

114

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


(підпис)

Г.В.Мигаль
(ініціали та прізвище)

«31» серпня 2021 р.

**РОБОЧА ПРОГРАМА ВИБІРКОВОЇ
НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

**КОНСТРУЮВАННЯ ТА ТЕХНОЛОГІЯ ВИРОБНИЦТВА
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
(найменування освітньої програми)

Форма навчання: денна

Рівень вищої освіти: перший (бакалаврський)

Харків 2021 рік

Робоча програма Конструювання та технологія виробництва біомедичних засобів
(назва дисципліни)

для студентів за спеціальністю 163 Біомедична інженерія
освітньою програмою Біомедична інформатика та радіоелектроніка

«31» серпня 2021 р., – 17 с.

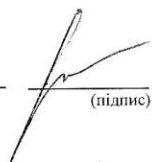
Розробники: Олійник В.М., доцент каф. 502, к.т.н., доцент
(прізвище та ініціали, посада, науковий ступінь і вчене звання)


(підписи)

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 – 6,,5	Галузь знань <u>16 Хімічна та біоінженерія</u> (шифр і найменування) Спеціальність <u>163 Біомедична інженерія</u> (код і найменування) Освітня програма <u>Біомедична інформатика та радіоелектроніка</u> (найменування) Рівень вищої освіти: Перший (бакалаврський)	Цикл професійної підготовки (дисципліна самостійного вибору підготовки)
Кількість модулів – 2		Навчальний рік
Кількість змістовних модулів – 4		2021/2022
Індивідуальне завдання - <u>розрахунково-графічна робота</u>		Семестр
Загальна кількість годин – 72/195		7-ий
Кількість тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 4,5 самостійної роботи студента – 7,6875		Лекції*
		48
		Практичні, семінарські
		24
		Лабораторні*
		-
		Самостійна робота
		123
		Вид контролю
		модульний контроль, іспит

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної роботи становить:

72/ 123

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

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Мета навчання: отримання знань, основних методів і принципів конструювання та технології виробництва біомедичних засобів.

Завдання: формування у студентів розуміння основних принципів конструювання та технології виробництва біомедичних засобів, їх показників якості та моделей, чинників, що впливають на них, та заходів по забезпеченню належної якості спроектованих біомедичних засобів.

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

Інтегральна компетентність:

- здатність розв'язування складних задач в галузі біомедичної інформатики і радіоелектроніки, що передбачає застосування певних теорій та методів хімічної, біологічної та медичної інженерії і характеризується комплексністю та невизначеністю умов.

Загальні та фахові компетентності:

- здатність застосовувати теоретичні знання навчальної дисципліни у практичних ситуаціях (ЗК1);
- знання та розуміння предметної області навчальної дисципліни та розуміння професійної діяльності (ЗК2);
- навички використання інформаційних і телекомунікаційних технологій (ЗК4);
- здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел (ЗК6);
- здатність приймати обґрунтовані рішення (ЗК8);
- здатність оцінювати та забезпечувати якість виконуваних робіт (ЗК11);
- здатність застосовувати пакети інженерного програмного забезпечення для проведення досліджень, аналізу, обробки та представлення результатів, а також для автоматизованого проектування медичних приладів та систем (ФК1);
- здатність забезпечувати інженерно-технічну експертизу в процесі планування, розробці, оцінці та специфікації медичного обладнання (ФК2);
- здатність вивчати та застосовувати нові методи та інструменти аналізу, моделювання, проектування та оптимізації медичних приладів та систем (ФК3);
- здатність забезпечувати технічні та функціональні характеристики систем і засобів, що використовуються в медицині та біології (при профілактиці, діагностиці, лікуванні та реабілітації) (ФК4);
- здатність застосовувати фізичні, хімічні, біологічні та математичні методи в аналізі, моделюванні функціонування живих організмів та біотехнічних систем (ФК5).

Програмні результати навчання:

- формулювати логічні висновки та обґрунтовані рекомендації щодо оцінки, експлуатації та впровадженні біотехнічних, медико-технічних та біоінженерних засобів і методів (ПРН2);
- застосовувати положення нормативно-технічних документів, що регламентують порядок проведення сертифікації продукції, атестації виробництва (ПРН4);
- розуміти теоретичні та практичні підходи до створення та керування медичним обладнанням та медичною технікою (ПРН8);

Міждисциплінарні зв'язки:

Дисципліна базується на знаннях з вищої математики, фізики, теорії ймовірності, теорії кіл, схемотехніки, елементної бази.

