



Силабус освітнього компонента

Програма навчальної дисципліни



Фізичні основи технологій для мікро- та наносистемної техніки

Шифр та назва спеціальності

141 – Електроенергетика, електротехніка і електромеханіка,
176 – Мікро- та наносистемна техніка

Інститут

ННІ Комп'ютерного моделювання, прикладної фізики та математики

Освітня програма

Стала та відновлювана енергетика: електрична та мікроелектронна інженерія

Кафедра

Мікро- та наноелектроніки (167)

Рівень освіти

Магістр

Тип дисципліни

Обов'язкова, Спеціальна (фахова) підготовка,

Семестр

2

Мова викладання

Українська, англійська

Викладачі, розробники



Дроздов Антон Миколайович

Anton.Drozdov@khp.edu.ua

Кандидат фізико-математичних наук, доцент, старший дослідник.

Досвід роботи – 20 років. Автор понад 50 наукових та навчально-методичних праць. Провідний лектор з дисципліни: «Фізичні основи технологій для мікро-та наносистемної техніки».

Основні дисципліни:

- «Фізичні основи мікро- та наносистемної техніки»;
- «Технологічні основи мікроелектроніки»;
- «Проектування елементів мікро- та наносистемної техніки»

[Детальніше про викладача на сайті кафедри](#)

Загальна інформація

Анотація

Дисципліна спрямована на опанування студентами фундаментальних знань та на опанування ними фізичних принципів на яких базуються технології, з використанням яких створюються елементи мікро- та наносистемної техніки. Розглядаються перспективні та альтернативні напрями розвитку технологічних рішень з урахуванням темпів розвитку сучасних технологій та досягнення ними фізичних обмежень.

Мета та цілі дисципліни

Дисципліна присвячена вивченню фізичних принципів та технологій створення функціональних матеріалів та приладових структур мікро- та наносистемної техніки. Студенти вивчають методи вакуумної конденсації, іонної імплантації, знайомляться з основними етапами планарної технології виготовлення інтегральних мікросхем та інших приладових наноструктур. Важливою ціллю дисципліни є розвинування як навичок командної роботи, так і здібностей самостійно вирішувати поставлені задачі, узагальнювати процеси та явища, що протікають в природі та розуміти їх фізичну суть.

Формат занять

Лекційні заняття, практичні та лабораторні роботи, самостійна робота. Підсумковий контроль – екзамен.

Компетентності

СК1. Здатність обґрунтовано обирати, застосовувати наявні та розробляти нові методи, методики, технології для вирішення інженерних завдань електроенергетики, електротехніки та електромеханіки, а також мікро- та наносистемної техніки.

СК3. Здатність застосовувати отримані теоретичні знання, наукові й технічні методи для вирішення науково-технічних проблем електроенергетики, електротехніки та електромеханіки, а також мікро- та наносистемної техніки, оцінювати отримані результати.

СК5. Здатність планувати, виконувати й керувати теоретичними та експериментальними науковими дослідженнями у сфері електроенергетики, електротехніки та електромеханіки, а також мікро- та наносистемної техніки.

Результати навчання

РН7. Будувати й досліджувати фізичні, математичні й комп'ютерні моделі об'єктів та процесів електроенергетики, електротехніки, електромеханіки, а також мікро- та наноелектроніки.

РНс2.1. Обирати і застосовувати відповідні методи проектування і дослідження роботи мікро- та наносистемної техніки для систем відновлюваної генерації енергії.

РНс2.3. Визначати напрямки модернізації технологічних аспектів виробництва пристроїв мікро- та наносистемної техніки для систем відновлюваної генерації, зокрема фотоелектричних.

Обсяг дисципліни

Загальний обсяг дисципліни 120 год. (4 кредити ECTS): Лекції – 32 год., практичні роботи – 16 год., лабораторні роботи – 16 год., самостійна робота – 56 год.

Передумови вивчення дисципліни (пререквізити)

Дисципліни:

- Фізичне матеріалознавство напівпровідникових приладів;
- Властивості та сучасні методи дослідження напівпровідникових приладів.

Для успішного проходження курсу студент має знати основні фізичні принципи синтезу та очистки ключових матеріалів, технології сонячної енергетики та методи їх дослідження.

