

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЗАПОРІЗЬКА ПОЛІТЕХНІКА»**

**Кафедра**

мікро- та наноелектроніки

(найменування кафедри)

**СИЛАБУС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**  
**МАТЕРІАЛОЗНАВСТВО СИСТЕМ ЗНИЖЕНОЇ РОЗМІРНОСТІ**

(назва навчальної дисципліни)

Освітня програма:

Якість, стандартизація та сертифікація

(назва освітньої програми)

Спеціальність:

152 Метрологія та інформаційно-вимірювальна техніка

(найменування спеціальності)

Галузь знань:

15 Автоматизація та приладобудування

(найменування галузі знань)

Ступінь вищої освіти:

бакалавр

(назва ступеня вищої освіти)

Затверджено на засіданні кафедри

мікро-та наноелектроніки

(найменування кафедри)

Протокол №1 від 17.08.2021 р.

<b>1. Загальна інформація</b>	
<b>Назва дисципліни</b>	<b><u>Матеріалознавство систем зниженої розмірності</u></b> Навчальна дисципліна вибіркової компоненти
<b>Рівень вищої освіти</b>	Перший (бакалаврський) рівень
<b>Викладач</b>	Коротун Андрій Віталійович, к. ф.-м.н., доцент, доцент кафедри мікро- та наноелектроніки
<b>Контактна інформація викладача</b>	Робочий телефон: +380617698367, e-mail: <a href="mailto:andko@zp.edu.ua">andko@zp.edu.ua</a>
<b>Час і місце проведення навчальної дисципліни</b>	Згідно до розкладу занять.
<b>Обсяг дисципліни</b>	<b>Кількість годин</b> – загальний обсяг 120 годин <b>кредитів</b> – 4,0 кредити ECTS <b>розподіл годин:</b> 30 годин лекційних, 14 годин практичних, 14 годин лабораторних, 62 години самостійна робота, <b>вид контролю</b> – іспит.
<b>Консультації</b>	Згідно з графіком консультацій.
<b>2. Пререквізити і постреквізити навчальної дисципліни</b>	
<p><b>Пререквізити</b> <u>Дисципліни:</u> ОК 09 – «Фізична хімія»,» ВК: «Матеріали мікро- та наноелектроніки» / «Перспективні функціональні неорганічні матеріали» / «Сучасні методи дослідження матеріалів».</p> <p><b>Постреквізити</b> <u>Дисципліни:</u> ВК 34 – «Наноелектронна елементна база комп'ютерних систем», ВК 35 – «Елементи та прилади наноелектроніки», ВК 36 – «Механіка мікро- і наносистем».</p>	
<b>3. Характеристика навчальної дисципліни</b>	
<p>Вивчення навчальної дисципліни «Матеріалознавство систем зниженої розмірності» ознайомлення студентів із основними проблемами та напрямками розвитку сучасного матеріалознавства і суміжних наук, зокрема, фізики конденсованого стану, опти- та наноелектроніки, а також нанотехнологій, імпульс розвитку яких стимулює ці дослідження.</p> <p>У результаті вивчення навчальної дисципліни студент отримає</p> <p><b>загальні компетентності:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>❖ K01. Здатність застосовувати професійні знання й уміння у практичних ситуаціях;</li> <li>❖ K02. Здатність спілкуватися державною мовою як усно, так і письмово;</li> <li>❖ K04. Навички використання інформаційних і комунікаційних технологій;</li> <li>❖ K05. Здатність до пошуку, опрацювання та аналізу інформації з різних джерел;</li> <li>❖ K08. Здатність вчитися, здобувати нові знання, уміння, у тому числі в галузі, відмінній від професійної;</li> </ul> <p><b>фахові компетентності:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>❖ K13. Здатність проводити аналіз складових похибки за їх суттєвими ознаками, оперувати складовими похибки / невизначеності у відповідності з моделями вимірювання;</li> <li>❖ K16. Здатність використовувати сучасні інженерні та математичні пакети для створення моделей приладів і систем вимірювань;</li> <li>❖ K19. Здатність до забезпечення метрологічного супроводу технологічних процесів та сертифікаційних випробувань.</li> </ul> <p><b>Очікувані програмні результати навчання:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ ПРО2. Знати і розуміти основні поняття метрології, теорії вимірювань, математичного та комп'ютерного моделювання, сучасні методи обробки та оцінювання точності вимірювального експерименту.</li> </ul>	

- ПР04. Вміти вибирати, виходячи з технічної задачі, стандартизований метод оцінювання та вимірювального контролю характерних властивостей продукції та параметрів технологічних процесів.
- ПР09. Розуміти застосовуванні методики та методи аналізу, проектування і дослідження, а також обмежень їх використання.
- ПР12. Знати та розуміти сучасні теоретичні та експериментальні методи досліджень з оцінюванням точності отриманих результатів, в тому числі шляхом математичного моделювання.

