**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**

**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ**

**«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ**

**імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»**

**РАДІОТЕХНІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ**

**СЕРТИФІКАТНА ПРОГРАМА**

***РАДІОЕЛЕКТРОННІ БІОМЕДИЧНІ СИСТЕМИ***

для першого (бакалаврського) рівня вищої освіти   
за освітніми програмами

***Інтелектуальні технології радіоелектронної техніки***

***Інформаційна та комунікаційна радіоінженерія   
Радіотехнічні комп'ютеризовані системи***

спеціальності

**172 Телекомунікації та радіотехніка**

*Ухвалено Методичною радою   
КПІ ім. Ігоря Сікорського*

*від \_\_.\_\_.2022 р., протокол №*

*Введено в дію наказом*

*від \_\_.\_\_.2022 р., № НОН/\_\_\_\_\_*

Київ – 2022

Розробники сертифікатної програми:

Степанов Михайло Миколайович, д.т.н., професор кафедри прикладної радіоелектроніки радіотехнічного факультету (в.о. завідувача кафедри прикладної радіоелектроніки)

Перегудов Сергій Миколайович, кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри прикладної радіоелектроніки радіотехнічного факультету

Сушко Ірина Олександрівна, кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри прикладної радіоелектроніки радіотехнічного факультету

Лащевська Наталія Олександрівна, кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри прикладної радіоелектроніки радіотехнічного факультету

Мовчанюк Андрій Валерійович, кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри прикладної радіоелектроніки радіотехнічного факультету

Зінгер Яна Леонідівна, кандидат технічних наук, старший викладач кафедри прикладної радіоелектроніки радіотехнічного факультету

Адаменко Володимир Олексійович, старший викладач кафедри прикладної радіоелектроніки радіотехнічного факультету

Мединський Микола Андрійович, засновник та головний інженер ТОВ «Геосантріс»

Малуш Олег Васильович головний інженер ТОВ «Біосенс»

# ОПИС СЕРТИФІКАТНОЇ ПРОГРАМИ

## Загальна інформація

|  |  |
| --- | --- |
| Назва сертифікатної програми | Радіоелектронні біомедичні системи |
| Рівень вищої освіти | Перший (бакалаврський) |
| Галузь знань | 17 Електроніка та телекомунікації |
| Спеціальність | 172 Телекомунікації та радіотехніка |
| Освітня програма | Інформаційна та комунікаційна радіоінженерія  Інтелектуальні технології радіоелектронної техніки  Радіотехнічні комп'ютеризовані системи |
| Факультет / Інститут | Радіотехнічний |
| Кафедра | Прикладної радіоелектроніки |
| Обсяг сертифікатної програми | 20 кредитів ЄКТС |
| Мова викладання | Українська |
| Документ про опанування сертифікатної програми | Сертифікат встановленого зразка КПІ ім. Ігоря Сікорського |
| Термін дії сертифікатної програми | Безстроково |
| Інтернет- адреса постійного розміщення сертифікатної програми | re.kpi.ua |

## Мета сертифікатної програми

Мета сертифікатної програми Радіоелектронні біомедичні системи полягає в поглибленому вивченні радіоелектронної апаратури медичного призначення, розумінні та вмінні конструювати та налагоджувати радіоелектронну біомедичну апаратуру, застосовувати методи оброблення сигналів від біооб’єктів.

## Особливості участі слухачів Сертифікатної програми

Сертифікатна програма розрахована на студентів денної форми навчання.

Сертифікатна програма розроблена за участі спеціалістів компаній ТОВ «Геосантріс» та ТОВ «Біосенс» і реалізується за дуальною формою відповідно до договорів.

Запис на програму відбувається в період реалізації студентами права на вільний вибір навчальних дисциплін на наступний навчальний рік.

Передумовами опанування сертифікатної програми є обов'язкове набуття знань та компетенцій з курсів “Загальна фізика”, “Вища математика”, “Основи метрології”, “Схемотехніка. Електронна компонентна база”, “Схемотехніка. Аналогова схемотехніка”, “Цифрове оброблення сигналів”, “Основи теорії телекомунікацій та радіотехніки”.

## Компетентності та очікувані результати навчання

Сертифікатну програму запроваджено як профілізаційну складову освітньої програми, для задоволення освітніх потреб здобувачів – формування ними індивідуальної траєкторії здобуття вищої освіти.

Сертифікатна програма передбачає підвищення рівня сформованості спеціальних (фахових) компетентностей за спеціальністю, посилення професійної підготовки за освітніми програмами.

