

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

ОТЧЕТ
по лабораторной работе №1
по дисциплине «Алгоритмы и структуры данных»
Тема: Программирование рекурсивных алгоритмов.

Студент гр. 7383

Ласковенко Е.А.

Преподаватель

Размочаева Н.В.

Санкт-Петербург

2018

Содержание

1. ЦЕЛЬ РАБОТЫ.....	3
2. ЗАДАЧА.....	3
3. РЕАЛИЗАЦИЯ ЗАДАЧИ.....	4
3.1. Описание функций и переменных.....	4
3.2. Описание работы алгоритма.....	7
4. ТЕСТИРОВАНИЕ ПРОГРАММЫ.....	11
4.1. ПРОЦЕСС ТЕСТИРОВАНИЯ:.....	11
4.2. РЕЗУЛЬТАТЫ ТЕСТИРОВАНИЯ:.....	11
5. ВЫВОДЫ.....	12
6. ПРИЛОЖЕНИЕ.....	13
6.1. ТЕСТОВЫЕ СЛУЧАИ.....	13
6.2. КОД ПРОГРАММЫ.....	17

1. ЦЕЛЬ РАБОТЫ.

Познакомиться с основными понятиями и приемами рекурсивного программирования, получить навыки программирования рекурсивных функций на языке программирования C++.

2. ЗАДАЧА.

Построить синтаксический анализатор для определяемого далее понятия *константное_выражение*:

*константное_выражение ::= ряд_цифр | константное_выражение
знак_операции константное_выражение*

*знак_операции ::= + | - | **

ряд_цифр ::= цифра | цифра ряд_цифр

3. РЕАЛИЗАЦИЯ ЗАДАЧИ.

3.1. ОПИСАНИЕ ФУНКЦИЙ И ПЕРЕМЕННЫХ.

Функция `bool const_expression(istream &is, bool cur=false)`:

Рекурсивная функция, которая берет из входного потока `istream is` символ, выводит его на экран, проверяет является ли данный символ цифрой или знаком операции, и, если символ не нарушает заданного определения, продолжает рекурсивный запуск до тех пор, пока в потоке не закончатся данные или пока введенный символ не нарушит определение. В результате функция возвращает значение `true` или `false`.

Функция `int main()`:

В функции `main` происходит объявление потоков для файла `filebuf file` и для данных с консоли `stringbuf exp`, происходит вывод на экран сообщений, содержащих информацию о меню программы, далее, в зависимости от введенной цифры (или невалидных данных) выполняется тело цикла, в котором содержатся условия типа `switch-case`.

При введении пользователем „1“, программа запрашивает у пользователя имя файла, и если файл с введенным названием существует, объявляется входной поток `istream is_file(&file)`, инициализируется адресом файла-буфера, затем вызывается рекурсивная функция, описанная выше, аргументом которой является входной поток файла-буфера. После завершения работы рекурсии поток файла закрывается и происходит вывод на экран сообщения, по которому можно судить о валидности входных данных, содержащихся в файле, в соответствии с заданием. Далее пользователю предлагается выбрать следующий пункт меню.

При введении пользователем „2“, программа запрашивает у пользователя выражение, объявляется входной поток `istream is_str(&exp)`, инициализируется адресом строки-буфера, затем помещается в строку-буфер считанная строка с консоли, далее вызывается рекурсивная функция, описанная выше, аргументом которой является входной поток строки-буфера.

После завершения работы рекурсии происходит вывод на экран сообщения о правильности выражения, содержащегося в файле. После пользователю предлагается выбрать следующий пункт меню.

При введении пользователем „0“ происходит выход из тела цикла и программа завершает свою работу.

При введении любых других данных пользователю предлагается выбрать один из пунктов меню, описанных выше.

Поток `istream &is`:

Является первым аргументом рекурсивной функции. Функция потока — содержание в нем входных данных.

Переменная `bool cur`:

Является вторым аргументом рекурсивной функции. Представляет собой флаг. Необходима для содержания в ней двух значений — `true` или `false`, которые свидетельствуют о том, являлся ли считанный символ в предыдущем запуске функции цифрой или нет. Начальное значение — `false`.

Поток `filebuf file`:

Представляет собой буфер файла, в котором содержатся данные, содержащиеся в файле.

Переменная `string file_name`:

Строка, содержащая название файла, с которого необходимо считать выражение.

Поток `stringbuf exp`:

Представляет собой буфер строку, в который помещаются данные, считанные с консоли.

Переменная `string temp_str`:

Строка, необходимая для считывания и помещения в нее входных данных с консоли.

Переменная `int c_temp`:

Целочисленная переменная, которая нужна для условий switch-case.
Начальное значение - «-1».

Переменная bool res:

Переменная, которая хранит в себе значение true, если введенное выражение верно или false, если входные данные не соответствуют определению выражения. Начальное значение — false.

Поток istream is_file(&file):

Копия класса входного потока, инициализируемая при считывании с файла данных и помещаемая в рекурсивную функцию.

Поток istream is_str(&exp):

Копия класса входного потока, инициализируемая при считывании с консоли данных и помещаемая в рекурсивную функцию.

