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

ОТЧЕТ

по лабораторной работе №3

по дисциплине «Алгоритмы и структуры данных»

Тема: Программирование алгоритмов с бинарными деревьями

Студентка гр. 9381 _____ Москаленко Е.М.

Преподаватель _____ Фирсов М.А.

Санкт-Петербург

2020

Цель работы.

Ознакомиться с такой динамической структурой данных, как бинарное дерево, и реализовать его и функции для работы с ним на языке программирования C++, используя объектно-ориентированное программирование.

Задание.

Вариант 4д. Для заданного бинарного дерева *b* типа *BT* с произвольным типом элементов определить, есть ли в дереве *b* хотя бы два одинаковых элемента.

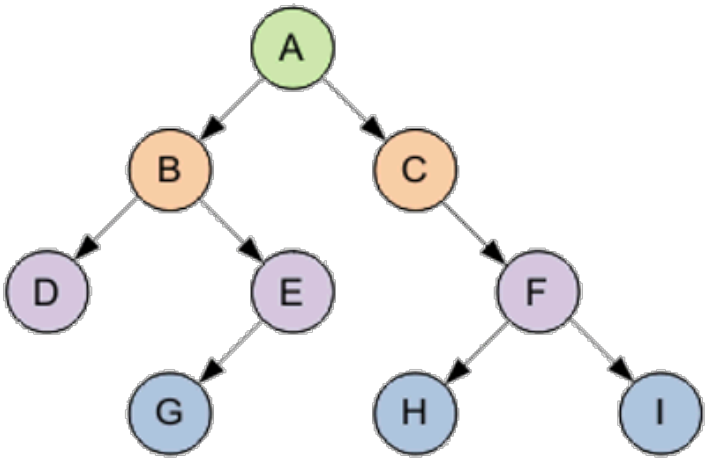
На базе указателей (динамическая связанная память).

Основные теоретические положения.

Дерево – структура данных, представляющая собой древовидную структуру в виде набора связанных узлов.

Бинарное дерево — это конечное множество элементов, которое либо пусто, либо содержит элемент (корень), связанный с двумя различными бинарными деревьями, называемыми левым и правым поддеревьями. Каждый элемент бинарного дерева называется узлом. Связи между узлами дерева называются его ветвями.

Способ представления бинарного дерева:

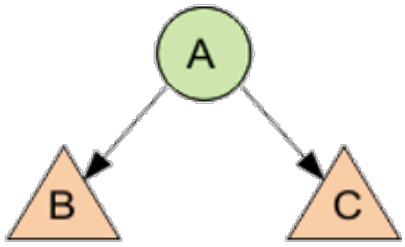


A — корень дерева

B — корень левого поддерева

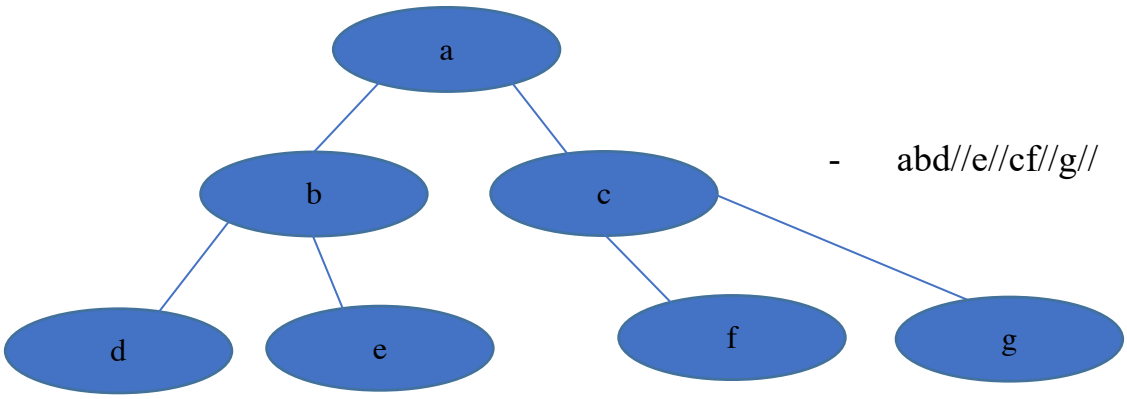
C — корень правого поддерева

Обход дерева осуществляется в порядке КЛП**.** Обход дерева сверху вниз (в прямом порядке): A, B, C — префиксная форма.