Особливості дисципліни, методи та технології навчання

Дисципліна зорієнтована як на самостійну діяльність студентів, так і на їх вміння у складі команди проводити мозкові штурми для кращого розуміння фізичної суті фізичних явищ та процесів та вміння узагальнювати основні принципи та підходи, що лежать в основі технологій для мікро- та наносистемної техніки. Акцент робиться на заохоченні студентів до спільного обговорення складних фізичних явищ, складання прогнозів поведінки різних складових технологічних процесів з метою найповнішого засвоєння матеріалу та формування усіх компетенцій у максимальному обсязі. Навчальний лекційний матеріал та хід пошукових дискусій у разі дистанційного навчання фіксується за допомогою корпоративного пакету Microsoft 365, та у разі необхідності може бути продубльований на інших платформах за умов асинхронного режиму навчання.

Програма навчальної дисципліни

Теми лекційних занять

Тема 1. Загальні положення та мотивації. Технологічні парадигми.

Тема 2. Фундаментальні основи та області застосування нанонауки та нанотехніки.

Тема 3. Фізичні основи нанотехнологій. Роль свobodних та внутрішніх поверхонь.

Тема 4. Фізичні основи нанотехнологій . Квантоворозмірні ефекти.
Тема 5. Фізичні основи нанотехнологій. Розмірні залежності фізичних властивостей наноматеріалів.
Тема 6. Методи та технології виготовлення одновимірних структур (фуллерени, кластери, нанопорошки).
Тема 7. Одновимірні структури, технології їх синтезу та створення приладів на їх основі.
Тема 8. Методи та технології виготовлення двовимірних структур.
Тема 9. Тривимірні об'єкти та приладові структури.
Тема 10. Методи діагностики нано'єктів.
Тема 11 Зондові методи модифікації поверхні та атомний дизайн.
Тема 12. Особливості механіки в нанощкалі. Нанотрибологія. Гідродинаміка нанорідин.
Тема 13. Основи конструювання об'єктів на атомно-молекулярному рівні.
Тема 14. Наноприлади, наномашини, наносистеми.
Тема 15. Основні області застосування наноматеріалів та нанотехнологій.
Тема 16. Узагальнюючий огляд технологій, методів, матеріалів для створення елементів мікро- та наносистемної техніки. Підведення підсумків. |

Теми практичних занять

Тема 1. Розрахунок співвідношення кількості атомів в приповерхневих шарах та об'ємі.
Тема 2. Ознайомлення з темами індивідуальних та командних завдань. Визначення критеріїв оцінювання.
Тема 3. Розмірна залежність механічних властивостей. Мозковий штурм.
Тема 4. Розмірна залежність температури плавлення-кристалізації. Мозковий штурм.
Тема 5. Структура й властивості наноструктурних матеріалів. Контрольний захід.
Тема 6. Новітні технології та матеріали. Презентація та обговорення результатів виконаних завдань.
Тема 7. Методи контролю та діагностики. Презентація та обговорення виконаних завдань.
Тема 8. Технології конструювання приладових структур на атомно-молекулярному рівні. Контрольний захід. |

Теми лабораторних робіт

Тема 1. Метод термічного випаровування в вакуумі.
Тема 2 Метод магнетронного розпилення.
Тема 3. Електронно-оптичний метод дослідження структури плівок.
Тема 4. Вимірювання товщини вакуумних депозитів оптичними методами.
Тема 5. Контроль швидкості осадження за допомогою кварцового резонатору.
Тема 6. Літографічні методи створення поверхневих структур..
Тема 7. Неньютонівські рідини. Механічні властивості.
Тема 8. Резистивний метод контролю структурної якості матеріалів. |

Самостійна робота

Робота з додатковою літературою.

Індивідуальне завдання – розрахункове завдання

Тема за варіантом.

Обсяг роботи: 25–30 с.

Термін подачі: 14-й та 15-й тиждень.

Робота оформлюється відповідно вимогам СТЗВО-ХПІ-2.01-2021, СТЗВО-ХПІ-3.01-2021 , готується її мультимедійна презентація та проводиться захист. |

Література та навчальні матеріали

Основна література:

1. Мудрий С.І., Штаблавий І.І. Фізика кластерів та наносистем. Навч. посібн.– Львів: ЛНУ імені Івана Франка, 2017. – 356 с.

