



Силабус освітнього компонента

Програма навчальної дисципліни



Технології синтезу приладових структур та елементів захисту

Шифр та назва спеціальності

176 «Мікро- та наносистемна техніка»

Інститут

ННІ Комп'ютерного моделювання, прикладної фізики та математики

Освітня програма

Мікроелектроніка енергоефективності та електронний захист

Кафедра

Мікро та наноелектроніки (167)

Рівень освіти

Магістр

Тип дисципліни

Спеціальна (фахова), Обов'язкова

Семестр

1

Мова викладання

Українська

Викладачі, розробники



Дроздов Антон Миколайович

Anton.Drozdov@khpi.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: «Технології синтезу приладових структур та елементів захисту».

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

Дісципліна спрямована на опанування студентами фундаментальних знань та на опанування ними фізичних принципів на яких базуються технології, з використанням яких створюються приладові структури елементів захисту та інші вироби 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

Дісципліна присвячена вивченню технологій виготовлення елементів захисту та інших приладових структур для мікро- та наносистемної техніки. Розглядаються загальні принципи та підходи створення функціональних матеріалів нуль-, одно-, дво- та тривимірної розмірностей. Вивчаються методи утворення діелектричних шарів на поверхні напівпровідникових матеріалів, їх легування, формування плівок на поверхні та травлення поверхні, що застосовуються у мікроелектронній промисловості для модифікування електронної структури матеріалів. При цьому вивчаються процеси дифузії, вакуумної конденсації, іонної імплантації тощо. Під час вивчення дисципліни студенти також знайомляться з основними етапами планарної технології та

принципами методів літографії, що застосовуються під час виготовлення інтегральних мікросхем та інших приладових структур.

Формат занять

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

Компетентності

ЗК1. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.

ЗК6. Здатність генерувати нові ідеї (креативність).

ФК1. Здатність ефективно використовувати складне контрольно-вимірвальне, технологічне та дослідницьке обладнання при дослідженнях та виробництві матеріалів, компонентів, приладів і пристроїв мікро- та наносистемної техніки різноманітного призначення.

ФК2. Здатність здійснювати тестування та діагностику приладів та обладнання, а також оброблення і аналіз отриманих результатів.

ФК3. Здатність аналізувати та синтезувати мікро- та нанoeлектронні системи різного призначення.

ФК4. Здатність розробляти, обґрунтовано вибирати і використовувати сучасні методи обробки та аналізу сигналів в мікро- і нанoeлектронних приладах та системах.

ФК5. Здатність аргументувати вибір методів розв'язання складних задач і проблем мікро- та наносистемної техніки, критично оцінювати отримані результати та аргументувати прийняті рішення.

ФК7. Здатність розробляти і реалізовувати наукові та/або інноваційні проекти у сфері мікро- та наносистемної техніки, а також дотичні до неї міждисциплінарні проекти.

ФК10. Здатність розробляти та застосовувати технологічні рішення виробництва елементів захисту електронного обладнання.

ФК11. Здатність досліджувати та експлуатувати елементи захисту електронного обладнання.

Результати навчання

ПРН1. Формулювати і розв'язувати складні інженерні, виробничі та/або наукові задачі під час проектування, виготовлення і дослідження мікро- та наносистемної техніки різноманітного призначення та створення конкурентоспроможних розробок, втілення результатів у бізнес-проектах.

ПРН2. Визначати напрями, розробляти і реалізовувати проекти модернізації виробництва мікро- та наносистемної техніки з урахуванням технічних, економічних, правових, соціальних та екологічних аспектів.

ПРН3. Оптимізувати конструкції систем, пристроїв та компонентів мікро- та наносистемної техніки, а також технології їх виготовлення.

ПРН4. Застосовувати спеціалізовані концептуальні знання, що включають сучасні наукові здобутки, а також критичне осмислення сучасних проблем у сфері мікро- та нанoeлектроніки, для розв'язування складних задач професійної діяльності.

ПРН6. Розробляти вироби та компоненти мікро- та наносистемної техніки, враховуючі вимоги до їх характеристик, технологічні та ресурсні обмеження; використовувати сучасні інструменти автоматизації проектування.

ПРН7. Розв'язувати задачі синтезу та аналізу приладів та пристроїв мікро- та наносистемної техніки.

ПРН9. Забезпечувати якість виробництва; обирати технології, що гарантують отримання необхідних характеристик твердотільних пристроїв; застосовувати сучасні методи контролю мікро- та наносистемної техніки.

