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: Линейные структуры данных: стек, очередь, дек
Вариант 11-д

Студент гр. 8304 _____ Щука А. А.

Преподаватель _____ Фиалковский М. С.

Санкт-Петербург
2019

Цель работы.

Познакомиться с часто используемыми на практике линейными структурами данных, обеспечивающими доступ к элементам последовательности только через её начало и конец, и способами реализации этих структур, освоить на практике использование стека, очереди и дека для решения задач.

Постановка задачи.

Рассматривается выражение следующего вида:

< выражение >::= < терм > | < терм > + < выражение > |
< терм > – < выражение >
< терм > ::= < множитель > | < множитель > * < терм >
< множитель > ::= < число > | < переменная > | (< выражение >) |
< множитель > ^ < число >
< число > ::= < цифра >
< переменная > ::= < буква >

Такая форма записи выражения называется ***инфиксной***.

Постфиксной (префиксной) формой записи выражения *aDb* называется запись, в которой знак операции размещен за (перед) операндами: *abD* (*Dab*).

Примеры

Инфиксная	***Постфиксная***	***Префиксная***
a–b	*ab–*	*–ab*
*a*b+c*	*ab*c+*	*+*abc*
a(b+c)*	*abc+**	**a+bc*
*a+b^c^d*e*	*abc^d^e*+*	*+a*^b^cde*.

Отметим, что постфиксная и префиксная формы записи выражений не содержат скобок.

Вариант 11-д: вывести в обычной (инфиксной) форме выражение, записанное в постфиксной форме в заданном текстовом файле postfix (рекурсивные процедуры не использовать и лишние скобки не выводить);

Описание алгоритма.

Для начала программа должна считать данные и передать строку в функцию преобразования выражения из постфиксной формы в инфиксную. Далее для перевода выражения из постфиксной в инфиксную запись необходимо следовать алгоритму:

1) Если читаем число, то заносим его в стек
2) Если читаем знак операции, то:
   а) Берем текущий знак операции и следующий

   б) Если в первом элементе приоритет операции меньше (и не равен 0), чем у рассматриваем операции, то берем первый элемент в скобки