#### **4. Мета вивчення навчальної дисципліни**

Ознайомлення студентів із основними проблемами та напрямками розвитку сучасного матеріалознавства і суміжних наук, зокрема, фізики конденсованого стану, опто- та наноелектроніки, а також нанотехнологій, імпульс розвитку яких стимулює ці дослідження

#### **5. Завдання вивчення дисципліни**

- ознайомлення студентів із:
- термодинамічними основами процесів утворення наноструктур;
  - термодинамікою поверхневих явищ і дисперсних систем; властивостями наноматеріалів, розмірними термодинамічними ефектами;
  - сучасними технологіями створення наноматеріалів;
  - принципами математичного моделювання наносистем;
  - методами фазового аналізу нанорозмірних систем.

#### **6. Зміст навчальної дисципліни**

##### **Змістовий модуль 1. Наноструктуровані матеріали**

###### **Вступ.**

Загальна характеристика наноматеріалів і нанотехнологій. Класифікація матеріалів і систем зниженої розмірності.

###### **Тема 1. Атомно-молекулярна структура наночастинок і наносистем.**

Конденсовані середовища. Типи зв'язків у твердих тілах. Симетрія і кристалічні ґратки у твердих тілах.

Атомний порядок та його вплив на властивості наноструктур.

Електрони в наноструктурах. Квантові особливості нанооб'єктів зниженої розмірності. Структурно-геометричні особливості нанокластерів.

###### **Глава 2. Принципи структурної організації нанооб'єктів**

Метричний принцип. Принцип припустимості некристалографічних осей симетрії. Неевклідові наноструктури та жива матерія.

Модулярний принцип будови наноструктур. Принцип структурної ієрархії. Принцип структурної неоднорідності складноорганізованих наночастинок.

###### **Глава 3. Наноструктуровані матеріали.**

Класифікація наноматеріалів. Кластери. Вуглецеві нанокластери.

Нанокмпозиційні матеріали. Нанопористі матеріали.

Функціональні матеріали. Полімерні, біологічні та біосумісні матеріали.

---

##### **Змістовий модуль 2. Методи одержання і дослідження нанооб'єктів**

###### **Глава 4. Фізичні методи одержання нанооб'єктів і наноматеріалів**

Дві концепції розвитку нанотехнологій. Атомна збірка наноструктур.

Диспергування макроскопічних матеріалів. Методи випаровування – конденсації речовини.

Фазові перетворення та одержання нанокмполімерів

###### **Глава 5. Хімічні методи синтезу наночастинок і композиційних наноматеріалів.**

Синтез кластерів і наночастинок. Хімічний синтез нанокмпозиційних матеріалів.

Біохімічний синтез наноматеріалів.

## Глава 6. Методи дослідження наноматеріалів.

Скануюча зондова мікроскопія.

Автоіонна мікроскопія. Методи та можливості електронної мікроскопії.

Спектроскопічні методи. Ядерний магнітний резонанс. Електронний парамагнітний резонанс. ІЧ- та КР-спектроскопія. Рентгенівська та фотоелектронна спектроскопія. Мьосбауерівська спектроскопія.

## 7. План вивчення навчальної дисципліни

№ тижня	Назва теми	Форми організації навчання	Кількість годин
1.	Вступ.	Лекція	2
1.	Будова кристалічних матеріалів. Основи кристалографії	Лабораторне заняття	2
2.	Атомно-молекулярна структура наночастинок і наносистем	Лекція	2
2.	Основи кристалографії та кристалохімії	Практичне заняття	2
3.	Атомно-молекулярна структура наночастинок і наносистем	Лекція	2
3.	Моделювання квантово-розмірних явищ в об'єктах зниженої розмірності	Лабораторне заняття	2
4.	Принципи структурної організації наноб'єктів	Лекція	2
4.	Квантово-розмірні ефекти в низькорозмірних структурах	Практичне заняття	2
5.	Принципи структурної організації наноб'єктів	Лекція	2
5.	Класифікація нанорозмірних матеріалів	Лабораторне заняття	2
6.	Наноструктуровані матеріали	Лекція	2
6.	Класифікація органічних та неорганічних наноматеріалів	Практичне заняття	2
7.	Наноструктуровані матеріали.	Лекція	2
7.	Методи одержання наноструктур і наноматеріалів	Лабораторне заняття	2
8.	Фізичні методи одержання наноб'єктів і наноматеріалів	Лекція	2
8.	Методи одержання наноструктур і наноматеріалів	Практичне заняття	2
9.	Фізичні методи одержання наноб'єктів і наноматеріалів	Лекція	2
9.	Моделювання процесів одержання нанокompозитів	Лабораторне заняття	2
10.	Хімічні методи синтезу наночастинок і композиційних наноматеріалів	Лекція	2
10.	Фазові перетворення при одержанні наноматеріалів	Практичне заняття	2
11.	Хімічні методи синтезу наночастинок і композиційних наноматеріалів	Лекція	2
11.	Моделювання процесів синтезу кластерів і наночастинок	Лабораторне заняття	2
12.	Хімічні методи синтезу наночастинок і композиційних наноматеріалів	Лекція	2
12.	Фізичні засади мікроскопії наноб'єктів	Практичне заняття	2
13.	Методи дослідження наноматеріалів	Лекція	2
13.	Мікроскопічні методи дослідження наноматеріалів	Лабораторне заняття	2
14.	Методи дослідження наноматеріалів	Лекція	2
14.	Фізичні засади спектроскопії наноструктур	Практичне заняття	2
15	Іспит	тестування	2

