



# АЛГОРИТМИ ТА СТРУКТУРИ ДАНИХ.

## Частина 2. Структури даних і структури зберігання

### Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

#### Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	Перший (бакалаврський)
Галузь знань	12 Інформаційні технології
Спеціальність	122 Комп'ютерні науки
Освітня програма	Системи і методи штучного інтелекту
Статус дисципліни	Нормативна
Форма навчання	очна(денна)/дистанційна/змішана
Рік підготовки, семестр	1 курс, весняний семестр
Обсяг дисципліни	4 кредити ЄКТС
Семестровий контроль/ контрольні заходи	Залік
Розклад занять	Вівторок 1 пара (лекція), вівторок 2,3 пари (лабораторна робота)
Мова викладання	Українська (матеріали також надаються на англійській мові)
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор: Малишевський Олексій Григорович <a href="mailto:malyshevskiy.oleksii@iit.kpi.ua">malyshevskiy.oleksii@iit.kpi.ua</a> Лабораторні: Клещ Кирило Олегович та Яковчук Олег Костянтинович <a href="mailto:iasa_asd_2020_da_labs@ukr.net">iasa_asd_2020_da_labs@ukr.net</a> , Куб'юк Євгеній Юрійович та Касьянчук Ігор Вячеславович <a href="mailto:iasa.ads.20@gmail.com">iasa.ads.20@gmail.com</a>
Розміщення курсу	<a href="https://classroom.google.com/c/MjY0ODAxMzA1NTg3?cjc=mv4mhly">https://classroom.google.com/c/MjY0ODAxMzA1NTg3?cjc=mv4mhly</a>

#### Програма навчальної дисципліни

##### 1. Опис навчальної дисципліни, її мета, предмет вивчення та результати навчання

Поняття алгоритму – це одне з головних понять математики, обчислювальної математики, техніки, оскільки знаходження прийнятного алгоритму для рішення різних класів задач є одним із завдань цих наук.

Успіхи сучасної обчислювальної математики в значній мірі обумовлені принципом поділу складних обчислювальних процесів на елементарні операції – арифметичні та логічні. Це робиться за допомогою послідовних дій, які задаються алгоритмом. Оскільки складність задач обчислювального характеру постійно зростає, актуальною також є задача розробки ефективних алгоритмів обчислювального процесу. В залежності від характеру задач, що вирішуються, використовуються дані різних типів. Це істотно впливає на структуру алгоритмів.

В дисципліні розглядаються алгоритми та структури даних, які є фундаментом сучасної методології розробки програм. В ній вивчаються основні поняття, які визначають

суть алгоритмізації процесів обробки інформації, засоби представлення алгоритмів, викладаються можливі варіанти реалізації алгоритмів та структур даних. Алгоритми записуються на мові C/C++, або у вигляді псевдокоду, з якого вони легко перекладаються на будь-яку мову програмування.

В дисципліні також розглядається поняття ефективності алгоритмів, їх алгоритмічної складності та методологія оцінки часу їх роботи.

Загальні компетентності, а саме ЗК 1 Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу, ЗК 2 Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях, ЗК 3 Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності, ЗК 6 Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями, ФК 3 Здатність до логічного мислення, побудови логічних висновків, використання формальних мов і моделей алгоритмічних обчислень, проектування, розроблення й аналізу алгоритмів, оцінювання їх ефективності та складності, розв'язності та нерозв'язності алгоритмічних проблем для адекватного моделювання предметних областей і створення програмних та інформаційних систем, ФК 8 Здатність проектувати та розробляти програмне забезпечення із застосуванням різних парадигм програмування: узагальненого, об'єктно-орієнтованого, функціонального, логічного, з відповідними моделями, методами й алгоритмами обчислень, структурами даних і механізмами управління.

Програмні результати навчання: ПР1 Застосовувати знання основних форм і законів абстрактно-логічного мислення, основ методології наукового пізнання, форм і методів вилучення, аналізу, обробки та синтезу інформації в предметній області комп'ютерних наук; ПР5 Проектувати, розробляти та аналізувати алгоритми розв'язання обчислювальних та логічних задач, оцінювати ефективність та складність алгоритмів на основі застосування формальних моделей алгоритмів та обчислюваних функцій; ПР9 Розробляти програмні моделі предметних середовищ, вибирати парадигму програмування з позицій зручності та якості застосування для реалізації методів та алгоритмів розв'язання задач в галузі комп'ютерних наук.

## **2. Пререквізити та постреквізити дисципліни (місце в структурно-логічній схемі навчання за відповідною освітньою програмою)**

Забезпечуючі дисципліни: "Алгоритми та структури даних. Частина 1. Базові алгоритми", "Алгоритмізація та програмування", "Дискретна математика", "Аналітична геометрія та лінійна алгебра".