   в) Аналогично для 2-го элемента

   г) Записываем в стек строку вида: 2-й элемент + знак операции + 1-й элемент

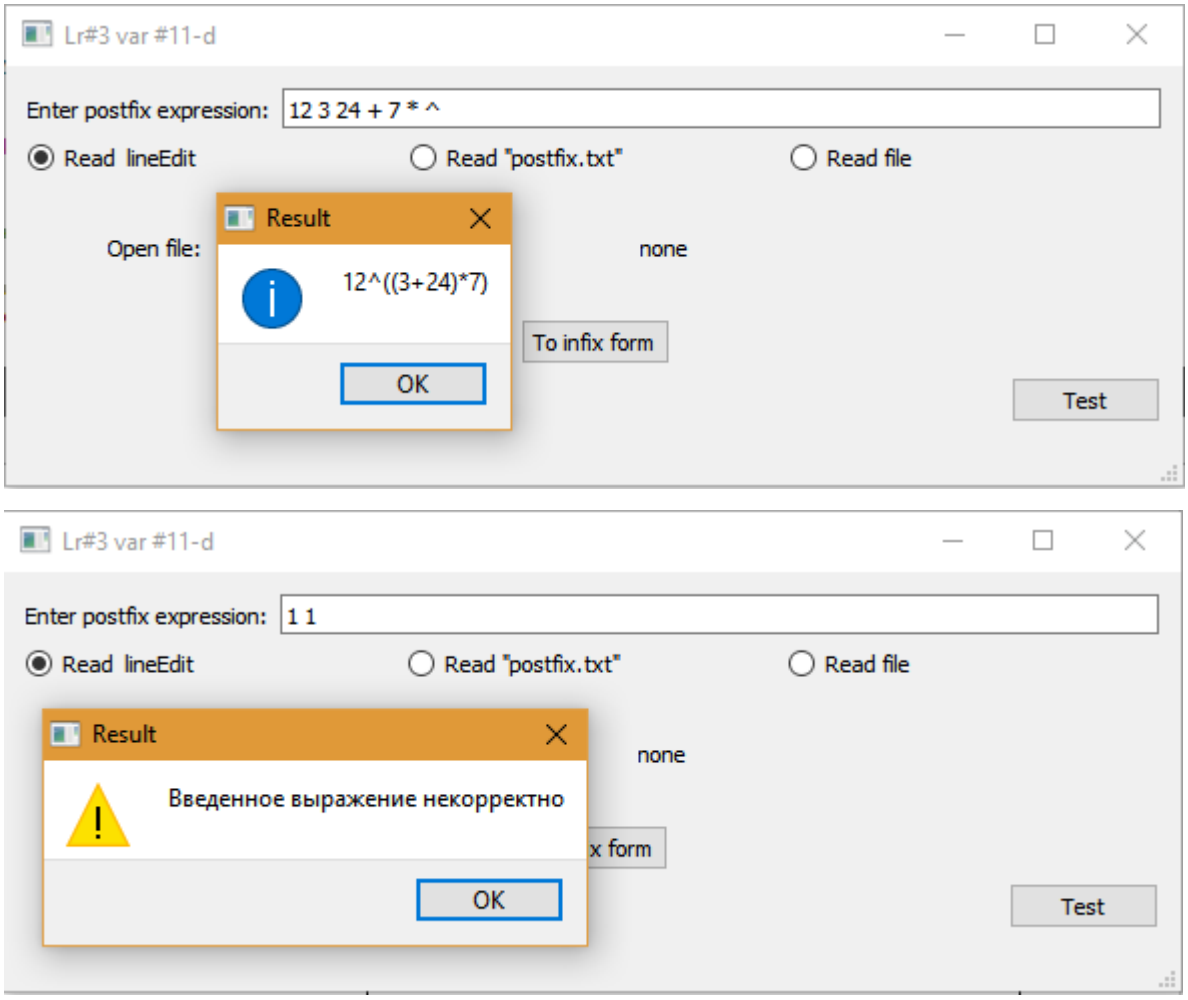
3) Если строка полностью пройдена, то результатом является значение вершины стека

Спецификация программы.

Программа предназначена для перевода записи выражения из постфиксной в инфиксную.

Программа написана на языке C++ с использованием фреймворка Qt. Входными данными являются цифры и знаки арифметических операций, считываемые из файла postfix.txt, дополнительно реализована возможность ввода с помощью GUI. Выходными данными являются промежуточные значения и конечный результат. Данные выводятся в QMessageBox.

Рисунок 1- Результат работы программы



Тестирование.

Таблица 1 – Результаты тестирования программы

Input1	**Output**
1 2 +	2+1
1 2 3 + *	(3+2)*1
2 3 4 5 + * +	(5+4)*3+2
1 2 3 4 5 + + * +	(5+4+3)*2+1
1 2 * 3 +	2*1+3
1 2 3 4 + 5 + * *	(4+3+5)*2*1
1 2 3 4 ^ - *	1*(2-3^4)
12 * 1	Введенное выражение некорректно

17	17
r t + y * 12 ^	((r+t)*y)^12
+	Введенное выражение некорректно
1 1 1 +	Введенное выражение некорректно

Анализ алгоритма.

Алгоритм работает за линейное время от размера строки. Для экономии памяти строка передается по константной ссылке.

Описание функций и СД.

Класс MyStack реализует структуру стека, а также методы, для работы с ним.

Стандартные методы для работы со стеком:

```
void pop();
void push(const Node elem);
bool isEmpty() const;
Node top() const;
size_t size() const;
```

Статический метод для перевода выражения из постфиксной формы в инфиксную:

```
static std::string toInfix(const std::string& expression);
```

Принимает на вход константную ссылку на строку-выражение, возвращает выражение в инфиксной форме, если исходное выражение корректно и пустую строку в случае ошибки. Строка анализируется посимвольно. Если текущий символ "число или буква", тогда элемент помещается в стек с приоритетом 0, если текущий символ "знак операции", из стека достаются два элемента, записываются в временную строку с учетом приоритетов операций и временная строка помещается в стек с приоритетом знака. В ходе преобразования, если стек пустой, выводится ошибка и возвращается пустая строка. После преобразования в стеке должен находиться один элемент - инфиксное выражение.

