
Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное образовательное учреждение
высшего образования
«Национальный исследовательский университет «МЭИ»
Институт ИВТ Кафедра ПМИИ

# Грамматический разбор методом рекурсивного спуска

**Отчет подгтовил:** Желтиков Александр Алексеевич
**Дата:** 2 сентября 2022 г.

# Введение.

***Задание.*** Разработать алгоритм и реализовать программу для грамматического анализа методом рекурсивного спуска.

***Часть 1.*** Необходимо описать правила языка в форме БНФ. По данным правилам описать грамматику языка. Разработанную грамматику преобразовать к форме автоматной грамматики. Результаты показать преподавателю.

***Часть 2.*** По заданной грамматике построить ДКА, распознающий грамматику, и только её. Результаты показать преподавателю.

***Часть 3.*** Разработать алгоритм синтаксического анализа методом рекурсивного спуска

# Часть номер один.

**Program, var, begin, end, write, read, if, for, function, вызов функции**

**оператор присваивания,**

**арифметические операции + | - | * | /,**

**арифметические выражения**

**Типы данных: Integer, Boolean**

**Опишем правила языка в форме БНФ для индивидуального варианта.**

<program>::=<program title> ; <Block> .
<program title>::=program <name(identificatory)>
<identificatory>::=<letters> | <identificatory><letters> | <identificatory><numbers>
<letters>::= a | . . . | z | A | . . . | Z
<numbers>::=0 | . . . | 9
<block>::=<description section><description section>
<description section>::=<variables section><procedures and function section>
<variables section>::= var<description var> | <description var> <variables section>;
<procedures and function section>
::= | <descript proc>; | | <description function>;|
<procedures and function section> <description procedure>|
<procedures and function section> <description function>
<variables section>::= var<description var> | <description var> <variables section>;
<description var>::=<identificatory> ; <description var> <identificatory>
<identificatory>::=<letters> | <identificatory><letters> | <identificatory><numbers>
<compound operator>::=begin <list of operators> ; end. | begin end.
<list of operators>::=<operator> | <operator> ; <list of operators> <operator>;
<operator>
<write>::=write ( <list of expressions> ) | write()
<list of expressions>::=<text> | <expressions>
<text>::=<letters> | <text> <letters>
<expression>::=<Arithmetic expressions>

<read>::=read (<id>) | read ()
<id>::=<identificatory> | <id> <identificatory>
<conditional operator>
::=if <logical expression> then <operator>|
if <logical expression> then <operator> else <operator>
<loop operator>
::= for <loop parameter>:= <expression> to <expression> do <operator> |
for <loop parameter>:= <expression> downto <expression> do <operator>
<loop parameter>::=<variable name>
<function>::=<function name> | <function name>(<list of actual parameters>)
begin
<operators and in-block descriptions>
end;
<list of actual parameters>::=<actual parameters> | <list of actual parameters>
<actual parameters>;
<actual parameters>::=<expression> | <variable> | <function name> |
<procedure name>
<function name>( [<list of formal parameters>] ) |
<function name>();
<assignment operator>::= <variable>:=<expression> | <function name>:=<expression>
<Addition operation>::=+ | -
<Multiplication operation>::=* | / | mod | div
<Arithmetic expressions>
::=<summand><Addition operation><summand> |
<Arithmetic expressions> <summand>;
<type>::= <integer> | <boolean>

**Грамматика данного языка:**

G = (T, N, P, S)

*Множество терминальных символов T:*

{

Program, var, begin, end, write, read, if, for, function, downto, to, do , const, then, else, integer, boolean, a, b, c, d, e, f, g, h, i, j, k, l, m, n, o, p, q, r, s, t, u, v, w, x, y, z, A, B, C, D, E, F, G, H, I, J, K, L, M, N, O, P, Q, R, S, T, U, V, W, X, Y, Z, 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, +, -, *, div, :=, =, <=, >=.<, >, or, and, not, “:” , “;” , “.” , “, ” , “(“ , “)”

}

*Множество не терминальных символов N:*

{

<program title> , <identificatory>, <letters>, <numbers>, <block>, <description section>, <variables section>, <procedures and function section>, <variables section>, <description var> <identificatory>, <compound operator> , <list of operators>, <write>, <list of expressions>,<text>, <expression>, <read>, <id>, <conditional operator>, <loop operator>, <loop parameter>, <function>, <list of actual parameters>, <actual parameters>, <function name>, <assignment operator>, <Addition operation>, <Arithmetic expressions> <type>

