

87

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)

В.П.Олійник  
(ініціали та прізвище)

«31» серпня 2023р.

**РОБОЧА ПРОГРАМА  
НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

**ОСНОВИ ТЕХНОЛОГІЇ 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  
(найменування освітньої програми)

**Форма навчання: денна**

**Рівень вищої освіти: перший (бакалаврський)**

**Харків 2023 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 2023 р., – 17 с.

Розробники: Куліш С.М., професор 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 2023 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	<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>  Перший (бакалаврський)	Цикл професійної підготовки (дисципліна самостійного вибору підготовки)
Кількість модулів – 2		<b>Навчальний рік</b>
Кількість змістовних модулів – 2		2023/2024
Індивідуальне завдання - <u>розрахункова- робота</u>		<b>Семестр</b>
Загальна кількість годин – 80/180		7-ий
Кількість тижневих годин для денної форми навчання:  аудиторних – 4,5  самостійної роботи студента – 7,7		<b>Лекції*</b>
		40
		<b>Практичні, семінарські</b>
		40
		<b>Лабораторні*</b>
	-	
	<b>Самостійна робота</b>	
100		
<b>Вид контролю</b>	модульний контроль, іспит	

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної роботи становить:

80/ 100

\*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 носитья.

**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

**Тема 1,6.** 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 1,7.** Конвективний теплообмін у РЕЗ. Витрати середовища. Закон Ньютона – Рихмана, коефіцієнт конвективного теплообміну. Критерії Нуссельта, Грасгофа, Прандтля, Рейнольдса. Закони конвективного теплообміна для необмежених просторів та замкнених конструкцій. Природна конвекція у РЕЗ герметичної конструкції. Методика аналізу теплового режиму, модель, алгоритми дослідження.

**Тема 1,8.** 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 1,9.** Примусове охолодження компонентів БМЗ. Особливості конструкції. Кулери. Особливості розрахунку параметрів вентиляторів. Залежність витрат повітря від параметрів крильчатки вентилятору. 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 вентиляторам.

## **Модульний контроль 1**

### **Модуль 2**

#### **Змістовний модуль 2. Основи технології виготовлення друкованих плат БМЗ**

**Тема 2.1.** 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 2.2.** 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 2.3.** 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 2.4.** 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 2.5.** Технологія пресування багатошарових ДП. Матеріали, послідовність операцій, режими. Гнучкі плати, шлейфи.

**Тема 2,6.** Друкований монтаж. Основні терміни і визначення: друкована плата, друкований вузол, основа друкованої плати, малюнок друкованої плати, друкований провідник, контактний майданчик.

**Тема 2,7.** 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 2,8.** 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 2,9.** Установка, збірка і монтаж компонентів ГС. 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 2,10.** 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
<b>Модуль 1</b>					
<b>Змістовний модуль 1. Особливості проектування БМЗ</b>					
<b>Тема 1.1.</b> Фактори, що впливають на електронне устаткування. Корозія, механізми корозії. Ряд електрохімічних потенціалів. Вплив грибкових утворень, пилу, іонізуючого випромінювання на конструкцію електронної апаратури.	7	1	2		4
<b>Тема 1.2.</b> Професійні і побутові БМЗ. Особливості застосування і розташування бортової БМЗ. Наземна БМЗ. Особливості стаціонарної конструкції, апаратури, що возиться, носить.	8	2	2		4
<b>Тема 1.3.</b> Систематизація несучих конструкцій БМЗ. Вимоги до конструкцій. Універсальні типові конструкції та виконання таких конструкцій. Механічна міцність, параметри.	8	2	2		4
<b>Тема 1.4.</b> Електромагнітна сумісність БМЗ. Різновиди паразитного зв'язку. Загальна характеристика електромагнітного зв'язку. Джерела та приймачі наведення.	8	2	2		4
<b>Тема 1.5.</b> Екранування провідників. Кабелі. Заземлення.	10	2	2		6

Принципи екранування постійного магнітного та високочастотного поля. Одночасне екранування електричних і магнітних полів. Оцінки ефективності екранування.					
<b>Тема 1.6.</b> Теплообмін випромінюванням. Приймачі теплового випромінювання, болометри, пірометри, особливості їх виконання. Сонячне випромінювання, екранування сонячного потоку.	8	2	2		4
<b>Тема 1.7.</b> 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.	10	2	2		6
<b>Тема 1.8.</b> Техніка охолодження вузлів БМЗ. Радіатори, технологія їх виробництва. Термопасти. Діелектричні прошарки. Типові конструкції теплонавантажених приладів.	10	2	2		6
<b>Тема 1.9.</b> Примусове охолодження компонентів БМЗ. Особливості конструкції. Кулери. Особливості розрахунку параметрів вентиляторів. Типи вентиляторів, що використовуються у професійній БМЗ.	10	2	2		6
<b>Тема 1.10.</b> Кипіння рідини. Ефективність теплообміну при кипінні рідини. Теплові трубки та їх конструкції. Комплексне використання теплових трубок з радіаторами та вентиляторам.	10	2	2		6
<b>Модульний контроль 1</b>		1			
Разом за змістовним модулем 1	90	20	20		50



