

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЗАПОРІЗЬКА ПОЛІТЕХНІКА»

Кафедра _____ мікро- та наноелектроніки _____
(найменування кафедри)

СИЛАБУС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
СУЧАСНІ НАПРЯМКИ НАНОТЕХНОЛОГІЙ
(назва навчальної дисципліни)

Освітня програма: _____ Мікро- та наноелектронні прилади і пристрої _____
(назва освітньої програми)

Спеціальність: _____ 153 Мікро- та наносистемна техніка _____
(найменування спеціальності)

Галузь знань: _____ 15 Автоматизація та приладобудування _____
(найменування галузі знань)

Ступінь вищої освіти: _____ другий (магістерський) _____
(назва ступеня вищої освіти)

Затверджено на засіданні кафедри
_____ мікро- та наноелектроніки _____
(найменування кафедри)

Протокол № 1 від 17 серпня 2021 р.

1. Загальна інформація	
Назва дисципліни	<u>ВК</u> Сучасні напрямки нанотехнологій Вибіркова навчальна дисципліна.
Рівень вищої освіти	другий (магістерський) рівень
Викладач	Погосов В.В., д-р фіз.-мат.наук, професор
Контактна інформація викладача	7646733, телефон викладача 0957717794, e-mail: vpogosov@zntu.edu.ua
Час і місце проведення навчальної дисципліни	Згідно до розкладу занять
Обсяг дисципліни	Кількість годин – загальний обсяг 90 годин кредитів – 3 кредити ЄКТС; розподіл годин (на вивчення дисципліни): 14 годин лекційних, 14 годин практичних, 62 години самостійна робота, вид контролю – залік.
Консультації	Згідно з графіком консультацій https://zp.edu.ua/kafedra-mikro-ta-nanoelektroniki
2. Пререквізити і постреквізити навчальної дисципліни	
Пререквізити Дисципліни за освітнім ступенем бакалавра: «Фізика», «Фізична хімія», «Фізика твердого тіла», «Квантова механіка», «Статистична фізика», «Теорія поля», «Фізика напівпровідників», «Квантова електроніка», «Фізика низькорозмірних систем», «Матеріали мікро- та наноелектроніки», «Наноматеріали та процеси їх формування», «Фізика діелектриків», «Фізика нанокластерів і тонких плівок», «Нанофотоніка», «Основи фізики поверхні та ультрадисперсних середовищ».	
Постреквізити Стажування (переддипломна практика), Магістерська робота.	
3. Характеристика навчальної дисципліни	
Розвиток сучасної електроніки, медицини та інших галузей науки і техніки йде шляхом постійного зменшення розмірів пристроїв, що використовуються. Проте класичні методи їх виробництва підходять до своєї технологічної та економічної межі. Розміри пристрою зменшуються незначно, але економічні витрати різко зростають. Нанотехнології – це наступний логічний крок у розвитку наукоємних виробництв. Нанотехнології являють значний інтерес для фундаментальної науки та практичних застосувань. В усьому світі нанотехнології розглядають як один з найбільш пріоритетних напрямків в інноваційному розвитку будь-якої країни. Для сучасних вчених та фахівців, у якій би галузі вони не працювали, знання наносистем стає елементом загальної ерудиції та кваліфікації. Для вчених це важливий фактор ефективності їх роботи. У зв'язку з цим даний курс є важливою частиною загальнопрофесійної підготовки магістрів у будь-якій галузі. Тому вивчення навчальної дисципліни «Сучасні напрямки нанотехнологій» дозволить студентові здійснити концептуальний виклад мети, змісту, методів дослідження, які забезпечують отримання максимально об'єктивної, точної, систематизованої інформації про процеси та явища.	

