

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ  
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ  
ІМЕНІ ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»**

**Факультет електроніки**

**Кафедра мікроелектроніки**

**«Інформаційні мікро- та наноелектронні системи»**

**СЕРТИФІКАТНА ПРОГРАМА**

**для освітньо-наукової програми**

**другого (магістерського) рівня вищої освіти**

**за спеціальністю 153 Мікро- та наносистемна техніка**

*Ухвалено Методичною радою університету  
протокол №4 від 07.04.2022 р.*

*Введено в дію наказом №НОН/135/2022 від 03.05.2022 р.*

**Київ – 2022**

## ОПИС СЕРТИФІКАТНОЇ ПРОГРАМИ

<b>1 – Загальна інформація</b>	
Повна назва ЗВО та факультету / кафедри	Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського» (факультет електроніки, кафедра мікроелектроніки)
Рівень вищої освіти	другий (магістерський)
Предметна сфера	Галузь знань – 15 Автоматизація та приладобудування
Назва та обсяг сертифікатної програми	Інформаційні мікро- та наноелектронні системи, 30 кредитів ЄКТС
Тип документу після завершення навчання	Сертифікат встановленого зразка КПІ ім. Ігоря Сікорського
Мова викладання	Українська
<b>2 – Мета сертифікатної програми</b>	
Підготовка висококваліфікованих фахівців, які отримають спеціальні теоретичні та практичні знання, вміння і навички для вирішення завдань з розроблення, розгортання та експлуатації сучасних мікро- та наноелектронних інформаційних систем.	
<b>3 – Особливості участі слухачів Сертифікатної програми</b>	
Слухачами сертифікатної програми можуть бути як студенти КПІ ім. Ігоря Сікорського (освітньо-наукової програми «Мікро- та наносистемна техніка») так і зовнішні слухачі. Зовнішні слухачі зобов'язані пройти комплексне тестування для перевірки базових знань за освітньо-науковою програмою «Мікро- та наносистемна техніка». Успішне тестування свідчатиме про готовність студента до опанування освітніх компонентів сертифікатної програми. Сертифікатна програма розрахована на студентів другого (магістерського) рівня вищої освіти денної форми навчання. Запис на програму відбувається в період реалізації студентами права на вільний вибір навчальних дисциплін.	

<b>4 – Перелік освітніх компонентів</b>		
<i>Компоненти сертифікатної програми</i>	<i>Кількість кредитів ЄКТС</i>	<i>Форма підсумкового контролю</i>
<b><i>Вибіркові освітні компоненти</i></b>		
Спецкурс мікро- та наносистемної техніки	4	залік
Оптоелектронні інформаційні системи	4	залік
Засоби оброблення та перетворення сигналів	5	екзамен
Бездротові сенсорні мережі	5	екзамен
Кристалохімічні основи технології наноструктур	4	залік
Фазові переходи та спектроскопія твердих тіл	4	залік
Магнітоелектроніка в інформаційних системах	4	залік
<b><i>Загальний обсяг кредитів сертифікатної програми</i></b>	<b><i>30 кредитів ЄКТС</i></b>	
<b>5 – Компетентності та очікувані результати навчання</b>		
<p>Сертифікатна програма передбачає поглиблення компетентностей та спеціалізацію результатів навчання, здобутих під час навчання за освітніми програмами «Мікро- та наноелектроніка» та «Мікро- та наносистемна техніка». Дана сертифікатна програма спрямована на засвоєння слухачами особливостей розроблення та експлуатації мікро- та наноелектронних інформаційних систем. Вона наповнена унікальним контентом та авторськими курсами, які характеризуються практичністю та актуальністю інформації, що дає змогу отримати додаткові знання та навички, розширити коло кар'єрних можливостей в сфері електроніки та інформаційних технологій.</p>		
Компетентності	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Здатність оцінювати рівень існуючих технологій у галузі професійної діяльності, приймати ефективні технічні рішення та впроваджувати нові наукові ідеї.</li> <li>2. Здатність використовувати сучасні інформаційні технології для дослідження та аналізу процесів у мікро- та наноелектронних системах.</li> <li>3. Здатність аналізувати і використовувати сучасні науково-технічні інформаційні ресурси (у тому числі іншомовні).</li> <li>4. Здатність генерувати нові ідеї (креативність).</li> <li>5. Здатність до міжособистісної взаємодії.</li> <li>6. Здатність спілкуватися з представниками інших професійних груп різного рівня (з експертами з інших галузей знань/видів професійної діяльності).</li> <li>7. Здатність використовувати сучасне технічне й</li> </ol>	

