

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ І.І.МЕЧНИКОВА

Кафедра фізики та астрономії



“ЗАТВЕРДЖУЮ”

Проректор з науково-педагогічної роботи

О.В.Запорожченко

2022 р.

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

**ОК 5 «ПАКЕТИ ПРИКЛАДНИХ ПРОГРАМ ДЛЯ МОДЕЛЮВАННЯ
ФІЗИЧНИХ ОБ'ЄКТІВ І ЯВИЩ»**

Рівень вищої освіти	другий (магістерський)
Галузь знань	10 – Природничі науки
Спеціальність	104 – Фізика та астрономія
Освітньо-професійна програма	Фізика та астрономія

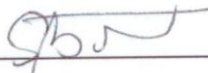
ОНУ
2022


Робоча програма навчальної дисципліни «Пакети прикладних програм для моделювання фізичних об'єктів і явищ». – Одеса: ОНУ, 2022. – 10с.

Розробник: Кулінський Володимир Леонідович, доктор фізико-математичних наук, професор кафедри фізики та астрономії

Робоча програма затверджена на засіданні кафедри фізики та астрономії ФМФІТ

Протокол № 1 від «5» вересня 2022 р.

Завідувач кафедри  Володимир ГОЦУЛЬСЬКИЙ

Погоджено із гарантом ОПП «Фізика та астрономія»  Вадим АДАМ'ЯН

Схвалено навчально-методичною комісією (НМК) факультету математики, фізики та інформаційних технологій

Протокол № 1 від «6» вересня 2022 р.

Голова НМК  Наталя МАСЛЄЄВА

Переглянуто та затверджено на засіданні кафедри фізики та астрономії

Протокол № ___ від «___» _____ 20__ р.

Завідувач кафедри _____ (_____)

Переглянуто та затверджено на засіданні кафедри фізики та астрономії

Протокол № ___ від «___» _____ 20__ р.

Завідувач кафедри _____ (_____)

1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, Спеціальність, спеціалізація, рівень вищої освіти	Характеристика навчальної дисципліни
		Очна (денна) форма навчання
Загальна кількість кредитів – 3 годин – 90 змстовних модулів - 2	Галузь знань 10 – Природничі науки Спеціальність: 104 – Фізика та астрономія Рівень вищої освіти: <u>Другий (освітньо-професійний)</u>	Обов’язкова дисципліна
		Рік підготовки:
		1-й
		Семестр
		2-й
		Лекції
		0 год.
		Практичні, семінарські
		0 год.
		Лабораторні
		30 год.
		Самостійна робота
		60 год.
Форма підсумкового контролю: залік		

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Метою навчальної дисципліни є: набуття майбутніми магістрами з фізики та астрономії основних принципів побудови математичних моделей фізичних явищ, та чисельні методи їх аналізу та ефективним використанням середовища Wolfram Mathematica.

Засвоєння фундаментальних фізичних складових, отримання практичних навичок, що видобуваються в межах дисципліни «Пакети прикладних програм для моделювання фізичних об'єктів і явищ» є умовою для подальшого ефективного вивчення дисциплін за вибором з циклу професійної підготовки, успішного виконання дипломної роботи.

Завдання:

- формування у студентів навичок кількісного аналізу природних явищ та фізичних процесів з використанням технік програмування в середовищі Wolfram Mathematica

- вміння використовувати можливості системи для здійснення обчислень та оформлення результатів

Процес вивчення дисципліни спрямований на формування елементів наступних **компетентностей**:

Інтегральна компетентність: Здатність розв'язувати складні задачі і проблеми дослідницького та/або інноваційного характеру у фізиці та астрономії.

Загальні компетентності:

ЗК 02. Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності.

ЗК 04. Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.

Спеціальні (фахові) компетентності:

СК 01. Здатність використовувати закони та принципи фізики та/або астрономії у поєднанні із потрібними математичними інструментами для опису природних явищ.

