МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГООБРАЗОВАНИЯ

РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования   
**«Национальный исследовательский   
Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского»**

**(ННГУ)**

**Институт информационных технологий, математики и механики**

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА

на тему:

**«АНАЛИТИЧЕСКИЕ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ПОЛИНОМОВ ОТ НЕСКОЛЬКИХ ПЕРЕМЕННЫХ (СПИСКИ)»**

**Выполнил:** студент группы 3822Б1ФИ1

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ / Созонов И.С. /

Подпись

**Проверил:** к.т.н., доцент каф. ВВиСП

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ / Кустикова В.Д. /

Подпись

Нижний Новгород  
2024

**Содержание**

[Введение 3](#_Toc153679024)

[1 Постановка задачи 5](#_Toc153679025)

[2 Руководство пользователя 6](#_Toc153679026)

[2.1 Приложение для демонстрации работы стеков 6](#_Toc153679027)

[2.2 Приложение для демонстрации работы арифметических выражений 7](#_Toc153679028)

[3 Руководство программиста 9](#_Toc153679029)

[3.1 Использованные алгоритмы 9](#_Toc153679030)

[3.1.1 Стеки 9](#_Toc153679031)

[3.1.2 Арифметические выражения 10](#_Toc153679032)

[3.2 Описание классов 11](#_Toc153679033)

[3.2.1 Класс TStack 11](#_Toc153679034)

[3.2.2 Класс TArithmeticExpression 13](#_Toc153679035)

[Заключение 15](#_Toc153679036)

[Литература 17](#_Toc153679037)

[Приложения 18](#_Toc153679038)

[Приложение А. Реализация класса TStack 18](#_Toc153679039)

[Приложение Б. Реализация класса TArithmeticExpression 18](#_Toc153679040)

# Введение

Как известно, структура данных – алгебраическая система <𝐴,𝑂,𝑅>

* непустое множество (операндов) 𝐴;
* с заданным на нём набором операций 𝑂: → 𝐴, 𝑖 ∈ 𝐼 ( – арность операций);
* и отношений𝑅: , 𝑗 ∈ 𝐽 ( – арность отношений).

Структуры данных не только строятся на множестве операндов и наборе операций, но и сами являются операндами. Результаты операций над структурами данных также являются структурами данных, как того же вида, так и иного. Во всех таких операциях структуры данных остаются статическими (статичными) – изначальное множество (операндов) A не меняется. Однако существуют такие структуры данных, обладающие состоянием, которое может изменяться операциями, например, вставкой/добавлением элемента в структуру данных, удалением/исключением элемента из структуры данных. Такие структуры данных называются динамическими.

**Динамическая структура данных** – это структура данных, обладающая состоянием и переменным размером, которые могут меняться с течением времени.

**Свойства динамических структур данных:**

* Число элементов (размер множества операндов 𝐴) может меняться;
* Может иметь пустое состояние – без элементов;
* Эффективная реализация требует стратегии управления памятью.

Одной из типовых динамических структур данных является стек.

**Стек** – динамическая структура данных, построенная по принципу «последним вошел – первым вышел» (last in –first out, LIFO). Принцип работы стека часто сравнивают со стопкой тарелок –взять и поставить тарелку можно только сверху стопки.

Стек широко используется при работе синтаксических и иных парсеров; для алгоритмов, построенных по принципу перебора с возвратом; для обхода различных структур данных. Сегмент стека используется в WAP (Wireless Application Protocol) процессе. Некоторые языки программирования используют стековую модель вычислений.

Стек также используется при вычислении арифметических выражений.

**Арифметическое выражение** – выражение, составленное из операндов, соединенных арифметическими операциями (+, -, \*, /).

Если в список операций добавить возведение в степень и извлечение корня (с целыми показателями), арифметическое выражение станет **алгебраическим**.

Расширив список операций обозначениями произвольных действий и функций, получим **аналитическое выражение** или **формулу**.

Условимся далее все такие действия называть операциями, а все такие выражения –арифметическими.

Традиционная запись арифметического выражения, например, *(𝑎 + 𝑏 ∗ с) ∗ (𝑐 / 𝑑 − 𝑒)* подразумевает, что

* операнды отделяются друг от друга операциями;
* порядок действий определяется расстановкой скобок и приоритетом операций.

Такой способ записи называется **инфиксной формой** арифметического выражения. Однако данный способ записи не очень удобна для вычисления значения арифметического выражения, т.к. необходимо учитывать приоритет операций.

Поэтому В 1920 годах польский логик Ян Лукасевич разработал форму записи арифметических и логических выражений, в которой операция располагается в выражении слева от ее операндов. Так арифметическому выражению *(𝑎 + 𝑏 ∗ с) ∗ (𝑐 / 𝑑 − 𝑒)* будет соответствовать запись: *∗ + 𝑎 ∗ 𝑏 𝑐 − / 𝑐 𝑑 𝑒*.

Такой способ записи называется **префиксной** **(польской или прямой польской) формой** арифметического выражения.

Далее В 1950 годах уже австралийский ученый Чарльз Хэмблин на основе польской нотации разработал форму записи арифметических и логических выражений, в которой операнды располагаются в выражении перед операциями. Так арифметическому выражению *(𝑎 + 𝑏 ∗ с) ∗ (𝑐 / 𝑑 − 𝑒)* будет соответствовать запись *𝑎 𝑏 𝑐 ∗ + 𝑐 𝑑 / 𝑒 − ∗.*

Такой способ записи называется **постфиксной (обратной польской) формой** арифметического выражения.