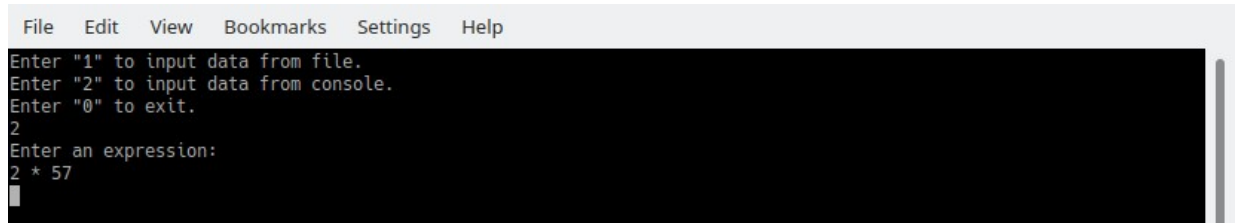
Переменная char c:

Символьная переменная, в которую помещаются символы с потока.

Все связи между функциями реализованы в Makefile, программа собирается в файл с названием «start». При необходимости в Makefile прописана цель «clean» для удаления всех скомпилированных функций и файла «main».

3.2. ОПИСАНИЕ РАБОТЫ АЛГОРИТМА.

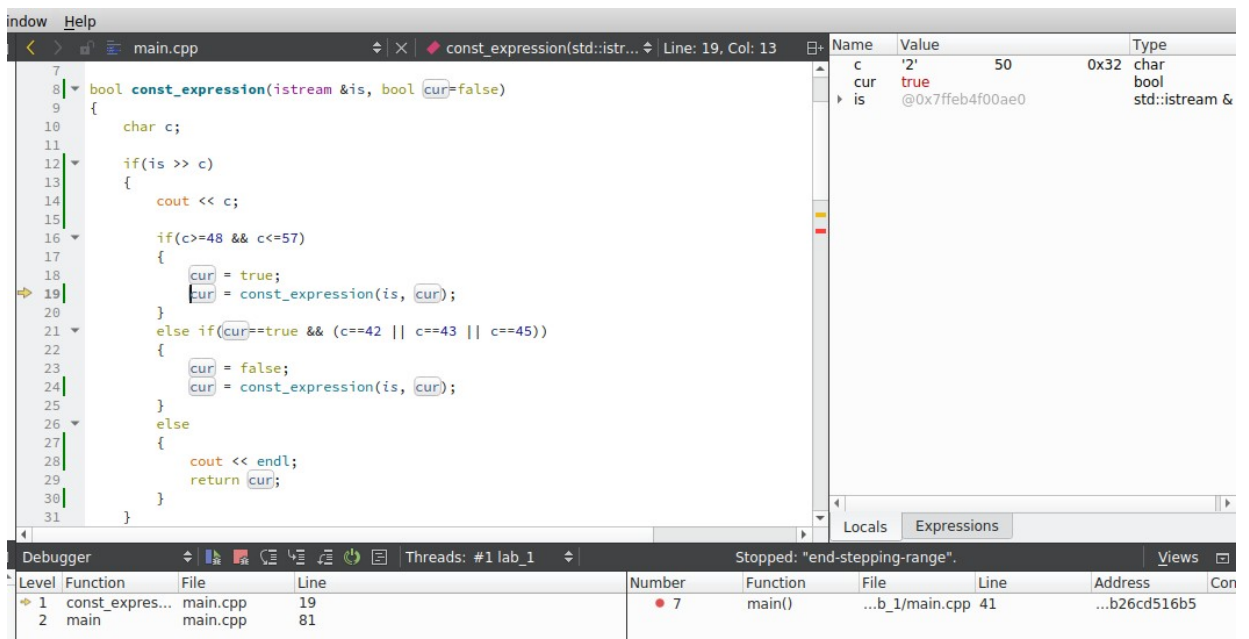
Возьмем следующие входные данные: $2 * 57$. Очевидно, что это выражение является правильным.



```
File Edit View Bookmarks Settings Help
Enter "1" to input data from file.
Enter "2" to input data from console.
Enter "0" to exit.
2
Enter an expression:
2 * 57
```

Рисунок 1 — Ввод входных данных

На первом шаге выполнения алгоритма в символьную переменную вводится цифра 2, она имеет код ASCII, равный 50, следовательно первое условие (проверка на цифру) срабатывает, флаг становится true.



```
7
8 | bool const_expression(istream &is, bool cur=false)
9 | {
10 |     char c;
11 |
12 |     if(is >> c)
13 |     {
14 |         cout << c;
15 |
16 |         if(c>=48 && c<=57)
17 |         {
18 |             cur = true;
19 |             cur = const_expression(is, cur);
20 |         }
21 |         else if(cur==true && (c==42 || c==43 || c==45))
22 |         {
23 |             cur = false;
24 |             cur = const_expression(is, cur);
25 |         }
26 |         else
27 |         {
28 |             cout << endl;
29 |             return cur;
30 |         }
31 |     }
}
```

Name	Value	Type
c	'2'	char
cur	true	bool
is	@0x7ffeb4f00ae0	std::istream &

Debugger: #1 lab_1
Stopped: "end-stepping-range".
Level Function File Line Number Function File Line Address
1 const_expres... main.cpp 19
2 main main.cpp 81

Рисунок 2 — Первый шаг алгоритма

На втором шаге в символьную переменную вводится знак операции *, он имеет код ASCII, равный 42, следовательно срабатывает второе условие, флаг становится false.