Пример дерева, обрабатываемого программой:

/ - пустой элемент (нет листьев)



- abd//e//cf//g//

Функции и структуры данных.

Для создания бинарного дерева реализован класс его элемента **Elem.**

Он имеет приватные поля:

tree left – указатель на левое поддерево

tree right – указатель на правое поддерево

T data – данные (в программе используется char)

Указатель на объект Elem (Elem*) будем называть tree.

И следующие приватные функции:

Elem():left(nullptr), right(nullptr), data('\0') {} – конструктор по умолчанию, правое и левое деревья, а так же значение обнулены.

tree getLeft() - возвращает указатель на левое поддерево типа tree.

void setLeft(tree l) – устанавливает в левое поддерево **l** - указатель на переданный элемент типа **tree**

void setRight(tree r) – устанавливает в правое поддерево **r** - указатель на переданный элемент типа **tree**

tree getRight() – возвращает указатель на правое дерево (tree)

T getData() const – возвращает значение поля data типа T

void setData(T t) – устанавливает в поле data переданное значение типа T

Так же реализован класс линейного списка **SimpleList**, в котором хранятся все элементы дерева и их число повторений.

Он имеет поля:

T data - значение типа T (char в программе)

SimpleList *next - ссылка на следующий элемент

int countH – количество повторений элемента в бинарном дереве

И функции:

SimpleList() : data('\0'), next(nullptr), countH(1) {}; - конструктор по умолчанию

SimpleList(T sign, Simple elem = nullptr, int count = 1) : data(sign), next(elem), countH(count) {}; - конструктор с присваиванием

void push(T sign) – добавление элемента список. Параметр - значение типа T, которое присвоится data добавляемого элемента

void listPrint() – печать всего списка

void initHead(T sign) - инициализация головы линейного списка. Параметр – значение типа T, которое присвоится data

Simple checkSimple(T sign) – функция проверки вхождения элемента дерева в линейный список. Передается значение типа T

Для рекурсивного вывода дерева реализована функция **void recTreePrint(tree node),** параметром которой является указатель на элемент

дерева tree. Она выводит значени элемента, а затем рекурсивно вызывается для левого и правого поддеревьев.

Реализована рекурсивная функция **считывания строки** дерева и его создания **tree readBT(string input)**, которая рекурсивно заполняет корень, левое и правое поддеревья.

void treePrint(Simple head, tree tree) – основная функция программы. Обходом КЛП создается линейный список и в него добавляются элементы. С помощью **checkSimple** ведется подсчет каждого элемента. **Simple head –** указатель на голову линейного списка, **tree tree –** указатель на элемент бинарного дерева.

Описание алгоритма.

Для начала программа должна считать данные и создать бинарное дерево. Дерево реализуется на базе указателей: в полях каждого узла должен храниться указатель на левый и правый элемент узла. Если узел в дереве пустой, то хранится указатель на nullptr.

Для перевода введенной строки в дерево поочередно обрабатываются символы строки. Сначала заполняются левые поддеревья узла (сначала левое поддерево корня, потом левое поддерево узла и т.д.), если встречается символ, означающий указатель на nullptr, - “/”, то начинается заполнение правых поддеревьев.

Если левые и правые поддеревья очередного узла заполнены, то происходит возврат на узел выше и рекурсивное заполнение оставшихся узлов дерева.

У пользователя есть выбор: ввод через консоль или через файл. Пустых элементов должно быть на 1 больше, иначе строка неверная.

Для подсчета количества повторений каждого элемента в дереве создается линейный список, элементы которого являются объектами класса SimpleList. Инициализируется указатель на объект класса SimpleList head – голову списка.

