

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ КОРАБЛЕБУДУВАННЯ
імені адмірала Макарова

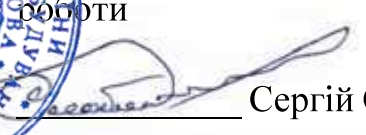
НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ
КОМП'ЮТЕРНИХ НАУК ТА УПРАВЛІННЯ ПРОЄКТАМИ

Кафедра інформаційних управляючих систем та технологій



ЗАТВЕРДЖЕНО

Проректор з науково-педагогічної
роботи

 Сергій СЛОБОДЯН

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Program of the Discipline

Структури та організація даних

Data Structures and Organization

рівень вищої освіти: перший (бакалаврський)

тип дисципліни: обов'язкова

мова(и) викладання: українська

Миколаїв – 2025

Робоча програма навчальної дисципліни "Структури та організація даних в електронно-обчислювальних машинах" є однією із складових комплексної підготовки здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти галузі знань Ф "Інформаційні технології" спеціальності ФЗ "Комп'ютерні науки" освітньої програми "Комп'ютерні науки".

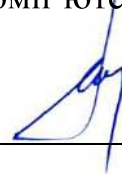
" 20 " травня 2025 року. – 19 с.

Розробник: Євген БЕРКУНСЬКИЙ, старший викладач кафедри інформаційних управляючих систем та технологій.

Проект робочої програми навчальної дисципліни "Структури та організація даних" узгоджено з гарантом освітньої програми "Комп'ютерні науки"

Гарант освітньої програми "Комп'ютерні науки"

канд. техн. наук, доцент кафедри інформаційних управляючих систем та технологій



/Анатолій ГАЙДА/

Проект робочої програми навчальної дисципліни "Структури та організація даних" розглянуто на засіданні кафедри інформаційних управляючих систем та технологій

Протокол № 5 від " 21 " травня 2025 р.

Завідувач кафедри



/Ігор МИХЕЛЄВ/

Проект робочої програми навчальної дисципліни "Структури та організація даних" розглянуто методичною радою Навчально-наукового інституту комп'ютерних наук та управління проектами

Протокол № 5 від " 21 " травня 2025 р.

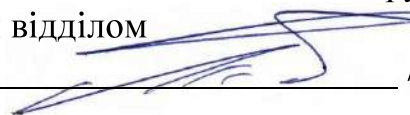
Голова



/Тетяна ФАРІОНОВА/

Проект робочої програми навчальної дисципліни "Структури та організація даних" погоджено з навчальним відділом

Начальник відділу



/Андрій ЛАБАРТКАВА/

Робоча програма навчальної дисципліни "Структури та організація даних" затверджена Навчально-методичною радою НУК.

Протокол № 6 від " 25 " червня 2025 р.

Голова НМР НУК



/Сергій СЛОБОДЯН/

© Беркунський Є.Ю., 2025 рік

© НУК, 2025 рік

Зміст

Вступ.....	4
1. Опис навчальної дисципліни	6
2. Мета вивчення навчальної дисципліни	7
3. Передумови для вивчення дисципліни	7
4. Очікувані результати навчання	7
5. Програма навчальної дисципліни.....	8
6. Методи навчання, засоби діагностики результатів навчання та методи їх демонстрування	12
7. Форми поточного та підсумкового контролю.....	13
8. Критерії оцінювання результатів навчання.....	18
9. Рекомендована література.....	19
10. Зміни та доповнення	19

Вступ

Анотація

Навчальна дисципліна "Структури та організація даних " є однією із складових комплексної підготовки здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти галузі знань F "Інформаційні технології" спеціальності F3 "Комп'ютерні науки" освітньої програми "Комп'ютерні науки".

Вона є теоретичною основою до майбутньої професійної діяльності та опанування навичок, необхідних для подальшого навчання. Підчас вивчення дисципліни у студентів формується система теоретичних знань і практичних навичок з використання абстрактних структур даних та побудови програм, що ними користуються. Опанування курсу ознайомлює студентів із деталями реалізації абстрактних структур даних у бібліотеках сучасних мов програмування, оцінкою розмірів структур та швидкодії програмних продуктів, що їх використовують. У результаті вивчення дисципліни здобувачі зможуть використовувати знання структур даних, представлення інформації, інформаційних технологій опрацювання структурованої інформації, основ роботи з сучасними алгоритмами.

Ключові слова: структури даних, алгоритми, алгоритмічна складність, обробка інформації, мови програмування, бібліотеки алгоритмів.

