

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**

ОСНОВИ ПРОЕКТУВАННЯ 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 інженерія

(найменування освітньої програми)

Форма навчання: денна

Рівень вищої освіти: перший (бакалаврський)

Харків 2022 рік

Робоча програма Основи проектування біомедичних засобів

(назва дисципліни)

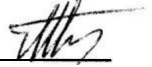
для студентів за спеціальністю 163 Біомедична інженерія

освітньою програмою Біомедична інженерія

«29» серпня 2022 р., – 14 с.

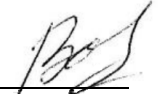
Розробник: Бабаков М.Ф. професор кафедри №502, к.т.н., доцент,

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


(підпис)

Олійник В.М доцент кафедри №502.к.т.н., доцент

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


(підпис)

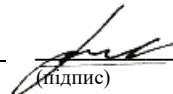
Робочу програму розглянуто на засіданні кафедри Радіоелектронних та біомедичних комп'ютеризованих засобів і технологій (№ 502)

(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: 10 (5/5)	Галузь знань <u>16 Хімічна та біоінженерія</u> <small>(шифр і найменування)</small> Спеціальність <u>163 Біомедична інженерія</u> <small>(код і найменування)</small> Освітня програма <u>Біомедична інженерія</u> <small>(найменування)</small> Рівень вищої освіти: перший бакалаврський	Цикл професійної підготовки Обов'язкова	
Кількість модулів – 3		Навчальний рік	
Кількість змістовних модулів – 4		2022/2023	
Індивідуальне завдання: 5-ий семестр <u>розрахунково-графічна робота</u> <small>(назва)</small>		Семестр	
Загальна кількість годин: – 64/150 – 64/150		5-ий	6-ий
Кількість тижневих годин для денної форми навчання осінній семестр: аудиторних – 4 самостійної роботи студента – 5.4		Лекції*	
весняний семестр: аудиторних – 4 самостійної роботи студента – 5,4		32	32
		Практичні, семінарські*	
		32	32
		Лабораторні*	
	-		
Самостійна робота		86	86
Вид контролю		модульний контроль, іспит	модульний контроль, іспит

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної роботи становить: 5-ий семестр – 64/86; 6-ий семестр – 64/86

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Мета навчання: надати студентам базові знання про фізико-теоретичні та методологічні основи проектування нового покоління біомедичних комп'ютеризованих засобів, необхідних для подальшого вивчення фахових дисциплін зі спеціальностей 163 «Біомедична інженерія» .

Завдання: формування у студентів розуміння основних принципів проектування сучасних біомедичних засобів, їх показників якості та моделей, чинників, що впливають на них, та заходів по забезпеченню належної якості та надійності БМЗ, вихідних принципів автоматизованого проектування.

Результати навчання:

Інтегральна компетенція:

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

Загальні компетенції:

ЗК2 – знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності;

ЗК8 – здатність приймати обґрунтовані рішення;

ЗК11 – здатність оцінювати та забезпечувати якість виконуваних робіт.

Фахові компетенції:

ФК2 – здатність забезпечувати інженерно – технічну експертизу в процесі планування, розробки, оцінки та специфікації медичного обладнання;

ФК3 – здатність вивчати та застосовувати нові методи та інструменти аналізу, моделювання, проектування та оптимізації медичних приладів і систем;

ФК4 – здатність забезпечувати технічні та функціональні характеристики систем і засобів, що використовуються в медицині і біології;

ФК6 – здатність ефективно використовувати інструменти та методи для аналізу проектування, розрахунку та випробувань при розробці біомедичних продуктів і послуг;

ФК7 – здатність планувати, проектувати, розробляти, встановлювати, експлуатувати, підтримувати, технічно обслуговувати, контролювати і координувати ремонт приладів, обладнання та системи для профілактики, діагностики, лікування і реабілітації, що використовуються в лікарнях і науково-дослідних інститутах;

ФК10 – здатність застосовувати принципи побудови сучасних автоматизованих систем управління виробництвом медичних приладів, їх технічне алгоритмічне, інформаційне і програмне забезпечення;

ФК11 – здатність надавати інжинірингові послуги біотехнічних та медичних апаратів на всіх етапах їх життєвого циклу.

