

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ЕКОНОМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ СЕМЕНА КУЗНЕЦЯ

ЗАТВЕРДЖЕНО

на засіданні кафедри
інформаційних систем.
Протокол № 1 від 22.08.2023 р.

ПОГОДЖЕНО

Проректор з навчально-методичної роботи



Каріна НЕМАШКАЛО

АЛГОРИТМИ ТА СТРУКТУРИ ДАНИХ

робоча програма навчальної дисципліни (РПНД)

Галузь знань 12 "Інформаційні технології"
Спеціальність 121 "Інженерія програмного забезпечення "
Освітній рівень перший (бакалаврський)
Освітня програма "Інженерія програмного забезпечення"

Статус дисципліни обов'язкова
Мова викладання, навчання та оцінювання українська

Розробник:
д.п.н, професор підписано КЕП Людмила ГРИЗУН

Завідувач кафедри інформаційних систем

Дмитро БОНДАРЕНКО

Гарант програми

Олег ФРОЛОВ

Харків
2024

ВСТУП

Широке розповсюдження інформаційних технологій, науково-технічний прогрес, проникнення інформаційно-комунікаційних технологій в усі сфери людської діяльності висувають нові, підвищені вимоги до підготовки фахівців в галузі інформаційних технологій. Сучасний професіонал у цій галузі повинен володіти цілим рядом компетенцій, серед яких особливе місце займають загальнонаукові та загально технічні компетенції та фундаментальні знання.

Навчальна дисципліна "Алгоритми та структури даних" розглядає такі питання, як формалізація понять "алгоритм", "складність алгоритму" та дослідження формальних алгоритмічних систем; загальні принципи побудови ефективних алгоритмів; сучасні методи дослідження та аналізу алгоритмів; способи та механізми реалізації ефективних алгоритмів у конкретних застосуваннях; класифікація завдань, визначення і дослідження класів складності; асимптотичний аналіз складності алгоритмів; отримання явних функцій трудомісткості для порівняльного аналізу алгоритмів; розробка критеріїв порівняльного оцінювання якості алгоритмів; різноманітні ефективні структури даних та особливості їх застосування при реалізації різних алгоритмів.

Метою вивчення навчальної дисципліни "Алгоритми та структури даних" є отримання здобувачами ґрунтовної математичної підготовки та знань теоретичних, методичних і алгоритмічних основ інформаційних технологій для їх використання під час вирішення прикладних і наукових завдань у сфері інформаційних систем і технологій, забезпечення теоретичної та інженерної підготовки фахівців у галузі проектування, впровадження та використання інформаційних систем в бізнесі; ознайомлення із сучасними та ефективними алгоритмами комп'ютерного оброблення інформації, а також методами їх дослідження та аналізу.

Завдання навчальної дисципліни полягає у формуванні у здобувачів систематизованого уявлення щодо концепцій теорії алгоритмів, методів і засобів розв'язання прикладних алгоритмічних задач, а також отримання практичних навичок з алгоритмізації та програмування, необхідних для ефективного проектування інформаційних систем.

Об'єктом навчальної дисципліни є вивчення структур даних та типових алгоритмів роботи з ними.

Предметом навчальної дисципліни є теоретичні концепції побудови та аналізу алгоритмів, а також використання різноманітних структур даних для розв'язання прикладних алгоритмічних задач.

Результати навчання та компетентності, які формує навчальна дисципліна, визначено в табл. 1.

Результати навчання та компетентності, які формує навчальна дисципліна

| Результати навчання | Компетентності, якими повинен оволодіти здобувач вищої освіти |
|---------------------|---|
| PH 13 | ЗК 01, ЗК 02, СК 02, СК 08, СК 14 |
| PH 25 | ЗК 01, ЗК 02, СК 14 |

де: PH 13. Знати і застосовувати методи розробки алгоритмів, конструювання програмного забезпечення та структур даних і знань.

PH 25. Мати навички розробки програмного забезпечення з урахуванням розподіленої обробки даних, паралельних обчислень на декількох процесорах, ядрах та з застосуванням графічних адаптерів (прискорювачів).

ЗК 01. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.

ЗК 02. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

СК 02. Здатність брати участь у проектуванні програмного забезпечення, включаючи проведення моделювання (формальний опис) його структури, поведінки та процесів функціонування.

