

Міністерство освіти і науки України

Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна

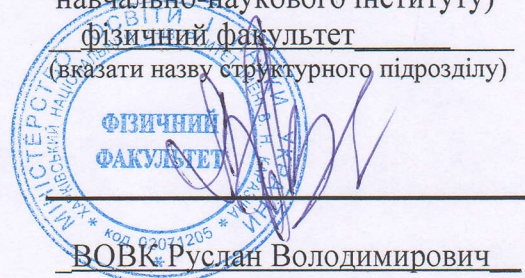
Кафедра теоретичної фізики імені академіка І.М.ліфшиця

**“ЗАТВЕРДЖУЮ”**

Декан факультету (директор  
навчально-наукового інституту)

фізичний факультет

(вказати назву структурного підрозділу)



ВОВК Руслан Володимирович

(вказати П.І.Б керівника)

“ 30 ” 09 2023р.

Робоча програма навчальної дисципліни

**Комп'ютерне моделювання фізичних процесів і явищ**

(назва навчальної дисципліни)

рівень вищої освіти магістр

галузь знань 10 Природничі науки  
(шифр і назва)

спеціальність 104 – Фізика та астрономія  
(шифр і назва)

освітня програма освітньо-наукова програма “Фізика”  
(шифр і назва)

вид дисципліни обов'язкова  
(обов'язкова / за вибором)

факультет фізичний

2023 / 2024 навчальний рік

Програму рекомендовано до затвердження Вченою радою фізичного факультету

“ 30 ” 08 2023 року, протокол № 6

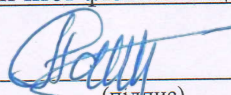
РОЗРОБНИКИ ПРОГРАМИ:

**Апостолов Станіслав Сергійович, д. фіз.-мат. наук, проф.**  
**Єзерська Олена Володимирівна, канд. фіз.-мат. наук, доцент**

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

Протокол від “28” 08 2023 року, № 9

Завідувач кафедри теоретичної фізики академіка. М. Ліфшиця

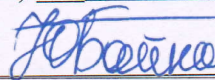
  
(підпис) ( Rashba G.I.)  
(прізвище та ініціали)

Програму погоджено з гарантом освітньої програми

фізика (спеціальність 104 – фізика та астрономія)

назва освітньої програми

Гарант освітньої-наукової програми  
(керівник проектної групи) Бойко Ю.І.

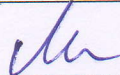
  
(підпис) Бойко Ю.І.  
(прізвище та ініціали)

Програму погоджено методичною комісією  
фізичного факультету

назва факультету, для здобувачів вищої освіти якого викладається навчальна дисципліна

Протокол від “29” 08 2023 року № 7

Голова методичної комісії фізичного факультету

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

## ВСТУП

Програма навчальної дисципліни «Комп'ютерне моделювання фізичних процесів і явищ» складена відповідно до освітньо-наукової програми підготовки другого рівню вищої освіти – магістр спеціальності – 104 – «фізика та астрономія» освітньо-наукова програма – фізика

### 1. Опис навчальної дисципліни

#### 1.1. Мета викладання навчальної дисципліни

Метою викладання навчальної дисципліни «Комп'ютерне моделювання фізичних процесів і явищ» є формування уявлення студентів про методи комп'ютерного моделювання в фізиці, а також вмінь та навичок застосування систем комп'ютерного моделювання.

#### 1.2. Основні завдання вивчення дисципліни

навчити студентів

- комп'ютерному моделюванню за допомогою пакету символічної алгебри Mathematica,
- самостійно обирати адекватні комп'ютерні моделі фізичних процесів і явищ із використанням можливостей ПК,
- аналізувати складність обраної моделі та удосконалювати її.

*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 5

1.4. Загальна кількість годин 150.

1.5. Характеристика навчальної дисципліни
За вибором
Денна форма навчання
Рік підготовки
2-й
Семестр
4-й
Лекції
16
Практичні, семінарські заняття
Не передбачені навчальним планом
Лабораторні заняття
30 год.
Самостійна робота
104 год.
Індивідуальні завдання
Індивідуальне розрахунково-графічне завдання
<b>Залік</b>

1.6. Заплановані результати навчання

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

- ✓ **знати:** принципи і методи використання ПК для комп'ютерного моделювання фізичних процесів і явищ,
- ✓ **вміти:** самостійно обирати комп'ютерну модель, аналізувати та вдосконалювати її.

*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 відшукувати 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. МОДЕЛЮВАННЯ ФІЗИЧНИХ ПРОЦЕСІВ І ЯВИЩ**

Тема 1. Моделювання механічного руху: системи диференціальних рівнянь.

Тема 2. Моделювання квантового електронного транспорту: системи інтегральних рівнянь.

Тема 3. Проходження електромагнітних хвиль через періодичні та багатоелементні системи: метод трансфер-матриць, власні числа та вектори.

Тема 4. Невпорядковані системи та хаотичний рух: кореляції та метод Монте-Карло.

### **Розділ 2. КОМП'ЮТЕРНЕ ОБЧИСЛЕННЯ ТА МОДЕЛЮВАННЯ.**

Тема 5. Система комп'ютерних обчислень Mathematica: базові функції.

