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:

**«Постфиксная форма записи арифметических выражений»**

**Выполнил:** студент группы 3822Б1ФИ2

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ /Рысев М. Д./

Подпись

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

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

Подпись

Нижний Новгород  
2023

**Содержание**

[Введение 3](#_Toc153624766)

[Постановка задачи 4](#_Toc153624767)

[Руководство пользователя 5](#_Toc153624768)

[Приложение для демонстрации работы стека 5](#_Toc153624769)

[Приложение для демонстрации работы перевода арифметического выражения в постфиксную запись 5](#_Toc153624770)

[Руководство программиста 7](#_Toc153624771)

[Описание алгоритмов 7](#_Toc153624772)

[Стек 7](#_Toc153624773)

[Арифметическое выражение 8](#_Toc153624774)

[Описание программной реализации 1](#_Toc153624775)0

[Описание класса TStack 1](#_Toc153624776)0

[Описание класса ArithmeticExpression 11](#_Toc153624777)

[Заключение 14](#_Toc153624778)

[Литература 15](#_Toc153624779)

[Приложения 16](#_Toc153624780)

[Приложение А. Реализация класса TStack 16](#_Toc153624781)

[Приложение Б. Реализация класса Expression 17](#_Toc1)

# Введение

Данная работа направлена на получение навыка преобразования инфиксной формы записи арифметического выражения в постфиксную. Постфиксная форма хороша тем, что по ней гораздо легче запрограммировать вычисление конечного результата выражения. Для реализации перехода из инфиксной формы в постфиксную в данной работе будет использоваться стек.

# Постановка задачи

**Цель:**

Для начала реализовать шаблонный класс TStack. Затем и использованием стека реализовать класс перевода арифметического выражения в постфиксную форму.

**Задачи:**

1. Реализация стека.
2. Изучение правил преобразования инфиксного выражения в постфиксное.
3. Написание программы, способной преобразовывать инфиксную форму в постфиксную и вычислять конечный результат.

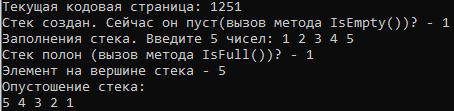
# Руководство пользователя

## Приложение для демонстрации работы стека

1. Запустите приложение с названием sample\_stack.exe. В появившемся окне программа объявит о создании стека с вместимостью пять элементов. Также будет предложено ввести пять элементов. ([рис. 1](#рис1)).



1. Основное окно программы.
2. После ввода будет выведены результаты работы программы.([рис. 2](#рис2)).



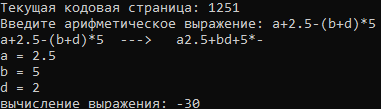
1. Результат работы программы.

## Приложение для демонстрации работы перевода арифметического выражения в постфиксную запись

1. Запустите приложение с названием sample\_arexp.exe. В результате появится окно, в котором будет предложено ввести арифметическое выражение ([рис. 3](#рис3)).



1. Основное окно программы.
2. После ввода арифметического выражения будет выведена его постфиксная форма и будет предложено ввести значения переменных (если таковые имеются) для вычисления результата ([рис. 4](#рис4)).



1. Результат работы программы.

# Руководство программиста

## Описание алгоритмов

### Стек

Стек – это структура хранения, основанная на принципе «Last in, first out». Операции, доступные для стека: добавление элемента в вершину стека, взятие элемента с вершины стека, проверить элемент на вершине стека, проверка на полноту, проверка на пустоту.

**Добавление элемента на вершину стека**

Если стек не полон, то кладём новый элемент на его вершину.

Пример:

Операция добавления элемента со значением 3 в вершину стека:

|  |
| --- |
|  |
| 2 |
| 1 |

|  |
| --- |
| 3 |
| 2 |
| 1 |

**Взятие элемента с вершины стека.**

Если стек не пуст, то берём элемент с вершины, при этом удаляя этот элемент их стека.

Пример:

Операция взятия элемента со значением 3 с вершины:

|  |
| --- |
| 3 |
| 2 |
| 1 |

|  |
| --- |
|  |
| 2 |
| 1 |

А = 3 (взятый элемент можно положить в какую-нибудь переменную для последующего использования).

**Просмотр элемента на вершине стека.**

Просмотр значения верхнего элемента без его удаления из стека.

Пример:

Просмотр значения элемента с вершины стека:

|  |
| --- |
| 3 |
| 2 |
| 1 |

**Элемент на вершине равен 3.**

**Операция проверки на полноту.**

Если стек полон вернёт 1, иначе - 0.