}

*Правила грамматики P:*

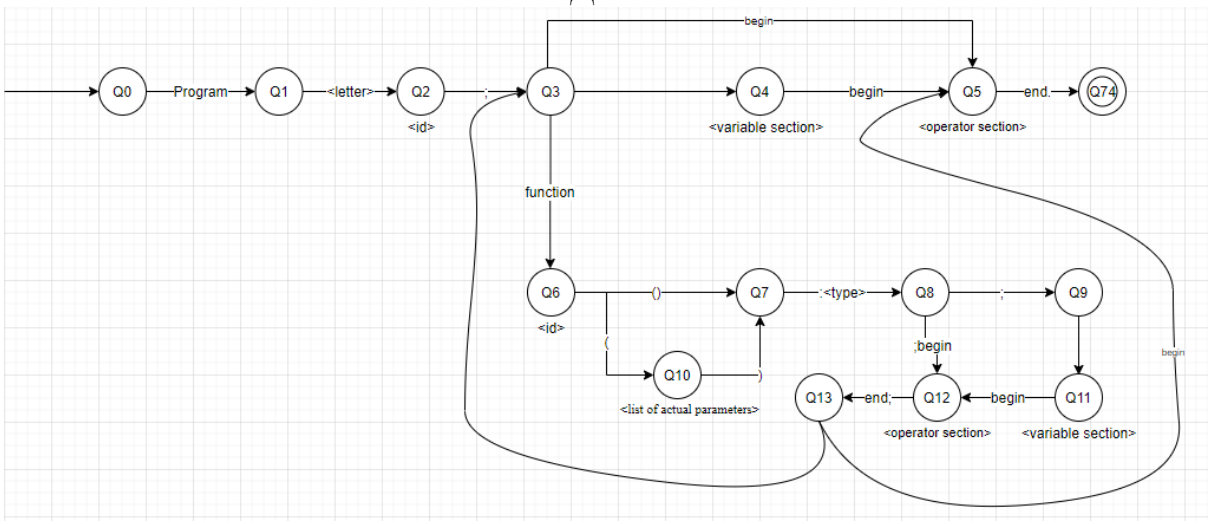
<program>-><program title> ; <Block> .

<program title>->program <name(identificatory)>
<identificatory>-><letters> | <identificatory><letters> | <identificatory><numbers>
<letters>-> a | ... | z | A | ... | Z
<numbers>->0 | ... | 9
<block>-><description section><description section>
<description section>-><variables section><procedures and function section>
<variables section>-> var<description var> | <description var> <variables section>;
<procedures and function section>
-> | <descript proc>; | | <description function>;|
<procedures and function section> <description procedure>|
<procedures and function section> <description function>
<variables section>-> var<description var> | <description var> <variables section>;
<description var>-><identificatory> ; <description var> <identificatory>
<identificatory>-><letters> | <identificatory><letters> | <identificatory><numbers>
<compound operator>->begin <list of operators> ; end. | begin end.
<list of operators>-><operator> | <operator> ; <list of operators> <operator>;
<operator>
<write>->write ( <list of expressions> ) | write()
<list of expressions>-><text> | <expressions>
<text>-><letters> | <text> <letters>
<expression>-><Arithmetic expressions>
<read>->read (<id>) | read ()
<id>-><identificatory> | <id> <identificatory>
<conditional operator>
->if <logical expression> then <operator>|
if <logical expression> then <operator> else <operator>
<loop operator>
-> for <loop parameter>:= <expression> to <expression> do <operator> |
for <loop parameter>:= <expression> downto <expression> do <operator>
<loop parameter>-><variable name>
<function>-><function name> | <function name>(<list of actual parameters>)
begin
<operators and in-block descriptions>
end;
<list of actual parameters>-><actual parameters> | <list of actual parameters>
<actual parameters>;
<actual parameters>-><expression> | <variable> | <function name> |
<procedure name>
<function name>( [<list of formal parameters>] ) |
<function name>();
<assignment operator>-> <variable>:=<expression> | <function name>:=<expression>
<Addition operation>->+ | -
<Multiplication operation>->* | / | mod | div
<Arithmetic expressions>
-><summand><Addition operation><summand> |
<Arithmetic expressions> <summand>;
<type>-> <integer> | <boolean>