Постфиксная форма стала очень популярной. Она используется во многих областях, математики, техники и программирования:

* Стек-ориентированные языки программирования (Forth, Factor, PostScript, BibTeX);
* Настольные калькуляторы (Hewlett-Packard9100A, HP-35, советские инженерные и программируемые калькуляторы, такие как Б3-19М, российские программируемые калькуляторы «Электроника МК-152» и «Электроника МК-161»);
* Программные калькуляторы (Mac OS X Calculator, Unix system calculator «dc»).

# Постановка задачи

Цель – реализовать классы для представления стеков TStack и обработки арифметических выражений TArithmeticExpression.

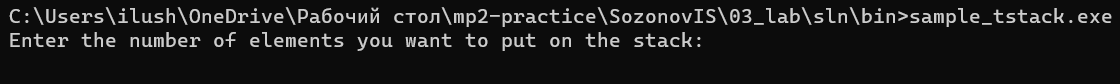
Задачи:

1. Разработать класс TStack для работы со стеками. Написать следующие операции для работы со стеками: добавление элемента в стек, получение значения элемента из стека, изъятие элемент из стека и проверка на пустоту.
2. Разработать класс TArithmeticExpression для обработки арифметических выражений. Написать следующие операции для обработки арифметических выражений: проверка корректности записи выражения, перевод в постфиксную форму и вычисление результата.

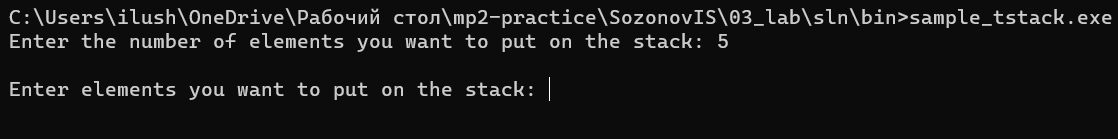
# Руководство пользователя

## Приложение для демонстрации работы списков

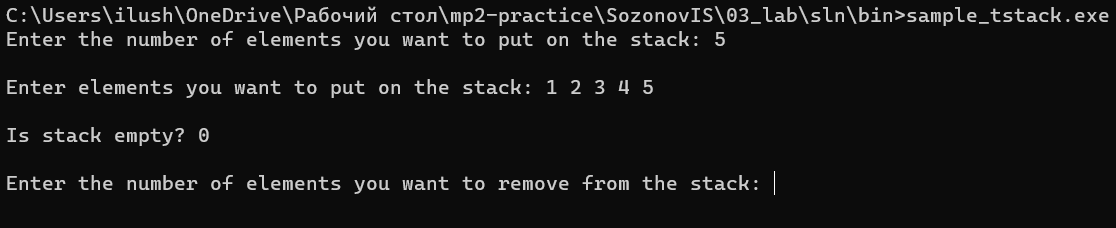
1. Запустить sample\_tstack.exe. В результате появится окно для ввода количество элементов, которое необходимо поместить в стек (рис. 1).



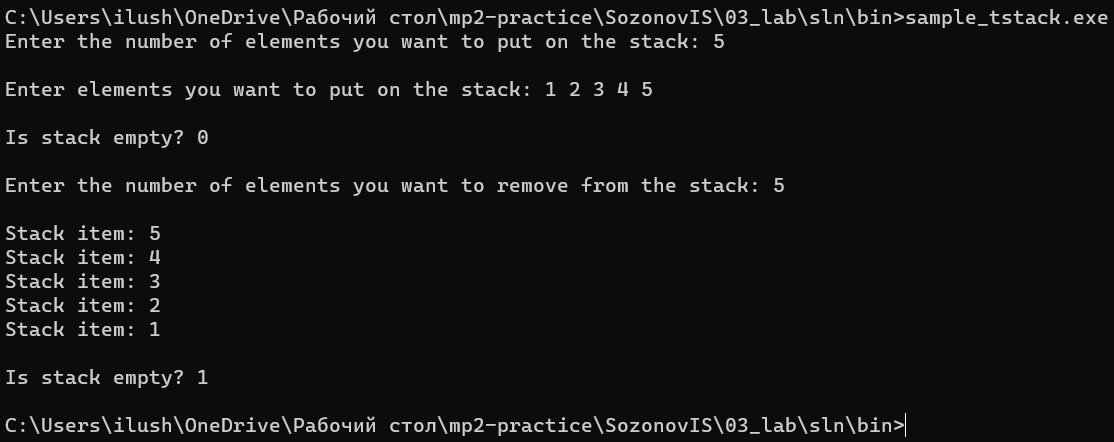
1. Основное окно приложения
2. Ввести количество элементов. В результате появится окно для ввода элементов, которые необходимо поместить в стек (рис. 2).



1. Ввод количества элементов
2. Ввести элементы. В результате будет выполнена проверка стека на пустоту и появится окно для ввода количество элементов, которое необходимо изъять из стека (рис. 3).



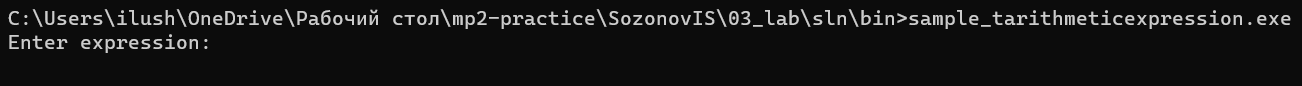
1. Ввод элементов
2. Ввести количество элементов. В результате будут изъяты элементы, находящиеся в стеке и выведены их значения элементов. Затем будет повторно выполнена проверка на пустоту стека (рис. 4).