Дисципліни, які базуються на результатах навчання з даної дисципліни: "Проектування та аналіз обчислювальних алгоритмів", "Паралельні обчислення", "Теорія інформації і кодування", "Інтелектуальний аналіз даних".

## **3. Зміст навчальної дисципліни**

1. Структури даних: дерева, геш-таблиці (hash tables), Фібоначчєві купи. Основні операції над структурами даних.
2. Сортування: швидке сортування (quicksort), сортування за лінійний час, медіани та порядкові статистики.
3. Визначення та застосування рекуренцій. Приклади рекуренцій. Рішення рекуренцій. Мастер метод.
4. Деревя пошуку: бінарні дерева пошуку, червоно-чорні дерева (red-black trees), B-деревя (B-trees).

5. Динамічне програмування.

6. Жадібні алгоритми.

#### 4. Навчальні матеріали та ресурси

Базова література:

1. Т. Кормен, Ч. Лейзерсон, Р. Рівест, К. Стайн, Вступ до Алгоритмів, 3-е вид. : Переклад з англ. — К. : К. І. С., 2019. — 1288 с.

Додаткова література:

2. T. H. Cormen, C. E. Leiserson, R. L. Rivest, C. Stein, Introduction to Algorithms, Third Edition, The MIT Press, 2009, Cambridge, Massachusetts/London, England, 1292 p.
3. Alfred Aho, Jeffrey Ullman, John Hopcroft, Data Structures and Algorithms, Pearson, 1983. – 448 p.
4. Alfred Aho, Jeffrey Ullman, John Hopcroft, Design and Analysis of Computer Algorithms, Addison-Wesley; 1st edition, 1974, 470 p.
5. Steven S. Skiena, The Algorithm Design Manual, Second Edition, Springer-Verlag London Limited, 2008, 730 p.
6. Udi Manber, Introduction to Algorithms: A Creative Approach, Addison Wesley Publishing Company Inc., 1989, 478 p.
7. Adam Drozdek, Data Structures and Algorithms in C++, Fourth Edition, Cengage Learning, 2012, 784 p.
8. Robert Sedgewick, Algorithms in C++, Parts 1-4: Fundamentals, Data Structure, Sorting, Searching, Third Edition, Addison-Wesley Professional, 1998, 738 p.
9. Robert Sedgewick, Algorithms in C++ Part 5: Graph Algorithms, Third Edition, Addison-Wesley Professional, 2001, 528 p.
10. Donald E. Knuth, Art of Computer Programming, Volume 1: Fundamental Algorithms, Addison-Wesley Professional; 3rd edition, 1997, 650 p.
11. Donald E. Knuth, Art of Computer Programming, Volume 2: Seminumerical Algorithms, Addison-Wesley Professional; 3rd edition, 1997, 762 p.
12. Donald E. Knuth, Art of Computer Programming, Volume 3: Sorting and Searching, Addison-Wesley Professional; 3rd edition, 1998, 780 p.
13. Donald E. Knuth, Art of Computer Programming, Volume 4A: Combinatorial Algorithms, Addison-Wesley Professional; 1st edition, 2011, 3168 p.
14. Jeffrey J. McConnell, The Analysis of Algorithms: An Active Learning Approach, Jones & Bartlett Learning; 1st edition, 2001, 297 p.
15. Richard Heathfield, Lawrence Kirby, C Unleashed, Sams, 2000, 1200 p.
16. Niklaus Wirth, Algorithms + Data Structures = Programs, Prentice-Hall Inc., 1976, 381 p.
17. Chang, Shi-Kuo (2003). Data structures and algorithms. Software Engineering and Knowledge Engineering. 13. Singapore: World Scientific. ISBN 978-981-238-348-8.

#### Навчальний контент

#### 5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Лекційні заняття

№ з/п	Назва теми лекції та перелік основних питань (перелік дидактичних засобів, завдання на СРС з посиланням на літературу)
1	Розділ 1. Структури даних. Тема 1.1 Геш-таблиці (Hash Tables).

