

### **Динамические структуры данных. Обработка деревьев**

Составить программу на языке Си для построения и обработки дерева общего вида или упорядоченного двоичного дерева, содержащего узлы типа float, int, char или enum (для групп 1,8; 3,4; 2,5; 6,7 соответственно). Основные функции работы с деревьями реализовать в виде универсальных процедур или функций. После того, как дерево создано, его обработка должна производиться в режиме текстового меню со следующими действиями:

- *добавление нового узла* (для двоичного дерева положение нового узла определяется в соответствии с требованием сохранения порядка; для дерева общего вида должен задаваться *отец* добавляемого узла. Добавляемый узел становится *самым младшим сыном*);
- *текстовая визуализация дерева* (значение каждого узла выводится в отдельной строке, с отступом, пропорциональным глубине узла, в порядке старшинства узлов);
- *удаление узла* (двоичное дерево перестраивается в соответствии с требованием сохранения целостности и порядка; для дерева общего вида удаляется все поддерево, исходящее из удаляемого узла. Должно быть предусмотрено корректное освобождение памяти);
- *вычисление значения некоторой функции от дерева* (целой или логической), в соответствии с номером варианта.

#### **Определения**

**Глубиной вершины** дерева называется длина пути в эту вершину из корня. **Глубиной (высотой)** дерева называется максимальная глубина его вершин. **Листом** или **терминальной вершиной** дерева называется вершина, не имеющая поддеревьев. **Степенью вершины** называется число исходящих из нее ветвей. **Степенью дерева** называется максимальная степень его вершин. **Шириной уровня** дерева называется число вершин на данной глубине. **Шириной** дерева называется максимальная ширина по всем уровням. **Подобие** деревьев отличается от **равенства** возможным несовпадением значений данных, хранящихся в узлах. **AVL-деревом** называется двоичное дерево, в котором высоты левого и правого поддеревьев отличаются не более, чем на 1. Двоичное дерево называется **В-деревом**, если в нем нет ни одного узла степени 1.

#### **Функция**

1. Проверить, является ли двоичное дерево AVL-деревом.
2. Проверить, является ли двоичное дерево В-деревом.
3. Определить значение листа дерева, имеющего минимальную глубину.
4. Определить значение листа двоичного дерева, имеющего минимальную глубину.
5. Определить значение нетерминальной вершины дерева с максимальной глубиной.
6. Определить значение нетерминальной вершины двоичного дерева с максимальной глубиной.
7. Проверить, находятся ли во всех листьях двоичного дерева элементы со значениями в заданном диапазоне.
8. Определить число вершин дерева, степень которых совпадает со значением элемента.
9. Определить число вершин двоичного дерева, степень которых совпадает со значением элемента.
10. Проверить монотонность возрастания ширины уровня дерева.
11. Проверить монотонность убывания ширины уровня дерева.
12. Проверить, является ли двоичное дерево линейным списком вершин.
13. Проверить, является ли дерево линейным списком вершин.
14. Проверить, находятся ли все листья дерева на одном уровне.
15. Проверить, находятся ли все листья двоичного дерева на одном уровне.
16. Проверить, является ли двоичное дерево симметричным (равным своему отражению).
17. Проверить, является ли двоичное дерево самоподобным (подобным своему отражению).
18. Определить ширину дерева.
19. Определить ширину двоичного дерева.
20. Определить глубину максимальной вершины дерева.
21. Определить глубину минимальной вершины двоичного дерева.
22. Определить число вершин дерева.
23. Определить число вершин двоичного дерева.
24. Определить глубину дерева.
25. Определить глубину двоичного дерева.
26. Определить степень дерева.
27. Определить степень двоичного дерева
28. Определить число листьев дерева.
29. Определить число листьев двоичного дерева.
30. Определить число нетерминальных вершин дерева.
31. Определить число нетерминальных вершин двоичного дерева.
32. Определить число вершин дерева, степень которых совпадает со степенью дерева.
33. Определить число вершин двоичного дерева, имеющих ровно два поддерева.
34. Определить уровень дерева, на котором находится максимальное число вершин.
35. Определить уровень двоичного дерева, на котором находится максимальное число вершин.