Додаток 1

Додаток до робочої програми навчальної дисципліни
Використання ПК у наукових дослідженнях
(назва дисципліни)

Дію робочої програми продовжено: на 2022/2023 н. р.

Заступник декана фізичного факультету з навчальної роботи

_____ Рохмістров Д.В.
(підпис) (прізвище, ініціали)

«30» 08 2022р.

Голова науково-методичної комісії _____ факультету

_____ Макаровський М.О.
(підпис) (прізвище, ініціали)

«30» 08 2022 р.

Додаток 1

Додаток до робочої програми навчальної дисципліни
Використання ПК у наукових дослідженнях
(назва дисципліни)

Дію робочої програми продовжено: на 2021/2022 н. р.

Заступник декана фізичного факультету з навчальної роботи

_____ Рохмістров Д.В.
(підпис) (прізвище, ініціали)

«30» 08 2021 р.

Голова науково-методичної комісії фізичного факультету

_____ Макаровський М.О.
(підпис) (прізвище, ініціали)

«30» 08 2021 р.

Додаток 7

Міністерство освіти і науки України

Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна

Кафедра теоретичної фізики імені академіка І.М.Ліфшиця_

“ЗАТВЕРДЖУЮ”

Проректор

з науково-педагогічної роботи

_____

«___» _____20 р.

Робоча програма навчальної дисципліни

Використання ПК у наукових дослідженнях

(назва навчальної дисципліни)

рівень вищої освіти _____бакалавр_____

галузь знань_____10 Природничі науки_____

(шифр і назва)

спеціальність _____104 – Фізика та астрономія_____

(шифр і назва)

освітня програма _____“Фізика”_____

(шифр і назва)

спеціалізація _____

(шифр і назва)

вид дисципліни_____обов’язкова_____

(обов’язкова / за вибором)

факультет _____фізичний_____

2020 / 2021 навчальний рік

Програму рекомендовано до затвердження Вченою радою фізичного факультету

“ 31 ” 08 2021 року, протокол № 7

РОЗРОБНИКИ ПРОГРАМИ:
Апостолов Станіслав Сергійович, д. фіз.-мат. наук, доц., Єзерська Олена Володимирівна, канд. фіз.-мат. наук, доц.

Програму схвалено на засіданні кафедри
теоретичної фізики імені академіка. М. Ліфшиця

Програму схвалено на засіданні кафедри теоретичної фізики імені академіка І.М.Ліфшиця

Протокол від “ 30 ” 06 2021 року № 11

Завідувач кафедри теоретичної фізики імені академіка І.М.Ліфшиця

(підпис) Рашба Г.І.
(прізвище та ініціали)

Програму погоджено з гарантом освітньої програми

фізика (спеціальність 104 – фізика та астрономія)
назва освітньої програми

Гарант освітньої (професійної/наукової) програми
(керівник проектної групи) Лазоренко О.В.

(підпис) Лазоренко О.В
(прізвище та ініціали)

Програму погоджено методичною комісією
фізичного факультету
назва факультету, для здобувачів вищої освіти якого викладається навчальна дисципліна

Протокол від “ 31 ” 08 2021 року № 1

Голова методичної комісії фізичного факультету

(підпис) Макаровський М.О..
(прізвище та ініціали)

ВСТУП

Програма навчальної дисципліни «**Використання ПК у наукових дослідженнях**» складена відповідно до освітньо-професійної (освітньо-наукової) програми підготовки першого рівню вищої освіти – бакалавр,
спеціальності (напряму) 104 – фізика та астрономія
спеціалізації

1. Опис навчальної дисципліни

1.1. Мета та завдання навчальної дисципліни

Метою викладання навчальної дисципліни «Використання ПК у наукових дослідженнях» є формування уявлень студентів про сучасні комп'ютерні технології та методи комп'ютерного моделювання в фізиці.

1.2. Основні завдання вивчення дисципліни «Використання ПК у наукових дослідженнях»

навчити студентів

- проводити науковий пошук за допомогою Internet ресурсів,
- розробляти презентації лекцій та наукових доповідей за допомогою PowerPoint,
- основам програмування за допомогою символьного пакету Mathematica,
- основам роботи із графічним редактором Origin,
- вибирати адекватні підходи для вирішення фізичних задач точними та наближеними методами за допомогою навчальної та довідкової літератури із використанням можливостей ПК.