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент отримає

загальні компетентності:

ЗК1. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу;

ЗК2. Здатність спілкуватися державною мовою як усно, так і письмово;

ЗК4. Здатність проводити дослідження на відповідному рівні;

ЗК5. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел;

ЗК6. Здатність генерувати нові ідеї (креативність),

фахові компетентності:

СК1. Здатність ефективно використовувати складне контрольно-вимірювальне, технологічне та дослідницьке обладнання при дослідженнях та виробництві матеріалів, компонентів, приладів і пристроїв мікро- та наносистемної техніки різноманітного призначення;

СК2. Здатність здійснювати тестування та діагностику приладів та обладнання, а також оброблення і аналіз отриманих результатів;

СК3. Здатність аналізувати та синтезувати мікро- та нанoeлектронні системи різного призначення;

СК4. Здатність розробляти, обґрунтовано вибирати і використовувати сучасні методи обробки та аналізу сигналів в мікро- і нанoeлектронних приладах та системах;

СК5. Здатність аргументувати вибір методів розв'язання складних задач і проблем мікро- та наносистемної техніки, критично оцінювати отримані результати та аргументувати прийняті рішення;

СК6. Здатність користуватися сучасними системами пошуку та аналізу науково-технічної інформації, проводити патентний пошук і дослідження та здійснювати захист інтелектуальної власності;

СК7. Здатність розробляти і реалізовувати наукові та/або інноваційні проекти у сфері мікро- та наносистемної техніки, а також дотичні до неї міждисциплінарні проекти.

Очікувані програмні результати навчання:

P4. Застосовувати спеціалізовані концептуальні знання, що включають сучасні наукові здобутки, а також критичне осмислення сучасних проблем у сфері мікро- та нанoeлектроніки, для розв'язування складних задач професійної діяльності;

P5. Вільно спілкуватися державною та іноземною мовами усно і письмово для обговорення професійних проблем і результатів діяльності у сфері мікро- та нанoeлектроніки, презентації результатів досліджень та інноваційних проектів;

P8. Збирати необхідну інформацію, використовуючи науково-технічну літературу, бази даних та інші джерела, аналізувати і оцінювати її;

P11. Досліджувати процеси у мікро- та нанoeлектронних системах, приладах й компонентах з використанням сучасних експериментальних методів та обладнання, здійснювати статистичну обробку та аналіз результатів експериментів;

P12. Будувати і досліджувати фізичні, математичні і комп'ютерні моделі об'єктів та процесів мікро- та нанoeлектроніки.

4. Мета навчальної дисципліни

Підготовка спеціалістів, що зрозуміли і засвоїли фундаментальні фізичні закономірності, які визначають нанотехніку і нанотехнології. Це дозволить майбутнім спеціалістам орієнтуватись та використовувати знання в різноманітних галузях техніки.

5. Завдання вивчення дисципліни

Пізнавальні – знати історію розвитку, основні принципи нанофізики, нанотехніки і нанотехнології; методи фізичних досліджень, зв'язки між окремими розділами науки і техніки; числові значення фізичних величин; основні фізичні моделі.

Практичні – сформувати практичні навички 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; використовувати фізичні моделі для рішення практичних задач.

6. Зміст навчальної дисципліни

Змістовий модуль 1. Загальні вибіркові теми і наукові напрямки

Тема 1. Вступ. Оцінка соціально-економічних та гуманітарних аспектів розвитку нанотехнологій. Демонстрація фільмів BBC про історію науки. Конкурс журналу «Science» на кращу наукову ілюстрацію. Міжнародні гранти.

Тема 2. Електронна структура наномасштабних твердих тіл.

Тема 3. Фотонні кристали.

Тема 4. Нанoeлектроніка і мікросистемна техніка.

Тема 5. Наноприлади, наномашини, наносистеми.

Тема 6. Нанолітографія. STM+AFM+Силовий магнітний мікроскоп. Принципи дії.

Змістовий модуль 2. Прикладні аспекти

Тема 7. Фотонно-кристалічні і квантово-розмірні пристрої.

Тема 8. Резонатори на модах «галереї, що шепоче». Антени на основі принципів нанофотоніки

Тема 9. Апаратура космічних, морських та авіаційних радіолокаційних систем на основі нанофотоніки.

Тема 10. Сучасні уявлення нанонауки та їх практичне застосування.

Тема 11. Військові нанотехнології. Огляд.

Тема 12. Одноелектронні явища. Кубіти. Квантовий комп'ютер.