Abstract

The discipline "Structures and organization of data in electronic computers" is one of the components of comprehensive training of applicants for the first (bachelor's) level of higher education in the field of knowledge F "Information Technology" majoring in F3 "Computer Science" educational program "Computer Science".

It is a theoretical basis for future professional activities and the acquisition of skills necessary for further study. During the study of the discipline students form a system of theoretical knowledge and practical skills in the use of abstract data structures and the construction of programs that use them. Mastering the course acquaints students with the details of the implementation of abstract data structures in libraries of modern programming languages, estimating the size of structures and performance of software products that use them. As a result of studying the discipline, applicants will be able to use knowledge of data structures, information presentation, information technology for processing structured information, the basics of working with modern algorithms.

Keywords: data structures, algorithms, algorithmic complexity, information processing, programming languages, algorithm libraries.

1. Опис навчальної дисципліни

Таблиця 1.1.

Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, спеціальність (освітня програма), освітній рівень	Характеристика навчальної дисципліни	
		Денна форма навчання	Заочна форма навчання
Кількість кредитів – 5	Галузь знань: <i>F "Інформаційні технології"</i>	Обов'язкова	
Модулів – 1		Рік підготовки:	
Змістових модулів – 2		2-й	2-й
Електронний адрес РПНД на сайті Університету:	Спеціальність <i>F3 "Комп'ютерні науки"</i> Освітня програма <i>Комп'ютерні науки</i>	Семестр	
Індивідуальне науково-дослідне завдання (не заплановано)		4-й	4-й
		Лекцій	
		15 год.	4 год.
Загальна кількість годин – 120		Практичні, семінарські	
		- год.	- год.
		Лабораторні	
		45 год.	10 год.
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 4; самостійної роботи студента – 6.	Освітній рівень: <i>перший (бакалаврський)</i>	Самостійна робота	
		90 год.	136 год.
		Індивідуальні завдання: - год.	
		Вид контролю: екзамен	
		Форма контролю: комбінована	

2. Мета вивчення навчальної дисципліни

Робоча програма навчальної дисципліни "Структури та організація даних" складена відповідно до освітньо-професійної програми підготовки здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти галузі знань F "Інформаційні технології" спеціальності F3 "Інформаційні системи та технології" освітньої програми (ОП) "Інформаційні системи та технології". Для зазначеної ОП дисципліна є **обов'язковою**.

Метою вивчення дисципліни "Структури та організація даних в електронно-обчислювальних машинах" є формування у студентів відповідно до освітньо-професійної програми таких компетентностей:

- Здатність до розуміння предметної області та професійної діяльності (**КЗ 3**).
- Здатність застосовувати стандарти в області інформаційних систем та технологій при розробці функціональних профілів, побудові та інтеграції систем, продуктів, сервісів і елементів інфраструктури організації (**КЗ 6**).

3. Передумови для вивчення дисципліни

Передумовами для вивчення дисципліни є: дисципліни: вища математика, комп'ютерна дискретна математика, алгоритмізація та програмування.

4. Очікувані результати навчання

Вивчення навчальної дисципліни передбачає формування та розвиток у студентів таких результатів навчання:

- **Використовувати** базові знання інформатики й сучасних інформаційних систем та технологій, навички програмування, технології безпечної роботи в комп'ютерних мережах, методи створення баз даних та інтернет-ресурсів, технології розроблення алгоритмів і комп'ютерних програм мовами високого рівня

із застосуванням об'єктно-орієнтованого програмування для розв'язання задач проектування і використання інформаційних систем та технологій (ПР 3).

- **Демонструвати** знання сучасного рівня технологій інформаційних систем, практичні навички програмування та використання прикладних і спеціалізованих комп'ютерних систем та середовищ з метою їх запровадження у професійній діяльності. (ПР 6).

5. Програма навчальної дисципліни

Модуль 1.

Змістовий модуль 1. Обробка даних та їх структур.

Тема 1. Обробка скалярних типів. Структурне, процедурне і модульне програмування

Організація пам'яті ЕОМ. Властивості змінної. Обробка простих типів за допомогою базових алгоритмічних структур. Чисельне розв'язування задач. Особливості процедурної, модульної та об'єктно-орієнтованої парадигми при обробці скалярних типів. [1] с.39-48, [2] с.9-23, [3], [4], [5], [6], [7]

Тема 2. Рекурсія. Пошук, заміна і перестановки у масивах. Множини.

