

Міністерство освіти і науки України
Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна
Кафедра фізики ядра та високих енергій імені О. І. Ахієзера

“ЗАТВЕРДЖУЮ”

Директор навчально-наукового інституту

«Фізико-технічний факультет»

(вказати назву структурного підрозділу)

Кузнецов О.В.

(вказати П.І.Б. керівника)



2023 р.

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Основи алгоритмізації (вступ до фаху)

(назва початкової дисципліни)

рівень вищої освіти	перший (бакалавр)
галуз знань	10 «Природничі науки»
спеціальність	105 «Прикладна фізика та наноматеріали»
освітня програма	«Кіберфізичні ядерні технології»
спеціалізація	
вид дисципліни	обов'язкова
факультет	ННІ «Фізико-технічний факультет»

2023-2024 навчальний рік

Програму рекомендовано до затвердження Вченою радою Навчально наукового інституту «Фізико-технічний факультет»

“25” серпня 2023 року, протокол № 8

РОЗРОБНИКИ ПРОГРАМИ: (вказати авторів, їхні наукові ступені, вчені звання та посади)

Максим МАЛОВИЦЯ доктор філософії, доцент кафедри фізики ядра та високих енергій імені

О. І. Ахієзера.

Програму схвалено на засіданні кафедри фізики ядра та високих енергій імені О.І. Ахієзера

Протокол від “16” червня 2023 року № 10

Завідувач кафедри фізики ядра та високих енергій імені О.І. Ахієзера

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Програму погоджено з гарантом освітньо-професійної програми Микола ЦВЕТКА Прикладна фізика

(назва освітньої програми)

Гарант освітньої (професійної) програми

(підпис)

Ігор ГІРКА

(прізвище та ініціали)

Програму погоджено з гарантом освітньо-професійної програми

Кіберфізичні ядерні технології

(назва освітньої програми)

Гарант освітньої (професійної) програми

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Програму погоджено науково-методичною комісією ННІ «Фізико-технічний факультет»

(назва факультету, для здобувачів вищої освіти якого викладається навчальна дисципліна)

Протокол від “14” серпня 2023 року № 11

Голова науково-методичної комісії ННІ «Фізико-технічний факультет»

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Микола ЮНАКОВ

ВСТУП

Програму навчальної дисципліни «Основи алгоритмізації (вступ до фаху)» складено відповідно до освітньо-професійної програми підготовки першого рівня вищої освіти (бакалавр). Галузь знань: 10 – «Природничі науки». Спеціальність: 105 – «Прикладна фізика»

та наноматеріали». Освітня програма: «Кіберфізичні ядерні технології». При розробці Програми враховані вимоги Стандарту вищої освіти першого (бакалаврського) рівня, галузі знань 10 – «Природничі науки», спеціальності 105 – «Прикладна фізика та наноматеріали», затвердженого наказом МОН України № 804 від 16.06.2020 р.

ОПИС НАВЧАЛЬНОЇ ПРОГРАМИ

1.1 Мета викладання навчальної дисципліни

Основною метою викладання курсу «Основи алгоритмізації (вступ до фаху)» є ознайомлення студентів з існуючими методами розробки, аналізу та впровадження алгоритмів розв’язання задач з фізики, які вимагають числових розрахунків. При вивченні курсу, студенти будуть мати змогу набути практичних навичок з побудови та аналізу власних алгоритмів. Окрім цього, важливим фактором вивчення «Основи алгоритмізації» є вивчення мови псевдокоду, яка широко використовується для опису комп’ютерних програм та алгоритмів.

1.2 Основні завдання вивчення дисципліни

Основним завданням викладання курсу «Основи алгоритмізації (вступ до фаху)» є підготовка студентів до самостійного (або у складі наукової групи) виконання поставлених завдань, які передбачають розв’язання кіберфізичних задач.

При розв’язанні кіберфізичних задач можливо використовувати два підходи:

використання існуючих алгоритмів розв’язання подібних задач та застосування їх до конкретної ситуації. Для цього, в програмі курсу передбачається викладання методів аналізу алгоритмів та мови псевдокоду, яка часто використовується при описанні алгоритмів.

розробка власних алгоритмів. Для цього, в програмі курсу передбачається вивчення базових методів та структур необхідних для розробки алгоритмів, та методи аналізу оптимальності отриманих алгоритмів.

