

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЗАПОРІЗЬКА ПОЛІТЕХНІКА»

Кафедра

мікро- та наноелектроніки
(найменування кафедри)

СИЛАБУС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
НАНОМАТЕРІАЛИ ТА ПРОЦЕСИ ЇХ ФОРМУВАННЯ
(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.

м. Запоріжжя 2021

1. Загальна інформація	
Назва дисципліни	Наноматеріали та процеси їх формування Навчальна дисципліна вибіркової компоненти
Рівень вищої освіти	Перший (бакалаврський) рівень
Викладач	Коротун А. В., к.ф.-м.н., доцент, доцент мікро- і наноелектроніки
Контактна інформація викладача	Робочий телефон: +380617698367, e-mail: andko@zp.edu.ua
Час і місце проведення навчальної дисципліни	Згідно до розкладу занять.
Обсяг дисципліни	Кількість годин – загальний обсяг 120 годин кредитів – 4 кредити ЄКТС розподіл годин: 30 годин лекційних, 14 годин практичних, 14 годин лабораторних, 62 години самостійна робота, вид контролю – іспит
Консультації	Згідно з графіком консультацій
2. Пререквізити і постреквізити навчальної дисципліни	
Пререквізити Дисципліни: ОК 03 – «Фізика», ОК 05 – «Українська мова за професійним спрямуванням», ОК 09 – «Фізична хімія», Постреквізити Дисципліни: «Наноелементна електронна база комп'ютерних систем» / «Елементи та прилади наноелектроніки» / «Механіка мікро- і наносистем».	
3. Характеристика навчальної дисципліни	
<p>Наноматеріали та процеси їх формування – це курс практичного спрямування, що поєднує в собі вивчення класифікації наночастинок і наноматеріалів, розмірних ефектів у наноструктурах та різноманітних методів одержання наночастинок, наноматеріалів і нанокompatитів.</p> <p>Вивчення навчальної дисципліни «Наноматеріали та процеси їх формування» знайомить студентів із перспективами сучасного наноматеріалознавства та методами нанотехнологій.</p> <p>У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен отримати</p> <p>загальні компетентності:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ K01. Здатність застосовувати професійні знання й уміння у практичних ситуаціях. ➤ K02. Здатність спілкуватися державною мовою як усно, так і письмово. ➤ K04. Навички використання інформаційних і комунікаційних технологій. ➤ K05. Здатність до пошуку, опрацювання та аналізу інформації з різних джерел. ➤ K08. Здатність вчитися, здобувати нові знання, уміння, у тому числі в галузі, відмінній від професійної. ➤ K09. Здатність бути критичним і самокритичним; <p>фахові компетентності:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ K16. Здатність використовувати сучасні інженерні та математичні пакети для створення моделей приладів і систем вимірювань. ➤ K17. Здатність застосовувати стандартні методи розрахунку при конструюванні модулів, деталей та вузлів засобів вимірювальної техніки та їх обчислювальних компонент і модулів. <p>Очікувані програмні результати навчання:</p> <ul style="list-style-type: none"> ❖ ПР03. Розуміти широкий міждисциплінарний контекст спеціальності, її місце в теорії пізнання і оцінювання об'єктів і явищ; 	

- ❖ 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, проєктування 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

формування у студентів знань у галузі матеріалознавства наноструктур, фізичних та хімічних методів одержання вуглецевих супрамолекулярних, поверхневих наноструктур і наноматеріалів із особливими оптичними властивостями.

5. Завдання вивчення дисципліни

є надбання студентами навичок самостійної роботи з літературою для пошуку інформації про окремі визначення, поняття і терміни, пояснення їх застосування в практичних ситуаціях; розв'язання теоретичних і практичних задач, пов'язаних із професійною діяльністю.

6. Зміст навчальної дисципліни

Змістовий модуль 1. Класифікація наноматеріалів. Розмірні ефекти. Фізичні методи синтезу наноматеріалів.

Вступ.

Поняття про наноматеріали і нанотехнології.

Тема 1. Класифікація наночастинок і наноматеріалів.

Ієрархія структурних елементів матерії. Класифікація дисперсних наносистем.

Різноманітність і класифікація наночастинок і наноструктурованих матеріалів. Класифікація твердих наноматеріалів. Класифікація композиційних наноструктур. Класифікація наноматеріалів за Глейтером та її вдосконалений варіант.

Тема 2. Особливості стану наноструктур. Розмірні ефекти.

Особливості стану наноструктур. Виникнення якісно нових властивостей при переході від мікро- до наностану речовини. Розмірні ефекти.

Тема 3. Наноматеріали.

Кластери і кластерні матеріали.

Будівельні, конструкційні і функціональні матеріали.

Наночастинки і нанопорошки.

Нановуглецеві наночастинки і матеріали.

Тонкоплівкові структури.