Програмні результати навчання:

ПРН1 – застосовувати знання математики, фізики, електроніки, для вирішення задач біомедичної інженерії;

ПРН2 – формулювати логічні висновки та обґрунтовані рекомендації щодо оцінки експлуатації та впровадження біотехнічних засобів;

ПРН7 – здійснювати інженерний супровід, сервісне та інше технічне обслуговування при експлуатації медичних комплексів та систем;

ПРН17 – вміти використовувати системи автоматизованого проектування для розробки апаратної схеми медичних приладів та систем;

ПРН20 – здійснювати надання інжинірингових послуг медичних апаратів, приладів та систем на всіх етапах на їх життєвого циклу.

Міждисциплінарні зв'язки:

Дисципліна базується на знаннях з вищої математики, фізики, основ електроніки та схемотехніки;

Дисципліна забезпечує основи технології та конструювання БМЗ, комплексний курсовий проект з технології та проектування біомедичних засобів, кваліфікаційну роботу (проект) бакалавра.

3. Програма навчальної дисципліни Модуль 1

Змістовний модуль 1. Системотехнічні властивості БМЗ та принципи системного підходу при їх створенні.

Тема 1. Вступ до дисципліни

Біомедичні засоби. Класифікація. Конструкції БМЗ. Покоління БМЗ. Проектування та конструювання БМЗ. Предмет вивчення і задачі дисципліни. Місце дисципліни і навчальному плані.

Тема 2. Функціональна та конструктивна складність БМЗ

Функціональна складність. Умови розміщення. Функціональні системи конструкцій. Конструктивна складність, чинники, що впливають на конструкції.

Тема 3. Основні системотехнічні властивості БМЗ

Функції конструкцій та їхні стани. Пошкодження, несправності та відмови. Класифікація відмов. Відновлюваність, ремонтуємість та обслуговуємість конструкцій. Надійність (безвідмовність, довговічність, збережуваність та ремонтпридатність конструкцій). Відмовостійкість, живучість, готовність, стійкість, тривкість, міцність конструкцій. Класифікація БМЗ за основними системотехнічними властивостями.

Тема 4. Принципи системного підходу до проектування БМЗ

Системний підхід до проектування. Конструкція як складна система. Принципи системного підходу. Показники якості конструкцій. Комплексний показник якості. Чинники, що впливають на якість та надійність конструкцій (об'єктивні, суб'єктивні, зовнішні, внутрішні, схемно-конструкторські, виробничі, експлуатаційні).

Тема 5. Детерміновані та імовірнісні моделі якості БМЗ

Детерміновані моделі якості конструкцій. Структурні та коефіцієнтні моделі типу "вхід-вихід". Функції чутливості. Показники якості динамічних об'єктів.

Імовірнісні моделі характеристик та властивостей конструкцій. Параметри імовірнісних моделей як параметри конструкцій. Обґрунтування імовірнісних моделей конструкцій.

Тема 6. Статистичні моделі якості

Точкові та інтервальні оцінки параметрів конструкцій. Методи їх отримання. Урахування апріорної інформації. Типові приклади знаходження точкових та інтервальних оцінок.

Метод найменших квадратів в задачі відновлення функціональних залежностей при конструюванні. Багатофакторна лінійна залежність та її відновлення.

Задачі перевірки статистичних гіпотез при прийнятті конструкторських рішень. Параметричні та непараметричні гіпотези. Гіпотези щодо нормально-розподілених характеристик конструкцій, для типових прикладів.

Регресійні моделі в конструкторських задачах. Різновиди регресійних моделей та методи їх отримання. Регресійна лінійна багатофакторна модель. Пасивний та активний регресійні експерименти з конструкціями. Методологія активного оптимального експерименту.

Тема 7. Моделі точності конструкцій БМЗ

Поняття точності. Види допусків. Рівняння похибки системи. Коефіцієнти чутливості та впливу. Методи аналізу точності: імовірнісний, на найгірший випадок, статистичних випробувань. Розрахунок виробничих електричних допусків, експлуатаційних допусків, допусків на старіння.