Загальні компетентності, які мають бути засвоєні внаслідок вивчення вступу до мов програмування:

- Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях. **(ЗК-1)**
- Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел. **(ЗК-7)**
- Здатність працювати автономно. **(ЗК-9)**

Фахові компетентності, які мають бути засвоєні внаслідок вивчення вступу до мов програмування:

- Здатність використовувати сучасні теоретичні уявлення в галузі фізики для аналізу фізичних систем. (СК-6)
- Здатність використовувати методи і засоби теоретичного дослідження та математичного моделювання в професійній діяльності. (СК-7)
- Здатність виконувати обчислювальні експерименти, використовувати чисельні методи для розв'язування фізичних задач і моделювання фізичних систем (СК-10)

1.3 Кількість кредитів: 3

1.4 Загальна кількість годин: 90

1.5 Характеристика навчальної дисципліни

Обов'язкова / за вибором	
Денна форма навчання	Заочна форма навчання
Рік підготовки	
1-й	—
Семестр	
1-й	—
Лекції	
—	—
Практичні, семінарські заняття	
32 год.	—
Самостійна робота	
58 год.	—
Індивідуальні завдання	
—	—

1.6 Заплановані результати навчання

В результаті вивчення курсу «Основи алгоритмізації (вступ до фаху)» студенти отримають базові знання з розробки та аналізу алгоритмів розв'язання кіберфізичних задач, які будуть сприяти вивченню курсів цього та наступних семестрів пов'язаних з програмуванням та числовими розрахунками. Студенти отримають практичний досвід самостійної роботи та аналізу існуючих або розроблених самостійно алгоритмів.

Згідно з освітньо-професійною програмою «Кіберфізичні ядерні технології», спеціальність 105 – «Прикладна фізика та наноматеріали» студенти мають досягти таких результатів навчання:

- Знати цілі сталого розвитку та можливості своєї професійної сфери для їх досягнення, в тому числі в Україні. (Зн-2)
- Розуміти закономірності розвитку прикладної фізики, її місце в розвитку техніки, технологій і суспільства, у тому числі в розв'язанні екологічних проблем. (Зн-3)
- Застосовувати сучасні математичні методи для побудови й аналізу математичних моделей фізичних процесів. (Ум-1)
- Застосовувати фізичні, математичні та комп'ютерні моделі для дослідження фізичних явищ, розробки приладів і наукоємних технологій. (Ум-3) •
- оцінювати фінансові, матеріальні та інші витрати, пов'язані з реалізацією проектів у сфері прикладної фізики, соціальні, екологічні та інші потенційні наслідки реалізації проектів. (Ком-4)

ТЕМАТИЧНИЙ ПЛАН НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Розділ 1. Основи

Тема 1. Роль алгоритмів при розв'язанні кіберфізичних задач

У цій темі будуть обговорюватися такі питання: Що таке алгоритми? Чому варто вивчати алгоритми? Яка роль алгоритмів відносно інших технологій, що використовуються при розв'язанні кіберфізичних задач?

Тема 2. Основні поняття

У цій темі будуть обговорюватися структури та поняття, які використовуються при проектуванні та аналізі алгоритмів. Сортування вставкою. Аналіз алгоритмів. Розробка алгоритмів.

Тема 3. Характеристика часу виконання

У цій темі наведено декілька стандартних методів придатних для спрощення асимптотичного аналізу алгоритмів. Представлено три найбільш часто використовувані типи «асимптотичних позначень». Також обговорюється один із способів використання цих асимптотичних позначень для розгляду про найгіршого часу виконання сортування вставкою. Розглядаються асимптотичні нотації більш формально та представляються кілька умовних позначень, які використовуються в курсі. Розглядаються поведінки функцій, які зазвичай виникають під час аналізу алгоритмів.

Тема 4. Метод «Розділяй і володарюй»

Метод «розділяй і володарюй» є потужною стратегією розробки асимптотично ефективних алгоритмів. У цій темі будуть розглянуті застосування методу «розділяй і

володарюй» і представлені математичні інструменти, які можна використовувати для вирішення проблем, які виникають під час аналізу алгоритмів «розділяй і володарюй».

Тема 5. Ймовірнісний аналіз і стохастичні алгоритми

У цій темі представлені ймовірнісний аналіз і стохастичні алгоритми, зокрема, обговорюються ланцюги Маркова.

Розділ 2. Структури даних

Тема 6. Елементарні структури даних

У цій темі розглядається представлення динамічних наборів за допомогою простих структур даних. Масиви, матриці, стеки, черги, пов'язані списки та кореневі дерева.

Тема 7. Таблиці хешів

Хеш-таблиця узагальнює простіше поняття звичайного масиву. Пряме звернення до звичайного масиву використовує час доступу $O(1)$ для будь-якого елемента масиву. У цій темі більш детально розглядається пряма адресація. Щоб використовувати пряму адресацію, ви повинні мати можливість виділити масив, який містить позицію для кожного можливого ключа. Коли фактично збережена кількість ключів невелика відносно загальної кількості можливих ключів, хеш-таблиці стають ефективною альтернативою прямій адресації масиву, оскільки хеш-таблиця зазвичай використовує масив, розмір якого пропорційний кількості фактично збережених ключів.