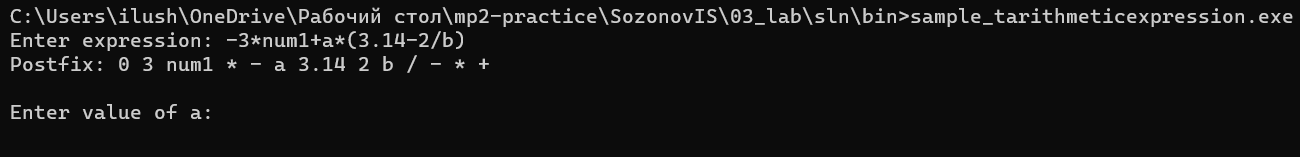
1. Ввод количества элементов

## Приложение для демонстрации работы полиномов

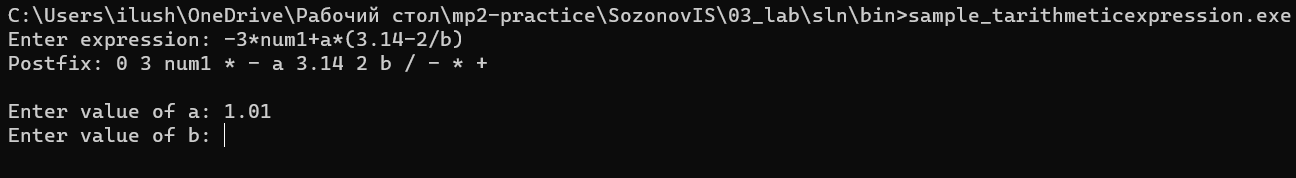
1. Запустить sample\_tarithmeticexpression.exe. В результате появится окно для ввода инфиксной формы арифметического выражения (рис. 5).



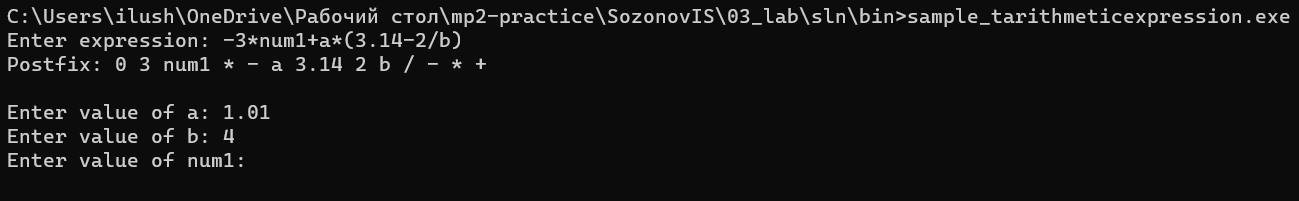
1. Основное окно приложения
2. Ввести инфиксную форму арифметического выражения. В результате будет выведена постфиксная форма введенного арифметического выражения. Появится окно для ввода значения переменной a (рис. 6).



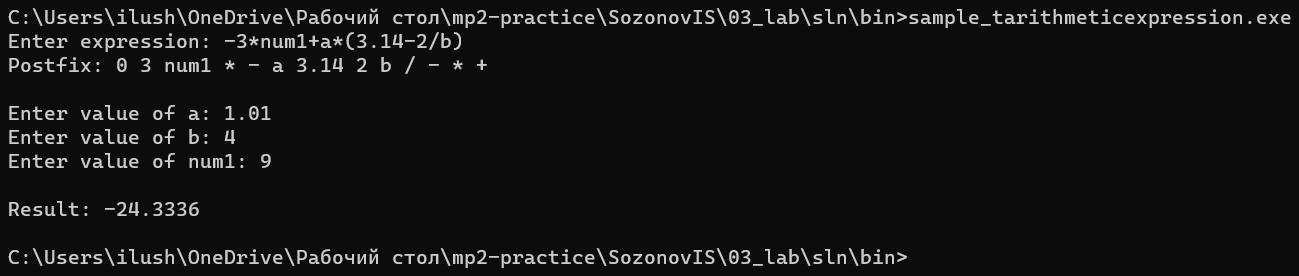
1. Ввод инфиксной формы арифметического выражения
2. Ввести значение переменной a. В результате появится окно для ввода значения переменной b (рис. 7).



1. Ввод значения переменной a
2. Ввести значение переменной b. В результате появится окно для ввода значения переменной num1 (рис. 8).



1. Ввод значения переменной b
2. Ввести значение переменной num1. В результате будет выведен результат вычисления арифметического выражения (рис. 9).



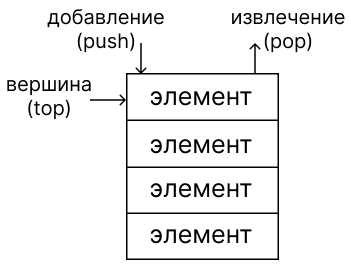
1. Ввод значения переменной num1

# Руководство программиста

## Использованные алгоритмы

### Списки

**Стек** – динамическая структура данных, построенная по принципу «последним вошел –первым вышел» (last in –first out, LIFO). Элементы стека можно разместить в памяти, используя статический массив, динамический массив фиксированного размера, динамический массив с возможностью перевыделения памяти или контейнер std::vector.



Для работы со стеком предлагается реализовать следующие операции:

* Метод **Push** – добавить элемент в стек;

При добавлении элемента в стек необходимо переместить указатель вершины стека, записать элемент в соответствующую позицию динамического массива и увеличить количество элементов.

