

КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА

Факультет радіофізики, електроніки та комп'ютерних систем

Кафедра електрофізики

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Заступник декана з навчальної роботи

_____ Олексій НЕЧИПОРУК

« ____ » _____ 2022 року

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Комп'ютерні технології у фізиці

для студентів

рівень вищої освіти

другий (магістерський)

галузь знань

10 Природничі науки

спеціальність

105 Прикладна фізика та наноматеріали

освітня програма

Прикладна фізика та наноматеріали

вид дисципліни

вибіркова

Форма навчання

денна

Навчальний рік

2022/2023

Семестр

2

Кількість кредитів ECTS

4

Мова викладання

українська

Форма заключного контролю

залік

Викладач:

Володимир СОХАЦЬКИЙ, кандидат фіз.-мат. наук, доцент кафедри електрофізики.

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

КИЇВ-2022

Розробник:

Володимир СОХАЦЬКИЙ, кандидат фіз.-мат. наук, доцент кафедри електрофізики.

«ЗАТВЕРДЖЕНО»

Завідувач кафедри електрофізики

_____ Сергій САВЕНКОВ

Протокол № __ від « __ » _____ 2022 р.

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

Протокол № __ від « __ » _____ 2022 р.

Голова науково-методичної комісії

Сергій РАДЧЕНКО

« __ » _____ 2022 року.

ВСТУП

1. Мета дисципліни – Підготувати слухачів до роботи в галузі експериментальних та теоретичних фізичних досліджень, а також вивчити основні способи поєднання описів фізичних явищ з комп'ютерними методиками, які застосовуються для розрахунків і моделювання згаданих фізичних явищ. В рамках даної дисципліни передбачається ознайомлення та оволодіння основами сучасних знань про фундаментальні закони загальної фізики, навчання практичному застосуванню фізичних експериментальних методів та теоретичних положень фізики, а також поглиблення розвитку логічного та аналітичного мислення.

2. Попередні вимоги до опанування або вибору навчальної дисципліни:

Навчальна дисципліна «Комп'ютерні технології у фізиці» базується на циклі дисциплін професійної та практичної підготовки бакалавра та магістра, а саме: “Загальна фізика”, “Фізика конденсованого середовища”, “Квантова механіка”, “Статистична фізика” “Диференціальні рівняння”.

Попередні вимоги:

студент повинен знати: основні закони, рівняння та співвідношення електрики та магнетизму, атомної фізики, квантової механіки, статистичної фізики, на рівні випускника бакалавратури Київського національного університету імені Тараса Шевченка.

студент повинен вміти: здійснювати постановку фізичних задач, ідентифікувати практично доцільні підходи до їхнього вирішення та використовувати необхідні в кожному конкретному випадку математичні методи на рівні випускника бакалавратури Київського національного університету імені Тараса Шевченка.

3. Анотація навчальної дисципліни:

«Комп'ютерні технології у фізиці» є базовою дисципліною циклу. Вона необхідна для формування професійних навиків фахівця з Прикладної фізики. Оскільки комп'ютерні методи широко використовуються як при експериментальних, так і теоретичних дослідженнях в усіх галузях фізики, технології, техніки, то при вивченні даної дисципліни студенти опановують типові методи моделювання, розрахунків та управління при виконанні фізичних досліджень.

В сучасній фізиці, техніці, радіоелектроніці комп'ютерне забезпечення відіграє дуже значну роль; в багатьох випадках воно є основою для практичної реалізації нових ідей, технологій, пристроїв та складовою частиною функціонування будь-яких пристроїв. З часом технічні засоби поступово все більше ускладнюються і роль комп'ютерів все більше зростає. Створення та функціонування сучасних електронних пристроїв взагалі неможливе без сучасного комп'ютерного забезпечення.

Запропонований курс включає в себе викладення основних методів та прийомів, що застосовуються для роботи з комп'ютерами в фізиці та електроніці, ознайомлення з найбільш популярними пакетами прикладних програм; ознайомлення з методами опису фізичних явищ за допомогою математичних моделей, що описуються програмно; застосуванням програм в технологічних процесах, метрологічному забезпеченні тощо. Курс розрахований на майбутніх спеціалістів, зайнятих як науковою діяльністю у галузі фундаментальних фізичних досліджень, так і розробників електронної апаратури, що працює на нових принципах, зокрема керуванні властивостями речовини на нанорозмірному та молекулярному рівнях і в якій можуть використовуватись магнітні, оптичні явища, електронні, квантові ефекти в нанорозмірних структурах.