Сертифікатна програма спрямована на засвоєння слухачами особливостей роботи радіоелектронної апаратури медичного призначення, що, зокрема, базується на методах томографічного відображення внутрішньої структури біооб’єктів та застосування методів цифрового оброблення біологічних сигналів. Вона наповнена унікальним контентом та авторськими курсами, які характеризуються практичністю та актуальністю інформації, що дозволяє отримати додаткові знання та навички, розширити коло кар’єрних можливостей в сфері прикладної радіоелектроніки.

|  |  |
| --- | --- |
| Компетентності | * Демонструвати знання в області гістології, цитології та фізіології людини * Оцінювати ступінь впливу на гомеостаз людини фізичних полів * Знання основних принципів радіаційної безпеки * Використовувати знання основних методів розрахунку та моделювання процесів поширення випромінювання в біотканинах * Знання основних вимог до розроблення та експлуатації біомедичної апаратури. |
| Очікувані результати навчання | * Застосовувати сучасне програмне забезпечення для аналізу впливу фізичних полів на організм людини * Проводити аналіз впливу фізичних полів за основними показниками органів та тканин людини * Визначати допустимі значення параметрів фізичних полів, що діють на біологічний об’єкт * Вміти налагоджувати та проводити експлуатацію біомедичної техніки * Вміти застосовувати методи цифрового оброблення біомедичних сигналів та зображень для отримання діагностичних даних біооб’єктів * Застосовувати знання щодо конструювання радіоелектронної апаратури при проектуванні біомедичної апаратури |

## Перелік освітніх компонентів

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Освітні компоненти сертифікатної програми | Кількість кредитів ЄКТС | Форма підсумкового контролю | Семестр вивчення |
| Взаємодія фізичних полів з біооб’єктами | 4 | залік | 7 |
| Методи та засоби оброблення біомедичної інформації | 4 | залік | 7 |
| Проектування біомедичної апаратури | 4 | залік | 7 |
| Медичні апарати та системи | 4 | залік | 8 |
| Інженерний супровід біомедичної техніки | 4 | залік | 8 |
| **Загальний обсяг кредитів ЄКТС** | **20** |  |  |

## Викладання та оцінювання

|  |  |
| --- | --- |
| Викладання та навчання | Лекції, практичні, семінарські, лабораторні заняття |
| Оцінювання | Види контролю результатів навчання: поточний, календарний, семестровий.   * Контроль проводиться згідно з [Положенням про поточний, календарний та семестровий контроль результатів навчання в КПІ ім. Ігоря Сікорського](http://osvita.kpi.ua/node/32)   Оцінювання результатів навчання здійснюється за рейтинговими системами, визначеними у силабусах навчальних дисциплін.   * Рейтингові системи оцінювання складені згідно з вимогами [Положення про систему оцінювання результатів навчання в КПІ ім. Ігоря Сікорського](http://osvita.kpi.ua/node/37) |

## Ресурсне забезпечення реалізації програми

|  |  |
| --- | --- |
| Кадрове забезпечення | Викладачі, що забезпечують викладання освітніх компонентів сертифікатної програми, є фахівцями в області проектування радіоелектронних систем медичного призначення, побудови сучасних методів оброблення біомедичних сигналів. Викладачі мають публікації у наукометричних базах даних (SCOPUS, WoS, Google Scholar) |
| Матеріально-технічне забезпечення | При викладанні освітніх компонентів сертифікатної програми будуть задіяні аудиторії та комп’ютерне обладнання Радіотехнічного факультету. Дисципліни, які вивчаються в компаніях ТОВ «Геосантріс» та ТОВ «Біосенс» забезпечуються новітнім обладнанням та навчальними класами партнера. |
| Інформаційне та навчально-методичне забезпечення | Дисципліни забезпечуються навчальними посібниками, монографіями викладачів, які забезпечують викладання дисциплін, відеолекціями, методичними рекомендаціями до виконання лабораторних робіт, курсами Google Classroom, а також сучасними засобами комунікацій |

