від зовнішніх та атмосферних впливів. Захист конструкційних матеріалів металевим та лакофарбовим покриттям. Герметизація.

Модульний контроль 2

Модуль 2

Змістовий модуль 3. Оцінка параметрів надійності біомедичних засобів

Тема 3.1. Показники та оцінка якості конструкцій БМЗ. Класифікація показників якості: призначення, надійності, технологічності, ергономіки. Карта технічного рівня та якості продукції за ДСТУ 2925-94.

Тема 3.2. Проблема надійності автоматизованих радіоелектронних та медико-біологічних засобів. Проектно-конструкторські методи забезпечення надійності БМЗ.

Тема 3.3. Критерії відмов та граничних станів БМЗ. Класифікація показників надійності. Методи розрахунку надійності невідновлюваних та відновлюваних БМЗ.

Тема 3.4. Методи структурного постійного резервування БМЗ. Методи динамічного резервування. Резервування БМЗ з відновленням.

Тема 3.5. Надійність обчислювальних та цифрових засобів. Надійність програмного забезпечення комп'ютеризованих БМЗ. Надійність оперативного персоналу інформаційних систем.

Модульний контроль 3

4. Структура навчальної дисципліни

Назва змістовного модуля і тем	Кількість годин				
	Усього	У тому числі			
		л	п	л.р.	с. р.
1	2	3	4	5	6
Модуль 1					
Змістовий модуль 1. Загальні методи проектування БМЗ					
Тема 1.1. Послідовність розробки конструкції. Типові конструкції РБМЗ. Розмірно – параметричні ряди конструкцій. Основні характеристики несучих елементів типової конструкції. Універсальні типові конструкції, їхній склад.	7	1			6
Тема 1.2. Системний підхід в конструюванні. Поетапна схема розробки конструкцій РЕА та випуску конструкторської документації. Вимоги, які пред'являються до конструкцій. Складання	10	2	2		6

технічного завдання на проектування.					
Тема 1.3. Розробка просторової структури. Зовнішнє компонування РЕА. Послідовність компонування. Компонувачні характеристики. Загальні особливості конструювання друкованих вузлів.	10	2	2		6
Тема 1.4. Основи композиції та розробка передньої панелі приладу. Індикатори та дисплеї. Розташування органів керування приладами, форми та розміри. Вплив вимог ергономіки та технічної естетики на якість апаратури.	12	2	2		8
Модульний контроль 1	5	1			4
Разом за змістовним модулем 1	44	8	6		30
Змістовий модуль 2. Особливості захисту БМЗ					
Тема 2.1. Електромагнітна сумісність. Загальні поняття. Частотний ресурс. Природні та індустриальні завади. Джерела та приймачі наведення. Різновиди паразитного зв'язку.	8	1	2		5
Тема 2.2. Принципи екранування постійного магнітного поля, високочастотного поля. Одночасне екранування електричних і магнітних полів. Оцінки ефективності екранування. Забезпечення електричної міцності..	9	2	2		5
Тема 2.3. Електромагнітне екранування. Приклади застосування методів мінімізації завад у апаратурі спеціального призначення. Компенсаційні методи.	6	1			5
Тема 2.4. Природна конвекція у замкнених просторах. Критеріальні рівняння. Методика аналізу теплового режиму, теплова модель,	10	3	2		5

алгоритми дослідження. Оптимізація теплового режиму.					
Тема 2.5. Вплив атмосфери на конструктивні елементи РЕА. Захист від зовнішніх та атмосферних впливів. Захист конструкційних матеріалів металевим та лакофарбовим покриттям. Герметизація.	8	2			6
Модульний контроль 2	5	1			4
Разом за змістовним модулем 2	44	8	6		30
Модуль 2					
Змістовний модуль 3. Оцінка параметрів надійності БМЗ					
Тема 3.1. Показники та оцінка якості конструкцій РЕА. Класифікація показників якості: призначення, надійності, технологічності, ергономіки. Карта технічного рівня та якості продукції за ДСТУ 2925-94.	10	2	2		6
Тема 3.2. Проблема надійності автоматизованих радіоелектронних та медико-біологічних засобів. Проектно-конструкторські методи забезпечення надійності та БМЗ.	10	2	2		6
Тема 3.3. Критерії відмов та граничних станів БМЗ. Класифікація показників надійності. Методи розрахунку надійності невідновлюваних та відновлюваних БМЗ.	14	4	4		6
Тема 3.4. Методи структурного постійного резервування БМЗ. Методи динамічного резервування. Резервування БМЗ з відновленням.	12	4	2		6
Тема 3.5. Надійність обчислювальних та цифрових засобів. Надійність програмного забезпе-	11	3	2		6

чення комп'ютеризованих РЕЗ та БМЗ. Надійність оперативного персоналу інформаційних систем.					
Модульний контроль 3	5	1			4
Разом за змістовним модулем 3	62	16	12		34
Усього годин на дисципліну	150	32	24		94