Модульний контроль

Змістовний модуль 2. Основні фізичні процеси, що супроводжують та зумовлюють функціонування конструкцій БМЗ та моделі надійності БМЗ

Тема 8. Енергія механічної дії та її перетворення в відгук конструкції

Енергія механічної дії та її перетворення в відгук конструкції. Види та джерела експлуатаційних механічних дій (вібрації, удари, лінійне прискорення, акустичні шуми, тиск, комбіновані дії). Методи оцінки експлуатаційних механічних дій. Виробничі механічні дії та методи їх оцінки.

Динамічні характеристики блоків і елементів конструкцій, види відмов та порушення функціонування за механічних дій. Механічна система конструкцій, її основні функції і характеристики. Моделі елементів конструкції у вигляді системи із зосередженими та розподіленими параметрами. Реакція конструкцій на вібрації, удари, акустичні дії.

Тема 9. Тепломасообмін в конструкціях БМЗ

Тепломасообмін в конструкціях. Процеси теплообміну. Кондуктивний теплообмін. Конвективний теплообмін. Теплове випромінювання. Дифузія та конвективний масообмін. Теплообмін при кипінні. Теплообмін при конденсації. Масообмін. Вологість. Поглинання вологи матеріалами. Основні задачі конструювання щодо забезпечення тепломасообміну.

Тема 10. Електромагнітна сумісність в конструкціях БМЗ

Електромагнітна сумісність. Види ненамірених електромагнітних завад. Електромагнітні, магнітостатичні та електростатичні поля в конструкціях. Ефекти їх екранування. Електроакустичні поля. Паразитні електричні зв'язки. Основні конструкторські задачі щодо забезпечення електромагнітної сумісності.

Тема 11. Внутрішні деградаційні процеси в елементах конструкції БМЗ

Класифікація фізико-хімічних процесів, що прямо чи опосередковано впливають на працездатність елементів. Кінетичні закономірності фізико-хімічних процесів в матеріалах елементів. Дефекти в твердих тілах. Процеси дифузії. Сорбційні процеси.

Процеси механічного руйнування твердих тіл. Утворення та розвиток тріщин.

Адсорбційне зниження міцності. Процеси теплового руйнування твердих тіл.
Процеси електричного руйнування твердих діелектриків та напівпровідників.
Старіння матеріалів: металів та сплавів, полімерних матеріалів. Кінетика процесів старіння.
Старіння провідників та напівпровідників.
Вплив зовнішніх діючих чинників на характеристики та властивості матеріалів.

Модуль 2

Виконання індивідуального завдання – розрахунково- графічна робота
Контрольний захід

Модуль 3

Змістовний модуль 3 Основи теорії надійності БМЗ

Тема 12. Статистичні та фізико-статистичні моделі надійності

Статистичні моделі надійності: відмов, відновлення, збережуваності, довговічності.
Статистичні та фізико-статистичні моделі відмов.

Тема 13. Показники надійності конструкцій

Показники безвідмовності невідновлюваних та відновлюваних об'єктів. Показники ремонтопридатності: збережуваності, довговічності. Комплексні показники надійності.

Тема 14. Моделі надійності систем елементів

Моделі надійності структур з елементів. Моделі надійності структур з відновленням елементів. Види резервування в.

Тема 15. Забезпечення надійності БМЗ при проектуванні, виробництві та експлуатації

Програми забезпечення надійності. Забезпечення безвідмовності та ремонтопридатності. Технічне обслуговування та ремонт. Збереження.

Модульний контроль

Змістовний модуль 4 Основи автоматизації проектування БМЗ

Тема 16 Огляд та аналіз систем автоматизованого проектування схем та друкованих плат

Тема 17 Системи автоматизованого проектування друкованих плат

Тема 18 Методологія відтворення корпусу і посадочних місць для компонентів

Тема 19 Методологія і принципи побудови схем принципових електричних в САПР

Тема 20 Універсальний редактор друкованих плат

Тема 21 Методика відтворення текстового опису схем

Тема 22 Основи рішення конструкторської задачі компоновки об'єкта та розміщення елементів і трасування друкованих провідників