Поняття рекурсії. Рекурсія та циклічні алгоритми. Виняткові ситуації, пов'язані з рекурсивною обробкою даних. Взаємна рекурсія.

Одномірні і багатомірні масиви елементів простого типу. Доступ до елементів масиву. Генерування масивів. Введення і виведення даних масиву. Обробка помилок, пов'язаних з індексацією. Пошук, заміна і перестановки в масиві. Масиви нечислових елементів та їх обробка. Масиви рядків. Множина як тип даних. Обробка множин. [1] с.49-70, [2] с.99-128, [3], [4], [5], [6], [7]

Тема 3. Сортування масивів.

Поняття внутрішнього і зовнішнього сортування.

Методи сортування обміном ("бульбашки", Шелла, Хоара), вставками, вибором.

Поняття зовнішнього сортування. Поняття серії – впорядкованого відрізка, злиття, розподілу, фази. Одно- і двофазове сортування. Двошляхове та багато шляхове злиття. Сортування простим та природнім злиттям. [1] с.132-180, [2] с.49-98, [3], [4]

Тема 4. Обробка текстових даних та файлів.

Обробка рядків: пошук, заміна, перестановка в рядках. Генерування тексту. Алгоритми пошуку в тексті. Специфіка комп'ютерної обробки літературної мови. Основи обробки текстів у прикладних областях: інформаційно-пошукові системи, електронні словники, переклад та ін.

Основні алгоритми над файловими структурами. Текстові файли та їх обробка. Обробка файлів стандартизованих форматів. [2] с. 24- 40, [3], [4]

Змістовий модуль 2. Обробка динамічних структур даних

Тема 5. Вказівники. Списки

Адресація, статична і динамічна пам'ять ЕОМ. Вказівники. Робота з областями динамічної пам'яті: виділення, обробка, вивільнення. Чистка "сміття". Обробка виняткових ситуацій при роботі з вказівниками. Вказівники на об'єкти.

Визначення лінійних списків. Формування, доступ до елементів, виведення. Вставка, пошук, видалення елементів у однозв'язних списках.

Визначення та програмна реалізація двонаправлених списків і кілець. [2] с.129-140, [6], [7]

Тема 6. Стеки і черги. Дек

Поняття стеку, черги, деку. Основні операції над елементами: пошук, додавання, видалення елементів. Реалізація на базі лінійного списку та масиву. [1] с.197-216, [2] с.141-170, [3], [4], [5], [6], [7]

Тема 7. Деревя. Графи

Поняття графу. Деревя. Бінарні деревя. Обхід бінарного деревя. Створення, відображення деревя. Вставлення, видалення елементів у бінарному дереві. Бінарний пошук з використанням дерев. Збалансовані за висотою та вагою бінарні

дерева. Прикладні задачі з використанням дерев. Задачі пошуку на графах. [1] с.242-279, [2] с.171-199, [3], [4], [5], [6], [7]

Таблиця 5.1.

Тематичний план навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин									
	денна форма					заочна форма				
	усього	у тому числі				усього	у тому числі			
		лек	практ	лаб	с.р.		лек	практ	лаб	с.р.
Модуль 1										
Змістовий модуль 1. Обробка даних та їх структур										
Тема 1. Обробка скалярних типів. Структурне, процедурне і модульне програмування.	10	2	0	2	6	18	1	-	1	16
Тема 2. Рекурсія. Пошук, заміна і перестановки у масивах. Множини.	14	2	0	4	8	22	1	-	1	20
Тема 3. Сортування масивів	18	2	0	4	12	21	-	-	1	20
Тема 4. Обробка текстових даних та файлів	18	2	0	4	12	21	-	-	1	20
Разом за змістовим модулем 1	60	8		14	38	82	2	-	4	76
Змістовий модуль 2. Обробка динамічних структур даних										
Тема 5. Вказівники. Списки	24	2	0	10	16	23	1	-	2	20
Тема 6. Стеки і черги. Дек	27	2	0	10	18	22	-	-	2	20
Тема 7. Дерева. Графи	28	3	0	11	18	23	1	-	2	20
Разом за змістовим модулем 2	79	7		31	52	68	2	-	6	60
Усього годин	150	15		45	90	150	4	-	10	136

Таблиця 5.2

Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		Денна	Заочна
1	Обробка скалярних типів	2	1
2	Рекурсія.	4	1
3	Сортування масивів	4	1
4	Обробка текстових даних та файлів	4	1
5	Використання вказівників. Застосування списків	10	2
6	Стеки і черги. Дек	10	2
7	Графи. Дерева	11	2
	Разом	45	10

Теми практичних занять

Не заплановані.

