



Силабус освітнього компонента Програма навчальної дисципліни



Фізика поверхні твердих тіл

Шифр та назва спеціальності

105 – Прикладна фізика та наноматеріали

Інститут

ННІ Комп'ютерного моделювання, прикладної фізики та математики

Освітня програма

Прикладна фізика та наноматеріали для енергетики, медицини, радіоелектроніки та телекомунікацій

Кафедра

Фізика металів та напівпровідників (165)

Рівень освіти

магістр

Тип дисципліни

Професійна підготовка. Вибіркова

Семестр

2

Мова викладання

Українська

Викладачі, розробники



Сіпатов Олександр Юрійович

Oleksandr.Sipatov@khpri.edu.ua

Доктор фізико-математичних наук, професор кафедри фізики металів та напівпровідників НТУ «ХПІ».

Досвід роботи – 40 років.

Автор понад 150 наукових та навчально-методичних праць.

Провідний лектор з дисциплін: «Вакуумна техніка та технології», «Неруйнівні методи контролю»,

«Напівпровідникові наноструктури», «Фізика поверхні твердих тіл», «Фізика і техніка низьких температур». Сфера наукових інтересів - напівпровідникові наноструктури.

Scopus,

<https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=7004596183>

Ідентифікатор автора: 7004596183

ORCID <http://orcid.org/0000-0002-2693-2135>

[Детальніше про викладача на сайті кафедри](#)

Загальна інформація

Анотація

В рамках курсу викладаються основні відомості про фізику поверхні твердих тіл.

Розглядаються основи двовимірної кристалографії, способи приготування атомарно-чистої поверхні, методи аналізу структури і складу поверхні. Вивчається атомна структура чистих поверхонь і з адсорбатами, структурні дефекти поверхні, її електронні властивості, процеси адсорбції, десорбції та дифузії на поверхні. Знання є базовими для вирішення задач прикладної фізики для наукових досліджень та розробки нових наноматеріалів.

Курс призначений для студентів фізичних, інженерно – технічних спеціальностей 10 галузі знань – «природничі науки».

Мета та цілі дисципліни

Метою вивчення дисципліни є формування фундаментальних знань з фізики поверхні твердих тіл для наукових досліджень та розробки нових наноматеріалів і технологій прикладної фізики.

Формат занять

Лекційні та практичні заняття та консультації. Підсумковий контроль - залік.

Компетентності

ЗК1. Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності.

ЗК5. Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.

ЗК9. Здатність працювати автономно.

СК1. Здатність виконувати аналіз спеціальної літератури, формулювати постановку наукової або науково-технічної задачі, обирати методи та методики, складати програми наукових досліджень та науково-технічних розробок у галузі прикладної фізики та наноматеріалів.

СК2. Здатність оптимально визначити матеріальні засоби, необхідні для проведення наукового дослідження або науково-технічної розробки (матеріали, апаратура, обладнання, обчислювальна техніка та інше).

СК3. Здатність аналізувати отримані результати, презентувати їх фахівцям у даній галузі, оформлювати наукові статті та науково-технічні звіти.

СК4. Здатність відповідно до поставленої задачі виконувати науково-технічні розробки в галузі прикладної фізики та наноматеріалів.

Результати навчання

РН1. Використовувати знання в галузі прикладної фізики, математики, електроніки та інформаційних технологій для виконання наукових досліджень та розв'язання виробничих задач.

РН3. Обговорювати та знаходити прогресивні та інноваційні рішення проблем і завдань при виконанні науково-технічних та виробничих проектів.

РН4. Встановлювати та аргументувати нові залежності між параметрами та характеристиками фізичних систем..

РН5. Ефективно працювати як індивідуально, так і в складі команди, оцінювати та забезпечувати якість виконуваних робіт у галузі прикладної фізики та наноматеріалів.

РН6. Коректно формулювати професійні висновки, апробувати їх та доносити до аудиторії різного фахового рівня, використовуючи сучасні методики наукової та технічної комунікації українською та іноземними мовами.

Обсяг дисципліни

Загальний обсяг дисципліни 120 год.: лекції – 16 год, лабораторні заняття – 32 год., самостійна робота – 72 год

Передумови вивчення дисципліни (пререквізити)

"Фізика", "Вакуумна техніка і технології", "Методи структурного аналізу", "Спектральний та оптичний аналіз"

Особливості дисципліни, методи та технології навчання

Лекції проводяться інтерактивно з використанням мультимедійних технологій. На практичних заняттях використовується обладнання кафедр,

Програма навчальної дисципліни

Теми лекційних занять

Тема 1 Основи двовимірної кристалографії.