Модульний контроль

4. Структура навчальної дисципліни

Назва змістовного модуля і тем	Кількість годин				
	Усього го	У тому числі			
		л	п	лаб.	с. р.
1	2	3	4	5	6
Модуль 1					
Змістовний модуль 1. Системотехнічні властивості БМЗ та принципи системного підходу при їх створенні					
Тема 1. Вступ до дисципліни	5	2	-	-	3
Тема 2. Функціональна та конструктивна складність БМЗ	5	2	-	-	3
Тема 3. Основні системотехнічні властивості БМЗ	5	2	-	-	3
Тема 4. Принципи системного підходу до проектування БМЗ	5	2	-	-	3
Тема 5. Детерміновані та імовірнісні моделі якості БМЗ	38	4	16	-	18
Тема 6. Статистичні моделі якості	32	6	8	-	18
Тема 7. Моделі точності конструкцій БМЗ	14	4	4	-	6
Модульний контроль	6	-	2	-	4
Разом за змістовним модулем 1	110	22	30	-	58
Змістовний модуль 2. Основні фізичні процеси, що супроводжують та зумовлюють функціонування конструкцій БМЗ та моделі надійності БМЗ					
Тема 8. Енергія механічної дії та її перетворення в відгук конструкції	5	2	-	-	3
Тема 9. Тепломасообмін в конструкціях БМЗ	5	2	-	-	3
Тема 10. Електромагнітні процеси в конструкціях БМЗ	5	2	-	-	3
Тема 11. Внутрішні деградаційні процеси в елементах конструкції БМЗ	10	4	-	-	6
Модульний контроль	5	-	2	-	3
Разом за змістовним модулем 2	30	10	2	-	18
Модуль 2					
Індивідуальне завдання: розрахунково-графічна робота	10	-	-	-	10
Контрольний захід	-	-	-	-	-
Усього годин за семестр	150	32	32		86
Модуль 3					
Змістовний модуль 3 Основи теорії надійності БМЗ					
Тема 12. Показники надійності конструкцій	24	6	6	-	12
Тема 13. Статистичні та фізико-статистичні моделі надійності	26	6	4	-	16
Тема 14. Моделі надійності систем елементів	15	2	4	-	9
Тема 15. Забезпечення надійності БМЗ при проектуванні, виробництві та експлуатації	4	2	-	-	2
Модульний контроль	6	-	2	-	4
Разом за змістовним модулем 3	75	16	16	-	43

Змістовний модуль 4 Основи автоматизації проектування БМЗ					
Тема 16. Огляд та аналіз систем автоматизованого проектування схем та друкованих плат	9	2	2	-	5
Тема 17. Системи автоматизованого проектування друкованих плат	9	2	2	-	5
Тема 18. Методологія відтворення корпусу і посадочних місць для компонентів	9	2	2	-	5
Тема 19. Методологія і принципи побудови схем принципів електричних в САПР	10	2	2	-	6
Тема 20. Універсальний редактор друкованих плат	10	2	2	-	6
Тема 21. Методика відтворення текстового опису схем	10	2	2	-	6
Тема 22. Основи рішення конструкторської задачі компоновки об'єкта та розміщення елементів і трасування друкованих провідників	12	4	2	-	6
Модульний контроль	6	-	2	-	4
Разом за змістовним модулем 4	75	16	16		43
Контрольний захід	-	-	-	-	-
Усього годин за семестр	150	32	32	-	86

3. Теми семінарських занять
не передбачено навчальним планом

6. Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
Модуль 1		
1	Імовірнісні одновимірні моделі в задачах проектування	2
2	Характеристики імовірнісних розподілів в задачах проектування	2
3	Усічені розподіли в задачах проектування	2
4	Нормальний закон розподілу в задачах проектування	2
5	Багатовимірні розподіли в задачах проектування	2
6	Показники якості за схемою «навантаження-міцність»	2
7	Показники якості за схемою «навантаження-міцність» за нормального закону розподілу	2
8	Модульний контроль 1	2
9	Приклади розрахунку безвідмовності об'єктів за схемою «навантаження-міцність»	2
10	Обґрунтування і розрахунок комплексного показника якості	2
11	Статистичні показники якості об'єктів	2
12	Статистичні показники якості за нормально розподіленої ознаки	2
13	Інтервальні статистичні показники якості	2
14	Методи розрахунку показників точності	2
15	Статистичний метод розрахунку показників точності	2
16	Модульний контроль 2	2
Модуль 3		
Змістовний модуль 3 Основи теорії надійності БМЗ		
17	Показники безвідмовності не відновлюваних об'єктів	2
18	Показники безвідмовності відновлюваних об'єктів	2
19	Показники ремонтпридатності	2