ПРН16. Проектувати, виготовляти, досліджувати параметри та експлуатувати пристрої сонячної енергетики у відповідності до вимог замовника.

ПРН17. Розробляти та досліджувати параметри елементів захисту електронного обладнання у відповідності до вимог замовника.

Обсяг дисципліни

Загальний обсяг дисципліни 150 год. (5 кредитів ECTS): Лекції - 48 год., практичні роботи – 16 год., лабораторні роботи - 16 год., самостійна робота – 70 год. |

Передумови вивчення дисципліни (пререквізити)

Для успішного проходження курсу студент має знати основні фізичні принципи синтезу та очистки ключових матеріалів, технології сонячної енергетики та методи їх дослідження. Студент має володіти навичками безпечної професійної діяльності та навичками провадження дослідницької та практичної діяльності при вирішенні наукових та практичних проєктів. |

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 вибору оптимального технологічного шляху створення елементів захисту та інших приладових структур. Специфіка навчання за даною дисципліною полягає у стимулюванні активної та творчої роботи студентів протягом навчального семестру. 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 компетентностей 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).
Тема 7. Методи та технології виготовлення одновимірних структур (квантові точки, нанопорошки).
Тема 8. Механосинтез та технології з використанням ударної хвилі.
Тема 9. Фізико-хімічна група методів синтезу одновимірних структур.
Тема 10. Методи колоїдної хімії
Тема 11. Одновимірні структури, технології їх синтезу та створення приладів на їх основі.
Тема 12. Методи та технології виготовлення двовимірних структур (хімічна група методів).
Тема 13. Методи та технології виготовлення двовимірних структур (фізична група методів).
Тема 14. Тривимірні об'єкти та приладові структури.
Тема 15. Нанокompозити та нанопористі структури.
Тема 16. Зондові методи модифікації поверхні та атомний дизайн.
Тема 17. Наноприлади, наномашини, наносистеми. Особливості механіки в наношкالی.
Тема 18. Гідродинаміка нанорідин.
Тема 19. Нанотрибологія.
Тема 20. Особливості функціонування приладових структур та вимоги до забезпечення їх стабільного функціонування.
Тема 21. Поражаючі чинники приладових структур.
Тема 22. Фізичні принципи електронного захисту.
Тема 23. Приладові системи протидії вражаючим факторам.
Тема 24. Підсумковий огляд технологій, методів, матеріалів для створення приладових структур та елементів захисту.
|

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. Безпека функціонування приладових структур. 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. Методика вимірювання вольт-часових характеристик перемикання елементів захисту планарної архітектури.

Тема 8. Методика вимірювання вольт-часових характеристик перемикання корпусних елементів захисту.

Самостійна робота

Робота з літературою.

Індивідуальні та/або командні проєктні роботи виконуються у вигляді презентації та реферату.

Оформлення реферату та підготовка мультимедійної презентації проєкту.

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. С.І. Мудрий, І.І. Штаблавий. Фізика кластерів та наносистем. Навч. посібн.- Львів: ЛНУімені 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-слайди [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. Посібники: Фізико-технологічні основи нанoeлектроніки. Навчальний посібник. Інтерсервіс, 2015, Київ, с. 383;
9. Збірник задач з фізико - технологічних основ нанoeлектроніки. Практикум. Навчальний посібник. Інтерсервіс, 2015, Київ, с. 65.
10. Горячко А.М., Кулик С.П., Прокопенко О.В., Скануюча зондова мікроскопія та спектроскопія, К.: ВЦП "Київський університет", 2013. – 256 с., 16,74
11. О.Ф.Бардамід, О.Г.Колесник, С.П. Кулик, Дослідження елементного складу об'єктів із використанням мас-спектрометра з лазерним джерелом іонів, Методична розробка до лабораторної роботи з курсу "Фізичні основи мікroeлектроніки", К., "Київський університет", 2005р.
12. «Фізико-технологічні основи нанoeлектроніки» 2015 р., «Збірник задач з фізико-технологічних основ нанoeлектроніки» 2015 р.

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. Відвідування занять (30%).
2. Контрольні заходи (45%)
3. Захист командної проектної курсової роботи - 70 балів (25%).

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

24.06.2024

Завідувач кафедри
Роман ЗАЙЦЕВ

24.06.2024

Гарант ОП
Роман ЗАЙЦЕВ