Выводы.

В ходе работы я приобрел навыки работы со стеком, научился его объявлять, заносить в него переменных и забирать их. Разобрался в алгоритме перевод записи из постфиксной записи в инфиксную.

Приложение А. Исходный код программы.

mainwindow.h

```
#ifndef MAINWINDOW_H
#define MAINWINDOW_H

#include <QMainWindow>
#include <QTextStream>
#include <QFile>
#include <QFileDialog>
#include <QMessageBox>
#include <QDebug>
#include <QString>
#include <QDir>
#include <QStringList>
#include <string>
#include <mystack.h>


namespace Ui {
class MainWindow;
}
```

```
class MainWindow : public QMainWindow
{
    Q_OBJECT

public:
    explicit MainWindow(QWidget *parent = nullptr);
    ~MainWindow();

private slots:
    void on_readFile_radioButton_clicked();

    void on_test_pushButton_clicked();

    void on_readLineEdit_radioButton_clicked();

    void on_readPostfix_radioButton_clicked();

    void on_toInfix_pushButton_clicked();

private:
    Ui::MainWindow *ui;
    QTextStream* in;
    QFile* file;
    QDir* dir;
};

#endif // MAINWINDOW_H
```

mystack.h

```
#ifndef MYSTACK_H
#define MYSTACK_H

#include <stack>
#include <QDebug>


class MyStack
{
    /*
     * Класс-реализация стека, для перевода выражения из
     * постфиксной формы в инфиксную.
    */

    //перечисления для приоритета операций
    enum optype {power = 3, multiply = 2, minus = 1, plus = 1, null = 0};
    //Элемент стека, состоящий из выражения и приоритета этого выражения
    typedef std::pair<std::string, optype> Node;

public:
    explicit MyStack();
    ~MyStack();

    //Запрет конструктора копирования и оператора присваивания
    MyStack& operator=(const MyStack& list) = delete;
    MyStack(const MyStack& list) = delete;

    //Стандартные методы для работы со стеком
    void pop();
    void push(const Node elem);
    bool isEmpty() const;
    Node top() const;
    size_t size() const;

    //Статический метод для преобразования выражения с помощью стека
    static std::string toInfix(const std::string& expression);

private:
    //статические методы для проверки на корректность символов
    static bool isDigit(const char ch);
    static bool isAlpha(const char ch);
    static bool isSign(const char ch);

private:
    Node elem;
    MyStack* topElem;
    size_t sizeStack;
};
```

```
#endif // MYSTACK_H
```

main.cpp

```
#include "mainwindow.h"
#include <QApplication>


//var #11-d


int main(int argc, char *argv[])
{
    QApplication app(argc, argv);

    MainWindow window;
    window.setWindowTitle("Lr#3 var #11-d");
    window.show();

    return app.exec();
}
```