5. Теми семінарських занять
не передбачено навчальним планом

6. Теми лабораторних занять
не передбачено навчальним планом

7. Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Системний підхід в конструюванні. Поетапна схема розробки конструкцій БМЗ та випуску конструкторської документації.	2
2	Розробка просторової структури. Зовнішнє компонування БМЗ. Загальні особливості конструювання друкованих вузлів.	2
3	Основи композиції та розробка передньої панелі приладу. Вплив вимог ергономіки та технічної естетики на якість апаратури.	2
4	Електромагнітна сумісність. Частотний ресурс. Природні та індустриальні завади. Джерела та приймачі наведення.	2
5	Принципи екранування постійного магнітного поля, високочастотного поля. Одночасне екранування електричних і магнітних полів. Оцінки ефективності екранування.	2
6	Природна конвекція у замкнених просторах. Критеріальні рівняння. Методика аналізу теплового режиму, теплова модель, алгоритми дослідження. Оптимізація теплового режиму.	2
7	Показники та оцінка якості конструкцій БМЗ. Класифікація показників якості: призначення, надійності, технологічності, ергономіки. Карта технічного рівня та якості продукції.	2
8	Проблема надійності автоматизованих радіоелектронних засобів. Проектно-конструкторські методи забезпечення надійності БМЗ.	2
9	Критерії відмов та граничних станів БМЗ. Класифікація	2

	показників надійності.	
10	Методи розрахунку надійності невідновлюваних та відновлюваних БМЗ.	2
11	Методи структурного постійного резервування БМЗ. Методи динамічного резервування. Резервування БМЗ з відновленням..	2
12	Надійність обчислювальних та цифрових засобів. Надійність програмного забезпечення комп'ютеризованих БМЗ. Надійність оперативного персоналу інформаційних систем.	2
	Разом	24

8. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Послідовність розробки конструкції. Типові конструкції БМЗ. Розмірно – параметричні ряди конструкцій.	6
2	Системний підхід в конструюванні. Поетапна схема розробки конструкцій БМЗ та випуску конструкторської документації.	6
3	Розробка просторової структури. Зовнішнє компонування БМЗ. Загальні особливості конструювання друкованих вузлів.	6
4	Основи композиції та розробка передньої панелі приладу. Вплив вимог ергономіки та технічної естетики на якість апаратури.	8
5	Модульний контроль 1	4
6	Електромагнітна сумісність. Загальні поняття. Частотний ресурс. Природні та індустриальні завади. Джерела та приймачі наведення.	5
7	Принципи екранування постійного магнітного поля, високочастотного поля. Одночасне екранування електричних і магнітних полів. Оцінки ефективності екранування.	5
8	Електромагнітне екранування. Приклади застосування методів мінімізації завад у апаратурі спеціального призначення. Компенсаційні методи.	5
9	Природна конвекція у замкнених просторах. Критеріальні рівняння. Методика аналізу теплового режиму, теплова модель, алгоритми дослідження. Оптимізація теплового режиму.	5
10	Захист від зовнішніх та атмосферних впливів БМЗ. Захист конструкційних матеріалів металевим та лакофарбовим покриттям. Герметизація.	6

11	Модульний контроль 2	4
12	Показники та оцінка якості конструкцій БМЗ. Класифікація показників якості: призначення, надійності, технологічності, ергономіки. Карта технічного рівня та якості продукції.	6
13	Проблема надійності автоматизованих біомедичних засобів. Проектно-конструкторськ і методи забезпечення надійності БМЗ.	6
14	Критерії відмов та граничних станів БМЗ. Класифікація показників надійності. Методи розрахунку надійності невідновлюваних та відновлюваних БМЗ.	6
15	Методи структурного постійного резервування БМЗ. Методи динамічного резервування. Резервування БМЗ з відновленням.	6
16	Надійність обчислювальних та цифрових засобів. Надійність програмного забезпечення комп'ютеризованих БМЗ. Надійність оперативного персоналу інформаційних систем.	6
17	Модульний контроль 3	4

9. Індивідуальні завдання

не передбачено навчальним планом

10. Методи навчання

Проведення аудиторних, практичних занять та консультацій, індивідуальні консультації (при необхідності) самостійна робота студентів за лекційними матеріалами, використання опублікованих кафедрою навчальних посібників та довідникових матеріалів на електронних носіях, самостійна робота студентів за підручниками та довідниками.

11. Методи контролю

Проведення поточного контролю на практичних заняттях, модульний контроль, фінальний контроль у вигляді іспиту.