	<p>технологічне обладнання та устаткування для проведення наукових експериментів та оброблення отриманих результатів.</p> <p>8. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.</p>
Очікувані результати навчання	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Використовувати інфо-комунікаційні ресурси та технології у професійній діяльності.</li> <li>2. Планувати та організовувати професійну діяльність.</li> <li>3. Будувати і досліджувати фізичні, математичні та комп'ютерні моделі об'єктів і процесів інформаційних мікро- та нанoeлектронних систем.</li> <li>4. Розробляти та використовувати сучасні інформаційні системи.</li> <li>5. Використовувати у професійній діяльності сучасне технічне обладнання та устаткування, програмні засоби та інструменти.</li> <li>6. Координувати роботу колективів виконавців для проведення наукових досліджень, проектування, розроблення, аналізу, розрахунку, моделювання, виробництва та тестування інформаційних мікро- та нанoeлектронних систем.</li> <li>7. Вести ділове спілкування у сфері розроблення технічних рішень, захисту інтелектуальної власності, впровадження розробок у виробництво.</li> <li>8. Працювати в команді, організовувати та планувати колективну діяльність; підтримувати організацію роботи окремих проектних і дослідницьких груп та ланок.</li> <li>9. Розповсюджувати інформацію про досягнуті результати у професійному інформаційному просторі.</li> </ol>

#### **6 - Особливості оцінювання результатів навчання**

Кожний освітній компонент сертифікатної програми має відповідне методичне забезпечення, обов'язковою частиною якого є рейтингова система результатів навчання здобувачів, яка застосовується для оцінювання результатів навчання. За рішенням кафедри для отримання сертифікату за цією сертифікатною програмою може бути передбачено виконання індивідуального завдання

## **АНОТАЦІЇ ОСВІТНІХ КОМПОНЕНТІВ СЕРТИФІКАТНОЇ ПРОГРАМИ**

Дисципліна	Спецкурс мікро- та наносистемної техніки
Рівень вищої освіти	Другий (магістерський)
Освітня програма	Мікро- та наносистемна техніка

Курс	1
Семестр викладання	2
Обсяг у кредитах	4
Мова викладання	Українська/Англійська
Кафедра	Мікроелектроніки
Викладач	Свечніков Г.С
Пререквізити	Фізика напівпровідників, Твердотільна електроніка (мікроелектроніка)
Постреквізити	дипломне проектування, гарантоване працевлаштування
Що буде вивчатися	основні напрямки розвитку і обмеження сучасної інтегральної мікроелектроніки, найновіші структури і методи їх створення
Чому це цікаво/треба вивчати	інтегральна мікроелектроніка (МЕ) стала одним з головних технологічних досягнень, що істотно визначили темпи розвитку і пріоритети науково-технічного прогресу нашого часу. Набуті знання дозволяють розробляти електронне устаткування для будь-якої галузі народного господарства, що дає безмежні можливості як для реалізації свого творчого потенціалу так і для досягнення гідного рівня матеріального забезпечення.
Чому можна навчитися (результати навчання)	Розуміти та аналізувати особливості функціонування компонентів мікросистемної техніки; і визначати області їх раціонального застосування.
Як можна користуватися набутими знаннями і уміннями (компетентності)	Отримані знання дозволяють вільно орієнтуватися у сучасному просторі мікросистемної техніки при розробці інформаційних систем, засобів контролю, тощо на будь-якому етапі професійної кар'єри (від рядового розробника до керівника проекту).
Інформаційне забезпечення	Навчальна та робоча програми дисципліни, РСО, навчальний посібник, методичні рекомендації, презентації лекцій
Форма проведення занять	лекції, практичні
Семестровий контроль	Залік