mainwindow.cpp

```
#include "mainwindow.h"
#include "ui_mainwindow.h"


MainWindow::MainWindow(QWidget *parent) :
    QMainWindow(parent),
    ui(new Ui::MainWindow)
{
    ui->setupUi(this);
    file = new QFile;
    in = new QTextStream;
    dir = new QDir;

    ui->readPostfix_radioButton->setChecked(true);
    emit on_readPostfix_radioButton_clicked();
}


MainWindow::~MainWindow()
{
    delete ui;
    delete in;
    delete file;
    delete dir;
}


void MainWindow::on_readFile_radioButton_clicked()
{
    //выбор считывания из файла или из окна
    file->close();

    ui->textLabel_1->setEnabled(false);
    ui->input_lineEdit->setEnabled(false);
    QString fileName = QFileDialog::getOpenFileName(this,
                                                    "Open file");
    file->setFileName(fileName);
    file->open(QFile::ReadOnly | QFile::Text);
    in->setDevice(file);

    ui->openFile_textLabel->setText(fileName);
}


void MainWindow::on_test_pushButton_clicked()
{
    /*
     * Функция тестирования. Тестовые данные считываются из папки Tests
    */

    qDebug() << "Тестирование.";
```

```
    std::string expression = "";
    dir->cd(QApplication::applicationDirPath() + "/Tests");
    QStringList listFiles = dir->entryList(QStringList("*.txt"), QDir::Files);

    for (auto fileName : listFiles) {
        if (fileName == "." || fileName == "..")
            continue;

        qDebug();
        qDebug() << "Тестовые данные из файла:" << fileName;

        file->close();
        file->setFileName(dir->path() + "/" + fileName);
        file->open(QFile::ReadOnly | QFile::Text);
        in->setDevice(file);

        while (!in->atEnd()) {
            expression = in->readLine().toStdString();

            qDebug() << "__Считанное выражение__:" << expression.c_str();

            std::string result = MyStack::toInfix(expression);
            if (result != "") {
                qDebug() << "Выражение в инфиксной форме: " << result.c_str();
            }
            else {
                qDebug() << "Введенное выражение некорректно";
            }

            qDebug();
        }
    }
}


void MainWindow::on_readLineEdit_radioButton_clicked()
{
    file->close();

    ui->input_lineEdit->setEnabled(true);
    ui->textLabel_1->setEnabled(true);
    ui->openFile_textLabel->setText("none");
}


void MainWindow::on_readPostfix_radioButton_clicked()
{
    file->close();

    ui->input_lineEdit->clear();
    ui->input_lineEdit->setEnabled(false);
    ui->textLabel_1->setEnabled(false);

    QString fileName = QDir::currentPath() + "/Tests/postfix.txt";
    file->setFileName(fileName);
    file->open(QFile::ReadOnly | QFile::Text);
    in->setDevice(file);

    ui->openFile_textLabel->setText(fileName);
}


void MainWindow::on_toInfix_pushButton_clicked()
{
    qDebug();
    qDebug() << "Преобразование выражения из постфиксной в инфиксную форму:";

    //строка для считанного результата
    std::string tmpStr = "";

    //считывание строки из файла или из окна
    if (ui->readFile_radioButton->isChecked() ||
            ui->readPostfix_radioButton->isChecked()) {
        tmpStr = in->readLine().toStdString();
    }
    else {
        tmpStr = ui->input_lineEdit->text().toStdString();
    }
```

```
    qDebug() << "__Считанное выражение__:" << tmpStr.c_str();

    //Преобразование выражения в инфиксную форму
    std::string result = MyStack::toInfix(tmpStr);
    if (result != "") {
        qDebug() << "Выражение в инфиксной форме: " << result.c_str();
        QMessageBox::information(this, "Result", result.c_str());
    }
    else {
        qDebug() << "Введенное выражение некорректно";
        QMessageBox::warning(this, "Result", "Введенное выражение некорректно");
    }

    ui->input_lineEdit->clear();
    ui->readFile_radioButton->setChecked(false);
    ui->readLineEdit_radioButton->setChecked(false);
    ui->readPostfix_radioButton->setChecked(true);
    ui->textLabel_1->setEnabled(false);
    ui->input_lineEdit->setEnabled(false);
    emit on_readPostfix_radioButton_clicked();
}
```

