

КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА

Навчально науковий інститут високих технологій

Кафедра теоретичних основ високих технологій _____



РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Фізичні взаємодії в наносистемах

(повна назва навчальної дисципліни)

для студентів

галузь знань 10 природничі науки _____
(шифр і назва)

спеціальність 105 прикладна фізика та наноматеріали
(шифр і назва спеціальності)

освітній рівень _____
магістр
(молодший бакалавр, бакалавр, магістр)

Освітньо-професійна програма **ВИСОКІ ТЕХНОЛОГІЇ (ПРИКЛАДНА ФІЗИКА ТА НАНОМАТЕРІАЛИ)** _____
(назва освітньої програми)

спеціалізація _____
(за наявності) (назва спеціалізації)

вид дисципліни обов'язкова

| | |
|---|-------------------|
| Форма навчання | _____ денна _____ |
| Навчальний рік | 2022/2023 |
| Семестр | _____ 1 _____ |
| Кількість кредитів ECTS | _____ 3 _____ |
| Мова викладання, навчання та оцінювання | українська |
| Форма заключного контролю | екзамен |

Викладачі: Лозовський Валерій Зіновійович, д.ф.-м.н, професор, каф.теор основ високих технологій, Васильєв Тарас Анатолійович, к.ф.-м.н, ас. каф.теор основ високих технологій
(Науково-педагогічні працівники, які забезпечують викладання даної дисципліни у відповідному навчальному році)

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

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

КИЇВ – 2022

Розробник(и)¹: Лозовський Валерій Зіновійович, д.ф.-м.н, професор, зав. каф.теор основ високих технологій (вказати авторів: ПІБ, науковий ступінь, вчене звання, посада, кафедра)

ЗАТВЕРДЖЕНО

Зав. кафедри теоретичних основ високих технологій



(Валерій Лозовський)
(прізвище та ініціали)

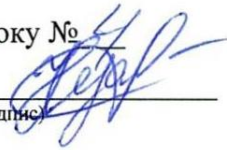
Протокол № 5 від «19» 04 2022р.

Схвалено науково - методичною комісією факультету/інституту² (педагогічною радою коледжу)

Протокол від «13» 05 2022 року № 4

Голова науково-методичної комісії

(підпис)



(Русинчук Н.М.)
(прізвище та ініціали)

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 мікробіології, 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, надґратках, квантових нитках та точках. Проаналізовано особливості квантового транспорту в квазіодновимірних системах. Показано, як досліджувані ефекти можуть застосовуватись у сучасних фізиці, хімії, біології та медицині.

4. Завдання (навчальні цілі):

Навчальні цілі дисципліни спрямовані на досягнення таких загальних та фахових компетентностей:

Інтегральна:

ЖЗдатність самостійно ставити та розв'язувати на інноваційному рівні наукові та науково-технічні задачі проблеми у галузі прикладної фізики, нанофізики, наноматеріалознавства та високих технологій, пов'язані із виготовленням, аналізом властивостей, використанням наноматеріалів, проектування та виготовлення наносенсорних систем, що передбачає застосування теоретичних знань та навичок з фізики, математики, інженерії, програмування, вибраних розділів хімії та біології

Загальні:

ЗК1. Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності.

ЗК5. Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.

ЗК6. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.

ЗК11. Здатність до подальшого навчання, яке значною мірою є автономним та самостійним.

ЗК12. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу

ЗК13. Здатність розв'язувати складні задачі і проблеми, що потребує оновлення та інтеграції знань, часто в умовах неповної/недостатньої інформації та суперечливих вимог.

ЗК17. Володіння спеціалізованими концептуальними знаннями, набутими у процесі навчання та/або професійної діяльності на рівні новітніх досягнень, які є основою для оригінального мислення та інноваційної діяльності, зокрема в контексті дослідницької роботи.

Фахові:

ФК1. Здатність виконувати аналіз спеціальної літератури, формулювати постановку наукової або науково-технічної задачі, обирати методи та методики, складати програми наукових досліджень та науково-технічних розробок у галузі прикладної фізики та наноматеріалів.

ФК3. Здатність аналізувати отримані результати, презентувати їх фахівцям у даній галузі, оформлювати наукові статті та науково-технічні звіти.

ФК4. Здатність встановлювати взаємозв'язок внутрішньої структури елементів та компонентів сучасного обладнання з їх електричними і електрофізичними характеристиками та параметрами.

ФК7. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу, критичного осмислення проблем у професійній діяльності та на межі предметних галузей.

ФК9. Здатність відслідковувати найновіші досягнення в області прикладної фізики та високих технологій, вивчаючи наукову літературу та взаємокорисно спілкуючись із колегами

5. Результати навчання за дисципліною: (описуються з детальною достовірністю для розробки заходів оцінювання)

| 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 наноструктур. | лекції | Письмова контрольна робота | 40% |
| 1.2 | Мати уявлення: про цілі і задачі фізики низьковимірних та наносистем, 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, використовуючи ідеї та методи фізики низьковимірних та наносистем | Практична робота | Виконання індивідуальних завдань | 20% |

* заповнюється за необхідністю, наприклад для практик, лабораторних курсів тощо.