4. Завдання навчальної дисципліни (навчальні цілі):

- Надати основні відомості курсу «Комп'ютерні технології у фізиці», які складають важливу частину загально-наукової підготовки магістра за спеціальністю «Прикладна фізика та наноматеріали».

- Навчити принципам побудови та можливостям програмного забезпечення пристроїв вводу-виводу інформації, комп'ютерних вимірювальних систем, програмних пакетів керування фізичним експериментом, методикам використання електронних таблиць, прикладних пакетів наукової графіки для обробки результатів вимірювань, відображення скан-копій, розпізнавання образів та редагування зображень, методам розробки схем, моделей, системи комп'ютерної алгебри для розв'язку задач математичної фізики в числовому та символічному вигляді, включаючи комп'ютерну анімацію та її застосування у фізичних дослідженнях, а також засобам комп'ютерної підготовки текстів наукових публікацій та презентацій за результатами наукових досліджень.

- Навчити застосовувати основні відомості курсу у професійній діяльності, розвивати у

магістрів аналітичне мислення та науковий підхід.

- Навчити застосовувати отримані знання та уміння в моделюванні та розробці фізичних систем із заданим набором фізико-хімічних властивостей та функціональностей.

Дисципліна спрямована на формування програмних компетентностей:

Загальні компетентності:

- ЗК 8. Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.
- ЗК 12. Навички міжособистісної взаємодії.

Фахові компетентності:

- ФК 4. Здатність брати участь у виготовленні зразків матеріалів та об'єктів дослідження.
- ФК 7. Здатність брати участь в роботі колективів виконавців, у тому числі у міждисциплінарних проектах

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 | письмові модульні контрольні роботи | до 45 |
| 1.1 | Загальні основи фізики конденсованих середовищ. Загальний опис електронно-кристалічних систем. | лекція | МКР | 1 |
| 1.2 | Загальні підходи до обчислення механічних, електронних, оптичних, магнітних та інших фізичних та хімічних властивостей наноструктур. | лекція | МКР | 1 |
| 1.3 | Основні експериментальні методи вимірювання механічних, електронних, оптичних, магнітних та інших фізико-хімічних властивостей наноструктур. | лекція | МКР | 1 |
| 1.4 | Роль сучасної мікроскопії та спектроскопії в дослідженнях наноструктур. | лекція | МКР | 1 |
| 1.5 | Основні закономірності та тенденції зміни фізичних характеристик речовини при переході від макроскопічних до нанорозмірних зразків. | лекція | МКР | 1 |
| 1.6 | Еволюція властивостей активних елементів електронних схем при переході від мікроелектроніки до наноелектроніки. | лекція | МКР | 1 |
| 1.7 | Основні види технологій наноструктуризації речовини. | лекція | МКР | 1 |
| 1.8 | Можливості сучасних комп'ютерних методів та програм при їх застосуванні у фізичних дослідженнях, фізичному експерименті та при розробці вимірювальної апаратури; основні принципи побудови та можливості сучасних комп'ютерних технологій при їх застосуванні у теоретичних дослідженнях, фізичному експерименті та при розробці вимірювальної апаратури. | лекція | МКР | 1 |
| 1.9 | Проблематику чисельного розв'язання квантово-механічних рівнянь та застосування обчислювальної інфраструктури. | лекція | МКР | 1 |
| 1.10 | Основні відмінності наноструктуризації в одно-, дво- та тривимірному випадках. | лекція | МКР | 1 |
| 2 | вміти: | лекційні заняття | письмові модульні контрольні роботи | до 45 |
| 2.1 | Застосовувати можливості сучасних комп'ютерних методів аналізу та моделей для розв'язання реальних задач наукових досліджень на основі ефективного використання сучасних комп'ютерних систем та програмного забезпечення. | лекція | МКР | 1 |

