

КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА

ФІЗИЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ

Кафедра фізики металів

**«ЗАТВЕРДЖУЮ»**
Заступник декана
з навчальної роботи
Оксана МОМОТ
«28» серпня 2025 року

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

**Фізика контактних і поверхневих явищ
для студентів**

галузь знань	10 Природничі науки
спеціальність	104 Фізика та астрономія
освітній рівень	Бакалавр
освітня програма	Фізика
спеціалізований вибіркового блоку	Фізика металів
вид дисципліни	Вибіркова

Форма навчання	денна
Навчальний рік	2025/2026
Семестр	восьмий
Кількість кредитів ECTS	4
Мова викладання, навчання та оцінювання	українська
Форма заключного контролю	залік

Викладачі: доцент Шевченко Вікторія Богданівна

Пролонговано: на 20__/20__ н.р. _____ (_____) «__» 20__ р.
(підпис, ПІБ, дата)

на 20__/20__ н.р. _____ (_____) «__» 20__ р.
(підпис, ПІБ, дата)

на 20__/20__ н.р. _____ (_____) «__» 20__ р.
(підпис, ПІБ, дата)

КИЇВ – 2025

Розробники: Шевченко Вікторія Богданівна, канд. фіз.-мат. наук, доцент, доцент кафедри фізики металів

(вказати авторів: ПІБ, науковий ступінь, вчене звання, посада, кафедра)

ЗАТВЕРДЖЕНО

Зав. кафедри фізики металів


(підпис)

(Василь КУРИЛЮК)

Протокол № 12 від «22» травня 2025 р.

Схвалено науково-методичною комісією фізичного факультету

Протокол від «23» червня 2025 року № 11

Голова науково-методичної комісії


(підпис)

(Олег ОЛІХ)

ВСТУП

1. Мета дисципліни – вивчення студентами основних фізичних закономірностей, що мають місце на поверхні та в тонкоплівкових системах, структури та властивостей поверхні. В спецкурсі також розглядаються двошарові та багатошарові системи та методи їх синтезу. Крім цього, метою даного курсу є ознайомлення студентів з методами дослідження поверхні.

2. Попередні вимоги до опанування або вибору навчальної дисципліни:

1. Знати основні закони та поняття з курсів загальної фізики, термодинаміки і статистичної фізики та фізичного матеріалознавства для освоєння основних проблем фізики поверхні та поверхневих явищ.
2. Вміти застосовувати набуті раніше знання з курсів математичної фізики, загальної фізики, фізичного матеріалознавства, опрацьовувати спеціалізовану літературу, будувати та аналізувати графічні залежності для розв'язку практичних задач з курсу.

3. Анотація навчальної дисципліни / референс: В рамках курсу «Фізика контактних і поверхневих явищ» розглядаються структура та фізичні і хімічні властивості поверхні, вивчаються фізичні процеси, що відбуваються на межі поділу двох фаз або речовин. Значна увага приділяється явищам адсорбції, особливостям росту тонкоплівкових систем. Розглядаються сучасні методи дослідження поверхні та можливості застосування поверхневих та контактних явищ на практиці. Методи викладання: лекції, лабораторні роботи. Методи оцінювання: опитування під час лекцій; модульні контрольні роботи; захист лабораторних робіт, залік. Підсумкова оцінка виставляється на основі проміжних оцінок (60%) та заліку (40%).

4. Завдання (навчальні цілі) – Завданням дисципліни “Фізика контактних і поверхневих явищ” є розвиток у студентів уявлень про фізичні явища і процеси, що відбуваються на поверхні, методи дослідження поверхні.

Згідно вимог Стандарту вищої освіти України (перший (бакалаврський) рівень вищої освіти, галузь знань 10 «Природничі науки», спеціальність 104 «Фізика та астрономія», ОПП "Фізика", спеціалізований вибірковий блок «Фізика металів»), дисципліна забезпечує набуття здобувачами освіти наступних компетентностей:
інтегральної:

Здатність розв'язувати складні спеціалізовані задачі та практичні проблеми з фізики та астрономії у професійній діяльності або у процесі подальшого навчання, що передбачає застосування певних теорій і методів фізики та астрономії і характеризується комплексністю та невизначеністю умов.

загальних:

ЗК1. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.

ЗК3. Навички використання інформаційних і комунікаційних технологій.

фахових:

ФК1. Знання і розуміння теоретичного та експериментального базису сучасної фізики та астрономії.

ФК3. Здатність оцінювати порядок величин у різних дослідженнях, так само як точності та значимості результатів.

