



Методи дослідження матеріалів мікро- та наносистемної техніки Силабус

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<i>Перший (бакалаврський)</i>
Галузь знань	<i>15 Автоматизація та приладобудування¹</i>
Спеціальність	<i>153 Мікро- та наносистемна техніка</i>
Освітня програма	<i>Мікро- та наноелектроніка</i>
Статус дисципліни	<i>Вибіркова</i>
Форма навчання	<i>очна(денна)</i>
Рік підготовки, семестр	<i>4 курс, весняний семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>4 кредити (120 годин)</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>залік</i>
Розклад занять	
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	<i>Лектор, практичні: к.т.н., доц., Верцанова О.В., o.vertsanova-me@iit.kpi.ua, 0504180036</i>
Розміщення курсу	<i>https://classroom.google.com/u/3/c/NTYyODI2MDY4NDk1 Код курсу: kohk2sy</i>

Програма навчальної дисципліни

1. Опис навчальної дисципліни, її мета, предмет вивчення та результати навчання

Дисципліна «Методи та засоби дослідження матеріалів та виробів мікро- та наносистемної техніки» являється дисципліною фахової підготовки магістрів.

Мета дисципліни – **набути знання та навички** формування у студентів теоретичних знань та практичних навичок в області методів, засобів, підходів і принципів дослідження матеріалів в електроніці, придбати знання та навички застосування необхідного методу дослідження параметрів матеріалів, використання найбільш ефективного засобу та обробки отриманої інформації та інтерпретації результатів дослідження

2. Пререквізити та постреквізити дисципліни (місце в структурно-логічній схемі навчання за відповідною освітньою програмою)

Дисципліна забезпечується курсами базової вищої освіти напрямку "Математичне моделювання систем і процесів", "Мікроелектроніка", "Технологія інтегральних схем", "Основи мікро- та наносистемної техніки", "Системи обробки цифрової інформації".

3. Зміст навчальної дисципліни

Розділ 1 Оптична мікроскопія

Тема 1.1. Що досліджує оптична мікроскопія

Тема 1.2. Основні принципи оптичної мікроскопії

Тема 1.3. Застосування оптичної мікроскопії в електроніці

Тема 1.4. Основні приклади застосування

Тема 1.5. Можливості та обмеження оптичної мікроскопії

Розділ 2 Методи електронної мікроскопії для дослідження структурного стану наноматеріалів

Тема 2.1. Фізичні основи Растрової електронної мікроскопії (РЕМ)

Тема 2.2. Взаємодія пучка електронів з твердим тілом

Тема 2.3. Схема Растрового електронного мікроскопа, основні вузли

Тема 2.4. Технічні можливості РЕМ

Тема 2.5. Приклади застосування в наноелектроніці

Розділ 3. Методи мікроаналізу для дослідження структурного стану і фазового складу наноматеріалів

Тема 3.1 Взаємодія пучка електронів з твердим тілом.

Тема 3..2 Просвітлювальна електронна мікроскопія.

Тема 3..3 Дифракція повільних та відображених швидких електронів.

Тема 3..4 Растрова електронна мікроскопія.

Тема 3..5 Рентгеноспектральний мікроаналіз.

Розділ 4. Сканувальна зондова мікроскопія

Тема 4.1 Сканувальна тунельна мікроскопія: фізичні основи та можливості методу.

Тема 4.2 Фізичні основи методу атомно-силової мікроскопії. Режими роботи АСМ мікроскопу.

Тема 4.3 Магнітосилова та електросилова мікроскопія

4. Навчальні матеріали та ресурси

Базова література:

1. *Основи технології виготовлення елементів мікро- та наносистемної техніки : Текст лекцій [Електронний ресурс] : навч. посіб. для студ. спеціальності 153 «Мікро- та наносистемна техніка» освітньої програми «Мікро- та наноелектроніка» / КПІ ім. Ігоря Сікорського ; уклад.: Ю. В. Діденко, Д. Д. Татарчук. – Електронні текстові дані (1 файл: 8,8 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022. – 113 с.*

2. *Лобур М. Основи мікросистемних пристроїв : навч. посіб. / М. Лобур, М. Мельник. – Львівська політехніка, 2016. – 258 с.*

3. *Невлюдов І. Ш. Мікросистемна техніка та нанотехнології [Текст] : монографія / І. Ш. Невлюдов, В. А. Палагін. – ВИДАННЯ, 2017. – 528 с.*

Навчальний контент

5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Лекційні заняття:

Лекція 1. Загальне уявлення про сучасні методи дослідження матеріалів.

