Міністерство освіти і науки України

Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна

Кафедра інформаційних технологій в фізико-енергетичних системах

"ЗАТВЕРДЖУЮ"

Директор навчально-наукового

інституту

комп'ютерної фізики та енергетики

_____ Ірина ЛАРЧЕВСЬКА

"___" _____ 2024 р.

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

ВИКОРИСТАННЯ АЛГОРИТМІВ В ЗАДАЧАХ ФІЗИКИ

рівень вищої освіти	перший(бакалаврський)
галузь знань	10 Природничі науки
спеціальність	105 Прикладна фізика та наноматеріали
освітня програма	«Комп'ютерна фізика»
вид дисципліни	за вибором
ННІ	комп'ютерної фізики та енергетики

2024 / 2025 навчальний рік

Програму рекомендовано до затверджено вченою радою навчально-наукового інституту комп'ютерної фізики та енергетики

«28» серпня 2024 року, протокол № 8/24

РОЗРОБНИК ПРОГРАМИ:
Нємченко Єгор Костянтинович, кандидат фізико-математичних наук

Програму схвалено на засіданні кафедри інформаційних технологій в фізико-енергетичних системах

Протокол від "28" серпня 2024 року, протокол № 8/24

Завідувач кафедри інформаційних технологій в фізико-енергетичних системах

_____ Руслан СУХОВ

Програму погоджено з гарантами освітньої-професійної програми
(керівником проектної групи)

Комп'ютерна фізика

_____ Світлана РОГОВА

Програму погоджено методичною комісією Навчально-наукового інституту комп'ютерної фізики та енергетики

Протокол від «28» серпня 2024 року № 8/24

Голова науково-методичної комісії
навчально-наукового інституту комп'ютерної фізики та енергетики

_____ Денис ПРОТЕКТОР

ВСТУП

Програма навчальної дисципліни «Використання алгоритмів в задачах фізики» складена відповідно до освітньо-професійної програми підготовки «Комп'ютерна фізика» першого (бакалаврського) рівня вищої освіти

спеціальність: 105 Прикладна фізика та наноматеріали

1. Опис навчальної дисципліни

1.1. Мета викладання навчальної дисципліни

Метою викладання навчальної дисципліни є ознайомлення та володіння сучасними основами теорії алгоритмів для задач фізики.

1.2. Основні завдання вивчення дисципліни

Основними завданнями вивчення дисципліни є практичне застосування сучасних алгоритмів для розв'язування задач і створення математичної бази фізичних досліджень.

Загальні компетентності (ЗК):

1. Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності. (ЗК2)
2. Здатність спілкуватися державною мовою як усно, так і письмово. (ЗК3)
3. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел. (ЗК7)
4. Навички міжособистісної взаємодії. (ЗК8)
5. Здатність працювати автономно. (ЗК9)
6. Навички здійснення безпечної діяльності. (ЗК10)
7. Здатність реалізувати свої права і обов'язки як члена суспільства, усвідомлювати цінності громадянського (вільного демократичного) суспільства та необхідність його сталого розвитку, верховенства права, прав і свобод людини і громадянина в Україні. (ЗК11)
8. Здатність проведення досліджень на відповідному рівні. (ЗК13)
9. Здатність перетворювати наукові проблеми в загальні обчислювальні моделі та зрозуміти, як різні джерела помилок впливають на точність та надійність моделей та обчислені результати (ЗК17)
10. Знайомство з великою кількістю вдосконалених алгоритмів для вирішення широкого кола проблем та способи використання їх у доступному програмному забезпеченні. (ЗК18)

Спеціальні компетентності (СК):

1. Здатність працювати в колективах виконавців, у тому числі в міждисциплінарних проектах. (СК8)
2. Знайомство з прийомами спільної розробки програмного забезпечення. (СК11)
3. Здатність до розробки гіпотез та запропонування способів їх перевірки за допомогою відповідних аналітичних, експериментальних та чисельних інструментів. (СК12)

1.3. Кількість кредитів 4

1.4. Загальна кількість годин 120

1.5. Характеристика навчальної дисципліни	
За вибором	
Денна форма навчання	Заочна (дистанційна) форма навчання
Рік підготовки	
2-й	-й

Семестр	
3-й	-й
Лекції	
22 год.	год.
Практичні, семінарські заняття	
0 год.	год.
Лабораторні заняття	
22 год.	год.
Самостійна робота	
76 год.	год.
у тому числі індивідуальні завдання	
0 год.	