Дисципліна	Оптоелектронні інформаційні системи
Рівень вищої освіти	Другий (магістерський)
Освітня програма	Мікро- та наноелектроніка
Курс	1
Семестр викладання	2
Обсяг у кредитах	4
Мова викладання	Українська
Кафедра	Мікроелектроніки
Викладач	Коваль В. М.
Пререквізити	Бакалаврські курси: “Функціональна електроніка” блок 1 / “Оптоелектроніка” блок 1 / “Теорія сигналів” блок 1 / “Основи сенсорики” блок 2
Постреквізити	Магістерський курс “Спецкурс мікро- та наносистемної техніки” блок 2 Переддипломна практика та дипломне проектування

	PhD курс “Фотонні та оптоелектронні пристрої”
Що буде вивчатися	Структура, принципи побудови та механізми функціонування оптоелектронних систем прийому, передачі, перетворення, відображення та збереження інформації.
Чому це цікаво/треба вивчати	Даний курс цікавий тим, що дає можливість познайомитись із сучасними оптоелектронними технологіями прийому, передачі, перетворення, відображення та збереження інформації (волоконно- оптичні системи зв'язку, оптоелектронні обчислювальні системи та системи розпізнавання образів, LCD, OLED, AMOLED, плазмові, голографічні та проєкційні системи відображення інформації).
Чому можна навчитися (результати навчання)	знання: структури, принципів побудови та механізмів функціонування сучасних оптоелектронних систем прийому, передачі, перетворення, відображення та збереження інформації. уміння: оцінювати ефективність роботи існуючих оптоелектронних інформаційних систем та визначати можливі шляхи покращення їх характеристик.
Як можна користуватися набутими знаннями і уміннями (компетентності)	Вивчення даної дисципліни забезпечить студентів наступні компетентності: вдосконалювати сучасні та розробляти нові види оптоелектронних інформаційних систем.
Інформаційне забезпечення	Навчальна та робоча програми дисципліни, РСО, презентації лекцій, електронний конспект лекцій, навчальний посібник для виконання практичних робіт (електронне видання).
Форма проведення	Лекції та практичні заняття
Семестровий контроль	Залік

Дисципліна	Засоби оброблення та перетворення сигналів
Рівень вищої освіти	Другий (магістерський)
Освітня програма	Мікро- та наноелектроніка
Курс	1
Семестр викладання	2
Обсяг у кредитах	5
Мова викладання	Українська
Кафедра	Мікроелектроніки
Викладач	Заворотний В.Ф.
Пререквізити	Інформатика, Інтелектуальні інформаційні системи, Цифрова обробка сигналів, Мікроконтролери
Постреквізити	Системи перетворення сигналів, Переддипломна практика, Дипломне проектування
Що буде вивчатися	<ul style="list-style-type: none"> <li>архітектура цифрових систем реального часу, сигнальні процесори, методи підвищення продуктивності обробки та перетворення сигналів,</li> <li>програмовані системи на кристалі, вбудовані системи обробки та перетворення сигналів, смарт-сенсори та актюатори;</li> <li>основні питання використання систем обробки сигналів та перетворення сигналів в різних галузях господарства, медицини, науки та техніки, військовій справі та ін.</li> </ul>

