МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»

КАФЕДРА ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ И ПРИКЛАДНОЙ ИНФОРМАТИКИ

Лабораторная работа №3
по дисциплине «Структуры данных и алгоритмы»

Факультет: ПМИ
Группа: ПМИ-03
Студенты: Сидоров Д.И., Малыгин С. А.
Преподаватель: Еланцева Е.Л.

НОВОСИБИРСК
2021

1)Условие задачи:

Формулу вида:

< формула > ::= < терминал > | (< формула > < знак > < формула >)

< знак > ::= + | - | *

< терминал > ::= 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9

можно представить в виде двоичного дерева (‘дерева – формулы ‘):

- формула из одного терминала (цифры) представляется деревом из одной вершины (корнем) с этим терминалом;
- формула вида (f_1 s f_2) - деревом, в котором корень – это знак s, а левое и правое поддеревья – это соответствующие представления f_1 и f_2 :

по заданной формуле построить дерево – формулу, обходя дерево – формулу в 1)прямом, 2)обратном, 3)концевом порядке, напечатать его элементы и вычислить (как целое число) значение;

2)Анализ данных:

- *Входные данные:* Выражение, записанное в файле.
- *Выходные данные:* результат обходов и результат выражения.
- *Метод решения:* Запишем данное выражение в стек. Далее при помощи алгоритма построим бинарное ориентированное дерево, где корень - знак, а поддеревья - цифры. Выведем результаты обхода дерева при помощи трех рекурсивных процедур: pre_order(прямой обход), post_order(концевой обход), in_order(обратный обход). Подсчитаем значение выражения при помощи рекурсивной подпрограммы answer.

  Алгоритм построения дерева: Создаем корень. Если встречается “)”, создаем правое поддерево и вызываем функцию answer с указателем на созданную вершину. Если встречается цифра, записываем ее в вершину и говорим, что у этой вершины нет потомков. Если встречается знак, создаем левое поддерево и вызываем функцию answer с указателем на созданную вершину.
- *Основные подпрограммы:*

output_from_File - ввод выражения в стек.

PushFront – добавить элемент в начало списка.

PopFront – взятие первого элемента в динамическом деке.

IsEmpty – проверка динамического дека на пустоту.

add_btree – добавить ветку дерева.

build_btree– построение дерева.

Clear- удаление стека.

post_order- концевой обход.

pre_order- прямой обход.

in_order- обратный обход.

IsEmpty- проверка на пустоту стека.

First – ввод первого элемента в стек.

answer – нахождение значения выражения.

3)Структура входных и выходных данных

Внешнее представление входных данных:

Выражение, записанное в файле.

Внутреннее представление входных данных:

Входные данные записываются в стек - линейный двунаправленный ациклический список. Каждое звено списка реализовано структурой

```
struct List
        {
            List* prev;
            List* next;
            char Data;
        };
          List* begin;
```

Далее по алгоритму строится бинарное ориентированное дерево. Дерево реализовано следующей структурой:

```
struct bintree
{
    char data;
    bintree* l;
    bintree* r;
};
```

Внешнее представление выходных данных:

Результат обходов и результат нахождения значения выражения, выведенные на консоль

Внутреннее представление выходных данных:

Выходные данные берутся в результате обхода бинарного ориентированного дерева.