1.6. Заплановані результати навчання

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

Використовувати знання в галузі прикладної фізики, математики, електроніки та інформаційних технологій для виконання наукових досліджень та розв'язання виробничих задач.

Встановлювати та аргументувати нові залежності між параметрами та характеристиками фізичних систем.

В результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен

знати: предметну область та розуміти особливості професійної діяльності.

вміти: вчитися і оволодівати сучасними знаннями, генерувати нові ідеї, володіти особливостями абстрактного мислення, аналізу та синтезу.

Програмні результати навчання за освітньою програмою:

РН08. Вільно спілкуватися з професійних питань державною та англійською мовами усно та письмово.

РН15. Вміння представляти і захищати отримані наукові і практичні результати в усній та письмовій формі

РН17**.** Розуміння обмеження чисельних методів, включаючи помилки наближення, помилки округлення та обмеження щодо застосування конкретних алгоритмів

2. Тематичний план навчальної дисципліни

Розділ 1. Алгоритми для фізичних задач

Тема 1. Роль алгоритмів у обчисленнях

Алгоритми як необхідними складовими для розв'язання задач у всіх напрямках прикладних фізичних наук. Ключова роль алгоритмів, яку вони відіграють у сучасному розвитку науки і технологій.

Тема 2. Поняття зростання функцій

Поняття зростання функцій. Основні характеристики зростання функцій. Оцінювання часової складності алгоритму. Поняття вхідного списку та сортування.

Тема 3. Алгоритм «Розділяй та володарюй»

Поняття рекурсивних алгоритмів. Властивості парадигми «розділяй та володарюй». Типові приклади застосування цієї парадигми. Оцінювання складності алгоритмів.

Тема 4. Ймовірнісний аналіз у фізиці

Імовірнісний аналіз алгоритмів, як сучасна галузь, що лежить на перетині теорії ймовірностей і інформатики. Використання його для аналізу характеристик продуктивності алгоритмів. Методи та прийоми аналізу алгоритмів, які дозволяють відповісти на такі запитання: яка ймовірність того, що час роботи алгоритму не перевищує заданий поріг, який довірчий інтервал для робочого часу алгоритму заданого рівня значущості, тощо.

Розділ 2. Сортування та порядкова статистика

Тема 5. Пірамідальне сортування

Поняття пірамідального сортування. Основні властивості та особливості застосування. Швидкість алгоритму. Типові приклади застосування та реалізації. Недоліки та переваги пірамідального сортування.

Тема 6. Швидка сортування

Поняття швидкого сортування. Основні властивості та особливості застосування. Швидкість алгоритму. Типові приклади застосування швидкого сортування та приклади реалізації. Недоліки та переваги швидкого сортування.

Тема 7. Сортування за лінійний час

Ідея алгоритму сортування за лінійний час. Порівняння з іншими алгоритмами. Приклади реалізації. Особливості застосування, недоліки та переваги швидкого сортування.

Тема 8. Медіани та порядкові статистики

Що таке порядкова статистика. Поняття мінімуму та максимуму множини. Поняття медіани. Алгоритми пошуку медіан, історія, властивості.

Розділ 3. Структури даних для фізичних задач

Тема 9. Елементарні структури даних

Способи і методи організації даних в комп'ютерах. Поняття та класифікація структур даних. Лінійні та нелінійні структури даних. Типи даних. Базові операції над структурами даних.

Тема 10. Хешування та хеш-таблиці

Поняття хешування, хеш-функцій та хеш-таблиць. Використання хешування для сортування та пошуку даних. Сфери застосування та методи використання. Історія концепції хешування. Опис ідеї хешування. Види хеш-функцій. Різні види хешування.

