

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

**ОТЧЕТ**  
**по лабораторной работе №2**  
**по дисциплине «Алгоритмы и структуры данных»**  
Тема: Рекурсия

Студент гр. 8304

\_\_\_\_\_

Мухин А. М.

Преподаватель

\_\_\_\_\_

Фирсов М. А.

Санкт-Петербург

2019

## **Цель работы.**

Ознакомиться с основными понятиями и приёмами рекурсивного программирования, получить навыки программирования рекурсивных процедур и функций на языке программирования C++.

## **Задание.**

Вычислить глубину (число уровней вложения) иерархического списка как максимальное число одновременно открытых левых скобок в сокращённой скобочной записи списка; принять, что глубина пустого списка и глубина атомарного S-выражения равны нулю.

13й вариант.

## **Выполнение работы.**

Входящий список будет поступать из аргумента командной строки и передаваться в поток, для дальнейшей его обработки. Далее мы объявляем экземпляр нашего списка, вызываем функцию чтения списка (инициализации) выводим значение потока на экран для удобства пользователя и вычисляем максимальную глубину нашего списка. И затем разрушаем его.

Структура списка состоит из булевого элемента, который является истиной, если наш элемент – атомарный, объединения, включающего в себя значение атома, если булев элемент – это истина и переменной типа `two_ptr`, которая отвечает за указатели на текущий элемент (голову) и последующий (хвост).

Функция `bool isAtom(lisp const)` принимает указатель на S-выражение и возвращает правду, если элемент является атомарным.

Функция `lisp head(const lisp)` возвращает ссылку на текущий элемент, если он не является атомарным.

Функция `lisp tail(const lisp)` возвращает ссылку на следующий элемент, если он не является атомарным.

Функция `void destroy(lisp)` рекурсивно удаляет все элементы списка.

Функция `lisp cons(lisp const, lisp const)` создаёт указатель на новое S-выражение и возвращает его.

Функция `lisp make_atom(char const)` создаёт указатель на атомарный элемент и заполняет его значением.

Функции `void read_lisp(lisp&, std::stringstream&)`, `void read_s_expr(char, lisp&, std::stringstream&)`, `void read_seq(lisp&, std::stringstream)` выполняют считывание того самого аргумента командной строки и преобразуют его в список.

Функция `int dip(lisp const)` выполняет рекурсивный обход списка и вычисляет максимальную глубину. Если это атомарный элемент, мы вычисляем глубину только хвоста, так как головы у атомарного элемента нет. Если же это не атомарный элемент, мы запускаем повторный обход, передавая в качестве параметра уже голову, и на выходе прибавляем к этому значению 1, так как это новый список. Тоже самое делаем с хвостом, но без прибавления единицы, так как мы ещё не знаем, что за элемент идёт дальше. В конце мы возвращаем максимальное значение и в конце концов получаем его для всего списка.

`std::stringstream str` – переменная, необходимая для того, чтобы работать со строкой как с потоком, позже мы перегрузим в неё значения аргумента командной строки.

`isp lst` – собственно и есть наш список.

Разработанный программный код см. в приложении А.

### Тестирование.

Таблица 1 – Результаты тестирования

| № п/п | Входные данные             | Выходные данные |
|-------|----------------------------|-----------------|
| 1.    | (a)                        | dip: 1          |
| 2.    | (a(a(a)((a)a))(a(a)(a)))   | dip: 4          |
| 3.    | (a(b(cd)d)(d(f(gg)f(ds)))) | dip: 4          |

|    |                                   |                |
|----|-----------------------------------|----------------|
|    |                                   |                |
| 4. | (a(b(cd())d)(d(f(g()g)f(ds))))    | dip: 4         |
| 5. | (a(bc(de)d(er)q(er(er)ty)er(df))) | Dip: 4         |
| 6. | (a(a(a)((a)a))(a(a)(a)))          | ! List.Error 2 |
| 7. | (a(bfs)f                          | ! List.Error 2 |

## Выводы.

Ознакомились с основными понятиями и приёмами рекурсивного программирования, получили навыки программирования рекурсивных процедур и функций на языке программирования C++ и создания списка. Научились работать с потоками ввода и вывода и направлять строку в поток с помощью `std::stringstream`.