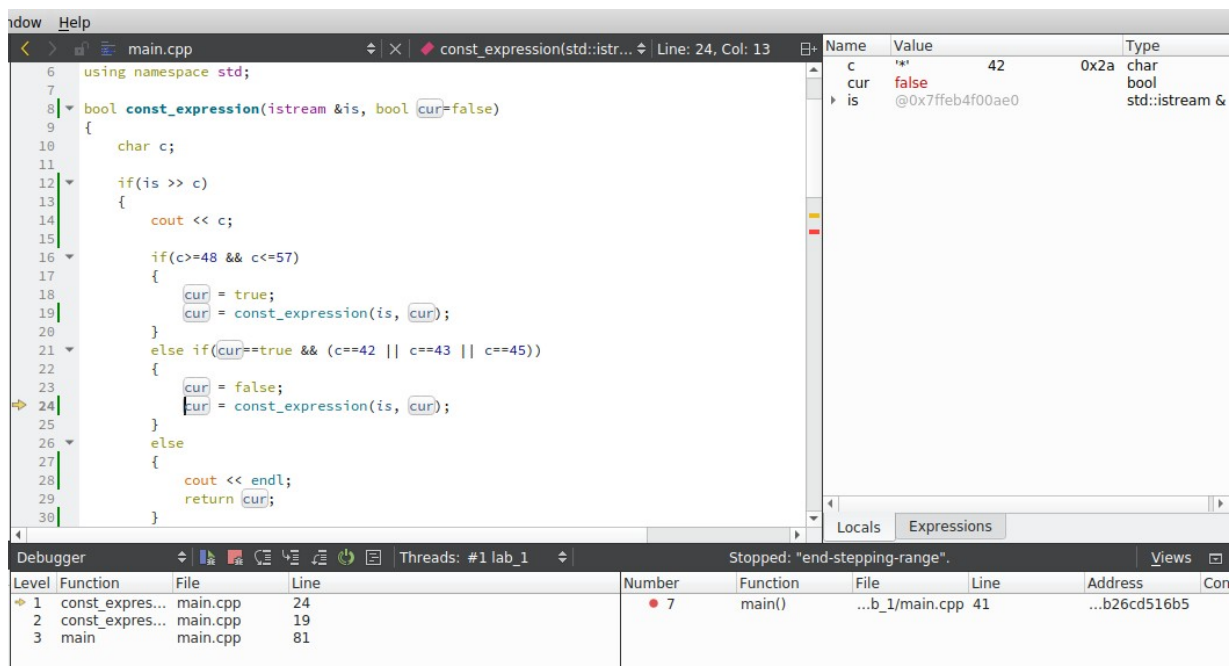


Рисунок 3 — Второй шаг алгоритма

На третьем шаге выполнения алгоритма в символьную переменную вводится цифра 5, она имеет код ASCII, равный 53, следовательно первое условие срабатывает, флаг становится true.

