

113

Міністерство освіти і науки України  
Національний аерокосмічний університет  
«Харківський авіаційний інститут»

Кафедра Радіоелектронних та біомедичних комп'ютеризованих  
засобів і технологій (№ 502)

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Гарант освітньої програми

  
(підпис)

Олійник В.П.

(ініціали та прізвище)

«29» серпня 2025 р.

**СИЛАБУС ОBOB'ЯЗKОВОЇ  
HAВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

Комплексний курсовий проект з електроніки та схемотехніки  
(назва навчальної дисципліни)

Галузь знань: 16 «Хімічна та біоінженерія»  
(код і найменування галузі знань)

Спеціальність: 163 «Біомедична інженерія»  
(код і найменування спеціальності)

Освітня програма: «Біомедична інженерія»  
(найменування освітньої програми)

Рівень вищої освіти: перший (бакалаврський)

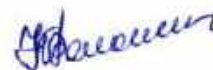
Силабус введено в дію з 01.09.2025

Харків 2025 рік

Розробник:

Юлія ВОЛОШИН, доцент каф.502

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



(підпис)

Силабус навчальної дисципліни розглянуто на засіданні кафедри Радіоелектронних та біомедичних комп'ютеризованих засобів і технологій (№ 502)

(позити кафедри)

Протокол № 1 від «29» серпня 2025 р.Завідувачка кафедри Д.Т.Н., професор

(науковий ступінь і вчене звання)



(підпис)

Олена ВИСОЦЬКА

(ініціали та прізвище)

Погоджено з представником здобувачів освіти:

здобувачка освіти групи 544



(підпис)

Катерина КОПЕЦЬКА

(ім'я та ПРІЗВИЩЕ)

## 1. Загальна інформація про викладача

ПІБ: Куліш Сергій Миколайович

---

Посада: професор

---

Науковий ступінь: кандидат технічних наук

---

Вчене звання: доцент

---

Фото



Перелік дисциплін, які викладає:

Нанотехнології в радіoeлектроніці, біології та медицині, Проектування засобів і технологій біомедичної інженерії. Основи технології виробництва радіoeлектронних БМЗ

---

Напрями наукових досліджень:

фізика надпровідників, технологія надпровідникових матеріалів та їх застосування в виробництві сенсорних багатоелементних пристроїв для медицини, техніки, спецтехніки, методи та засоби проектування та розробки медичної техніки, інформаційно – хвильові технології в біології та медицині, методи, моделі та засоби формування ЕМВ радіочастотного діапазону.

---

Контактна інформація: s.kulish@khai.edu

---

## 2. Опис навчальної дисципліни

|                                                       |                                                                                                                              |
|-------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Форма здобуття освіти                                 | Денна                                                                                                                        |
| Семестр                                               | 7                                                                                                                            |
| Мова викладання                                       | Українська                                                                                                                   |
| Тип дисципліни                                        | Обов'язкова                                                                                                                  |
| Обсяг дисципліни:<br>кредити ЄКТС/ кількість<br>годин | <u>денна</u> : 4,5 кредитів ЄКТС / 135 годин (64 аудиторних, з яких: лекції – 32, практичні – 32; СРЗ – 71);                 |
| Види навчальної<br>діяльності                         | Лекції, практичні заняття, розрахункова робота, самостійна робота                                                            |
| Види контролю                                         | Поточний контроль, модульний контроль, семестровий контроль – залік                                                          |
| Пререквізити                                          | Основи проектування біомедичних засобів, Методи та засоби обробки сигналів в біомедичних засобах                             |
| Кореквізити                                           | ККП з електроніки та схемотехніки, Діагностичні і терапевтичні апарати та системи                                            |
| Постреквізити                                         | Комплексний курсовий проект з технології та проектування біомедичних засобів, Експертиза та сертифікація біомедичних засобів |

### **3. Мета та завдання навчальної дисципліни, переліки компетентностей та очікуваних результатів навчання**

**Мета:** формування у студентів здатності проектувати, конструювати вдосконалювати та застосовувати медико-технічні та біоінженерні вироби, здатні ефективно замінювати втрачені функції організму, оцінювати біологічні і технічні аспекти та наслідки взаємодії інженерно-технічних і біоінженерних об'єктів з фізіологічними системами, передбачувати їх взаємний вплив.

