

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЗАХІДНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ФАКУЛЬТЕТ КОМП'ЮТЕРНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

ЗАТВЕРДЖУЮ:

В.о. декана факультету
комп'ютерних інформаційних
технологій

Ігор ЯКИМЕНКО

“ ” 2023 р.

ЗАТВЕРДЖУЮ:

В.о. проректора з
науково-педагогічної роботи

Віктор ОСТРОВЕРХОВ

“ ” 2023 р.

ЗАТВЕРДЖУЮ:

Директор навчально-наукового
інституту новітніх освітніх
технологій

Святослав ПИТЕЛЬ

“ ” 2023 р.

РОБОЧА ПРОГРАМА

з дисципліни «Алгоритми та структури даних»

ступінь вищої освіти – бакалавр

галузь знань – 12 “Інформаційні технології”

спеціальність – 122 „Комп’ютерні науки”

освітньо-професійна програма – „Комп’ютерні науки”

КАФЕДРА ІНФОРМАЦІЙНО-ОБЧИСЛЮВАЛЬНИХ СИСТЕМ І УПРАВЛІННЯ

Форма навчання	Курс	Семестр	Лекції (год.)	Лабораторні заняття (год.)	ІРС (год.)	Тренінг, КПІЗ (год.)	Самост. робота студ. (год.)	Разом (год.)	Екз. (сем.)
Денна	2	3	28	28	3	8	83	150	3
Заочна	2	3,4	8	4	–	–	138	150	4

Тернопіль – ЗУНУ
2023

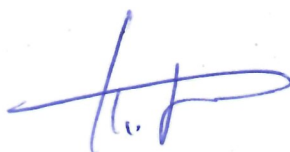
Handwritten signature

Робоча програма складена на основі освітньо-професійної програми «Комп'ютерні науки» підготовки бакалавра галузі знань 12 «Інформаційні технології» спеціальності 122 – «Комп'ютерні науки», затвердженої Вченою Радою ЗУНУ (протокол № 9 від 15.06.2022 р.).

Робочу програму складено доцентом кафедри інформаційно-обчислювальних систем і управління, к.т.н. Василем КОВАЛЕМ

Робоча програма затверджена на засіданні кафедри інформаційно-обчислювальних систем і управління, протокол №1 від 29 серпня 2023р.

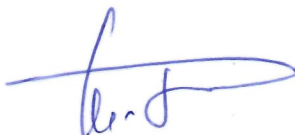
Завідувач кафедри,
д-р техн. наук, професор



Мирослав КОМАР

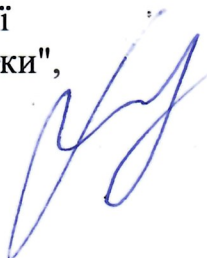
Розглянуто та схвалено групою забезпечення спеціальності «Комп'ютерні науки», протокол №1 від 29 серпня 2023 р.

Голова групи
забезпечення спеціальності,
д-р техн. наук, професор



Мирослав КОМАР

Гарант освітньо-професійної
програми "Комп'ютерні науки",
канд. техн. наук, доцент



Христина ЛІП'ЯНИНА-ГОНЧАРЕНКО

СТРУКТУРА РОБОЧОЇ ПРОГРАМИ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ "АЛГОРИТМИ ТА СТРУКТУРИ ДАНИХ"

1. Опис дисципліни "Алгоритми та структури даних"

Дисципліна «Алгоритми та структури даних»	Галузь знань, спеціальність, СВО	Характеристика навчальної дисципліни
Кількість кредитів – 5	Галузь знань – 12 “Інформаційні технології”	Статус дисципліни: обов’язкова дисципліна циклу професійної підготовки Мова навчання: Українська
Кількість залікових модулів – 4	Спеціальність – 122 «Комп’ютерні науки»	Рік підготовки: 2 Семестр: <i>Денна</i> – 3 <i>Заочна</i> – 3,4
Кількість змістових модулів – 4	Освітньо- професійна програма «Комп’ютерні науки»	Лекції: <i>Денна</i> – 28 год. <i>Заочна</i> – 8 год. Лабораторні заняття: <i>Денна</i> – 28 год. <i>Заочна</i> – 4 год.
Загальна кількість годин – 150	Ступінь вищої освіти – бакалавр	Самостійна робота: <i>Денна</i> – 83 год., <i>Заочна</i> – 138 год. Тренінг, КПЗ: <i>Денна</i> – 8 год. Індивідуальна робота: <i>Денна</i> – 3 год.
Тижневих годин – 10, з них аудиторних – 4 год.		Вид підсумкового контролю – екзамен

