



## Силабус освітнього компонента Програма навчальної дисципліни



# Вакуумна техніка і технології

### 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

Фізики металів та напівпровідників (165)

### Рівень освіти

бакалавр

### Тип дисципліни

Профільна підготовка

### Семестр

5

### Мова викладання

Українська

## Викладачі, розробники



### Сіпатов Олександр Юрійович

Oleksandr.Sipatov@khp.edu.ua

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

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 вакуум і газові закони та особливості фізичних процесів, що спостерігаються у вакуумі. Вивчається взаємодія газів з твердими тілами, техніка вимірювання та отримання вакууму, конструкційні матеріали та елементи вакуумних систем, методи випробування вакуумних систем на герметичність та вакуумні технології виготовлення плівок та наноструктур. Отримується практика розрахунків вакуумних систем. Знання є базовими для вирішення задач прикладної фізики для наукових досліджень та розробки технологій тонких плівок та наноструктур.

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

## Мета та цілі дисципліни

Метою вивчення дисципліни є формування фундаментальних знань у галузі вакуумної техніки (створення, вимірювання та використання вакууму для наукових досліджень та розробки технологій тонких плівок та наноструктур). Вивчення фізичних явищ, що спостерігаються у вакуумі.

## Формат занять

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

## Компетентності

ЗК01. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

ЗК06. Здатність до проведення досліджень на відповідному рівні.

ЗК09. Здатність працювати автономно.

СК02. Здатність брати участь у плануванні і виконанні експериментів та лабораторних досліджень властивостей фізичних систем, фізичних явищ і процесів, обробленні й презентації їхніх результатів.

СК03. Здатність брати участь у виготовленні експериментальних зразків, інших об'єктів дослідження.

СК06. Здатність використовувати сучасні теоретичні уявлення в галузі фізики для аналізу фізичних систем.

## Результати навчання

Р01. Знати і розуміти сучасну фізику на рівні, достатньому для розв'язання складних спеціалізованих задач і практичних проблем прикладної фізики.

Р03. Застосовувати ефективні технології, інструменти та методи експериментального дослідження властивостей речовин і матеріалів, включаючи наноматеріали, при розв'язанні практичних проблем прикладної фізики.

Р05. Вибирати ефективні методи та інструментальні засоби проведення досліджень у галузі прикладної фізики.

Р09. Презентувати результати досліджень і розробок фахівцям і нефахівцям, аргументувати власну позицію.

## Обсяг дисципліни

Загальний обсяг дисципліни 5 кредитів (150 год.), з них лекції – 48 год, практичні заняття – 16 год., самостійна робота – 86 год.

## Передумови вивчення дисципліни (пререквізити)

"Фізика", "Вища математика".

## Особливості дисципліни, методи та технології навчання

Лекції проводяться інтерактивно з використанням мультимедійних технологій. На лабораторних заняттях використовуються вакуумні установки кафедри

## Програма навчальної дисципліни

### Теми лекційних занять

#### Тема 1 Загальні поняття вакууму. Газові закони

Одиниці вимірювання. Рівняння та діаграма стану. Довжина вільного пробігу. Число Кнудсена. Теплопровідність, в'язкість та перенос тепла.

#### Тема 2. Взаємодія газів з твердими тілами.

Сорбційні явища. Випаровування та конденсація. Розчинність газів у твердих тілах. Газопроникність. Десорбція.

### Тема 3. Розрахунково-теоретичні основи процесу відкачки газу.

Провідність отворів та трубопроводів при молекулярній, в'язкій та перехідній течії газів.

### Тема 4. Техніка вимірювання вакууму.

Рідинні, деформаційні, теплові та іонізаційні вакуумметри. Масспектрметри.

### Тема 5. Техніка отримання вакууму.

Основні параметри вакуумних насосів. Механічні ротаційні насоси. Рідинно-кільцеві, вихрові, мембранні, спіральні, турбомолекулярні, струменеві, дифузійні вакуумні насоси. Сорбційні, геттерні, магніторозрядні, кріоадсорбційні та кріоконденсаційні вакуумні насоси.

### Тема 6. Конструкційні матеріали та елементи вакуумних систем.

Вимоги до вакуумних матеріалів. Роз'ємні з'єднання з неметалевими та металевими ущільненнями. Фланці, трубопроводи, електричні вводи та маніпулятори.

### Тема 7. Випробування вакуумних систем на герметичність.

Манометричний, бульбашковий, масспектметричний методи контролю .

### Тема 8. Вакуумні технології виготовлення плівок та покриттів.

Термічне резистивне, лазерне та іонне випаровування та конденсація у вакуумі. Молекулярно-пучкова та газотранспортна епітаксія.

## Теми практичних занять

Тема 1. Розрахунки провідності конкретних вакуумних систем.

Тема 2. Вимірювання вакууму тепловими та іонізаційними вакуумметрами.

Тема 3. Ознайомлення з роботою механічних вакуумних насосів.

Тема 4. Ознайомлення з роботою магніторозрядних та геттероіонних вакуумних насосів.

Тема 5. Випробування вакуумних систем на герметичність.

Тема 6. Конструкційні матеріали та елементи вакуумних систем.

Тема 7. Ознайомлення з роботою вакуумних установок в лабораторіях кафедри.

## Теми лабораторних робіт

Лабораторні роботи в рамках дисципліни не передбачені.

## Самостійна робота

Історія розвитку вакуумної техніки.

Розрахункове завдання.

## Література та навчальні матеріали

### Основна література

1. Митропольський І.Є., Грицак Р.В. Вакуумна техніка: Навчальний посібник, Ужгород. Видавництво УжНУ «Говерла», 2018. – 138 с. –Іл. 63.

2. В.М. Арендаренко, О.М. Іванов. Вакуумна техніка та технологій. Навчальний посібник. – Полтава, 2019. –68с..

3. Бех І. І. Основи фізики вакууму та вакуумної техніки. Методи отримання високого й надвисокого вакууму [Текст]: навч. посіб. / І. І. Бех та ін. ; Київський національний ун-т ім. Тараса Шевченка. — К.: Видавничо-поліграфічний центр «Київський університет», 2001. — 105 с.

4. Гірка І.О., Кононенко С.І., Юнаков М.М. Теоретичні основи вакуумної техніки. Навчальний посібник. – Харків, 2009. – 53 с.

## Додаткова література

1. Лобода В.Б. Фізичні основи вакуумної техніки: навчальний посібник. – Суми: ВТД «Університетська книга», 2011. – ч.1. – 253 с.
2. Лобода В.Б. Фізичні основи вакуумної техніки: навчальний посібник. – Суми: ВТД «Університетська книга», 2011. – ч.2. – 295 с.
3. Техніка створення вакууму : навч. посіб. / Р. М. Шеремета ; М-во освіти і науки, молоді та спорту України, Нац. ун-т "Львів. політехніка". – Л. : Вид-во Львів. політехніки, 2012. – 188 с.

## Система оцінювання

### Критерії оцінювання успішності студента та розподіл балів

- Відвідування лекцій - 20 балів.
- Виконання завдання на самостійну роботу - 20 балів.
- Оцінка виконання контрольних робіт - 10 балів.
- Оцінка виконання та здавання лабораторних робіт - 10 балів.
- Оцінка іспиту - 40 балів.

### 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 «ХП»: 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 «ХП» розміщено на сайті: <http://blogs.kpi.kharkov.ua/v2/nv/akademichna-dobrochesnist/>

## Погодження

Силабус погоджено

Завідувач кафедри  
Сергій МАЛИХІН

Гарант ОП  
Сергій КОЗЛОВ