Затем вызывается рекурсивная функция treePrint(), которая проверяет элемент на пустоту и если он не пуст, вызывает метод checkSimple класса SimpleList, который проверяет наличие элемента в вспомогательном линейном списке. Если он есть, то поле countH увеличивается на 1, если нет, то элемент добавляется в список. Затем таким же образом проверяются левое и правое поддеревья.

После этого вызывается метод listPrint класса SimpleList, который проверяет значение поля countH каждого элемента линейного списка. Если хоть раз оно больше 1, то в дереве есть одинаковые элементы, о чем и выводится информация.

Тестирование.

№	**Входные данные**	**Вывод**
1	a/bc///	Введенное дерево: a/bc/// Головой вспомогательного линейного списка будет a Добавляем b в линейный список Добавляем c в линейный список В бинарном дереве элемент a повторяется 1 раз В бинарном дереве элемент b повторяется 1 раз В бинарном дереве элемент c повторяется 1 раз В дереве нет одинаковых элементов
2	abc//d//bc//ef///	Введенное дерево: abc//d//bc//ef/// Головой вспомогательного линейного списка будет a Добавляем b в линейный список

		Добавляем c в линейный список Добавляем d в линейный список Добавляем e в линейный список Добавляем f в линейный список Посчитаем количество повторений каждого элемента в дереве В бинарном дереве элемент a повторяется 1 раз В бинарном дереве элемент b повторяется 2 раз Обнаружен повтор элемента b В бинарном дереве элемент c повторяется 2 раз Обнаружен повтор элемента c В бинарном дереве элемент d повторяется 1 раз В бинарном дереве элемент e повторяется 1 раз В бинарном дереве элемент f повторяется 1 раз В дереве 2 одинаковых элементов разных видов
3	abd/g///cd//gi//ba/	Данные некорректны
4	ab//c/d//	В дереве нет одинаковых элементов
5	abee///e//kme//q//l//	В бинарном дереве элемент e повторяется 4 раз Обнаружен повтор элемента e В дереве 1 одинаковых элементов разных видов

6	/a//b//	Данные некорректны
7	4/?*//+//	В дереве нет одинаковых элементов
8	aeee///e//eee//e//e//	В бинарном дереве элемент e повторяется 9 раз Обнаружен повтор элемента e В дереве 1 одинаковых элементов разных видов
9	a/	Данные некорректны

Выводы.

Были освоены принципы работы с бинарным деревом, и реализована данная структура данных на языке программирования C++. Созданы два класса (элемент бинарного дерева и линейного списка) для решения задания варианта лабораторной работы и функции, позволяющие определить, есть ли в веденном бинарном дереве повторяющиеся элементы.

ИСХОДНЫЙ КОД

Файл mainIde.cpp

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

static int readIndex;       //переменная, отвечающая за индекс элемента в
строке
typedef char T;
class Elem {
    Elem* left;
    Elem* right;
    T data;
public:
    Elem():left(nullptr), right(nullptr), data('\0') {};

    Elem* getLeft() {
        return left;        //возвращает значение левого поддерева
    }

    void setLeft(Elem* l) {  //устанавливает левое поддерево
        left = l;
    }

    void setRight(Elem* r) {     //устанавливает правое поддерево
        right = r;
    }

    Elem* getRight() {           //возвращает значение правого поддерева
        return right;
    }

    T getData() const {         //возвращает значение элемента
        return data;
    }

    void setData(T t) {        //устанавливает значение элемента
        data = t;
    }
};
typedef Elem* Tree;

static int countSame = 0;  //количество различных одинаковых элементов

class SimpleList {
public:
    T data; //значение
    SimpleList *next; //ссылка на следующий элемент
    int countH;

    SimpleList() : data('\0'), next(nullptr), countH(1) {};

    SimpleList(T sign, SimpleList* elem = nullptr, int count = 1) :
data(sign), next(elem), countH(count) {};

    void push(T sign);
```

```
        void listPrint();

        void initHead(T sign)
        {
            data = sign;            // инициализация головы линейного списка
        }

        SimpleList* checkSimple(T sign);