Чому це цікаво/треба вивчати	Сучасні тенденції автоматизації та роботизації процесів в різних галузях господарства, промисловості, телекомунікації, медицині, науки та техніки, військовій справі і т.п., потребує фахівців по системам котрі працюють в режимі реального часу для обробки сигналів з предметної області. Отриманні знання будуть необхідними та корисними для випускників, які будуть працювати в розробці та експлуатації сучасних цифрових інформаційних систем автоматизації виробництва в промисловості, моніторингу в екології, медицині, наукових дослідженнях, військовій справі та ін.
Чому можна навчитися (результати навчання)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• знання архітектури цифрових систем реального часу,</li> <li>• знання архітектури програмованих систем на кристалі, вбудованих систем обробки та перетворення сигналів, смарт-сенсорів та актюаторів, основних компонентах цифрових систем реального часу та їх функціях,</li> <li>• методи підвищення продуктивності роботи систем реального часу,</li> <li>• принципи організації та функціонування розподілених мереж збору даних, стандарти та протоколи обміну цифровими даними,</li> <li>• сучасні підходи та принципи розробки програмного забезпечення до систем цифрової обробки сигналів, мови програмування вбудованих цифрових систем реального часу</li> </ul>
можна користуватися набутими знаннями і уміннями (компетентності)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• по специфікації вимог предметної області розробити концептуальну, логічну та функціональну моделі системи обробки та перетворення сигналів, розробити архітектуру цифрової системи, та модель розгортання системи,</li> <li>• по функціональній специфікації визначити принциповий склад окремих модулів та підсистем, визначити їх характеристики</li> <li>• розробити апаратну реалізацію функцій, визначити часові характеристики програмної реалізації функцій ,</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• розробити план тестування системи</li> </ul>
Інформаційне забезпечення	Навчальна та робоча програми дисципліни, РСО, методичні рекомендації до лабораторних занять
Форма проведення занять	Лекції, лабораторні роботи, практичні заняття.
Семестровий контроль	Екзамен

Дисципліна	Бездротові сенсорні мережі
Рівень вищої освіти	Другий (магістерський)
Освітньо-професійна програма	Мікро- та наноелектроніка
Курс	1
Семестр викладання	2
Обсяг у кредитах	5
Мова викладання	Українська

Кафедра	Мікроелектроніки
Викладач	Луцина Б.І.
Пререквізити	Основи сенсорики, Основи мікро- та наносистемної техніки, Мікромеханіка, Конструювання напівпровідникових приладів та інтегральних мікросхем, Мікроконтролери, Інтелектуальні інформаційні системи.
Постреквізити	Мікроелектронні інформаційні сенсорні системи.
Що буде вивчатися	Предметом навчальної дисципліни «Бездротові сенсорні мережі» є вивчення наукових та конструкторсько – технологічних засад створення розподілених сенсорних мереж із заданим функціональним призначенням і переліком технічних параметрів окремих вузлів, спрямованих на реалізацію функцій сприйняття, перетворення, зберігання, обробки, трансляції та аналізу інформації із оптимальним варіантом топології та протоколів обміну інформацією та врахованими енергетичними та обчислювальними обмеженнями. Метою навчальної дисципліни «Бездротові сенсорні мережі» є
	формування стійких уявлень про мережеві електронні системи як про інтегровані програмно-апаратні інформаційно-керуючі системи, програмно, функціонально і структурно об'єднані для збору, обробки, збереження та аналізу інформації та подальшого вироблення на цій основі впливів на виконавчі елементи або об'єкт управління.
Чому це цікаво/треба вивчати	Вивчення навчальної дисципліни «Бездротові сенсорні мережі» формулює здатність застосовувати сучасні програмні та апаратні засоби для розробки і проектування окремих вузлів бездротових сенсорних мереж та систем в цілому. Це допоможе сформулювати обґрунтоване уявлення про можливості дисципліни як складової галузей інформаційної електроніки, сучасного приладобудування, моніторингу стану навколишнього середовища. Студентам пропонується засвоїти досвід попередніх дослідників і на цій основі виконувати власні дослідження та розробки.
Чому можна навчитися (результати навчання)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- розв'язувати задачі з розробки бездротових сенсорних мереж на основі сучасного науково-технічного рівня архітектури, програмного та апаратного забезпечення;</li> <li>- коректно застосовувати терміни й поняття бездротових сенсорних мереж;</li> <li>- оцінювати рівень достовірності і захищеності сучасних бездротових сенсорних мереж, володіти знаннями про технічні та експлуатаційні характеристики таких систем від провідних світових розробників;</li> <li>- на прикладі успішно реалізованих проектів в галузі мікромеханіки брати участь у наукових дослідженнях та розробках, аргументовано відстоюючи при цьому власні технічні рішення.</li> </ul>
Як можна користуватися	- застосовувати набуті знання для вирішення