* Метод **Top** – получить значение элемента из стека;

При получении значения элемента из стека необходимо возвратить значение из динамического массива по индексу вершины стека.

* Метод **Pop** – изъять элемент из стека;

При изъятии элемента из стека необходимо переместить указатель вершины стека и уменьшить количество элементов.

* Метод **IsEmpty** – проверить стек на пустоту;

Стек пуст, если в нем нет ни одного элемента, т.е. когда количество элементов равно нулю.

* Метод **IsFull** – проверить стек на полноту.

Стек полон при исчерпании всей отведенной под хранение элементов памяти, т.е. когда значение DataCount совпадает со значением MemSize.

### Полиномы

**Арифметическое выражение** – выражение, в котором операндами являются объекты, над которыми выполняются арифметические операции: *(𝑎 + 𝑏 ∗ с) ∗ (𝑐 / 𝑑 − 𝑒).*

При такой форме записи (называемой **инфиксной**, где знаки операций стоят между операндами) порядок действий определяется расстановкой скобок и приоритетом операций.

**Постфиксная (или обратная польская) форма** записи не содержит скобок, а знаки операций следуют после соответствующих операндов. Тогда для приведённого примера постфиксная форма будет иметь вид: *𝑎 𝑏 𝑐 ∗ + 𝑐 𝑑 / 𝑒 − ∗..*

Известный ученый Эдсгер Дейкстра предложил **алгоритм для перевода арифметических выражений из инфиксной в постфиксную форму**. Данный алгоритм основан на использовании стека:

1. Для каждой лексемы в инфиксной форме:
   1. Если лексема – операнд, поместить ее в постфиксную форму;
   2. Если лексема – открывающая скобка, поместить ее в стек;
   3. Если лексема – закрывающая скобка:

1.3.1) Пока на вершине стека не открывающая скобка:

1.3.1.1) Извлечь из стека элемент;

1.3.1.1) Поместить элемент в постфиксную форму;

1.3.2) Извлечь из стека открывающую скобку;

1.4) Если лексема – операция:

1.4.1) Пока приоритет лексемы меньше или равен приоритета верхнего элемента стека:

1.4.1.1) Извлечь из стека элемент;

1.4.1.2) Поместить элемент в постфиксную форму;

1.4.2) Поместить лексему в стек;

2) По исчерпании лексем в инфиксной форме перенести все элементы из стека в постфиксную форму.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **(𝑎 + 𝑏 ∗ с ) ∗ (𝑐 / 𝑑 - 𝑒)** | | |
| **Лексема** | **Постфиксная форма** | **Стек** |
| ( | ( |  |
| a | a | ( |
| + | a | (+ |
| b | ab | (+ |
| \* | ab | (+\* |
| c | abc | (+\* |
| ) | abc\*+ |  |
| \* | abc\*+ | \* |
| ( | abc\*+ | \*( |
| c | abc\*+c | \*( |
| / | abc\*+c | \*(/ |
| d | abc\*+cd | \*(/ |
| - | abc\*+cd/ | \*(- |
| e | abc\*+cd/e | \*(- |
| ) | abc\*+cd/e-\* |  |

Далее по полученной постфиксной необходимо **вычислить значение арифметического выражения**, используя следующий алгоритм:

1. Для каждой лексемы в постфиксной форме:
   1. Если лексема – операнд, поместить ее значение в стек;
   2. Если лексема – операция:

1.2.1) Извлечь из стека значения двух операндов;

1.2.2) Выполнить операцию (верхний элемент из стека является правым операндом, следующий за ним – левым;

1.2.3) Положить результат операции в стек;

1. По исчерпании лексем из постфиксной формы на вершине стека будет результат вычисления выражения

## Описание классов

### Структура TNode

Объявление структуры:

template <typename ValueType>

struct TNode {

ValueType data;

TNode\* pNext;

TNode();

TNode(const ValueType& d, TNode<ValueType>\* Next = nullptr);

};

Поля:

data – значение.

pNext – указатель на следующее звено.

Конструкторы:

TNode();

Назначение: установка значений полей структуры по умолчанию.

Входные данные: отсутствуют.

Выходные данные: отсутствуют.

TNode(const ValueType& d, TNode<ValueType>\* Next = nullptr);

Назначение: создание копии вектора.

Входные данные: TStack<ValueType>& s – константная ссылка на стек.

Выходные данные: отсутствуют.

### Класс TList

Объявление класса:

template <typename ValueType>

class TList {

protected:

TNode<ValueType>\* pFirst;

TNode<ValueType>\* pLast;

TNode<ValueType>\* pCurr;

TNode<ValueType>\* pStop;

public:

TList();

TList(const TList<ValueType>& list);

TList(TNode<ValueType>\* pNode);

virtual ~TList();

TNode<ValueType>\* Search(const ValueType& data);

TNode<ValueType>\* GetCurrent() const;

virtual void InsertFirst(const ValueType& data);

virtual void InsertLast(const ValueType& data);

void InsertBefore(const ValueType& who, const ValueType& before\_whom);

void InsertAfter(const ValueType& who, const ValueType& after\_whom);

virtual void Remove(const ValueType& data);

virtual void Clear();

void Next();

void Reset();

void Sort();

virtual bool IsEnded() const;

bool IsEmpty() const;

bool IsFull() const;

friend istream& operator>>(istream& in, TList<ValueType>& list);

friend ostream& operator<<(ostream& out, const TList<ValueType>& list);

};

Поля:

pFirst – инфиксная форма арифметического выражения.

pLast – постфиксная форма арифметического выражения.

pCurr – лексемы арифметического выражения.

pStop – приоритет операций в арифметическом выражении.