## Модуль 2

### Змістовний модуль 2. Основи технології виготовлення друкованих плат

<p><b>Тема 2.1.</b> 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.</p>	10	2	2		6
<p><b>Тема 2.2.</b> Плазмохімічне травлення поверхні ДП та отворів. Природа сенсibiliзації та активації ДП, матеріали та призначення. Хімічна металізація. Суть, призначення, розчини хімічного мідніння, основні етапи.</p>	10	2	2		6
<p><b>Тема 2.3.</b> Електрохімічна металізація. Гальваніка в технології друкованих плат. Матеріали, послідовність операцій. Електроліти в виробництві ДП, приклади, умови вибору, переваги та недоліки.</p>	10	2	2		6
<p><b>Тема 2.4.</b> Технологія захисного рельєфу та паяльної маски на ДП. Призначення, способи отримання та критерії вибору. Обробка ДП по контуру. Способи, критерії вибору, переваги та недоліки.</p>	10	2	2		6
<p><b>Тема 2.5.</b> Технологія пресування багатошарових ДП. Матеріали, послідовність операцій, режими. Гнучкі плати, шлейфи.</p>	8	2	2		4
<p><b>Тема 2.6.</b> Друкований монтаж. Основні терміни і визначення: друкована плата, друкований вузол, основа друкованої плати, малюнок друкованої плати, друкований провідник, контактний майданчик.</p>	7	1	2		4

<b>Тема 2.7.</b> Монтаж компонентів на друковану плату. Підготовка та формовка виводів компонентів. Групові методи пайки: пайка заглибленням, пайка хвилею припою. Технологія та техніка поверхневого монтажу.	8	2	2		4
<b>Тема 2.8.</b> Оформлення складального креслення друкованого вузла. Технічні вимоги до складального креслення. Специфікація. Розділи специфікації: документація, складальні одиниці, деталі, стандартні вироби, інші вироби, матеріали.	8	2	2		4
<b>Тема 2.9.</b> 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.	8	2	2		4
<b>Тема 2.10.</b> Випробування ДП, види та методи випробувань та їх цілі. Програма випробувань ДП, їх етапи. Механічні випробування ДП. Електричні випробування. Випробування на тепловий удар, особливості.	8	2	2		4
<b>Модульний контроль 2</b>	,	1			1
Разом за змістовним модулем 2	90	20	20		50
<b>Розрахункова робота</b>					7
<b>Усього годин на дисципліну</b>	180	40	40		100

**5. Теми семінарських занять**  
*не передбачено навчальним планом*

**6. Теми лабораторних занять**  
*не передбачено навчальним планом*

**7. Теми практичних занять**

№	Назва теми	Кіль. год
1	Аналіз конструкції біомедичних засобів, як об'єкту складання	2
2	Аналіз і технологічна характеристика методів з'єднання складальних одиниць біомедичних засобів	2
3	Технологія паяних з'єднань	2
4	Аналіз технологічності конструкції біомедичних засобів	2
5	Методика виробництва друкованих плат біомедичних засобів	2
6	Технологія виготовлення корпусу методом лиття з пластмаси ABS	2
7	Оцінка теплового режиму герметичного блоку біомедичної та радіоелектронної апаратури	2
8	Розрахунок теплового режиму блоку біомедичної та радіоелектронної апаратури у герметичному виконанні	2
9	Дослідження теплового режиму блоку біомедичної та радіоелектронної апаратури з перфорованим корпусом	2
10	Розрахунок теплового режиму блоку біомедичної та радіоелектронної апаратури з перфорованим корпусом	2
11	Методологія вибору системи охолодження блоку біомедичної та радіоелектронної апаратури	2
12	Методологія забезпечення електромагнітної сумісності та завадостійкості блоків біомедичної та радіоелектронної апаратури	2
13	Методологія забезпечення механічної міцності біомедичної та радіоелектронної апаратури	2
14	Застосування радіаторів для локального охолодження компонентів біомедичних та радіоелектронних засобів	2
15	Складання ТЗ на конструювання радіотехнічного біомедичних засобів	2
16	Складання технологічної документації операційного та маршрутного технологічного процесу біомедичних засобів	2
17	Монтаж компонентів на друковану плату. Підготовка та формовка виводів компонентів. Групові методи пайки: пайка заглибленням, пайка хвилею припою. Технологія та техніка поверхневого монтажу.	2
18	Оформлення складального креслення друкованого вузла. Технічні вимоги до складального креслення. Специфікація. Вивчення розділів специфікації.	2
19	Установка, збірка і монтаж компонентів ГІС. Конструкції осередків із застосуванням мікросхем і мікроскладок. Поверхневий монтаж. Корпуси мікросхем.	2
20	Модульний контроль	2
	<b>Разом</b>	<b>40</b>

