

КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА

Факультет радіофізики, електроніки та комп'ютерних систем

Кафедра комп'ютерної інженерії

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Заступник декана з навчальної роботи

_____ Світлана ЄФІМЕНКО

« ____ » _____ 2025 року

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Нанофізика та нанотехнології

для студентів

галузь знань	F Інформаційні технології
спеціальність	F7 Комп'ютерна інженерія
рівень вищої освіти	другий (магістерський)
освітньо-наукова програма	Комп'ютерні системи та мережі
вид дисципліни	обов'язкова
Форма навчання	Денна
Навчальний рік	2025/2026
Семестр	3
Кількість кредитів ECTS	5
Мова викладання	українська
Форма заключного контролю	іспит

Викладач:

Баужа Олександр Стасісович, к.ф.м.н, доцент кафедри комп'ютерної інженерії

Пролонговано: на 20__/20__ н. р. _____ (_____) « ____ » _____ 20__ р.

на 20__/20__ н. р. _____ (_____) « ____ » _____ 20__ р.

Розробник:

Баужа Олександр Стасісович, к.ф.м.н, доцент кафедри комп'ютерної інженерії

«ЗАТВЕРДЖЕНО»

Завідувач кафедри комп'ютерної інженерії

_____ **Юрій БОЙКО**

Протокол № ____ від « ____ » _____ 2025 р.

Схвалено науково-методичною комісією факультету радіофізики, електроніки та комп'ютерних систем

Протокол № ____ від « ____ » _____ 2025 р.

Голова науково-методичної комісії

Сергій РАДЧЕНКО

« ____ » _____ 2025 року.

ВСТУП

1. Мета дисципліни — ознайомлення з основними властивостями низько розмірних систем: напівпровідникових квантових точок, квантових дрітків та точок. В курсі викладено принципи розмірного квантування та умови спостереження квантово-розмірних явищ.

2. Попередні вимоги до опанування або вибору навчальної дисципліни:

Навчальна дисципліна «Нанофізика та нанотехнології» базується на циклі дисциплін підготовки бакалавра з природничих або технічних спеціальностей, а саме «Загальна фізика», «Квантова механіка», «Диференціальні рівняння».

Попередні вимоги:

Студент повинен знати: основні технічні методи отримання квантово-розмірних структур та знати де використовуються дані структури в нано-електроніці.

Студент повинен вміти: розраховувати вплив параметрів нано-розмірної системи на її властивості.

3. Анотація навчальної дисципліни:

Вивчення дисципліни «Нанофізика та нанотехнології» дозволяє зрозуміти сутність таких явищ, технологій та проблем: трансформація фізичних властивостей конденсованого стану речовини від атомів/молекул до наночастинок та перехід до макроскопічних властивостей; електронні властивості наномасштабних систем та систем пониженої розмірності; проблематика та методи розрахунку електронних хвильових функцій та енергетичного спектру для нанорозмірних систем; нано- та молекулярна електроніка, явище кулонівської блокади, спінове розщеплення дискретних електронних рівнів; моделювання транспорту носіїв заряду через системи з дискретними рівнями та тунелювання електронів в рамках сучасних моделей; одноелектронні та наномасштабні транзистори, їхні характеристики та застосування; магнітні властивості наномасштабних систем, гігантський тунельний магнетоопір; концепції надщільного запису інформації та їхнє порівняння; наночастинки як поверхневі системи, зв'язок між нанофізикою та фізикою поверхні; хімічні властивості нанорозмірних систем, застосування наночастинок як високоефективних каталізаторів; силова взаємодія між окремими атомами, молекулами та нанорозмірними кластерами; технології маніпуляції наночастинами за допомогою електро-магнітних полів.

4. Завдання навчальної дисципліни (навчальні цілі):

1. Надати основні відомості курсу «Нанофізика та нанотехнології», які складають важливу частину загально-наукової підготовки студентів за спеціальністю «Комп'ютерна інженерія».
2. Узагальнити та розширити поняття кристалічної структури речовини, морфології кристалічних та аморфних форм, хімічного зв'язку, хімічних реакцій, електропровідності та ізолюючих властивостей, еквівалентних електричних схем системи на постійному та змінному струмі.
3. Навчити застосовувати основні відомості курсу у професійній діяльності, розвивати у студентів аналітичне мислення та науковий підхід.
4. Навчити застосовувати отримані знання та уміння в моделюванні та розробці наносистем із заданим набором фізико-хімічних властивостей та функціональностей.