Тема 11. Бінарні дерева пошуку

Що являють собою дерева пошуку як структури даних. Які операції пошуку підтримують дерева. Основні операції в бінарному дереві пошуку. Час виконання у найгіршому випадку. Повне бінарне дерево. Застосування бінарних дерев на практиці.

Тема 12. Червоно-чорні дерева

Проблема часу виконання алгоритму. Найгірший випадок побудови бінарного дерева пошуку. Поняття збалансованості дерева. Типовий час виконання алгоритму для цих типів дерев.

Тема 13. Розширення структур даних

Поняття розширення структур даних. Певні приклади розширень. Переваги застосування розширень структур даних. Розширення червоно-чорних дерев.

Розділ 4. Вдосконалені методи обробки та аналізу

Тема 14. Динамічне програмування

Проблема оптимального управління. Поняття динамічного програмування. Методи динамічного програмування. Методи оптимізації. Динамічне програмування в методах оптимізації.

Тема 15. Жадібні алгоритми

Переваги «жадібних» алгоритмів та їх визначення. Особливості використання та застосування цих видів алгоритмів. Недоліки «жадібних» алгоритмів. Типові задачі та приклади застосування.

Тема 16. Амортизаційний аналіз

Визначення поняття «амортизаційний аналіз». Випадки, в яких застосовується амортизаційний аналіз. Особливості його використання. Відмінність методі від від інших методів аналізу швидкодії алгоритмів. Приклади застосування.

3. Структура навчальної дисципліни

Назви розділів і тем	Кількість годин											
	денна форма						заочна форма					
	усього	у тому числі					усього	у тому числі				
		л	п	лаб.	інд.	с. р.		л	п	лаб.	інд.	с. р.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Тема 1 Роль алгоритмів у обчисленнях	8	1		1		6						
Тема 2. Поняття зростання функцій	8	1		1		6						
Тема 3. Алгоритм « Розділяй та володарюй»	8	1		1		6						
Тема 4. Ймовірнісний аналіз у фізиці	8	1		1		6						
Тема 5 Пірамідальне сортування	6	1		1		4						
Тема 6. Швидка сортування	6	1		1		4						
Тема 7. Сортування за лінійний час	6	1		1		4						
Тема 8. Медіани та порядкові статистики	6	1		1		4						
Тема 9 Елементарні структури даних	6	1		1		4						
Тема 10. Хешування та хеш-таблиці	6	1		1		4						
Тема 11. Бінарні дерева пошуку	6	2		2		4						
Тема 12. Червоно-чорні дерева	6	2		2		4						
Тема 13 Розширення структур даних	6	2		2		4						
Тема 14. Динамічне програмування	6	2		2		4						
Тема 15. Жадібні алгоритми	10	2		2		6						
Тема 16. Амортизаційний аналіз	10	2		2		6						
Усього годин	120	22		22		76						

4. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1.	Тема 1 Роль алгоритмів у обчисленнях	1
2.	Тема 2. Поняття зростання функцій	1
3.	Тема 3. Алгоритм «Розділяй та володарюй»	1
4.	Тема 4. Ймовірнісний аналіз у фізиці	1
5.	Тема 5 Пірамідальне сортування	1
6.	Тема 6. Швидка сортування	1
7.	Тема 7. Сортування за лінійний час	1
8.	Тема 8. Медіани та порядкові статистики	1
9	Тема 9 Елементарні структури даних	1
10	Тема 10. Хешування та хеш-таблиці	1
11	Тема 11. Бінарні дерева пошуку	2
12	Тема 12. Червоно-чорні дерева	2
13	Тема 13 Розширення структур даних	2
14	Тема 14. Динамічне програмування	2
15	Тема 15. Жадібні алгоритми	2
16	Тема 16. Амортизаційний аналіз	2
	Разом	22