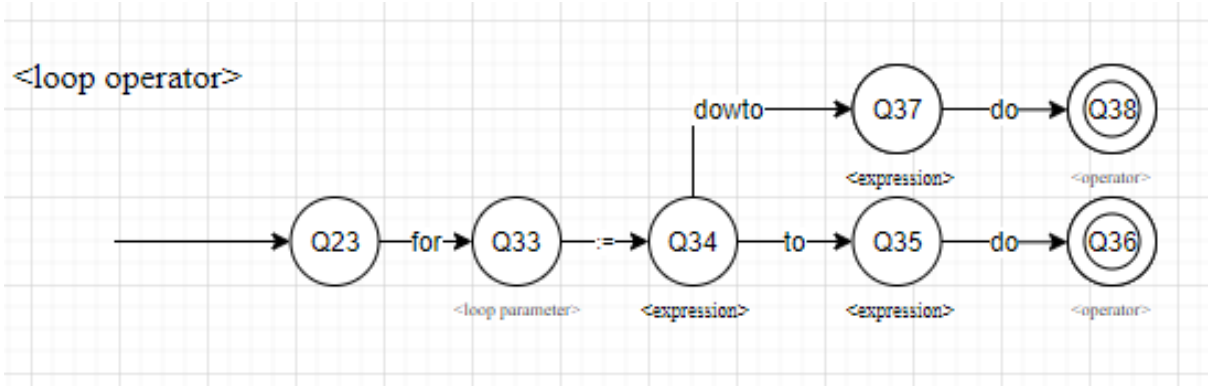
*Аксиома S:* <program>

# Часть номер два.

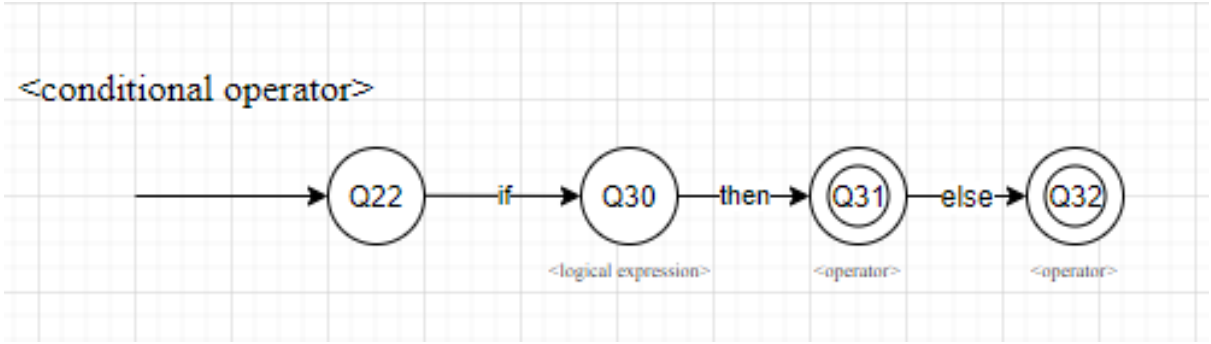
ДКА



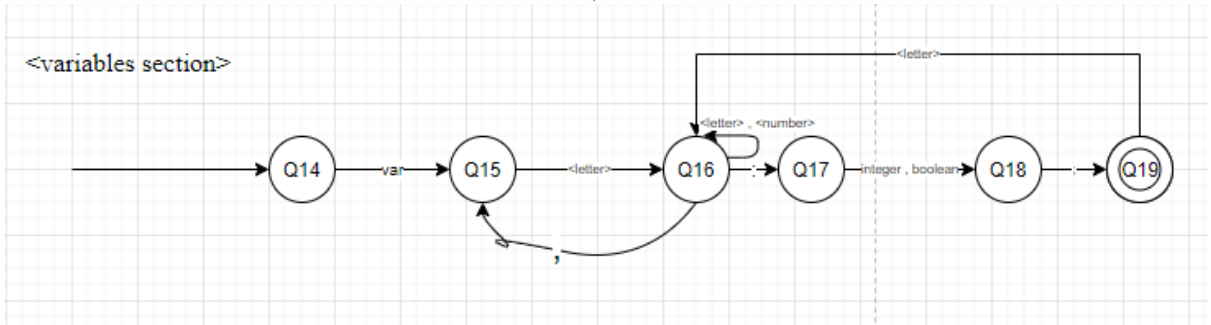

Оператор for



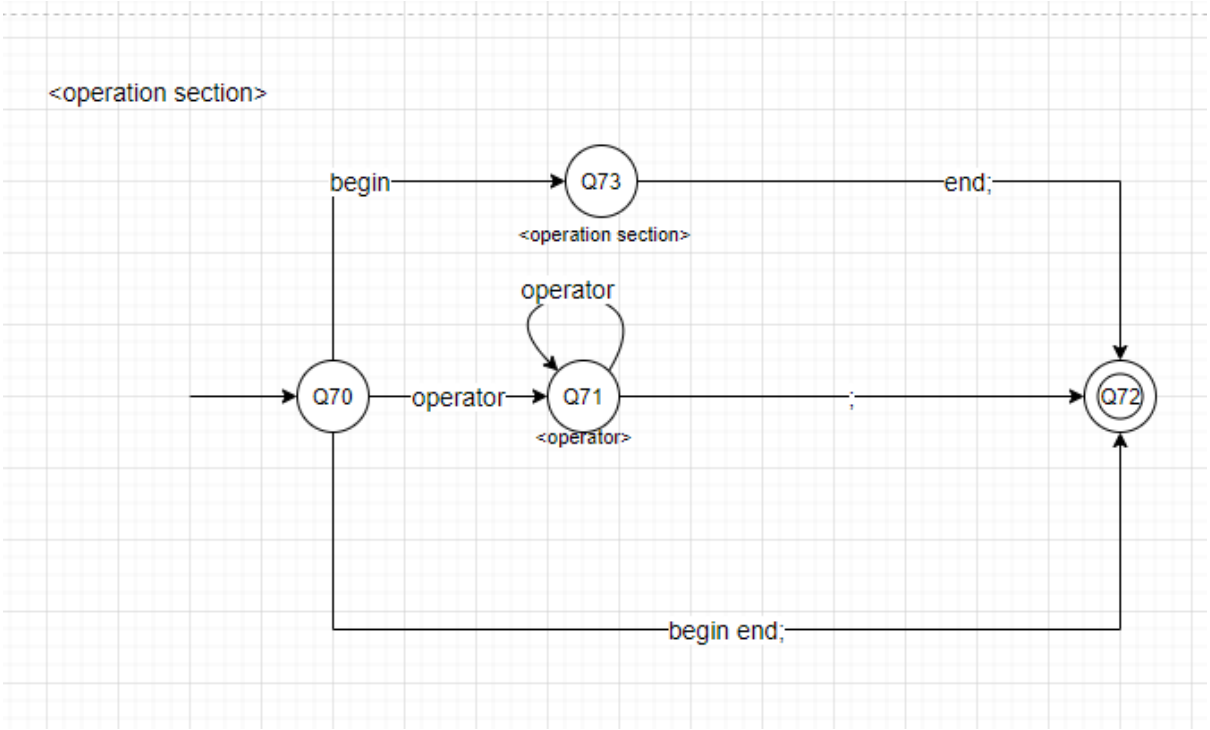

Оператор if



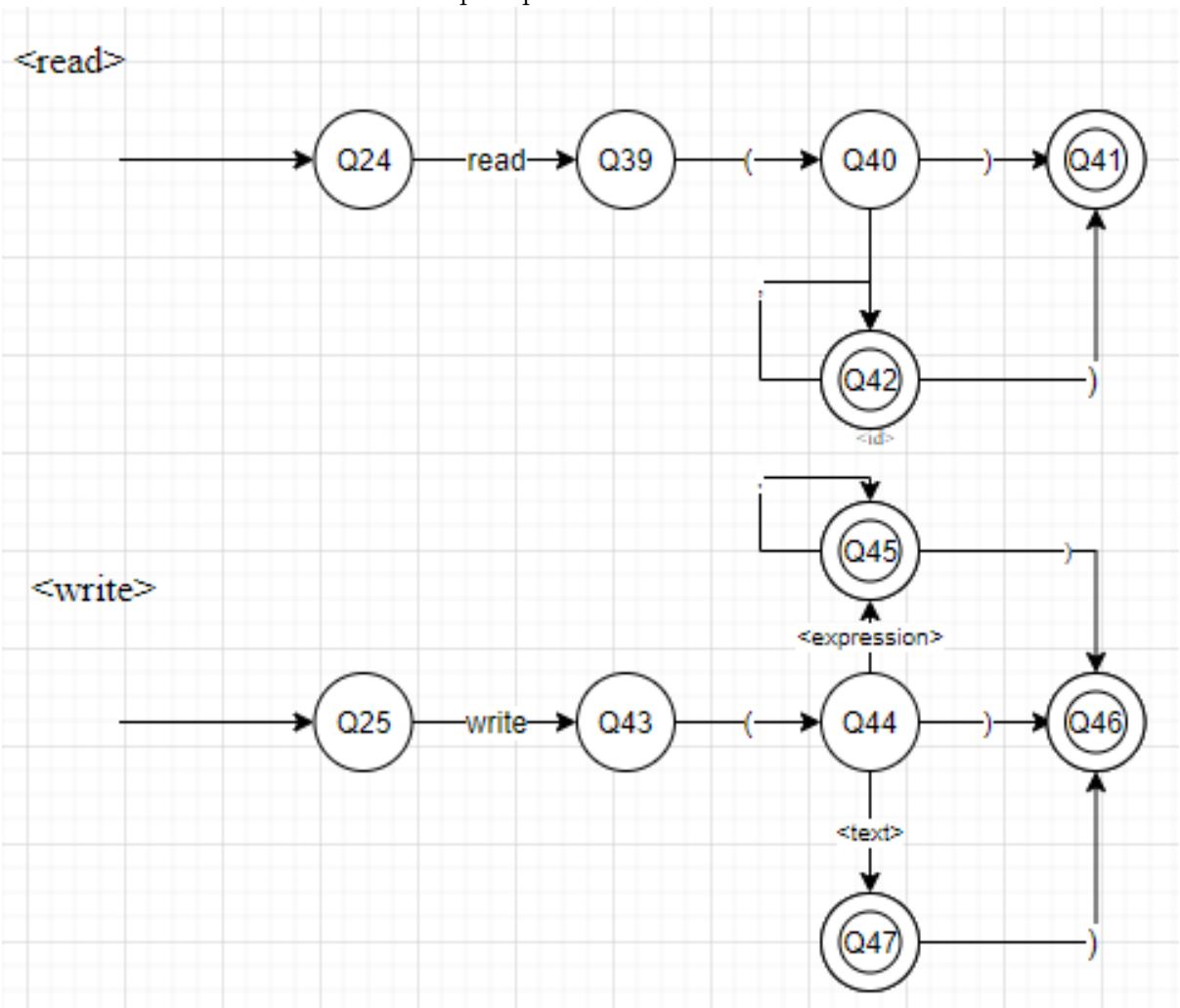

Секция Var



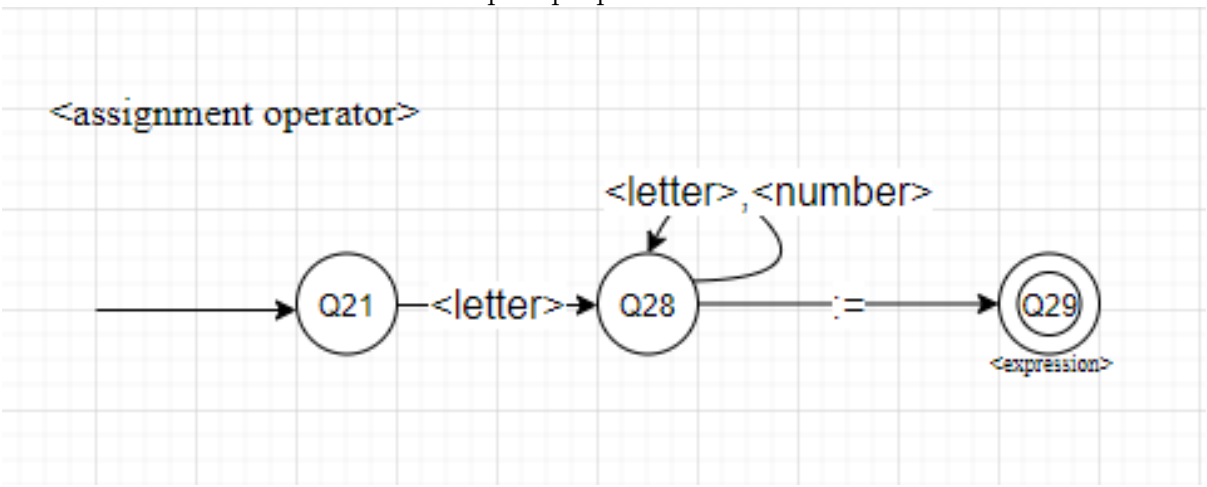
Секция операторов



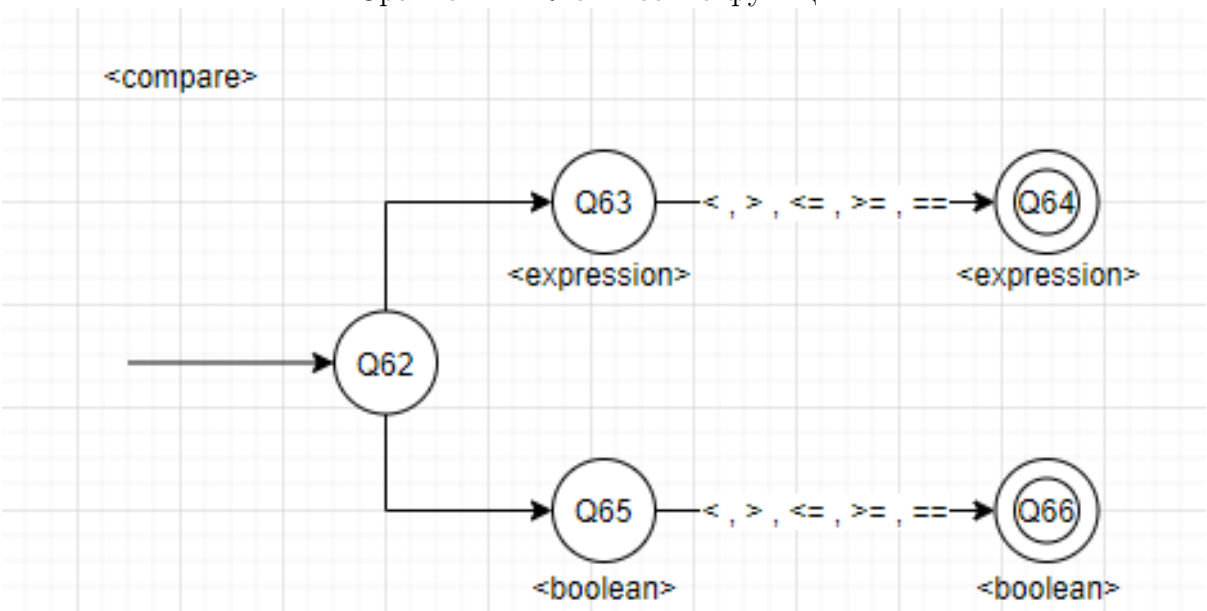

Оператор записи и чтения

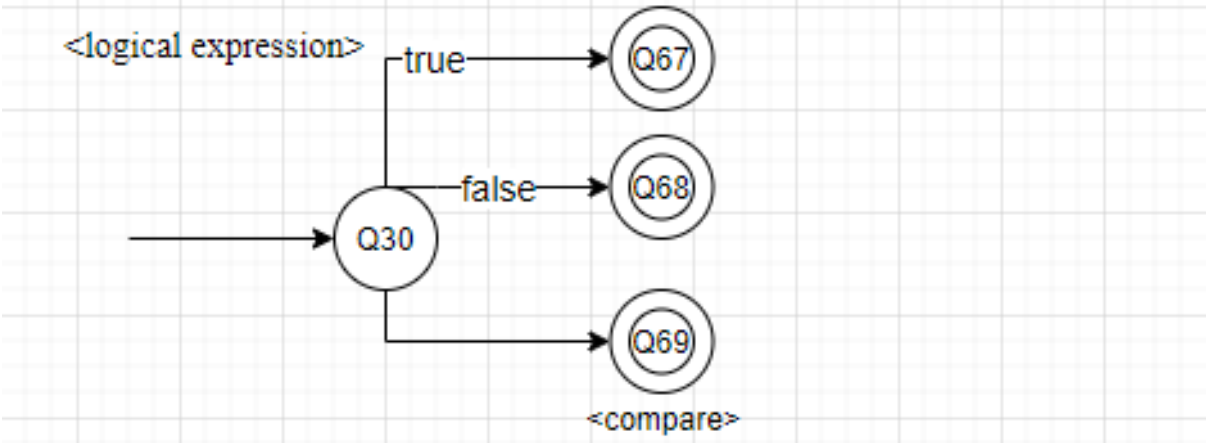


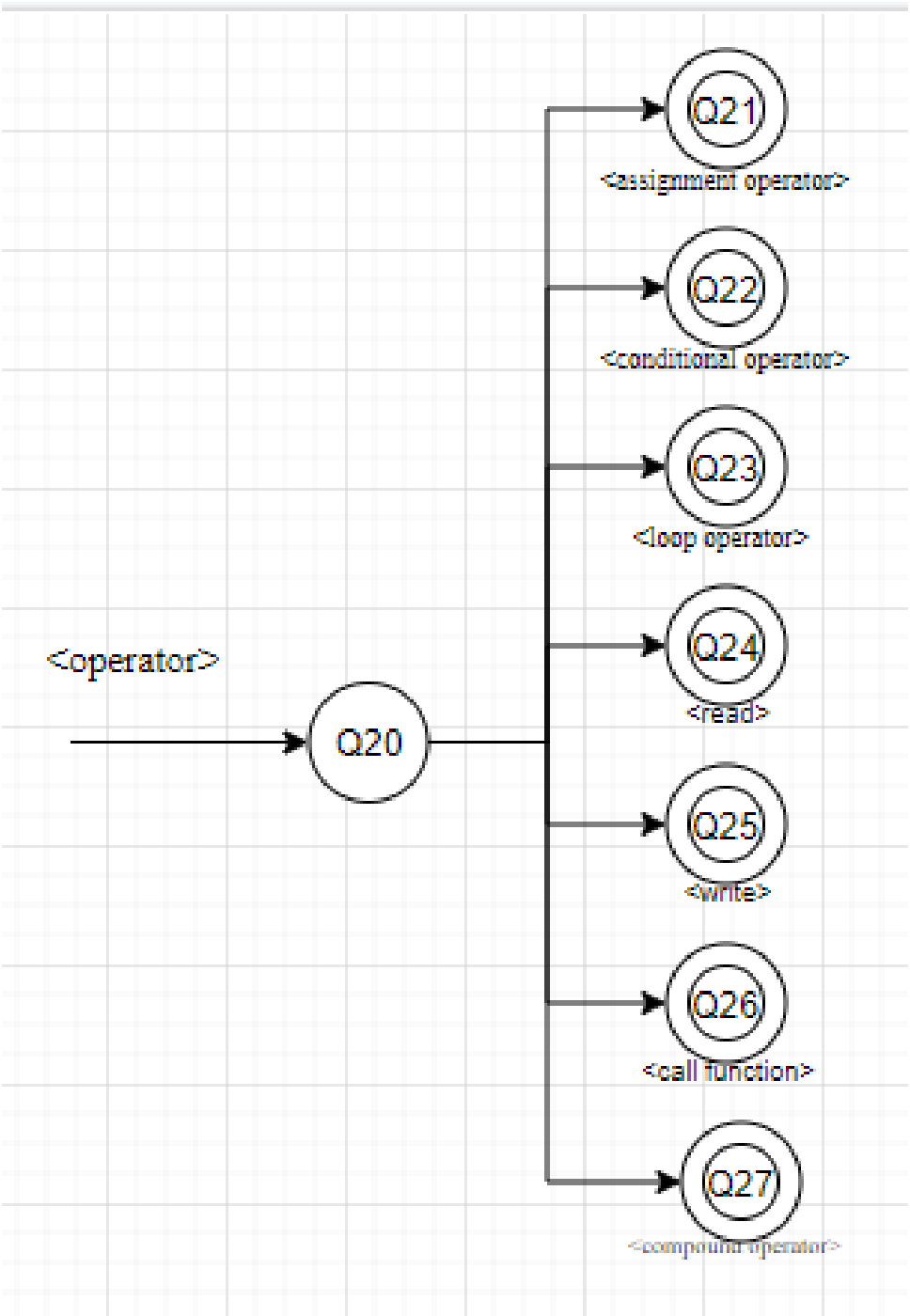
Оператор присваивания




Сравнения и Логические функции

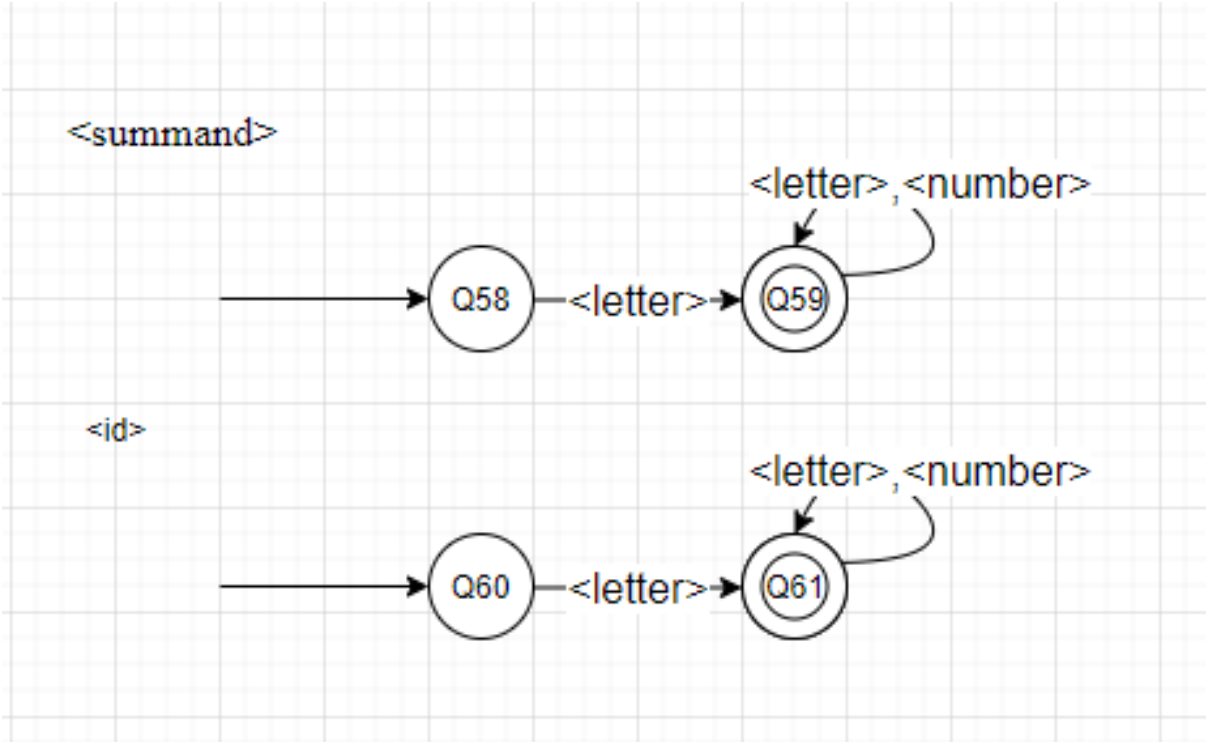


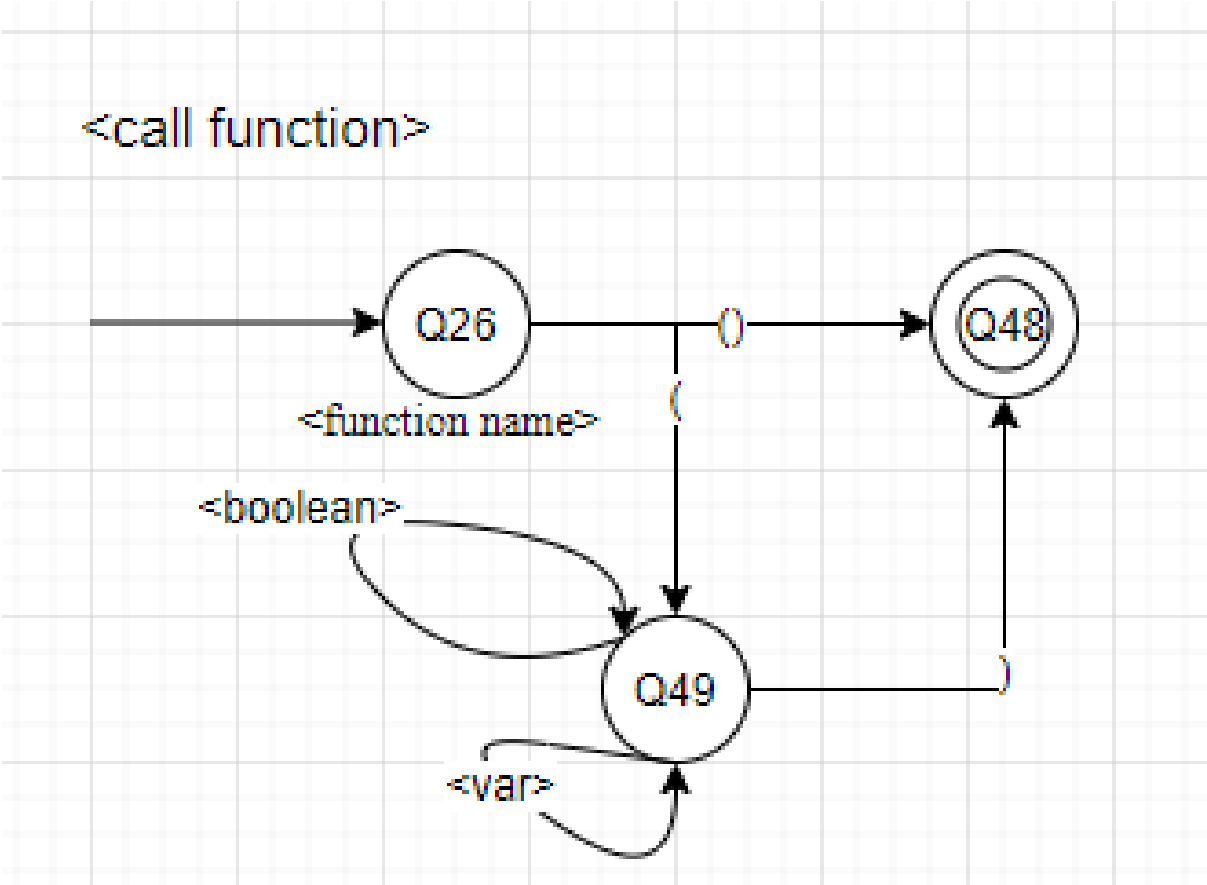



