

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА**

Інститут високих технологій

Кафедра теоретичних основ високих технологій

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Заступник директора

з науково-педагогічної роботи

Галина ГРАБЧУК

«20» березня 2021 року

Галина Грабчук

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

ФІЗИЧНІ ВЗАЄМОДІЇ В НАНОСИСТЕМАХ

для студентів

галузь знань №16 «Хімічна та біоінженерія»
спеціальність №162 «Біотехнології та біоінженерія»
освітній рівень магістр
освітня програма «Високі технології (Біотехнологія)»
вид дисципліни обов'язкова

Форма навчання	денна
Навчальний рік	2021/2022
Семестр	1
Кількість кредитів ECTS	3.0
Мова викладання, навчання та оцінювання	українська
Форма заключного контролю	іспит

Викладач: Лозовський В.З.

Пролонговано: на 20__/20__ н.р. _____ (_____) «__» 20__ р.
(підпис, ПІБ, дата)

на 20__/20__ н.р. _____ (_____) «__» 20__ р.
(підпис, ПІБ, дата)

КИЇВ – 2021

Розробник:

Лозовський Валерій Зіновійович, доктор фіз.-мат. наук, професор, зав. кафедри теоретичних основ високих технологій

«ЗАТВЕРДЖЕНО»

Завідувач кафедри теоретичних основ високих технологій



Валерій ЛОЗОВСЬКИЙ

Протокол № 11 від «3» березня 2021 р.

Схвалено науково - методичною комісією
Інституту високих технологій
Київського національного університету імені Тараса Шевченка

Протокол від «⁰⁵» березня 2021 року № 3

Голова науково-методичної комісії



Наталя РУСІНЧУК

«⁰⁵» 03 2021 року

ВСТУП

1. Мета дисципліни – ознайомлення студентів з основними фактами, ідеями та методами фізики низьковимірних та нано-систем, що є базою сучасної мікроелектроніки та наноелектроніки, що лежить в основі нових методів та підходів у біотехнології, супрамолекулярної хімії та наномедицини.

2. Попередні вимоги до опанування або вибору навчальної дисципліни (за наявності):

1. Знати основи фізики твердого тіла, квантової та статистичної фізики.
2. Вміти застосовувати знання з загальної фізики, статистичної та квантової фізики до аналізу властивостей фізичних систем і структур.
3. Володіти елементарними навичками з математичного аналізу, лінійної алгебри, диференціальних рівнянь та функцій комплексної змінної

3. Анотація навчальної дисципліни:

Розглядаються основні ефекти, що пов'язані з нано-розмірністю систем, як класичні, так і квантоворозмірні. Обговорюються основні технологічні методи отримання нано-систем та основи сучасних експериментальних методик контролю їхньої морфології та фізичних параметрів. Серед класичних явищ у нано-системах розглянуто ефекти ближнього поля, елементи нанооптики та ефекти сучасної плазмоніки, що лежать в основі сучасної наномедицини. Описано властивості квантоворозмірних ефектів у квантових ямах, надгратках, квантових нитках та точках. Проаналізовано особливості квантового транспорту в квазіодновимірних системах. Показано, як досліджувані ефекти можуть застосовуватись у сучасних фізиці, хімії, біології, біотехнології та медицині.

4. Завдання (навчальні цілі):

Навчання дисципліни має на меті розвинути у студентів такі компетентності:

K01. Здатність проведення досліджень на відповідному рівні.

K02. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.

K05. Здатність виявляти ініціативу та підприємливість.

K08. Здатність здійснювати пошук необхідної інформації в науковій і технічній літературі, базах даних та інших джерелах

K09. Здатність відбирати та аналізувати релевантні дані, у тому числі за допомогою сучасних методів аналізу даних і спеціалізованого програмного забезпечення.

K12. Здатність планувати і виконувати експериментальні роботи в галузі біотехнології з використанням сучасних обладнання та методів, інтерпретувати отримані дані на основі скупності сучасних знань та уявлень про об'єкт і предмет дослідження, робити обґрунтовані висновки.

K14. Здатність прогнозувати напрямки розвитку сучасної біотехнології в контексті загального розвитку науки і техніки.

K23. Здатність розробляти/застосовувати комбіновані біотехнології за допомогою міждисциплінарних підходів, зокрема, з використанням технологій матеріалознавства та хімічних технологій.