Тема 6. Написання програмних модулів за допомогою Mathematica.

Тема 7. Методи аналізу швидкості роботи комп'ютерних моделей.

Тема 8. Використання паралельних обчислень для збільшення швидкості роботи.

Тема 9. Вдосконалення та оптимізація моделей.

Тема 10. Візуалізація та анімація комп'ютерних моделей.

### 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
<b>Розділ 1. Моделювання фізичних процесів і явищ</b>						
Тема 1. Моделювання механічного руху	13.5	1.5		2		10
Тема 2. Моделювання електронного транспорту	13.5	1.5		2		10
Тема 3. Проходження електромагнітних хвиль	14.5	1.5		3		10
Тема 4. Невпорядковані системи	14.5	1.5		3		10
Разом за розділом 1	56	6		10		40
<b>Розділ 2. Комп'ютерне обчислення та моделювання</b>						
Тема 5. Система комп'ютерних обчислень Mathematica	15.5	1.5		4		10
Тема 6. Написання програмних модулів	14.5	1.5		3		10
Тема 7. Методи аналізу швидкості роботи	15.5	1.5		3		11
Тема 8. Використання паралельних обчислень	15.5	1.5		3		11
Тема 9. Вдосконалення та оптимізація моделей	16	2		3		11
Тема 10. Візуалізація та анімація моделей	17	2		4		11
Разом за розділом 2	94	10		20		64
<b>Усього годин</b>	<b>150</b>	<b>20</b>		<b>30</b>		<b>104</b>

### 4. Теми семінарських (практичних, лабораторних) занять

Теми практичних занять визначаються відповідними темами курсу.

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Моделювання системою диференціальних рівнянь.	2
2	Моделювання системою інтегральних рівнянь.	2
3	Використання у моделі трансфер-матриць.	3
4	Моделювання неупорядкованих систем.	3
5	Базові функції системи комп'ютерних обчислень Mathematica	4
6	Написання програмних модулів	3
7	Аналіз швидкості роботи комп'ютерних моделей	3
8	Впровадження паралельних обчислень	3
9	Вдосконалення та оптимізація моделей	3
10	Візуалізація та анімація комп'ютерних моделей	4
	Разом	30

### 5. Завдання для самостійної роботи

*Пояснення щодо того, що повинен зробити студент під час самостійної роботи.*

1. По всім нижче вказаним темам опрацювати конспекти лекцій, прочитати відповідні параграфи в підручниках [1–3] та на відповідних інтернет-ресурсах.
2. Самостійно виконувати домашні завдання по відповідним темам.
3. Самостійно підготуватися для лабораторних занять.
4. Виконати залікове завдання за однією з тем для самостійної роботи. Це завдання обов'язково включає тему 10.

№ з/п	Види, зміст самостійної роботи	Кількість годин
1	Моделювання системою диференціальних рівнянь.	10
2	Моделювання системою інтегральних рівнянь.	10
3	Використання у моделі трансфер-матриць.	10
4	Моделювання неупорядкованих систем.	10
5	Базові функції системи комп'ютерних обчислень Mathematica	10
6	Написання програмних модулів	10
7	Аналіз швидкості роботи комп'ютерних моделей	11
8	Впровадження паралельних обчислень	11
9	Вдосконалення та оптимізація моделей	11
10	Візуалізація та анімація комп'ютерних моделей	11
	Разом	104

### 6. Індивідуальні завдання

Розрахунково-графічне завдання.

**Примітка.** Студенти за згодою з викладачем та науковим керівником можуть самі пропонувати теми розрахунково-графічних завдань, які пов'язані з їх науковою роботою.

### 7. Методи контролю

Поточне опитування, лабораторні роботи за основними розділами, виконання та захист розрахунково-графічного завдання, залікове завдання.

### 8. Схема нарахування балів

Поточний контроль, самостійна робота, домашні завдання			Залікове завдання	Сума
Розділ 1	Розділ 2	Індивідуальне розрахунково-графічне завдання		
T1-T4	T5-T10			
20	20	20	40	100

T1, T2 ... – теми розділів.

Для зарахування розділу 1 та розділу 2 треба пройти опитування, виконати домашні завдання та отримати не менше 15 балів у підсумку за кожен з розділів. Студент повинен виконати залікове завдання, пов'язане з темою його дипломної роботи магістра, подати його в електронному вигляді, представити презентацію, усно захистити її й отримати не менше 20 балів. В заліковому завданні 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 залікового завдання. **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](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](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 на англійській мові  
<http://infrastructure.kiev.ua/news/129/>  
<http://reference.wolfram.com/language/tutorial/VirtualBookOverview.html>

### 3. Електронні задачники-підручники

[http://geometry.karazin.ua/resources/documents/20180114220956\\_05824ee339.pdf](http://geometry.karazin.ua/resources/documents/20180114220956_05824ee339.pdf) (Доля Петро Григорович, Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна, Антоненко Галина Михайлівна, Харківський національний університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба 2017 р. Розв'язання задач вищої математики на комп'ютері. Використання системи Mathematica.)