Компетентності, що забезпечуються дисципліною:

• Здатність розв’язувати складні спеціалізовані задачі та практичні проблеми з фізики та/або астрономії у професійній діяльності або у процесі подальшого навчання, що передбачає застосування певних теорій і методів фізики та/або астрономії і характеризується складністю та невизначеністю умов (ІК).

• Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу (ЗК-1).

• Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях (ЗК-2).

• Навички використання інформаційних і комунікаційних технологій (ЗК-3).

• Здатність бути критичним і самокритичним (ЗК-4).

• Здатність приймати обґрунтовані рішення (ЗК-5).

• Навички міжособистісної взаємодії (ЗК-6).

• Здатність оцінювати та забезпечувати якість виконуваних робіт (ЗК-8).

• Визначеність і наполегливість щодо поставлених завдань і взятих обов’язків (ЗК-9).

• Здатність спілкуватися державною мовою як усно, так і письмово (ЗК-12).

• Здатність спілкуватися іноземною мовою (ЗК-13).

• Знання і розуміння теоретичного та експериментального базису сучасної фізики та астрономії (ФК-1).

• Здатність працювати із науковим обладнанням та вимірювальними приладами, обробляти та аналізувати результати досліджень (ФК-4).

• Здатність виконувати обчислювальні експерименти, використовувати чисельні методи для розв’язування фізичних та астрономічних задач і моделювання фізичних систем (ФК-5).

• Здатність моделювати фізичні системи та астрономічні явища і процеси (ФК-6).

• Здатність використовувати базові знання з фізики та астрономії для розуміння будови та поведінки природних і штучних об’єктів, законів існування та еволюції Всесвіту (ФК-7).

• Здатність працювати з джерелами навчальної та наукової інформації (ФК-9).

• *Здатність самостійно навчатися і опановувати нові знання з фізики, астрономії та суміжних галузей (ФК-10).*

• *Усвідомлення професійних етичних аспектів фізичних та астрономічних досліджень (ФК-12).*

• *Орієнтація на найвищі наукові стандарти - обізнаність щодо фундаментальних відкриттів та теорій, які суттєво вплинули на розвиток фізики, астрономії та інших природничих наук. (ФК-13).*

• *Здатність здобувати додаткові компетентності через вибіркові складові освітньої програми, самоосвіту, неформальну та інформальну освіту (ФК-14).*

1.3. Кількість кредитів 3.
1.4. Загальна кількість годин 90.

1.5. Характеристика навчальної дисципліни
Обов'язкова
Денна форма навчання
Рік підготовки
4-й
Семестр
7-й
Лекції
Не передбачені навчальним планом
Практичні, семінарські заняття
32 год.
Лабораторні заняття
Не передбачені навчальним планом
Самостійна робота
58 год. (в тому числі 20 год. на курсову роботу)
Індивідуальні завдання
Курсова робота
Під час самостійної роботи 20 год. (з 58 год.)
Залік

1.6. Заплановані результати навчання

Згідно з вимогами освітньо-професійної (освітньо-наукової) програми студенти повинні досягти таких результатів навчання:

Набути базові уявлення про можливості використання сучасних інформаційних технологій для проведення наукових досліджень і опрацювання їх результатів, принципи і методи використання ПК у наукових дослідженнях.

Бути здатними застосовувати відповідні графічні редактори та символьні пакети математичних обчислень для точного та наближеного розв'язку фізичних задач.

Програмні результати навчання, що забезпечуються дисципліною:

• Знати, розуміти та вміти застосовувати на базовому рівні основні положення загальної та теоретичної фізики, зокрема, класичної, релятивістської та квантової механіки, молекулярної фізики та термодинаміки, електромагнетизму, хвильової та квантової оптики, фізики атома та атомного ядра для встановлення, аналізу, тлумачення, пояснення й класифікації суті та механізмів різноманітних фізичних явищ і процесів для розв'язування складних спеціалізованих задач та практичних проблем з фізики та/або астрономії (ПРН-1).

• Знати і розуміти фізичні основи астрономічних явищ: аналізувати, тлумачити, пояснювати і класифікувати будову та еволюцію астрономічних об'єктів Всесвіту (планет,

зір, планетних систем, галактик тощо), а також основні фізичні процеси, які відбуваються в них (ПРН-2).

• Знати і розуміти експериментальні основи фізики: аналізувати, описувати, тлумачити та пояснювати основні експериментальні підтвердження існуючих фізичних теорій (ПРН-3).

• Знати основні актуальні проблеми сучасної фізики та астрономії (ПРН-5).

• Оцінювати вплив новітніх відкриттів на розвиток сучасної фізики та астрономії (ПРН-6).