4)Алгоритм

Класс STACK:

```
#include " STACK.h"
#include <iostream>

using namespace std;

namespace Program
{
	STACK:: STACK (void)
	{
	}
	STACK::~ STACK (void)
	{
	}

	Процедура STACK::First(char data)
	{
		Если (IsEmpty())
		{
			begin = new List;
			Вывод << "Enter first element: ";
			Ввод >> begin->Data;
			begin->next = NULL;
			begin->prev = NULL;
			end = begin;
		}
		Иначе
		{
			Вывод << "Dec is not empty" << endl;
		}
	}

	Процедура STACK::PushFront(символ data)
	{
		Если (IsEmpty())
		{
			First(data);
		}
		Иначе
		{
			List* temp = new List;
			temp->Data = data;
			temp->prev = NULL;
			temp->next = begin;
			begin->prev = temp;
			begin = temp;
		}
	}

	Функция STACK::PopFront(char& temp)
	{
```

```
	Если (!IsEmpty())
	{

		символ temp = begin->Data;
		List* del = begin;
		begin = begin->next;
		Удалить del;
		begin->prev = NULL;

		Возвращаем true;
	}
	Иначе
	{
		Возвращаем false;
	}
}

Функция STACK::IsEmpty()
{
	Если (begin == NULL)
	{
		Возвращаем true;
	}
	Иначе
	{
		Возвращаем false;
	}
}

Процедура STACK::Clear()
{
	Если (!IsEmpty())
	{
		List* f = begin->next;
		List* fg = begin;
		Пока (f != NULL)
		{
			Удалить fg;
			fg = f;
			f = f->next;
		}
		Удалить f;
		begin = NULL;
	}
}

Процедура STACK::Show_ALL()
{
	Если (IsEmpty())
	{
		Вывод << endl << "Dec is empty" << endl;
	}
	Иначе
	{
		for (List* flag = begin; flag != NULL; flag = flag->next)
		{
			Вывод << flag->Data;
			Если (flag->next != NULL)
			{
				Вывод << "->";
			}
		}
		Вывод << endl;
	}
}
```

}

Программа:

```
using namespace Program;
using namespace std;

struct bintree
{
	символ data;
	bintree* l;
	bintree* r;
};

Функция output_from_File(struct STACK& List)
{
	ifstream fin;
	fin.open("Текст.txt");
	символ ch = NULL;
	Если (!fin.is_open())
	{
		Вывод << "Ошибка открытия файла!" << endl;
		Возвращаем false;
	}

	for (; !fin.eof();)
	{
		fin.get(ch);
		Если (ch != '(')
		{
			List.PushFront(ch);
		}
	}
	List.PopFront(ch);
	fin.close();
	Возвращаем true;
}

Функция add_btree(struct bintree** tree, STACK& List)
{
	символ ch;
	List.PopFront(ch);

	Если (ch == ')')
	{
		(*tree)->r = new bintree;
		bintree* flag_r = (*tree)->r;
		add_btree(&flag_r, List);
	}
	Если (('0' < ch) && (ch <= '9'))
	{
		(*tree)->data = ch;
		(*tree)->r = NULL;
		(*tree)->l = NULL;
		Возвращаем true;
	}
	List.PopFront(ch);
	Если (('*' <= ch) && (ch <= '-'))
	{
		(*tree)->data = ch;
		(*tree)->l = new bintree;
		bintree* flag_l = (*tree)->l;
		add_btree(&flag_l, List);
```

```
	}
	Возвращаем true;
}

Функция build_btree(struct bintree** zero_btree)
{
	STACK List;
	Если (output_from_File(List))
	{
		Если (!List.IsEmpty())
		{
			(*zero_btree) = new bintree;
			add_btree(zero_btree, List);
			List.Clear();
			Возвращаем true;
		}
	}
	Возвращаем false;
}

Процедура post_order(bintree* d)
{
	Если (d != NULL)
	{
		post_order(d->l);
		post_order(d->r);
		Вывод << d->data;
	}
}
Процедура pre_order(bintree* d)
{
	Если (d != NULL)
	{
		Вывод << d->data;
		pre_order(d->l);
		pre_order(d->r);
	}
}
Процедура in_order(bintree* d)
{
	Если (d != NULL)
	{
		pre_order(d->l);
		Вывод << d->data;
		pre_order(d->r);
	}
}

Функция answer(bintree* d)
{
	символ symbol = d->data;

	Если (('*' <= symbol) && (symbol <= '-'))
	{
		Оператор ветвления (symbol)
		{
		case '*' :
			Возвращаем (answer(d->l) * answer(d->r));
			break;
		case '+' :
			Возвращаем (answer(d->l) + answer(d->r));
			break;
		case '-' :
			Возвращаем (answer(d->l) - answer(d->r));
			break;
```

```
                }
        }
        Иначе
        {
                Возвращаем (Целое число(symbol) - '0');
        }
}

Функция main()
{
        setlocale(LC_ALL, "rus");

        bintree* btree = NULL;
        Если (build_btree(&btree))
        {
                Вывод << endl << "Концевой обход:  ";
                post_order(btree);
                Вывод << endl << "Прямой обход:  ";
                pre_order(btree);
                Вывод << endl << "Обратный обход:  ";
                in_order(btree);
                Вывод << endl << "Ответ:  " << answer(btree);
        }
        Иначе
        {
                Вывод << "Выражение не дано!";
        }



        Возвращаем 0;
}
```

