Вінницький національний технічний університет
Кафедра біомедичної інженерії та оптико-електронних систем
Факультет інформаційних електронних систем

ОСНОВИ КОНСТРУЮВАННЯ БІОМЕДИЧНОЇ АПАРАТУРИ

вибірковий освітній компонент (освітній компонент 3)
І (бакалаврський) рівень вищої освіти
2023–2024 навч. рік

Освітня програма **Біомедична інженерія**
Спеціальність **163 Біомедична інженерія**

Викладачі: **Павлов С. В.**, д. т. н., професор; **Костішин С. В.,** к. т. н.
Мови викладання: **українська**
Семестр – **5**
Кредитів ЄКТС – **5**
Лекцій – **36 год.**
Практичних – **27 год.**
Самостійна робота – **87 год.**
Вид контролю – **диф. залік**

Передумови для вивчення: програмні результати навчання, набуті під час вивчення навчальної дисципліни «Електроніка. Основи теорії електричних кіл та сигналів» або «Теорія електричних кіл».

Мета курсу – набуття здобувачами освіти теоретичних знань та практичних навиків для конструюванні біомедичної апаратури (БМА) різного призначення, а також вивчення основних відомостей та понять конструювання біомедичної апаратури (БМА) із подальшим використанням основних проектних процедур конструювання та технологічних процесів для виготовлення БМА в умовах проектування, виробництва та обслуговування.

Загальні компетентності

Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.
Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.
Здатність до використання інформаційних і комунікаційних технологій.
Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.
Здатність приймати обґрунтовані рішення.
Здатність вчитися та оволодівати сучасними знаннями.
Здатність виявляти зворотні зв’язки та корегувати свої дії з їх врахуванням.

Здатність аналізувати, верифікувати, оцінювати повноту інформації в ході професійної діяльності, за необхідності доповнювати й синтезувати відсутню інформацію й працювати в умовах невизначеності.

Фахові компетентності

Здатність ефективно використовувати складне контрольно-вимірювальне, технологічне та дослідницьке обладнання при дослідженнях та конструюванні БМА.

Здатність здійснювати тестування та діагностику БМА, а також оброблення і аналіз отриманих результатів.

Здатність інтегрувати знання фундаментальних розділів фізики та хімії для розуміння процесів твердотільної, функціональної сенсорної електроніки в задачах конструювання БМА.

Здатність створювати і вдосконалювати засоби, методи та технології біомедичної інженерії для дослідження і розробки біоінженерних об'єктів та систем медико- технічного призначення.

Здатність ідентифікувати, класифікувати, оцінювати і описувати процеси при конструюванні БМА за допомогою аналітичних методів, засобів моделювання, дослідних зразків та результатів експериментальних досліджень.

Здатність вирішувати інженерні задачі в галузі БМА та електроніки з урахуванням всіх аспектів розробки, проектування, виробництва, експлуатації та модернізації БМА.

Здатність визначати та оцінювати характеристики та параметри матеріалів при конструюванні БМА в задачах проектування біомедичних приладів та систем.

Здатність керувати проектами і оцінювати їх результати.

Здатність оцінювати показники надійності та ефективності функціонування БМА, медичних сенсорів та вимірювальних перетворювачів.

Здатність розробляти плани і проекти для забезпечення досягнення поставленої певної мети з урахуванням всіх аспектів проблеми, що вирішується, включаючи виробництво, експлуатацію, технічне обслуговування та утилізацію БМА.

Здатність створювати комплекти конструкторської і технологічної документації для виробництва біомедичної апаратури

Здатність використовувати програмне забезпечення для комп'ютерного моделювання, автоматизованого проектування, автоматизованого виробництва і автоматизованої розробки або конструювання БМА.

Результати навчання

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

Відтворювати процеси в джерелах живлення для елементів БМА при їх моделюванні на персональному комп'ютері.

Розробляти, планувати, виконувати та обґрунтовувати інноваційні проекти біоінженерних об'єктів та систем медико-технічного призначення з урахуванням інженерних, медичних, правових, економічних, екологічних та соціальних аспектів, здійснювати їх інформаційне та методичне забезпечення.

Розв'язувати задачі синтезу та аналізу при конструюванні БМА.

Конструювати вироби та компоненти БМА на основі мікро- та наносистемної техніки, враховуючі вимоги до їх характеристик, технологічні та ресурсні обмеження; використовувати сучасні інструменти автоматизації проектування.

Знаходити варіанти підвищення надійності працездатності БМА.

