



# СИЛАБУС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

## ФІЗИКА НИЗЬКОРОЗМІРНИХ СИСТЕМ

ID 5089

Шифр, назва  
спеціальності та  
освітній рівень

176 Мікро- та наносистемна техніка (бакалавр)

Назва освітньої  
програми

Мікро- та наносистемна техніка (2023)

Тип програми

Освітньо-професійна

Мова викладання

Українська

Факультет

Факультет прикладних інформаційних  
технологій та електроінженерії (ФПТ)

Кафедра

Каф. приладів і контрольно-вимірювальних  
систем (ПВ)

### Викладач/викладачі

Зелінський Ігор Микитович, канд. фіз.-мат. наук, доцент, доцент, профіль на порталі "Науковці ТНТУ"

## Загальна інформація про дисципліну

Мета курсу	Сформувати у студентів компетентності щодо фізичних властивостей низькорозмірних твердих тіл для створення на їх основі нових , передових електронних систем та технологій .
Формат курсу	Лекції, практичні роботи, самостійне навчання.
Компетентності ОП	ЗК 1. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях. ЗК 2. Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності. ЗК 6. Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями. СК 7. Здатність розв'язувати інженерні задачі в галузі мікро- та наносистемної техніки з урахуванням всіх аспектів розробки, проектування, виробництва, експлуатації та модернізації.
Програмні результати навчання з ОП	ПРН 3. Застосовувати знання і розуміння фізики, відповідні теорії, моделі та методи для розв'язання практичних задач синтезу пристройів мікро- та наносистемної техніки. ПРН6. Застосовувати навички планування та проведення експерименту для перевірки гіпотез та дослідження явищ мікро- та наноелектроніки, вміти використовувати стандартне обладнання, складати схеми пристройів, аналізувати, моделювати та критично оцінювати отримані результати. ПРН7. Досліджувати характеристики і параметри мікро- та наносистемної техніки, приладів фізичної та біомедичної електроніки з урахуванням цілей дослідження, вимог та специфіки вибраних технічних засобів.
Обсяг курсу	<b>Очна (денна) форма здобуття освіти:</b> Кількість кредитів ECTS – 4; лекції – 28 год.; практичні заняття – 14 год.; самостійна робота – 78 год.;  <b>Заочна форма здобуття освіти:</b> Кількість кредитів ECTS – 4; лекції – 10 год.; практичні заняття – 9 год.; самостійна робота – 101 год.;
Ознаки курсу	Рік навчання – 4; семestr – 8; Обов'язкова (для здобувачів інших ОП може бути вибірковою) дисципліна; кількість модулів – 2;
Форма контролю	Поточний контроль: експрес-опитування по темі занятъ; модульний контроль (M1,M2); семестровий контроль.

## Підсумковий контроль: залік

Компетентності та дисципліни, що є передумовою для вивчення

Матеріально-технічне та/або інформаційне забезпечення

Мати теоретичні знання та практичні навики з дисциплін: фізики, квантова механіка, математика, хімія, математичне моделювання.

Спеціалізоване обладнання та програмне забезпечення по спостереженню та моделюванню будови низькорозмірних тіл та відповідних електронних систем: горизонтальний мікроскоп для візуального та електронного спостереження мікроструктури тіл, металеві та полімерні матриці для формування низькорозмірних структур методом пресування, термопластичні матеріали, комп'ютер, візуалізаційна програма RasMol, програма для моделювання наномеханізмів NanoXplorer .