СК08. Здатність застосовувати фундаментальні і міждисциплінарні знання для успішного розв'язання завдань інженерії програмного забезпечення.

СК 14. Здатність до алгоритмічного та логічного мислення.

ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Зміст навчальної дисципліни

Змістовий модуль 1. Аналіз алгоритмів та алгоритмічні стратегії

Тема 1. Поняття алгоритму. Основні властивості алгоритмів.

Мета та завдання дисципліни, її місце у навчальному процесі. Структура дисципліни, рекомендації щодо її вивчення. Організаційно-методичне забезпечення дисципліни.

Алгоритм. Інтуїтивне поняття алгоритму. Способи запису і властивості алгоритмів. Необхідність уточнення поняття алгоритму. Вимоги до загальної алгоритмічної моделі.

Практичні прийоми розробки найпростіших алгоритмів. Поняття складності алгоритму. Аналіз алгоритмів щодо їх складності.

Методи розроблення алгоритмів: структурне програмування, рекурсія, обходи дерев, "поділяй і пануй", балансування, динамічне програмування, програмування з відходом назад, метод "гілок і меж", евристичні та наближені алгоритми.

Тема 2. Алгоритми роботи з цілими числами

Актуальність вивчення і застосування алгоритмів обробки цілих чисел. Найбільший спільний дільник. Найменше спільне кратне. Алгоритм Евкліда.

Решето Ератосфена. Решето Сундарама. Решето Аткина. Перевірка чисел на простоту.

Основна теорема арифметики. Розклад числа на прості множники.

Функція Ейлера.

Тема 3. Алгоритми пошуку та сортування

Алгоритми пошуку, проблеми їх реалізації, аналіз складності.

Значення сортувань при реалізації алгоритмів. Класифікація сортувань. Характеристики сортувань. Прості сортування як спосіб швидкої реалізації алгоритму. Приклади простих сортувань (метод простого включення, метод простого обміну (бульбашкове сортування), шейкерне сортування, сортування вставками, сортування підрахунком). Переваги і недоліки простих сортувань.

Складні сортування як спосіб створення ефективних алгоритмів. Приклади складних сортувань (сортування Шелла, сортування Хоара (швидке сортування), сортування злиттям). Переваги і недоліки складних сортувань. Порівняння простих та складних сортувань.

Змістовий модуль 2. Фундаментальні алгоритми обробки даних

Тема 4. Базові структури даних. Особливості та реалізація

Концепція типу даних. Класифікації типів даних. Способи подання структури даних в пам'яті комп'ютера. Види пам'яті та особливості способів подання даних в різних видах пам'яті.

Прості та складені структури даних. Характеристика масивів, структур та списків.

Стеки, черги та зв'язні списки. Особливості їх реалізації.

Тема 5. Фундаментальні алгоритми на графах

Основні поняття теорії графів. Матричне подання графу. Матриця зв'язності та матриця відстаней на графі.

Пошук оптимальних маршрутів в графі. Алгоритм Дейкстри. Алгоритм Белмона.

Знаходження мінімального остовного дерева графа за алгоритмом Прима-Краскала. Задача про пошук гамільтонових шляхів.

Тема 6. Комбінаторні та рекурсивні алгоритми

Основні поняття комбінаторики. Поняття комбінаторної задачі. Перестановки. Підрахунок кількості можливих перестановок. Організація 10 перестановок.

Розміщення та сполучення. Підрахунок кількості. Організація знаходження всіх можливих розміщень і сполучень. Методи організації повного перебору.

Метод гілок і границь. Обмеження варіантів перебору. Алгоритми пошуку з повертанням. Задача про розстановку дужок.

Перелік лабораторних занять за навчальною дисципліною наведено в табл. 2.

Таблиця 2

Перелік лабораторних занять

| Назва теми | Зміст |
|-------------------------------|--|
| Тема 1. Лабораторна робота 1. | Математичний аналіз складності алгоритмів. |

| | |
|--|--|
| Тема 2. Лабораторна робота 2. | Алгоритми обробки цілих чисел. |
| Тема 3. Лабораторна робота 3. Лабораторна робота 4. | Алгоритми пошуку в масивах. Алгоритми сортування масивів. |
| Тема 4. Лабораторна робота 5. | Стеки, черги, лінійні списки. Особливості реалізації. |
| Тема 5. Лабораторна робота 6. | Графи та алгоритми їх обробки. |
| Тема 6. Лабораторна робота 7. | Комбінаторні алгоритми. |

Перелік тем самостійної роботи за навчальною дисципліною наведено в табл. 3.