Конструкторы:

TList();

Назначение: инициализация полей класса TArithmeticExpression.

Входные данные: std::string infx – инфиксная форма арифметического выражения.

Выходные данные: отсутствуют.

TList(const TList<ValueType>& list);

Назначение: инициализация полей класса TArithmeticExpression.

Входные данные: std::string infx – инфиксная форма арифметического выражения.

Выходные данные: отсутствуют.

TList(TNode<ValueType>\* pNode);

Назначение: инициализация полей класса TArithmeticExpression.

Входные данные: std::string infx – инфиксная форма арифметического выражения.

Выходные данные: отсутствуют.

Деструктор:

~TList();

Назначение: освобождение памяти, занимаемой динамическими полями класса TStack.

Входные данные: отсутствуют.

Выходные данные: отсутствуют.

Методы:

TNode<ValueType>\* Search(const ValueType& data);

Назначение: проверка, является ли строка константой.

Входные данные: const std::string& str - константная ссылка на строку.

Выходные данные: результат проверки (1 – константа, 0 – не константа).

TNode<ValueType>\* GetCurrent() const;

Назначение: проверка, является ли строка константой.

Входные данные: const std::string& str - константная ссылка на строку.

Выходные данные: результат проверки (1 – константа, 0 – не константа).

virtual void InsertFirst(const ValueType& data);

Назначение: проверка, является ли строка константой.

Входные данные: const std::string& str - константная ссылка на строку.

Выходные данные: результат проверки (1 – константа, 0 – не константа).

virtual void InsertLast(const ValueType& data);

Назначение: проверка, является ли строка константой.

Входные данные: const std::string& str - константная ссылка на строку.

Выходные данные: результат проверки (1 – константа, 0 – не константа).

void InsertBefore(const ValueType& who, const ValueType& before\_whom);

Назначение: проверка, является ли строка константой.

Входные данные: const std::string& str - константная ссылка на строку.

Выходные данные: результат проверки (1 – константа, 0 – не константа).

void InsertAfter(const ValueType& who, const ValueType& after\_whom);

Назначение: проверка, является ли строка константой.

Входные данные: const std::string& str - константная ссылка на строку.

Выходные данные: результат проверки (1 – константа, 0 – не константа).

virtual void Remove(const ValueType& data);

Назначение: проверка, является ли строка константой.

Входные данные: const std::string& str - константная ссылка на строку.

Выходные данные: результат проверки (1 – константа, 0 – не константа).

virtual void Clear();

Назначение: проверка, является ли строка константой.

Входные данные: const std::string& str - константная ссылка на строку.

Выходные данные: результат проверки (1 – константа, 0 – не константа).

void Next();

Назначение: проверка, является ли строка константой.

Входные данные: const std::string& str - константная ссылка на строку.

Выходные данные: результат проверки (1 – константа, 0 – не константа).

void Reset();

Назначение: проверка, является ли строка константой.

Входные данные: const std::string& str - константная ссылка на строку.

Выходные данные: результат проверки (1 – константа, 0 – не константа).

void Sort();

Назначение: проверка, является ли строка константой.

Входные данные: const std::string& str - константная ссылка на строку.

Выходные данные: результат проверки (1 – константа, 0 – не константа).

virtual bool IsEnded() const;

Назначение: проверка, является ли строка константой.

Входные данные: const std::string& str - константная ссылка на строку.

Выходные данные: результат проверки (1 – константа, 0 – не константа).

bool IsEmpty() const;

Назначение: проверка, является ли строка константой.

Входные данные: const std::string& str - константная ссылка на строку.

Выходные данные: результат проверки (1 – константа, 0 – не константа).

bool IsFull() const;

Назначение: проверка, является ли строка константой.

Входные данные: const std::string& str - константная ссылка на строку.

Выходные данные: результат проверки (1 – константа, 0 – не константа).

friend istream& operator>>(istream& in, TList<ValueType>& list);

Назначение: проверка, является ли строка константой.

Входные данные: const std::string& str - константная ссылка на строку.

Выходные данные: результат проверки (1 – константа, 0 – не константа).

friend ostream& operator<<(ostream& out, const TList<ValueType>& list);

Назначение: проверка, является ли строка константой.

Входные данные: const std::string& str - константная ссылка на строку.

Выходные данные: результат проверки (1 – константа, 0 – не константа).

### Класс THeadRingList

Объявление класса:

template <typename ValueType>

class THeadRingList : public TList<ValueType> {

protected:

TNode<ValueType>\* pHead;

public:

THeadRingList();

THeadRingList(const THeadRingList<ValueType>& ringlist);

~THeadRingList();

void InsertFirst(const ValueType& data);

void InsertLast(const ValueType& data);

void Remove(const ValueType& data);

void Clear();

bool IsEnded() const;

};

Поля:

pHead – максимальное количество элементов, которые можно поместить в стек.

Конструкторы:

THeadRingList();

Назначение: инициализация полей класса TStack и выделение памяти под хранение элементов вектора.

Входные данные: maxSize – максимальное количество элементов, которые можно поместить в стек.

Выходные данные: отсутствуют.

THeadRingList(const THeadRingList<ValueType>& ringlist);

Назначение: создание копии вектора.

Входные данные: TStack<ValueType>& s – константная ссылка на стек.

Выходные данные: отсутствуют.

