



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 (ФІТТ)	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 пристроїв мікро- та наносистемної техніки. ПРН6. Застосовувати навички планування та проведення експерименту для перевірки гіпотез та дослідження явищ мікро- та нанoeлектроніки, вміти використовувати стандартне обладнання, скласти схеми пристроїв, 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	Очна (денна) форма здобуття освіти: Кількість кредитів ECTS — 4; лекції — 28 год.; практичні заняття — 14 год.; самостійна робота — 78 год.; Заочна форма здобуття освіти: Кількість кредитів ECTS — 4; лекції — 10 год.; практичні заняття — 9 год.; самостійна робота — 101 год.;
Ознаки курсу	Рік навчання — 4; семестр — 8; Обов'язкова (для здобувачів інших ОП може бути вибірковою) дисципліна; кількість модулів — 2;
Форма контролю	Поточний контроль: експрес-опитування по темі занять; модульний контроль (М1,М2); семестровий контроль.

Підсумковий контроль: залік

Компетентності та дисципліни, що є передумовою для вивчення

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

Матеріально-технічне та/або інформаційне забезпечення

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, візуаліційна 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 пристрої. 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». (Англomовний 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.: Львівська політехніка, 2009. – 580 с.
3. Пирого С.А. Фізика наноструктур: навчальний посібник. Луцьк: ВЕЖА. 2017. 168 с.
4. Сторонський О. В. Фізика і технологія нанооб'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 доброчесності	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.

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 СТРЕМБИЦЬКИЙ