5. Завдання для самостійної робота

№ з/п	Види, зміст самостійної роботи	Кількість годин
1.	Провести ознайомлення з роллю алгоритмів у обчисленнях	6
2.	Вивчити поняття зростання функцій	6
3.	Навчитися використовувати алгоритм «розділяй та володарюй»	6
4.	Засвоїти ймовірнісний аналіз та рандомізовані алгоритми	6
5.	Опрацювати тему «Пірамідальне сортування»	4
6.	Розробити програму з використання швидкого сортування	4
7.	Дослідити сортування за лінійний час	4
8.	Вивчити поняття медіани та порядкової статистики	4
9	Навчитися використовувати елементарні структури даних	4
10	Засвоїти поняття хешування та хеш-таблиць	4
11	Провести дослідження бінарних дерев пошуку	4
12	Вивчити поняття червоно-чорних дерев	4
13	Навчитися використовувати розширення структур даних	4
14	Засвоїти ідеї динамічного програмування	4
15	Опрацювати тему «Жадібні алгоритми»	6
16	Навести приклад застосування амортизаційний аналіз	6
	Разом	76

6. Індивідуальні завдання

Не передбачені навчальним планом

7. Методи навчання

Основними формами викладання навчального матеріалу з дисципліни «Використання алгоритмів в задачах фізики» є лекції, лабораторні заняття та самостійна робота студентів. Лекційні заняття будуть проводитись методом розповідь-бесіда. Лабораторні заняття будуть проводитись шляхом розв'язання окремими студентами задач перед загальною аудиторією та виконання лабораторних завдань за комп'ютером. Основною метою лабораторних занять є розвиток навичок практичного застосування алгоритмів і закріплення теоретичного матеріалу.

8. Методи контролю

Система рейтингових балів та критерії оцінювання :

Контроль виконання 16 завдань кожна по 3 (5 балів – останнє завдання)

Критерії оцінювання:

a) Повністю правильно виконане завдання оцінюється в 3 (5) балів;
b) Завдання виконане з несуттєвими помилками оцінюється в 3 бали (незначні помилки в арифметичних розрахунках);
c) Часткове виконання завдання оцінюється в 2 бали (правильно обрана логіка рішення, але грубі помилки в розрахунках);
d) Часткове виконання завдання оцінюється в 1 бали (правильно обрана логіка рішення, зовсім відсутні розрахунки);
e) Неправильно виконане завдання оцінюється в 0 балів.

Якщо студент отримав оцінку менше 1 бали за задачу він зобов'язаний переписати цю роботу, але не більше двох разів.

9. Схема нарахування балів

Поточний контроль, самостійна робота, індивідуальні завдання	
T1	3
T2	3
T3	3
T4	3
T5	3
T6	3
T7	3
T8	3
T9	3
T10	3
T11	3
T12	3
T13	3
T14	3
T15	3
T16	5
Контрольна робота	10
Іспит	40
Сума	100

T1, T2 … T16 – теми розділів.

Критерії оцінювання навчальних досягнень

1 бал – робота в аудиторії

2 бали – виконання самостійної роботи

Критерії оцінювання відповідей на контрольній роботі

Теоретичні питання (5 балів)

Наявність відповіді – 2 бал
Коректність викладок, визначень – 1 бал
Правильність відповіді – 1 бал
Відсутність помилок в розрахунках – 1 бал

Розв'язання задачі № 1 (5 балів)

Наявність відповіді – 2 бал
Коректність викладок, визначень – 1 бал
Правильність відповіді – 1 бал
Відсутність помилок в розрахунках – 1 бал

Критерії оцінювання відповідей на підсумковій роботі

Питання 1 – теоретичне питання (5 балів)

Відсутність помилок в теоретичній частині – 2 бал
Коректність викладок – 1 бал
Послідовність викладок – 1 бал
Логічність викладок – 1 бал

Питання 2 дослідницька задача. (15 балів)