**Завдання:** набуття знань про специфіку біологічних систем, як об'єктів дослідження, особливості організації проведення медичних та біологічних експериментів, аспекти побудови систем заміщення органів людини, що повністю або частково втратили свою функцію, основні умови експлуатації медичних комплексів та систем, виявляти відхилення діяльності апаратів відносно їх нормального функціонування, застосовувати знання фундаментальних дисциплін, принципи, алгоритми організації.

#### **Компетентності, які набуваються:**

##### **Інтегральна компетентність:**

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

##### **Загальні компетентності (ЗК)**

*Після закінчення цієї програми здобувач освіти буде здатен:*

1. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях. (ЗК1)
2. Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності. (ЗК2)
3. Навички використання інформаційних і комунікаційних технологій. (ЗК4)
4. Здатність проведення досліджень на відповідному рівні. (ЗК5)
5. Здатність генерувати нові ідеї (креативність). (ЗК7)
6. Здатність приймати обґрунтовані рішення. (ЗК8)
7. Здатність ухвалювати рішення та діяти, дотримуватись принципу неприпустимості корупції та будь-яких інших проявів не доброчесності. (ЗК14)

##### **Спеціальні компетентності**

*Після закінчення цієї програми здобувач освіти буде здатен:*

1. Здатність застосовувати пакети інженерного програмного забезпечення для проведення досліджень, аналізу, обробки та представлення результатів, а також для автоматизованого проектування медичних приладів та систем. (ФК1)
2. Здатність вивчати та застосовувати нові методи та інструменти аналізу, моделювання, проектування та оптимізації медичних приладів і систем. (ФК3)
3. Здатність застосовувати фізичні, хімічні, біологічні та математичні методи в аналізі, моделюванні функціонування живих організмів та біотехнічних систем. (ФК5)

4. Здатність ефективно використовувати інструменти та методи для аналізу, проектування, розрахунку та випробувань при розробці біомедичних продуктів і послуг. (ФК6)

5. Здатність проводити дослідження та спостереження щодо взаємодії біологічних, природних та штучних систем (протези, штучні органи та ін.). (ФК8)

6. Здатність ідентифікувати, формулювати і вирішувати інженерні проблеми, пов'язані з взаємодією між живими і неживими системами. (ФК9)

7. Здатність застосовувати базові знання методів та засобів отримання, обробки, інтерпретації, візуалізації та аналізу біосигналів, біомедичних даних та зображень біологічних об'єктів при розробці та модернізації біотехнічних та медичних апаратів, приладів та систем. (ФК12)

#### **Програмні результати навчання:**

ПРН 1. Застосовувати знання основ математики, фізики та біофізики, біоінженерії, хімії, інженерної графіки, механіки, опору та міцності матеріалів, властивості газів і рідин, електроніки, інформатики, отримання та аналізу сигналів і зображень, автоматичного управління, системного аналізу та методів прийняття рішень на рівні, необхідному для вирішення задач біомедичної інженерії.

ПРН 2. Формулювати логічні висновки та обґрунтовані рекомендації щодо оцінки, експлуатації та впровадженні біотехнічних, медико-технічних та біоінженерних засобів і методів.

ПРН 5. Вміти використовувати бази даних, математичне і програмне забезпечення для обробки даних та комп'ютерного моделювання біотехнічних систем.

ПРН 7. Здійснювати інженерний супровід, сервісне та інше технічне обслуговування при експлуатації лабораторно-аналітичної техніки, медичних діагностичних і терапевтичних комплексів та систем, а також оформляти типову документацію за видами робіт згідно з Технічним регламентом щодо медичних виробів.