Пример:

|  |
| --- |
| 3 |
| 2 |
| 1 |

Вернёт 1.

**Операция проверки на пустоту.**

Если стек пуст вернёт 1, иначе - 0.

|  |
| --- |
|  |
|  |
|  |

Пример:

Вернёт 1.

### Арифметическое выражение

Программа получает на вход некое арифметическое выражение. Затем она преобразовывает входное выражения в постфиксную форму и подсчитывает результат выражения.

**Получение инфиксной записи.**

На этом этапе нужно просто передать программе арифметическое выражение. Например, A+B-C.

**Получение постфиксной записи.**

**Программа разбивает строку на лексемы, каждая из которых является либо операндом, либо оператором.**

Алгоритм:

1. Создаем пустой стек операторов.

2. Создаем результирующую строку.

3. Проходим по каждому символу в инфиксной записи слева на право:

Если символ является операндом, добавляем его в результирующую строку.

Если символ является открывающей скобкой, помещаем его в стек операторов.

Если символ является закрывающей скобкой, извлекаем операторы из стека и добавляем их в результирующую строку до тех пор, пока не встретится открывающая скобка. Удаляем открывающую скобку из стека.

Если символ является оператором, то из вершины стека извлекаем операторы в результирующую строку до тех пор, пока не будет встречен оператор с меньшим приоритетом.

4. Извлекаем оставшиеся операторы из стека и добавляем их в результирующую строку.

Пример:

Выражение: А + B \* C

Результирующая строка S (пока пуста).

1. S = A 2. S = A 3. S = AB 4. S = AB 5. S = ABC 6. S = ABC\*+

Stack: (пуст) Stack: + Stack: + Stack: +\* Stack: +\* Stack: (пуст)

Результат: ABC\*+

**Вычисление результата.**

1. Проходим по каждому символу в постфиксной записи:

Если символ является операндом, помещаем его в стек операндов.

Если символ является оператором, извлекаем два операнда из стека, применяем оператор к этим операндам и помещаем результат обратно в стек.

2. После завершения прохода по всем символам, результат вычисления будет находиться на вершине стека операндов.

Полученное значение на вершине стека будет являться результатом вычисления постфиксной записи.

Пример:

Выражение: А + B\*C

Постфиксная запись: ABC\*+

Значение операндов: A = 1, B = 2, C = 3

1. Stack: 1 2. Stack: 1,2 3. Stack: 1,2,3 4. Stack 1,(2\*3) 5. Stack: 1+(2\*3) = 7.

## Описание программной реализации

### Описание класса TStack

template <typedef T>

class TStack {

private:

int MaxSize;

int top;

T\* elems;

public:

TStack(int size = 10);

TStack(const TStack<T>& stack);

~TStack();

T Top();

bool IsEmpty() const;

bool IsFull() const;

void Push(const T& elem);

T Pop() const;

};

Назначение: представление стека .

Поля:

MaxSize – максимальный размер стека.

\*elems – память для представления элементов стека.

top – индекс вершины стека (-1, если стек пустой).

Методы:

TStack(int size = 10);

Назначение: конструктор по умолчанию/конструктор с параметрами.

Входные параметры:

size – максимальный размер стека.

Выходные параметры: отсутствуют.

TStack(const TStack<T>& stack);

Назначение: конструктор копирования.

Входные параметры:

stack – копируемы стек.

Выходные параметры: отсутствуют.

~TStack();

Назначение: деструктор.

Входные параметры: отсутствуют.

Выходные параметры: отсутствуют.

**T Top() const;**

Назначение: копирование элемента на вершине стека.

Входные параметры отсутствуют.

Выходные параметры: элемент с вершины стека.

**bool IsEmpty();**

Назначение: проверка на пустоту.

Входные параметры: отсутствуют.

Выходные параметры: 1, если стек пуст, 0 иначе.

**bool IsFull();**

Назначение: проверка на полноту.

Входные параметры: отсутствуют.

Выходные параметры: 1, если стек полон, 0 иначе.

void Push(const T& elem);

Назначение: добавление элемента в стек.

Входные параметры:

elem – добавляемый элемент.

Выходные параметры отсутствуют.

T Pop();

Назначение: удаление элемента из вершины стека.

Входные параметры отсутствуют.

Выходные параметры: элемент с вершины стека.