Будувати і досліджувати фізичні, математичні і комп'ютерні моделі об'єктів та процесів мікро- та наноелектроніки при конструюванні БМА.

Координувати роботу колективів виконавців для проведення наукових досліджень, проєктування, розроблення, аналізу, розрахунку, моделювання, виробництва та тестування БМА.

Досліджувати і розробляти компоненти БМА різноманітного призначення. Створювати нові зразки біомедичної апаратури.

Тематика курсу

Змістовий модуль 1. Основні поняття та визначення основ конструювання БМА

Тема 1. Зміст і завдання дисципліни «Основи конструювання БМА».

Конструктивні складові біомедичної електронної апаратури. Основні поняття та визначення. Інженерні методи підходу до конструювання БМА, організація процесу конструювання.

Тема 2. Характеристика основних стадій конструювання БМА.

Організація процесу конструювання, стадії виконання робіт. Порядок побудови поетапної схеми конструювання вузлів і блоків БМА аналіз вихідних даних, обґрунтування технічних вимог до конструкції БМА.

Тема 3. Порядок попереднього конструювання основних вузлів приладу.

Вивчення та аналіз технічного завдання і вихідних даних на конструювання,

вивчення взаємозв'язків конструкції БМА із зовнішніми пристроями та техніко-економічних можливостей. Обґрунтування технічних вимог до конструкції БМА.

Тема 4. Основні вимоги до компонування БМА.

Техніко-економічний аналіз конструкції БМА. Розробка попередніх варіантів ескізного компонування приладу, особливості графічного відображення компонування, аналіз технічних вимог.

Тема 5. Методи забезпечення технологічності конструкції БМА.

Поняття технологічності конструкції БМА. Показники технологічності.

Тема 6. Що таке ергономіка і її вплив на конструкцію БМА.

Основи композиції зовнішнього вигляду приладу.

Тема 7. Захист конструкції БМА від динамічних механічних навантажень.

Механічні впливи у конструкціях РЕА та БМА. Математичні моделі механічних впливів. Математичні моделі систем амортизації.

Тема 8. Забезпечення теплових режимів в БМА.

Джерела тепла в БМА. Термостійкість радіодеталей. Моделі теплообміну в БМА. Види теплопередачі в БМА. Розрахунки теплових режимів БМА з герметичним та перфорованим корпусом.

Змістовий модуль 2. Надійність БМА. Процеси, які відбуваються при експлуатації БМА. Методи конструювання друкованих плат.

Тема 9. Основні поняття надійності БМА.

Показники надійності відновлювальних невідновлюваних біомедичних виробів. Закони розподілу випадкових величин.

Тема 10. Паразитні процеси в радіоелектронній апаратурі та способи захисту від них.

Основні види паразитних зв'язків. Методи проектування екранів, фільтрів, пошук джерел завад і усунення їх при конструювання приладу.

Тема 11. Пасивні елементи схеми.

Характеристика пасивних елементів, електромонтажу, їх частотні характеристики. перехідні процеси та вплив на завадостійкість конструкції, паразитні зв'язки, причини їх виникнення.

Тема 12. Активні елементи схеми.

Характеристика активних компонентів, електромонтажу, їх частотні характеристики. перехідні процеси та вплив на завадостійкість конструкції, паразитні зв'язки, причини їх виникнення.

Тема 13. Аналогові та цифрові схеми.

Характеристика аналогових іцифрових схем з точки зору завадостійкості. Методи подавлення завад. Методи проектування схем спряження, вибір компонентів.

Тема 14. Компонування вузлів БМА.

Декомпозиція і компонування вузлів БМА. Методи проектування блоків живлення, методики виконання заземлення в БМА

Тема 15. Методи проектування монтажних плат.

Характеристика контактних з'єднань. Вибір матеріалу для контактних з'єднань. Вимоги до друкованих плат. Провідний монтаж і друковані плати - методи проектування

Тема 16. Методи конструювання друкованих плат об'ємного і поверхневого монтажу.

Критерії вибору конструкції друкованої плати. Вимоги до проектування посадочних місць під компоненти поверхневого монтажу, залежно від виду пайки, вимоги до друкованих плат на яких встановлюються компоненти поверхневого монтажу. Методи проектування друкованих плат з елементами поверхневого монтажу.

Теми практичних занять

1. Розробка технічного завдання.
2. Точність оцінювання АЧХ і ФЧХ фізичної системи за схемою.
3. Метод послідовної оптимізації.
4. Оптимізація параметрів елементів електронних схем методами математичного програмування.
5. Захист біомедичної апаратури від вібрацій та ударів.
6. Розрахунок теплового режиму біомедичної апаратури при природному повітряному охолодженні.
7. Захист біомедичної апаратури від паразитних наведень.
8. Екранування електромагнітного поля.