Дисципліна забезпечує напрямок конструювання та технології виробництва БМЗ, автоматизацію проектування БМЗ та випускну роботу бакалавра.

3. Програма навчальної дисципліни

Модуль 1

Змістовний модуль 1. Особливості конструювання БМЗ

Тема 1.1. Фактори, що впливають на електронне устаткування. Корозія, механізми корозії. Ряд електрохімічних потенціалів. Вплив грибкових утворень, пилу, іонізуючого випромінювання на конструкцію електронної апаратури..

Тема 1.2. Професійні і побутові БМЗ. Особливості застосування і розташування бортової апаратури. Наземна БМЗ. Особливості стаціонарної конструкції, апаратури, що возиться та носить.

Тема 1.3. Систематизація несучих конструкцій БМЗ. Вимоги до конструкцій. Універсальні типові конструкції та виконання таких конструкцій. Механічна міцність, параметри. Вібрації та удари, резонанси. Захист від механічних впливів.

Тема 1.4. Електромагнітна сумісність БМЗ. Різновиди паразитного зв'язку. Загальна характеристика електромагнітного зв'язку. Паразитний ємнісний зв'язок. Паразитний зв'язок крізь електромагнітне поле і загальний опір. Джерела та приймачі наведення.

Тема 1.5. Екранування провідників. Кабелі. Заземлення. Захисне заземлення. Сигнальні землі. Застосування трансформаторів, оптронів і диференціальних підсилювачів для розриву контуру заземлення. Принципи екранування постійного магнітного та високочастотного поля. Одночасне екранування електричних і магнітних полів. Оцінки ефективності екранування.

Модульний контроль 1

Змістовний модуль 2. Основи теплового проектування БМЗ

Тема 2.1. Теплообмін випромінюванням. Основні закони: закон Планка, Віна, Стефана – Больцмана, закон Ламберта. Тепловий потік випромінювальної енергії – практичні формули та рекомендації щодо їх раціонального застосування. Приймачі теплового випромінювання, болометри, пірометри, особливості їх виконання. Сонячне випромінювання, екранування сонячного потоку, ефективність. Багатошарові екрани.

Тема 2.2. Конвективний теплообмін у РЕЗ. Витрати середовища. Закон Ньютона – Рихмана, коефіцієнт конвективного теплообміну. Критерії Нуссельта, Грасгофа, Прандтля, Рейнольдса. Закони конвективного теплообміну для необмежених просторів та замкнених конструкцій. Природна конвекція у РЕЗ герметичної конструкції. Методика аналізу теплового режиму, модель, алгоритми дослідження.

Тема 2.3. Техніка охолодження вузлів БМЗ. Радіатори, технологія їх виробництва. Особливості конструкцій радіаторів, з'єднання теплонавантажених компонентів з радіатором. Термопасти. Діелектричні прошарки. Типові конструкції теплонавантажених приладів.

Тема 2.4. Примусове охолодження компонентів БМЗ. Особливості конструкції. Кулери. Особливості розрахунку параметрів вентиляторів. Залежність витрат повітря від параметрів крильчатки вентилятора. Типи вентиляторів, які використовуються у професійній БМЗ.

Тема 2.5. Кипіння рідини. Кризис кипіння. Ефективність теплообміну при кипінні рідини. Теплові трубки та їх конструкції. Комплексне використання теплових трубок з радіаторами та вентиляторами.

Модульний контроль 2

Модуль 2

Змістовний модуль 3. Основи технології виготовлення друкованих плат БМЗ

Тема 3.1. Основні етапи ТП виготовлення роздільно-вибіркового травлення металів. (РВТМ – плат). Суть методу, особливості, основні операції. Фотошаблони, їх призначення та виготовлення. Отримання заготовок друкованих плат (ДП). Основні технології, їх суть, обладнання, критерії вибору. Підготовка поверхні друкованих плат. Цілі, способи, їх особливості.

Тема 3.2. Плазмохімічне травлення поверхні ДП та отворів. Ціль, особливості технології, переваги, недоліки. Природа сенсibilізації та активації ДП, матеріали та призначення. Хімічна металізація. Суть, призначення, розчини хімічного мідніння, основні етапи.

Тема 3.3. Електрохімічна металізація. Суть, ціль, матеріали. Гальваніка в технології друкованих плат. Ціль, матеріали, послідовність операцій. Електроліти в виробництві ДП, приклади, умови вибору, переваги та недоліки.