Двовимірні решітки. Матричний запис та запис Вуда.

Тема 2. Експериментальні умови.

Надвисокий вакуум. Способи приготування атомарно-чистої поверхні.

Тема 3. Дифракційні методи аналізу поверхні.

Дифракція повільних і швидких електронів. Рентгенівська дифракція під ковзними кутами.

Тема 4. Електронна спектроскопія.

Спектр вторинних електронів. Аналізатори електронів. Оже-спектроскопія. Спектроскопія характеристичних втрат. Фотоелектронна спектроскопія.

Тема 5. Зондування іонами.

Перетин розсіювання. Затінення та блокування. Каналування. Розпилювання. Іонно-стимульовані електронні процеси. Спектроскопія резерфордівського зворотного розсіювання. Вторинна іонна мас-спектроскопія.

Тема 6. Мікроскопія.

Польова емісійна мікроскопія. Польова іонна мікроскопія. Просвічуюча електронна мікроскопія. Відбивна електронна мікроскопія. Мікроскопія повільних електронів. Скануюча електронна мікроскопія. Скануюча тунельна мікроскопія. Атомно-силова мікроскопія. Магніто-силова мікроскопія. Електро-силова мікроскопія. Близькопольна скануюча оптична мікроскопія.

Тема 7. Атомна структура чистих поверхонь.

Релаксація та реконструкція. Релаксовані поверхні металів і напівпровідників. Реконструйовані поверхні металів і напівпровідників. Поверхня графіту.

Тема 8. Атомна структура поверхонь з адсорбатами.

Поверхневі фази в субмоношарових системах. Фазова діаграма. Поверхні металів і напівпровідників з адсорбатами.

Тема 9. Структурні дефекти поверхні.

Модель терас-сходинок-ісламів (ТСІ). Точкові дефекти. Сходинки, сингулярні та віцинальні поверхні, фасетки. Дислокації. Доменні границі.

Тема 10. Електронні властивості поверхні.

Основи теорії функціоналу густини. Модель желе. Поверхневі стани. Поверхнева провідність. Робота виходу. Емісія.

Тема 11. Елементарні процеси на поверхні.

Адсорбція та десорбція. Десорбційна спектроскопія. Ізотерми адсорбції. Дифузія.

Теми практичних занять

Практичні заняття в рамках дисципліни не передбачені

Теми лабораторних робіт

Тема 1. Матричний запис та запис Вуда.

Тема 2. Способи приготування атомарно-чистої поверхні.

Тема 3. Електронна спектроскопія.

Тема 4. Просвічуюча електронна мікроскопія.

Тема 5. Растрова електронна мікроскопія.

Тема 6. Скануюча тунельна мікроскопія.

Тема 7. Атомно-силова мікроскопія.

Тема 8. Рентгенівська дифракція.

Самостійна робота

Реферат на вибрану тему. Розрахункове завдання.

Література та навчальні матеріали

Основна література

1. K. Oura V. G. Lifshits A. A. Saranin A.V. Zotov M. Katayama. Surface Science. An Introduction. / Springer, Berlin – 2003. - 499 p.
2. M. Prutton. Introduction to Surface Physics. / Clarendon Press, Oxford – 1994.- 256 p.
3. L.S. Feldman, J.W. Mayer. Fundamentals of Surface and Thin Films Analysis. / North-Holland: New York • Amsterdam • London – 1986. – 342 p.

Додаткова література

1. Pham Phuong. 21st Century Surface Science: a handbook. / London: Intech Open. – 2020. – 294p.
2. [Gianangelo Bracco](#), [Bodil Holst](#). Surface science techniques. / Springer, Berlin, 2013. .

Система оцінювання

Критерії оцінювання успішності студента та розподіл балів

Підсумкова оцінка складається з контрольних робіт (до 40 балів), розрахункове завдання лабораторні роботи (до 20 балів), самостійна робота (до 20 балів). Якщо вона задовольняє студента, то автоматично зараховується як залік. Якщо ні - студент складає залік.

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

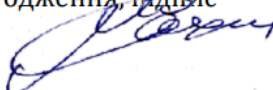
Норми академічної етики і політика курсу

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

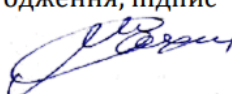
Силабус погоджено

Дата погодження, підпис



Завідувач кафедри
Сергій МАЛИХІН

Дата погодження, підпис



Гарант ОП
Сергій МАЛИХІН