Деструктор:

~THeadRingList();

Назначение: освобождение памяти, занимаемой динамическими полями класса TStack.

Входные данные: отсутствуют.

Выходные данные: отсутствуют.

Методы:

void Push(const ValueType& e);

Назначение: проверка, является ли строка константой.

Входные данные: const std::string& str - константная ссылка на строку.

Выходные данные: результат проверки (1 – константа, 0 – не константа).

void InsertFirst(const ValueType& data);

Назначение: проверка, является ли строка константой.

Входные данные: const std::string& str - константная ссылка на строку.

Выходные данные: результат проверки (1 – константа, 0 – не константа).

void InsertLast(const ValueType& data);

Назначение: проверка, является ли строка константой.

Входные данные: const std::string& str - константная ссылка на строку.

Выходные данные: результат проверки (1 – константа, 0 – не константа).

void Remove(const ValueType& data);

Назначение: проверка, является ли строка константой.

Входные данные: const std::string& str - константная ссылка на строку.

Выходные данные: результат проверки (1 – константа, 0 – не константа).

void Clear();

Назначение: изъятие элемента из стека.

Входные данные: отсутствуют.

Выходные данные: отсутствуют.

bool IsEnded() const;

Назначение: изъятие элемента из стека.

Входные данные: отсутствуют.

Выходные данные: отсутствуют.

### Класс TMonom

Объявление класса:

class TMonom {

public:

double coeff;

int degree;

TMonom(const TMonom& monom);

TMonom(double coef = 0, int deg = -1);

bool operator<(const TMonom& monom)const;

bool operator<=(const TMonom& monom)const;

bool operator>(const TMonom& monom)const;

bool operator>=(const TMonom& monom)const;

bool operator==(const TMonom& monom)const;

bool operator!=(const TMonom& monom)const;

friend ostream& operator<<(ostream& out, const TMonom& m);

}

Поля:

maxSize – максимальное количество элементов, которые можно поместить в стек.

top – индекс последнего элемента в стеке.

elems – указатель типа ValueType на первый элемент вектора.

Конструкторы:

TStack(size\_t maxSize = 10);

Назначение: инициализация полей класса TStack и выделение памяти под хранение элементов вектора.

Входные данные: maxSize – максимальное количество элементов, которые можно поместить в стек.

Выходные данные: отсутствуют.

TStack(const TStack<ValueType>& s);

Назначение: создание копии вектора.

Входные данные: TStack<ValueType>& s – константная ссылка на стек.

Выходные данные: отсутствуют.

Деструктор:

~TStack();

Назначение: освобождение памяти, занимаемой динамическими полями класса TStack.

Входные данные: отсутствуют.

Выходные данные: отсутствуют.

Методы:

bool operator<(const TMonom& monom)const;

Назначение: сравнение мономов.

Входные данные: const TMonom& monom – константная ссылка на моном.

Выходные данные: результат сравнения (true – моном меньше monom, false – в противном случае).

bool operator<=(const TMonom& monom)const;

Назначение: сравнение мономов.

Входные данные: const TMonom& monom – константная ссылка на моном.

Выходные данные: результат сравнения (true – моном меньше или равен monom, false – в противном случае).

bool operator>(const TMonom& monom)const;

Назначение: сравнение мономов.

Входные данные: const TMonom& monom – константная ссылка на моном.

Выходные данные: результат сравнения (true – моном больше monom, false – в противном случае).

bool operator>=(const TMonom& monom)const;

Назначение: сравнение мономов.

Входные данные: const TMonom& monom – константная ссылка на моном.

Выходные данные: результат сравнения (true – моном больше или равен monom, false – в противном случае).

bool operator==(const TMonom& monom)const;

Назначение: сравнение мономов.

Входные данные: const TMonom& monom – константная ссылка на моном.

Выходные данные: результат сравнения (true – моном равен monom, false – в противном случае).

bool operator!=(const TMonom& monom)const;

Назначение: сравнение мономов.

Входные данные: const TMonom& monom – константная ссылка на моном.

Выходные данные: результат сравнения (true – моном не равен monom, false – в противном случае).

friend ostream& operator<<(ostream& out, const TMonom& m);

Назначение: вывод монома.

Входные данные: ostream& out – ссылка на стандартный поток вывода, const TMonom& monom – константная ссылка на моном.

Выходные данные: ссылка на поток вывода.

### Класс TPolynom

Объявление класса:

class TPolynom {

private:

THeadRingList<TMonom> monoms;

string expr;

void Check(const string& expr);

void Parse(const string& expr);

void Cancellation();

public:

TPolynom();

TPolynom(const string& expr);

TPolynom(const THeadRingList<TMonom>& monomlist);

TPolynom(const TPolynom& p);

const TPolynom& operator=(const TPolynom& p);

bool operator==(const TPolynom& p)const;

TPolynom operator+(const TPolynom& p);

TPolynom operator-()const;

TPolynom operator-(const TPolynom& p);

TPolynom operator\*(const TPolynom& p);

double operator()(double x, double y, double z)const;

TPolynom dx()const;

TPolynom dy()const;

TPolynom dz()const;

friend ostream& operator<<(ostream& out, TPolynom& p);

}

Поля:

maxSize – максимальное количество элементов, которые можно поместить в стек.

top – индекс последнего элемента в стеке.

elems – указатель типа ValueType на первый элемент вектора.

Конструкторы:

TStack(size\_t maxSize = 10);

Назначение: инициализация полей класса TStack и выделение памяти под хранение элементов вектора.