№ з/п	Назва теми лекції та перелік основних питань (перелік дидактичних засобів, завдання на СРС з посиланням на літературу)
	<p>Геш-таблиці (Hash Tables): основні поняття, приклади, властивості, часова складність операцій, геш-функції, відкрите адресування. Л2, стор. 253-277; Л2, стор. 268-292. Завдання на СРС: Повторення лекційного матеріалу.</p>
2	<p>Тема 1.2. Фібоначчіві купи: поєднувані купи та структура Фібоначчіві купи. Поєднувані купи (mergeable heaps). Операції на поєднуваних купках. Структура Фібоначчіві купи. Л2, стор. 505-530; Л1, стор. 520-544. Завдання на СРС: Повторення лекційного матеріалу.</p>
3	<p>Тема 1.3. Фібоначчіві купи: операції. Зменшення ключа і вилучення вузла. Реалізація операцій. Час виконання операцій. Обмеження максимального степеня. Л2, стор. 505-530; Л1, стор. 520-544. Завдання на СРС: Повторення лекційного матеріалу.</p>
4	<p>Розділ 2. Ефективне сортування. Тема 2.1. Швидке сортування (quicksort). Основна концепція. Процедура Partition. Алгоритм сортування. Аналіз складності. Л1, стор. 170-190; Л2, стор. 186-201. Завдання на СРС: Повторення лекційного матеріалу.</p>
5	<p>Тема 2.2. Сортування за лінійний час. Основна концепція. Нижні границі для сортування. Сортування підрахунком (counting sort). Сортування за розрядами (radix sort). Сортування комірками (bucket sort) Процедура Partition. Алгоритм сортування. Аналіз складності. Л2, стор. 191-212; Л1, стор. 207-220. Завдання на СРС: Повторення лекційного матеріалу.</p>
6	<p>Тема 2.3. Медіани та порядкові статистики. Визначення. Наївні алгоритми. Алгоритм Select. Л2, стор. 213-227; Л1, стор. 229-239. Завдання на СРС: Повторення лекційного матеріалу.</p>
7	<p>Розділ 3. Древа пошуку. Тема 3.1. Бінарні древа пошуку. Структура даних бінарне дерево пошуку (БДП). Властивості БДП та основні операції над ними. Алгоритми основних операцій та аналіз їх складності. Л2, стор. 286-299; Л1, стор. 301-314. Завдання на СРС: Повторення лекційного матеріалу.</p>
8	<p>Тема 3.2. Червоно-чорні древа: структура, властивості та основні операції. Структура даних червоно-чорне дерево. Властивості та основні операції над ними. Л2, стор. 308-330; Л1, стор. 323-352. Завдання на СРС: Повторення лекційного матеріалу.</p>
9	<p>Тема 3.3. Червоно-чорні древа: реалізація основних операцій та аналіз їх складності. Балансування дерев. Алгоритми основних операцій та аналіз їх складності.</p>

№ з/п	Назва теми лекції та перелік основних питань (перелік дидактичних засобів, завдання на СРС з посиланням на літературу)
	Л2, стор. 308-330; Л1, стор. 323-352. Завдання на СРС: Повторення лекційного матеріалу.
10	Тема 3.4. В-дерева: структура, властивості та основні операції. Структура даних В-дерева. Використання В-дерев. Властивості та основні операції над ними. Л2, стор. 484-502; Л1, стор. 499-519. Завдання на СРС: Повторення лекційного матеріалу.
11	Тема 3.5. В-дерева: реалізація основних операцій та аналіз їх складності. Алгоритми основних операцій. Аналіз складності основних операцій. Л2, стор. 484-502; Л1, стор. 499-519. Завдання на СРС: Повторення лекційного матеріалу.
12	Розділ 4. Методи проектування та аналізу алгоритмів. Тема 4.1. Динамічне програмування. Основні кроки. Приклад проблеми розрізання стрижня. Підходи зверху вниз та знизу угору. Мемоїзація. Часова складність. Графи підзадач. Задача про порядок множення матриць. Елементи динамічного програмування. Л2, стор. 359-390; Л1, стор. 374-404. Завдання на СРС: Повторення лекційного матеріалу.
13	Тема 4.2. Жадібні алгоритми. Основні концепції. Задача про вибір процесів. Здійснення жадібного вибору. Елементи жадібної стратегії. Задача про рюкзак. Коды Хаффмана. Л2, стор. 414-435; Л1, стор. 429-451. Завдання на СРС: Повторення лекційного матеріалу.
14	Розділ 5. Рекуренції Тема 5.1 Рекуренції. Визначення та застосування рекуренцій. Приклади рекуренцій. Рішення рекуренцій. Мастер метод: концепція, застосування, обмеження, приклади. Л2, стор. 65-67, 93-96; Л1, стор. 84-86, 112-116. Завдання на СРС: Повторення лекційного матеріалу.
15	Контрольна робота