7. План вивчення навчальної дисципліни

№ тижня	Назва теми	Форми організації навчання	Кількість годин
1	Вступ. Оцінка соціально-економічних та гуманітарних аспектів розвитку нанотехнологій. Конкурс журналу «Science» на кращу наукову ілюстрацію. Міжнародні гранти.	Лекція	2
2	Демонстрація фільмів BBC про історію науки.	Практичне заняття	2
3	Демонстрація фільмів BBC про історію науки.	Лекція	2
4	Електронна структура наномасштабних твердих тіл.	Практичне заняття	2
5	Фотонні кристали.	Лекція	2
6	Нанoeлектроніка і мікросистемна техніка.	Практичне заняття	2
7	Наноприлади, наномашини, наносистеми.	Лекція	2
8	Нанолітографія. STM+AFM+Силовий магнітний мікроскоп. Принципи дії.	Практичне заняття	2
9	Фотонно-кристалічні і квантово-розмірні пристрої.	Лекція	2
10	Резонатори на модах «галереї, що шепоче». Антени на основі принципів нанофотоніки.	Практичне заняття	2
11	Апаратура космічних, морських та авіаційних радіолокаційних систем на основі нанофотоніки.	Лекція	2
12	Сучасні уявлення нанонауки та їх практичне застосування.	Практичне заняття	2
13	Військові нанотехнології. Огляд.	Лекція	2

14	Однoeлектронні явища. Кубіти. Квантовий комп'ютер.	Практичне заняття	2
----	--	-------------------	---

8. Самостійна робота				
№ тижня	Назва теми	Види СР	Кільк годин	Контрольні заходи
1	Вступ. Оцінка соціально-економічних та гуманітарних аспектів розвитку нанотехнологій. Конкурс журналу «Science» на кращу наукову ілюстрацію. Міжнародні гранти.	Опрацювання літератури, підготовка до практичного заняття	2	Останні новини за матеріалами ПерсТ та Internet з нанотехнологій. Одноелектронні явища в наноструктурах.
2	Демонстрація фільмів BBC про історію науки.	Підготовка до практичного заняття	4	Усне опитування на практичному занятті
3	Демонстрація фільмів BBC про історію науки	Підготовка до практичного заняття	8	Усне опитування на лекції
4	Електронна структура наномасштабних твердих тіл.	Розв'язування індивідуального домашнього завдання за варіантами	8	Усне опитування на практичному занятті
5	Фотонні кристали.	Побудова зонної структури фотонного кристала	8	Усне опитування на лекції
6	Нанoeлектроніка і мікросистемна техніка.	Аналіз сучасного стану розвитку нанoeлектроніки та мікросистемної техніки та подальших перспектив розвитку	8	Усне опитування на практичному занятті
7	Наноприлади, наномашини, наносистеми.	Розрахунок параметрів наноприладів	8	Усне опитування на лекції
8	Нанолітографія. STM+AFM+Силовий магнітний мікроскоп. Принципи дії.	Структурна схема фотонно-кристалічних і квантово-розмірних пристроїв	6	Усне опитування на практичному занятті
9	Фотонно-кристалічні і квантово-розмірні пристрої.	Структурна схема нанофотонної антени. Аналіз можливих втрат. Блок-схема оптичної системи сканування приймальної фазової антенної ґратки	4	Усне опитування на лекції
10	Резонатори на модах «галереї, що шепоче». Антени на основі	Аналіз тенденцій розвитку радіочастотної	4	Усне опитування на практичному занятті

	принципів нанофотоніки.	нанофотоніки		
11	Апаратура космічних, морських та авіаційних радіолокаційних систем на основі нанофотоніки.	Порівняння можливостей спінтроніки та плазмоніки для створення і застосування у сучасних системах радіотехніки	10	Усне опитування на лекції
12	Сучасні уявлення нанонауки та їх практичне застосування.	Розв'язування індивідуального домашнього завдання за варіантами	8	Усне опитування на практичному занятті
13	Військові нанотехнології. Огляд.	Побудова зонної структури фотонного кристала	8	Усне опитування на лекції
14	Одноелектронні явища. Кубіти. Квантовий комп'ютер.	Аналіз сучасного стану розвитку наноелектроніки та мікросистемної техніки та подальших перспектив розвитку	16	Усне опитування на практичному занятті

Консультативна допомога студенту надається у таких формах:

- особиста зустріч викладача і студента за графіком консультацій (кожний тиждень та за попередньою домовленістю);
- використання системи дистанційного навчання Moodle: <https://moodle.zp.edu.ua/course/view.php?id=1662> ;
- відеоконференція на платформі Zoom (особиста або колективна за попередньою домовленістю).