*

6. Співвідношення результатів навчання дисципліни із програмними результатами навчання (необов'язково для вибіркових дисциплін які не входять до блоків спеціалізації)

| Програмні результати навчання | Результати навчання дисципліни | | | |
|--|---------------------------------------|------------|------------|------------|
| | 1.1 | 1.2 | 2.1 | 4.1 |
| <i>ПРН1.</i> Володіти поглибленим рівнем знань у прикладній фізиці, наноматеріало-знавстві, високих технологіях та споріднених областях, включаючи методики проведення експериментів і технології отримання наноматеріалів, рівень цих знань повинен бути достатнім для проведення наукових досліджень на рівні останніх світових досягнень і направлених на їх розширення та поглиблення. | + | + | | |
| <i>ПРН2.</i> Використовувати знання в галузі прикладної фізики, математики, електроніки та інформаційних технологій для виконання наукових досліджень та розв'язання виробничих задач. | + | + | + | |
| <i>ПРН4.</i> Обговорювати та знаходити прогресивні та інноваційні рішення проблем і завдань при виконанні науково-технічних та виробничих проектів. | | + | + | |
| <i>ПРН7.</i> Ефективно працювати як індивідуально, так і в складі команди, оцінювати та забезпечувати якість виконуваних робіт у галузі прикладної фізики та наноматеріалів. | | | + | + |
| <i>ПРН9.</i> Визначати напрямки перспективних досліджень з урахуванням світових тенденцій розвитку науки, техніки й технологій. | + | + | + | + |

7. Схема формування оцінки.

7.1 Форми оцінювання студентів: (зазначається перелік видів робіт та форм їх контролю / оцінювання із зазначенням результатів навчання які на них мають бути оцінені, а також кількість балів/відсоток у підсумковій оцінці із дисципліни, пороговий рівень позитивної оцінки)

- семестрове оцінювання:

1. Контрольна робота: 2 контрольні роботи кожна по 15 балів

2. Регулярне відвідування лекцій і активна робота на лекціях та практичних заняттях 15 балів

3. Виконання індивідуального завдання – 15 балів

- підсумкове оцінювання у формі екзамену вказується:

максимальна кількість балів які можуть бути отримані студентом - 40 балів

“Для отримання загальної позитивної оцінки з дисципліни оцінка за екзамен не може бути меншою 24 балів”¹

Слід також чітко прописати умови, які висувуються викладачами даної дисципліни як необхідна умова допуску до екзамену: “Студент не допускається до екзамену, якщо під час семестру набрав менше ніж 30 балів². Якщо серед результатів навчання дисципліни є такі які не можуть бути перевірені на екзамені формулюються додаткові вимоги, наприклад: “Студент допускається до екзамену за умови виконання всіх (або %) передбачених планом лабораторних робіт”

7.2 Організація оцінювання: (обов'язково зазначається порядок організації передбачених робочою навчальною програмою форм оцінювання із зазначенням орієнтовного графіку оцінювання).

7.3 Шкала відповідності оцінок

| | |
|---------------------------|--------|
| Відмінно / Excellent | 90-100 |
| Добре / Good | 75-89 |
| Задовільно / Satisfactory | 60-74 |
| Незадовільно / Fail | 0-59 |
| Зараховано / Passed | 60-100 |
| Не зараховано / Fail | 0-59 |

¹ У випадку коли студент на екзамені набрав менше вказаної кількості балів вони не додаються до семестрової оцінки (незалежно від кількості балів, отриманих під час семестру), в екзаменаційній відомості у колонці “бали за екзамен” ставиться “0”, а в колонку «результуюча оцінка» переноситься лише кількість балів, отриманих під час семестру.

² Мінімальна кількість балів не може бути меншою ніж різниця рівня порогової оцінки (60 балів) і кількості балів в винесених на екзамен (зазвичай 40) — якщо у студента менше 20 балів, він фізично не в змозі отримати позитивну оцінку. Викладач, якщо це аргументовано результатами навчання які не виносяться на екзамен, може визначити і вищий рівень мінімальної оцінки (як правило до 36 балів).

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

| № п/п | Назва теми* | Кількість годин | | |
|---|--|-----------------|--|----------------------|
| | | лекції | семінари/ практичні/ лабораторні вибрати необхідне | 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 нанокомпозити. 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 нанокомпозитних плівок. Поглинання зовнішнього випромінювання нанокомпозитними 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. Повздовжня та поперечна ефективні маси. Щільність станів в надгратках | 2 | | 6 |
| 9 | Тема 6 Тунельний транспорт Метод Т-матриці. Коефіцієнт проходження | 2 | 2 | 10 |

| | | | | |
|----|--|-----------|-----------|-----------|
| | електрона через тунельну структуру. Резонансне тунелювання. Тунельні діоди | | | |
| 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, хімії та медицині | 2 | | 4 |
| | Підсумкова модульна контрольна робота чи | 1 | | |
| | Курсова робота з дисципліни (за наявності у навчальному плані) | | | |
| | ВСЬОГО³ | 20 | 10 | 60 |

*Примітка: слід зазначити також теми, винесені на самостійне вивчення

Загальний обсяг 90 год., в тому числі:

Лекцій – 20 год.

Практичні заняття - 10 год.

Тренінги - _____ год.

Консультації - _____ 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)

³ У робочій програмі навчальної дисципліни для лекційних, семінарських, практичних і лабораторних занять зазначається реальна кількість годин (кратне 2 год. – час тривалості пари).

10. Додаткові ресурси:

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

Посилання на електронні ресурси (не тільки відкриті) на яких розміщено додаткову інформацію щодо дисципліни — приклади контрольних і екзаменаційних завдань, тематика рефератів, методичні вказівки по виконанню лабораторних робіт, тощо)