ПРН 8. Розуміти теоретичні та практичні підходи до створення та керування медичним обладнанням та медичною технікою.

ПРН 9. Розуміти теоретичні та практичні підходи до створення та застосування штучних біологічних і біотехнічних об'єктів та матеріалів медичного призначення.

ПРН 11. Здійснювати контроль якості та умов експлуатації медичної техніки та матеріалів медичного призначення, штучних органів та протезів.

ПРН 15. Вміти складати завдання на розробку автоматизованих систем управління з урахуванням можливостей сучасних технічних і програмних засобів автоматизації медичного обладнання.

ПРН 16. Вміти вибирати та рекомендувати відповідне медичне обладнання і біоматеріали для оснащення медичних закладів та забезпечення основних стадій технологічного процесу діагностики, профілактики та лікування.

ПРН 18. Застосовувати знання з хімії та біоінженерії для створення, синтезу та застосування штучних біотехнічних та біологічних об'єктів.

#### **4. Зміст навчальної дисципліни**

**Змістовний модуль 1.** Біоматеріалознавство та матеріали для штучних органів та імплантів.

**Тема 1 Біоматеріали і їх функції у живому організмі. Мета і структура курсу.**

*Лекційні заняття.*

Біоматеріали, їх функції у живому організмі та основні вимоги до застосування. Класифікація біоматеріалів за їх біологічною дією на живий організм. Вимоги до біоматеріалів. Функції біоматеріалів у організмі та їх функціональне призначення. Медичні вироби (імплантанти, трансплантанти, прилади біомедичного призначення)

*Практичні заняття.* Матеріали біомедичного призначення

*Самостійна робота:* опрацювання матеріалу лекцій, виконання практичних робіт, підготовка до захисту практичних робіт.

**Тема 2 Матеріали медико біологічного призначення.**

*Лекційні заняття.*

Металеві матеріали. Корозія металів під впливом біосередовища. Вимоги та клінічне застосування металів. Колерові метали та сплави і їх застосування в медицині.

Біокераміка і її роль в імплантації (біоінертна та біоактивна кераміка) Полімери і їх взаємодія з біологічним середовищем організму. Природні полімери. Основні вимоги стосовно біосумісності полімерних матеріалів.

*Практичні заняття.* Реакція організму на імплантацію матеріалів, Апарат для гемодіалізу «штучна нирка»

*Самостійна робота:* опрацювання матеріалу лекцій, виконання практичних робіт, підготовка до захисту практичних робіт.

**Тема 3 Штучні органи і імпланти та матеріали для їх конструювання.**

*Лекційні заняття.*

Нирки. Легені. Очні матеріали. Вуха. Серце. Печінка. Підшлункова залоза. Органи нюху, зору. Матеріали для штучних органів і імплантів.

*Практичні заняття.* Біосумісність матеріалів та сплавів

*Самостійна робота:* опрацювання матеріалу лекцій, виконання практичних робіт, підготовка до захисту практичних робіт.

**Тема 4 Біоелектромеханічні системи (БІОМЕМС) і матеріали для них**

*Лекційні заняття.*

«Біотехнічні мікросіпи. БІОМЕМС для дослідження нейросистем. Матеріали для БІОМЕМС. Приклади (слуховий імплант, апарати зору, кардіологічні МЕМС)

*Практичні заняття.* Методи та засоби слухопротезування з використанням аналогової електричної апаратури,

*Самостійна робота:* опрацювання матеріалу лекцій, виконання практичних робіт, підготовка до захисту практичних робіт.

**Змістовний модуль 2.** Штучні апарати для слухопротезування, протезування верхніх та нижніх кінцівок. Штучне серце.

## **Тема 5 Сучасні аспекти слухопротезування.**

### *Лекційні заняття.*

Будова слухової системи. Функції системи слуху і причини зниження слуху . Можливості сучасних слухових апаратів. Види слухових апаратів та їх конструктивні і схематичні рішення.