## 8. Самостійна робота

№ тижня	Назва теми	Види СР	Кількість годин	Контрольні заходи
1 – 3	Наноструктуровані матеріали	Опрацювання літератури, підготовка до лабораторних робіт та практичних занять, індивідуальна робота.	6	Усне опитування на лекціях, практичних заняттях.
3 – 4	Атомно-молекулярна структура наночастинок і наносистем	Опрацювання літератури, підготовка до лабораторних робіт та практичних занять, індивідуальна робота.	6	Усне опитування на лекціях, практичних заняттях.
4 – 5	Принципи структурної організації нанооб'єктів	Опрацювання літератури, підготовка до лабораторних робіт та практичних занять, індивідуальна робота.	6	Усне опитування на лекціях, практичних заняттях.
5 – 6	Наноструктуровані матеріали	Опрацювання літератури, підготовка до лабораторних робіт та практичних занять, індивідуальна робота.	6	Усне опитування на лекціях, практичних заняттях.
7 – 8	Фізичні методи одержання нанооб'єктів і наноматеріалів	Опрацювання літератури, підготовка до лабораторних робіт та практичних занять, індивідуальна робота.	6	Усне опитування на лекціях, практичних заняттях.
8 – 9	Хімічні методи синтезу наночастинок і композиційних наноматеріалів	Опрацювання літератури, підготовка до лабораторних робіт та практичних занять, індивідуальна робота.	6	Усне опитування на лекціях, практичних заняттях.
9 – 10	Методи дослідження наноматеріалів	Опрацювання літератури, підготовка до лабораторних робіт та практичних занять, індивідуальна робота.	6	Усне опитування на лекціях, практичних заняттях.
10 – 11	Методи дослідження наноматеріалів	Опрацювання літератури, підготовка до лабораторних робіт та практичних занять, індивідуальна робота.	6	Усне опитування на лекціях, практичних заняттях.
11 – 12	Фазові перетворення при одержанні наноматеріалів	Опрацювання літератури, підготовка до лабораторних робіт та практичних занять, індивідуальна робота.	6	Усне опитування на лекціях, практичних заняттях.
12 – 14	Фізичні засади спектроскопії наноструктур	Опрацювання літератури, підготовка до лабораторних робіт та практичних занять, індивідуальна робота.	8	Усне опитування на лекціях, практичних заняттях.

**Консультативна допомога** студенту надається у таких формах:

- особиста зустріч викладача і студента за графіком консультацій (не менш ніж 2 години на тиждень або за попередньою домовленістю);
- використання системи дистанційного навчання Moodle;
- листування за допомогою електронної пошти [andko@zp.edu.ua](mailto:andko@zp.edu.ua);
- відеозустріч в системі Zoom Meeting, аудіоспілкування або повідомлення у сервісах Viber та Telegram (за графіком консультацій викладача);
- спілкування по телефону (за графіком консультацій викладача).

## 9. Система та критерії оцінювання курсу

**Система оцінювання курсу.**

Оцінка знань студентів здійснюється за кредитно-модульною системою. Навчальний семестр складається з двох змістових модулів.

Для студентів денної форми навчання кожен змістовий модуль оцінюється за 100-бальною шкалою. Підсумкова оцінка визначається як середня двох контролів за перший та другий змістові модулі. Студент має право додатково скласти залік за 100-бальною шкалою. В цьому випадку підсумкова оцінка визначається як середня в цілому двох змістових модулів та заліку.

Для студентів заочної форми навчання навчальна дисципліна в цілому оцінюється за 100-

бальною шкалою.

Оцінка за 100-бальною шкалою переводиться відповідно у національну шкалу («відмінно», «добре», «задовільно», «незадовільно») та шкалу європейської кредитно-трансфертної системи (ЄКТС – А, В, С, D, E, FX, F).