СК 05. Здатність сприймати новоздобуті знання в області фізики та астрономії та інтегрувати їх із уже наявними, а також самостійно опановувати знання і навички, необхідні для розв'язання складних задач і проблем у нових для себе деталізованих предметних областях фізики та/або астрономії й дотичних до них міждисциплінарних областях.

Заплановані результати навчання: по проходженні курсу студенти будуть

знати: основні методи програмування у середовищі Wolfram Mathematica, принципи будовання чисельних моделей фізичних процесів, основні чисельні методи розв'язання задач з попередніх курсів фізичної спеціалізації;

вміти: застосовувати програму Wolfram Mathematica для моделювання фізичних процесів, імпорту та обробці даних, аналізувати границі застосування чисельних моделей та стійкість апроксимацій.

що забезпечує наступні **програмні результати навчання**

РН01. Використовувати концептуальні та спеціалізовані знання і розуміння актуальних проблем і досягнень обраних напрямів сучасної теоретичної і експериментальної фізики та/або астрономії для розв'язання складних задач і практичних проблем.

РН03. Обирати і використовувати відповідні методи обробки та аналізу даних фізичних та/або астрономічних досліджень і оцінювання їх достовірності.

РН04. Здійснювати феноменологічний та теоретичний опис досліджуваних фізичних та/або астрономічних явищ, об'єктів і процесів

РН05. Обирати ефективні математичні методи та інформаційні технології та застосовувати їх для здійснення досліджень та/або інновацій в області фізики та/або астрономії

РН11. Розробляти та застосовувати ефективні алгоритми та спеціалізоване програмне забезпечення для дослідження моделей фізичних та/або астрономічних

об'єктів і процесів, обробки результатів експериментів і спостережень
 РН12. Створювати фізичні, математичні і комп'ютерні моделі природних об'єктів та явищ, перевіряти їх адекватність, досліджувати їх для отримання нових висновків та поглиблення розуміння природи, аналізувати обмеження,
 РН14. Брати продуктивну участь у виконанні експериментальних та/або теоретичних досліджень в області фізики та астрономії.

3. Зміст навчальної дисципліни

Змістовий модуль 1. Чисельні методи та моделювання фізичних явищ у середовищі Mathematica

Теми лабораторних занять

Тема 1. Основні принципи системи Mathematica та її інтерфейс. Структура системи Mathematica.

Тема 2. Notebook файл як основний елемент інтерфейсу. Робота з ячійками та їх форматом. Форматування Notebook-документа, стильові опції.

Тема 3. Функції, списки, елементи програмування.

Тема 4. Основні чисельні алгоритми. Метод скінченних різниць. Метод Ейлера, метод половинної точки. Метод Рунге-Кута. Метод Гальоркіна та метод скінченних (фінітних) елементів.

Тема 5. Метод Монте-Карло. Генератори випадкових чисел. Використання методу МК для обчислення багатовимірних інтегралів.

Тема 6. Розв'язок ОДУ задач з курсів класичної механіки та задач математичної фізики

Тема 7. Розв'язок задач з курсів квантової механіки та електродинаміки.

Тема 8. Моделювання багаточастинкових систем. Броунівський рух на ґратках.

4. Структура навчальної дисципліни

Назва тем	Кількість годин				
	Очна денна форма				
	Усього	у тому числі			
		Лекц.	Пр.	Лаб.	СР.
1	2	3	4	5	6
Змістовий модуль 1.					
Тема 1				2	8
Тема 2				4	8
Тема 3				4	8
Тема 4				4	8
Тема 5				4	8
Тема 6				4	8
Тема 7				4	6
Тема 8				4	6
Всього	90			30	60

5. Теми лекцій

лекції не передбачені навчальним планом.

6. Теми семінарських занять

Семінарські заняття не передбачені навчальним планом.

7. Теми практичних занять

Практичні заняття не передбачені навчальним планом.