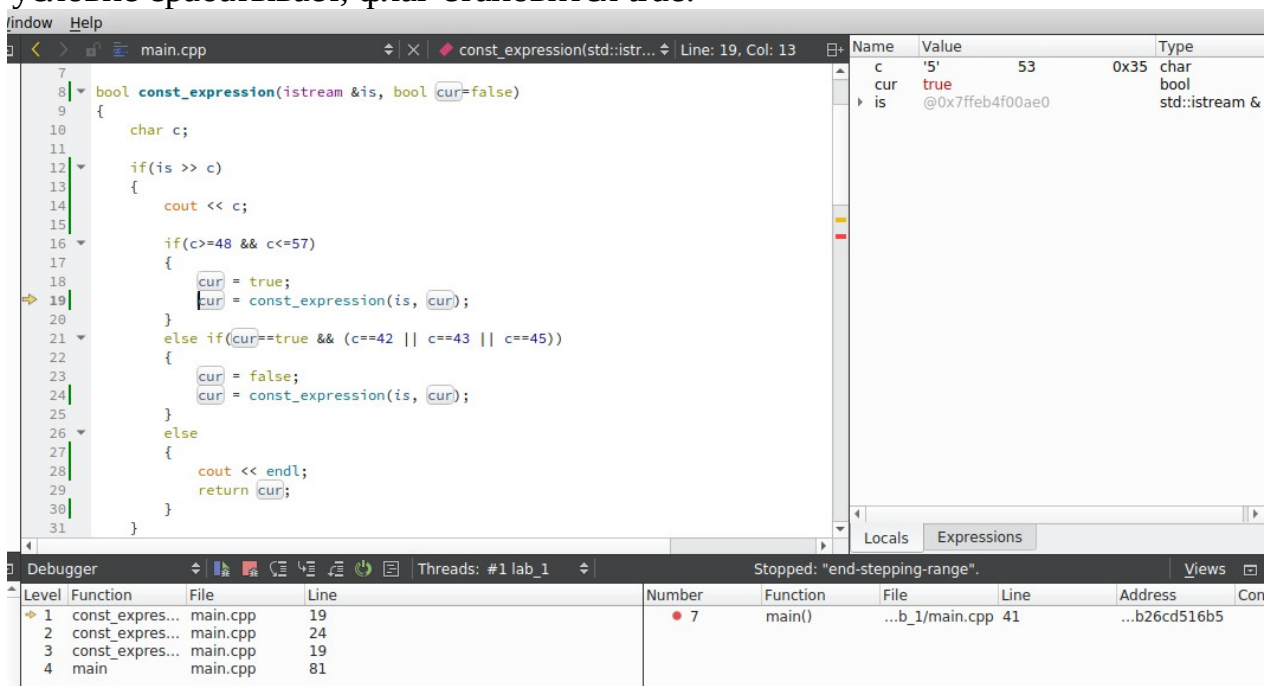


Рисунок 4 — Третий шаг алгоритма

На четвертом шаге в символьную переменную вводится цифра 7, она имеет код ASCII, равный 55, первое условие срабатывает, флаг остается true.

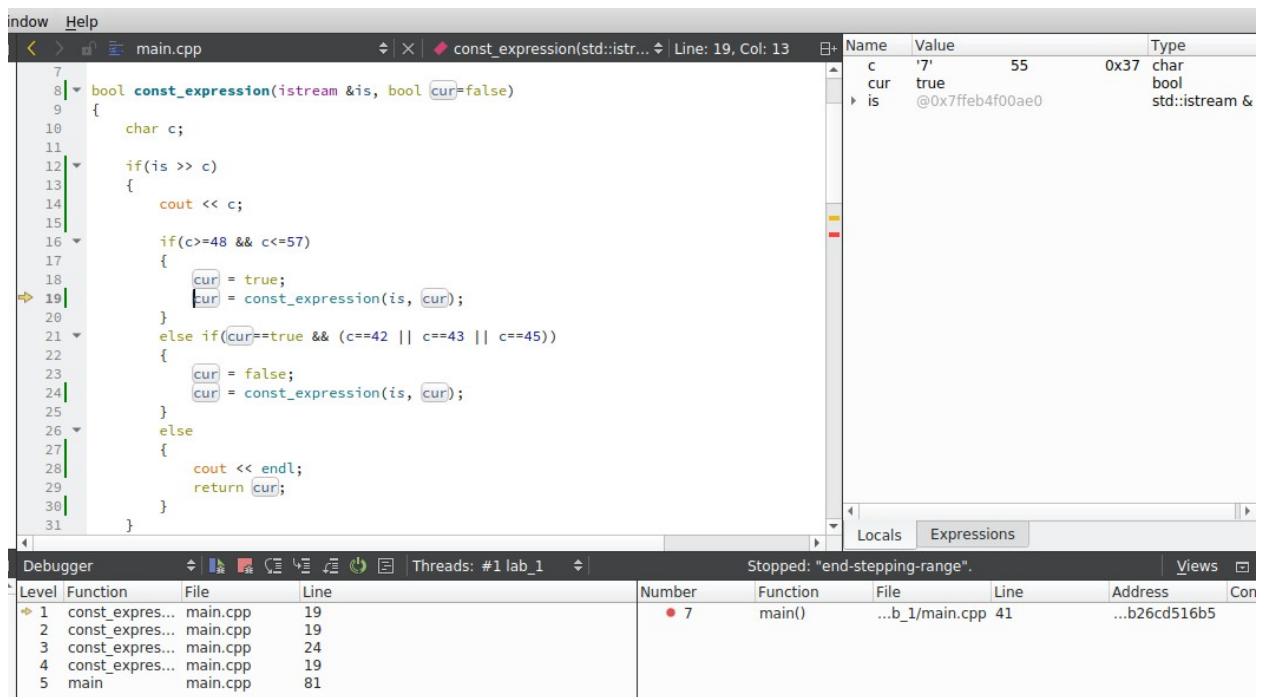


Рисунок 5 — Четвертый шаг алгоритма

На пятом шаге в символьную переменную ничего не заносится, так как входной поток пуст, все условия пропускаются, функция доходит до терминального условия, возвращает значение флага — `true`.