2. Piliarik M. Surface plasmon resonance biosensing / M. Piliarik, H. Vaisocherova, J. Homola // *Methods Mol Biol.* - 2009. – 503. – pp. 65-88.
3. SPR-слайды [Електронний ресурс] — Режим доступу: <http://plasmon.org.ua/2017/01/12/spr-слайды>.
4. Вакарюк Т.Є. Використання поруватих плівок SiO_x в сенсорах на основі поверхневого плазмонного резонансу / Т.Є. Вакарюк, Ю.С. Громовой, В.А. Данько, Г.В. Дорожинський, С. А. Зиньо, І.З. Індутний, А.В. Самойлов, Ю.В. Ушенін, Р.В. Христосенко, П. Є. Шепелявий // *Оптоелектроніка та напівпровідникова техніка.* – 2013. – № 48. – С.89-95.
5. Дорожинський Г.В. Сенсорні прилади на основі поверхневого плазмонного резонансу/ Г.В. Дорожинський, В.П.Маслов, Ю.В.Ушенін. — Київ: НТУУ «КПІ» Видавництво «Політехніка», 2016. — 264 с.
6. Нанохімія, наносистеми, наноматеріали / С.В. Волков, Є.П. Ковальчук, В.М. Решетняк. – К.: Наукова думка, 2008. - 426с.
7. Заячук Д.М. Нанотехнології і наноструктури : навч. посібник для ВНЗ / Д.М. Заячук. – Львів : Вид-во Нац. ун-ту «Львівська політехніка», 2009. -581 с.
8. Горячко А.М., Кулик С.П., Прокопенко О.В., Сканоюча зондова мікроскопія та спектроскопія, К.: ВЦП "Київський університет", 2013. – 256 с., 16,74
9. Бардамід О.Ф., Колесник О.Г., Кулик С.П. Дослідження елементного складу об'єктів із використанням мас-спектрометра з лазерним джерелом іонів, Методична розробка до лабораторної роботи з курсу "Фізичні основи мікроелектроніки", К., "Київський університет", 2005р.
10. Будник М.М., Войтович І.Д., Ільченко В.В., Корсунський В.М. Фізико-технологічні основи наноелектроніки : навч. посіб. / К. : Інтерсервіс, 2015, 383 с.
11. Будник М.М., Ільченко В.В., Войтович І.Д. Збірник задач з фізико-технологічних основ наноелектроніки. Практикум / К. : Інтерсервіс, 2015 р., 65 с.

Додаткова література:

1. Яблонь Л.С., Бойчук В.М. Фізичні основи нанотехнологій. Курс лекцій. – ІваноФранківськ, 2015. – 103 с.
2. Ткач О. П. Наноматеріали і нанотехнології в приладобудуванні: Навчальний посібник. - Суми: Сумський державний університет, 2014. - 127 с.
3. Шпак А.П., Куницький Ю.А., Смик С.Ю. Діагностика наносистем. - Київ: Академперіодика, 2003. - 149 с.
4. Шпак А.П., Куницький Ю.А., Коротченков О.О., Смик С.Ю. Квантові низькорозмірні системи. - Київ: Академперіодика, 2003. - 308 с.
5. Долінський А.А., Драганов Б.Х., Козирський В.В. Нанотехнології в енергетиці. – К.: ЦП Компринт, 2015. – 113 с.
6. Назаров О.М., Нищенко М.М. Наноструктури і нанотехнології. – Київ: НАУ. – 2012. – 248 с. |

Система оцінювання

Критерії оцінювання успішності студента та розподіл балів

Підсумкова оцінка складається із наступних обов'язкових частин:

1. Модульний контроль (30 %).
2. Звіти з лабораторних робіт (20 %).
3. Індивідуальне завдання (30 %).
4. Підсумковий контроль (20 %).

Шкала оцінювання

Сума балів	Національна оцінка	ECTS
90–100	Відмінно	A
82–89	Добре	B
75–81	Добре	C
64–74	Задовільно	D
60–63	Задовільно	E
35–59	Незадовільно (потрібне додаткове вивчення)	FX
1–34	Незадовільно (потрібне повторне вивчення)	F

Норми академічної етики і політика курсу

Студент повинен дотримуватися «Кодексу етики академічних взаємовідносин та доброчесності НТУ «ХПІ»: виявляти дисциплінованість, вихованість, доброзичливість, чесність, відповідальність. Конфліктні ситуації повинні відкрито обговорюватися в навчальних групах з викладачем, а при неможливості вирішення конфлікту – доводитися до відома співробітників дирекції інституту. Нормативно-правове забезпечення впровадження принципів академічної доброчесності НТУ «ХПІ» розміщено на сайті: <http://blogs.kpi.kharkov.ua/v2/nv/akademichna-dobrochesnist/>

Погодження

Силабус погоджено

28.08.23

Завідувач кафедри
Роман ЗАЙЦЕВ

28.08.23

Гарант ОП
Костянтин МАХОТІЛО