Тема 3.4. Технологія захисного рельєфу та паяльної маски на ДП. Призначення, способи отримання та критерії вибору. Обробка ДП по контуру. Способи, критерії вибору, переваги та недоліки.

Тема 3.5. Технологія пресування багатошарових ДП. Матеріали, послідовність операцій, режими. Гнучкі плати, шлейфи.

Модульний контроль 3

Змістовний модуль 4. Основи технології монтажу та випробувань друкованих плат

Тема 4.1. Друкований монтаж. Основні терміни і визначення: друкована плата, друкований вузол, основа друкованої плати, малюнок друкованої плати, друкований провідник, контактний майданчик.

Тема 4.2. Монтаж компонентів на друковану плату. Підготовка та формовка виводів компонентів. Групові методи пайки: пайка заглибленням, пайка хвилею припою. Технологія та техніка поверхневого монтажу. Виробниче обладнання.

Тема 4.3. Оформлення складального креслення друкованого вузла. Проекції. Зображення елементів, варіанти установки. Позиційні позначення. Види розмірів, що проставляються. Технічні вимоги до складального креслення. Специфікація.

Розділи специфікації: документація, складальні одиниці, деталі, стандартні вироби, інші вироби, матеріали.

Тема 4.4. Установка, збірка і монтаж компонентів ГІС. Конструкції осередків із застосуванням мікросхем і мікроскладок в мікрокорпусах. Поверхневий монтаж.

Корпуси мікросхем (матеріали, контактні майданчики, способи установки).

Порівняння корпусів по густині компоновки, точності, надійності і економічності методів монтажу.

Тема 4.5. Випробування ДП, види та методи випробувань та їх цілі. Програма випробувань ДП, їх етапи. Механічні випробування ДП, критерії. Електричні випробування, критерії. Випробування на тепловий удар, особливості.

Модульний контроль 4

Індивідуальне завдання – розрахунково-графічна робота

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					
Змістовний модуль 1. Особливості проектування БМЗ					
Тема 1.1. Фактори, що впливають на електронне устаткування. Корозія, механізми корозії. Ряд електрохімічних потенціалів. Вплив грибкових утворень, пилу, іонізуючого випромінювання на конструкцію електронної апаратури.	9	2	2		5
Тема 1.2. Професійні і побутові БМЗ. Особливості застосування і розташування бортової БМЗ. Наземна БМЗ. Особливості стаціонарної конструкції, апаратури, що возиться, носить.	7	2			5
Тема 1.3. Систематизація несучих конструкцій БМЗ. Вимоги до конструкцій. Універсальні типові конструкції та виконання таких конструкцій. Механічна міцність, параметри.	9	2	2		5
Тема 1.4. Електромагнітна сумісність БМЗ. Різновиди паразитного зв'язку. Загальна	10	3	2		5

характеристика електромагнітного зв'язку. Джерела та приймачі наведення.					
Тема 1.5. Екранування провідників. Кабелі. Заземлення. Принципи екранування постійного магнітного та височастотного поля. Одночасне екранування електричних і магнітних полів. Оцінки ефективності екранування.	7	2			5
Модульний контроль 1	5	1			4
Разом за змістовним модулем 1	47	12	6		29
Змістовий модуль 2. Основи теплового проектування БМЗ					
Тема 2.1. Теплообмін випромінюванням. Приймачі теплового випромінювання, болометри, пірометри, особливості їх виконання. Сонячне випромінювання, екранування сонячного потоку.	7	2			5
Тема 2.2. Конвективний теплообмін у БМЗ. Закони конвективного теплообміна для необмежених просторів та замкнених конструкцій. Природна конвекція у БМЗ герметичної конструкції. Методика аналізу теплового режиму, модель, алгоритми дослідження.	9	2	2		5
Тема 2.3. Техніка охолодження вузлів БМЗ. Радіатори, технологія їх виробництва. Термопасти. Діелектричні прошарки. Типові конструкції теплонавантажених приладів.	7	2			5
Тема 2.4. Примусове охолодження компонентів БМЗ. Особливості конструкції. Кулери. Особливості розрахунку параметрів вентиляторів. Типи вентиляторів, що використовуються у професійній БМЗ.	9	2	2		5