# ОПИСИ ОСВІТНІХ КОМПОНЕНТІВ

**Взаємодія фізичних полів з біооб’єктами**

|  |  |
| --- | --- |
| Курс, семестр | 4 курс, осінній семестр |
| Обсяг | 4 кредити ЄКТС (120 годин) |
| Мова викладання | Українська |
| Кафедра | Прикладної радіоелектроніки (ПРЕ) |
| Викладачі, які забезпечують викладання дисципліни | доцент кафедри ПРЕ, к.т.н., Перегудов С.М. |
| Вимоги до початку вивчення (міждисциплінарні зв’язки) | Вивчення дисципліни базується на курсах загального вивчення “Загальна фізика” та “Основи метрології” |
| Що буде вивчатися | Основним завданням курсу є формування у студентів розуміння природи фізичних полів (електромагнітного, теплового, акустичного та інших), здатності аналізувати природу їх виникнення та уплив на біологічні об'єкти, уміння визначати основні характеристики полів в біосередовищі та враховувати особливості взаємодії полів з біооб’єктами під час проектування та розробки сучасної медичної техніки.  Лабораторні роботи з дисципліни "Взаємодія фізичних полів з біооб’єктами" виконуються в комп'ютерному класі на сучасних комп'ютерах в програмному середовищі COMSOL Multiphysics та CST MICROWAVE STUDIO. |
| Чому це цікаво/треба вивчати | Ця програма спрямована на докладне вивчення особливостей внутрішньої структури біооб’єктів та зовнішнього впливу на них джерел фізичних полів природного та штучного походження. |
| Чому можна навчитися (результати навчання) | У результаті вивчення освітнього компоненту студент повинен:  1. Знати:  - особливості будови людського організму;  - показники окремих його органів та тканин в нормальному та патологічному стані;  - фізичні характеристики біологічних тканин у різних діапазонах електромагнітних та акустичних хвиль;  - основні характеристики фізичних полів;  - методи та засоби вимірювання та розрахунку основних параметрів фізичних полів;  - їх стадії дії (фізична, хімічна, біологічна) на організм людини;  - наслідки такої дії та заходи захисту від небажаної дії того чи іншого фізичного поля;  - перспективні напрямки досліджень в області взаємодії фізичних полів з біологічними об’єктами  2. Вміти:  вимірювати основні параметри фізичних полів та визначати їх характеристики;  проводити моделювання процесу взаємодії фізичного поля з біологічним об’єктом;  визначати ступінь впливу фізичного фактору на біооб’єкт;  - аналізувати основні тенденції розвитку біомедичної інженерії;  - виявляти її перспективні напрямки досліджень в області взаємодії фізичних полів з біооб’єктами і можливості практичного застосування їх результатів;  - використовувати принципи системного підходу для аналізу та синтезу біотехнічних систем і технологій. |
| Як можна користуватися набутими знаннями і вміннями (компетентності) | Знання про взаємодію фізичних полів з біооб’єктами є базовими для подальшого поглибленого вивчення дисциплін в напрямку біомедичної інженерії. Студенти отримають достатні навики, які можна застосувати в роботі при створенні та налагодженні радіоелектронних систем медичного призначення. |
| Заняття | Лекції, лабораторні |
| Інформаційне забезпечення | Підручники, навчальні посібники, відеолекції, віртуальні лабораторні роботи, курси Moodle, Google Classroom тощо |
| Індивідуальні семестрові завдання | Розрахунково-графічна робота |
| Поточний контроль | Модульна контрольна робота, виконання лабораторних робіт |
| Семестровий контроль | Залік (письмова залікова контрольна робота ) |