    };
    typedef SimpleList* Simple;

    void SimpleList::push(T sign) {
        cout << "Добавляем " << sign << " в линейный список" << "\n";
        Simple current = this;

        while (current->next != nullptr)           //пока не достигнем конца
списка
            current = current->next;

        auto node = new SimpleList(sign);
        current->next = node;
    }

    void SimpleList::listPrint() {
        cout << "\033[34m Посчитаем количество повторений каждого элемента в
дереве \033[0m \n";
        Simple p = this;
        do {
            cout <<  "В бинарном дереве элемент " << p->data << " повторяется
"; // вывод значения элемента p
            cout << p->countH << " раз\n";
            if (p->countH > 1) {
                cout << "\033[31m Обнаружен повтор элемента " << p->data <<
"\033[0m \n";
                countSame++;
            }
            p = p->next; // переход к следующему узлу
        } while (p != nullptr);
        if (countSame == 0)
            cout << "\033[31m В дереве нет одинаковых элементов \033[0m" <<
"\n";
        else
            cout << "\033[31m В дереве " << countSame << " одинаковых элементов
разных видов \033[0m" << "\n";
    }

    Simple SimpleList::checkSimple(T sign){
        Simple p = this;
        do {
            if (p->data == sign) {
                p->countH++;          //если в линейном списке уже есть такой
элемент, то его количество увеличивается на 1
                return p;
            }
            p = p->next; // переход к следующему узлу
        } while (p != nullptr);
        return nullptr;
    }

    void recTreePrint(Tree node) {
        if (!node) {
            cout << '/';
```

```
            return;
        }
        cout << node->getData();
        recTreePrint(node->getLeft());      //печать левого
        recTreePrint(node->getRight());     //печать правого
    }


    Tree readBT(string input){
        T sign = input[readIndex];
        readIndex++;
        if (sign == '/'){        //если элемент пустой
            return nullptr;
        }
        else{
            Tree buf = new Elem();   //если нет, создаем листок
            buf->setData(sign);
            buf->setLeft(readBT(input));
            buf->setRight(readBT(input));
            return buf;
        }
    }

    int count(string str, char c){     //подсчет конкретного символа в строке
        int count = 0;
        for (char symbol : str){
            if (symbol == c)
                count++;
        }
        return count;
    }

    void treePrint(Simple head, Tree tree) {
        if (tree != nullptr) { //Пока не встретится пустой узел
            Simple p = head->checkSimple(tree->getData());
            if (!p) {
                if (head->data == '\0') {
                    cout << "Головой вспомогательного линейного списка будет "
<< tree->getData() <<  "\n";
                    head->initHead(tree->getData());
                }
                else
                    head->push(tree->getData());
            }
            treePrint(head, tree->getLeft()); //Рекурсивная функция для левого
поддерева
            treePrint(head,  tree->getRight());  //Рекурсивная  функция  для
правого поддерева
        }
    }


    int main() {
        string input;
        ifstream file;
        string name;

        cout << "Выберите:\n1. Ввод списка с консоли\n2. Ввод списка с файла\n";
        int choice = 0;
        cin >> choice;

        switch(choice){
            case 1:
```

```
                cout << "Введите запись дерева в виде строки, где '/' - пустой
элемент: \n";
                cin >> input;
                break;
            case 2:
                cout << "Введите полный путь до файла: \n";
                cin >> name;
                file.open(name);
                if (!file.is_open()){
                    cout << "Файл не может быть открыт!\n";
                    exit(1);
                }
                getline(file, input);    //считывание из файла строки с данными
                file.close();  //закрытие файла
                break;
            default:
                cout << "Вы должны ввести 1 или 2";
                return 0;
        }

        if ((2*count(input, '/') - input.length() != 1) || (input[0] == '/')){
//проверка на то, что '/' на одну больше, чем остальных символов
            cout << "Данные некорректны";
            return 0;
        }
        Tree root = readBT(input);
        cout << "Введенное дерево: ";
        recTreePrint(root);
        cout << "\n";
        auto head = new SimpleList();
        treePrint(head,root);
        head->listPrint();
        return 0;
    }
```