Індивідуальні завдання

Під час вивчення дисципліни здобувачі освіти за індивідуальними темами готують доповіді, презентації, виконують індивідуальні домашні завдання, реферати. Крім того, за рішенням кафедри та за узгодженням з науковим керівником здобувачі освіти можуть виконувати дослідні завдання, готувати доповіді на міжнародні науково-технічні конференції, інші публікації.

Методи навчання

Лекція, проблемна лекція, демонстрація, зокрема, з використанням мультимедійних засобів навчання, практичні роботи, підготовка рефератів, доповідей науково-дослідного характеру, зокрема, на науково-технічні конференції ВНТУ.

Форми контролю:

Поточний контроль здійснюється у формі фронтального, індивідуального чи комбінованого контролю знань студентів під час лекційного та практичного заняття, тестування, колоквіумів, захисту завдань для самостійної роботи.

Підсумковий контроль знань студентів проводиться шляхом складання заліку за темами, що охоплюють весь курс дисципліни.

Оцінювання результатів навчання

Модуль	Колоквіум	Практичні заняття	Виконання СРС	Контрольна робота / тест	Разом
I	10	20	10	10	100
II	20	20	10	10	
За семестр	20	40	20	20	

Шкала підсумкового оцінювання в балах та ЄКТС

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ECTS
90 – 100	**A**
82 – 89	**B**
75 – 81	**C**
64 – 74	**D**
60 – 63	**E**
35 – 59	**FX** незадовільно з можливістю повторного складання
0 – 34	**F** незадовільно з обов’язковим повторним вивченням дисципліни

Політика курсу

Викладач, здобувачі освіти та всі учасники освітнього процесу з дисципліни зобов'язані дотримуватися морально-етичних норм і правил, які викладені у Кодексі етики ВНТУ, Положенні про академічну доброчесність у ВНТУ, Положенні про рейтингову систему оцінювання навчальних досягнень здобувачів вищої освіти у Вінницькому національному технічному університеті і розуміють, що за порушення викладених у положеннях принципів учасники освітнього процесу несуть повну особисту відповідальність.

Базові інформаційні ресурси

1. Нелюдов І. Ш. Основи виробництва електронних апаратів : підручник. Харків : Компанія СМІТ, 2005. 592 с.

2. Конструювання та технологія виробництва техніки реєстрації інформації : у 3-х кн. Кн. 2. Основи конструювання : навчальний посібник / Є. М. Травніков, В. С. Лазебний, Г. Г. Власюк, В. В. Пілінський, В. М. Співак, В. Б. Швайченко. К. : Кафедра, 2015. 285 с.

3. Задерейко О. В., Панов Л. І., Циганов О. В. Конструювання і технологія радіоелектронної апаратури : навчальний посібник. Одеса : Наука і техніка, 2007. 122 с.

4. Лободзінська Р. Ф., Костюк О. А., Нікольський О. І., Шеремета О. П. Конструювання та технологія радіоелектронних засобів : навчальний посібник. Вінниця : ВНТУ, 2007. 90 с.

5. Дисюк А. Ю. Конструювання та технологія виготовлення радіоелектронної апаратури. Житомир : ЖВІ НАУ, 2007. 210 с.

6. Василевський О. М., Гриценко Ю. В. Нормування показників надійності технічних засобів : навчальний посібник. Вінниця : ВНТУ, 2013. 160 с.

7. Бобало Ю. Я., Недоступ Л. А., Кіселичник М. Д. Якість, надійність радіоелектронної апаратури. Елементи теорії і методи забезпечення / за ред. Л. А. Недоступа. Львів : Видавництво Львівської політехніки, 2013. 196 с.

8. Арушанов О. П. Ганжа С. М., Хіль М. І. Проектування технологічних процесів поверхневого монтажу РЕА : навчальний посібник. Луганськ : СНУ ім. В. Даля, 2007. 200 с.

9. Яворський Б. І. Фізико-теоретичні основи конструювання РЕА : конспект лекцій. Тернопіль : ТДТУ ім. Івана Пулюя, 1998. 115 с.

10. Денисюк А. Ю. Теорія надійності та експлуатація радіоелектронної апаратури : конспект лекцій. Житомир : ЖВІ, 2016. 248 с.

11. Громов В. Посібник з роботи з програмою Visio. К. : «Оверлей», 2000. 416 с.