#### Лабораторні заняття

№ з/п	Назва лабораторної роботи
1	Дослідження структур даних зв'язний список та динамічний масив
2	Дослідження структури даних хеш-таблиця
3	Дослідження структур даних пріоритетна черга та купа
4	Дослідження структури даних бінарне дерево пошуку
5	Залік

## 6. Самостійна робота студента

№ з/п	Види робіт, що виносяться на самостійне опрацювання	Кількість годин СРС
1	Підготовка до лекційних занять	12
2	Підготовка до лабораторних робіт	20
3	Повторення лекційного матеріалу та вивчення питань, що винесені на самостійну роботу	10
4	Підготовка до контрольної роботи	9

## Політика та контроль

### 7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Вимоги, яких має дотримуватися студент в рамках даної дисципліни:

- відвідування лекційних та лабораторних занять є бажаним, але не обов'язковим;
- під час проведення занять мобільні телефони мають бути переведені у беззвучний режим;
- дозволяється, при необхідності, використання засобів зв'язку для пошуку потрібної інформації на платформі дистанційного навчання та/або в інтернеті;
- виконання та захист лабораторних робіт є обов'язковим;
- лабораторні роботи мають бути виконані та захищені особисто, під час захисту студент повинен відповісти на питання викладача, що стосуються як самої лабораторної роботи, так і теоретичного матеріалу, на якому вона базується;
- лабораторні роботи повинні бути виконані у відповідності до свого варіанту, який відповідає номеру студента у списку групи, звіт по виконаній роботі повинен бути оформлений згідно вимог, які вказуються викладачами та описані в протоколі до завдання;
- заохочувальні бали можуть призначатися за активність на лабораторних роботах;
- штрафні бали можуть призначатися за несвоєчасне виконання лабораторних робіт, виконання не свого варіанту, списування лабораторних робіт або МКР;
- при виконанні лабораторних робіт потрібно дотримуватися графіка, який доводиться до відома студентів викладачами на початку семестру;
- обов'язковим є дотримання академічної доброчесності.

### 8. Види контролю та рейтингова система оцінювання результатів навчання (PCO)

Поточний контроль: лабораторна робота № 1 (15 балів), лабораторна робота № 2 (15 балів), лабораторна робота № 3 (15 балів), лабораторна робота № 4 (15 балів), МКР (40 балів).

Календарний контроль: проводиться двічі на семестр як моніторинг поточного стану виконання вимог силабусу.

Семестровий контроль: залік.

Умова допуску до семестрового контролю: зарахування усіх лабораторних робіт, рейтинг за виконання лабораторних робіт не менше 36 балів (60% від усіх можливих балів за лабораторні роботи).

Таблиця відповідності рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою:

Кількість балів	Оцінка
100-95	Відмінно
94-85	Дуже добре
84-75	Добре
74-65	Задовільно
64-60	Достатньо
Менше 60	Незадовільно
Не виконані умови допуску	Не допущено

## 9. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

Перелік питань, які виносяться на модульну контрольну роботу:

Основні концепції дизайну алгоритмів,  
дерева,  
геш-таблиці (hash tables),  
швидке сортування (quicksort),  
сортування за лінійний час,  
медіани та порядкові статистики,  
рекуренції,  
бінарні дерева пошуку,  
червоно-чорні дерева,  
B-дерева,  
Фібоначчєві купи,  
динамічне програмування,  
жадібні алгоритми.

За погодженням з викладачем, студент має можливість пройти дистанційні чи онлайн курси за відповідною тематикою та зарахувати отримані сертифікати як додаткові бали до рейтингу (не більше 10 балів).

Лекції з курсу “Алгоритми та структури даних” ведуться в системі відеоконференцій Zoom та Google meet відповідно розкладу занять. Студенти мають можливість задавати питання під час відеоконференції та обговорювати питання для уточнення.

Лабораторні роботи кожен студент виконує відповідно індивідуальному завданню. Захист лабораторної роботи проходить індивідуально з кожним студентом в системі Zoom у порядку черги яка задається викладачами. Звіт по лабораторній роботі необхідно надіслати на пошту не пізніше, ніж за день до захисту.

Поточний контроль ведеться у системі Google Sheets, яка доступна для перегляду студентам. Для підтримання комунікацій зі студентами в режимі дистанційної освіти створено Telegram канал, де розміщуються оголошення з організаційних питань, також створено Telegram чати, де студенти задають свої питання.

### **Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):**

**Складено** старший викладач, к. т. н., Малишевський Олексій Григорович

**Ухвалено** кафедрою системного проектування (протокол № 2 від 30 вересня 2020 р.)

**Погоджено** Методичною комісією Інституту прикладного системного аналізу (протокол № 2 від 15 жовтня 2020 р.)