| | | | | |
|-----|--|------------------|-------------------------------------|------|
| 2.2 | Розраховувати параметри власних електронних станів в нанорозмірних потенціальних ямах прямокутної симетрії різної розмірності. | лекція | МКР | 1 |
| 2.3 | Робити оцінки меж температурного діапазону в якому очікуються прояви квантового розмірного ефекту для заданої нанорозмірної структури. | лекція | МКР | 1 |
| 3 | комунікація: | лекційні заняття | письмові модульні контрольні роботи | до 5 |
| 3.1 | Здатність грамотно будувати наукову комунікацію як в усній так і письмовій формах, підбирати правильну термінологію. | лекція | МКР | 1 |
| 3.2 | Здатність до командної роботи у науково-дослідницьких проєктах. | лекція | МКР | 1 |
| 4 | автономність та відповідальність: | лекційні заняття | письмові модульні контрольні роботи | до 5 |
| 4.1 | Здатність до самостійного пошуку наукової літератури або інших джерел інформації для розв'язання поставленої перед магістром науково-дослідницької задачі. | лекція | МКР | 1 |

6. Співвідношення результатів навчання дисципліни із програмними результатами навчання:

| Програмні результати навчання | Результати навчання дисципліни | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|--------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| | 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 |
| ПРН 1. Глибокі знання в галузі сучасної прикладної фізики і фізики наноматеріалів | + | + | + | + | | | | | | | | | | | | |
| ПРН 8. Знаходити прогресивні та інноваційні рішення проблем і завдань при виконанні науково-технічних проєктів. | | | | + | + | | | | | | | | | | | |
| ПРН 10. Оцінювати важливість матеріалів для досягнення цілей наукового дослідження в галузі прикладної фізики. | | | | | + | | | + | + | | | | | | | |
| ПРН 14. Використовувати сучасні методи і технології наукової комунікації українською та іноземними мовами | | | | | | + | + | | | + | | | | | | |

7. Схема формування оцінки

7.1. Форми оцінювання

Рівень досягнення всіх запланованих результатів навчання визначається за результатами написання письмових контрольних 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 три змістовні модулі. Після завершення лекцій №4, №8 та №12 проводяться письмові модульні контрольні роботи. Обов'язковим для допуску до заліку є: написання модульних контрольних робіт з кількістю балів не менше 12.

Підсумкове оцінювання (у формі заліку): форма заліку – письмово-усна. Контрольний (заліковий) білет складається з 2 питань, питання оцінюються по 20 балів. Всього за залік 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 заліку: умовою допуску до заліку є отримання магістром сумарно не менше, ніж *критично-розрахунковий мінімум* за семестр. Магістри, які протягом семестру сумарно набрали меншу кількість балів, ніж критично-розрахунковий мінімум **36 балів**, для одержання допуску до іспиту обов'язково повинні виконати додаткові контрольні завдання.

У випадку відсутності магістра 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. – 12 | Max. – 20 |
| Модульна контрольна робота 1 | 12 | 20 |
| Модульна контрольна робота 2 | 12 | 20 |
| Модульна контрольна робота 3 | 12 | 20 |

Орієнтований графік оцінювання:

| Форма оцінювання | Орієнтовний період для здійснення відповідної форми оцінювання |
|---|--|
| Модульна контрольна робота 1 | жовтень |
| Модульна контрольна робота 2 | листопад |
| Модульна контрольна робота 3 | грудень |
| Добір балів/додаткова контрольна робота | 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, % |
|--|--------------------------------|
| Зараховано / Passed | 60-100% |
| Не зараховано / Fail | 0-59% |

8. Структура навчальної дисципліни. Тематичний план лекційних занять

| № з/п | Назва теми | Кількість годин | | |
|-------|--|-----------------|----------|-------------------|
| | | Лекції | Семінари | Самостійна робота |
| 1 | 1. Алгоритми взаємодії складових частин сучасного комп'ютера, типові налаштування, характеристики інтерфейсів. 2. Методи вводу-виводу інформації в(з) комп'ютер(а) та характеристика пристроїв вводу-виводу. Використання АЦП для обробки експериментальних результатів. | 2 | – | 6 |
| 2 | Комп'ютерні осцилографи, мультиметри, генератори, спектроаналізатори. Розрахунки та моделювання вольт-амперних, частотних характеристик електронних схем підсилення, генерації та обробки сигналів | 2 | 2 | 6 |