## СТРУКТУРА КУРСУ

Лекційний курс	Годин	
	ОФЗО	ЗФЗО
Лекція 1. Вступ до дисципліни. Нанотехнології як найбільш перспективний напрям сучасної електронної промисловості.	2	0,5
Лекція 2. Поняття фізики низькорозмірних систем. Мікротехнології, нанотехнології, синтез наноматеріалів.	2	0,5
Лекція 3. Основні типи нанокристалічних структур. Нанокластери та їх відмінності від звичайних матеріалів.	2	0,5
Лекція 4. Структура нанокластерів. Розглядаються магнітні, оптичні властивості нанокластерів.	2	0,5
Лекція 5. Квантово-розмірні ефекти. Частина 1. Аналізується квантова природа електронів.	2	1
Лекція 6. Квантово-розмірні ефекти. Частина 2. Розглядаються поняття щодо квантової ями, квантової нитки, квантової точки.	2	1
Лекція 7. Властивості напівпровідникових низькорозмірних структур. Частина 1. Хвильова функція та рівняння Шредінгера.	2	1
Лекція 8. Властивості напівпровідникових низькорозмірних структур. Частина 2. Одноелектронне тунелювання і кулонівська блокада. Квантовий ефект Холла.	2	1
Лекція 9 . Технології виготовлення квантових наноструктур. Частина 1. Розглядаються технології виготовлення наноструктур методом "зверху-вниз".	2	1
Лекція 10 . Технології виготовлення квантових наноструктур. Частина 2. Розглядаються оптичні системи для створення наноструктур. Літографія.	2	1
Лекція 11. Наноструктури на основі вуглецю. Частина 1. Поняття про фулерени та їх кристалічну структуру. Графен.	2	0,5
Лекція 12. Наноструктури на основі вуглецю. Частина 2. Розглядаються вуглецеві нанотрубки, їх властивості та застосування.	2	0,5

Теми занять, короткий  
зміст

Лекція 13. Застосування квантових наноструктур в електроніці. Частина 1. Розглядаються наноелектромеханічні пристрой. Тунельний діод.	2	0,5
Лекція 14. Застосування квантових наноструктур в електроніці. Частина 2. Розглянуто лазери на квантових ямах, тунельний транзистор.	2	0,5
РАЗОМ:	28	10

Практичні заняття (теми)	Годин	
	ОФЗО	ЗФЗО
Тема 1. Аналіз лекції Фейнмана «там внизу багато місця». (Англомовний текст).	2	1
Тема 2. Аналіз результатів експерименту Хітачі по дифракції електронів. Хвильові властивості електронів.	2	2
Тема 3. Вправи до принципу невизначеності Гайзенберга.	2	2
Тема 4. Задачі: “Квантова яма – двовимірна наноструктура .	2	1
Тема 5. Задачі: “Квантова нитка – одновимірна наноструктура.	2	1
Тема 6. Задачі: “Квантова точка - нульвимірна наноструктура ”.	2	1
Тема 7. Оптичні системи для фотолітографії. Роздільна здатність фотооб'єктива.	2	1
РАЗОМ:	14	9

## ІНШІ ВИДИ РОБІТ

Теми, короткий зміст

Опрацювання окремих розділів, які не виносяться на лекції:

1. Хвильові властивості електронів.
2. Хвильова функція і її статистичний зміст.
3. Параболічна та трикутна форми потенціальної ями.
4. Оптичні системи для фотолітографії.

## Інформаційні джерела для вивчення курсу

1. Поплавко Ю.М. Нанофізика, наноматеріали, наноелектроніка: навч.посіб./ Ю.М.Поплавко, О.В.Борисов, Ю.І.Якименко.-К.: НТУУ «КПІ», 2012. – 300 с.
2. Заячук Д.М. Нанотехнології і наноструктури / Д.М. Заячук.- Л.: Львівськаполітехніка, 2009. – 580 с.
3. Пирога С.А. Фізика наноструктур: навчальний посібник. Луцьк: ВЕЖА. 2017. 168 с.
4. Сторонський О. В. Фізика і технологіяnanoоб'єктів [Текст]: курс лекцій. Частина 1 / О.В. Сторонський, В.М. Міца. – Ужгород: Ужгородський національний університет, фізичний факультет, 2009 р. – с.
5. Покропивний В. В. Фізика наноструктур / В.В. Покропивний, Л.В. Поперенко. – Київ: Видавничо-поліграфічний центр «Київський університет», 2008. – 220 с.
6. Назаров О. М. Наноструктури та нанотехнології [Текст]: навчальний посібник / О.М. Назаров, М.М. Нищенко. – К.: НАУ, 2010. – 256с.