• Розуміти, аналізувати і пояснювати нові наукові результати, одержані у ході проведення фізичних та астрономічних досліджень відповідно до спеціалізації (ПРН-7).

• Мати базові навички самостійного навчання: вміти відшуковувати потрібну інформацію в друкованих та електронних джерелах, аналізувати, систематизувати, розуміти, тлумачити та використовувати її для вирішення наукових і прикладних завдань (ПРН-8).

• Вміти упорядковувати, тлумачити та узагальнювати одержані наукові та практичні результати, робити висновки (ПРН-11).

• Розуміти зв'язок фізики та/або астрономії з іншими природничими та інженерними науками, бути обізнаним з окремими (відповідно до спеціалізації) основними поняттями прикладної фізики, матеріалознавства, інженерії, хімії, біології тощо, а також з окремими об'єктами (технологічними процесами) та природними явищами, що є предметом дослідження інших наук і, водночас, можуть бути предметами фізичних або астрономічних досліджень (ПРН-13).

• Знати і розуміти роль і місце фізики, астрономії та інших природничих наук у загальній системі знань про природу та суспільство, у розвитку техніки й технологій та у формуванні сучасного наукового світогляду (ПРН-17).

• Розуміти значення фізичних досліджень для забезпечення сталого розвитку суспільства (ПРН- 22).

• Розуміти історію та закономірності розвитку фізики та астрономії (ПРН-23).

• Розуміти місце фізики та астрономії у загальній системі знань про природу і суспільство та у розвитку суспільства, техніки і технологій (ПРН-24).

• Мати навички самостійного прийняття рішень стосовно своїх освітньої траєкторії та професійного розвитку (ПРН-25).

2. тематичний план навчальної дисципліни

Розділ 1. СУЧАСНІ КОМП'ЮТЕРНІ ТЕХНОЛОГІЇ

Тема 1. Операційна система Windows та офісний пакет Microsoft Office: робота з текстами, електронними таблицями, презентаціями, базами даних. Редактор формул MathType.

Тема 2. Відкритий офісний пакет Open Office як альтернатива Microsoft Office.

Тема 3. Видавнича система для наукових публікацій LaTeX.

Тема 4. Науковий пошук в Internet. Бібліографічні та реферативні бази даних: платні – Web of Science, Scopus та безкоштовні – Research Gate, Scholar Google, ORCID. Безкоштовна база наукових публікацій xxx.lanl.gov.

Тема 5. Підготовка презентацій та демонстрацій за допомогою PowerPoint.

Розділ 2. КОМП'ЮТЕРНІ МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Тема 6. Вільна система комп'ютерної алгебри Maxima.

Тема 7. Система комп'ютерних обчислень Mathematica.

Тема 8. Графічні можливості Mathematica.

Тема 9. Робота із масивами в Mathematica.

Тема 10. Диференціювання та інтегрування в системі Mathematica.

Тема 11. Символьне та чисельне вирішення алгебраїчних та трансцендентних рівнянь.

Тема 12. Вирішення диференціальних рівнянь в системі Mathematica. Нове в останніх версіях Mathematica: пошук власних значень та власних функцій за допомогою команди DEigenSystem.

Тема 13. Фурьє-аналіз в Mathematica.

Тема 14. Методи комп'ютерної анімації в Mathematica.

Тема 15. Експорт та імпорт даних в Mathematica.

Тема 16. Моделювання нелінійних коливань в класичній механіці: фазові портрети, точки біфуркації.

Тема 17. Моделювання в квантовій механіці: тунельний ефект, періодичні потенціали.

Тема 18. **Origin** – пакет програм для чисельного анализу даних та наукової графіки. Перше знайомство з пакетом Comsol-Multiphysics

3. Структура навчальної дисципліни

Назви модулів і тем	Кількість годин					
	Денна форма					
	Усього	у тому числі				
		л	п	лаб	інд	с.р
1	2	3	4	5	6	7
Розділ 1. **СУЧАСНІ КОМП'ЮТЕРНІ ТЕХНОЛОГІЇ**						
Тема 1	3		1			2
Тема 2	3		1			2
Тема 3	5		2			2
Тема 4	5		2			2
Тема 5	5		2			2
Разом за розділом 1	18		8			10
Розділ 2. **КОМП'ЮТЕРНІ МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ**						
Тема 6	7		1			2
Тема 7	7		1			2
Тема 8	7		2		2	2
Тема 9	7		2		2	2
Тема 10	7		2		2	2
Тема 11	7		2		2	2
Тема 12	6		2		2	2
Тема 13	6		2		2	2
Тема 14	6		2		2	2
Тема 15	6		2		2	2
Тема 16	6		2		2	2
Тема 17	7		2		2	2
Тема 18	7		2			4
Разом за розділом 2	86		24		20	28
Усього годин	**90**		**32**		**20**	**28**

4. Теми семінарських (практичних, лабораторних) занять

Теми практичних занять визначаються відповідними темами курсу.