*Практичні заняття.* Методи та засоби слухопротезування з використанням цифрової електричної апартури

*Самостійна робота:* опрацювання матеріалу лекцій, виконання практичних робіт, підготовка до захисту практичних робіт.

## **Тема 6 Екзопротезування та ортезування верхніх кінцівок.**

### *Лекційні заняття.*

Схеми протезів. Функціональна анатомія і біомеханіка руки і кисті. Конструктивні складові протезів верхньої кінцівки в залежності від рівня ампутації. Системи протезів. Сучасні технології протезування верхніх кінцівок.

*Практичні заняття.* Апарати штучного кровообігу

*Самостійна робота:* опрацювання матеріалу лекцій, виконання практичних робіт, підготовка до захисту практичних робіт.

## **Тема 7 Екзопротезування та ортезування нижніх кінцівок.**

### *Лекційні заняття.*

Схема протезів. Функціональна анатомія і біомеханіка нижніх кінцівок. Екзопротезування нижніх кінцівок. Системи протезів. Екзопротезування різних частин нижніх кінцівок та комплектуючі протезів. Сучасні технології протезування нижніх кінцівок.

*Практичні заняття.* Біологічні реакції на імплантовані матеріали

*Самостійна робота:* опрацювання матеріалу лекцій, виконання практичних робіт, підготовка до захисту практичних робіт.

**Тема 8 Сучасні аспекти розробки і втілення в практику кардіостимуляторів і апаратів штучне серце. Труднощі и проблеми при розробці кардіостимуляторів і штучного серця.**

### *Лекційні заняття.*

Принципи побудови системи і алгоритми управління роботою кардіостимуляторів і штучного серця. Апарати допоміжного і штучного кровообігу «гібридне штучне серце».

*Практичні заняття.* Штучні елементи серця

*Самостійна робота:* опрацювання матеріалу лекцій, виконання практичних робіт, підготовка до захисту практичних робіт.

## **Модуль 2**

Індивідуальне завдання – розрахункова робота.

## 5. Індивідуальні завдання

Індивідуальне завдання – розрахункова робота.

### Теми розрахункових робіт:

1. Розрахунок щільності потоку речовини через мембрану для апарата штучна нирка
2. Розрахунок основних параметрів діалізаторів
3. Розрахунок основних параметрів для прилада штучної вентиляції легень
4. Розробка функціональної і електричної схем та розрахунок основних параметрів аналогового слухового апарата
5. Розрахувати основні електричні параметри електрокардіостимулятора
6. Вибір та обґрунтування матеріала для апарата мешотчатого типа для апарата штучного серця
7. Розробка функціональної і електричної схем та розрахунок основних параметрів цифрового апарата.
8. Розробка структурної схеми електрокардіостимулятора Р синхронного типа.

## 6. Методи навчання

Практичні методи – практичні роботи, виконання розрахункової роботи; наочні методи - метод ілюстрацій і метод демонстрацій; словесні методи - лекція, дискусія; робота з навчально-методичною літературою - конспектування, тезування; відеометод у сполученні з новітніми інформаційними технологіями та комп'ютерними засобами навчання - мультимедійний метод. А також наступні методи за призначенням: набуття знань; формування умінь і навичок, застосування знань; творча діяльність; закріплення знань; перевірка знань, умінь і навичок.

## 7. Методи контролю

Такі методи контролю, як: усне опитування, тестування, оцінювання виконання творчих завдань та розв'язування ситуаційних задач, самооцінювання, взаємооцінювання тощо. Також поточне оцінювання виконаного завдання, модульний контроль. Іспит комплексний.