9. Система та критерії оцінювання

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-трансферної системи (ЄКТС – A, B, C, D, E, FX, F).

Шкала оцінювання: національна та ECTS

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ECT	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		
60-69	E	задовільно	
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

Оцінки «зараховано» заслуговує студент, який виявив повне (певне) знання навчального матеріалу, успішно (частково) виконав передбачені програмою завдання, засвоїв рекомендовану основну літературу. Оцінка «зараховано» виставляється студентам, які засвідчили системні (не системні) знання понять та принципів навчальної дисципліни і здатні до їх самостійного поповнення та оновлення (використання) під час подальшої навчальної роботи і професійної діяльності. Одночасно вони допустили певні неточності, пропуски, помилки, які зумовили некоректність окремих результатів та висновків.

Оцінка «незараховано» виставляється студентів, який виявив значні прогалини в знаннях основного навчального матеріалу, допустив грубі помилки у виконанні передбачених програмою завдань, незнайомий з основною літературою, а також студентам, у яких відсутні знання базових положень навчальної дисципліни або їх недостатньо для продовження навчання чи початку професійної діяльності.

Критерії оцінювання курсу.

Для студентів денної форми навчання кожен змістовний модуль оцінюється за 100-бальною шкалою.

Під час контролю по першому змістовному модулю враховуються наступні види робіт та відповідні критерії:

- * повнота відповіді та активність роботи студента на практичному занятті оцінюється до 6 балів (4 практичних заняття по 8 балів = 32 балів);

- * правильність виконання, оформлення та повнота відповіді при захисті індивідуального домашнього завдання студента оцінюється до 40 балів;

- * тестування – до 28 балів.

Під час контролю по другому змістовному модулю враховуються наступні види робіт та відповідні критерії:

- * повнота відповіді та активність роботи студента на практичному занятті оцінюється до 9 балів (3 практичних заняття по 10 балів = 30 балів);

- * правильність виконання, оформлення та повнота відповіді при захисті індивідуального домашнього завдання студента оцінюється до 40 балів;

- * тестування – до 30 балів.

Підсумковий контроль визначається як середня двох контролів за перший та другий змістовні модулі.

Якщо студент додатково складає залік, то оцінювання на заліку враховує наступні критерії:

- * студент отримує два питання, які потребують змістовної відповіді, кожне з них оцінюється від 0 до 50 балів;

- * 50-40 балів отримують студенти, які повністю розкрили сутність поняття, дали його чітке визначення або проаналізували і зробили висновок з конкретного теоретичного положення.

- * 39-29 балів отримують студенти, які правильно, але не повністю дали визначення поняття або поверхово проаналізували і зробили висновок з теоретичного положення.

- * 28-18 балів отримують студенти, які правильно, але лише частково визначили те чи інше поняття або частково проаналізували і зробили висновок з теоретичного положення.

- * 17-0 балів отримують студенти, які частково і поверхово визначили те чи інше поняття або сформулювали висновок з теоретичного положення, допустивши неточності та помилки.

В цьому випадку підсумкова оцінка визначається як середня в цілому двох змістових модулів та заліку.

Для студентів заочної форми навчання навчальна дисципліна оцінюється за 100- бальною шкалою.

Під час підсумкового контролю (заліку) враховуються наступні види робіт та відповідні критерії:

* правильність виконання, оформлення та повнота відповіді студента оцінюється до 76 балів;

* тестування – до 24 балів.

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 сформулювати загальні та фахові компетентності. Самостійну роботу студент може виконати у системі дистанційного навчання (<https://moodle.zp.edu.ua/course/view.php?id=832>) 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 (сервіс moodle).

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 у п.7.5 Положення про організацію освітнього процесу в Національному університеті «Запорізька політехніка» (https://zp.edu.ua/uploads/dept_nm/Polozhennia_pro_organizatsiyu_osvitnoho_protseesu.pdf).

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.