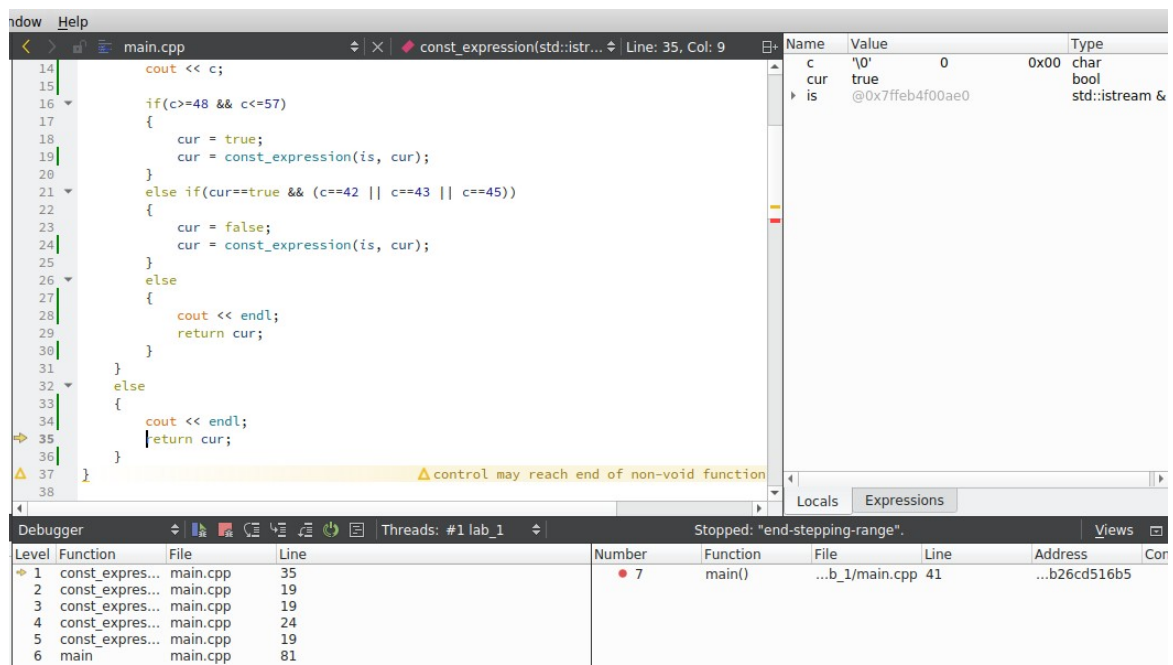
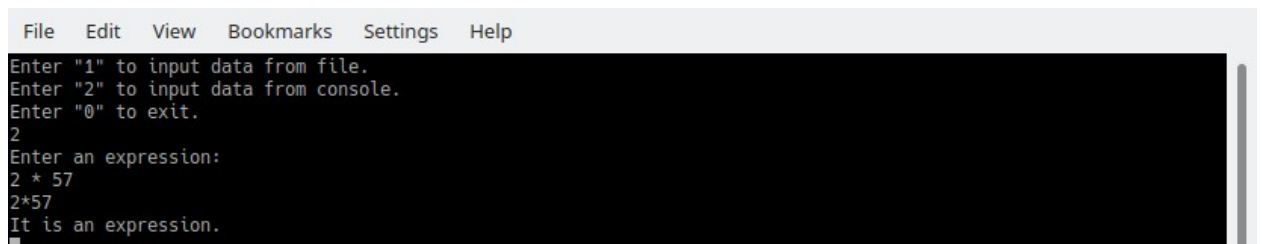


Рисунок 6 — Пятый шаг алгоритма



```
File Edit View Bookmarks Settings Help
Enter "1" to input data from file.
Enter "2" to input data from console.
Enter "0" to exit.
2
Enter an expression:
2 * 57
2*57
It is an expression.
```

Рисунок 7 — Результат работы алгоритма

4. ТЕСТИРОВАНИЕ ПРОГРАММЫ.

4.1. ПРОЦЕСС ТЕСТИРОВАНИЯ:

Программа собрана в операционной системе Kubuntu 18.02, с использованием компилятора G++. В других ОС и компиляторах тестирование не проводилось.

4.2. РЕЗУЛЬТАТЫ ТЕСТИРОВАНИЯ:

Тестовые случаи представлены в Приложении.

По результатам тестирования было показано, что поставленная задача была выполнена.

5. ВЫВОДЫ.

В ходе лабораторной работы были получены навыки работы с рекурсивными функциями. Рекурсивные функции позволяют упростить написание и повысить читабельность кода, рекурсия удобна в использовании при работе с повторяющимися типами данных.

