

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ І.І.МЕЧНИКОВА
Кафедра фізики та астрономії



“ЗАТВЕРДЖУЮ”
Перший проректор

Майя НІКОЛАЄВА

вересня 2024 р.

РОБОЧА ПРОГРАМА
НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

«Методи обчислень»

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

Переглянуто та затверджено на засіданні кафедри фізики та астрономії

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

Завідувач кафедри _____ (Володимир ГОЦУЛЬСЬКИЙ)

Переглянуто та затверджено на засіданні кафедри фізики та астрономії

ОНУ
Одеса
2024

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

Завідувач кафедри _____ (Володимир ГОЦУЛЬСЬКИЙ)

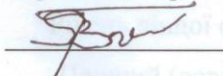
Робоча програма навчальної дисципліни «Методи обчислень». – Одеса: ОНУ, 2024. – 15 с.

Розробник: Базей Олександр Анатолійович, кандидат фізико-математичних наук, доцент кафедри фізики та астрономії

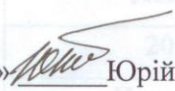
Робоча програма затверджена на засіданні кафедри фізики та астрономії ФМФІТ

Протокол № 1 від «29» серпня 2024 р.

Завідувач кафедри



Володимир ГОЦУЛЬСЬКИЙ

Погоджено із гарантом ОПІ «Фізика та астрономія»  Юрій НІЦУК

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

Протокол № 1 від «4» вересня 2024 р.

Голова НМК



Володимир ГОЦУЛЬСЬКИЙ

Переглянуто та затверджено на засіданні кафедри фізики та астрономії

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

Завідувач кафедри _____ (Володимир ГОЦУЛЬСЬКИЙ)

Переглянуто та затверджено на засіданні кафедри фізики та астрономії

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

Завідувач кафедри _____ (Володимир ГОЦУЛЬСЬКИЙ)

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 змістовних модулів - 2	Галузь знань 10 – Природничі науки Спеціальність: 104 – Фізика та астрономія Рівень вищої освіти: <u>Перший (освітньо-професійний)</u>	Вибіркова дисципліна
		Рік підготовки:
		1-й
		Семестр
		2-й
		Лекції
		20 год.
		Практичні, семінарські
		0 год.
		Лабораторні
		10 год.
		Самостійна робота
		60 год.
		Форма підсумкового контролю: залік

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Метою навчальної дисципліни є підготовка фахівців, здатних ставити та розв'язувати спеціалізовані проблеми та практичні задачі у галузі фізики та астрономії. Для цього потрібно здобувачам отримати первинні знання, вміння та навички з основ обчислювальної математики як наукової та прикладної дисципліни, достатніх для подальшого продовження їх освіти та самоосвіти; навчити здобувачів системному сприйняттю подальших дисциплін навчального плану; сформувати уявлення про роль та місце обчислювальної математики при постановці задач, виборі ефективних алгоритмів та інтерпретації результатів вирішення завдань у галузі фізики та астрономії; виробити практичні навички складання алгоритмів для вирішення прикладних завдань.

Завдання:

- Сформувати у здобувачів першого рівня вищої освіти розуміння природних явищ;
- виробити вміння будувати чисельні схеми розв'язування математичних задач;
- виробити вміння будувати чисельні схеми розв'язування фізичних задач;
- навчити застосовувати отримані вміння в майбутній професійній діяльності.

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

Інтегральна компетентність:

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 комплексністю та невизначеністю умов.

Загальні компетентності:

K02. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

K04. Здатність бути критичним і самокритичним.

K05. Здатність приймати обґрунтовані рішення.

Спеціальні (фахові) компетентності:

K17. Здатність використовувати на практиці базові знання з математики як математичного апарату фізики і астрономії при вивченні та дослідженні фізичних та астрономічних явищ і процесів.

K18. Здатність оцінювати порядок величин у різних дослідженнях, так само як точності та значимості результатів.

K20. Здатність виконувати обчислювальні експерименти, використовувати чисельні методи для розв'язування фізичних та астрономічних задач і моделювання фізичних систем.

K24. Здатність працювати з джерелами навчальної та наукової інформації.

K25. Здатність самостійно навчатися і опановувати нові знання з фізики, астрономії та суміжних галузей.

K26. Розвинуте відчуття особистої відповідальності за достовірність результатів досліджень та дотримання принципів академічної доброчесності разом з професійною гнучкістю.

K27. Усвідомлення професійних етичних аспектів фізичних та астрономічних досліджень.

