

**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**  
**САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ**  
**ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ**  
**«ЛЭТИ» ИМ. В.И. УЛЬЯНОВА (ЛЕНИНА)**  
**Кафедра МО ЭВМ**

**ОТЧЕТ**  
**по лабораторной работе №5**  
**по дисциплине «Алгоритмы и структуры данных»**  
**Тема: Бинарное дерево поиска**

Студент гр. 9382

\_\_\_\_\_

Дерюгин Д.А.

Преподаватель

\_\_\_\_\_

Фирсов М.А.

Санкт-Петербург

2020

### **Цель работы.**

Изучить случайное бинарное дерево поиска. Написать реализацию случайного БДП, реализовать удаление элементов из этого дерева.

### **Задание.**

#### **Вариант 8.**

БДП: случайное\* БДП; действие: 1+2б

1) По заданной последовательности элементов Elem построить структуру данных определённого типа – БДП или хеш-таблицу;

2) Выполнить одно из следующих действий:

Предусмотреть возможность повторного выполнения с другим элементом.

б) Для построенной структуры данных проверить, входит ли в неё элемент *e* типа Elem, и если входит, то удалить элемент *e* из структуры данных (первое обнаруженное вхождение). Предусмотреть возможность повторного выполнения с другим элементом.

### **Основные теоретические положения.**

Бинарное дерево поиска - бинарное дерево, для которого выполняются условия:

Оба поддерева - бинарные деревья поиска

У всех узлов левого поддерева значения ключей меньше, нежели значения ключа родительского дерева

У всех узлов правого поддерева значения ключей больше, нежели значение ключа родительского дерева

Структура же случайного БДП полностью зависит от того порядка, в котором элементы расположены во входной последовательности.

### **Описание алгоритма.**

На вход подается последовательность символом. В цикле перебираем все элементы этой последовательности. Каждый элемент сравниваем с узлом дерева. Если элемент меньше узла, значит рекурсивно вызываем левое поддерево данного узла. Если элемент больше данного узла, рекурсивно

вызываем правое поддерево данного узла. Если поддерева нет, создаем его и записываем данный элемент в это поддерево.

Удаление узла.

Рекурсивно ищем удаляемый узел(если удаляемый узел меньше главного узла, идем в левое поддерево, если удаляемый узел больше главного узла, идем в правое поддерево). Когда нашли удаляем элемент, смотрим на количество таких элементов, если кол-во больше 1, просто вычитаем единицу из данной переменной. Если же кол-во равно 1:

Если узел - лист, просто удаляем его;

Если узел имеет одно поддерево(правое или левое) просто удаляем его и перевешиваем на это место его поддерево;

Если узел имеет два поддерева:

Ищем минимальный элемент в правом поддереве;

Если этот элемент не имеет поддерево:

Переставляем его на место удаляемого элемента

Если этот элемент имеет поддерево:

Этот элемент переставляем на место удаляемого элемента

Его поддерево переставляем на его место.

### **Структуры данных.**

RandomBinarySearchTree - Структура, которая является случайным БДП.

RandomBinarySearchTree\* left - левое Случайное БДП

RandomBinarySearchTree\* right- правое Случайное БДП

RandomBinarySearchTree\* parent - родитель

Int count - количество вхождений данного элемента

Char data - сам элемент.

### **Описание функций.**

**RandomBinarySearchTree\* createTree(char data, RandomBinarySearchTree\* randomBinarySearchTree, RandomBinarySearchTree\* parent)** - Функция, которая создает узел случайного бинарного дерева поиска

char data - Данные узла

RandomBinarySearchTree\* randomBinarySearchTree - главное дерево, в которое будет вставлен новый узел

RandomBinarySearchTree\* parent - родитель нового узла

Возвращает новый узел

**RandomBinarySearchTree\*searchLowest(RandomBinarySearchTree\* randomBinarySearchTree, RandomBinarySearchTree\* temp)** - функция поиска самого маленького узла(нужно для удаления элемента).

RandomBinarySearchTree\* randomBinarySearchTree - дерево, в котором ищем минимальный узел

RandomBinarySearchTree\* temp - копия узла, который удаляем

Возвращает новое дерево

**void removeElem(RandomBinarySearchTree\* randomBinarySearchTree)** - функция удаления элемента.

RandomBinarySearchTree\* randomBinarySearchTree - узел, который нужно удалить

**void search(char elem, RandomBinarySearchTree\* randomBinarySearchTree)** - функция поиска удаляемого элемента.

char elem - элемент, который нужно удалить

RandomBinarySearchTree\* randomBinarySearchTree - само дерево

**void printLKP(RandomBinarySearchTree\* randomBinarySearchTree)** - Вывод в консоль дерева в обходе КЛП.

RandomBinarySearchTree\* randomBinarySearchTree - дерево, которое нужно вывести

**void removeElement(RandomBinarySearchTree\* randomBinarySearchTree, int mode)** - функция, которая считывает удаляемые элементы.