ФК9. Здатність працювати з джерелами навчальної та наукової інформації.

ФК10. Здатність самостійно навчатися і опановувати нові знання з фізики, астрономії та суміжних галузей.

5. Результати навчання за дисципліною: (описуються з детальною достовірністю для розробки заходів оцінювання)

<i>Результат навчання</i> (1. знати; 2. вміти; 3. комунікація; 4. автономність та відповідальність)		<i>Методи викладання і навчання</i>	<i>Методи оцінювання</i>	<i>Відсоток у підсумковій оцінці з дисципліни</i>
Код	Результат навчання			
1.1	Знати особливості фізичних явищ, що відбуваються на поверхні, фізико-хімічні властивості поверхні, методи синтезу та властивості тонких плівок.	<i>Лекції, лабораторні роботи</i>	<i>Опитування під час лекцій; модульна контрольна робота; захист лабораторних робіт</i>	30
2.1	Вміти застосовувати сучасні експериментальні методи дослідження поверхні.	<i>Лекції, лабораторні роботи</i>	<i>Опитування під час лекцій; модульна контрольна робота; захист лабораторних робіт</i>	30

6. Співвідношення результатів навчання дисципліни із програмними результатами навчання (необов'язково для вибіркових дисциплін)

<i>Результати навчання дисципліни</i>	1.1	2.1
Програмні результати навчання		
ПРН1. Знати, розуміти та вміти застосовувати основні положення загальної та теоретичної фізики, зокрема, класичної, релятивістської та квантової механіки, молекулярної фізики та термодинаміки, електромагнетизму, хвильової та квантової оптики, фізики атома та атомного ядра для встановлення, аналізу, тлумачення, пояснення й класифікації суті та механізмів різноманітних фізичних явищ і процесів для розв'язування складних спеціалізованих задач та практичних проблем з фізики та астрономії.	+	+
ПРН5. Знати основні актуальні проблеми сучасної фізики та астрономії.		+
ПРН8. Мати базові навички самостійного навчання: вміти відшукувати потрібну інформацію в друкованих та електронних джерелах, аналізувати, систематизувати, розуміти, тлумачити та використовувати її для вирішення наукових і прикладних завдань.		+

7. Схема формування оцінки.

7.1 Форми оцінювання студентів:

- **семестрове оцінювання:** (max/min)

1. Модульна контрольна робота 1 за темами 1-6: РН 1.1 – 20 балів / 12 балів
2. Модульна контрольна робота 2 за темами 7-12: РН 2.1 – 20 балів / 12 балів
3. Захист лабораторних робіт: РН 1.1, 2.1 – 15 балів / 9 балів
4. Опитування під час лекцій: РН 1.1, 2.1 – 5 балів / 3 бали

- **підсумкове оцінювання у формі заліку.**

Залік проводиться в письмовій формі. Максимальна кількість балів, які можуть бути отримані студентом за складання заліку дорівнює 40. Для отримання загальної позитивної оцінки з дисципліни оцінка за залік не може бути меншою 24 балів. Студент не допускається до заліку, якщо під час семестру набрав менше, ніж 36 балів. Студент допускається до заліку за умови виконання всіх передбачених планом завдань.

7.2 Організація оцінювання:

Модульні контрольні роботи 1 - 2 проводяться по завершенні тематичних лекцій з Розділів 1-2 відповідно. Захист лабораторних робіт, опитування в процесі лекцій проводиться упродовж семестру.