### Описание класса ArithmeticExpression

using namespace std;

class ArithmeticExpression {

private:

string arexp;

vector<string> mas;

vector<string> post\_form;

map<string, double> values;

bool IsOperation(const string& symbol) const noexcept;

bool IsOperation(const char& symbol) const noexcept;

bool IsInvalidSign(const char& symbol) const noexcept;

void GetTokens();

void GetValues();

bool IsParam(const string& tok) const noexcept;

bool IsConst(const string& tok) const noexcept;

public:

ArithmeticExpression();

ArithmeticExpression(const string& str);

void ToPostfixForm();

float Calculate();

string InfixForm() const;

string PostfixForm() const;

};

Назначение: работа с инфиксной формой записи арифметических выражений

Поля:

arexp – инфиксная форма арифметического выражения.

mas – вектор лексем.

post\_form – вектор лексем, записанных в постфиксной форме.

values – словарь со значениями переменных.

Методы:

bool IsOperation(const string& symbol) const noexcept;

Назначение: определение является ли лексема оператором.

Входные параметры:

symbol – лексема типа данных string.

Выходные параметры: 1, если оператор, 0 иначе.

bool IsOperation(const char& symbol) const noexcept;

Назначение: определение является ли лексема оператором.

Входные параметры:

symbol – лексема типа данных char.

Выходные параметры: 1, если оператор, 0 иначе.

bool IsInvalidSign(const char& symbol) const noexcept;

Назначение: проверка валидности знака.

Входные параметры:

symbol – символ для проверки.

Выходные параметры: 1, если валидный, 0 иначе.

void GetTokens();

Назначение: разбиение выражеиня на лексемы.

Входные параметры: отсутствуют.

Выходные параметры: отсутствуют.

void GetValues();

Назначение: получение значений переменных

Входные параметры: отсутствуют.

Выходные параметры: отсутствуют.

bool IsParam(const string& tok) const noexcept;

Назначение: проверка является ли лексема переменной

Входные параметры:

tok – лексема для проверки.

Выходные параметры: 1, если переменная, 0 иначе

bool IsConst(const string& tok) const noexcept;

Назначение: проверка является ли лексема константой.

Входные параметры:

tok – лексема для проверки.

Выходные параметры: 1, если константа, 0 иначе.

ArithmeticExpression();

Назначение: конструктор.

Входные параметры:отсутствуют.

Выходные параметры:отсутствуют.

ArithmeticExpression(const string& str);

Назначение: конструктор с параметром.

Входные параметры:

str – выражение для преобразования.

Выходные параметры: отсутствуют.

void ToPostfixForm();

Назначение: конвертация в постфиксную форму.

Входные параметры: отсутствуют.

Выходные параметры: отсутствуют.

float Calculate();

Назначение: вычисление результата.

Входные параметры: отсутствуют.

Выходные параметры: отсутствуют.

string InfixForm() const;

Назначение: вывод оригинальной формы выражения.

Входные параметры: отсутствуют.

Выходные параметры: отсутствуют.

string PostfixForm() const;

Назначение: возвращение инфиксной формы.

Входные параметры: отсутствуют.

Выходные параметры: отсутствуют.

# Заключение

В ходе выполненной работы были изучены принципы работы со стеками. Реализован шаблонный класс стека.

Изучен алгоритм преобразования инфиксной формы выражения в постфиксную и реализован класс, хранящий в себе арифметическое выражение, преобразовывающий его в инфиксную форму и вычисляющий его результат.

# Литература

1. Польская запись [https://ru.wikipedia.org/wiki/Польская\_запись].

# Приложения

## Приложение А. Реализация класса TStack

template <typename T>

class TStack {

private:

int MaxSize;

int top;

T\* elems;

public:

TStack(int size = 10);

TStack(const TStack<T>& stack);

~TStack();

bool IsEmpty() const;

bool IsFull() const;

T Pop();

void Push(const T& elem);

T Top() const;

};

template <typename T>

TStack<T>::TStack(int size) {

if (size < 0) throw "out\_of\_range";

MaxSize = size;

top = -1;

elems = new T[MaxSize];

}

template <typename T>

TStack<T>::TStack(const TStack<T>& stack) {

MaxSize = stack.MaxSize;

top = stack.top;

elems = new T[MaxSize];

for (int i = 0; i <= top; i++) elems[i] = stack.elems[i];

}

template <typename T>

TStack<T>::~TStack() {

delete[] elems;

}

template <typename T>

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

return (top == -1);

}

template <typename T>

bool TStack<T>::IsFull() const {

return (top == MaxSize - 1);

}

template <typename T>

T TStack<T>::Pop() {

if (IsEmpty()) throw "stack\_is\_empty";

return elems[top--];

}

template <typename T>

void TStack<T>::Push(const T& elem) {

if (IsFull()) throw "stack\_is\_full";

elems[++top] = elem;