## 8. Критерії оцінювання та розподіл балів, які отримують студенти

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                   |                                 |                            |                         |
| Виконання і захист практичних робіт | 1,75...2,5                      | 8                          | 14...20                 |
| Модульний контроль                  | 1,75...2,5                      | 1                          | 14...24                 |
| <b>Змістовний модуль 2</b>          |                                 |                            |                         |
| Робота на лекціях                   |                                 |                            |                         |
| Виконання і захист практичних робіт | 1,75...2,5                      | 8                          | 14...24                 |
| Модульний контроль                  | 1,75...2,5                      | 1                          | 14...20                 |
| Виконання і захист РГР (РР, РК)     | 4...12                          | 1                          | 4...12                  |
| <b>Усього за семестр</b>            |                                 |                            | <b>60...100</b>         |

Семестровий контроль іспит проводиться у разі відмови студента від балів поточного тестування й за наявності допуску до іспиту/заліку. Під час складання семестрового іспиту/заліку студент має можливість отримати максимум 100 балів.

Білет для іспиту складається з 3 питань (33, 33, 34 балів відповідно за кожне)

### **Необхідний обсяг знань для одержання позитивної оцінки.**

1. Електрокардіостимулятори, системи регулювання рівня глюкози в крові та штучного дихання. Основні фізіологічні та біотехнічні основи і методологічні аспекти побудови

2. Системи штучного очищення крові та штучного кровообігу, екстракорпоральна допоміжна штучна печінка, медичні АПК. Основні фізіологічні та біотехнічні основи і методологічні аспекти побудови.

### **Необхідний обсяг умінь для одержання позитивної оцінки.**

1. Аналізувати СЗОЛ для їх розробки на підставі врахування індивідуальних особливостей людини, виявляти відхилення діяльності систем відносно їх нормального функціонування, використовувати СЗОЛ в медицині та охороні здоров'я;

2. Застосовувати знання фундаментальних дисциплін, принципи, алгоритми організації та побудови медичних АПК в рамках медико-технічних задач, що були поставлені.

### **Критерії оцінювання роботи студента протягом семестру.**

*Задовільно, D, E (60-74).* Студенту необхідно виконати та захистити індивідуальне завдання у вигляді розрахункової роботи. Виставляється, якщо студент відпрацював всі практичні роботи, засвоїв основні поняттями навчального матеріалу, може самостійно відтворити значну частину навчального матеріалу і робити певні узагальнення, ознайомився з основною літературою, рекомендованою програмою, вміє виконувати навчальні завдання, передбачені програмою.

*Добре, C (75-89).* Студенту необхідно виконати та захистити індивідуальне завдання у вигляді розрахункової роботи. Виставляється, якщо студент відпрацював всі практичні роботи, вільно володіє навчальним матеріалом, вміє застосовувати вивчений матеріал у стандартних ситуаціях, узагальнювати та систематизувати навчальну інформацію, самостійно виконує передбачені програмою навчальні завдання, самостійно знаходить і виправляє допущені помилки, може аргументовано обрати раціональний спосіб виконання навчального завдання.

*Відмінно, A, B (90-100).* Студенту необхідно виконати та захистити індивідуальне завдання у вигляді розрахункової роботи. Виставляється, якщо студент відпрацював всі практичні роботи, його знання, вміння і навички повністю відповідають вимогам програми, володіє глибокими, міцними знаннями, самостійно визначає проміжні цілі і вміє планувати особисту навчальну діяльність, оцінювати результати власної практичної роботи, вміє знаходити додаткову інформацію та самостійно використовує її для реалізації поставлених перед ним

навчальних цілей, судження його логічні і достатньо обґрунтовані, засвоїв взаємозв'язок основних понять дисципліни, їх значення для подальшої професійної діяльності, вміє вільно використовувати сучасні програмні засоби для поповнення власних знань та розв'язування задач.

**Критерії оцінювання знань та вмінь студента на комбінованому іспиті.**

*Задовільно, D, E (60-74).* Студент має необхідний мінімум теоретичних знань та може обрати метод розв'язання задачі.

*Добре, C (75-89).* Студент твердо знає головні теми теоретичного матеріалу та правильно розв'язує задачу.