Операторы

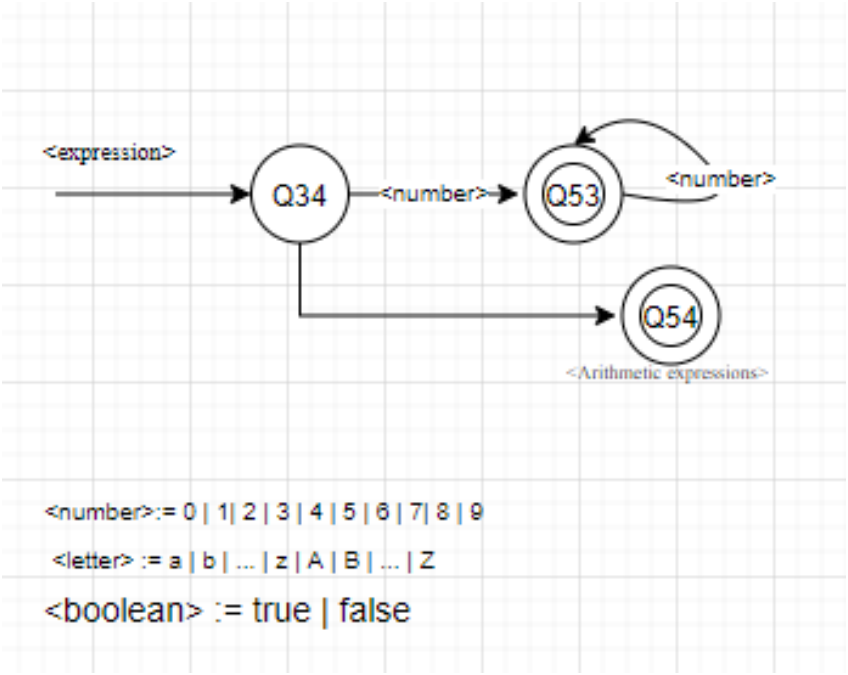
Обозначения переменных




Вызов функции




Константы и выражения




# Часть номер три.

Данный алгоритм имеет скорость O(n), тоесть линейную, где n - количество слов в исходной строке (или в исходном коде языка Паскаль). Работает алгоритм достаточно просто, мы токинезируем (разбиваем на ключевые слова) наш код и идем слева на право (методом рекурсивного спуска). При достижении определенных токенов, вызываются определенные функции.

**Тестирование программы:**

Тест номер 1 – Ожидаемый результат:

```
program abc;
var x,y,m,n:integer;
function MN(a,b:integer):integer;
   var max:integer;
begin