Таблиця 3

Перелік тем самостійної роботи

| Назва теми | Зміст |
|------------|---|
| Тема 1. | Опрацювання лекційного матеріалу. Роль алгоритмізації і програмування у проєктуванні інформаційних систем. Основні стратегії розроблення алгоритмів. Математичні основи оцінки складності алгоритмів. Підготовка до лабораторного заняття. |
| Тема 2. | Опрацювання лекційного матеріалу. Роль алгоритмів обробки простих чисел в криптографії. Проблеми генерації великих простих чисел. Підготовка до лабораторних занять. |
| Тема 3. | Опрацювання лекційного матеріалу. Класифікації алгоритмів сортування. Реалізація різних стратегій розробки алгоритмів при реалізації алгоритмів пошуку і сортування. Основні підходи до розв'язання задач методом динамічного програмування. Підготовка до лабораторних занять. |
| Тема 4. | Опрацювання лекційного матеріалу. Класифікації типів даних. Способи подання структури даних в пам'яті комп'ютера. Хеш-таблиці та хеш-функції, їх роль в криптографії. Підготовка до лабораторних занять. |
| Тема 5. | Опрацювання лекційного матеріалу. Проблеми зберігання графу як структури даних та його візуалізації. Прикладне значення теорії графів та алгоритмів його обходу. Підготовка до лабораторних занять. Розробка індивідуальних проєктів. |
| Тема 6. | Опрацювання лекційного матеріалу. Переваги та недоліки рекурсивних алгоритмів. Особливості реалізації комбінаторних алгоритмів. Основні алгоритми пошуку в рядках. Алгоритми обробки рядків. Підготовка до лабораторних занять. Розробка індивідуальних проєктів. |

Кількість годин лекційних та лабораторних занять, а також годин самостійної роботи наведено в робочому плані (технологічній карті) з навчальної дисципліни.

МЕТОДИ НАВЧАННЯ

У процесі викладання навчальної дисципліни для набуття визначених результатів навчання, активізації освітнього процесу передбачено застосування таких методів навчання, як:

Словесні (лекція (Тема 1, 2), проблемна лекція (Тема 3 - 6)).

Наочні (демонстрація (Тема 1 – 6)).

Практичні (лабораторна робота (Тема 1 – 6).

Міні-конференція із обговоренням актуальних проблем курсу та захисту індивідуальних проєктів (Тема 5-6).

ФОРМИ ТА МЕТОДИ ОЦІНЮВАННЯ

Університет використовує 100 бальну накопичувальну систему оцінювання результатів навчання здобувачів вищої освіти.

Поточний контроль здійснюється під час проведення лекційних та лабораторних занять і має на меті перевірку рівня підготовленості здобувача вищої освіти до виконання конкретної роботи і оцінюється сумою набраних балів:

— для дисциплін з формою семестрового контролю екзамен: максимальна сума – 60 балів; мінімальна сума – 35 балів.

Підсумковий контроль включає семестровий контроль та атестацію здобувача вищої освіти.

Семестровий контроль проводиться у формі екзамену.

Підсумкова оцінка за навчальною дисципліною визначається сумуванням всіх балів, отриманих під час поточного контролю та екзамену.

Під час викладання навчальної дисципліни використовуються наступні контрольні заходи:

Поточний контроль: захист лабораторних робіт (50 балів), індивідуальний проєкт (10 балів).

Більш детальну інформацію щодо системи оцінювання наведено в робочому плані (технологічній карті) з навчальної дисципліни.

Приклад екзаменаційного білета

Харківський національний економічний університет імені Семена Кузнеця
Перший (бакалаврський) рівень вищої освіти
Спеціальність «Інженерія програмного забезпечення»
Освітньо-професійна програма «Інженерія програмного забезпечення»
Семестр III
Навчальна дисципліна «Алгоритми та структури даних»

ЕКЗАМЕНАЦІЙНИЙ БІЛЕТ № 1

Завдання 1. Перевірка цілих чисел на простоту: провести порівняльну характеристику тестів простоти.