#### Шкала оцінювання: національна та ECTS

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою	
		для екзамену, курсового проєкту (роботи), практики	для заліку
90 – 100	<b>A</b>	відмінно	зараховано
85 – 89	<b>B</b>	добре	
75 – 84	<b>C</b>		
70 – 74	<b>D</b>		
60 – 69	<b>E</b>	задовільно	
35 – 59	<b>FX</b>	незадовільно з можливістю повторного складання	не зараховано з можливістю повторного складання
1 – 34	<b>F</b>	незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни	не зараховано з обов'язковим повторним вивченням дисципліни

#### Критерії оцінювання курсу.

Для студентів денної форми навчання:

1. Курсом передбачені *практичні заняття і лабораторні роботи*.

1.1. Враховуючи активність студента на практичних заняттях та результати аудиторних контрольних робіт студент може отримати в кожному модулі максимально 20 балів.

1.2. Якщо всі лабораторні роботи здані на оцінку „відмінно“, робіт студент може отримати в кожному модулі максимально 15 балів.

2. За індивідуальне завдання, яке включає в себе *розв'язок та захист набору задач за варіантами*, студент може отримати в кожному модулі максимально 10 балів, за умови демонстрації високого рівня знань і вміння їх застосовувати для аналізу існуючих проблем фізики твердого тіла.

3. По закінченню першого і другого напівсеместру проводиться рубіжні контролю у вигляді *аудиторної контрольної роботи*. Максимальна рейтингова оцінка цих видів контролю – 55 балів.

4. За підсумками першого та другого рубіжного модульного контролю студенту формується підсумкова оцінка знань, яка оголошується до початку екзаменаційної сесії. Під час екзаменаційної сесії студенти, які незгодні з оцінкою за підсумками рубіжного контролю або отримали незадовільну оцінку, з'являються на *екзамен*.

Для студентів заочної форми навчання захист контрольної роботи, розв'язування задач, лабораторні роботи, усний або письмовий іспит.

#### Розподіл балів, які отримують студенти

Поточне тестування та самостійна робота										Підсумкова
Змістовий модуль №1					Змістовий модуль № 2					
ПЗ	ЛР	ІДЗ	МК	Σ	ПЗ	ЛР	ІДЗ	МК	Σ	
20	15	10	55	100	20	15	10	55	100	

ПЗ – практичні заняття; ЛР – лабораторні роботи; ІДЗ – індивідуальне домашнє завдання; МК – модульна контрольна робота.

#### 10. Політика курсу

##### Політика щодо академічної доброчесності.

Складати всі проміжні та фінальні завдання самостійно без допомоги сторонніх осіб. Надавати для оцінювання лише результати власної роботи.

Не вдаватися до кроків, що можуть нечесно покращити ваші результати чи погіршити/покращити результати інших студентів.

Не публікувати відповіді на питання, що використовуються в рамках курсу для оцінювання знань студентів

##### Політика щодо відвідування аудиторних занять (особиста присутність студента).

Студентам рекомендується відвідувати заняття, оскільки на них викладається теоретичний

матеріал та розвиваються навички, необхідні для виконання семестрового індивідуального завдання. Система оцінювання орієнтована на отримання балів за активність студента, а також виконання завдань, які здатні сформувати загальні та фахові компетентності. Самостійну роботу студент може виконати у системі дистанційного навчання (сервіс Moodle) з подальшим захистом. За об'єктивних причин (наприклад, лікарняні, стажування, мобільність, індивідуальний графік, інше) аудиторні види занять та завдань також можуть бути трансформовані в систему дистанційного навчання.

**Політика щодо дедлайнів.**

Студент зобов'язаний дотримуватись крайніх термінів (дата для аудиторних видів робіт або час в системі дистанційного навчання), до яких має бути виконано певне завдання. За наявності поважних причин (відповідно до інформації, яку надано деканатом) студент має право на складання індивідуального графіку вивчення окремих тем дисципліни.

**Політика щодо оскарження результатів контрольних заходів.**

Студенти мають можливість підняти будь-яке питання, яке стосується процедури контрольних заходів та очікувати, що воно буде розглянуто. Студенти мають право оскаржити результати контрольних заходів, але обов'язково аргументовано, пояснивши з яким критерієм не погоджуються.

**Політика щодо дотримання прав та обов'язків студентів.**

Права і обов'язки студентів відображено в Положенні про організацію освітнього процесу в Національному університеті «Запорізька політехніка»

<https://zp.edu.ua/normativna-baza-navchalnogo-procesu>

**Політика щодо конфіденційності та захисту персональних даних.**

Обмін персональними даними між викладачем і студентом в межах вивчення дисципліни, їх використання відбувається на основі закону України «Про захист персональних даних» (<https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2297-17#Text>). Стаття 10, п.3.