Дисципліна спрямована на формування програмних компетентностей:

- ЗК2. Здатність до абстрактного мислення, аналізу і синтезу.
- ЗК4. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.
- СК1. Здатність до визначення технічних характеристик, конструктивних особливостей, застосування і експлуатації програмних, програмно-технічних засобів, комп'ютерних систем та мереж різного призначення.
- СК6. Здатність використовувати та впроваджувати нові технології, включаючи технології розумних, мобільних, зелених і безпечних обчислень, брати участь в модернізації та реконструкції комп'ютерних систем та мереж, різноманітних вбудованих і розподілених додатків, зокрема з метою підвищення їх ефективності.
- СК9. Здатність представляти результати власних досліджень та/або розробок у вигляді презентацій, науково-технічних звітів, статей і доповідей на науково-технічних конференціях.

5. Результати навчання за дисципліною:

Результат навчання (1, знати; 2, вміти; 3, комунікація; 4, автономність та відповідальність)		Форми (та/або методи і технології) викладання і навчання	Методи оцінювання та пороговий критерій оцінювання (за необхідності)	Відсоток у підсумковій оцінці з дисципліни
Код	Результат навчання			
1	знати:	лекційні заняття	Семінарські заняття	до 45
1.1	Загальні основи фізики наноструктур. Загальний опис електронно-ядерної системи нанокластера.	лекція	семінар	5
1.2	Загальні підходи до обчислення механічних, електронних, оптичних, магнітних та інших фізичних та хімічних властивостей нанокластерів.	лекція	семінар	5
1.3	Основні експериментальні методи вимірювання механічних, електронних, оптичних, магнітних та інших фізико-хімічних властивостей нанокластерів.	лекція	семінар	5
1.4	Роль сучасної мікроскопії та спектроскопії в дослідженнях наноструктур.	лекція	семінар	5
1.5	Основні закономірності та тенденції зміни фізичних характеристик речовини при переході від макроскопічних до нанорозмірних зразків.	лекція	семінар	5
1.6	Еволюція властивостей активних елементів електронних схем при переході від мікроелектроніки до наноелектроніки. Еволюція сучасної нано-електроніки. Технічні характеристики та конструктивні особливості сучасної нанометрової електроніки.	лекція	семінар	4
1.7	Основні види технологій наноструктуризації речовини.	лекція	семінар	4
1.8	Загальна специфіка протікання хімічних реакцій та каталізу при нанорозмірному подрібненні твердих реагентів.	лекція	семінар	4
1.9	Проблематика чисельного розв'язання квантово-механічних рівнянь та застосування обчислювальної інфраструктури.	лекція	семінар	4
1.10	Основні відмінності наноструктуризації в одно-, дво- та тривимірному випадках.	лекція	семінар	4
2	вміти:	лекційні заняття	Семінарські заняття	до 45
2.1	Розраховувати параметри власних електронних станів в нанорозмірних потенціальних ямах прямокутної симетрії різної розмірності	лекція	семінар	15
2.2	Робити оцінки меж температурного діапазону в якому очікуються прояви квантового розмірного ефекту для заданої нанорозмірної структури	лекція	семінар	15
2.3	Визначати експериментальну методику, застосування якої є найбільш доцільним для вирішення конкретної дослідницької задачі стосовно заданої наносистеми	лекція	семінар	15
3	комунікація:	лекційні заняття	Семінарські заняття	до 5
3.1	Здатність грамотно будувати наукову комунікацію як в усній так і письмовій формах, підбирати правильну термінологію	лекція	семінар	2
3.2	Здатність адекватно доводити і обґрунтовувати свою точку зору з дотриманням загальноприйнятих норм етики.	лекція	семінар	3
4	автономність та відповідальність:	лекційні заняття	Семінарські заняття	до 5
4.1	Здатність до самостійного пошуку технічної літератури або інших джерел інформації для розв'язку поставленої перед студентом задачі.	лекція	семінар	5