## Політики курсу

### Політика контролю

Використовуються такі засоби оцінювання та методи демонстрування результатів навчання: поточне опитування; тестування; виконання індивідуальних завдань та презентацій; оцінювання результатів виконаних самостійних робіт; бесіди та обговорення проблемних питань; дискусії; індивідуальні консультації; залік. Можливий ректорський контроль.

### Політика щодо консультування

Консультації при вивченні дисципліни проводяться згідно затвердженого на кафедрі ПВ. Консультування передбачено як очно ,так і з використанням ресурсів електронного навчального курсу у середовищі електронного навчання університету.

### Політика щодо перескладання

Студент має право на повторне складання модульного контролю з метою підвищення рейтингу протягом тижня після складання модульного контролю за графіком. Перескладання екзамену відбувається в терміни, визначені графіком освітнього процесу. Здобувач ВО має право на зарахування результатів навчання здобутих у неформальній чи інформальній освіті.

### Політика щодо академічної добродетелі

При складанні усіх видів контролю у середовищі електронного навчання завжди активується система розпізнавання особи, що складає контроль. Усі практичні роботи у ЕНК перевіряються вбудованою системою Антиплагіат. При складанні усіх форм контролю забороняється списування, у тому числі з використанням сучасних інформаційних технологій.

### Політика щодо відвідування

Відвідування занять є обов'язковим компонентом освітнього процесу. За наявності поважних причин (наприклад, хвороба, особливі потреби, відрядження, сімейні обставини, участь у програмах академічної мобільності тощо) навчання може здійснюватися за індивідуальним графіком, погодженим з деканом факультету.

## **СИСТЕМА ОЦІНЮВАННЯ**

## Розподіл балів, які отримують студенти за курс

Модуль 1					Модуль 2					Підсумковий контроль	Разом з дисципліні		
Аудиторна та самостійна робота					Аудиторна та самостійна робота								
Теоретичний курс (тестування)	Практична робота		Самостійна робота		Теоретичний курс (тестування)	Практична робота		Самостійна робота					
20	17		3		20	12		3		25	100		
№ лекції	Види робіт	К-ть балів	Види робіт	К-ть балів	№ лекції	Види робіт	К-ть балів	Види робіт	К-ть балів				
Тема 1	Практичне заняття №1	4	Підготовка до практ. робіт	1	Тема 9	Практичне заняття №6	5	Підготовка до практ. робіт	1				
Тема 2	Практичне заняття №2	4	Опрацювання розділів курсу	1	Тема 10	Практичне заняття №7	5	Опрацювання розділів курсу	1				
Тема 3	Практичне заняття №3	4	Підготовка до тестів	1	Тема 11	Практичне заняття №8	5	Підготовка до тестів	1				
Тема 4	Практичне заняття №4	4			Тема 12								
Тема 5	Практичне заняття №5	4			Тема 13								
Тема 6					Тема 14								
Тема 7													
Тема 8													

## Розподіл оцінок

Сума балів за навчальну діяльність	Шкала ECTS	Оцінка за національною шкалою
90-100	A	Відмінно
82-89	B	Добре
75-81	C	Добре
67-74	D	Задовільно
60-66	E	Задовільно
35-59	FX	Незадовільно з можливістю повторного складання
1-34	F	Незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни

Затверджено рішенням кафедри ПВ, протокол №1 від «31» серпня 2023 року.

ПОГОДЖЕНО

Гарант освітньої програми канд. техн. наук, доцент кафедри ПВ

Михайло СТРЕМБІЦЬКИЙ