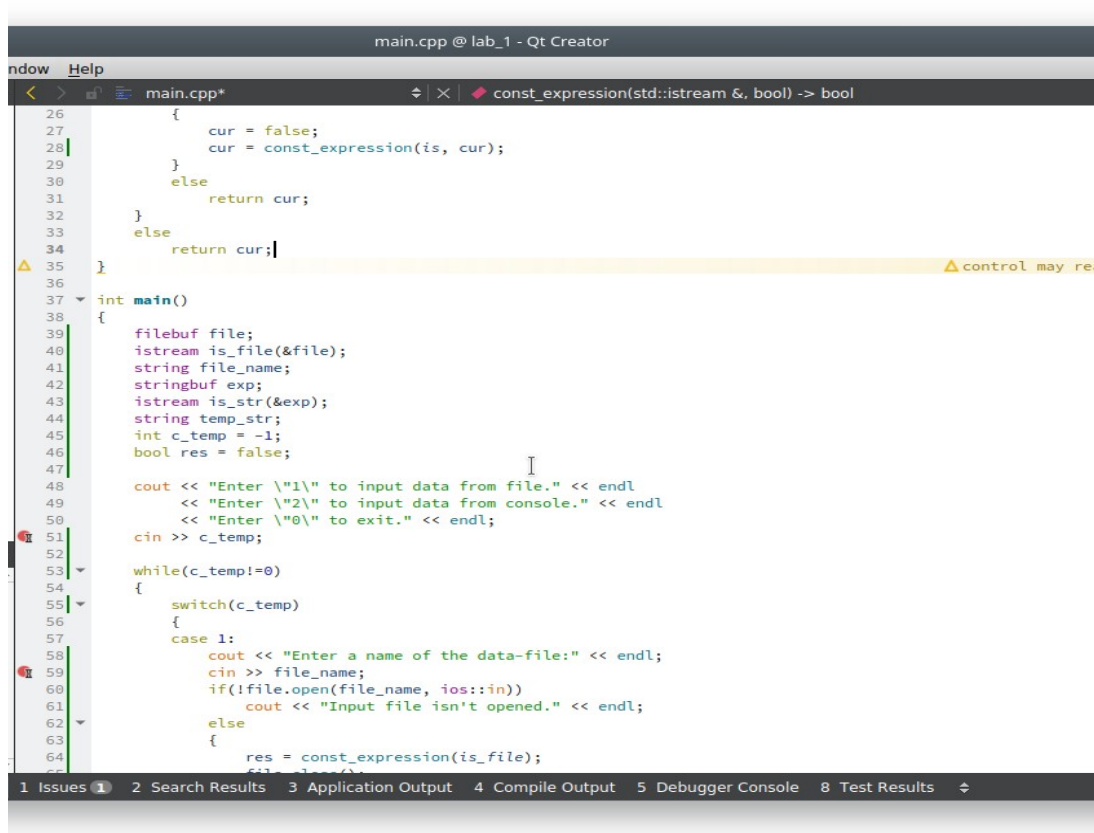
6. ПРИЛОЖЕНИЕ.

6.1. ТЕСТОВЫЕ СЛУЧАИ.

Входные данные	Вывод	Верно?
2 * 57	It is an expression.	да
+ 5546	It isn't an expression.	да
1561	It is an expression.	да
2525 *	It isn't an expression.	да
-	It isn't an expression.	да
few	It isn't an expression.	да

Изменения кода:

При реализации меню возникла следующая ошибка — после успешного завершения алгоритма и выбора ввода новых данных программа перестала правильно считывать входные данные. Ниже представлены скриншоты, демонстрирующие исходный код и метод решения:



```
main.cpp @ lab_1 - Qt Creator
ndow Help
main.cpp*
const_expression(std::istream &, bool) -> bool
26
27 {
28     cur = false;
29     cur = const_expression(is, cur);
30 }
31 else
32     return cur;
33 }
34 else
35     return cur;
36 }
37
38 int main()
39 {
40     filebuf file;
41     istream is_file(&file);
42     string file_name;
43     stringbuf exp;
44     istream is_str(&exp);
45     string temp_str;
46     int c_temp = -1;
47     bool res = false;
48
49     cout << "Enter \"1\" to input data from file." << endl;
50     cout << "Enter \"2\" to input data from console." << endl;
51     cout << "Enter \"0\" to exit." << endl;
52     cin >> c_temp;
53
54     while(c_temp != 0)
55     {
56         switch(c_temp)
57         {
58             case 1:
59                 cout << "Enter a name of the data-file:" << endl;
60                 cin >> file_name;
61                 if(!file.open(file_name, ios::in))
62                     cout << "Input file isn't opened." << endl;
63                 else
64                 {
65                     res = const_expression(is_file);
66                     // ...
67                 }
68             case 2:
69                 // ...
70             case 0:
71                 // ...
72         }
73     }
74 }
```

Рисунок 8 — Часть исходного кода до решения ошибки

```
File Edit View Bookmarks Settings Help
Enter "1" to input data from file.
Enter "2" to input data from console.
Enter "0" to exit.
1
Enter a name of the data-file:
input.txt
222It is an expression.
Enter "1" to read from file, "2" to read from console or "0" to exit.
1
Enter a name of the data-file:
input.txt
It isn't an expression.
Enter "1" to read from file, "2" to read from console or "0" to exit.
```

Рисунок 9 — Результат работы программы после решения ошибки

```
Window Help
main.cpp
main() -> int
42 string temp_str;
43 int c_temp = -1;
44 bool res = false;
45
46 cout << "Enter \"1\" to input data from file." << endl
47 << "Enter \"2\" to input data from console." << endl
48 << "Enter \"0\" to exit." << endl;
49 cin >> c_temp;
50
51 while(c_temp!=0)
52 {
53     switch(c_temp)
54     {
55     case 1:
56         cout << "Enter a name of the data-file:" << endl;
57         cin >> file_name;
58         if(!file.open(file_name, ios::in))
59             cout << "Input file isn't opened." << endl;
60         else
61         {
62             istream is_file(&file);
63             res = const_expression(is_file);
64             file.close();
65             c_temp = 3;
66         }
67         break;
68     case 2:
69         cout << "Enter an expression:" << endl;
70         getline(cin, temp_str);
71         if(temp_str != "\\0")
72         {
73             istream is_str(&exp);
74             exp.str(temp_str);
75             res = const_expression(is_str);
76             c_temp = 3;
77         }
78         break;
79     case 0:
80         break;
81     }
```