6. Співвідношення результатів навчання дисципліни із програмними результатами навчання

Результати навчання дисципліни Програмні результати навчання (назва)	Код															
	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	1.10	2.1	2.2	2.3	3.1	3.2	4.1
РН1. Застосовувати загальні підходи пізнання, методи математики, природничих та інженерних наук до розв'язання складних задач комп'ютерної інженерії.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+						
РН4. Застосовувати спеціалізовані концептуальні знання, що включають сучасні наукові здобутки у сфері комп'ютерної інженерії, необхідні для професійної діяльності, оригінального мислення та проведення досліджень, критичного осмислення проблем інформаційних технологій та на межі галузей знань.											+	+	+	+	+	+
РН8. Застосовувати знання технічних характеристик, конструктивних особливостей, призначення і правил експлуатації програмно-технічних засобів комп'ютерних систем та мереж для вирішення складних задач комп'ютерної інженерії та дотичних проблем.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+			+

7. Схема формування оцінки

7.1. Форми оцінювання

Рівень досягнення всіх запланованих результатів навчання визначається за результатами виконання індивідуальних робіт. Внесок результатів навчання у підсумкову оцінку, за умови їх опанування на належному рівні:

- результати навчання 1.1 – 1.10 [знання] – до 45 %;
- результат навчання 2.1 – 2.3 [вміння] – до 45%;
- результат навчання 3.1-3.2 [комунікація] – до 5%;
- результат навчання 4.1 [автономність та відповідальність] – до 5%;

Форми оцінювання:

- **семестрове оцінювання:** Навчальний семестр має 15 семінарських занять, під час яких студенти отримують семестрові бали. Бали студенти отримують за підготовлені та презентовані ними доповіді. Темати доповідей надаються на першому занятті. Обов'язковим для допуску до іспиту є семестрова оцінка не менша ніж 36 балів.
- **підсумкове оцінювання (у формі іспиту):** форма іспиту – письмово-усна. Екзаменаційний білет складається з 2 питань, питання оцінюються по 20 балів. Всього за іспит можна отримати від 0 до 40 балів. Умовою досягнення позитивної оцінки за дисципліну є отримання не менш ніж 60 балів, оцінка за іспит не може бути меншою **24 бали**.
- **умови допуску до підсумкового іспиту:** умовою допуску до іспиту є отримання студентом сумарно не менше, ніж *критично-розрахунковий мінімум* за семестр. Студенти, які протягом семестру сумарно набрали меншу кількість балів, ніж критично-розрахунковий мінімум **36 балів**. Студенти, які протягом семестру набрали сумарно меншу кількість балів, для одержання допуску до іспиту має виконати додаткове завдання надане викладачем.
- У випадку відсутності студента з поважних причин відпрацювання та перездачі модульних контрольних робіт здійснюються у відповідності до „Положення про організацію освітнього процесу у Київському національному університеті”

7.2. Організація оцінювання;

Оцінювання за формами контролю:

Семестрова робота	Кількість балів	
	Min. – 18	Max. – 30
Модуль 1	18	30
Модуль 2	18	30

Орієнтований графік оцінювання:

Форма оцінювання	Орієнтовний період для здійснення відповідної форми оцінювання
Модуль 1	жовтень
Модуль 2	грудень
Іспит	грудень

Розрахунок балів, які отримують при успішній здачі іспиту:

Значення	Змістовні модулі	Іспит	Підсумкова оцінка
Мінімум	36	24	60
Максимум	60	40	100

7.3. Шкала відповідності оцінок

Оцінка (за національною шкалою) / National grade	Рівень досягнень, % / Marks, %
Відмінно / Excellent	90-100%
Добре / Good	75-89%
Задовільно / Satisfactory	60-74%
Незадовільно / Fail	0-59%