2. Мета і завдання дисципліни "Алгоритми та структури даних"

2.1. Мета вивчення дисципліни

Мета вивчення дисципліни "Алгоритми та структури даних" – освоєння фундаментальних принципів побудови та аналізу алгоритмів, сформулювати практичні навички розробки алгоритмів розв'язання прикладних задач їх програмування та математичному обґрунтуванню їх застосування. Вивчення цієї дисципліни передбачає розуміння та засвоєння студентами основних принципів розробки алгоритмів і програм, а також виконання практичної роботи в галузях інформаційних технологій і автоматизації та приладобудування.

Метою проведення лекційних занять є ознайомлення студентів з теоретичними питаннями щодо теорії алгоритмів. В рамках лекційного курсу досліджуються питання обчислювальної складності, структур даних, ефективності алгоритмів, технологій проектування алгоритмів.

Мета проведення лабораторних занять полягає у тому, щоб виробити у студентів практичні навички при дослідженні алгоритмів, включаючи дослідження часової складності, технологій проектування та ефективності алгоритмів.

2.2. Завдання вивчення дисципліни

В даному курсі розглядається вступ в теорію алгоритмів для студентів освітнього ступеню бакалавр. Дисципліна включає розгляд методів побудови та аналізу алгоритмів, оцінки коректності та ефективності алгоритмів. Даний курс починається із розгляду поняття алгоритму, аналізу парадигм для побудови алгоритмів, аналізу складності алгоритмів, також розглядаються сучасні засоби міжоперабельності, рандомізації та узагальнення. В рамках даної дисципліни студенти набудуть практичних навичок в освоєнні принципів роботи основних алгоритмів сортування, пошуку тощо.

2.3. Найменування та опис компетентностей, формування котрих забезпечує вивчення дисципліни.

СК3. 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.

СК8. 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.

2.4. Передумови для вивчення дисципліни.

Для засвоєння дисципліни студентам необхідні знання і навички, отримані при вивченні дисциплін: «Вища математика», «Основи комп'ютерних наук».

2.5. Результати навчання.

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.

ПР16. Виконувати паралельні та розподілені обчислення, застосовувати чисельні методи та алгоритми для паралельних структур, мови паралельного програмування при розробці та експлуатації паралельного та розподіленого програмного забезпечення.

3. Програма навчальної дисципліни «Алгоритми та структури даних»

ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 1. Аналіз алгоритмів.

Тема 1. Алгоритм, його зміст і основні властивості. Визначення інформації, алгоритму. Способи описання алгоритмів. Властивості алгоритмів. Математичні основи аналізу алгоритмів. Алгебра висловлювань. Таблиці істинності.

Тема 2. Алгоритмічні стратегії. Комбінування декількох алгоритмічних стратегій. Ітераційні алгоритми. Рекурсивні алгоритми. Зворотні алгоритми. Стратегія гілок і границь (Branch and bound algorithms). Стратегія розподіляй і володарюй. Динамічне програмування. Стратегія жадності (Greedy algorithms). Стратегія грубої сили (Brute force algorithms). Використання евристики.

Тема 3. Структури алгоритмів. Класи алгоритмів. Лінійні, розгалужені та циклічні алгоритми.

Тема 4. Поняття обчислювальної складності.

Тимчасова та просторова складності: асимптотична складність, приклади тимчасової та просторової складності. Класи складності: клас P, клас NP, проблема рівності класів P і NP.

ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 2. Структури даних.

Тема 5. Поняття структури даних. Структурні та лінійні типи даних. Поняття структури даних. Рівні описування даних. Класифікація структур даних у програмах користувача та у пам'яті комп'ютера. Основні види складених типів даних. Структури даних у пам'яті комп'ютера.

Тема 6. Статичні напівстатичні та динамічні структури даних. Масиви, множини, структури, бітові структури, таблиці, стеки, черги, лінійні списки, стрічки, нелінійні розгалужені списки

Тема 7. Нелінійні структури даних. Визначення дерева. Бінарне дерево. Подання дерев у пам'яті комп'ютера. Поняття графу. Подання графу у пам'яті комп'ютера.

ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 3. Фундаментальні алгоритми та їх побудова.

Тема 8. Алгоритми сортування, злиття та пошуку

Алгоритми сортування: бульбашковий, вставки, вибірки, Shellsort, злиття

(mergesort), Radix-sort.

Алгоритми пошуку: послідовний пошук, бінарний пошук, Brute Force, алгоритм Рабін сортування стрічок, Кнут–Моріс–Прет.

Тема 9. Фундаментальні алгоритми на графах і деревах. Види графів. Представлення графів. Алгоритм пошуку на графах. Визначення дерева. Алгоритми деревовидного пошуку.

ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 4. Алгоритми криптографії та кодування даних

Тема 10. Основні криптографічні системи. Прості підстановочні шифри. Криптографічні системи із відкритим ключем. Криптографічні системи із симетричним ключем. Гібридні криптографічні системи.

Тема 11. Криптосистема RSA. Криптографічний алгоритм з відкритим ключем RSA.

Тема 12. Алгоритми кодування даних. Поняття кодування даних. Коди Хаффмана. Алгоритми стиснення без втрати інформації.

**4. Структура залікового кредиту з дисципліни
"Алгоритми та структури даних"
Денна форма навчання**

Тема	<i>Кількість годин</i>					
	Лекції	Лабораторні заняття	Індивідуальна робота	Тренінг, КПЗ	Самостійна робота	Контрольні заходи
<i>Змістовий модуль 1 – Аналіз алгоритмів</i>						
Тема 1. Алгоритм, його зміст і основні властивості	2	2	-	2	6	Опитування під час заняття
Тема 2. Алгоритмічні стратегії	2	-	-		6	Опитування під час заняття
Тема 3. Структури алгоритмів	2	8	-		6	Опитування під час заняття
Тема 4. Поняття обчислювальної складності	2	4	-		7	Опитування під час заняття
<i>Змістовий модуль 2 – Структури даних</i>						
Тема 5. Поняття структури даних	2	4	-	2	6	Опитування під час заняття
Тема 6. Статичні напівстатичні та динамічні структури даних	2	-	-		8	Опитування під час заняття
Тема 7. Нелінійні структури даних	2	-	-		8	Опитування під час заняття
<i>Змістовий модуль 3 – Фундаментальні алгоритми та їх побудова</i>						
Тема 8. Алгоритми сортування, злиття та пошуку	4	8	-	2	6	Опитування під час заняття
Тема 9. Фундаментальні алгоритми на графах і деревах	4	-	-		6	Опитування під час заняття
<i>Змістовий модуль 4 – Алгоритми криптографії та кодування даних</i>						
Тема 10. Основні криптографічні системи	2	2	1	2	8	Опитування під час заняття
Тема 11. Криптосистема RSA	2	-	1		8	Опитування під час заняття
Тема 12. Алгоритми кодування даних	2	-	1		8	Опитування під час заняття
Разом	28	28	3	8	83	

Заочна форма навчання

Тема заняття	Кількість годин			
	Лекції	Лабораторні заняття	Тренінг, КПЗ	Самостій на робота
<i>Змістовний модуль 1. Аналіз алгоритмів</i>				
Тема 1. Алгоритм, його зміст і основні властивості	2	-	-	12
Тема 2. Алгоритмічні стратегії		-		12
Тема 3. Структури алгоритмів		2		10
Тема 4. Поняття обчислювальної складності		-		12
<i>Змістовний модуль 2. Структури даних</i>				
Тема 5. Поняття структури даних	2	-	-	10
Тема 6. Статичні напівстатичні та динамічні структури даних		-		10
Тема 7. Нелінійні структури даних		-		10
<i>Змістовний модуль 3. Фундаментальні алгоритми та їх побудова</i>				
Тема 8. Алгоритми сортування, злиття та пошуку	2	2	-	14
Тема 9. Фундаментальні алгоритми на графах і деревах		-		14
<i>Змістовний модуль 4. Алгоритми криптографії та кодування даних</i>				
Тема 10. Основні криптографічні системи	2	-	-	10
Тема 11. Криптосистема RSA		-		12
Тема 12. Алгоритми кодування даних		-		12
Всього	8	4		138

5. Тематика лабораторних занять.