Тема 8. Бінарні дерева

Після представлення основних властивостей бінарного дерева, у цій темі буде показано як проходити по елементам бінарного дерева, щоб надрукувати його значення у відсортованому порядку, як шукати значення в бінарному дереві, як знайти мінімальний або максимальний елемент, як знайти попередника або наступника елемента, а також як вставити в бінарне дерево або видалити з нього елемент.

Розділ 3. Окремі питання алгоритмізації

Тема 9. Паралельні алгоритми

Переважає більшість алгоритмів у цьому курсі є послідовними алгоритмами, придатними для роботи на однопроцесорному комп'ютері, який виконує лише одну інструкцію за раз. Ця тема розширює алгоритмічну модель, щоб охопити паралельні алгоритми, де декілька інструкцій можуть виконуватися одночасно.

Тема 10. Операції з матрицями

Оскільки операції над матрицями лежать в основі наукових обчислень, ефективні алгоритми для роботи з матрицями мають багато практичних застосувань. Ця тема присвячена тому, як помножити матриці та розв'язувати набори одночасних лінійних рівнянь.

Тема 11. Алгоритми машинного навчання

Машинне навчання можна розглядати як один з розділів штучного інтелекту. Загалом, штучний інтелект має на меті дозволити комп'ютерам виконувати складні завдання сприйняття та обробки інформації з продуктивністю, подібною до людської. Поле штучного інтелекту величезне і використовує багато різних алгоритмічних методів.

СТРУКТУРА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Назви розділів	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.
Розділ 1. Основи												
Разом за розділом 1	34	—	12	—	—	22	—	—	—	—	—	—
Розділ 2. Структури даних												
Разом за розділом 2	30	—	10	—	—	20	—	—	—	—	—	—
Розділ 3. Окремі питання алгоритмізації												
Разом за розділом 3	26	—	10	—	—	16	—	—	—	—	—	—
Усього годин	90	—	32	—	—	58	—	—	—	—	—	—

4. ТЕМИ ПРАКТИЧНИХ ЗАНЯТЬ

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
	Роль алгоритмів при розв'язанні кіберфізичних задач	
	Основні поняття	

	Характеристика часу виконання	
	Метод «Розділяй і володарюй»	
	Імовірнісний аналіз і стохастичні алгоритми	
	Елементарні структури даних	
	Таблиці хешів	
	Бінарні дерева	
	Паралельні алгоритми	
	Операції з матрицями	
	Алгоритми машинного навчання	
	Разом	

5. ЗАВДАННЯ ДЛЯ САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ

Опишіть власний реальний приклад, який потребує сортування. Опишіть такий приклад, де необхідно визначити найкоротшу відстань між двома точками.

Яке найменше значення n таке, що алгоритм, час виконання якого дорівнює $100n^2$, працює швидше, ніж алгоритм, час виконання якого дорівнює 2^n , на тому ж комп'ютері? ерепишіть процедуру INSERTION-SORT так, щоб сортування відбувалося в порядку монотонного спадання замість зростання.

апишіть функцію « $n^3/1000 + 100n^2 - 100n + 3$ » через позначення Θ .

налогічно схемі представленої на занятті, намалюйте схему сортування злиттям для масиву $\langle 3, 41, 52, 26, 38, 57, 9, 49 \rangle$

изначте інваріант циклу **while** у рядках 11-18 процедури **MERGE** представленої на занятті.

кщо на одну базову операцію ви витрачаєте $c^1 = 0.01$ секунду, а на операцію об'єднання ви витрачаєте $c^2 = 0.02$ секунди, то яку максимальну кількість часу може буде витрачено на сортування масиву з $n = 65536$ чисел алгоритмом сортування злиттям?

мініть аргумент нижньої межі для сортування вставкою, щоб обробляти розміри вхідних даних, які не обов'язково кратні 3.

и

оведіть, що час роботи алгоритму дорівнює $\Theta(g(n))$ тоді і тільки тоді, коли його найгірший час роботи дорівнює $O(g(n))$, а найкращий – $\Omega(g(n))$.

икористовуючи алгоритм Штрассена, обрахуйте добуток матриць:

p

n

i

$$\begin{pmatrix} 1 & 3 \\ 7 & 5 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 6 & 8 \\ 4 & 2 \end{pmatrix}$$

покажіть ваші кроки.

напишіть псевдокод для алгоритму Штрассена.

напишіть реалізацію процедури $\text{RANDOM}(a; b)$, яка здійснює виклики лише $\text{RANDOM}(0;$

використовуйте випадкові змінні індикатора, щоб обчислити очікуване значення суми n кубиків.

покажіть, як реалізувати чергу за допомогою двох стеків. Проаналізуйте час виконання операцій черги.