| | | | | |
|----|---|---|---|---|
| | програмними методами (прогр. <i>MultiSim</i>). | | | |
| 3 | 1. Застосування програмних пакетів для обробки даних та побудови графічних діаграм - <i>Origin, Excel</i> . 2. Основні принципи підготовки наукових текстів засобами <i>MS Office</i> . Засоби побудови графічних об'єктів. Прийоми встроювання формул та графіків. | | 2 | 6 |
| 4 | Застосування комп'ютерних методів для розв'язку фізичних задач спінової електроніки. Магнітна та теплова дії поляризованого струму на феромагнітні наночастинки плівкової структури. | 2 | 2 | 6 |
| 5 | Визначення електричного опору нанорозмірних провідних плівок 4-х точковим методом. | 2 | – | 6 |
| 6 | Розрахунки та виміри просторового розподілу напруженості поля циліндричної котушки та визначення її електронно-фокусуєчих характеристик. | 2 | 2 | 6 |
| 7 | Опис і застосування ступеневої та дельта-функцій. Спектральний аналіз та радіотехнічні і комп'ютерні методи його реалізації. | 2 | – | 6 |
| 8 | Комп'ютерне моделювання мікромагнітних неоднорідностей із розрахунками характерних розмірів доменів та доменних границь. | 2 | 2 | 6 |
| 9 | 1. Моделювання перемагнічування шаруватої структури за допомогою енергетичних діаграм. Побудова кривих перемагнічування тонкопліткових структур із обмінно- та магнітостатично-зв'язаними шарами. Моделювання перемагнічування об'ємного кристалу з об'ємно- та гранцентованими ґратками. (Прогр. <i>MathCad</i>). | 2 | 2 | 6 |
| 10 | 1. Принципи стрейтроніки. Моделювання магнітопружних ефектів в шаруватих та об'ємних магнітних структурах. Побудова кривих магнітопружного перемагнічування та визначення характеристик п'єзомагнітних датчиків. | 2 | – | 6 |
| 11 | Взаємодія оптичного випромінювання з магнітними неоднорідностями феромагнетика. Визначення розмірів магнітних неоднорідностей, придатних для оптичного зчитування із роздільною здатністю меншою за довжину хвилі світла (гаусів колокол). | 2 | – | 6 |
| 12 | Визначення коефіцієнта оптичного пропускання прозорих наночастинчатих структур. | 2 | 2 | 6 |

| | | | | |
|---------------|--|-----------|-----------|-----------|
| 13 | Імпульсне та квазістатичне оптичне перемагнічування ферромагнітних середовищ. | 2 | – | 6 |
| 14 | Визначення характеристик світлового променя та магнітного середовища для максимально ефективної взаємодії оптичної та магнітної підсистем. | 2 | – | 2 |
| Всього | | 26 | 14 | 80 |

Загальний обсяг **120** год., в тому числі:
 Лекції **26** год.
 Семінарські **14** год.
 Самостійна робота **80** год.

9. Рекомендована література:

Основні джерела:

1. О.В.Третяк, В.А.Львов, О.В.Барабанов. Фізичні основи спінової електроніки. Київськ.унів-т, 2002.
2. В. П. Сохацький, М. В. Петричук. Комп'ютерні технології у фізиці. Методики моделювання магнітних, електричних та оптичних явищ.
3. О.І.Товстолиткін, М.О.Боровий, В.В.Курилюк, Ю.А.Куницький. Фізичні основи спінтроники. Вид.»Нілан-ЛТД», Вінниця, 2014.

Додаткові джерела:

4. А.М. Погорілий, С.М. Рябченко, О.І. Товстолиткін. Спінтроніка. Основні явища. Тенденції розвитку. Укр. фіз. журн. Огляди 2010. Т. 6, №1.
5. M. Kachniarz and R. Szewczyk. Study on the Rayleigh Hysteresis Model and its Applicability in Modeling Magnetic Hysteresis Phenomenon in Ferromagnetic Materials. Acta Physica Polonica A, Vol. 131 (2017), No5.