Лекція 2. Оптична мікроскопія. Що досліджує оптична мікроскопія. Основні принципи оптичної мікроскопії

Лекція 3. Застосування оптичної мікроскопії в електроніці. Основні приклади застосування оптичної мікроскопії в електроніці

Лекція 4. Основні виробники обладнання. Можливості та обмеження оптичної мікроскопії

Лекція 5. Методи електронної мікроскопії для дослідження структурного стану наноматеріалів

Лекція 6. Фізичні основи Растрової електронної мікроскопії (РЕМ). Взаємодія пучка електронів з твердим тілом

Лекція 7. Схема Растрового електронного мікроскопа, основні вузли

Лекція 8. Технічні можливості РЕМ. Приклади застосування в наноелектроніці

Лекція 9. Методи мікроаналізу для дослідження структурного стану і фазового складу наноматеріалів

Лекція 10. Взаємодія пучка електронів з твердим тілом. Просвітлювальна електронна мікроскопія.

Лекція 11. Дифракція повільних та відображених швидких електронів.

Лекція 12. Рентгеноспектральний мікроаналіз.

Лекція 13. Сканувальна зондова мікроскопія

Лекція 14. Сканувальна тунельна мікроскопія: фізичні основи та можливості методу.

Лекція 15. Фізичні основи методу атомно-силової мікроскопії. Режими роботи АСМ мікроскопу.

Лекція 16. Магнітосилова та електросилова мікроскопія

Лекція 17. Підготовка к заліку

Лекція 18. Залік

Практичні заняття:

Практична робота 1

Тема роботи: Вступне заняття. Знайомство із програмним забезпеченням для обробки даних, отриманих за допомогою різних методів дослідження матеріалів

Практична робота 2

Тема роботи: Обробка даних, отриманих за допомогою оптичної мікроскопії. Програма Image J

Практична робота 3

Тема роботи: Обробка даних, отриманих за допомогою атомо-силової мікроскопії. Програма Gwiddion

Практична робота 4

Тема роботи: Обробка даних, отриманих за допомогою атомо-силової мікроскопії. Побудова профілів, статистичні параметри поверхні

Практична робота 5

Тема роботи: Аналіз даних, отриманих за допомогою силової Кельвін зон мікроскопії, побудова суміщених 3D зображень

Практична робота 6

Тема роботи: Аналіз даних, отриманих за допомогою растрової електронної мікроскопії

6. Самостійна робота студента

Домашня контрольна робота

Індивідуальні завдання призначені для закріплення та поглиблення знань, отриманих під час аудиторних занять та для підготовки студентів до самостійної творчої роботи. Програмою курсу передбачено вивчення окремих тем у рамках самостійної роботи студентів із метою розширення знання з моделювання в електроніці та здобуття уміння самостійного пошуку науково-методичної літератури і опрацювання матеріалу по заданій темі.

Орієнтована тематика для самостійної роботи:

Рентгеноспектральний мікроаналіз.

Дифракція повільних та відображених швидких електронів.

Атомно силова мікроскопія

Політика та контроль

7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Відвідування всіх видів занять є обов'язковим.

Виконання всіх завдань є обов'язковою умовою допуску до заліку.

Перед практичними заняттями необхідно попередньо ознайомитись із завданням на дане заняття. Завдання має бути виконане і показане викладачеві не пізніше заняття за наступною темою. В противному випадку знімаються рейтингові бали згідно вимог РСО.