Рисунок 10 — Часть исходного кода после решения ошибки

Также возникла ошибка — при выборе пункта меню ввода с консоли первый пробег по циклу завершался, данные не считывались. Исходный код и метод решения представлены ниже:

```
File Edit View Bookmarks Settings Help
Enter "1" to input data from file.
Enter "2" to input data from console.
Enter "0" to exit.
2
Enter an expression:
Enter an expression:
2
It is an expression.
Enter "1" to read from file, "2" to read from console or "0" to exit.
```

Рисунок 11 — Результат работы программы до решения ошибки

```
indow Help
main.cpp main() -> int Line: 48, Col: 5
31 }
32 else
33 return cur;
34 }
35
36 int main()
37 {
38     filebuf file;
39     string file_name;
40     stringbuf exp;
41     string temp_str;
42     int c_temp = -1;
43     bool res = false;
44
45     cout << "Enter \"1\" to input data from file." << endl
46          << "Enter \"2\" to input data from console." << endl
47          << "Enter \"0\" to exit." << endl;
48     cin >> c_temp;
49     cin.ignore();
50
51     while(c_temp!=0)
52     {
53         switch(c_temp)
54         {
55             case 1:
56                 cout << "Enter a name of the data-file:" << endl;
57                 cin >> file_name;
58                 cin.sync();
59                 if(!file.open(file_name, ios::in))
60                     cout << "Input file isn't opened." << endl;
61                 else
62                 {
63                     istream is_file(&file);
64                     res = const_expression(is_file);
65                     file.close();
66                     c_temp = 3;
67                 }
68             break;
69         }
70     }
71 }
```

Рисунок 12 — Часть исходного кода после решения ошибки

После очередного тестирования обнаружилась еще одна ошибка алгоритма. Выражение, к примеру, «6545у» считалось правильным, хотя это, очевидно, не так.

```
build-lab_1-Desktop-Debug : lab_1 — Konsole
Файл  Правка  Вид  Закладки  Настройка  Справка
Do you want to enable algorithm visualization? [Y/N]
T
Wrong answer. Type 'Y' or 'N'.
Do you want to enable algorithm visualization? [Y/N]
N
Enter "1" to input data from file.
Enter "2" to input data from console.
Enter "0" to exit.
2
Enter an expression:
6545y
6545y
Result: It is an expression.
Enter "1" to read from file, "2" to read from console or "0" to exit.
```

Рисунок 13 — Результат работы программы до решения ошибки

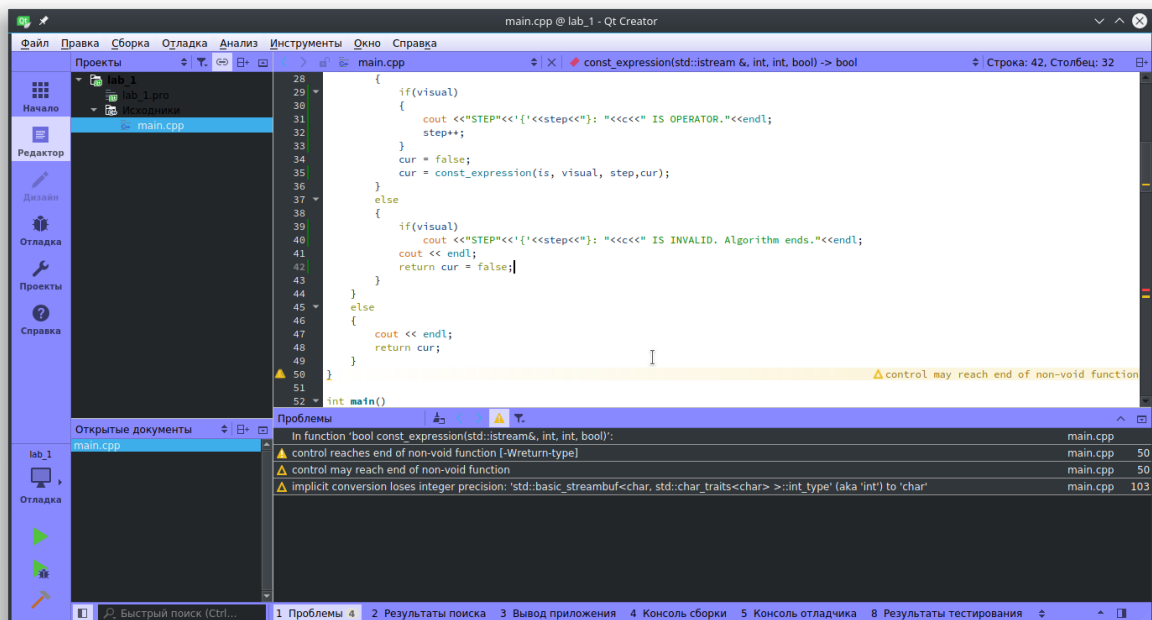


Рисунок 14 — Часть исходного кода после решения ошибки

6.2. КОД ПРОГРАММЫ.