Самостійна робота

Таблиця 5.2

Завдання для самостійної роботи

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		Денна форма	Заочна форма
1	Підготовка до лекцій	10	20
2	Підготовка до лабораторних робіт	15	25
3	Розв'язання олімпіадних завдань на структури даних	25	30
4	Підготовка до модульних контрольних робіт	20	25
5	Підготовка до екзамену	20	36
	Разом	90	136

Індивідуальне науково-дослідне завдання

Не заплановано.

6. Методи навчання, засоби діагностики результатів навчання та методи їх демонстрування

Набуття здобувачами компетенцій забезпечується через засвоєння навчального матеріалу у вигляді лекційних, лабораторних занять, самостійної роботи студентів та контрольних тестових робіт програмованого типу.

Основними методами навчання з дисципліни є:

1. **Пояснювально-ілюстративний метод**, за допомогою повідомлення та засвоєння інформації на лекційних та лабораторних заняттях словесними й наочними засобами.

2. **Проблемний метод**, коли на лабораторних заняттях утворюються пошукові ситуації, розвивається активність, самостійність, творчі здібності здобувачів освіти.

Як наочний матеріал на лекціях застосовуються мультимедійні слайди та лекційні демонстрації.

Для зручної та ефективної організації навчального процесу, зроблено Classroom з навчальної дисципліни, де розташовані завдання до лабораторних робіт та супроводжувальні матеріали. Доступ до класу надається на першому лабораторному занятті за університетською електронною поштою.

З метою роз'яснення найбільш складних питань дисципліни та підвищення якості виконання лабораторних завдань проводяться групові та індивідуальні консультації за розкладом кафедри.

Під час карантину заняття повністю проводяться дистанційно у Classroom

Засобами діагностики результатів навчання та методами їх демонстрування є:

- виконання завдань лабораторних робіт;
- оформлення звітів лабораторних робіт, захист лабораторних робіт;
- розв'язання тренувальних завдань на сервері підготовки до олімпіад (“олімпіадні” завдання);
- контрольні тестові роботи програмованого типу.

7. Форми поточного та підсумкового контролю

Досягнення студента оцінюються за 100-бальною системою Університету.

Підсумкова оцінка навчального курсу включає в себе оцінки з поточного контролю та результат складання екзамену.

Поточний контроль проводиться на кожному лабораторному занятті, за результатами виконання завдань самостійної роботи та у вигляді модульної контрольної роботи по завершенню змістовного модулю. Він передбачає оцінювання теоретичної підготовки здобувачів вищої освіти із зазначеної теми (у тому числі, самостійно опрацьованого матеріалу) під час виконання завдань лабораторних робіт.

Форма контролю **комбінована**:

- письмова (оформлення звітів, письмові відповіді на контрольні питання виконання завдань);
- усна (відповіді на контрольні питання до лабораторних робіт, захист рефератів);
- тестова (модульні контрольні тестові роботи програмованого типу, виконання “олімпіадних” завдань).

Виходячи з того, що головною метою курсу є формування практичних навичок, вирішальним фактором підсумкового оцінювання є якість виконання лабораторних робіт, які є допуском до модульних контрольних тестових робіт програмованого типу. Оцінка за лабораторну роботу складається з оцінки якості виконання завдань лабораторної роботи (табл. 7.1) та оцінки захисту – оформлення звіту, усні та письмові відповіді на контрольні питання (табл. 7.2) та обчислюється як середнє арифметичне цих двох оцінок.

Таблиця 7.1

Форми контролю виконання лабораторних робіт, їх оцінювання

Виконання лабораторних робіт	Критерії оцінювання
5	Робота виконана у встановлений термін. Виконана самостійно, чітко сформульовані цілі, завдання та гіпотеза досліджень. Застосовувалися коректні методи обробки отриманих результатів. У висновках проведена коректна інтерпретація результатів

Виконання лабораторних робіт	Критерії оцінювання
4	Робота виконана у встановлений термін. Студент виконує лабораторну роботу згідно з інструкцією, іноді після консультації викладача; описує спостереження; в цілому правильно складає звіт та робить висновки.
3	Робота виконана з порушенням встановлених термінів. Студент виконує лабораторну роботу згідно з інструкцією, іноді після консультації викладача; описує спостереження; складає звіт, що містить неточності у висновках та помилки.
2	Робота виконана з порушенням встановлених термінів. Студент виконує лабораторну згідно з інструкцією; складений звіт містить неточності у висновках та помилки.
1	Робота виконана з порушенням встановлених термінів. Студент виконує лабораторну під керівництвом викладача; складений звіт містить неточності у висновках та помилки.
0	Робота не виконувалася.