**Методи та засоби оброблення біомедичної інформації**

|  |  |
| --- | --- |
| Курс, семестр | 4 курс, осінній семестр |
| Обсяг | 4 кредити ЄКТС (120 годин) |
| Мова викладання | Українська |
| Кафедра | Прикладної радіоелектроніки (ПРЕ) |
| Викладачі, які забезпечують викладання дисципліни | К.т.н., доцент кафедри ПРЕ Сушко І.О.  К.т.н., доцент кафедри ПРЕ Лащевська Н.О. |
| Вимоги до початку вивчення (міждисциплінарні зв’язки) | Вивчення дисципліни базується на курсах загального вивчення «Вища математика», «Цифрове оброблення сигналів», «Основи теорії телекомунікацій та радіотехніки» |
| Що буде вивчатися | Студенти будуть вивчати особливості цифрового оброблення біомедичних сигналів та зображень - методи та алгоритми оброблення сигналів та зображень внутрішніх структур біооб'єктів, що включають в себе зчитування інформації з детекторів, її оброблення з метою отримання діагностичних даних та їх зберігання (Dicom, raw data, scan data і т.д.).  Також в курсі розглянуто питання обробки терапевтичної інформації (дозиметричний контроль, використання зворотного зв'язку, перевірка якості лікування).  Лабораторні роботи з дисципліни "Методи та засоби оброблення біомедичної інформації" виконуються в комп'ютерному класі на сучасних комп'ютерах в програмному серидовищі MatLab. |
| Чому це цікаво/треба вивчати | Сучасні методи та алгоритми оброблення біомедичної інформації є основою для отримання діагностичних даних та даних для лікування біооб’єктів. |
| Чому можна навчитися (результати навчання) | Після проходження даного курсу слухач буде:  - володіти основними алгоритмами оброблення біомедичних сигналів та зображень;  - зчитувати інформацію з детекторів систем;  - використовувати методи та алгоритми збереження інформації;  - вміти обробляти діагностичну та терапевтичну інформацію; |
| Як можна користуватися набутими знаннями і уміннями (компетентності) | Отримані знання про методи та засоби оброблення інформації є необхідними для налаштування та проектування радіоелектронної частини медичних пристрої. |
| Заняття | Лекції, лабораторні |
| Інформаційне забезпечення | Підручники, навчальні посібники, відеолекції, віртуальні лабораторні роботи, курси Moodle, Google Classroom тощо |
| Індивідуальні семестрові завдання | Розрахунково-графічна робота |
| Поточний контроль | Модульна контрольна робота, виконання лабораторних робіт |
| Семестровий контроль | Залік (письмова залікова контрольна робота ) |

# Проектування біомедичної апаратури

|  |  |
| --- | --- |
| Курс, семестр | 4 курс, осінній семестр |
| Обсяг | 4 кредити ЄКТС (120 годин) |
| Мова викладання | Українська |
| Кафедра | Прикладної радіоелектроніки (ПРЕ) |
| Викладачі, які забезпечують викладання дисципліни | К.т.н., старший викладач кафедри ПРЕ, Зінгер Я.Л.  Старший викладач кафедри ПРЕ, Адаменко В.О. |
| Вимоги до початку вивчення (міждисциплінарні зв’язки) | Вивчення дисципліни базується на курсах загального вивчення «Основи теорії телекомунікацій та радіотехніки», «Схемотехніка. Електронна компонентна база»,  «Схемотехніка. Аналогова схемотехніка» |
| Що буде вивчатися | Студенти після засвоєння навчальної дисципліни мають продемонструвати такі результати навчання:  Знання:  особливостей схемотехнічних рішень;  конструювання радіоелектронної апаратури медичного призначення (тепловий розрахунок, розрахунок надійності, масо габаритні розрахунки, оптимізація конструкції, дизайн);  методів об’єднання апаратури для діагностики та лікування;  проектування медичного обладнання під інсталяцію (від планування електричних параметрів до калібрування всіх складових системи).  Уміння:  розбиратися в основних функціональних вузлах медичного обладнання;  моделювати конструкції медичних пристроїв та проводити теплову симуляцію в програмному забезпечені SolidWorks;  забезпечувати особливі вимоги при проектуванні медичного обладнання з урахуванням фізіології людини;  створювати проекти для встановлення та підключення медичного обладнання. |
| Чому це цікаво/треба вивчати | Знання будови та конструкції сучасного медичного обладнання є необхідним для подальшої роботи студентів в напрямку, який передбачається даною сертифікатною програмою. |
| Чому можна навчитися (результати навчання) | Після проходження даного курсу слухач буде вміти проводити проектування та необхідні розрахунки елементів біомедичної апаратури в програмному середовищі САПР SolidWorks |
| Як можна користуватися набутими знаннями і уміннями (компетентності) | Знання та вміння, набуті в результаті вивчення дисципліни, забезпечують можливість розуміння структури та конструкцій сучасного медичного обладнання. Що є необхідним для інженерного супроводу будь якого обладнання для лікування або діагностики людини. |
| Заняття | Лекції, лабораторні |
| Інформаційне забезпечення | Підручники, навчальні посібники, відеолекції, віртуальні лабораторні роботи, курси Moodle, Google Classroom тощо |
| Індивідуальні семестрові завдання | Розрахунково-графічна робота |
| Поточний контроль | Модульна контрольна робота, виконання лабораторних робіт |
| Семестровий контроль | Залік (письмова залікова контрольна робота ) |