5)Структура программы:

1) Процедура ввод первого элемента:

`First(char data)`

Входные данные: `data` – первый элемент.

3) Процедура добавления элемента в начало списка:

`PushFront(char data)`

Входные данные: `data` – элемент, добавляемый в начало списка.

5) Функция взятия первого элемента в динамическом деке:

`PopFront(char& temp)`

Входные данные: `temp` – элемент, значение которого изменится на значение элемента из начала списка.

Выходные данные: `true` – если Дек не пуст, `false` – если Дек пуст.

6) Функция проверки динамического дека на пустоту:

`IsEmpty()`

Выходные данные: False или True

7) Процедура очистки динамического дека:

```
Clear()
```

9)Функция ввода выражения в стек:

```
output_from_File(struct STACK& List)
```

Входные данные:

List – указатель на начало списка.

Выходные данные: True

10)Функция создания ветки дерева:

```
add_btree(struct bintree** tree, STACK& List)
```

Входные данные:

Tree- указатель на корень дерева.

List- указатель на начало списка.

Выходные данные: True

11)Функция построения дерева:

```
build_btree(struct bintree** zero_btree)
```

Выходные данные:

zero_btree – указатель на корень дерева.

12)Процедура концевого обхода

```
post_order(bintree* d)
```

Входные данные: d- указатель на корень дерева.

12)Процедура прямого обхода

```
pre_order(bintree* d)
```

Входные данные: d- указатель на корень дерева.