8. Теми лабораторних занять

№	Назва теми	Кількість годин
1.	Основні принципи системи Mathematica та її інтерфейс. Структура системи Mathematica.	2
2.	Notebook файл як основний елемент інтерфейсу. Робота з ячійками та їх форматом. Форматування Notebook-документа, стильові опції.	4
3.	Функції, списки, елементи програмування.	4
4.	Основні чисельні алгоритми. Метод скінченних різниць. Метод Ейлера, метод половинної точки. Метод Рунге-Кута. Метод Гальоркіна та метод скінченних (фінітних) елементів.	4
5.	Метод Монте-Карло. Генератори випадкових чисел. Використання методу МК для обчислення багатовимірних інтегралів.	4
6.	Розв'язок ОДУ задач з курсів класичної механіки та задач математичної фізики	4
7.	Розв'язок задач з курсів квантової механіки та електродинаміки.	4
8.	Моделювання багаточастинкових систем. Броунівський рух на ґратках.	4
	Разом	30

8. Самостійна робота

№	Назва теми/Питання для підготовки, завдання	Кількість годин
1.	Побудова графіків функцій та використання засобів Dynamic/Manipulate.	8
2.	Розв'язок ОДУ за допомогою методів скінченних різниць. методом скінченних елементів та Бубнова-Гальоркіна.	8
3.	Обчислення інтегралів методом Монте-Карло. Геометричні ймовірності.	8
4.	Моделювання руху точки у силовому полі. Рух твердого тіла. Моделювання гармонічних коливань. Імпеданс електричних ланцюгів.	8
5.	Задачі розповсюдження ЕМ хвиль та теплопровідності.	8
6.	Моделювання динаміки квантових хвильових пакетів.	12

	Одномірне розсіяння. Стаціонарні стани.	
7.	Броунівський рух на ґратках.	12
	Разом	60

9. Методи навчання

Під час лабораторних занять використовуються наступні методи навчання частково-пошуковий, або евристичний метод; дослідницький, при захисті лабораторних робіт та індивідуальних завдань використовується дискусійний метод. Під час самостійної роботи використовується дослідницький метод.

10. Форми контролю та методи оцінювання

При оцінюванні в балах рівня засвоєння матеріалу використовуються загальні критерії оцінювання навчальних досягнень здобувачів вищої освіти згідно положення ОНУ імені І.І. Мечникова.

Поточний контроль здійснюється за результатами виконання контрольних робіт студентів, захисту індивідуального завдання. Результати індивідуального завдання представляються у вигляді програми, що супроводжується коментарями та особистим обговоренням, аналізом та захистом результатів.

Критерії оцінювання виконання лабораторних робіт: повнота розв'язку задачі, оригінальність комп'ютерного коду, та ефективне використання основних елементів програмування у середовищі Wolfram Mathematica.

Кінцева оцінка виставляється за сумою балів поточного контролю за шкалою, що наведена нижче.

Шкала оцінювання: національна та ECTS

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою	
		для екзамену, курсового проекту (роботи), практики	для заліку
90-100	A	відмінно	зараховано
85-89	B	добре	
75-84	C		
70-74	D	задовільно	
60-69	E		
35-59	FX	незадовільно з можливістю повторного складання	не зараховано з можливістю повторного складання
0-34	F	незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни	не зараховано з обов'язковим повторним вивченням дисципліни

11. Питання для поточного та підсумкового контролю.

Поточний контроль здійснюється у формі тестів та лабораторних робіт.

Exercises

NEW: Check your answers in the Wolfram Cloud

- 27.1 Make a list of the results of nesting Blur up to 10 times, starting with a rasterized size-30 "X". »
- 27.2 Start with x, then make a list by nestedly applying Framed up to 10 times, using a random background color each time. »
- 27.3 Start with a size-50 "A", then make a list of nestedly applying a frame and a random rotation 5 times. »
- 27.4 Make a line plot of 100 iterations of the *logistic map iteration* $4 \#(1-\#)&$, starting from 0.2. »
- 27.5 Find the numerical value of the result from 30 iterations of $1+1/\#&$ starting from 1. »
- 27.6 Create a list of the first 10 powers of 3 (starting at 0) by nested multiplication. »
- 27.7 Make a list of the result of nesting the (*Newton's method*) function $(\#+2/\#)/2&$ up to 5 times starting from 1.0, and then subtract $\sqrt{2}$ from all the results. »
- 27.8 Make graphics of a 1000-step 2D random walk which starts at {0, 0}, and in which at each step a pair of random numbers between -1 and 1 are added to the