mystack.cpp

```
#include "mystack.h"

MyStack::MyStack()
{
    topElem = nullptr;
    sizeStack = 0;
}


MyStack::~MyStack()
{
    if (topElem != nullptr)
        delete topElem;
}


void MyStack::pop()
{
    /*
     * Удаление верхнего элемента из стека
    */
    if (topElem != nullptr) {
        MyStack* oldTopElem = topElem;
        topElem = oldTopElem->topElem;
        sizeStack -= 1;
        oldTopElem->topElem = nullptr;
        delete oldTopElem;
    }
    else {
        qDebug() << "Error: stack is empty";
    }
}


void MyStack::push(const Node elem)
{
    /*
     * Добавление элемента в стек
    */

    MyStack* tmp = topElem;
    topElem = new MyStack;
    topElem->elem = elem;
    sizeStack += 1;
    topElem->topElem = tmp;
}


bool MyStack::isEmpty() const
{
    /*
     * Проверка стека на пустоту
    */
```

```
    return topElem == nullptr;
}


MyStack::Node MyStack::top() const
{
    /*
     * Доступ к верхнему элементу стека
    */
    if (topElem != nullptr) {
        return topElem->elem;
    }
    else {
        qDebug() << "Error: stack is empty!";
        return Node("", null);
    }
}


size_t MyStack::size() const
{
    /*
     * Получение размера стека
    */

    return sizeStack;
}


std::string MyStack::toInfix(const std::string &expression)
{
    /*
     * Статический метод класса, для преобразования выражения,
     * заданного в постфиксной форме, в инфиксную.
     *
     * Принимает на вход константную ссылку на строку-выражение, возвращает
     * выражение в инфиксной форме, если исходное выражение корректно и пустую
     * строку в случае ошибки.
     *
     * Строка анализируется посимвольно. Если текущий символ "число или буква", тогда
     * элемент помещается в стек с приоритетом 0, если текущий символ "знак операции",
     * из стека достаются два элемента, записываются в временную строку с учетом приоритетов
     * операций и временная строка помещается в стек с приоритетом знака.
     *
     * В ходе преобразования, если стек пустой, выводится ошибка и возвращается пустая
     * строка. После преобразования в стеке должен находиться один элемент - инфиксное выражение.
    */

    MyStack *stack = new MyStack;

    std::string tmpStr = "";

    for (auto i = expression.cbegin(); i < expression.end(); ++i) {
        char elem = *i;
        if (elem == ' ') {
            continue;
        }
        else if (isDigit(elem) || isAlpha(elem)) {
            while (elem != ' ') {
                tmpStr += elem;
                ++i;
                elem = *i;
            }
            stack->push(Node(tmpStr, optype::null));

            qDebug() << "В стек помещается элемент:" << elem;
        }
        else if (isSign(elem)) {
            Node firstArg;
            Node secondArg;

            qDebug() << "Знак оперции:" << elem;

            if (!stack->isEmpty()) {
                secondArg = stack->top();
                stack->pop();
            }
            else {
```

```
                qDebug() << "Error: stack is empty!";
                return "";
            }

            if (!stack->isEmpty()) {
                firstArg = stack->top();
                stack->pop();
            }
            else {
                qDebug() << "Error: stack is empty!";
                return "";
            }

            qDebug() << "Выражения в стеке: " << firstArg.first.c_str() <<
                        "и" << secondArg.first.c_str();

            optype tmpOptype = optype::null;
            if (elem == '+') {
                tmpOptype = optype::plus;
            } else if (elem == '-') {
                tmpOptype = optype::minus;
            } else if (elem == '*') {
                tmpOptype = optype::multiply;
            } else if (elem == '^') {
                tmpOptype = optype::power;
            }

            if (firstArg.second != optype::null && firstArg.second < tmpOptype) {
                tmpStr += '(';
                tmpStr += firstArg.first;
                tmpStr += ')';
            } else {
                tmpStr += firstArg.first;
            }

            tmpStr += elem;

            if (secondArg.second != optype::null && secondArg.second < tmpOptype) {
                tmpStr += '(';
                tmpStr += secondArg.first;
                tmpStr += ')';
            } else {
                tmpStr += secondArg.first;
            }

            qDebug() << "Итоговое выражение помещается в стек:" << tmpStr.c_str();

            stack->push(Node(tmpStr, tmpOptype));
        }
        else {
            qDebug() << "Некорректный символ в строке!";
            return "";
        }
        tmpStr = "";
    }
    if (stack->size() == 1) {
        tmpStr = stack->top().first;
        stack->pop();
        delete stack;
        return tmpStr;
    }
    else {
        delete stack;
        qDebug() << "Error: string is incorrect!";
        return "";
    }
}


bool MyStack::isDigit(const char ch)
{
    /*
     * Проверка на цифру
    */

    return (ch >= '0' && ch <= '9');
}
```

```
bool MyStack::isAlpha(const char ch)
{
    /*
     * Проверка на букву
    */

    return ((ch >= 'a' && ch <= 'z') ||
            (ch >= 'A' && ch <= 'Z'));
}


bool MyStack::isSign(const char ch)
{
    /*
     * Проверка на знак
    */

    return (ch == '+' || ch == '-' ||
            ch == '*' || ch == '^');
}
```