RandomBinarySearchTree\* randomBinarySearchTree - дерево, из которого нужно удалить элемент)

int mode - показывает, откуда брать удаляемые символы(из консоли или из файла)

**void enterTree()** - функция ввода дерева

### Тестирование.

№	Входные данные	Выходные данные
1	Дерево: a Удаляемый элемент: a	empty tree
2	Дерево: bac Удаляемый элемент: a	a < b move to left tree Create new leaf with data: a c > b move to right tree Create new leaf with data: c If you want to stop press '+' Enter remove element: a LKP of tree: b[1]c[1]
3	Дерево: jffaljsighrkjairogjapw Удаляемый элемент: sdgrypwerkgal	LKP of tree: a[3]f[2]g[2]h[1]i[2]j[4]k[1]l[1]o[1]p[1]r[2]w[1] There no this element LKP of tree: a[3]f[2]g[2]h[1]i[2]j[4]k[1]l[1]o[1]p[1]r[2]w[1] LKP of tree: a[3]f[2]g[1]h[1]i[2]j[4]k[1]l[1]o[1]p[1]r[2]w[1] LKP of tree: a[3]f[2]g[1]h[1]i[2]j[4]k[1]l[1]o[1]p[1]r[1]w[1] There no this element LKP of tree: a[3]f[2]g[1]h[1]i[2]j[4]k[1]l[1]o[1]p[1]r[1]w[1]

		LKP of tree: a[3]f[2]g[1]h[1]i[2]j[4]k[1]l[1]o[1]r[1]w[1] LKP of tree: a[3]f[2]g[1]h[1]i[2]j[4]k[1]l[1]o[1]r[1] There no this element LKP of tree: a[3]f[2]g[1]h[1]i[2]j[4]k[1]l[1]o[1]r[1] LKP of tree: a[3]f[2]g[1]h[1]i[2]j[4]k[1]l[1]o[1] LKP of tree: a[3]f[2]h[1]i[2]j[4]k[1]l[1]o[1] LKP of tree: a[3]f[2]h[1]i[2]j[4]l[1]o[1] LKP of tree: a[2]f[2]h[1]i[2]j[4]l[1]o[1] LKP of tree: a[2]f[2]h[1]i[2]j[4]o[1]
4	Дерево: Удаляемый элемент: k	empty tree

### Выводы.

В результате данной лабораторной работы были изучены случайные БДП, а также реализована структура случайного БДП и вставка с удалением элемента из этого дерева.

## ПРИЛОЖЕНИЕ А

### ИСХОДНЫЙ КОД ПРОГРАММЫ

```
#include <iostream>
#include <fstream>
using namespace std;

struct RandomBinarySearchTree {
    RandomBinarySearchTree* left;// left subtree
    RandomBinarySearchTree* right;// right subtree
    RandomBinarySearchTree* parent;// parent of tree
    int count;// count of char
    char data;// value
};

RandomBinarySearchTree* createTree(char data, RandomBinarySearchTree*
randomBinarySearchTree, RandomBinarySearchTree* parent) {
    //create new element of tree
    if (randomBinarySearchTree == nullptr) {
        cout<<"Create new leaf with data: "<<data<<endl;
        randomBinarySearchTree = new RandomBinarySearchTree;
        randomBinarySearchTree->data = data;
        randomBinarySearchTree->count = 1;
        randomBinarySearchTree->left = nullptr;
        randomBinarySearchTree->right = nullptr;
        randomBinarySearchTree->parent = parent;
    }
    else if (data < randomBinarySearchTree->data) {
        cout<<data<<" < "<< randomBinarySearchTree->data<<" move to left
tree\n";
        randomBinarySearchTree->left = createTree(data, randomBinarySearchTree-
>left, randomBinarySearchTree);
    }
    else if (data == randomBinarySearchTree->data) {
        cout<<data<<" = "<< randomBinarySearchTree->data<<" move there\n";
        randomBinarySearchTree->count++;
    }
}
```

```

        else {
            cout<<"data<<" > "<< randomBinarySearchTree->data<<" move to right
tree\n";
            randomBinarySearchTree->right = createTree(data, randomBinarySearchTree-
>right, randomBinarySearchTree);
        }
        return randomBinarySearchTree;
    }

RandomBinarySearchTree* findMax(RandomBinarySearchTree* root) {

    if(root == nullptr) return nullptr;

    while(root->right) {
        root = root->right;
    }
    return root;
}

RandomBinarySearchTree* deleteNode(RandomBinarySearchTree* root, char data, bool
replaced) {
    //cannot find tree
    if(root == nullptr) {
        cout<<"There no element\n";
        return root;
    }
    else if(data < root->data)
        root->left = deleteNode(root->left, data, replaced);
    else if (data > root->data)
        root->right = deleteNode(root->right, data, replaced);
    else {
        //there no subtree
        if (root->count > 1 && replaced) root->count--;
        else if (!root->parent && !root->left && !root->right) {
            cout<<"empty tree";
            exit(1);
        }
        else if(root->right == nullptr && root->left == nullptr){
            delete root;
            root = nullptr;
        }

        //has right subtree
        else if(root->right == nullptr) {