12)Процедура обратного обхода

```
in_order(bintree* d)
```

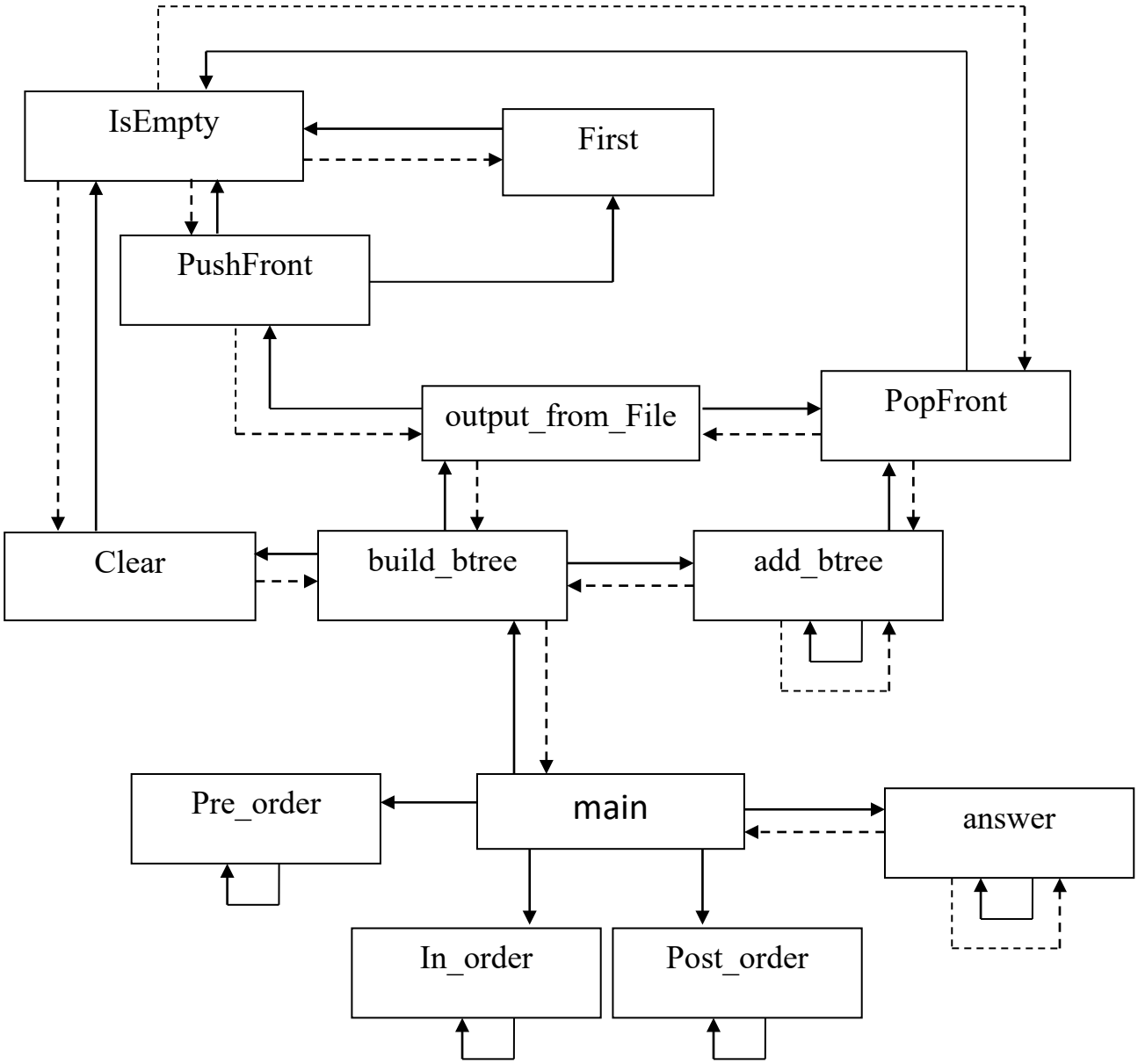
Входные данные: d- указатель на корень дерева.

13)Функция нахождения значения выражения

```
answer(bintree* d)
```

Входные данные: d- указатель на корень дерева

Выходные данные: целое число – значение выражения


IsEmpty
First
PushFront
output_from_File
PopFront
Clear
build_btree
add_btree
Pre_order
main
answer
In_order
Post_order

6)Текст программы:
Класс STACK:

```
#include "STACK.h"
#include<iostream>

using namespace std;

namespace Program
{
	STACK::STACK(void)
	{
	}
	STACK::~STACK(void)
	{
	}

	void STACK::First(char data)
	{
		if (IsEmpty())
		{
			begin = new List;
			begin->Data = data;
			begin->next = NULL;
			begin->prev = NULL;
		}
	}
	void STACK::PushFront(char data)
	{
		if (IsEmpty())
		{
			First(data);
		}
		else
		{
			List* temp = new List;
			temp->Data = data;
			temp->prev = NULL;
			temp->next = begin;
			begin->prev = temp;
			begin = temp;
		}
	}
	bool STACK::PopFront(char& temp)
	{
		if (!IsEmpty())
		{
			if (begin->next == NULL)
			{
				temp = begin->Data;
				begin = NULL;
			}
			else
			{
				temp = begin->Data;
				List* del = begin;
				begin = begin->next;
				delete del;
				begin->prev = NULL;
			}

			return true;
		}
		else
```

```
	{
		return false;
	}
}
bool STACK::IsEmpty()
{
	if (begin == NULL)
	{
		return true;
	}
	else
	{
		return false;
	}
}
void STACK::Clear()
{
	if (!IsEmpty())
	{
		List* f = begin->next;
		List* fg = begin;

		while (f != NULL)
		{
			delete fg;
			fg = f;
			f = f->next;
		}
		delete f;
		begin = NULL;
	}
}
void STACK::Show_ALL()
{
	if (IsEmpty())
	{
		cout << endl << "Stack is empty" << endl;
	}
	else
	{
		for (List* flag = begin; flag != NULL; flag = flag->next)
		{
			cout << flag->Data;
		}
		cout << endl;
	}
}
```

