

# Вариант №361

## Основные параметры дерева

### Поддерживаемые типы данных

Должны поддерживаться следующие типы данных:

- ключ — беззнаковое целое число;
- значение — нуль-терминированная строка произвольной длины.

### Тип дерева и содержимое узла

Q-дерево поиска для работы в двухключевом ограниченном пространстве. Количество элементов в одном квадрате ограничено числом  $N$ .

Узел дерева должен содержать:

- границы ключей в каждом пространстве;
- массив указателей на поддеревья;
- указатель на начало списка элементов (ключи + информация), упорядоченных по возрастанию значений ключей (приоритет по первому ключу).

Данные могут храниться в любых узлах дерева.

### 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 обратном порядке следования ключей в заданном диапазоне (если ключевых пространств несколько, то необходимо указать диапазон в каждом 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 наименьшим значением ключа (если таких элементов несколько — действовать по аналогии с операцией поиска по ключу).

Для Q- и kd-деревьев — поиск элемента, наиболее близкого к началу координат согласно евклидовой метрике.