Входные данные: maxSize – максимальное количество элементов, которые можно поместить в стек.

Выходные данные: отсутствуют.

TStack(const TStack<ValueType>& s);

Назначение: создание копии вектора.

Входные данные: TStack<ValueType>& s – константная ссылка на стек.

Выходные данные: отсутствуют.

Деструктор:

~TStack();

Назначение: освобождение памяти, занимаемой динамическими полями класса TStack.

Входные данные: отсутствуют.

Выходные данные: отсутствуют.

Методы:

const TPolynom& operator=(const TPolynom& p);

bool operator==(const TPolynom& p)const;

TPolynom operator+(const TPolynom& p);

TPolynom operator-()const;

TPolynom operator-(const TPolynom& p);

TPolynom operator\*(const TPolynom& p);

double operator()(double x, double y, double z)const;

TPolynom dx()const;

TPolynom dy()const;

TPolynom dz()const;

friend ostream& operator<<(ostream& out, TPolynom& p);

# Заключение

В ходе лабораторной работы были изучены основные термины и понятия, связанные со стеками, а также наиболее эффективные способы их представления (хранения). Были изучены понятия о арифметическом выражении и алгоритмы перевода из инфиксной формы в постфиксную и вычисления результата.

На основе подготовленной теоретической базы, были реализованы классы для представления стеков TStack и обработки арифметических выражений TArithmeticExpression со всеми необходимыми операциями. Для проверки работоспособности и эффективности реализации перечисленных выше классов были написаны приложения sample\_tstack и sample\_tarithmeticexpression, а также модульные тесты.

# Литература

1. Барышева И.В. Учебно-методическое пособие. – Нижний Новгород: Нижегородский госуниверситет, 2017 – 105 с.
2. Динамические структуры данных. Односвязный список, стек и очередь. Алгоритмы их обработки. [https://op-al.gitbook.io/s-30-voprosy-i-dop.-voprosy/22.-dinamicheskie-struktury-dannykh.-odnosvyaznyi-spisok-stek-i-ochered.-algoritmy-ikh-obrabotki].

# Приложения

## Приложение А. Реализация класса TStack

template <typename ValueType>

TStack<ValueType>::TStack(size\_t \_maxSize) {

if (maxSize <= 0)

throw std::exception("negative or zero max size");

maxSize = \_maxSize;

top = -1;

elems = new ValueType[maxSize];

}

template <typename ValueType>

TStack<ValueType>::TStack(const TStack<ValueType>& s) {

maxSize = s.maxSize;

top = s.top;

elems = new ValueType[maxSize];

for (int i = 0; i < maxSize; i++)

elems[i] = s.elems[i];

}

template <typename ValueType>

TStack<ValueType>::~TStack<ValueType>() {

delete[] elems;

}

template <typename ValueType>

void TStack<ValueType>::Push(const ValueType& e) {

if (top == maxSize - 1) {

ValueType\* tmp = new ValueType[maxSize \* 2];

std::copy(elems, elems + maxSize, tmp);

delete[]elems;

elems = tmp;

maxSize \*= 2;

}

elems[++top] = e;

}

template <typename ValueType>

void TStack<ValueType>::Pop() {

if (IsEmpty())

throw std::exception("got empty stack");

top--;

}

template <typename ValueType>

ValueType TStack<ValueType>::Top() const {

if (IsEmpty())

throw std::exception("got empty stack");

return elems[top];

}

template <typename ValueType>

bool TStack<ValueType>::IsEmpty() const {

return (top == -1);

}

## Приложение Б. Реализация класса TArithmeticExpression

TArithmeticExpression::TArithmeticExpression(const std::string& infx) : infix(infx) {

priority = { {"+", 1},{"-", 1},{"\*", 2},{"/", 2} };

ToPostfix();

}

std::string TArithmeticExpression::GetInfix() const {

return infix;

}

bool TArithmeticExpression::IsOperator(char c) const {

return c == '+' || c == '-' || c == '\*' || c == '/' || c == '(' || c == ')';

}

bool TArithmeticExpression::IsConst(const std::string& str) const {

bool flag = true;

for (int i = 0; i < str.size(); i++)

if (str[i] < '0' || str[i] > '9') {

if (str[i] != '.')

flag = false;

break;

}

return flag;

}

void TArithmeticExpression::Check() {

if (infix.empty()) {

throw std::exception("got empty string");

}

if (infix[0] == '+' || infix[0] == '\*' || infix[0] == '/' || infix[0] == '.' || infix[0] == ')') {

throw std::exception("arithmetic expression start with operator");

}

int opening\_brackets = 0, closing\_brackets = 0, points = 0;

if (infix[0] == '(') {

if (infix[1] == ')' || infix[1] == '+' || infix[1] == '\*' || infix[1] == '/' || infix[1] == '.') {

throw std::exception("operator after opening bracket");

}

opening\_brackets++;

}

for (int i = 1; i < infix.size() - 2; i++) {

if (IsOperator(infix[i]) || infix[i] == '.' || infix[i] >= 65 && infix[i] <= 90 || infix[i] >= 97 && infix[i] <= 122 || infix[i] >= 48 && infix[i] <= 57) {

if (infix[i] == '(') {

if (infix[i + 1] == ')' || infix[i + 1] == '+' || infix[i + 1] == '-' || infix[i + 1] == '\*' || infix[i + 1] == '/' || infix[i + 1] == '.') {

throw std::exception("operator after opening bracket");

break;

}

opening\_brackets++;

