

# Вариант №55

## Основные параметры дерева

### Поддерживаемые типы данных

Должны поддерживаться следующие типы данных:

- ключ — ноль-терминированная строка произвольной длины;
- значение — ноль-терминированная строка произвольной длины.

### Тип дерева и содержимое узла

Красно-чёрное дерево поиска.

Узел дерева должен содержать:

- ключ;
- указатели на левое и правое поддеревья;
- указатель на родительский узел;
- цвет узла;
- указатель на информационное поле.

### Принцип работы с дублирующимися ключами

В дереве могут храниться записи с дублирующимися ключами. Элементы с дублирующимися ключами должны храниться непосредственно в дереве или списке элементов, в соответствии с формулировкой задания.

## Операции, поддерживаемые деревом

### Добавление нового элемента

Добавление нового элемента в дерево без нарушения свойств упорядоченности. Если запись с данным ключом уже присутствует в дереве, а дублирование ключей не допускается, то необходимо обновить значение информационного поля существующей записи, вернув старое в качестве результата.

### Удаление элемента

Удаление элемента, заданного своим ключом, без нарушения свойств упорядоченности дерева. Если в дереве присутствуют несколько элементов с указанным ключом, то необходимо удалить наиболее старый из них.

### Обход дерева

Вывод содержимого дерева в прямом порядке следования ключей, превышающих заданный (если ключ не указан — вывод содержимого всего дерева; в случае работы с несколькими ключевыми пространствами необходимо предусмотреть возможность указания значения ключа или его отсутствия для каждого из них).

### **Поиск элемента по ключу**

Поиск информации по заданному ключу. Если элементов с требуемым значением ключа может быть несколько, то необходимо указывать порядковый номер искомого элемента. Возврат необходимо осуществлять при помощи указателя, возврат копий элементов не допускается.

### **Специальный поиск элемента**

Поиск элемента с ключом, значение которого наиболее близко к заданному, но не совпадает с ним (если таких элементов несколько — действовать по аналогии с операцией поиска по ключу; для Q- и kd-деревьев использовать евклидову метрику).