Домашня контрольна робота має бути захищена. На захист має бути пред'явлена виконана робота, оформлена згідно вимог університету, тобто має містити титульний аркуш, завдання, розрахунки та креслення (за необхідністю). Процедура захисту складається з відповідей на запитання викладача за темою роботи. За неправильні відповіді або неправильне оформлення роботи оцінка знижується згідно вимог РСО. За умови неправильної відповіді більш ніж на третину запитань захист не зараховується.

8. Види контролю та рейтингова система оцінювання результатів навчання (РСО)

З метою контролю процесу засвоєння учбового матеріалу у курсі передбачена модульна контрольна робота. Оцінювання контрольної роботи здійснюється згідно рейтингової системи. За неправильні відповіді бали не зараховуються, за неточні або не повні відповіді бали знижуються.

Оцінювання практичних робіт та домашньої контрольної роботи проводиться шляхом опитування в процесі захисту роботи.

Календарний контроль: провадиться двічі на семестр як моніторинг поточного стану виконання вимог силабусу. Для успішного проходження першого календарного контролю: студент має набрати не менше 20% балів від максимального сумарного рейтингу протягом семестру. Для успішного проходження другого календарного контролю студент має набрати не менше 40% балів від максимального рейтингу.

Семестровий контроль здійснюється у вигляді заліку.

Студенти, які набрали протягом семестру необхідну для позитивної оцінки кількість балів мають можливості:

- не складати залік, а отримати оцінку „ автоматом ” відповідно до набраного рейтингу з дисципліни;

- складати залік з метою підвищення оцінки.

У разі отримання на заліку оцінки нижчої , ніж за рейтингом, за студентом не зберігається оцінка отримана „ автоматом ”.

Студенти, семестровий рейтинг яких відповідає оцінці „ незадовільно ”, зобов'язані складати залік.

Студенти, які за семестровим рейтингом не допущені до заліку з цієї дисципліни, зобов'язані підвищити його до рівня не менше 60%.

Оцінка визначається за сумою набраних рейтингових балів відповідно до системи розрахунку шкали рейтингу.

Рейтинговий бал студента нараховується за наступними правилами:

1. Захист практичних робіт

Ваговий бал 4. Максимальна кількість балів $4 \times 6 = 24$. Бали нараховуються за результатами захисту робіт. Захист полягає у відповіді на запитання викладача.

3. Контрольна робота – максимальний бал 50.

4. ДКР – максимальний бал 23.

Система рейтингових (вагових) балів

№ п/п	Заняття, що підлягають рейтинговій оцінці	Загальна кількість	Макс. бал	Число балів на відмінно
1.	Оцінювані практичні роботи	6	4	24
2.	Модульна контрольна робота	1	50	50
3.	ДКР	1	26	26
4.	Рейтинг за курс, R			100

Таблиця відповідності рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою:

Кількість балів	Оцінка
100-95	Відмінно
94-85	Дуже добре
84-75	Добре
74-65	Задовільно
64-60	Достатньо
Менше 60	Незадовільно
Не виконані умови допуску	Не допущено

9. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

Перелік запитань для семестрового контролю.

Пристрої оптичної реєстрації інформації
Побудова оптичних електро-механічних перетворювачів
Світлочутлива матриця
Характеристика матриць
Отримання кольорового зображення

Пристрої відображення інформації (ПВІ) на екрані електроннопроменевої трубки
Телевізійні системи відображення інформації
Плоскопанельні пристрої відображення інформації (рідкокрісталічні та плазмові дисплеї; проєкційні пристрої відображення інформації)
Магнітний запис сигналів
Пристрої збереження інформації
Основні задачі візуалізації інформації
Техніки візуалізації
Інструменти візуалізації
Інфографіка
Графічні редактори
Аналіз отриманої інформації. Системи аналізу

Силабус:

Складено доц. кафедри мікроелектроніки, к.т.н., Верцанова О В

Ухвалено кафедрою мікроелектроніки (протокол № 22 від 23.06.2023)

Погоджено Методичною комісією факультету електроніки (протокол № 06/2023 від 29.06.2023)