   if -2*a+b > b+a then if max = -a then a:= f else max := b else max := a;
   MaxNumber:=max;
end;
begin
   for i := 1 to 10 do
   i := 1+2*3;
   count:=MN(a,b);
   write(input x,y);
   read(x,y);
   write(m,n);
end.

########################################################################

Начинаем проверку языка на корректность
Данный язык соответсвует языку паскаль!
```

Тест номер 2 – Ожидаемый результат:

```
program abc;
begin
end.

#############################################################################

Начинаем проверку языка на корректность
Данный язык соответсвует языку паскаль!
```

Тест номер 3 – Ожидаемый результат:

```
program abc
var x,y,m,n integer;
function MN(a,b:integer):integer;
   var max:integer;
begin
   if a+b > b ++ a then then max := a else max := b;
   MaxNumber:=max;
end;
begin
   for i := 1 to 10 do
   i := 1+2*3;
   write(input x,y);
   read(x,y);
   write(m,n);
end.



#############################################################################

Начинаем проверку языка на корректность
Ошибка находится в , Line ---> 1
```

Тест номер 4 – Ожидаемый результат:

```
program abc;
var x,y,m,n integer;
function MN(a,b:integer):integer;
   var max:integer;
begin
   if a+b > b ++ a then then max := a else max := b;
   MaxNumber:=max;
end;
begin
   for i := 1 to 10 do