## ПРИЛОЖЕНИЕ А

### ИСХОДНЫЙ КОД ПРОГРАММЫ

Название файла: lab2.cpp

```
#include <fstream>
#include "iostream"
#include "lab2.h"

int main(int argc, char* argv[]) {
    std::stringstream str;
    str << argv[1];
    lisp lst = new s_expr;
    read_lisp(lst, str);
    std::cout << str.str();
    if (argv[1][0] == '(')
        std::cout << std::endl << "dip: " << dip(lst) <<
std::endl << std::endl;
    else
        std::cout << std::endl << "Неверный синтаксис, список
должен начинаться с открывающей скобки!" << std::endl <<
std::endl;
    destroy(lst);
    return 0;
}
```

Название файла: lab2.h

```
#include <fstream>
#include "iostream"
#include <algorithm>
#include <sstream>

struct s_expr;

struct ptr {
    s_expr* hd;
    s_expr* tl;
};

struct s_expr {
    bool tag;
    char atom;
    ptr pair;
};

typedef s_expr* lisp;
void read_lisp(lisp& y, std::stringstream& s);
void read_s_expr(char prev, lisp& y, std::stringstream& s);
void read_seq(lisp& y, std::stringstream& s);

bool is_atom(lisp const s) {
    if (s == nullptr)
        return false;
    return s->tag;
}

lisp head(const lisp s) {
    if (s != nullptr)
        if (!is_atom(s))
            return s->pair.hd;
        else {
            std::cerr << "Error: Head(atom)" << std::endl <<
std::endl;
            exit(1);
        }
    else {
        std::cerr << "Error: Head(nil)" << std::endl <<
std::endl;
        exit(1);
    }
}
```

```

lisp tail(const lisp s) {
    if (s != nullptr)
        if (!is_atom(s))
            return s->pair.tl;
        else {
            std::cerr << "Error: Tail(atom)" << std::endl <<
std::endl;
            exit(1);
        }
    else {
        std::cerr << "Error: Tail(nil)" << std::endl <<
std::endl;
        exit(1);
    }
}

void destroy(lisp s) {
    if (s != nullptr) {
        if (!is_atom(s)) {
            destroy(head(s));
            destroy(tail(s));
        }
        delete s;
    }
}

lisp cons(lisp const h, lisp const t) {
    lisp p;
    if (is_atom(t)) {
        std::cerr << "Error: cons(*, atom) \n";
        exit(1);
    }
    else {
        p = new s_expr;
        p->tag = false;
        p->pair.hd = h;
        p->pair.tl = t;
        return p;
    }
}

lisp make_atom(char const x) {
    lisp s;
    s = new s_expr;
    s->tag = true;
    s->atom = x;
}

```

```

        return s;
    }

void read_seq(lisp& y, std::stringstream& s) {
    char x;
    lisp p1, p2;
    if (!(s >> x)) {
        std::cerr << " ! List.Error 2 " << std::endl <<
std::endl;
        exit(1);
    }
    else {
        while (x == ' ')
            s >> x;
        if (x == ')')
            y = nullptr;
        else {
            read_s_expr(x, p1, s);
            read_seq(p2, s);
            y = cons(p1, p2);
        }
    }
}

void read_s_expr(char prev, lisp& y, std::stringstream& s) {
    if (prev == ')') {
        std::cerr << " ! List.Error 1 " << std::endl <<
std::endl;
        exit(1);
    }
    else
        if (prev != '(' )
            y = make_atom(prev);
        else
            read_seq(y, s);
}

void read_lisp(lisp& y, std::stringstream& s) {
    char x;
    do s >> x;
    while (x == ' ');
    read_s_expr(x, y, s);
}

int dip(lisp const x) {
    int head = 0;

```

```

int tail = 0;
if (x != nullptr) {
    if (x->tag) {
        if (x->pair.tl != nullptr) {
            tail = dip(x->pair.tl);
        }
    }
    else {
        head = (x->pair.hd != nullptr) ? dip(x->pair.hd) +
1 : 0;
        tail = (x->pair.tl != nullptr) ? dip(x->pair.tl) :
0;
    }
    return std::max(head, tail);
}
return 0;
}

```

```

int main(int argc, char* argv[]) {
    if (argc != 2)
        return 1;
    std::stringstream str;
    str << argv[1];
    lisp lst = new s_expr;
    read_lisp(lst, str);
    std::cout << str.str();
    if (argv[1][0] == '(')
        std::cout << std::endl << "dip: " << dip(lst) <<
std::endl << std::endl;
    else
        std::cout << std::endl << "Неверный синтаксис, список
должен начинаться с открывающей скобки!" << std::endl <<
std::endl;
    destroy(lst);
    return 0;
}

```