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			
1.1	Знати основні поняття фізики низьковимірних систем, основні властивості квантоворозмірних- та нано-структур.	лекції	Письмова контрольна робота	40%
1.2	Мати уявлення: про цілі і задачі фізики низьковимірних та нано-систем, її роль й місце в природознавчих науках; про сучасні напрямки розвитку фізики наноструктур.	лекція	відповіді на іспиті	20%
2.1	Вміти будувати моделі взаємодії між твердотільними наноструктурами та біологічними об'єктами, та аналізувати особливості таких взаємодій	практична робота	Контрольна та самостійна робота	20%
4.1	Прийняти і обґрунтувати рішення з планування та проведення експериментів з біооб'єктами, використовуючи ідеї та методи фізики низьковимірних та нано-систем.	Практична робота	Виконання індивідуальних завдань	20%

6. Співвідношення результатів навчання дисципліни із програмними результатами навчання

Програмні результати навчання	Результати навчання дисципліни			
	1.1	1.2	2.1	4.1
ПР08. Планувати та управляти науково-дослідними, науково-технічними та/або виробничими проектами у галузі біотехнології, базуючись на сучасних тенденціях розвитку науки, техніки та суспільства.		+	+	+
ПР11. Вільно спілкуватися усно і письмово державною та іноземною мовами, обговорювати з фахівцями і нефахівцями результати досліджень, інновації та/або управління виробництвом і біотехнології.	+	+	+	+
ПР18. Знаходити необхідну інформацію у науковій та довідниковій літературі, електронних базах, інших джерелах інформації, оцінювати її релевантність та достовірність.	+	+	+	
ПР19. Оцінювати актуальність досліджуваних наукових проблем, придатність відомих наукових методів для їх дослідження на основі аналізу наявних даних та публікацій у провідних виданнях.		+	+	+
ПР21. Мати навички планування та виконання експериментальних досліджень як особисто, так і у колективі, критичного аналізу отриманих результатів; оформлення результатів досліджень у вигляді звіту, наукової публікації, презентації на наукових та інших заходах.				+
ПР25. Застосовувати сучасні технології матеріалознавства та хімічні технології для розробки/використання новітніх комбінованих біотехнологій.	+			+

7. Схема формування оцінки.

7.1 Форми оцінювання студентів:

- семестрове оцінювання:

1. дві модульні контрольні роботи: РН 1.1-1.2, 4.1 - 40 балів/20 балів.

2. Самостійна семестрова робота: РН 2.1. - 20 балів/16 балів

Усього: 60 балів/36 балів.

- підсумкове оцінювання: іспит – 40 балів/24 бали

Оцінювання	Min	Max
Семестрове оцінювання	36	60
Підсумкове оцінювання (іспит)	24	40
Всього	60	100

7.2 Організація оцінювання:

Після другого практичного заняття студенти отримують індивідуальні завдання до самостійної семестрової роботи. У випадку помилок у розв'язку завдання студенту дозволяється їх виправити після перевірки. Мінімальну кількість балів студент може отримати у випадку правильного розв'язання усіх завдань без представлення їх письмового обґрунтування.

У через 1.5 місяця після початку семестру та в кінці семестру після завершення вивчення тем на останньому практичному занятті проводяться модульні контрольні роботи. Контрольні роботи спрямовані на визначення рівня знань студентами матеріалів лекцій та вміння застосовувати отримані знання до розв'язання задач. Результати контрольної роботи студенти дізнаються у той самий день. Контрольна робота вважається складеною, якщо студент розв'язав задачу та надав хоча короткі відповіді на кожне з запитань. У цьому випадку він отримує мінімально можливу оцінку за контрольну роботу – 10 балів. У випадку неуспішного написання контрольної роботи студенту дозволяється один раз її перекласти.