8. Структура навчальної дисципліни. Тематичний план лекційних занять

№ п/п	Назва теми	Кількість годин		
		Лекції	Семінарські заняття	Самостійна робота
Змістовий модуль 1.				
1	Основи квантової механіки	2	3	20
2	Розмірне квантування та квантово розмірні структури	2	3	10
3	Технології створення та квантово розмірних структур	4	6	10
4	Вільні та зв'язані носії в наноструктурах	2	3	10
	Всього	10	15	50
Змістовий модуль 2.				
5	Оптичні властивості квантових структур	2	3	10
6	Кінетичні ефекти в двовимірних системах	2	3	10
7	Сильне магнітне поле та квантовий ефект Холла	2	3	10
8	Властивості квантових дріотів та точок	2	3	10
9	Використання квантово-розмірних структур в мікро- та наноелектроніці	2	3	10
	Всього	10	15	50

Загальний обсяг **150** год., в тому числі:
 Лекції **20** год.
 Семінари **30** год.
 Самостійна робота **100** год.

9. Рекомендована література:

Основні джерела:

- [1] Klaus D. Sattler, Ред., Handbook of — Nanoparticles and Quantum Dots. CRC Press, 2016. 718 pp. doi: 10.1201/9781420075458.
- [2] В.В. Погосов, Ю.А. Куницький, А.В. Бабіч, А.В. Коротун, А.П. Шпак, Нанофізика і нанотехнології, Запоріжжя: ЗНТУ, 2011. 380 с.
- [3] M. V. Fischetti and W. G. Vandenberghe, Advanced Physics of Electron Transport in Semiconductors and Nanostructures, 1st ed. 2016. Cham: Springer International Publishing : Imprint: Springer, 2016. 481 pp. doi: 10.1007/978-3-319-01101-1.
- [4] E. L. Wolf, Nanophysics and Nanotechnology: An Introduction to Modern Concepts in Nanoscience, 1ий вид. Wiley, 2006. 301 pp. doi: 10.1002/9783527618972.
- [5] G. Iadonisi, G. Cantele, and M. L. Chiofalo, Introduction to Solid State Physics and Crystalline Nanostructures, 1st ed. 2014. Milano: Springer Milan : Imprint: Springer, 2014. 707 pp. doi: 10.1007/978-88-470-2805-0.
- [6] J. H. Davies, The physics of low-dimensional semiconductors: an introduction. Cambridge, U.K. ; New York, NY, USA: Cambridge University Press, 1998. 451pp.
- [7] І. О. Вакарчук, Квантова механіка : Підруч. для студ. фіз. спец. вузів, Львів. держ. ун-т ім. І.Франка. - Л. : ЛДУ ім. І.Франка, 1998. 615 с.

Додаткові джерела:

- [1] P. Hommelhoff, Ред., Attosecond nanophysics: from basic science to applications. Weinheim: Wiley-VCH, 2015. 392 pp.
- [2] R. Wiesendanger, Ред., Atomic- and Nanoscale Magnetism, 1st ed. 2018. Cham: Springer International Publishing : Imprint: Springer, 2018. 400 pp. doi: 10.1007/978-3-319-99558-8.
- [3] J. Fransson, Non-equilibrium nano-physics: a many-body approach. Dordrecht ; New York: Springer, 2010. 230 pp.
- [4] T. Zhai and J. Yao, One-dimensional nanostructures: principles and applications. Hoboken, N.J: Wiley, 2012. 594 pp.
- [5] V. M. Fomin, Ред., Physics of Quantum Rings, Second edition. Cham: Springer, 2018. 600 pp.
- [6] S. M. Reimann and M. Manninen, «Electronic structure of quantum dots», Rev. Mod. Phys., V. 74, p. 1283–1342, Nov 2002, doi: 10.1103/RevModPhys.74.1283.
- [7] R. Hanson, L. P. Kouwenhoven, J. R. Petta, S. Tarucha, and L. M. K. Vandersypen, «Spins in few-electron quantum dots», Rev. Mod. Phys., V. 79, p. 1217–1265, Oct 2007, doi: 10.1103/RevModPhys.79.1217.
- [8] В.В. Погосов, Ю.А. Куницький, А.В. Бабіч, А.В. Коротун, Елементи фізики поверхні, нано- структур і технологій, Запоріжжя: ЗНТУ, 2010, 365 с.