В результаті вивчення навчальної дисципліни здобувач вищої освіти повинен знати:

- основи чисельного моделювання,
- методи розв'язання різноманітних чисельних задач, що виникають під час наукової роботи,
- методи обчислень з використанням комп'ютерної техніки,
- властивості наближених обчислень.

Вміти:

- проводити обчислення з використанням таблично заданої інформації,

- знаходити похідні та інтеграли чисельними методами,
- розв'язувати рівняння та знаходити екстремуми чисельно,
- контролювати отримані результати в процесі обчислень та оцінювати точність кінцевої відповіді,
- застосовувати методи Монте-Карло, виконувати практичні роботи із застосуванням чисельних методів.

Що забезпечують наступні **програмні результати навчання:**

ПР03. Знати і розуміти експериментальні основи фізики: аналізувати, описувати, тлумачити та пояснювати основні експериментальні підтвердження існуючих фізичних теорій.

ПР04. Вміти застосовувати базові математичні знання, які використовуються у фізиці та астрономії: з аналітичної геометрії, лінійної алгебри, математичного аналізу, диференціальних та інтегральних рівнянь, теорії ймовірностей та математичної статистики, теорії груп, методів математичної фізики, теорії функцій комплексної змінної, математичного моделювання.

ПР08. 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.

ПР12. Вміти представляти одержані наукові результати, брати участь у дискусіях стосовно змісту і результатів власного наукового дослідження.

ПР16. Мати навички роботи із сучасною обчислювальною технікою, вміти використовувати стандартні пакети прикладних програм і програмувати на рівні, достатньому для реалізації чисельних методів розв'язування фізичних задач, комп'ютерного моделювання фізичних та астрономічних явищ і процесів, виконання обчислювальних експериментів.

ПР22. Розуміти значення фізичних досліджень для забезпечення сталого розвитку суспільства.

3.Зміст навчальної дисципліни

ЗМІСТОВНИЙ МОДУЛЬ 1.

НАБЛИЖЕНІ ОБЧИСЛЕННЯ. ФУНКЦІОНАЛЬНИЙ АНАЛІЗ.

Тема 1. Вступ. Згладжування, апроксимація та лінеаризація функцій.

Запис наближених чисел, основні арифметичні дії з наближеними числами. Алгоритм лінійного згладжування функції. Поняття про апроксимацію функції, що задана таблицею. Методика лінеаризації деяких функціональних залежностей. Метод найменших квадратів.

Тема 2. Інтерполяція. Інтерполяційний поліном Лагранжа.

Інтерполяційний поліном Ньютона для таблиці з змінним кроком. Інтерполювання по таблиці зі сталим кроком. Інтерполяційні поліноми Стірлінга, Бесселя, Ньютона. Диференціювання за таблицею.

Тема 3. Чисельний розв'язок нелінійних рівнянь.

Метод дихотомії. Метод простих ітерацій. Метод Ньютона. Оцінювання точності отриманих розв'язків.

Тема 4. Пошук мінімуму функції.

Визначення кількості екстремумів функції на відрізку. Число ϵ . Метод золотого перерізу. Метод парабол.

ЗМІСТОВНИЙ МОДУЛЬ 2

ЧИСЕЛЬНИЙ АНАЛІЗ.

Тема 1. Обчислення риманового інтегралу.

Методи першого порядку точності: формула трапецій та формула прямокутників. Метод другого порядку точності – формула Сімпсона. Поняття про сплайни.

Тема 2. Розв'язок звичайних диференціальних рівнянь.

Класичний метод Ейлера. Уточнений метод Ейлера. Метод прогнозу та корекції. Методи Рунге-Кутта 1-го, 2-го та 4-го порядків.

4. Структура навчальної дисципліни «Методи обчислень»

Назва тем	Кількість годин				
	Очна (денна) форма				
	Усього	у тому числі			
		Лек.	Пр.	Лаб.	СР
1	2	3	4	5	6
Змістовний модуль 1. Наближені обчислення. Функціональний аналіз.					
Тема 1. Вступ. Згладжування, апроксимація та лінеаризація функцій	8	2			6
Тема 2. Інтерполяція	10	2			8
Тема 3. Чисельний розв'язок нелінійних рівнянь	16	4		2	10
Тема 4. Пошук мінімуму функції	16	4		2	10
Змістовний модуль 2. Чисельний аналіз.					
Тема 1. Обчислення риманового інтегралу.	20	4		2	14
Тема 2. Розв'язок звичайних диференціальних рівнянь	20	4		4	12
Усього годин	90	20		10	60

5. Теми семінарських занять

Семінарські заняття не передбачені навчальним планом.