*Відмінно, A, B (90-100).* Студент дає вичерпну відповідь на обидва теоретичні питання екзаменаційного білету, безпомилково розв'язує задачу та обґрунтовує обраний метод розв'язання.

**Шкала оцінювання:**

| 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 |

## 9. Політика навчального курсу

**Відвідування занять.** Регуляція пропусків. Інтерактивний характер курсу передбачає обов'язкове відвідування практичних занять. Здобувачі освіти, які за певних обставин не можуть відвідувати практичні заняття регулярно, повинні протягом тижня узгодити із викладачем графік індивідуального відпрацювання пропущених занять. Окремі пропущені заняття мають бути відпрацьовані на найближчій консультації протягом тижня після їх пропуску. Відпрацювання занять здійснюється усно у формі співбесіди за питаннями, визначеними планом заняття. В окремих випадках дозволяється письмове відпрацювання пропущених занять шляхом виконання індивідуального письмового завдання.

**Дотримання вимог академічної доброчесності** здобувачами освіти під час вивчення навчальної дисципліни. Під час вивчення навчальної дисципліни здобувачі освіти мають дотримуватися загальноприйнятих морально-етичних норм і правил поведінки, вимог академічної доброчесності, передбачених Положенням про академічну доброчесність Національного аерокосмічного університету «Харківський авіаційний інститут» (<https://khai.edu/assets/files/polozhennya/polozhennya-pro-akademichnu-dobrochesnist.pdf>).

Очікується, що роботи здобувачів освіти будуть їх оригінальними дослідженнями або міркуваннями. Відсутність посилань на використані джерела, фабрикування джерел, списування, втручання в роботу інших здобувачів освіти становлять, але не обмежують, приклади можливої академічної недоброчесності. Виявлення ознак академічної недоброчесності в письмовій роботі здобувача освіти є підставою для її незарахування викладачем незалежно від масштабів плагіату чи обману.

**Вирішення конфліктів.** Порядок і процедури врегулювання конфліктів, пов'язаних із корупційними діями, зіткненням інтересів, різними формами дискримінації, сексуальними домаганнями, міжособистісними стосунками та іншими ситуаціями, що можуть виникнути під час навчання, а також правила етичної поведінки регламентуються Кодексом етичної поведінки в Національному аерокосмічному університеті «Харківський авіаційний інститут» (<https://khai.edu/ua/university/normativna-baza/ustanovchi-dokumenti/kodeks-etichnoi-povedinki/>).

## 10. Методичне забезпечення

1. Методичні вказівки до практичних занять з дисципліни «Штучні органи і імпланти» / Упоряд.: С.М. Куліш, Ю.А. Волошин, – Харків: ХАІ, 2022. – 90 с. [Електронний ресурс].

### Базова література

1. Протезування та штучні органи: Конспект лекцій [Електронний ресурс]: навчальний посібник для студентів спеціальності 163 «Біомедична інженерія» / І.Ю. Худецький, Ю.В. Антонов- Рафі, Г.В. Мельник, Е.В. Спіцар – К. : КПУ імені Ігоря Сікорського, Електронні тестові данні ( 1 файл: Д1, 124 Мбайт) Київ: КПУ імені Ігоря Сікорського, 2021. – 184 с.

2. Основи протезування: навч. Посібник Г.В. Красюк, М.Т. Королько, П.М. Підпружников, В.В. Семенець, Чернишов, Е.А. Яровий. За ред. Проф. Г.В. Красюка, проф. Семенця — Х.: ХНУРЕ, 2000. - 333 с.

### Допоміжна література

1. Sambanis,A. (2011), ArtificialOrgans \Pancreas. Comprehensive Biotechnology 669-711, doi: 10.1016/8978-0-08-088504-9.00418-9

2. Біосумісні матеріали для медичних виробів: навч. Посіб. /І.В. Уварова, В.Б. Махана – Київ, КІМ - 2013 – 331 с.