7.3 Шкала відповідності оцінок

Відмінно / Excellent	90-100
Добре / Good	75-89
Задовільно / Satisfactory	60-74
Незадовільно / Fail	0-59

8. Структура навчальної дисципліни. Тематичний план лекцій і лабораторних занять

№ п/п	Назва теми*	Кількість годин		
		лекції	практичні	Самостійна робота
Частина 1 Класичні ефекти в фізиці нано-систем				
1	Вступ. Загальна характеристика наносистем як прикладу низько-вимірних систем. Гетероструктури, квантові ями та надгратки. Молекулярно-напівпровідникові нанокompозити. Класичні та квантові ефекти, що викликані пониженою вимірністю систем Тема 1 Особливості провідності тонких металічних плівок.	2		2
2	Тема 2 Оптичні властивості наночастинок та тонких плівок. Зовнішнє та локальне поле. Відгук на локальне та зовнішнє поле. Ефективна сприйнятливість. Самоузгоджене локальне поле. Рівняння Ліппмана-Швінгера самоузгодженого поля.	2		4
3	Тема 2 Оптичні властивості наночастинок та тонких плівок. Ефективна сприйнятливість тонких плівок та мезо-частинок. Поглинання зовнішнього випромінювання мезо-частинками та тонкими плівками.	1	2	4
4	Тема 2 Оптичні властивості наночастинок та тонких плівок. Ефективна сприйнятливість нанокompозитних плівок. Поглинання зовнішнього випромінювання нанокompозитними плівками.	1		4
5	Тема 3 Поверхневі хвилі Збудження поверхневого плазмон поляритона. Поверхневий плазмон поляритонний резонанс.	2	2	6
6	<i>Контрольна робота 1</i>	1		
Частина 2 Квантово-розмірні ефекти				
7	Тема 4 Квантові ями Ієрархія довжин в структурах з квантово-розмірними ефектами. Спектр електронних станів в квантових ямах. Прямокутна квантова яма. Щільність станів в квантових ямах. Поперечний електронний транспорт.	2		6
8	Тема 5 Гетероструктури та надгратки Спектр електронних станів в надгратках. Формування мінізон. Повздовжна та поперечна ефективні маси. Щільність станів в надгратках	2		6
9	Тема 6 Тунельний транспорт Метод Т-матриці. Коефіцієнт проходження електрона через тунельну структуру. Резонансне тунелювання. Тунельні діоди	2	2	10

10	Тема 7 Квантові нитки Квазі-одновимірний рух електронів в квантових нитках. Щільність станів. Квантовий транспорт. Формула Ландауера. Квантування кондактансу.	1	2	8
11	Тема 8 Квантові точки Спектр електронних станів в квантових точках. Ефекти локального поля в низьковимірних системах. Лембовські зсуви рівнів в квантових точках. Електронні та оптичні властивості масивів квантових точок.	1	2	6
12	Тема 9 Нано-системи в сучасній біології та медицині	2		4
	<i>Підсумкова модульна контрольна робота чи</i>	1		
	ВСЬОГО	20	10	60

Загальний обсяг 90 год., в тому числі:

Лекції – **20 год.**

Практичні заняття - **10 год.**

Самостійна робота - **60 год.**

9. Рекомендовані джерела:

Основна:

1. V.Mitin, V.Kochelap, M.Strasio, "Quantum Heterostructures/ Microelectronics and Optoelectronics", Univ.Press., Cambridge, 1998
2. J.Davies, "The Physics of Low-Dimensional Semiconductors. An Introduction", Univ.Press., Cambridge, 1998
3. О.В.Третяк, В.З.Лозовський, “Фізика низьковимірних систем”, ВПЦ Київський університет, Київ, 2013

Додаткова:

1. О.В.Третяк, В.З.Лозовський, “Основи фізики напівпровідників” Том 2, ВПЦ Київський університет, Київ, 2009
2. O.Keller, Physics of local field // Phys. Rep.-1996.- v. 268, N2/3.
3. Girard C., Joachim C., Gauthier S. The physics of the near-field. // Rep.Prog.Phys.- 2000.- Vol.63.- P.893-938.
4. V.Lofovski, The Effective Susceptibility Concept in the Electrodynamics of Nano-Systems // J. Computational & Theoretical Nanosciences.- 2011.- v.7.-p.2077-2093.
5. Valeri Z Lofovski, Volodymyr S Lysenko and Natalia M Rusinchuk, Near-field interaction explains features of antiviral action of non-functionalized nanoparticles // Advances in Natural Sciences: Nanoscience and Nanotechnology.- 2020.-v. 11. - 015014 (13pp)

10. Додаткові ресурси:

1. <https://www.mdpi.com/2079-4991/9/10/1365>
2. <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/7063758>