}*Программа*:

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

using namespace Program;
using namespace std;

struct bintree
{
	char data;
	bintree* l;
	bintree* r;
};

bool output_from_File(struct STACK& List)
```

```
{
	ifstream fin;
	fin.open("Текст.txt");
	char ch = NULL;
	if (!fin.is_open())
	{
		cout << "Ошибка открытия файла!" << endl;
		return false;
	}

	for (; !fin.eof();)
	{
		fin.get(ch);
		if (ch != '(')
		{
			List.PushFront(ch);
		}
	}
	List.PopFront(ch);
	fin.close();
	return true;
}

bool add_btree(struct bintree** tree, STACK& List)
{
	char ch;
	List.PopFront(ch);

	if (ch == ')')
	{
		(*tree)->r = new bintree;
		bintree* flag_r = (*tree)->r;
		add_btree(&flag_r, List);
	}
	if (('0' < ch) && (ch <= '9'))
	{
		(*tree)->data = ch;
		(*tree)->r = NULL;
		(*tree)->l = NULL;
		return true;
	}
	List.PopFront(ch);
	if (('*' <= ch) && (ch <= '-'))
	{
		(*tree)->data = ch;
		(*tree)->l = new bintree;
		bintree* flag_l = (*tree)->l;
		add_btree(&flag_l, List);
	}
	return true;
}

bool build_btree(struct bintree** zero_btree)
{
	STACK List;
	if (output_from_File(List))
	{
		if (!List.IsEmpty())
		{
			(*zero_btree) = new bintree;
			add_btree(zero_btree, List);
			List.Clear();
			return true;
		}
	}
```

```
	return false;
}

void post_order(bintree* d)
{
	if (d != NULL)
	{
		post_order(d->l);
		post_order(d->r);
		cout << d->data;
	}
}
void pre_order(bintree* d)
{
	if (d != NULL)
	{
		cout << d->data;
		pre_order(d->l);
		pre_order(d->r);
	}
}
void in_order(bintree* d)
{
	if (d != NULL)
	{
		pre_order(d->l);
		cout << d->data;
		pre_order(d->r);
	}
}

int answer(bintree* d)
{
	char symbol = d->data;

	if (('*' <= symbol) && (symbol <= '-'))
	{
		switch (symbol)
		{
		case '*' :
			return (answer(d->l) * answer(d->r));
			break;
		case '+' :
			return (answer(d->l) + answer(d->r));
			break;
		case '-' :
			return (answer(d->l) - answer(d->r));
			break;
		}
	}
	else
	{
		return (int(symbol) - '0');
	}
}

int main()
{
	setlocale(LC_ALL, "rus");

	bintree* btree = NULL;
	if (build_btree(&btree))
	{
		cout << endl << "Концевой обход:  ";
		post_order(btree);
```

```
                cout << endl << "Прямой обход:  ";
                pre_order(btree);
                cout << endl << "Обратный обход:  ";
                in_order(btree);
                cout << endl << "Ответ:  " << answer(btree);
        }
        else
        {
                cout << "Выражение не дано!";
        }


        return 0;
}
```

7)Тесты:

№	Входные данные	Выходные данные		Примечание
		Результат обходов	Результат вычисления выражения	
1	(4+8)	Концевой обход 48+ Прямой обход +48 Обратный обход 4+8	12	Простое выражение
2	(((4+8)-(5*4))+(7*1))	Концевой обход 48+54*-71*+ Прямой обход +-+48*54*71 Обратный обход 4+8-*54+*71	-1	Более сложное выражение
3	5	Концевой обход 5 Прямой обход 5 Обратный обход 5	5	выражение, которое состоит из одной цифры
4	*Пусто*	Выражение не дано!		Выражения нет в файле

8) *Результат работы программы*:

Программа работает правильно, что подтверждают тесты.