покажіть, як реалізувати стек за допомогою двох черг. Проаналізуйте час виконання операцій стека.

реалізуйте стек за допомогою однозв'язаного списку. Операції PUSH і POP все ще мають займати $O(1)$ часу. Вам потрібно додати якісь атрибути до списку?

напишіть $O(n)$ рекурсивну процедуру, яка за заданим бінарним деревом з n вузлів друкує ключ кожного вузла в дереві.

напишіть $O(n)$ нерекурсивну процедуру, яка, задано бінарне дерево з n вузлів, друкує ключ кожного вузла в дереві. Використовуйте стек як допоміжну структуру даних.

динамічна множина S представлена таблицею прямої адресації T довжини m . Опишіть процедуру, яка обирає максимальний елемент S . Який найгірший результат вашої процедури?

для множини $\langle 1; 4; 5; 10; 16; 17; 21 \rangle$ ключів, намалюйте двійкові дерева висотою 2, 3, 4, 5 і 6.

надайте рекурсивні алгоритми, які виконують обхід дерева перед і після порядку за час $\Theta(n)$ на дереві з n вузлів.

6. ІНДИВІДУАЛЬНІ ЗАВДАННЯ

В даному курсі індивідуальні завдання не передбачені.

7. МЕТОДИ НАВЧАННЯ

При викладанні вступу до мов програмування використовують словесні, наочні, практичні та дискусійні методи навчання. На лекціях використовують найчастіше словесний, наочний та дискусійний методи. На практичних заняттях найчастіше

використовують практичний та дискусійний методи. Під час самостійної роботи знаходять застосування всі згадані методи навчання.

8. МЕТОДИ КОНТРОЛЮ

Навчальним планом передбачені наступні методи контролю:

Поточний контроль (60 балів) складається з:

удиторна робота на практичних заняттях – 15 балів;

иконання домашніх завдань – 25 балів;

онтрольна робота: 20 балів

Підсумковий контроль проводиться у формі заліку (40 балів).

Залікове завдання: білет містить два теоретичних питання (по 10 балів на питання) та одну задачу (20 балів).

9. СХЕМА НАРАХУВАННЯ БАЛІВ

Лекційні заняття	—
Практичні заняття	
Контрольна робота	
Залік	
Сума	100

Критерії оцінювання навчальних досягнень

Поточне оцінювання

Бали за роботу на практичних заняттях розраховуються виходячи з кількості відвідуваних лекцій. Додаткові бали можливо отримати шляхом активної участі у заняттях (помічає помилки, задає змістовні питання, відповідає на питання лектора).

Якщо студент не має змоги відвідувати заняття, передбачені додаткові домашні завдання, за допомогою яких студент матиме змогу показати знання пропущених занять, які він отримав шляхом самостійного вивчення матеріалів.

Протягом семестру студентам задаються домашні завдання, які оцінюються виходячи з повноти та достовірності відповідей. При наявності ознак порушення академічної, студентам задаються уточнюючі питання, за допомогою яких оцінюється рівень самостійності виконання завдань.

Контрольна робота складається з двох завдань: одне теоретичне питання (10 балів) і одна практична задача (10 балів).

Відповіді на питання оцінюються виходячи з повноти відповіді або розв'язаної задачі. При наявності ознак порушення академічної доброчесності, студентам задаються уточнюючі усні запитання, за допомогою яких оцінюється рівень самостійності виконання завдань.

Підсумковий контроль

Залікова робота оцінюється за тими ж критеріями, що і контрольна робота у поточному оцінюванні.

Для допуску до складання підсумкового контролю (екзамену) здобувач вищої освіти повинен набрати не менше 15 балів з навчальної дисципліни під час поточного контролю, самостійної роботи, індивідуального завдання.

Шкала оцінювання

Сума балів за всі види навчальної діяльності протягом семестру	Оцінка за національною шкалою	
	для екзамену	для заліку
	відмінно	зараховано
	добре	
	задовільно	
	незадовільно	не зараховано

10. РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

Основна література:

Кармен Т. Г., Лейзерсон Ч. Е., Рівест Р. Л., Стайн К. Вступ до алгоритмів. — К. : К. І. С., 2019. — 1288 с. ISBN 978-617-684-239-2

Матвієнко М. П. Теорія алгоритмів. Навчальний посібник. — К.: Видавництво Ліра-К, 2017. — 340 с. ISBN 978-966-2609-34-9

Крєневич А. П. Алгоритми і структури даних. Підручник. – К.: ВПЦ "Київський університет", 2021. – 200 с.

Допоміжна література:

1

11. ПОСИЛАННЯ НА ІНФОРМАЦІЙНІ РЕСУРСИ В ІНТЕРНЕТІ, ВІДЕО-ЛЕКЦІЇ, ІНШЕ МЕТОДИЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

.

.

T
h
e