Завдання для поточного контролю:

1. Розв'язок ЗДР 1го порядку методами Ейлера, середньої точки та Рунге-Кути 4го порядку і порівняння з аналітичним розв'язком.
2. Символьна побудова ЗДР 2-го порядку, розв'язок крайової задачі методом Бубнова-Гальоркіна та FEM
3. Завдання на імпорт, обробку та візуалізацію масива даних у різних форматах (csv,txt,dat,xls)
4. Моделювання фізичного процесу на основі задач з курсів ММФ, ЕД, КвантМех, СтатФізики

Підсумкові бали для оцінки знань студентів за змістовні модулі розраховуються таким чином:

12. Розподіл балів, які отримують здобувачі

Поточний контроль, самостійна робота, індивідуальні завдання					Сума балів
Змістовний модуль 1 Поточний контроль на лабораторних роботах	Тестові завданн я	Індивіду альні завданн я	Виконання і захист лабораторних робіт	Разом	
T1-8					
-	20	20	60	100	100

Поточний контроль проводиться у формі виконання тестових завдань, захисту лабораторних та самостійних робіт. Оцінка обчислюється як частка правильних відповідей.

Кінцева оцінка виставляється за сумою балів поточного контролю за шкалою, що наведена нижче.

Шкала оцінювання: національна та ECTS

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою	
		для екзамену, курсового проекту (роботи), практики	для заліку
90-100	A	відмінно	зараховано
85-89	B	добре	
75-84	C		
70-74	D	задовільно	
60-69	E		
35-59	FX	незадовільно з можливістю повторного складання	не зараховано з можливістю повторного складання
0-34	F	незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни	не зараховано з обов'язковим повторним вивченням дисципліни

13. Навчально-методичне забезпечення

Навчально-методичне забезпечення: робоча програма навчальної дисципліни; силабус <https://onu.edu.ua/uk/structure/faculty/fmfit/dystsypliny>; [G-class https://classroom.google.com/c/NTQyMDE5NzY2NDZa?cjc=rkf7j7z&pli=1](https://classroom.google.com/c/NTQyMDE5NzY2NDZa?cjc=rkf7j7z&pli=1), методичні вказівки до виконання лабораторних робіт, відео-презентація з прикладами роботи у WM.

14. Рекомендована література

Основна

1. Teukolsky S.A. et al Numerical Recipes in C. The Art of Scientific Computing (<https://archive.org/details/NumericalRecipes>)
2. Зелениця А.І. Керівництво по Wolfram Mathematica, Київ 2019
3. Heikki Ruskeeraa, Mathematica Navigator, 3ed Elsevier 2009, 1111 p. (https://books.google.com.ua/books/about/Mathematica_Navigator.html)

Допоміжна

1. http://geometry.karazin.ua/resources/documents/20150217125800_2fe9e7bfd.pdf
2. [Кулінський В.Л. Методичні вказівки до курсу “Моделювання фізичних явищ у середовищі Wolfram Mathematica” https://classroom.google.com/c/NTQyMDE5NzY2NDZa?cjc=rkf7j7z](https://classroom.google.com/c/NTQyMDE5NzY2NDZa?cjc=rkf7j7z)

15. Інформаційні ресурси

1. <https://reference.wolfram.com/language/>
2. <http://theorphys.onu.edu.ua/uk/textbooks>
3. <https://www.youtube.com/playlist?list=PLuKEIL5ZUv-W06pw14RZH6-qiBfhDiEaR>
4. lib.onu.edu.ua