}

template <typename T>

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

if (IsEmpty()) throw "stack\_is\_empty";

return elems[top];

}

## Приложение Б. Реализация класса Expression

map <string, int> pr = {

{"\*", 3},

{"/", 3},

{"+", 2},

{"-", 2},

{"(", 1},

};

ArithmeticExpression::ArithmeticExpression() {

cin >> arexp;

arexp += '\0';

GetTokens();

ToPostfixForm();

}

ArithmeticExpression::ArithmeticExpression(const string& str) {

arexp = str;

arexp += '\0';

GetTokens();

ToPostfixForm();

}

bool ArithmeticExpression::IsOperation(const string& symbol) const noexcept {

switch (symbol[0])

{

case '+': return true;

case '-': return true;

case '/': return true;

case '\*': return true;

case '(': return true;

case ')': return true;

default:

return false;

}

}

bool ArithmeticExpression::IsOperation(const char& symbol) const noexcept {

switch (symbol)

{

case '+': return true;

case '-': return true;

case '/': return true;

case '\*': return true;

case '(': return true;

case ')': return true;

default:

return false;

}

}

bool ArithmeticExpression::IsInvalidSign(const char& symbol) const noexcept {

return !IsOperation(symbol) && !isdigit(symbol) && !isalpha(symbol) && symbol != '.';

}

void ArithmeticExpression::GetTokens() {

int i = 0;

while (arexp[i] != '\0') {

string tok = "";

char symb = arexp[i];

while (!IsOperation(symb) && symb != '\0' && symb != ' ') {

tok += symb;

i += 1;

symb = arexp[i];

}

if (tok != "") mas.push\_back(tok);

if (IsOperation(symb)) {

string c(1, symb);

mas.push\_back(c);

}

i += 1;

}

}

void ArithmeticExpression::GetValues() {

for (const string& i : mas) {

if (!IsOperation(i) && !IsConst(i) && !values.count(i)) {

double val;

cout << i << " = ";

cin >> val;

values[i] = val;

}

else if (IsConst(i)) values[i] = stod(i);

}

}

bool ArithmeticExpression::IsParam(const string& tok) const noexcept{

if (isdigit(tok[0])) return false;

int i = 0;

while (tok[i] != '\0'){

if (IsInvalidSign(tok[i]) || IsOperation(tok[i])) return false;

i += 1;

}

return true;

}

bool ArithmeticExpression::IsConst(const string& tok) const noexcept {

int i = 0;

while (tok[i] != '\0') {

if (IsInvalidSign(tok[i]) || isalpha(tok[i]) || IsOperation(tok[i])) return false;

i += 1;

}

return true;

}

void ArithmeticExpression::ToPostfixForm() {

TStack<string> oper(mas.size());

for (const string& i : mas) {

if (IsConst(i) || IsParam(i)) post\_form.push\_back(i);

else if (IsOperation(i)) {

if (i == "(") oper.Push(i);

else if (i == ")") {

while (oper.Top() != "(") post\_form.push\_back(oper.Pop());

if (oper.IsEmpty()) throw "not found left bracket";

else oper.Pop();

}

else if (oper.IsEmpty() || pr[oper.Top()] < pr[i]) oper.Push(i);

else {

while (!oper.IsEmpty() && pr[oper.Top()] >= pr[i]) post\_form.push\_back(oper.Pop());

oper.Push(i);

}

}

else throw ("invalid name %s", i);

}

while (!oper.IsEmpty()) {

if (oper.Top() == "(") throw "right bracket not found";

post\_form.push\_back(oper.Pop());

}

}

float ArithmeticExpression::Calculate() {

GetValues();

TStack<float> st(post\_form.size());

st.Push(0);

for (const string& i : post\_form) {

if (!IsOperation(i)) st.Push(values[i]);

else {

switch (i[0]) {

case '+': {

float b = st.Pop(), a = st.Pop();

st.Push(a + b);

break;

}

case '\*': {

float b = st.Pop(), a = st.Pop();

st.Push(a \* b);

break;

}

case '-': {

float b = st.Pop(), a = st.Pop();

st.Push(a - b);

break;

}

case '/': {

float b = st.Pop(), a = st.Pop();

st.Push(a / b);

if (b == 0) throw "Division by zero";

break;

}

}

}

}

return st.Pop();

}

string ArithmeticExpression::InfixForm() const{

string str = "";

for (string i : mas) {

str += i;

}

return str;

}

string ArithmeticExpression::PostfixForm() const{

string str = "";

for (string i : post\_form) {

str += i;

}

return str;

}