Тема 2.5. Кипіння рідини. Ефективність теплообміну при кипінні рідини. Теплові трубки та їх конструкції. Комплексне використання теплових трубок з радіаторами та вентиляторами.	10	3	2		5
Модульний контроль 2	5	1			4
Разом за змістовним модулем 2	47	12	6		29
Модуль 2					
Змістовний модуль 3. Основи технології виготовлення друкованих плат					
Тема 3.1. Основні етапи ТП виготовлення роздільно-вибіркового травлення металів. Фотошаблони, їх призначення та виготовлення. Отримання заготовок друкованих плат (ДП). Основні технології, їх суть, обладнання, критерії вибору. Підготовка поверхні друкованих плат.	9	2	2		5
Тема 3.2. Плазмохімічне травлення поверхні ДП та отворів. Природа сенсibiliзації та активації ДП, матеріали та призначення. Хімічна металізація. Суть, призначення, розчини хімічного мідніння, основні етапи.	9	2	2		5
Тема 3.3. Електрохімічна металізація. Гальваніка в технології друкованих плат. Матеріали, послідовність операцій. Електроліти в виробництві ДП, приклади, умови вибору, переваги та недоліки.	7	2			5
Тема 3.4. Технологія захисного рельєфу та паяльної маски на ДП. Призначення, способи отримання та критерії вибору. Обробка ДП по контуру. Способи, критерії вибору, переваги та недоліки.	9	2	2		5
Тема 3.5. Технологія пресування багатошарових ДП. Матеріали,	8	3			5

послідовність операцій, режими. Гнучкі плати, шлейфи.					
Модульний контроль 3	5	1			4
Разом за змістовним модулем 3	47	12	6		29
Змістовний модуль 4. Основи технології монтажу та випробувань друкованих плат					
Тема 4.1. Друкований монтаж. Основні терміни і визначення: друкована плата, друкований вузол, основа друкованої плати, малюнок друкованої плати, друкований провідник, контактний майданчик.	7	2			5
Тема 4.2. Монтаж компонентів на друковану плату. Підготовка та формовка виводів компонентів. Групові методи пайки: пайка заглибленням, пайка хвилею припою. Технологія та техніка поверхневого монтажу.	9	2	2		5
Тема 4.3. Оформлення складального креслення друкованого вузла. Технічні вимоги до складального креслення. Специфікація. Розділи специфікації: документація, складальні одиниці, деталі, стандартні вироби, інші вироби, матеріали.	10	3	2		5
Тема 4.4. Установка, збірка і монтаж компонентів ГІС. Конструкції осередків із застосуванням мікросхем і мікроскладок в мікрокорпусах. Поверхневий монтаж. Корпуси мікросхем. Порівняння корпусів по густині компоновки, точності, надійності і економічності методів монтажу.	9	2	2		5
Тема 4.5. Випробування ДП, види та методи випробувань та їх цілі. Програма випробувань ДП, їх етапи. Механічні випробування ДП. Електричні випробування.	7	2			5

Випробування на тепловий удар, особливості.					
Модульний контроль 4	5	1			4
Разом за змістовним модулем 4	47	12	6		29
Індивідуальне завдання					
Розрахункова робота	7				7
Усього годин на дисципліну	195	48	24		123

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	Зовнішні фактори, що роблять вплив на електронне устаткування	2
2	Універсальні типові конструкції та виконання креслень таких конструкцій. Механічна міцність, параметри.	2
3	Електромагнітна сумісність БМЗ. Різновиди паразитного зв'язку. Загальна характеристика електромагнітного зв'язку. Джерела та приймачі наведення.	2
4	Природна конвекція у БМЗ герметичної конструкції. Методика аналізу теплового режиму, модель, алгоритми дослідження.	2
5	Примусове охолодження компонентів БМЗ. Особливості конструкції. Кулери. Особливості розрахунку параметрів вентиляторів.	2
6	Кипіння рідини. Ефективність теплообміну при кипінні рідини. Теплові трубки та їх конструкції. Використання теплових трубок з радіаторами та вентиляторів.	2
7	Технології роздільно-вибіркового травлення металів. Фотошаблони, їх призначення та виготовлення. Отримання заготовок і підготовка поверхні друкованих плат (ДП).	2
8	Плазмохімічне травлення поверхні ДП та отворів. Природа сенсibiliзації та активації ДП. Металізація, розчини хімічного мідіння, особливості техпроцесу.	2
9	Технологія захисного рельєфу та паяльної маски на ДП. Призначення, способи отримання та критерії вибору.	2
10	Монтаж компонентів на друковану плату. Підготовка та формовка виводів компонентів. Групові методи пайки:	2