набутими знаннями і уміннями (компетентності)	конкретних наукових та технічних завдань прикладного характеру з об'єктно-орієнтованим підходом до розробки окремих вузлів; - впевнено орієнтуватися в масиві інформаційних наукових-технічних ресурсів для розробки бездротових сенсорних мереж.
Інформаційне забезпечення	Навчальна та робоча програми дисципліни, РСО, презентації лекцій.
Форма проведення занять	Лекції, практичні заняття, самостійна робота зі зразками сенсорів фізичних величин, мережевим апаратним забезпеченням, спеціалізованим програмним забезпеченням, нормативними документами, участь у Міжнародній науково-технічній конференції молодих вчених «Електроніка».
Семестровий контроль	Екзамен

Дисципліна	Кристалохімічні основи технології наноструктур
Рівень вищої освіти	Другий (магістерський)
Освітня програма	Мікро- та наноелектроніка
Курс	2
Семестр викладання	3
Обсяг у кредитах	4
Мова викладання	Українська
Кафедра	Мікроелектроніки
Викладач	Обухова Т.Ю.
Пререквізити	Наноматеріали та нанотехнології
Постреквізити	Науково-дослідна практика
Що буде вивчатися	Взаємозв'язок кристалічної структури з властивостями матеріалів
Чому це цікаво/треба вивчати	Технологія кристалічних напівпровідників повністю заснована на особливостях їх кристалічної будови. Знання кристалохімії напівпровідників дозволяє глибше зрозуміти процеси які відбуваються під час виробництва компонентів електроніки
Чому можна навчитися (результати навчання)	Розуміння кристалохімічного аспекту напівпровідникової технології
Як можна користуватися набутими знаннями і уміннями (компетентності)	Розробляти нові технології виготовлення в тому числі нанорозмірних матеріалів
Інформаційне забезпечення	Навчальна та робоча програма дисципліни, РСО, методичні вказівки до виконання практичних завдань, конспект лекцій.
Форма проведення занять	Лекції та лабораторні заняття
Семестровий контроль	Залік

Дисципліна	Фазові переходи та спектроскопія твердих тіл
Рівень вищої освіти	Другий (магістерський)

Освітня програма	Мікро- та наноелектроніка
Курс	2
Семестр викладання	3
Обсяг у кредитах	5
Мова викладання	Українська
Кафедра	Мікроелектроніки
Викладач	Поплавко Ю.М.
Пререквізити	Фізика твердого тіла», «Мікрохвильова електроніка», «Фізика діелектриків», «Фотоніка»
Постреквізити	Науково-дослідна практика, Робота над магістерською дисертацією
Що буде вивчатися	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Теорія Ландау фазових переходів другого роду</li> <li>- Застосування теорії Ландау для опису фазових переходів сегнетоелектриків та феромагнетиків.</li> <li>- Надпровідність та високотемпературна надпровідність.</li> <li>- Основні засади методу діелектричної спектроскопії.</li> <li>- Експериментальні методи діелектричної спектроскопії.</li> <li>- Аналіз розмитих діелектричних спектрів.</li> <li>- Застосування діелектричної спектроскопії до фізичних та прикладних досліджень діелектричних матеріалів.</li> </ul>
Чому це цікаво/треба вивчати	Розроблення сучасних поглинаючих та екрануючих матеріалів для Стелс-технологій та інших застосувань базуються на вивченні фізичних механізмів діелектричної спектроскопії
Чому можна навчитися (результати навчання)	<p>В результаті засвоєння навчального матеріалу студенти мають знати:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- характерні зміни структури та симетрії діелектриків при переходах, механізми електричних процесів у діелектриках, зв'язок структури з електричними властивостями активних діелектриків (піро- та п'єзоелектриків, сегнетоелектриків та електретів, тощо);</li> <li>- основні експериментальні методи вимірювання діелектричних параметрів матеріалів, основні методи аналізу діелектричних спектрів та основні принципи фізичної інтерпретації діелектричних спектрів;</li> </ul> <p>та уміти:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- визначити основні фізичні причини фазових переходів в тих чи інших кристалах, що застосовуються у сучасних електронних приладах, провести коректний підбір діелектричних матеріалів для застосування в електроніці;</li> <li>- вибрати метод вимірювання діелектричних параметрів відповідно до типу досліджуваного матеріалу, провести аналіз діелектричних спектрів, запропонувати фізичну інтерпретацію діелектричних спектрів.</li> </ul>
Як можна користуватися набутими знаннями і уміннями (компетентності)	Визначення домінуючих механізмів електричної поляризації та втрат у кристалах та полікристалах, оцінки та розрахунку електричних параметрів пасивних та активних діелектриків.