1. Математичні основи аналізу алгоритмів.
2. Побудова лінійних алгоритмів.
3. Розгалужені алгоритмічні структури.
4. Циклічні алгоритмічні структури.
5. Комбіновані алгоритмічні структури.
6. Алгоритми сортування вибором.
7. Алгоритм сортування методом Шелла.
8. Алгоритм сортування злиттям.
9. Алгоритми пошуку.
10. Аналіз складності алгоритмів.
11. Імплементация алгоритмічних структур на мові програмування.
12. Алгоритми в криптосистемах.

6. Комплексне практичне індивідуальне завдання.

Комплексне практичне індивідуальне завдання з дисципліни «Алгоритми та структури даних» виконується самостійно кожним студентом. КПЗ покриває прикладну область і виконується у відповідності із варіантом, який обирає студент за вказівкою викладача. Метою виконання КПЗ є оволодіння навичками застосування теорії алгоритмів при розв'язуванні прикладних задач. КПЗ оцінюється за 100-бальною шкалою. Виконання КПЗ є одним із обов'язкових складових модулів залікового кредиту.

Приклад завдання:

1. Оцінити час виконання алгоритму Евкліда (в умовних одиницях).

Заздалегідь відомо, що складність алгоритму виражається натуральним числом. Тому для оцінки складності алгоритму Евкліда можемо оцінити робочу функцію алгоритму, яка матиме вигляд $f(n) = 3 + 7 \cdot n$, де n — залежить від заданих чисел.

7. Самостійна робота

№ з/п	Тематика	К-сть годин ДФН	К-сть годин ЗФН
1.	Нормальні алгоритми Маркова.	4	6
2.	Побудова нормальних алгоритмів виконання основних арифметичних дій (додавання, віднімання, множення, визначення НСД та ін.) та алфавітних перетворень.	4	6
3.	Основні способи композиції алгоритмів.	4	6
4.	Поняття універсального алгоритму. Схема побудови універсального алгоритму.	4	6
5.	Алгоритмічно нерозв'язна проблеми (проблема самозастосовності).	4	6
6.	Елементарні арифметичні функції. Оператори суперпозиції і примітивної рекурсії.	4	6
7.	Поняття примітивно рекурсивної функції. Приклади.	4	6
8.	Оператор мінімізації. Частково рекурсивні функції. Теза Черча.	4	6
9.	Машина Тьюрінга: структура і принцип функціонування.	4	6
10.	Поняття команди, програми і конфігурації.	4	6
11.	Універсальна машина Тьюрінга, схема побудови. Теза Тьюрінга.	4	6
12.	Проблема зупинки та її алгоритмічна нерозв'язність.	4	6
13.	Зв'язок рекурсивних функцій з машинами Тьюрінга.	4	6
14.	Розмірність масової проблеми.	4	6
15.	Побудова та оцінка алгоритмів. Оптимізація алгоритмів за різними показниками.	4	6
16.	Порівняльний аналіз алгоритмів.	3	6
17.	Означення і властивості алгоритмічної складності. Теорема Колмогорова.	4	6
18.	Міри складності обчислень.	3	6
19.	Класифікація проблем: класи P і NP. Поняття і приклад NP-повної проблеми.	4	6
20.	Поліномна трансформованість проблем. Обґрунтування NP-повноти різних проблем.	3	6
21.	Легкорозв'язні дискретні задачі. Алгоритми пошуку в	2	6

	масиві.		
22.	Приклади важкорозв'язних задач.	2	6
23.	Підходи до розв'язання NP-повних задач.	2	6
	Разом	83	138

8. Тренінг з дисципліни.

Тренінг проводиться згідно наступного порядку:

1. Вступна частина: ознайомлення студентів з темою тренінгового заняття і видача завдання.

2. Практична частина: виконання завдань студентами згідно з індивідуальним завданням; оформлення короткого звіту.

3. Підведення підсумків: обговорення результатів виконаних завдань.

Практична частина виконується згідно розроблених варіантів завдань і містить постановочну частину, що полягає у наступному:

- зрозуміти мету та зміст представленої у варіанті схеми алгоритму;
- здійснити словесний опис змісту, вхідних, проміжних та вихідних даних, що представлені схемою алгоритму;
- здійснити програмну реалізацію схеми алгоритму на одній з відомих мов програмування;
- здійснити верифікацію.