20	Комплексні показники надійності	2
21	Імовірнісні моделі надійності	2
22	Фізико-статистичні моделі надійності	2
23	Структурні моделі надійності	2
24	Модульний контроль	2
Змістовний модуль 4 Основи автоматизації проектування БМЗ		
25	Схемний редактор	2
26	Принципи формування зображень	2
27	Відтворення елементів конструкції в редакторі	2
28	Розробка інтегрованої бібліотеки	2
29	Побудова схем принципів електричних в редакторі	2
30	Універсальний редактор друкованих плат	2
31	Відтворення текстового опису схеми	2
32	Модульний контроль	2
Усього годин		64

7. Теми лабораторних занять
не передбачено навчальним планом

8. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
Модуль 1		
Змістовний модуль 1		
1	Вступ до дисципліни	3
2	Функціональна та конструктивна складність	3
3	Основні системотехнічні властивості	3
4	Принципи системного підходу до проектування	3
5	Детерміновані та імовірнісні моделі якості	18
6	Статистичні моделі якості	18
7	Моделі точності конструкцій	6
	Модульний контроль 1	4
Змістовний модуль 2		
8	Енергія механічної дії та її перетворення в відгук конструкції	3
9	Тепломасообмін в конструкціях	3
10	Електромагнітна сумісність в конструкціях	3
11	Внутрішні деградаційні процеси в елементах конструкції	6
	Модульний контроль 2	3
Модуль 2		
	Виконання розрахунково- графічної роботи	10
Модуль 3		
Змістовний модуль 3		
12	Показники надійності конструкцій Статистичні та фізико-статистичні моделі надійності	12
13	Статистичні та фізико-статистичні моделі надійності	16
14	Моделі надійності систем елементів	9
15	Забезпечення надійності БМЗ при проектуванні, виробництві та експлуатації	2
	Модульний контроль	4
Змістовний модуль 4		

16	Огляд та аналіз систем автоматизованого проектування схем та друкованих плат	5
17	Системи автоматизованого проектування друкованих плат	5
18	Методологія відтворення корпусу і посадочних місць для компонентів	5
19	Методологія і принципи побудови схем принципів електричних в САПР	6
20	Універсальний редактор друкованих плат	6
21	Методика відтворення текстового опису схем	6
22	Основи рішення конструкторської задачі компоновки об'єкта та розміщення елементів і трасування друкованих провідників	6
	Модульний контроль	4
	Усього годин	86

9. Індивідуальні завдання

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Виконання розрахунково-графічної роботи «Розрахунок комплексного показника якості та аналіз впливу зовнішніх діючих чинників на працездатність варіанту БМЗ».	10
	Усього годин	10

10. Методи навчання

Проведення аудиторних лекцій, аудиторних практичних занять, індивідуальні консультації, самостійна робота студентів за матеріалами лекцій, практичних занять та навчально-методичною літературою, самостійне виконання розрахункової роботи, самостійне виконання розрахунково-графічної роботи, виконання контрольних модулів. . Технологія змішаного та дистанційного навчання

11. Методи контролю

Поточний контроль роботи на лекціях, практичних заняттях, захист розрахункової роботи, захист розрахунково-графічної роботи, письмовий модульний контроль, письмовий іспит.

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	11	0...5,5
Виконання і захист лабораторних робіт	-	-	-
Виконання і захист практичних занять	0...2	14	0...28
Модульний контроль	0...20	1	0...20
Змістовний модуль 2			
Робота на лекціях	0...0,5	5	0...2,5
Виконання і захист лабораторних робіт	-	-	-
Модульний контроль	0...30	1	0...30
Виконання і захист Р-ГР	0...14	1	0...14

Усього за семестр			0...100
Змістовний модуль 3			
Робота на лекціях	0...0,5	8	0...4
Виконання і захист лабораторних робіт	-	-	-
Виконання і захист практичних занять	0...3	7	0...21
Модульний контроль	0...25	1	0...25
Змістовний модуль 4			
Робота на лекціях	0...0,5	8	0...4
Виконання і захист лабораторних робіт	-	-	-
Виконання і захист практичних занять	0...3	7	0...21
Модульний контроль	0...25	1	0...25
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/заліку студент має можливість отримати максимум 100 балів.