	пайка заглибленням, пайка хвилею припою. Технологія та техніка поверхневого монтажу.	
11	Оформлення складального креслення друкованого вузла. Технічні вимоги до складального креслення. Специфікація. Вивчення розділів специфікації.	2
12	Установка, збірка і монтаж компонентів ГІС. Конструкції осередків із застосуванням мікросхем і мікроскладок. Поверхневий монтаж. Корпуси мікросхем.	2
	Разом	24

8. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Фактори, що впливають на електронне устаткування. Корозія, механізми корозії. Ряд електрохімічних потенціалів. Вплив грибкових утворень, пилу та ін.	5
2	Професійні і побутові БМЗ. Особливості застосування і розташування бортової БМЗ. Наземна БМЗ. Особливості стаціонарної конструкції, апаратури, що возиться, носить.	5
3	Систематизація несучих конструкцій БМЗ. Вимоги до конструкцій. Універсальні типові конструкції та виконання таких конструкцій. Механічна міцність, параметри.	5
4	Електромагнітна сумісність БМЗ. Різновиди паразитного зв'язку. Загальна характеристика електромагнітного зв'язку. Джерела та приймачі наведення.	5
5	Екранування провідників. Кабелі. Заземлення. Принципи екранування постійного магнітного та високочастотного поля. Оцінки ефективності екранування	5
6	Модульний контроль 1	4
7	Теплообмін випромінюванням. Приймачі теплового випромінювання, болометри, пірометри, особливості їх виконання. Сонячне випромінювання, екранування сонячного потоку.	5
8	Закони конвективного теплообміну для необмежених просторів та замкнених конструкцій. Природна конвекція у БМЗ герметичної конструкції. Методика аналізу теплового режиму, модель, алгоритми.	5
9	Техніка охолодження вузлів БМЗ. Радіатори, технологія їх виробництва. Термопасти. Діелектричні прошарки. Типові конструкції теплонавантажених приладів.	5
10	Примусове охолодження компонентів БМЗ. Особливості конструкції. Кулери. Особливості розрахунку параметрів вентиляторів. Типи вентиляторів у професійній БМЗ.	5

11	Кипіння рідини. Ефективність теплообміну при кипінні рідини. Теплові трубки та їх конструкції. Використання теплових трубок з радіаторами та вентиляторів.	5
12	Модульний контроль 2	4
13	ТП виготовлення роздільно-вибіркового травлення металів. Фотошаблони, їх призначення та виготовлення. Отримання заготовок та підготовка поверхні друкованих плат (ДП).	5
14	Плазмохімічне травлення поверхні ДП та отворів. Природа сенсibiliзації та активації ДП, матеріали. Хімічна металізація. Розчини хімічного міднення, етапи виконання.	5
15	Електрохімічна металізація. Гальваніка в технології друкованих плат. Матеріали, послідовність операцій. Електроліти в виробництві ДП, приклади, умови вибору.	5
16	Технологія захисного рельєфу та паяльної маски на ДП. Призначення, способи отримання, критерії вибору. Обробка ДП по контуру. Способи, критерії вибору, переваги.	5
17	Технологія пресування багатошарових ДП. Матеріали, послідовність операцій, режими. Гнучкі плати, шлейфи.	5
18	Модульний контроль 3	4
19	Друкований монтаж. Основні терміни і визначення: друкована плата, друкований вузол, основа друкованої плати, малюнок друкованої плати, друкований провідник, контактний майданчик.	5
20	Монтаж компонентів на друковану плату. Підготовка та формовка виводів компонентів. Групові методи пайки: пайка заглибленням, пайка хвилею припою. Технологія та техніка поверхневого монтажу.	5
21	Оформлення складального креслення друкованого вузла. Технічні вимоги до складального креслення. Специфікація. Розділи специфікації.	5
22	Установка, збірка і монтаж компонентів ГІС. Поверхневий монтаж. Корпуси мікросхем. Порівняння корпусів по густині компоновки, точності, надійності і економічності.	5
23	Випробування ДП, види та методи випробувань. Програма випробувань ДП, її етапи. Механічні випробування ДП. Електричні випробування. Випробування на тепловий удар.	5
24	Модульний контроль 4	4
25	Індивідуальне завдання - Розрахункова робота	7
	Усього	123

9. Індивідуальні завдання

Розрахунково-графічна робота - Розробка елементів типової конструкції біомедичного пристрою, розробка корпусу та вибір типової технології їх виготовлення. Параметри індивідуальних завдань видає студенту викладач.