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...1	4	0...4
Виконання і захист	0...2	3	0...6

практичних робіт			
Модульний контроль	0...15	1	0...15
Змістовний модуль 2			
Робота на лекціях	0...1	4	0...4
Виконання і захист практичних робіт	0...2	3	0...6
Модульний контроль	0...15	1	0...15
Змістовний модуль 3			
Робота на лекціях	0...1	8	0...8
Виконання і захист практичних робіт	0...2	6	0...12
Модульний контроль	0...30	1	0...30
Усього за семестр			0...100

Семестровий контроль (іспит) проводиться у разі відмови студента від балів поточного тестування й за наявності допуску до іспиту. Під час складання семестрового іспиту студент має можливість отримати максимум 100 балів. Для іспиту студент отримає три питання з програми дисципліни, з яких два теоретичних (з максимальною кількістю балів 30, за кожне) та одно практичне (з максимальною кількістю балів 40). Загальна сума становить 100 балів.

12.2. Якісні критерії оцінювання

12.2.1. Необхідний обсяг знань для одержання позитивної оцінки

Студент повинен знати:

- вимоги до поетапної схеми розробки конструкцій БМЗ та випуску конструкторської документації;
- особливості експлуатації БМЗ на різних об'єктах-носіях;
- методи конструювання БМЗ;
- методи захисту БМЗ від зовнішніх механічних впливів;
- основні напрямки забезпечення ЕМС у цілому та їх зв'язок з існуючою практикою забезпечення ЕМС у електронних засобах;
- теоретичні основи аналізу теплових режимів БМЗ;
- проектно-конструкторські методи забезпечення надійності БМЗ.

12.2.2. Необхідний обсяг вмінь для одержання позитивної оцінки

Студент повинен вміти:

- розробляти ескіз конструкції електронного пристрою з урахуванням експлуатаційних показників та умов впливу навколишнього середовища;
- розробляти технічне завдання, розробляти просторову структуру БМЗ, оцінювати компоновочні характеристики БМЗ;
- виконувати креслення блоків, вузлів та апаратів БМЗ згідно з державними стандартами;
- використовувати принципи захисту конструкцій від впливу зовнішніх факторів;
- оцінювати електромагнітну обстановку, паразитні зв'язки між пристроями;

- обґрунтовувати вимоги до вибору технологічних процесів виробництва БМЗ.

12.3 Критерії оцінювання роботи студента протягом семестру

Задовільно (60-74). Показати мінімально-достатній рівень знань та умінь. Виконати та захистити усі практичні завдання дисципліни. 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. Відповідати на теоретичні питання на елементарному рівні в межах конспекту лекцій. Вміти пояснити типові рішення.

Добре (75-89). Показати середній рівень знань та умінь. Виконати та захистити усі практичні завдання дисципліни оцінку «добре». 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. Відповідати на теоретичні питання на достатньому рівні в межах конспекту лекцій та рекомендованих підручників, вміти обґрунтовано обирати типові рішення. Вміти розробляти типові рішення.

Відмінно (90-100). Показати відмінний рівень знань та умінь. Виконати та захистити усі практичні завдання дисципліни оцінку «відмінно». 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. 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. Вміти розробляти нестандартні рішення.

Шкала оцінювання: бальна і традиційна

Сума балів	Оцінка за традиційною шкалою
90 – 100	Відмінно (зараховано)
75 – 89	Добре (зараховано)
60 – 74	Задовільно (зараховано)
0 – 59	Незадовільно (Не зараховано)

13. Методичне забезпечення

1. Моделі надійності радіоелектронної апаратури [Текст] : навч. посібник / М.Ф. Бабаков. - Х.: Нац. аерокосм. ун-т ім. Н.С. Жуковського "Харк. авіац. ін-т", 2016 - 100 с.
2. Методичні рекомендації для самостійної роботи студентів з навчальної дисципліни «Конструювання РЕА» / укладач В.Б. Бенедицький. – Житомир: ЖДТУ, 2019. – 16 с.

Електронний ресурс, на якому розміщено навчально-методичний комплекс дисципліни [http: // k502.khai.edu/](http://k502.khai.edu/); [http: // mentor.khai.edu/](http://mentor.khai.edu/)

14. Рекомендована література **Основна**

1. Конструювання та технологія виробництва техніки реєстрації інформації: у 3-х кн. кн. 2. Основи конструювання: навч. посібник / Є. М. Травніков, В. С. Лазебний, Г. Г. Власюк, В. В. Пілінський та ін. за загальною редакцією В. С. Лазебного – К.: «КАФЕДРА», 2015, – 282 с.

Додаткова

1. Нормирование и расчет надежности радиоэлектронной аппаратуры: учеб. пособие / М.Ф. Бабаков, И.К. Васильева, И.К. Дерюга - Х.: Нац. аэрокосм. ун-т "Харьк. авиац.ин-т", 2008. - 77 с.
2. Основи надійності цифрових систем / за ред. Харченка В.С. - Підручник. - Харків: Нац. аерокосм. ун-т, "Харк. авіац. ін-т", 2004 - 573 с.

15. Інформаційні ресурси

Сайт кафедри [http: // k502.khai.edu/](http://k502.khai.edu/) ; [http: // mentor.khai.edu/](http://mentor.khai.edu/)