Об'ємні наноструктуровані матеріали.

Тема 4. Фізичні методи одержання (формування) наноструктур і наноматеріалів.

Дві нанотехнологічні парадигми: «зверху – вниз» і «знизу – вверху». Атомна збірка наноструктур. Диспергування макроскопічних матеріалів.

Методи випаровування – конденсації речовини.

Фазові перетворення і одержання композитів.

Змістовий модуль 2. Хімічні методи синтезу композитів. Одержання вуглецевих, супрамолекулярних, поверхневих наноструктур і матеріалів із особливими оптичними властивостями.

Тема 5. Хімічні методи синтезу наночастинок і композитів.

Синтез кластерів і наночастинок.

Хімічний синтез наноконпозиційних матеріалів.

Біохімічний синтез наноматеріалів.

Тема 6. Методи одержання вуглецевих наноструктур (наноалмазів, графена, фулеренів, вуглецевих нанотрубок).

Синтез наноазмазів. Методи одержання графена. Методи одержання фулеренів. Методи синтезу вуглецевих нанотрубок і нановолокон.

Тема 7. Синтез супрамолекулярних структур.

Синтез дендримерів. Фероцен. Калікс[п]арени. Краун-етери. Молекули «контейнери».

Спіралеподібні структури – гелікати. Катенани. Ротаксани. Молекулярні вузли. Міжмолекулярна самозбірка порфіринів. Збірка з блоків неорганічних структур. Супрамолекулярні структури фулеренів. Клатрати, газові гідрати. Рідкі кристали.

Тема 8. Методи формування поверхневих наноструктур.

Епітаксiальні наноструктури. Застосування кластерних пучків для нанесення плівок. Хімічна самозбірка поверхневих наноструктур.

Одержання плівок із розчинів золь-гель методом. Метод випаровування розчинника. Метод центрифугування. Метод меніска, що рухається.

Метод дрібнодисперсного розпилення. Гідротермальний метод. Нанесення плівок методом Ленгмюра – Блоджетт.

Літографічні методи.

Текстуровані супергідрофобні поверхні.

Тема 9. Методи одержання наноматеріалів із особливими оптичними властивостями.

Одержання фотонних кристалів методами самозбірки. Біологічний спосіб виготовлення фотонних кристалів.

Синтез матеріалів наноплазмоніки і метаматеріалів.

7. План вивчення навчальної дисципліни

№ тижня	Назва теми	Форми організації навчання	Кількість годин
1	Вступ. Поняття про наноматеріали і нанотехнології. Тема 1. Класифікація наночастинок і наноматеріалів.	Лекція	2
1	ПР 1. Класифікація наночастинок і наноматеріалів.	Практичне заняття	2
2	Тема 1. Класифікація наночастинок і наноматеріалів.	Лекція	2
2	Розмірні ефекти при фазових переходах I роду.	Лабораторна робота	2
3	Тема 2. Особливості стану наноструктур. Розмірні ефекти.	Лекція	2
3	ПР 2. Особливості стану наноструктур. Розмірні ефекти.	Практичне заняття	2
4	Тема 3. Кластери і кластерні наноматеріали.	Лекція	2
4	Дослідження типів наноматеріалів	Лабораторна робота	2
5	Тема 4. Фізичні методи одержання (формування) наноструктур і наноматеріалів.	Лекція	2
5	ПР 3. Фізичні методи одержання (формування) наноструктур і наноматеріалів.	Практичне заняття	2
6	Тема 4. Фізичні методи одержання (формування) наноструктур і наноматеріалів.	Лекція	2
6	Вивчення процесів фізичного осадження наноплівок і нанопокриттів	Лабораторна робота	2
7	Тема 5. Хімічні методи синтезу наночастинок і композитів.	Лекція	2
7	ПР 4. Хімічні методи синтезу наночастинок і композитів. Модульний контроль I	Практичне заняття	2
8	Тема 6. Методи одержання вуглецевих наноструктур (наноалмазів, графена, фулеренів, вуглецевих нанотрубок).	Лекція	2
8	Вивчення процесів хімічного синтезу низькорозмірних структур	Лабораторна робота	2

9	Тема 6. Методи одержання вуглецевих наноструктур (наноалмазів, графена, фулеренів, вуглецевих нанотрубок).	Лекція	2
9	ПР 5. Методи одержання вуглецевих наноструктур (наноалмазів, графена, фулеренів, вуглецевих нанотрубок).	Практичне заняття	2
10	Тема 7. Синтез супрамолекулярних структур.	Лекція	2
10	Вивчення методів синтезу супрамолекулярних структур	Лабораторна робота	2
11	Тема 8. Методи формування поверхневих наноструктур.	Лекція	2
11	ПР 6. Методи формування поверхневих наноструктур.	Практичне заняття	2
12	Тема 8. Методи формування поверхневих наноструктур.	Лекція	2
12	Вивчення методів формування фотонних кристалів	Лабораторна робота	2
13	Тема 9. Методи одержання наноматеріалів із особливими оптичними властивостями.	Лекція	2
13	ПР 7. Методи одержання наноматеріалів із особливими оптичними властивостями. <i>Модульний контроль II</i>	Практичне заняття	2
14	Тема 9. Методи одержання наноматеріалів із особливими оптичними властивостями.	Лекція	2
14	Іспит	Тестування	2