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

12.2. Якісні критерії оцінювання

Знати: класифікації комп'ютеризованих БМЗ; принципи системного підходу до проектування; моделі показників якості; фізичні процеси, що зумовлюють трудоздатність та якість БМЗ; принципи забезпечення надійності БМЗ.

Вміти: обґрунтовувати показники якості; визначати впливові фактори на об'єкт; розраховувати показники надійності; обґрунтовувати методи забезпечення надійності.

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 та лабораторні роботи, а також розрахункову роботу з навчальної дисципліни. Відповісти 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 практичних та лабораторних робіт, а також розрахункової роботи.

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 та лабораторні роботи, а також розрахункову роботу з навчальної дисципліни. Відповісти 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 всі практичних та лабораторних робіт, а також розрахункової роботи.

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 та лабораторні роботи, а також розрахункову роботу 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 практичних та лабораторних робіт, а також розрахункової роботи.

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 «Основи проектування біомедичних засобів» [електронний ресурс] / Бабаков М.Ф. // Харків, НАУ «ХАІ», 2018. Режим доступу: <http://k502.khai.edu>
2. Конструювання і технологія радіоелектронних засобів : навч. посібник / Р.Ф. Лободзінська, О.А. Костюк, О.І. Нікольській та ін. - Вінниця: ВНТУ, 2007. – 90 с.

14. Рекомендована література

Базова

1. Основи біомедичного радіоелектронного апаратобудування: навчальний посібник / С.М.Злепко, С.В. Павлов, Л.Г. Коваль, І.С. Тимчик. Вінниця, ВНТУ МОН молоді спорту України., 2011. – 133 с.
2. ДСТУ 2860-94. Надійність техніки. Терміни та визначення.
3. ДСТУ 2862-94. Надійність техніки. Методи розрахунку показників надійності. Основні положення.
4. Бабаков М.Ф. Моделі надійності радіоелектронної апаратури: навч. посіб./ М.Ф. Бабаков. –Х.: Нац. аерокосм. ун-т ім. М.Є. Жуковського «Харк. авіац. ін-т»,2016.-100с.
5. Фізичні основи надійності медичних приладів та систем: конспект лекцій для студентів усіх форм навчання приладобудівних спеціальностей / Укл.: Т.Ю. Кісіль, Р.В. Трембовецька, В.В. Тичков – Черкаси: ЧДТУ, 2016 – 55 с.
6. 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.

Допоміжна

1. Аналіз і забезпечення надійності електронної апаратури при проектуванні/ М.Ф.Бабаков – навч. посібн. – Харків: Нац. аерокосміч. ун-т «Харк. авіац. ін-т.», 2002. – 90 с.
2. Бабаков М.Ф. Нормування і розрахунок надійності радіоелектронної апаратури: навч. посібн./ М.Ф. Бабаков, І.К. Васильєва, І.І. Дерюга. – Х.: Нац. аерокосм. ун-т «Харк. авіац. ін-т», 2008. – 77с.
3. Пректна оцінуа надійності електронних апаратів/ М.Ф. Бабаков, О.С. Урусський – Навч. посіб. – Харків: Нац. аерокосм. ун-т «Харк. авіац. ін-т», 2006. – 48 с.
4. Радіотехніка: Енциклопедичний навчальний довідник: Навч. посібник / за ред. Ю.Л. Мазора, Є.А. Мачуського, В.І. Правди. – К.: Вища шк., 1999. – 838 с.іл
5. Олейник В.Н. Разработка интегрированных библиотек компонентов в РСAD. Учеб. пособие / В.Н.Олейник, Р.В. Колесник – Х.: Нац. аэрокосм. ун-т ”Харьк. авиац. ин-т”.2008 – 59 с.
6. Олейник В.Н. Особенности проектирования электронной аппаратуры в РСAD и OrCAD. Учеб. пособие. - Харьков: Нац. аэрокосм. ун-т «Харьк. авиац. ин-т», 2012. – 52 с.
7. Основи автоматизації проектування радіоелектронної апаратури : конспект лекцій / І.Г. Прокопенко, В.С. Козлов, Е.А. Корнільєв. - К.: НАУ, 2002. – 95 с.

15. Інформаційні ресурси

1. 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/)