5. Завдання для самостійної роботи

№ з/п	Види, зміст самостійної роботи	Кількість годин
1	2	2
Тема 1.	Розглянути можливості редактору формул MathType та вбудованого редактору формул пакету Microsoft Word. Підготувати електронну версію однієї з лекцій (за вибором студента)	2
Тема 2.	Розглянути можливості відкритого пакету Open Office. Підготувати електронну версію однієї з лекцій (за вибором студента)	2
Тема 3.	Ознайомитися зі структурою документів LaTex та можливостями оформлення математичних формул.	2
Тема 4.	Провести самостійно пошук електронних ресурсів та посилань за темою своєї випускної роботи бакалавра.	2
Тема 5.	Зробити презентацію лекції по спецкурсу (за вибором студента)	2
Тема 6.	Робота онлайн з символьним пакетом «Maxima» – обчислення інтегралів, побудова графіків	2
Тема 7.	Самостійно за допомогою команди “HELP – F1” навчитися знаходити основні команди Mathematica (Plot, Integrate, Solve, DSolve та ін.), їх опис, приклади застосування.	2
Тема 8.	Побудова графіків елементарних та спеціальних функцій в Mathematica: двовимірні, тривимірні, контурні, векторні, параметричні графіки. Команди Graphics, Graphics3D, ArrowPlot, DensityPlot, DensityPlot3D. В тому числі виконання курсової роботи – 1 год.	4
Тема 9.	Обробка масивів даних. Команди List, Table, Select, Join, Union. В тому числі виконання курсової роботи – 2 год.	4
Тема 10.	Символьне та чисельне диференціювання та інтегрування в системі Mathematica. В тому числі виконання курсової роботи – 2 год.	4
Тема 11.	Символьне та чисельне вирішення алгебраїчних та трансцендентних рівнянь за допомогою команд Solve, Roots, NSolve, FindRoot. В тому числі виконання курсової роботи – 2год.	4
Тема 12.	Символьне та чисельне вирішення диференціальних рівнянь. Застосування для стаціонарного рівняння Шредінгера за допомогою команд DSolve, NDSolve, DEigensystem. В тому числі виконання курсової роботи – 2 год.	4
Тема 13.	Знаходження коефіцієнтів ряду Фур’є, Фур’є перетворення, дискретне Фур’є перетворення. В тому числі виконання курсової роботи – 2 год.	4
Тема 14.	Самостійно придумати та реалізувати приклади використання команд Animate, Manipulate. Створення gif-файлів, .avi та .swf для анімацій. В тому числі виконання курсової роботи – 2 год.	4
Тема 15.	Самостійно провести експорт та імпорт даних в різних форматах, користуючись командою Table для створення таблиць з графічних файлів. В тому числі виконання курсової роботи – 2 год.	4
Тема 16.	Провести вивчення нелінійного маятника Дюфінга та двох слабко пов’язаних маятників. В тому числі виконання курсової роботи – 2 год.	4

Тема 17.	Змоделювати коефіцієнти проходження та відбиття в одномірних квантових потенціалах із сингулярностями за допомогою методу трансфер-матриці. В тому числі виконання курсової роботи – 2 год.	4
Тема 18.	Провести графічну обробку експериментальних даних в Origin, користуючись різними засобами згладжування даних (лінійне наближення, наближення поліномами, наближення B-сплайнами).	4
	Разом	**58**

6. Індивідуальні завдання

Курсова робота, яка виконується під час самостійної роботи.