## 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.	4
2	Професійні і побутові БМЗ. Особливості застосування і розташування бортової БМЗ. Наземна БМЗ. Особливості стаціонарної конструкції, апаратури, що возиться, носитья.	4
3	Систематизація несучих конструкцій БМЗ. Вимоги до конструкцій. Універсальні типові конструкції та виконання таких конструкцій. Механічна міцність, параметри.	4
4	Електромагнітна сумісність БМЗ. Різновиди паразитного зв'язку. Загальна характеристика електромагнітного зв'язку. Джерела та приймачі наведення.	4
5	Екранування провідників. Кабелі. Заземлення. Принципи екранування постійного магнітного та високочастотного поля. Оцінки ефективності екранування	4
6	Теплообмін випромінюванням. Приймачі теплового випромінювання, болометри, пірометри, особливості їх виконання. Сонячне випромінювання, екранування сонячного потоку.	4
7	Закони конвективного теплообміна для необмежених просторів та замкнених конструкцій. Природна конвекція у БМЗ герметичної конструкції. Методика аналізу теплового режиму, модель, алгоритми.	4
8	Техніка охолодження вузлів БМЗ. Радіатори, технологія їх виробництва. Термопасти. Діелектричні прошарки. Типові конструкції теплонавантажених приладів.	4
9	Примусове охолодження компонентів БМЗ. Особливості конструкції. Кулери. Особливості розрахунку параметрів вентиляторів. Типи вентиляторів у професійній БМЗ.	4
10	Кипіння рідини. Ефективність теплообміну при кипінні рідини. Теплові трубки та їх конструкції. Використання теплових трубок з радіаторами та вентиляторами.	4
11	ТП виготовлення роздільно-вибіркового травлення металів. Фотошаблони, їх призначення та виготовлення. Отримання заготовок та підготовка поверхні друкованих плат (ДП).	6
12	Плазмохімічне травлення поверхні ДП та отворів. Природа сенсibiliзації та активації ДП, матеріали. Хімічна металізація. Розчини хімічного мідніння, етапи виконання.	6

13	Електрохімічна металізація. Гальваніка в технології друкованих плат. Матеріали, послідовність операцій. Електроліти в виробництві ДП, приклади, умови вибору.	6
14	Технологія захисного рельєфу та паяльної маски на ДП. Призначення, способи отримання, критерії вибору. Обробка ДП по контуру. Способи, критерії вибору, переваги.	4
15	Технологія пресування багатошарових ДП. Матеріали, послідовність операцій, режими. Гнучкі плати, шлейфи.	4
16	Друкований монтаж. Основні терміни і визначення: друкована плата, друкований вузол, основа друкованої плати, малюнок друкованої плати, друкований провідник, контактний майданчик.	4
17	Монтаж компонентів на друковану плату. Підготовка та формовка виводів компонентів. Групові методи пайки: пайка заглибленням, пайка хвилею припою. Технологія та техніка поверхневого монтажу.	4
18	Оформлення складального креслення друкованого вузла. Технічні вимоги до складального креслення. Специфікація. Розділи специфікації.	4
19	Установка, збірка і монтаж компонентів ГІС. Поверхневий монтаж. Корпуси мікросхем. Порівняння корпусів по густині компоновки, точності, надійності і економічності.	4
20	Випробування ДП, види та методи випробувань. Програма випробувань ДП, її етапи. Механічні випробування ДП. Електричні випробування. Випробування на тепловий удар.	6
21	Індивідуальне завдання - Розрахункова робота	10
	Усього	100

## 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
<b>Змістовний модуль 1</b>			
Робота на лекціях	0...0,5	10	0...5
Виконання і захист практичних робіт	0...2	10	0...20
Модульний контроль	0...10	1	0...20
<b>Змістовний модуль 2</b>			
Робота на лекціях	0...0,5	10	0...5
Виконання і захист практичних робіт	0...2	10	0...20
Модульний контроль	0...10	1	0...20
<b>Розрахункова робота</b>	0...10	1	0...10
<b>Усього за семестр</b>			<b>0...100</b>

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 отримує 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; 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. 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 обґрунтувати. 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 вказівки до практичних занять «Основи технології та конструювання біомедичних засобів.» спеціальності 163. Біомедична інженерія./укладачі: Олійник В.М.,Куліш С.М.,Олійник В.П.,Волошин Ю.А.,Зінченко О.М.- Харків:НАУХАІ,2022,156с.
2. Методичні рекомендації для самостійної роботи студентів з навчальної дисципліни «Конструювання РЕА» / укладач В.Б. Бенедицький. – Житомир: ЖДТУ, 2019. – 16 с.
3. 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 Медведєв А.М. Технологія виробництва печатних плат / А.М.Медведєв. – М.: Техносфера, 2005. – 300 с.
- 2 Невлюдов І.Ш. Основи виробництва електронних апаратів: підручник – Н-40 Харків: Компанія СМІТ, 2005, - 592 с.
- 3 Конструювання і технологія радіоелектронних засобів : навч. посібник / Р.Ф. Лободзінська, О.А. Костюк, О.І. Нікольській та ін. - Вінниця: ВНТУ, 2007. – 90с.

### **15. Інформаційні ресурси**

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