Інформаційне забезпечення	Навчальна та робоча програми дисципліни, РСО, конспект лекцій.
Форма проведення занять	Лекції, практичні
Семестровий контроль	Залік

Дисципліна	Магнітоелектроніка в інформаційних системах
Рівень вищої освіти	Другий (магістерський)
Освітня програма	Мікро- та наноелектроніка
Курс	2
Семестр викладання	3
Обсяг у кредитах	4
Мова викладання	Українська
Кафедра	Мікроелектроніки
Викладач	Поплавко Ю.М.
Пререквізити	Прилади на нанорозмірних та квантових ефектах
Постреквізити	Наукова робота за темою магістерської дисертації, науково-дослідна практика, робота над магістерською дисертацією
Що буде вивчатися	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Основи фізики магнетизму.</li> <li>– Методи використання магнітних приладів в електроніці та наноелектроніці.</li> <li>– Основні магнітні властивості твердих тіл та їх застосування в електроніці та прикладній фізиці, у тому числі сучасні магнітні електронні прилади для досліджень у біології та медицині.</li> <li>– Нанофізика магнетиків, а саме вплив структури на фізичні властивості магнітних наноматеріалів і перспективи розвитку нового наукового напрямку – спінтроники.</li> </ul>
Чому це цікаво/треба вивчати	Магнітні матеріали знайшли широке застосування в різних галузях науки і техніки – електроніці, радіотехніці, інформаційно-вимірювальній і обчислювальній техніці та ін. В останні роки відбувся якісний «стрибок» у розробці магнітних матеріалів і створенні на їх основі нових видів електромагнітних і магнітооптичних електронних пристроїв з унікальними властивостями. Цей «стрибок» зумовлений науковими відкриттями в галузі фізики магнітних матеріалів і появою нових прогресивних технологій їх виробництва.
Чому можна навчитися (результати навчання)	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Визначати основні механізми магнітного впорядкування у твердих тілах, встановлювати зв'язок теорії з характеристиками матеріалу, визначити основні фізичні причини магнітних ефектів, що застосовуються мікроелектронікою та наноелектронікою.</li> <li>– Аналізувати проявлення відгуку речовини на дію електромагнітного поля.</li> <li>– Визначати характерні особливості структури та симетрії магнетиків,</li> </ul>
	механізми утворення магнітного відгуку, зв'язок

	<p>магнетиків з їх властивостями тощо.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Використовувати основні експериментальні методи дослідження магнетиків, відповідних параметрів матеріалів, основні методи аналізу магнітних ристик.</li> </ul>
Як можна користуватися набутими знаннями і уміннями (компетентності)	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Визначати основні фізичні причини магнітних властивостей в тих чи інших матеріалах, що застосовуються у сучасних електронних приладах.</li> <li>– Проводити коректний підбір магнітних матеріалів для застосування в електроніці.</li> <li>– Вибирати методи дослідження магнітних параметрів відповідно до типу досліджуваного матеріалу, проводити аналіз магнітних спектрів, запропонувати фізичну інтерпретацію магнітних спектрів.</li> <li>– Визначати домінуючі механізми магнітного відгуку у кристалах та полікристалах, розраховувати параметри анізотропних активних матеріалів, використовувати методи оцінки та розрахунку магнітних параметрів пасивних та активних магнетиків.</li> </ul>
Інформаційне забезпечення	Навчальна та робоча програми дисципліни, РСО, підручник, конспект лекцій.
Форма проведення занять	Лекції, практичні
Семестровий контроль	Залік