10. Методи навчання

Проведення аудиторних, практичних занять та консультацій, індивідуальні консультації (при необхідності) з виконання розрахунково-графічної роботи, самостійна робота студентів за лекційними матеріалами, практичними заняттями та виконанням розрахунково-графічної роботи з 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, захист розрахункової роботи, 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	6	0...6
Виконання і захист практичних робіт	0...2	3	0...6
Модульний контроль	0...10	1	0...10
Змістовний модуль 2			
Робота на лекціях	0...1	6	0...6
Виконання і захист практичних робіт	0...2	3	0...6
Модульний контроль	0...10	1	0...10
Змістовний модуль 3			
Робота на лекціях	0...1	6	0...6
Виконання і захист практичних робіт	0...2	3	0...6
Модульний контроль	0...10	1	0...10
Змістовний модуль 4			
Робота на лекціях	0...1	6	0...6
Виконання і захист практичних робіт	0...2	3	0...6
Модульний контроль	0...10	1	0...10
Розрахункова робота	0...12	1	0...12
Усього за семестр			0...100

Семестровий контроль (іспит) проводиться у разі відмови студента від балів поточного тестування й за наявності допуску до заліку. Під час складання семестрового іспиту студент має можливість отримати максимум 100 балів. Для цього 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 конструкцій біомедичних апаратів та систем, шляхи їхньої реалізації;
- особливості розташування БМЗ на різних об'єктах;
- склад конструкторської документації;
- 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 радіо- та електронних засобів;
- теоретичні основи аналізу теплових режимів БМЗ;
- склад технологічної документації;
- основні технологічні процеси виробництва компонентів БМЗ;

12.2.2. Необхідний обсяг вмінь для одержання позитивної оцінки

- проводити аналіз простої схеми електричної принципової БМЗ, знаходити оптимальний варіант поділу схеми на вузли та блоки з урахуванням вимог до конструкції, вибору елементної бази і технологічних обмежень;
- розробляти ескіз конструкції електронного пристрою з урахуванням експлуатаційних показників та умов впливу навколишнього середовища;
- розробляти технічне завдання та компоувати БМЗ;
- виконувати креслення блоків та вузлів БМЗ згідно з державними стандартами;
- використовувати принципи захисту конструкцій від впливу зовнішніх факторів;
- оцінювати електромагнітну обстановку, паразитні зв'язки між пристроями;
- вміти 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. 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. 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; підкріплювати 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. 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. 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://mentor.khai.edu/>

14. Рекомендована література

Базова

1. Конструювання радіоелектронних засобів: конспект лекцій за курсом / С.В. Ольшевський. – К.: Київськ. нац. у-т ім. Т.Шевченка, 214, - 199 с.
2. 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, В. М. Співак, В. Б. Швайченко. За загальною редакцією В. С. Лазебного – К.: «КАФЕДРА», 2015, – 282 с.

Допоміжна

1. Конструкторско-технологическое проектирование электронной аппаратуры: Учебник для вузов / К.И. Билибин, А.И. Власов, Л.А. Журавлува и др.; Подобщ. ред. В.А. Шахнова - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2005. - 568 с.
2. Пирогова Е.В. Проектирование и технология печатных плат. Учебник. - М.: ФОРУМ: ИНФРА - М. 2005. - 560 с.
3. Практическое пособие по ученому конструированию РЭА / В.Т. Белинский, В.П. Гондюл, А.Б. Грозин и др.: под ред. К.Б. Круковского-Синевича, Ю.Л. Мазора, - К.: Вища шк., 1992. - 493 с.
4. Медведев А.М. Технология производства печатных плат / А.М.Медведев. – М.: Техносфера, 2005. – 300 с.
5. Справочник конструктора РЕА : Общие принципы конструирования / Под ред. Р.Г. Варламова. – М.: Сов. Радио, 1980. – 480 с.
6. Невлюдов І.Ш. Основи виробництва електронних апаратів: підручник – Н-40 Харків: Компанія СМІТ, 2005, - 592 с.
7. Конструювання і технологія радіоелектронних засобів : навч. посібник / Р.Ф. Лободзінська, О.А. Костюк, О.І. Нікольскій та ін. - Вінниця: ВНТУ, 2007. – 90с.

15. Інформаційні ресурси

Сайт кафедри <http://k502.khai.edu/> ; <http://mentor.khai.edu/>