Таблиця 7.2

Форми контролю захисту лабораторних робіт, їх оцінювання

Захист лабораторних робіт	Критерії оцінювання
5	Відповідь правильна, повна, логічна, містить аналіз, систематизацію, узагальнення, використані міжпредметні зв'язки, містить аргументовані висновки.
4	Відповідь в цілому правильна, достатньо повна, логічна; допущені несуттєві помилки та неточності у викладенні матеріалу
3	Відповідь частково правильна, містить неточності, недостатньо обґрунтована.
2	Відповідь має суттєві помилки, аргументи несформульовані, використовуються невірна термінологія.
1	Відповідь містить значну кількість суттєвих помилок, не обґрунтована.
0	Студент не дає відповіді.

Максимальна оцінка студента за лабораторні роботи 40 балів (8 лабораторних робіт по 5 балів).

Таблиця 7.3

Форми контролю модульних контрольних тестових робіт програмованого типу та виконання олімпіадних завдань, їх оцінювання

Правильних відповідей, %	100	80	60	40	20
Бал	5	4	3	2	1

Максимальна оцінка студента за модульні контрольні тестові роботи програмованого типу 20 балів (2 модульні контрольні тестові роботи програмованого типу по 10 балів). Максимальна оцінка за виконання олімпіадних завдань 20 балів (2 набори олімпіадних завдань по 10 балів).

Підсумковий контроль у формі комплексного екзамену

Підсумковий контроль складається з тестування (10 тестових завдань) та письмової відповіді на 3 контрольних питання.

Таблиця 7.4

Тестування

Правильних відповідей, %	100	90	80	70	60	50	40	30	20	10
Бал	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1

Таблиця 7.5

Письмова відповідь (1 питання - 10 балів)

Бал	Критерії оцінювання
10	Здобувач вільно володіє матеріалом, демонструє уміння на рівні свідомого вибору способу дії в нових ситуаціях (нестандартних) ситуаціях, аналізує, класифікує, узагальнює об'єкти, які охоплюються засвоєними поняттями, ілюструє прикладами та обґрунтовує власні відповіді, судження.
9	Здобувач достатньо вільно володіє матеріалом, демонструє уміння на рівні свідомого вибору способу дії в нових ситуаціях (нестандартних) ситуаціях, аналізує, класифікує, узагальнює об'єкти, які охоплюються засвоєними поняттями, ілюструє прикладами власні відповіді, судження.

8	Здобувач демонструє уміння на рівні свідомого вибору способу дії у стандартних ситуаціях, висловлює власні думки, може наводити окремі приклади на їх підтвердження; під час відповіді може відтворити засвоєний зміст в іншій послідовності, не змінюючи логічних зв'язків.
7	Здобувач демонструє уміння на рівні свідомого вибору способу дії у стандартних ситуаціях; висловлює власні думки, може наводити окремі приклади на їх підтвердження; під час відповіді може частково відтворити засвоєний зміст в іншій послідовності, не змінюючи логічних зв'язків.
6	Здобувач демонструє уміння на рівні свідомого вибору способу дії у стандартних ситуаціях; висловлює власні думки, може наводити окремі приклади на їх підтвердження; під час відповіді може частково відтворити засвоєний зміст в іншій послідовності, не змінюючи логічних зв'язків, у разі утруднення звертається по допомогу; здатний внести коректні уточнення і зробити виправлення помилок.
5	Здобувач демонструє уміння на рівні свідомого вибору способу дії у стандартних ситуаціях; висловлює власні думки, може наводити окремі приклади на їх підтвердження; під час відповіді може частково відтворити засвоєний зміст в іншій послідовності, не змінюючи логічних зв'язків, у разі труднощів звертається по допомогу; здатний частково внести коректні уточнення і зробити виправлення помилок.
4	Здобувач здатний повторити за зразком певну операцію, дію; буде відповідь у засвоєній послідовності; виконує навчальні дії за алгоритмом, у разі утруднення звертається по допомогу; здатний внести коректні уточнення і зробити виправлення помилок.
3	Здобувач здатний повторити за зразком певну операцію, дію; буде відповідь у засвоєній послідовності; виконує навчальні дії за алгоритмом, у разі утруднення звертається по допомогу; здатний частково внести коректні уточнення і зробити виправлення помилок.
2	Здобувач здатний повторити за зразком певну операцію, дію; буде відповідь у засвоєній послідовності; виконує навчальні дії за алгоритмом, у разі утруднення звертається по допомогу; не завжди здатний внести коректні уточнення і зробити виправлення помилок.
1	Здобувач здатний повторити за зразком певну операцію, дію; буде відповідь у засвоєній послідовності; виконує навчальні дії за алгоритмом, у разі утруднення звертається по допомогу; не здатний внести коректні уточнення і зробити виправлення помилок.
0	Здобувач не надає відповіді