9. Засоби оцінювання та методи демонстрування результатів навчання.

У процесі вивчення дисципліни "Алгоритми та структури даних" використовуються наступні засоби оцінювання та методи демонстрування результатів навчання:

- поточне опитування;
- оцінювання лабораторних завдань;
- залікове модульне тестування та опитування;
- ректорська контрольна робота;
- оцінювання виконання завдань під час тренінгу;
- оцінювання виконання КППЗ;
- екзамен.

10. Критерії, форми поточного та підсумкового контролю.

Підсумковий бал (за 100-бальною шкалою) з дисципліни "Алгоритми та структури даних" визначається як середньозважена величина, в залежності від питомої ваги кожної складової залікового кредиту:

Заліковий модуль 1	Заліковий модуль 2	Заліковий модуль 3	Екзамен
20%	20%	20%	40%
1. Виконання та захист лабораторних робіт (4 роботи по 10 балів) – 40 балів 2. Модульна контрольна робота – 60 балів	1. Лабораторні роботи (8 робіт по 5 балів) – 40 балів 2. Ректорська контрольна робота - 60 балів	1. Виконання завдань під час тренінгу – 20 балів 2. Написання та захист КПЗ – 80 балів	1. Теоретичні питання – 40 балів 2. Розв'язування практичної задачі - 60 балів

Шкала оцінювання:

За шкалою Університет	За національною	За шкалою ECTS
90-100	відмінно	A (відмінно)
85-89	добре	B (дуже добре)
75-84		C (добре)
65-74	задовільно	D (задовільно)
60-64		E (достатньо)
35-59	незадовільно	FX (незадовільно з можливістю повторного
1-34		F (незадовільно з обов'язковим повторним

11. Інструменти, обладнання та програмне забезпечення, використання яких передбачає навчальна дисципліна

№	Найменування
1	Комп'ютери з доступом до мережі Інтернет
2	Середовище MATLAB, Python
3	Пакет програм MS Office

РЕКОМЕНДОВАНІ ДЖЕРЕЛА ІНФОРМАЦІЇ

1. Sergienko Ivan V. Elements of the General Theory of Optimal Algorithms / Ivan V. Sergienko, Valeriy K. Zadiraka, Oleg M. Lytvyn, - Springer International Publishing, 2022. – 378 с.
2. Donald Ervin Knuth. Art of Computer Programming, Volume 4B, The: Combinatorial Algorithms, Addison-Wesley Professional; 1st edition, 2022. – 732 pp.
3. Крєневич Андрій. Алгоритми та структури даних / підручник. — Київ: ВПЦ "Київський Університет", 2021. — 200 с.
4. Steven S. Skiena. The Algorithm Design Manual. Third Edition, - Springer Cham, 2020. – 793pp.

5. Tor Lattimore. Bandit Algorithms / Tor Lattimore, Csaba Szepesvari, - Cambridge University Press, 2020. – 536 pp.
6. Jay Wengrow. A Common-Sense Guide to Data Structures and Algorithms: Level Up Your Core Programming Skills [2 ed.], - The Pragmatic Programmers, LLC, 2020. – 481 pp.
7. Шаховська Н.Б., Голощук Р.О. Алгоритми і структури даних: посібник. – Львів: Магнолія-2006, 2020. - 215 с.
8. Кормен, Томас Г. Вступ до алгоритмів : Переклад з англійської третього видання : [укр.] = Introduction to Algorithms : Third Edition : [пер. з англ.] / Томас Г. Кормен, Чарлз Е. Лейзерсон, Роналд Л. Рівест, Кліфорд Стайн, — К.: К. І. С., 2019. - 1288 с.
9. Бородкіна І.Л. Теорія алгоритмів: посібник для студентів вищих навчальних закладів., – К. ТОВ "Видавничий дім "Центр учбової літератури" (ЦУЛ), 2019. – 184 с.
10. Rex Porbasas Flejoles. Introduction to Search Algorithms, - Canada: Arcler Press, 2019. – 256 pp.
11. Sriraman Sridharan. Foundations of Discrete Mathematics with Algorithms and Programming / R. Balakrishnan, Sriraman Sridharan. – NW: CRC Press, 2019. – 535 pp.