**Медичні апарати та системи**

|  |  |
| --- | --- |
| Курс, семестр | 4 курс, весняний семестр |
| Обсяг | 4 кредити ЄКТС (120 годин) |
| Мова викладання | Українська |
| Кафедра | Прикладної радіоелектроніки (ПРЕ) |
| Викладачі, які забезпечують викладання дисципліни | представник стейкхолдера |
| Вимоги до початку вивчення (міждисциплінарні зв’язки) | Вивчення дисципліни базується на курсах загального вивчення «Загальна фізика», «Схемотехніка. Електронна компонентна база»,  «Схемотехніка. Аналогова схемотехніка» |
| Що буде вивчатися | Студенти після засвоєння навчальної дисципліни мають опанувати такі питання:   * Класифікація медичних систем за областю застосування (діагностика та лікування). * Класифікація медичних систем – за взаємодією з клітинами, тканинами (іонізуючі, УЗД, МРТ, КТ, ПЕТ). * Основні принципи роботи біомедичних апаратів та систем * Типові конструктивні рішення   Заняття проводяться на потужностях компаній-стейкхолдерів, що займаються інженерним супроводом, налагодженням радіоелектронної апаратури біомедичного призначення (томографічні системи відображення внутрішньої структури біооб'єктів, системи УЗД, ангіаграфічні системи і тд).  Студенти здобувають практичні навички в роботі з даними системами. |
| Чому це цікаво/треба вивчати | Дисципліна забезпечує прикладну складову роботи в рамках сертифікатної програми. Під час вивчення дисципліни передбачено безпосередню роботу студентів із реальним медичним обладнанням. |
| Чому можна навчитися (результати навчання) | Після проходження даного курсу слухач буде знати:  принципи побудови та функціонування сучасних та перспективних систем медичного призначення. |
| Як можна користуватися набутими знаннями і уміннями (компетентності) | Знання та вміння, набуті в результаті вивчення дисципліни, забезпечують можливість працювати в організаціях та компаніях, що займаються проектуванням та експлуатацією радіоелектронних біомедичних систем |
| Заняття | Лекції, лабораторні |
| Інформаційне забезпечення | Підручники, навчальні посібники, відеолекції, віртуальні лабораторні роботи, курси Moodle, Google Classroom тощо |
| Індивідуальні семестрові завдання | Розрахунково-графічна робота |
| Поточний контроль | Модульна контрольна робота, виконання лабораторних робіт |
| Семестровий контроль | Залік (письмова залікова контрольна робота ) |

# 

# Інженерний супровід біомедичної техніки

|  |  |
| --- | --- |
| Курс, семестр | 4 курс, весняний семестр |
| Обсяг | 4 кредити ЄКТС (120 годин) |
| Мова викладання | Українська |
| Кафедра | Прикладної радіоелектроніки |
| Викладачі, які забезпечують викладання дисципліни | представник стейкхолдера |
| Вимоги до початку вивчення (міждисциплінарні зв’язки) | Вивчення дисципліни базується на курсах загального вивчення «Основи теорії телекомунікацій та радіотехніки», «Схемотехніка. Електронна компонентна база»,  «Схемотехніка. Аналогова схемотехніка» |
| Що буде вивчатися | Основні питання, що опановують студенти під час вивчення даної дисципліни:   * Налагодження та експлуатація біомедичної техніки * Методи діагностики та пошуку несправностей * Мережева синхронізація біомедичної апаратури. |
| Чому це цікаво/треба вивчати | Знання та вміння, набуті в результаті вивчення дисципліни, забезпечують можливість працювати в організаціях та компаніях, що займаються проектуванням та експлуатацією радіоелектронних біомедичних систем. |
| Чому можна навчитися (результати навчання) | Заняття проводяться на потужностях компаній-стейкхолдерів, що займаються інженерним супроводом, налагодженням радіоелектронної апаратури біомедичного призначення (томографічні системи відображення внутрішньої структури біооб'єктів, системи УЗД, ангіаграфічні системи і тд).  Студенти здобувають практичні навички в роботі з даними системами. |
| Як можна користуватися набутими знаннями і уміннями (компетентності) | Знання та вміння, набуті в результаті вивчення дисципліни, забезпечують можливість працювати в організаціях та компаніях, що займаються проектуванням та експлуатацією радіоелектронних біомедичних систем |
| Заняття | Лекції, лабораторні |
| Інформаційне забезпечення | Підручники, навчальні посібники, відеолекції, віртуальні лабораторні роботи, курси Moodle, Google Classroom тощо |
| Індивідуальні семестрові завдання | Розрахунково-графічна робота |
| Поточний контроль | Модульна контрольна робота, виконання лабораторних робіт |
| Семестровий контроль | Залік (письмова залікова контрольна робота ) |