Таблиця 7.6

Розподіл балів за формами контролю

Форма контролю	Максимальна кількість балів	
	Денна форма	Заочна форма
Виконання лабораторних робіт	7 x 5 балів = 35 балів	7 x 5 балів = 35 балів
Виконання модульних контрольних тестових робіт	2 x 5 балів = 10 балів	2 x 5 балів = 10 балів
Розв'язання “олімпіадних” завдань.	2 x 5 балів = 10 балів	2 x 5 балів = 10 балів
Підсумковий контроль (екзамен)	45 балів	45 балів
Всього	100	100

8. Критерії оцінювання результатів навчання

Таблиця 8.1

Критерії оцінювання результатів навчання

		Денна форма		Заочна форма	
		Вид роботи	Бали	Вид роботи	Бали
ЗМ 1	Т 1	Лабораторна робота № 1	5	Лабораторна робота № 1	5
	Т2	Лабораторна робота №2	5	Лабораторна робота №2	5
	Т3	Лабораторна робота №3	5	Лабораторна робота №3	5
	Т4	Лабораторна робота №4	5	Лабораторна робота №4	5
	СР 1	Виконання завдань олімпіадного типу	10	Виконання завдань олімпіадного типу	10
	МК1	Модульна контрольна тестова робота програмованого типу № 1	10	Модульна контрольна тестова робота програмованого типу № 1	10
ЗМ 2	Т 5	Лабораторна робота № 5	5	Лабораторна робота № 5	5
	Т 6	Лабораторна робота № 6	5	Лабораторна робота № 6	5
	Т7	Лабораторна робота № 7	5	Лабораторна робота № 7	5
	МК2	Модульна контрольна тестова робота програмованого типу № 2	5	Модульна контрольна тестова робота програмованого типу № 2	5
	СР 2	Виконання завдань олімпіадного типу	10	Виконання завдань олімпіадного типу	10
Сума			100	-	100

6. Рекомендована література

Основна

1. Томас Г.Кормен, Чарлз Е.Лейзерсон, Роналд Л.Рівест. Вступ до алгоритмів. – Київ:К.І.С. – 2019, 1288 с.
2. N.Wirth. Algorithms and Data Structures – [Режим доступу: <https://people.inf.ethz.ch/wirth/AD.pdf>]
3. James T. Streib, Takako Soma. Guide to Data Structures. A Concise Introduction Using Java – Springer International Publishing AG 2017, 377 p.
4. Antti Laaksonen. Guide to Competitive Programming Learning and Improving Algorithms Through Contests – Springer International Publishing AG 2017, 283 p.

Допоміжна

5. Thomas H. Cormen, Charles E. Leiserson, Ronald L. Rivest, and Clifford Stein. Introduction to Algorithms, Third edition. –The MIT Press, 2009.
6. Robert Lafore. Data Structures and Algorithms in Java – Sams Publishing – 2002, 800 p.
7. Michael T. Goodrich, Roberto Tamassia. Data Structures and Algorithms in Java – [Режим доступу: <https://enos.itcollege.ee/~japoia/algorithms/GT/Data%20Structures%20and%20Algorithms%20in%20Java%20Fourth%20Edition.pdf>]

Інформаційні ресурси в Internet

8. Data Structures & Algorithm using Java a Beginners Guide <https://www.mygreatlearning.com/blog/data-structures-using-java/>
9. Матеріали персонального сайту Беркунського Є.Ю. http://www.berkut.mk.ua/?item=1_5_sod
10. Сайт e-olymp.com – портал для вивчення інформатики та підготовки до олімпіад <https://e-olymp.com>

7. Зміни та доповнення