7.3 Шкала відповідності оцінок

<i>Зараховано</i> / Passed	60-100
<i>Не зараховано</i> / Fail	0-59

8.СТРУКТУРА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
ТЕМАТИЧНИЙ ПЛАН ЛЕКЦІЙ І ЛАБОРАТОРНИХ
ЗАНЯТЬ

№ п/п	Назва теми	Кількість годин		
		лекцій	лабораторні	Самостійна робота
Частина 1. Структура поверхні. Фізичні процеси на поверхні.				
1	Тема 1. Вступ до дисципліни. Мета і завдання курсу. Поверхня і процеси на поверхні та в приповерхневих шарах. Поверхневі явища. Явища на границі поділу. с.р.с. Вивчення матеріалу лекції. Неоднорідності поверхні	2		5
2	Тема 2. Особливості кристалічної будови та хімічного зв'язку. Поверхнева структура чистих граней кристалів. с.р.с. Вивчення матеріалу лекції. Структура та симетрія кристалів. Фізичні причини реконструкції поверхонь	2		5
3	Тема 3. Ідеальна та реальна поверхня. Реальна поверхня твердого тіла. Поверхнева сегрегація. с.р.с. Вивчення матеріалу лекції. Методи одержання чистої поверхні.	2		5
4	Тема 4. Електронні процеси на поверхні. Контактний потенціал і робота виходу. Емісійні явища на поверхні. Поверхневі стани та викривлення зон. с.р.с. Вивчення матеріалу лекції. Вимірювання роботи виходу	2		5
5	Тема 5. Контактні явища. Контакт метал - напівпровідник. Контакт двох напівпровідників з різними типами провідності. Гетеропереходи. с.р.с. Вивчення матеріалу лекції. Напівпровідникові низькорозмірні гетероструктури.	4	4	10
6	Тема 6. Основні закономірності адсорбції на межі поділу «тверде тіло-газ». Теорія Ленгмюра. Фізична і хімічна адсорбція. Активована адсорбція. Адсорбція на межі поділу «тверде тіло-рідина». с.р.с. Вивчення матеріалу лекції. Адсорбція металів з електролітів на поверхні напівпровідників.	4		8
	Контрольна робота 1			2
Частина 2. Методи дослідження поверхні. Властивості поверхні.				
7	Тема 7. Методи дослідження поверхні. Сканувальна тунельна та атомно-силова мікроскопії. с.р.с. Вивчення матеріалу лекції. Растрова електронна мікроскопія	2	4	10
8	Тема 8. Методи аналізу хімічного складу поверхні поверхні. Вторинна іонна мас – спектроскопія, Оже-спектроскопія. Рентгенівська фотоелектронна спектроскопія. с.р.с. Вивчення матеріалу лекції. Флюоресцентна EXAFS- спектроскопія. ІЧ-спектроскопія	2	2	8

9	Тема 9. Термодинаміка поверхні. Поверхнева енергія. Поверхнєве плавлення. с.р.с. Вивчення матеріалу лекції. Поверхнева дифузія.	2		5
10	Тема 10. Плазмони. Оптичні властивості поверхні. с.р.с. Вивчення матеріалу лекції. Електронний спіновий резонанс	2		5
11	Тема 11. Епітаксійні процеси при вирощуванні тонких плівок. Методи епітаксії. Дефектоутворення в процесі епітаксійного нарощування плівок. с.р.с. Вивчення матеріалу лекції. Адгезійні властивості плівок та покриттів	2		5
12	Тема 12. Сучасні методи синтезу тонких плівок та багатошарових систем. с.р.с. Вивчення матеріалу лекції. Фізичні методи осадження плівок	4		5
	Контрольна робота 2			2
	ВСЬОГО	30	10	80

Загальний обсяг 120 год., в тому числі:

Лекцій – **30** год.

Семінари – **0** год.

Практичні заняття – **0** год.

Лабораторні заняття – **10** год.

Тренінги – **0** год.

Консультації – **0** год.

Самостійна робота – **80** год.

9.РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА:

Основна: (Базова)

1. Пека Г. П., Стріха В. І. Поверхневі та контактні явища у напівпровідниках. К. : Либідь, 2002. 240 с.
2. З. Ю. Готра. Технологія електронної техніки: у двох томах: навч. посіб. Львів: Вид-во Нац. ун-ту “Львів. політехніка”, 2010. – Т. 2. – 884 с.
3. Загородній В.В. Локальні методи досліджень: підручник для студентів спеціальності 105 «Прикладна фізика та наноматеріали»; КПІ ім. Ігоря Сікорського.– Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019, 323 с.
4. Єщенко О. А. Плазмоніка: Навчальний посібник для студентів фізичних спеціальностей університетів. – К.: Фенікс, 2013. – 176 с.
5. J. A. Venables. Introduction to Surface and Thin Film Processes. Cambridge University Press, 2003, 372 с.

Додаткова:

1. Дурягіна З.А. Фізика та хімія поверхні. Монографія. Львів : Національний університет «Львівська політехніка». 2009, 208 с.
2. Корнілович Б.Ю., Пилипенко І.В., Ковальчук І.А. Фізико–хімія сучасних неорганічних матеріалів [Електронний ресурс]: підручник для студ. – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. – 134 с.
3. Концевой А.Л., Концевой С.А. Теорія адсорбції і каталізу. Курс лекцій та комп’ютерний практикум. [Електронний ресурс] : навч. посіб.. – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2023. – 237 с.
4. A. Kryshnal, S. Bogatyrenko, O. Khshanovska. Direct Imaging of Surface Melting on a Single Sn Nanoparticle. Nano Lett., 2023. V.23, P.6354.