mainwindow.ui

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<ui version="4.0">
 <class>MainWindow</class>
 <widget class="QMainWindow" name="MainWindow">
  <property name="geometry">
   <rect>
    <x>0</x>
    <y>0</y>
    <width>400</width>
    <height>209</height>
   </rect>
  </property>
  <property name="windowTitle">
   <string>MainWindow</string>
  </property>
  <widget class="QWidget" name="centralWidget">
   <layout class="QVBoxLayout" name="verticalLayout_2">
    <item>
     <layout class="QHBoxLayout" name="horizontalLayout">
      <item>
       <widget class="QLabel" name="textLabel_1">
        <property name="text">
         <string>Enter postfix expression:</string>
        </property>
       </widget>
      </item>
      <item>
       <widget class="QLineEdit" name="input_lineEdit"/>
      </item>
     </layout>
    </item>
    <item>
     <layout class="QHBoxLayout" name="horizontalLayout_2">
      <item>
       <widget class="QRadioButton" name="readLineEdit_radioButton">
        <property name="text">
         <string>Read  lineEdit</string>
        </property>
       </widget>
      </item>
      <item>
       <widget class="QRadioButton" name="readPostfix_radioButton">
        <property name="text">
         <string>Read &amp;quot;postfix.txt&amp;quot;</string>
        </property>
       </widget>
      </item>
      <item>
       <widget class="QRadioButton" name="readFile_radioButton">
        <property name="text">
         <string>Read file</string>
        </property>
       </widget>
      </item>
```

```
 </layout>
</item>
<item>
 <layout class="QHBoxLayout" name="horizontalLayout_5">
  <item>
   <spacer name="horizontalSpacer_2">
    <property name="orientation">
     <enum>Qt::Horizontal</enum>
    </property>
    <property name="sizeType">
     <enum>QSizePolicy::Minimum</enum>
    </property>
    <property name="sizeHint" stdset="0">
     <size>
      <width>40</width>
      <height>20</height>
     </size>
    </property>
   </spacer>
  </item>
  <item>
   <widget class="QLabel" name="textLabel_0">
    <property name="text">
     <string>Open file:</string>
    </property>
   </widget>
  </item>
  <item>
   <widget class="QLabel" name="openFile_textLabel">
    <property name="text">
     <string>Label</string>
    </property>
   </widget>
  </item>
 </layout>
</item>
<item>
 <layout class="QHBoxLayout" name="horizontalLayout_4">
  <item>
   <spacer name="horizontalSpacer_3">
    <property name="orientation">
     <enum>Qt::Horizontal</enum>
    </property>
    <property name="sizeHint" stdset="0">
     <size>
      <width>40</width>
      <height>20</height>
     </size>
    </property>
   </spacer>
  </item>
  <item>
   <widget class="QPushButton" name="toInfix_pushButton">
    <property name="text">
     <string>To infix form</string>
    </property>
   </widget>
  </item>
  <item>
   <spacer name="horizontalSpacer_4">
    <property name="orientation">
     <enum>Qt::Horizontal</enum>
    </property>
    <property name="sizeHint" stdset="0">
     <size>
      <width>40</width>
      <height>20</height>
     </size>
    </property>
   </spacer>
  </item>
 </layout>
</item>
<item>
 <layout class="QHBoxLayout" name="horizontalLayout_3">
  <item>
   <spacer name="horizontalSpacer">
    <property name="orientation">
     <enum>Qt::Horizontal</enum>
```

```
        </property>
        <property name="sizeHint" stdset="0">
         <size>
          <width>40</width>
          <height>20</height>
         </size>
        </property>
       </spacer>
      </item>
      <item>
       <widget class="QPushButton" name="test_pushButton">
        <property name="text">
         <string>Test</string>
        </property>
       </widget>
      </item>
     </layout>
    </item>
   </layout>
  </widget>
  <widget class="QMenuBar" name="menuBar">
   <property name="geometry">
    <rect>
     <x>0</x>
     <y>0</y>
     <width>400</width>
     <height>21</height>
    </rect>
   </property>
  </widget>
  <widget class="QStatusBar" name="statusBar"/>
 </widget>
 <layoutdefault spacing="6" margin="11"/>
 <resources/>
 <connections/>
</ui>
```