```



```

        root = root->left;
    }
    // has left subtree
    else if(root->left == nullptr) {
        root= root->right;
    }

    // has two subtrees
    else {
        RandomBinarySearchTree* temp = findMax(root->left);
        root->data = temp->data;
        root->count = temp->count;
        root->left = deleteNode(root->left, temp->data, false);
    }
}

return root;
}

void printLKP(RandomBinarySearchTree* randomBinarySearchTree) {
    if (randomBinarySearchTree->left) printLKP(randomBinarySearchTree->left);
    cout<<randomBinarySearchTree->data<<"["<<randomBinarySearchTree->count<<"]";
    if (randomBinarySearchTree->right) printLKP(randomBinarySearchTree->right);
}

void removeElement(RandomBinarySearchTree* randomBinarySearchTree, int mode) {
    char removeElem;// remove element
    string tmp;// rubbish
    if (mode) {
        do {
            cout<<"If you want to stop press '+'\nEnter remove element:\n";
            cin>>removeElem;
            randomBinarySearchTree = deleteNode(randomBinarySearchTree,
removeElem, true);
            cout<<"LKP of tree:\n";
            printLKP(randomBinarySearchTree);
            cout<<"\n";//
        } while (removeElem != '+');
    } else {
        ifstream fin;
        fin.open("input.txt");
        //if cannot open file
        if (!fin.is_open()) {
            cout<<"Cannot open file";

```

```

        exit(1);
    }
    getline(fin, tmp);
    do {
        //reading file char by char
        fin>>removeElem;
        if (!fin.eof()) {
            randomBinarySearchTree = deleteNode(randomBinarySearchTree,
removeElem, true);
            cout<<"LKP of tree:\n";
            printLKP(randomBinarySearchTree);
            cout<<"\n";
        }

    } while (!fin.eof());

    fin.close();//close file
}

}

void enterTree() {
    auto* randomBinarySearchTree = new RandomBinarySearchTree;// create tree
    string rawTree;    // string of tree
    string path = "input.txt"; // path to input file
    int typeOfInput;// 1 if console
    cout<<"Enter '1' if you wanna write down binary tree in console otherwise
write down any letter or number:\n";
    cin>>typeOfInput;
    //input from console
    if (typeOfInput == 1){
        cout<<"Enter tree:\n";
        cin>>rawTree;
        //if tree empty
        if (rawTree.empty()) {
            cout<<"empty tree";
            exit(1);
        }
    }

    else {

```

```

        //open file
        ifstream fin;
        fin.open(path);
        //if cannot open file
        if (!fin.is_open()) {
            cout<<"Cannot open file";
            exit(1);
        }
        //reading file line by line
        getline(fin, rawTree);
        if (rawTree.empty()) {
            cout<<"empty tree";
            exit(1);
        }
        fin.close();//close file
    }
    //create main node
    randomBinarySearchTree->data = rawTree[0];
    randomBinarySearchTree->count = 1;
    randomBinarySearchTree->left = nullptr;
    randomBinarySearchTree->right = nullptr;
    randomBinarySearchTree->parent = nullptr;
    // loop for adding element in tree
    for (int i = 1; i < rawTree.length(); i++) {
        randomBinarySearchTree = createTree(rawTree[i], randomBinarySearchTree,
randomBinarySearchTree);
    }
    if (typeOfInput == 1)
        removeElement(randomBinarySearchTree, 1);
    else removeElement(randomBinarySearchTree, 0);
}
int main() {
    enterTree();
    return 0;
}

```