8. Самостійна робота

№ тижня	Назва теми	Види СР	Кіл-ть годин	Контрольні заходи
1, 2	Вступ. Поняття про наноматеріали і нанотехнології.	Опрацювання літератури, підготовка до лабораторних робіт та практичних занять, індивідуальна робота.	6	Усне опитування на лекціях, практичних заняттях.
3, 4	Класифікація наночастинок і наноматеріалів.	Опрацювання літератури, підготовка до лабораторних робіт та практичних занять, індивідуальна робота.	6	Усне опитування на лекціях, практичних заняттях.
4, 5	Особливості стану наноструктур. Розмірні ефекти.	Опрацювання літератури, підготовка до лабораторних робіт та практичних занять, індивідуальна робота.	8	Усне опитування на лекціях, практичних заняттях.
5, 6	Кластери і кластерні наноматеріали.	Опрацювання літератури, підготовка до лабораторних робіт та практичних занять, індивідуальна робота.	6	Усне опитування на лекціях, практичних заняттях.
6, 7	Фізичні методи одержання (формування) наноструктур і наноматеріалів.	Опрацювання літератури, підготовка до лабораторних робіт та практичних занять, індивідуальна робота.	6	Усне опитування на лекціях, практичних заняттях.
7, 8	Хімічні методи синтезу наночастинок і композитів.	Опрацювання літератури, підготовка до лабораторних робіт та практичних занять, індивідуальна робота.	6	Усне опитування на лекціях, практичних заняттях.
8, 9	Методи одержання вуглецевих наноструктур (наноалмазів, графена, фулеренів, вуглецевих нанотрубок).	Опрацювання літератури, підготовка до лабораторних робіт та практичних занять, індивідуальна робота.	6	Усне опитування на лекціях, практичних заняттях.

9, 10	Синтез супрамолекулярних структур.	Опрацювання літератури, підготовка до лабораторних робіт та практичних занять, індивідуальна робота.	6	Усне опитування на лекціях, практичних заняттях.
10, 11, 12	Методи формування поверхневих наноструктур.	Опрацювання літератури, підготовка до лабораторних робіт та практичних занять, індивідуальна робота.	6	Усне опитування на лекціях, практичних заняттях.
12, 13, 14	Методи одержання наноматеріалів із особливими оптичними властивостями.	Опрацювання літератури, підготовка до лабораторних робіт та практичних занять, індивідуальна робота.	6	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;
- відеозустріч в системі ZoomMeeting, 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

Оцінювання навчальних успіхів студентів реалізується шляхом проведення поточного та підсумкового контролю успішності.

1. Курсом передбачені *практичні заняття*. Враховуючи активність студента на практичних заняттях та результати аудиторних контрольних робіт студент може отримати в кожному модулі максимально 25 балів.

2. За індивідуальне завдання, яке включає в себе *розв'язок та захист набору задач за варіантами*, студент може отримати в кожному модулі максимально 15 балів, за умови демонстрації високого рівня знань, а також творчої, розумової, нерепродуктивної діяльності під час застосування теоретичних знань на практиці.

3. По закінченню першого і другого напівсеместру проводиться рубіжні контролю у вигляді *аудиторної модульної контрольної роботи*. Максимальна рейтингова оцінка цих видів контролю – 60 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, усний або письмовий іспит.

Критерії оцінювання

Поточне тестування та самостійна робота											Підсумкова
Модуль №1					Модуль №2						
ПЗ	ІДЗ	ЛР	МК	Σ	ПЗ	ІДЗ	ЛР	РГЗ	МК	Σ	
25	15		60	100	15	10		15	60	100	100

ПЗ – практичні заняття; ІДЗ – індивідуальне домашнє завдання; РГЗ – розрахунково-графічне завдання; МК – модульна контрольна робота.

Отже, сумарна кількість балів, яку отримує студент впродовж семестру, складає 100. В залежності від отриманої суми балів до залікової відомості та в залікову книжку виставляється оцінка згідно національної шкали.

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	A	відмінно	зараховано
85 – 89	B	добре	
75 – 84	C		
70 – 74	D	задовільно	
60 – 69	E		
35 – 59	FX	незадовільно з можливістю повторного складання	не зараховано з можливістю повторного складання
1 – 34	F	незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни	не зараховано з обов'язковим повторним вивченням дисципліни

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 сформувані 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.