6. Теми практичних занять

Практичні заняття не передбачені навчальним планом.

4. Теми лабораторних робіт

№	Назва теми	Кількість годин
1.	Чисельний розв'язок нелінійних рівнянь методом дихотомії та методом Ньютона.	2
2.	Пошук мінімуму функції методом золотого перерізу.	2
3.	Обчислення риманового інтегралу методами прямокутників та трапецій з визначенням точності обчислень.	2
4.	Розв'язок звичайних диференціальних рівнянь модифікованим методом Ейлера.	4
	Разом	10

8. Самостійна робота

№	Питання для підготовки	Кількість годин
1.	Похибки обчислень.	4
2.	Класичний метод Гауса розв'язку систем лінійних рівнянь.	4
3.	Модифікований метод Гауса розв'язку систем лінійних рівнянь.	4
4.	Графічний метод розв'язку нелінійного рівняння.	8
5.	Метод хорд розв'язку нелінійного рівняння.	8
6.	Наближені методи розв'язування систем нелінійних рівнянь.	8
7.	Наближення функцій.	8
8.	Екстраполяція чисельних даних, заданих таблицею.	8
9.	Чисельне диференціювання.	8
	Разом	60

9. Методи навчання

Під час вивчення навчальної дисципліни використовують такі форми роботи – лекція, лабораторна робота, самостійна робота.

Під час проведення лекцій використовуються наступні методи навчання: пояснювально-ілюстративний метод або інформаційно-рецептивний; репродуктивний метод (репродукція – відтворення); метод проблемного викладу; частково-пошуковий, евристичний метод.

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

10. Форми контролю та методи оцінювання

Поточний контроль здійснюється шляхом фронтального контролю знань. Індивідуальний контроль застосовується для ґрунтовного ознайомлення викладача із рівнем навчальних досягнень окремих студентів. Оцінюється також активність студента в процесі занять: усне опитування на лекції, написання звітів до лабораторних робіт, їх захист, розв'язання практичних задач. Підсумковий контроль – залік.

Критерії оцінювання виконання самостійної роботи

Оцінювання виконання самостійної роботи студентів за кожною темою навчальної дисципліни здійснюється за 2-бальною шкалою. Об'єктом поточного контролю самостійної роботи є:

Конспектування окремих питань теми (максимальна оцінка – 1 бал).

Критерії оцінювання:

Наявність конспекту теоретичного матеріалу – 1 бал.

Повнота представленого матеріалу, якість відповідей на запитання викладача та однокурсників – 1 бал.

Критерії оцінювання виконання лабораторних робіт

Студент повинен виконати всі лабораторні роботи. За виконання розрахунків та оформлення роботи згідно вимог методичних вказівок до лабораторних робіт нараховується 8 балів за кожну роботу. При захисті роботи, за кожну правильну відповідь на запитання додається 2 бали. За неповну відповідь, відповідь, що містить несуттєві помилки додається 1 бал. За неправильну відповідь, або її відсутність бали не додаються. Максимальна кількість балів за лабораторну роботу не повинна перевищувати 15 балів. При виставленні підсумкової оцінки береться середня арифметична оцінка за всіма лабораторними роботами.

11. Питання для підготовки для поточного та періодичного контролю.

1. Назвіть основні групи методів розв'язання математичних задач та їх характеристики.
2. Назвіть та охарактеризуйте основні етапи розв'язання практичних задач на комп'ютері.
3. Що називають "ітерацією"? Наведіть загальну схему ітераційного методу.
4. Які методи розв'язання математичних задач називають ітераційними?
5. Дайте визначення поняттям абсолютної та відносної погрішностей.
6. Що є причинами появи погрішності при арифметичних обчисленнях на комп'ютері?
7. Сформулюйте постановку задачі розв'язання рівняння з одним невідомим.
8. Які умови повинен задовольняти відрізок, на якому ведеться пошук розв'язку рівняння? Як його можна знайти?
9. У чому полягає метод дихотомії для розв'язання рівняння з одним невідомим? Яку він має швидкість збіжності?
10. З яких етапів складається знаходження наближених коренів рівняння методом дихотомії?

