



МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ МАТЕРІАЛІВ МІКРО- ТА НАНОСИСТЕМНОЇ ТЕХНІКИ

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	Перший (бакалаврський)
Галузь знань	15 Автоматизація та приладобудування
Спеціальність	153 Мікро- та наносистемна техніка
Освітня програма	Мікро- та наноелектроніка
Статус дисципліни	Вибіркова
Форма навчання	Очна (денна)
Рік підготовки, семестр	4 курс, осінній семестр
Обсяг дисципліни	4 кредити ЕКТС
Семестровий контроль/ контрольні заходи	Залік / Модульна контрольна робота, РГР
Розклад занять	https://schedule.kpi.ua/
Мова викладання	Українська
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор, практичні: доктор філософії. Малюта Сергій Васильович s.maliuta-me@iit.kpi.ua
Розміщення курсу	https://classroom.google.com/c/NzQ1OTcyNDE5MjE5

Програма навчальної дисципліни

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

Предмет навчальної дисципліни «Методи дослідження матеріалів мікро- та наносистемної техніки» – сучасні методи дослідження матеріалів електроніки. Підходи і методи обробки, аналізу та інтерпретації отриманих даних.

Мета навчальної дисципліни – формування у студентів компетентності для професійної діяльності в застосуванні сучасних методів дослідження фізичних властивостей матеріалів мікро- та наносистемної техніки.

Вивчення даної дисципліни забезпечить студентові наступні **компетентності**:

ЗК 01 Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

ФК 01 Здатність використовувати знання і розуміння наукових фактів, концепцій, теорій, принципів і методів для проектування та застосування мікро- та наносистемної техніки.

ФК 04 Здатність застосовувати відповідні наукові та інженерні методи, сучасні інформаційні технології і комп'ютерне програмне забезпечення, комп'ютерні мережі, бази даних та Інтернет-ресурси для розв'язання професійних задач в галузі мікро- та наносистемної техніки

ФК 08 Здатність визначати та оцінювати характеристики та параметри матеріалів мікро- та наносистемної техніки, аналогових та цифрових електронних пристроїв, мікропроцесорних систем.

Після засвоєння навчальної дисципліни студенти мають продемонструвати такі **результати навчання**:

ПРН 04 Оцінювати характеристики та параметри матеріалів пристроїв мікро- та наносистемної техніки, знати та розуміти основи твердотільної та оптичної електроніки, наноелектроніки, електротехніки, аналогової та цифрової схемотехніки, мікропроцесорної техніки.

ПРН 06 Застосовувати навички планування та проведення експерименту для перевірки гіпотез та дослідження явищ мікро- та наноелектроніки, вміти використовувати стандартне обладнання, складати схеми пристроїв, аналізувати, моделювати та критично оцінювати отримані результати

ПРН15 Застосовувати розуміння теорії стохастичних процесів, методи статистичної обробки та аналізу даних при розв'язанні професійних завдань

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

Для успішного вивчення даної дисципліни студенти мають засвоїти наступні дисципліни (**пререквізити дисципліни**):

- бакалаврські курси: ПО02 «Матеріали і компоненти мікро- та наносистемної техніки», ПО10 «Фізика конденсованого стану»,
- базовий рівень володіння англійською мовою не нижче А2.

Результати навчання даної дисципліни використовуються для вивчення наступних дисциплін (**постреквізити дисципліни**):

- переддипломна практика та дипломне проектування.

3. Зміст навчальної дисципліни

1. Сучасні методи дослідження матеріалів та їх місце у технології виготовлення сучасних мікро- та наноелектронних приладів
2. Оптична мікроскопія
3. Електронна мікроскопія
4. Спектральні методи аналізу
5. Сканувальна зондова мікроскопія

4. Навчальні матеріали та ресурси

Базова література, яку потрібно прочитати або використовувати для опанування дисципліни:

1. Скануюча зондова мікроскопія та спектроскопія [Текст] : навч. посіб. для студентів фіз. та радіофіз. спец. ВНЗ / А. М. Горячко, С. П. Кулик, О. В. Прокопенко ; Київ. нац. ун-т ім. Тараса Шевченка. - Київ : Київський університет, 2013. - 256, [32] с. : рис. - Бібліогр.: с. 245-246.
2. Холявко В. В. Фізичні властивості та методи дослідження матеріалів [текст]: навчальний посібник для студентів галузі знань 13 – Механічна інженерія спеціальності 132 – Матеріалознавство денної та заочної форм навчання / В. В. Холявко, І. А. Владимирський, О. О. Жабинська. – Київ: Центр учбової літератури, 2016. – 156 с.
3. Локальні методи досліджень [Електронний ресурс]: підручник для студентів спеціальності 105 «Прикладна фізика та наноматеріали» / Загородній В.В.; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові дані (1 файл: 6.40 Мбайт) – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019, 323 с.

5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Лекційні заняття

- Лекція 1.** Сучасні методи дослідження матеріалів та їх місце у технології виготовлення сучасних мікро- та наноелектронних приладів
- Лекція 2.** Оптична мікроскопія. Основні принципи оптичної мікроскопії.
- Лекція 3.** Застосування оптичної мікроскопії для дослідження матеріалів мікро- та наносистемної техніки.
- Лекція 4.** Електронна мікроскопія.
- Лекція 5.** Растрова електронна мікроскопія.
- Лекція 6.** Просвітлювальна (трансмісійна) електронна мікроскопія
- Лекція 7.** Спектральні методи аналізу
- Лекція 8.** Оптична спектроскопія. Інфрачервона спектроскопія
- Лекція 9.** Раманівська спектроскопія
- Лекція 10.** Рентгеноспектральний аналіз
- Лекція 11.** Сканувальна зондова мікроскопія
- Лекція 12.** Сканувальна тунельна мікроскопія. Атомно-силова мікроскопія.
- Лекція 13.** Провідна атомно-силова мікроскопія. Сканувальна мікроскопія опору розтікання.
- Лекція 14.** Двопрохідні методики сканувальної зондової мікроскопії.
- Лекція 15.** Сучасні обладнання для дослідження матеріалів мікро- та наносистемної техніки.