Запропоновані теми курсових робіт

1. Моделювання «фазових портретів» одновимірних механічних систем.
2. Моделювання слабко нелінійних двовимірних коливань.
3. Порівняне моделювання руху нерелятивістської та релятивістської частинки у кулоновому полі.
4. Моделювання руху математичного маятника для різних енергій.
5. Фурьє-аналіз складних коливань.
6. Моделювання поширення електромагнітних хвиль у системах з включенням плоского зразка з анізотропною електрополяризацією за допомогою пакету Comsol-Multiphysics.
7. Моделювання хвильових пакетів.
8. Порівняне моделювання та розрахунки одновимірного руху класичної та квантової частинки в полі потенціалу Морзе
9. Порівняне моделювання та розрахунки одновимірного руху квантової частинки в полі потенціалу Морзе в квазікласичному наближенні та точно.
10. Порівняне моделювання та розрахунки одновимірного руху класичної та квантової частинки в полі потенціалу $U = -U_0 \operatorname{ch}^2(x/a)$.
11. Порівняне моделювання та розрахунки одновимірного руху квантової частинки в полі потенціалу Морзе в квазікласичному наближенні та точно $U = -U_0 \operatorname{ch}^2(x/a)$.
12. Комп'ютерне вирішення задачі про локальні рівні (дискретний спектр) потенціалів із сингулярностями за допомогою методу трансфер-матриці.
13. Моделювання поведінки феромагнітної рідини.
14. Чисельне моделювання двокомпонентної гравітаційної лінзи за допомогою «рейтрейсинга»

Примітка. Студенти за згодою з викладачем та науковим керівником можуть самі пропонувати теми курсових робіт, які пов'язані з їх науковою роботою.

7. Методи контролю

Поточне опитування, курсова робота, перевірка домашніх завдань, залік.

8. Схема нарахування балів

Поточний контроль, опитування, перевірка домашніх завдань самостійна робота, курсова робота				Сума
Розділ 1	Розділ 2	Контрольна робота	Курсова робота	
Т1-Т5	Т6-Т18			
25	25	10	40	100

Для зарахування розділу 1 треба пройти опитування, виконати домашні завдання та отримати не менше 12,5 балів у підсумку. Для зарахування розділу 2 студент повинен написати контрольну роботу не менше ніж на 5 балів, пройти опитування, виконати домашні завдання та отримати не менше 12,5 балів, а у підсумку набрати не менше ніж 17,5 балів. Студент повинен виконати курсову роботу, подати її в електронному вигляді, представити презентацію, усно захистити її й отримати не менше 20 балів. В курсовій роботі треба представити 2-3 оригінальні програми, написані в Mathematica 13, протоколи їх роботи та комп'ютерні анімації. Залік виставляється за підсумками поточного контролю та за результатом захисту курсової роботи. **Для отримання заліку треба набрати у підсумку не менше 50 балів.**

Шкала оцінювання

Сума балів за всі види навчальної діяльності протягом семестру	Оцінка за національною шкалою	
	для чотирирівневої шкали оцінювання	для дворівневої шкали оцінювання
90 – 100	відмінно	зараховано
70-89	добре	
50-69	задовільно	
1-49	незадовільно	не зараховано

9. Рекомендована література

Основна література

1. I. Englander, Wilson Wong. The Architecture of Computer Hardware, Systems Software, & Networking. An Information Technology Approach Sixth Edition. John Wiley & Sons Inc., 2021.
2. W. Stalling, Computer Organization and Architecture 17 edition, Prentice-Hall India Limited, New Delhi, 2021.
3. Stefan Kottwitz, LaTeX Beginner's Guide, Published by Packt Publishing Ltd. 32 Lincoln Road Olton Birmingham, B27 6PA, UK.
4. Andrew Tanenbaum, Herbert Bos. Modern Operating Systems 4th Edition. Pearson, 2014.
5. Origin. 2003. Origin 7.5. OriginLab Corp., Northampton, MA.
6. Welli P.R., Gaylord R.J., Kamin S.N., An Introduction to Programming with Mathematica, Cambridge University Press, 2005

Допоміжна література

1. A. S. Tanenbaum, Structured Computer Organization. Prentice Hall India Limited, new Delhi,
2. M. Morris Mano. Computer System Architecture. Pearson Education (Us), 1992.
3. John P. Hayes. Computer Architecture and Organization. McGraw-Hill Education (ISE Editions), 1988.

10. Посилання на інформаційні ресурси в Інтернеті, відео-лекції, інше методичне забезпечення

1. http://static.latexstudio.net/wp-content/uploads/2015/03/LaTeX_Beginners_Guide.pdf (відкритий ресурс)

https://courses.physics.illinois.edu/phys401/sp2020/Files/Origin%20manuals/Origin_Tutorial_2017_E.pdf (відкритий ресурс)

http://www.originlab.com
https://www.overleaf.com
https://www.wolframalpha.com

2. Віртуальний підручник Wolfram Mathematica на українській та та на англійській мові
http://infrastructure.kiev.ua/news/129/
http://reference.wolfram.com/language/tutorial/VirtualBookOverview.html