11. Яку точку треба обрати за початкову точку метода Ньютона?
12. Якщо зміна значень послідовних ітерацій методу Ньютона припинилась, то чи є це відповідь, тобто наближений корінь даного рівняння з даною точністю?
13. У чому полягає метод Ньютона для розв'язання рівняння з одним невідомим? Яку він має швидкість збіжності? Яку ще назву має цей метод?
14. З яких етапів складається знаходження наближених коренів рівняння методом Ньютона?
15. Які передумови необхідно забезпечити для застосування методу Ньютона?
16. З яких етапів складається знаходження наближених коренів рівняння методом простої ітерації?
17. В чому полягає алгоритм методу простої ітерації?
18. За яких умов збіг ітерацій методу простої ітерації буде найшвидшим?
19. Сформулюйте постановку задачі розв'язання системи лінійних алгебраїчних рівнянь.
20. При яких умовах збігається метод простої ітерації? Наведіть оцінки швидкості збіжності цього методу.
21. Сформулюйте постановку задачі розв'язання системи нелінійних рівнянь.
22. Сформулюйте постановку задачі наближення функцій. Які постановки задачі наближення функцій ви ще знаєте?
23. Чим відрізняються задачі апроксимації, інтерполяції та екстраполяції функцій?
24. У чому полягає метод найменших квадратів для апроксимації функцій?
25. У чому полягає лінійна інтерполяція функцій? Коли її слід застосовувати?
26. Що називається інтерполяційним поліномом Лагранжа? Коли його слід застосовувати?

27. Сформулюйте постановку задачі диференціювання функцій.
28. У яких випадках виникає задача чисельного диференціювання?
29. Що називається інтерполяційним багаточленом Ньютона? Як його застосовують при виведенні формул чисельного диференціювання функцій?
30. Сформулюйте постановку задачі чисельного інтегрування функції.
31. У чому полягає ідея методу трапецій?
32. У чому полягає ідея методу Сімпсона?
33. Вкажіть алгоритм, за яким можна розрахувати значення визначеного інтеграла з заданою точністю.
34. Що називається звичайним диференціальним рівнянням?
35. Сформулюйте постановку задачі Коші для звичайного диференціального рівняння. Що є її розв'язком? У якому вигляді подається розв'язок чисельним методом?
36. Які чисельні методи розв'язання задачі Коші для звичайних диференціальних рівнянь називаються багатокроковими методами?
37. Які особливості мають багатокрокові методи відносно однокрокових методів?

12. Розподіл балів, які отримують здобувачі

Поточний контроль, самостійна робота							
Змістовний модуль 1 Поточний контроль на лекціях				Контроль а робота	Виконання і захист лабораторни х робіт	Разом	
T1	T2	T3	T4			100	
1	1	1	1	16	30		
Змістовний модуль 2 Поточний контроль на лекціях							
T1		T2					
2		2		16	30		

Шкала оцінювання: національна та ECTS

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ЄКТС	Оцінка за національною шкалою	
		для для екзамену, курсового проекту (роботу), 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	не зараховано
1-34	F		

13. Навчально-методичне забезпечення

Навчально-методичне забезпечення: робоча програма навчальної дисципліни; силабус, конспекти лекцій; методичні вказівки до виконання лабораторних робіт, первинний інструктаж з техніки безпеки, порядок виконання лабораторної роботи:

<http://onu.edu.ua/uk/structure/faculty/fmfit/dystsypliny>, <http://phys.onu.edu.ua>,
<http://phys.onu.edu.ua/uk/robochi-prohramy-navchalnykh-dystsyplin>,
<http://lib.onu.edu.ua>

14. Рекомендована література

Основна

1. Попов В. В. Методи обчислень : конспект лекцій для студентів механіко-математичного факультету. Київ : Видавничо-поліграфічний центр "Київський університет", 2012. – 303 с.

2. Ляшенко Б.М., Кривонос О.М., Вакалюк Т.А. Методи обчислень : навчально-методичний посібник для студентів фізико-математичного факультету. Житомир : Вид. ЖДУ, 2014. – 228 с.
3. Третиник В. В., Любашенко Н. Д. Методи обчислень. Частина 1. Чисельні методи алгебри : навч. посіб. Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019. – 138 с.
4. Бичко В.А. Алгоритми і методи обчислень. Частина 1. – Чернігів : ЧДТУ, 2018. – 24 с.

Додаткова

1. Мірошкіна І.В. Методичні рекомендації до лабораторних робіт з дисципліни «Алгоритми та методи обчислень». Черкаси : ЧДТУ, 2018. – 106 с.
2. Дичка І. А., Онай М. В., Гадиняк Р. А. Чисельні методи. Розв'язання задач лінійної алгебри та нелінійних рівнянь : лабораторний практикум. Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2018. – 95 с.

15. Електронні інформаційні ресурси

1. <http://dspace.onu.edu.ua>
2. <http://phys.onu.edu.ua>
3. <http://www.nbuuv.gov.ua>
4. <http://www.unicyb.kiev.ua/Library/OM/ZAD1/index.html>