}

if (infix[i] == ')') {

if (infix[i - 1] == '(' || infix[i - 1] == '+' || infix[i - 1] == '-' || infix[i - 1] == '\*' || infix[i - 1] == '/' || infix[i - 1] == '.') {

throw std::exception("operator before closing bracket");

break;

}

closing\_brackets++;

}

if (infix[i] == '/' && infix[i + 1] == '0') {

throw std::exception("division by zero");

}

if (infix[i] == '+' || infix[i] == '-' || infix[i] == '\*' || infix[i] == '/' || infix[i] == '.') {

if (infix[i + 1] == '+' || infix[i + 1] == '-' || infix[i + 1] == '\*' || infix[i + 1] == '/' || infix[i + 1] == '.') {

throw std::exception("repeat operator");

break;

}

}

while (!IsOperator(infix[i])) {

if (infix[i] >= 48 && infix[i] <= 57 || infix[i] == '.') {

if (infix[i] == '.') {

points++;

}

if (points > 1) {

std::cout << "constant contains more than one point";

}

}

i++;

if (i == infix.size()) {

}

}

}

else {

throw std::exception("expression contains invalid characters");

break;

}

}

if (infix[infix.size() - 1] == ')') {

if (infix[infix.size() - 2] == '(' || infix[infix.size() - 2] == '+' || infix[infix.size() - 2] == '-' || infix[infix.size() - 2] == '\*' || infix[infix.size() - 2] == '/' || infix[infix.size() - 2] == '.') {

throw std::exception("operator before closing bracket");

}

closing\_brackets++;

}

if (opening\_brackets > closing\_brackets) {

throw std::exception("missing closing bracket");

}

else if (opening\_brackets < closing\_brackets) {

throw std::exception("missing opening bracket");

}

if (infix[infix.size()] == '+' || infix[infix.size()] == '-' || infix[infix.size()] == '\*' || infix[infix.size()] == '/' || infix[infix.size()] == '.' || infix[infix.size()] == '(') {

throw std::exception("arithmetic expression end with operator");

}

}

void TArithmeticExpression::Parse() {

Check();

std::string str;

for (int i = 0; i < infix.size(); i++) {

if (IsOperator(infix[i])) {

if (infix[i] == '-' && i == 0) {

lexems.push\_back("0");

lexems.push\_back("-");

str.clear();

continue;

}

else {

str = infix[i];

lexems.push\_back(str);

str.clear();

}

continue;

}

else {

while (!IsOperator(infix[i])) {

str += infix[i];

i++;

if (i == infix.size()) {

break;

}

}

lexems.push\_back(str);

str.clear();

}

if (i != infix.size()) {

str = infix[i];

lexems.push\_back(str);

str.clear();

}

}

}

void TArithmeticExpression::ToPostfix() {

Parse();

TStack<std::string> st;

std::string item;

std::string stackItem;

for (int i = 0; i <= lexems.size() - 1; i++) {

item = lexems[i];

if (item == "(") {

st.Push(item);

}

else if (item == ")") {

stackItem = st.Top();

st.Pop();

while (stackItem != "(") {

postfix.push\_back(stackItem);

stackItem = st.Top();

st.Pop();

}

}

else if (item == "+" || item == "-" || item == "\*" || item == "/") {

while (!st.IsEmpty()) {

stackItem = st.Top();

st.Pop();

if (priority[item] <= priority[stackItem])

postfix.push\_back(stackItem);

else {

st.Push(stackItem);

break;

}

}

st.Push(item);

}

else {

operands.insert({ item, 0.0 });

postfix.push\_back(item);

}

}

while (!st.IsEmpty()) {

stackItem = st.Top();

st.Pop();

postfix.push\_back(stackItem);

}

}

std::string TArithmeticExpression::GetPostfix() const {

std::string pf;

for (const std::string& item : postfix)

pf += item + " ";

if (!pf.empty())

pf.pop\_back();

return pf;

}

std::vector<std::string> TArithmeticExpression::GetOperands() const {

std::vector<std::string> op;

for (const auto& item : operands)

if (!IsConst(item.first))

op.push\_back(item.first);

return op;

}

std::map<std::string, double> TArithmeticExpression::SetValues() {

double val;

for (auto& op : operands) {

if (IsConst(op.first)) {

operands[op.first] = std::stof(op.first);

}

else {

std::cout << "Enter value of " << op.first << ": ";

std::cin >> val;

operands[op.first] = val;

}

}

return operands;

}

double TArithmeticExpression::Calculate(const std::map<std::string, double>& values) {

for (auto& val : values) {

try {

operands.at(val.first) = val.second;

}

catch (std::out\_of\_range& e) {}

}

TStack<double> st;

double leftOperand, rightOperand;

for (std::string lexem : postfix) {

if (lexem == "+") {

rightOperand = st.Top();

st.Pop();

leftOperand = st.Top();

st.Pop();

st.Push(leftOperand + rightOperand);

}

else if (lexem == "-") {

rightOperand = st.Top();

st.Pop();

leftOperand = st.Top();

st.Pop();

st.Push(leftOperand - rightOperand);

}

else if (lexem == "\*") {

rightOperand = st.Top();

st.Pop();

leftOperand = st.Top();

st.Pop();

st.Push(leftOperand \* rightOperand);

}

else if (lexem == "/") {

rightOperand = st.Top();

if (rightOperand == 0)

throw std::exception("division by zero");

st.Pop();

leftOperand = st.Top();

st.Pop();

st.Push(leftOperand / rightOperand);

}

else {

st.Push(operands[lexem]);

}

}

return st.Top();

}