

## Лабораторна робота 9

### БІНАРНІ ДЕРЕВА

**Мета роботи:** набуття практичних навичок опрацювання нелінійних структур даних, представлених у вигляді бінарних дерев пошуку.

**Завдання:** побудувати бінарне дерево пошуку із вхідного масиву даних, здійснити операції над деревом.

### Вимоги до виконання роботи

1. Складіть програму, яка містить процедури та функції для обробки бінарних дерев: побудови бінарного дерева пошуку із масиву даних, обходу дерева, пошуку по дереву, вставки елемента в дерево, видалення елемента з дерева, видалення всього дерева. При цьому передбачте можливість введення вхідного масиву з клавіатури або файлу.
2. Після побудови дерева та після кожної операції над ним виведіть на екран значення усіх вершин дерева у порядку прямого, зворотного та симетричного обходів.
3. Доповніть програму процедурами та функціями, необхідними для виконання вашого індивідуального завдання. Результат виконання виведіть на екран.

### Варіанти індивідуальних завдань

1. Написати функцію, яка обчислює суму елементів усіх вершин дерева T.
2. Написати функцію, яка знаходить найбільший елемент дерева.
3. Написати функцію, яка знаходить найменший елемент дерева.
4. Написати процедуру, яка видаляє з дерева всі парні елементи.
5. Написати функцію, яка визначає кількість входжень заданого елемента E в ліве піддерево дерева T.
6. Написати процедуру, яка виводить на екран елементи із усіх листків дерева.
7. Написати функцію, яка визначає число входжень вершини із заданим елементом E в дерево T.

- 8.** Написати функцію, яка визначає глибину найближчої до кореня вершини із заданим елементом  $E$  на дереві і повертає  $-1$ , якщо такого елемента немає.
- 9.** Написати процедуру, яка додає вершини правого піддерева одного бінарного дерева в інше бінарне древо (обидва дерева задані).
- 10.** Написати процедуру, яка по заданому  $n$  рахує число всіх вершин глибини  $n$  в заданому дереві.
- 11.** Написати процедуру, яка визначає максимальну глибину дерева.
- 12.** Відсортувати масив  $A$  за спаданням шляхом включення його елементів у дерево і записати відсортовані дані назад в  $A$ .
- 13.** Визначити сумарний шлях даного дерева, використовуючи функцію визначення шляху від кореня до даної вершини.
- 14.** Написати функцію, яка включає заданий елемент у впорядковане дерево на рівні листка.
- 15.** Написати функцію, яка визначає кількість вершин у бінарному дереві пошуку, які мають одного безпосереднього нащадка.
- 16.** Написати функцію, яка виводить на екран (по одному разу) всі внутрішні вершини дерева.
- 17.** Написати функцію, яка перевіряє, чи співпадає елемент із крайнього лівого листка дерева  $T$  з елементом із крайнього правого листка іншого дерева (обидва дерева задані).
- 18.** Встановити, чи можна потрапити з однієї заданої вершини дерева в іншу, якщо рухатися по гілках до листків.
- 19.** Перевірити, чи є задане дерево AVL деревом.
- 20.** Написати процедуру, яка видаляє із бінарного дерева пошуку всі елементи, які знаходяться на рівнях, що перевищують заданий.
- 21.** Знайти в бінарному дереві вершину, сума значень прямих нащадків якої є максимальною.
- 22.** Написати функцію, яка будує бінарне дерево пошуку з листків заданого дерева  $T$ .

**23.** Визначити сумарний шлях правого піддерева даного дерева, використовуючи функцію визначення шляху від кореня до даної вершини.

**24.** Написати функцію, яка знаходить найбільший елемент із усіх листків дерева T.

### **Контрольні запитання**

- 1.** Що таке дерево як структура даних?
- 2.** Що називається степенем дерева? Які є види дерев в залежності від їх степеню?
- 3.** Які є види обходу бінарного дерева?
- 4.** Яким чином дерева використовують для впорядкування даних?
- 5.** Опишіть структуру вершини дерева.
- 6.** Дайте рекурсивне визначення дерева. Яким чином при роботі з деревом використовують рекурсивні алгоритми?
- 7.** Що називається висотою (глибиною) вершини дерева? А самого дерева?