1. Код **main.cpp**:

```
#include <iostream>
#include <fstream>
#include <sstream>
#include "function.hpp"

using namespace std;

int main()
{
    filebuf file;
    string file_name;
    stringbuf exp;
    string temp_str;
    int c_temp = -1;
    bool res = false;
    int visual = 0;
    char vis_ch;

    while(c_temp!=0)
    {
        cout << "Do you want to enable algorithm visualization? [Y/N]" <<
endl;
        cin >> vis_ch;
        cin.ignore();
        if(vis_ch == 'Y' || vis_ch == 'N')
        {
            c_temp = 0;
            if(vis_ch == 'Y')
                visual = 1;
            else
                visual = 0;
        }
        else
            cout << "Wrong answer. Type 'Y' or 'N'." << endl;
    }

    cout << "Enter \"1\" to input data from file." << endl
        << "Enter \"2\" to input data from console." << endl
        << "Enter \"0\" to exit." << endl;
    cin >> c_temp;
    if(c_temp == 3)
        c_temp = -1;
    cin.ignore(); //Игнорим символ переноса каретки

    while(c_temp!=0)
    {
        switch(c_temp)
        {
            case 1: //Кейс считывания с файла
                cout << "Enter a name of the data-file:" << endl;
                cin >> file_name;
                if(!file.open(file_name, ios::in))
                    cout << "Input file isn't opened." << endl;
                else
                {
                    istream is_file(&file); //Объявляем входной поток,
инициализируем адресом файл-буфера
```

```

        streamsize size = file.in_avail();
        streamsize c_size = 0;
        for(c_size=0; c_size<size - 1; c_size++)
            temp_str += file.sgetc();
        cout << "File contains: " << temp_str << endl;;
        temp_str = '\0';
        res = const_expression(is_file, visual);
        file.close();
        c_temp = 3;
    }

    break;
case 2: //Кейс считывания с консоли
    cout << "Enter an expression:" << endl;
    getline(cin, temp_str);
    if(temp_str != "\0")
    {
        istream is_str(&exp); //Объявляем входной поток,
        инициализируем адресом строки-буфера
        exp.str(temp_str); //Помещаем в строку-буфер считанную строку
        с входного потока
        res = const_expression(is_str, visual);
        temp_str = '\0';
        c_temp = 3;
    }
    break;
case 0: //Кейс выхода
    break;
case 3: //Кейс проверки
    cout << "Result: ";
    if(res)
        cout << "It is an expression." << endl;
    else
        cout << "It isn't an expression." << endl;

    c_temp = -1;
    break;
default: //Кейс других входных данных
    cout << "Enter \"1\" to read from file, \"2\" to read from
console or \"0\" to exit." << endl;
    cin >> c_temp;
    cin.ignore(); //Игнорим '\n'

    break;
}
}

return 0;
}

```

2. Код **function.cpp**:

```

#include <iostream>
#include "function.hpp"

using namespace std;

bool const_expression(istream &is, int visual, int step, bool cur)
{
    char c;

```

```

if(is >> c)
{
    if(!visual)
        cout << c;

    if(c>=48 && c<=57)
    {
        if(visual)
        {
            cout <<"STEP"<<'{'<<step<<"}: "<<c<<" IS DIGIT."<<endl;
            step++;
        }
        cur = true;
        cur = const_expression(is, visual, step, cur);
    }
    else if(cur==true && (c==42 || c==43 || c==45))
    {
        if(visual)
        {
            cout <<"STEP"<<'{'<<step<<"}: "<<c<<" IS OPERATOR."<<endl;
            step++;
        }
        cur = false;
        cur = const_expression(is, visual, step, cur);
    }
    else if(visual && cur==false)
    {
        cout <<"STEP"<<'{'<<step<<"}: "<<c<<" IS ODD OPERATOR OR INVALID
TOKEN. Algorithm ends."<<endl;
        cout << endl;
        return cur = false;
    }
    else
    {
        if(visual)
            cout <<"STEP"<<'{'<<step<<"}: "<<c<<" IS INVALID TOKEN.
Algorithm ends."<<endl;
        cout << endl;
        return cur = false;
    }
}
else
{
    if(visual && cur==false)
    {
        cout <<"STEP"<<'{'<<step<<"}: "<<c<<" MISSING DIGIT. Algorithm
ends."<<endl;
        cout << endl;
        return cur = false;
    }
    cout << endl;
    return cur;
}
}

```

3. Код **function.h**:

```

#pragma once
#include <iostream>
using namespace std;
bool const_expression(istream &is, int visual, int step=1, bool cur=false);

```

4. Код **Makefile**:

```
all: main.o function.o
    g++ main.o function.o -o start
main.o: main.cpp function.hpp
    g++ -c main.cpp
function.o: function.cpp function.hpp
    g++ -c function.cpp
clean:
    rm *.o start
```