Практичні заняття

1. Обробка та аналіз даних, отриманих з допомогою оптичної мікроскопії
2. Обробка та аналіз даних, отриманих з допомогою атомно-силової мікроскопії.
3. Обробка та аналіз даних, отриманих з допомогою Силової Кельвін-зонд мікроскопії
4. Обробка та аналіз даних, отриманих з допомогою магнітно-силової мікроскопії
5. Обробка та аналіз даних, отриманих з допомогою електронної мікроскопії

6. Самостійна робота студента/аспіранта

1. Підготовка до лекцій - 18 годин
2. Підготовка до практичних занять – 6 годин
3. Підготовка до семінарських занять – 13 годин
4. Підготовка індивідуального завдання (РГР) - 15 годин.
5. Підготовка до контрольної роботи – 8 годин.
6. Підготовка до заліку – 6 годин.

Політика та контроль

7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Лекційні заняття проводяться онлайн в системі Google Classroom. Відвідування лекційних занять не є обов'язковим, однак для одержання заліку “автоматом” потрібно набрати більше 60 балів, які можна одержати за виконання обов'язкових завдань (виконання ДКР, виконання практичних робіт) та відвідавши лекційні заняття (пройшовши експрес-тест по матеріалу лекцій) та контрольні.

Бали за *роботу під час лекцій* нараховуються на основі експрес-опитування у вигляді тесту в системі Google Classroom. Кожний тест містить 3-5 запитань до матеріалу модуля, правильна відповідь на які дасть змогу отримати по 1 балу за кожен відповідь. Тести доступні протягом одного тижня після видачі завдання.

Модульна контрольна робота проводиться онлайн у вигляді тестування в системі Google Classroom, написання контрольної роботи можливе тільки в день її проведення.

Практичні роботи проводяться в онлайн-режимі в тому числі у вигляді семінарських занять за темами індивідуальних завдань. Звіти за практичні роботи подаються у форматі PDF в

друкованому або рукописному вигляді в систему Google Classroom у визначений термін. Роботи не в форматі PDF не приймаються.

Індивідуальне завдання (РГР) – виконується під час самостійної роботи. Тематика завдань відповідає змістовним модулям. Студенти мають змогу вибрати тему завдання самостійно, але тим студентам які не зробили вибір до визначеної дати тема призначається викладачем. Звіт про виконання роботи оформлюється відповідно до ДСТУ 3008-2015 та 8302-2015 і подається у форматі PDF в друкованому або рукописному вигляді в систему Google Classroom у визначений термін. . Забороняється використання російськомовних джерел та/або джерел авторства громадян країни-агресора. Щонайменше 50% джерел повинні складати наукові статті або монографії видані після 2020 року. Роботи не в форматі PDF не приймаються.

Студенти мають можливість зробити доповідь на семінарському занятті за темою індивідуального завдання з можливістю отримання додаткових балів.

Студенти, які набрали протягом семестру кількість балів ≥ 60 мають можливість не складати залік, а отримати оцінку “автоматом” відповідно до набраного рейтингу з дисципліни. Студенти, які не набрали 60 балів, або набрали ≥ 60 , однак одержана оцінка не влаштовує, складають залік без урахування семестрових рейтингових балів.

Умова допуску до заліку – семестровий рейтинг не менше 40, здача ДКР та виконання усіх запланованих практичних робіт.

Залік є письмовим. Залікова контрольна складається з тесту та теоретичних питань по тематиці змістовних модулів, що виносяться на аудиторні заняття, та окремих питань, які виносяться на самостійне опрацювання. Семестровий рейтинг при написанні залікової контрольної обнуляється.

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

Поточний контроль: експрес-опитування (тест) наприкінці кожного модулю.

Календарний контроль: проводиться два рази на семестр в період календарного контролю як моніторинг поточного стану виконання вимог силабусу (модульна контрольна робота).

Семестровий контроль: залік

Умови допуску до семестрового контролю: семестровий рейтинг не менше 40, здача ДКР, виконання та захист усіх запланованих практичних робіт.

1. Система рейтингової оцінки по видам занять:

№ п/п	Заняття, що підлягають рейтинговій оцінці	Загальна кількість завдань	Максимальний бал за 1 завдання	Максимальна кількість балів	Додаткові бали
1.	Лекції: експрес-опитування	5	3	15	
2.	Модульна контрольна робота	2	20	40	
3.	Індивідуальне завдання (РГР)	1	20	20	10
4.	Практичні роботи	5	5	25	
Семестрові бали				100	

2. 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

3. Якщо з об'єктивних обставин кількість занять змінюється, семестрові бали, наведені у п.н. 1, відповідним чином корегуються.

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено доктором філософії, Малютою С.В.

Ухвалено кафедрою мікроелектроніки (протокол № 27 від 21.06.2024)

Погоджено Методичною комісією факультету (протокол № 06/2024 від 27.06.2024)