Наявність відповіді – 1 бал
Коректність викладок – 2 бал
Логічність викладок – 1 бал
Коректність визначень – 1 бал
Повнота відповіді – 1 бал
Правильність відповіді – 2 бал
Наявність графічного відображення – 2 бал
Знання цілей задачі – 1 бал
Відсутність помилок в розрахунках – 2 бал
Відсутність помилок в теоретичній частині – 2 бал

Питання 3 – дослідницька (15 балів)

Наявність відповіді – 1 бал
Коректність викладок – 2 бал
Логічність викладок – 1 бал
Коректність визначень – 1 бал
Повнота відповіді – 1 бал
Правильність відповіді – 2 бал
Наявність графічного відображення – 2 бал
Знання цілей задачі – 1 бал
Відсутність помилок в розрахунках – 2 бал
Відсутність помилок в теоретичній частині – 2 бал

Шкала оцінювання

<table>
<tr><td rowspan="2">Сума балів за всі види навчальної діяльності протягом семестру</td><td colspan="2">Оцінка</td></tr>
<tr><td>для чотирирівневої шкали оцінювання</td><td>для дворівневої шкали оцінювання</td></tr>
<tr><td>90 – 100</td><td>відмінно</td><td rowspan="3">зараховано</td></tr>
<tr><td>70-89</td><td>добре</td></tr>
<tr><td>50-69</td><td>задовільно</td></tr>
<tr><td>1-49</td><td>незадовільно</td><td>не зараховано</td></tr>
</table>

10. Рекомендована література
Основна література

1. Eckert, Michael (2006). The Dawn of Fluid Dynamics: A Discipline Between Science and Technology. Wiley. p. ix. ISBN 3-527-40513-5.
2. Anderson, J. D. (2007). Fundamentals of Aerodynamics (4th ed.). London: McGraw–Hill. ISBN 978-0-07-125408-3.
3. Nangia, Nishant; Johansen, Hans; Patankar, Neelesh A.; Bhalla, Amneet Pal S. (2017). "A moving control volume approach to computing hydrodynamic forces and torques on immersed bodies". Journal of Computational Physics. 347: 437–462. arXiv:1704.00239. Bibcode:2017JCoPh.347..437N. doi:10.1016/j.jcp.2017.06.047. S2CID 37560541.
4. White, F. M. (1974). Viscous Fluid Flow. New York: McGraw–Hill. ISBN 0-07-069710-8.
5. Wilson, DI (February 2018). "What is Rheology?". Eye. 32 (2): 179–183. doi:10.1038/eye.2017.267. PMC 5811736. PMID 29271417.
6. Platzer, B. (2006-12-01). "Book Review: Cebeci, T. and Cousteix, J., Modeling and Computation of Boundary-Layer Flows". ZAMM. 86 (12): 981–982. Bibcode:2006ZaMM...86..981P. doi:10.1002/zamm.200690053. ISSN 0044-2267.
7. Shengtai Li, Hui Li "Parallel AMR Code for Compressible MHD or HD Equations" (Los Alamos National Laboratory) [1] Archived 2016-03-03 at the Wayback Machine
8. "Transient state or unsteady state? -- CFD Online Discussion Forums". www.cfd-online.com.
9. Pope, Stephen B. (2000). Turbulent Flows. Cambridge University Press. ISBN 0-521-59886-9.
10. See, for example, Schlatter et al, Phys. Fluids 21, 051702 (2009); doi:10.1063/1.3139294
11. Landau, Lev Davidovich; Lifshitz, Evgenii Mikhailovich (1987). Fluid Mechanics. London: Pergamon. ISBN 0-08-033933-6.
12. Ortiz de Zarate, Jose M.; Sengers, Jan V. (2006). Hydrodynamic Fluctuations in Fluids and Fluid Mixtures. Amsterdam: Elsevier.
13. Landau, Lev Davidovich; Lifshitz, Evgenii Mikhailovich (1959). Fluid Mechanics. London: Pergamon.

11. Посилана на інформаційні ресурси в Інтернеті, відео-лекції, інше методичне забезпечення

1. Інтернет.
2. Бібліотеки ХНУ ім. Каразіна та ІПМаш НАН України