Завдання 2. Скласти програму, що забезпечує введення з файлу графа у вигляді матриці суміжності, виведення на екран графа та пошук в глибину. Пояснити ідею такого пошуку та особливості його реалізації. Виконати програму в покроковому режимі для графа на 5 вершинах. Проілюструвати на відповідному геометричному графі.

Затверджено на засіданні кафедри інформаційних систем протокол № ____ від «__» _____ 20__ р.

Екзаменатор д.п.н., проф. Гризун Л.

Зав. кафедрою к.т.н., доц. Бондаренко Д.О.

Критерії оцінювання

Екзаменаційний білет складається з двох завдань для перевірки знань з основ алгоритмізації та умінь розв'язувати практичні завдання, пов'язані із застосуванням базових алгоритмів, аналізом їх складності та використанням відповідних структур даних.

Структура екзаменаційного білету побудована за наступним прикладом.

Екзаменаційний білет

1. Дати розгорнуту відповідь на теоретичне питання.
2. Розв'язати алгоритмічну задачу з використанням вказаного алгоритму та (або) певної структури даних.

Тривалість іспиту - 90 хвилин, при цьому орієнтовний час підготовки відповіді на окремі питання наступні: 1 питання – 45 хвилин, 2 питання – 45 хвилин.

Відповідь на теоретичне питання має бути чіткою та розгорнутою, із наданням відповідних практико-орієнтованих прикладів.

Розв'язок задачі має містити пояснення щодо використаного алгоритму (його опис), особливостей його застосування, аналіз його складності тощо; програмний код; скріншот із кодом та результатами тестування програми; аналіз результатів; висновки.

Оцінка результату іспиту формується за наступним правилом. Кожне завдання екзаменаційного білету оцінюється максимум на 20 балів. Отримана кількість балів з відповідей на кожне питання екзаменаційного білету підсумовується.

20-18 балів - виставляється за глибокі знання навчального матеріалу навчальної дисципліни, що міститься в основних і додаткових рекомендованих літературних джерелах, вміння аналізувати алгоритми, які вивчаються, у їх взаємозв'язку і розвитку, наводити влучні приклади, чітко, лаконічно, логічно послідовно відповідати на поставлені питання, вміння застосовувати теоретичні положення при розв'язанні практичних задач;

17-15 балів - виставляється за міцні знання навчального матеріалу дисципліни, включаючи розрахунки, аргументовані відповіді на поставлені питання, наводити влучні приклади, вміння застосовувати теоретичні положення при розв'язанні практичних задач;

14-11 балів - виставляється за міцні знання навчального матеріалу дисципліни, включаючи наведення прикладів, аргументовані відповіді на поставлені питання, які, однак, містять несуттєві неточності, за вміння застосовувати теоретичні положення при розв'язанні практичних задач;

10-8 балів виставляється за достатні знання навчального матеріалу дисципліни, відповіді на поставлені питання та розв'язок задачі, які, однак, містять певні неточності;

7-5 бали - виставляється за посередні знання навчального матеріалу дисципліни, мало аргументовані відповіді, посереднє застосування теоретичних положень при розв'язанні практичних задач, проте наявне значне просування у розв'язку практичного завдання;

4-2 бали - виставляється за слабкі знання навчального матеріалу, неточні або мало аргументовані відповіді, з порушенням послідовності його викладення за слабке застосування теоретичних положень при розв'язанні практичних задач;

1-0 балів – виставляється за незнання значної частини навчального матеріалу, суттєві помилки у відповідях на питання, невміння застосувати теоретичні положення при розв'язанні практичних задач.

У результаті такого підрахунку здобувачем може бути отримано за два завдання на іспиті від 0 до 40 балів.

РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

Основна

1. Матвієнко М.П. Алгоритми та структури даних: навчальний посібник. / М. П. Матвієнко. – Київ: Видавництво Ліра-К, 2018. — 340 с.
2. Основи алгоритмізації. Методичні рекомендації до виконання лабораторних робіт для студентів спеціальності 121 "Інженерія програмного забезпечення" освітньої програми "Інженерія програмного забезпечення" першого (бакалаврського) рівня [Електронний ресурс] / уклад. О. В. Щербаков, О. В. Фролов; Харківський національний економічний університет ім. С. Кузнеця. — Електрон. текстові дан. (3,95 МБ). — Харків : ХНЕУ ім. С. Кузнеця, 2023. — 67 с. : іл. — Загол. з титул. екрану. — Бібліогр.: с. 65-66. — Режим доступу : <http://repository.hneu.edu.ua/handle/123456789/29584>
3. Щербаков О. В. Порівняльний аналіз алгоритмів та методів сортування в сучасних мовах програмування / О. В. Щербаков, Ю. І. Скорін // Проблеми і перспективи розвитку ІТ-індустрії: матеріали міжнар. науково-практ. конф., 19 – 20 квітня 2018 р. : тези допов. – Х.: ХНЕУ ім. Семена Кузнеця, 2018. – С. 31. – Режим доступу : <http://repository.hneu.edu.ua/handle/123456789/16453>
4. Щербаков О. В. Порівняльний аналіз алгоритмів та методів сортування в сучасних мовах програмування / О. В. Щербаков, Ю. І. Скорін // Проблеми і перспективи розвитку ІТ-індустрії: матеріали міжнар. науково-практ. конф., 19 – 20 квітня 2018 р. : тези допов. – Х.: ХНЕУ ім. Семена Кузнеця, 2018. – С. 31. – Режим доступу : <http://repository.hneu.edu.ua/handle/123456789/19019>

Додаткова

5. Bilousova L., Gryzun L., Zhytienova N., Pikalova V. (2019) Search algorithms learning based on cognitive visualization. ICT in Education, Research, and Industrial Applications: Integration, Harmonization, and Knowledge Transfer. Conference proceedings (2387). P. 472-478. ISSN 1613-0073. URL: <http://ceur-ws.org/Vol-2387/20190472.pdf>.
6. Gryzun, L., Shcherbakov, O., Parfonov, Y., & Bodnar, L. (2022). Visualization of algorithms on graphs with a large number of vertices: The features of applications design. Development management, 20(4), 36-44. [http://doi.org/10.57111/devt.20\(4\).2022.36-44](http://doi.org/10.57111/devt.20(4).2022.36-44). – Режим доступу : <https://devma.com.ua/uk/journals/t-20-4-2022/vizualizatsiya-algoritmiv-na-grafakh-z-velikoyu-kilkistyuu-vershin-osoblivosti-proyektuvannya-zastosunkiv>
7. Gryzun L., Shcherbakov O. and S. Lytvynova Computer modeling of the tournament of game algorithms in the process of learning of basics of algorithmization and programming by pre-service IT-specialists /L. Gryzun, O. Shcherbakov and S. Lytvynova // Kiv, A.E., Semerikov S.O., Shyshkina, M.P. (Eds.): Cloud Technologies in Education. Proceedings of the 9 th Workshop CTE

2021, Kryvyi Rih, Ukraine, December 17, 2021, CEUR-WS.org, Vol-3085 pp 28-38. URL: <http://ceur-ws.org/Vol-3085/paper14.pdf>

Інформаційні ресурси

8. Алгоритми та структури даних (121) ПНС курс - Режим доступа: <https://pns.hneu.edu.ua/course/view.php?id=10173>

9. Algorithms Fundamentals. E-resource. - available at: <https://brilliant.org/courses/computer-science-algorithms/>

10. Bhargava A. Y Grokking Algorithms - An illustrated guide for programmers and other curious people, 2016, available at: <https://edu.anarcho-copy.org/Algorithm/grokking-algorithms-illustrated-programmers-curious.pdf>

11. Algotester Online Course [Електронний ресурс]. – Режим доступа: <https://www.youtube.com/watch?v=25wE3dBKx8s>

12. Introduction to algorithms / Thomas H. Cormen . . . [et al.].—3rd ed, <https://www.inf.ufpr.br/andre/textos-CI1165/Introduction%20to%20Algorithms%20-%203rd%20Edition.pdf>

13. Knuth, D E The Art of Computer Programming (ТАОСР). Vol. 1. Retrieved May 20, 2012, available at: <https://cs.stanford.edu/~knuth/taocp.html>

14. Sorting Algorithm Animations [Електронний ресурс]. – Режим доступа: <http://www.sorting-algorithms.com>.