   i := 1+2*3;
   write(input x,y);
   read(x,y);
   write(m,n);
end.
```

```
################################################################################

Начинаем проверку языка на корректность
Ошибка находится в , Line ---> 2
```

Тест номер 5 – Ожидаемый результат:

```
program abc;
var x,y,m,n integer;
function MN(a,b:integer):integer;
   var max:integer;
begin
   if a+b > b+a then then max := a else max := b;
   MaxNumber:=max;
end;
begin
   for i := 1 to 10 do
   i := 1+2*3;
   write(input x,y);
   read(x,y);
   write(m,n);
end.
```

```
################################################################################

Начинаем проверку языка на корректность
Ошибка находится в , Line ---> 6
```

**Код программы:**

```
#include <iostream>
#include <string>
#include <fstream>
#include <vector>

using namespace std;

int beginCount = 0; // Счётчик Begin-End
int countError = 0; // Счётчик ошибок
int countLine = 1; // Счётчик строк
bool flag = true;
int i = 0;
int check = 0;
vector<string> ourPascalLine;

void id(const string& s);
void ProgramBegin(const string& s);
void next(const string& s);
void Operator(const string& s);
void letter(const string& s);
void letterCheck(const string& s);
void conditionalOper(const string& s);
void createFunc(const string& s);
```

```
void nums(const string& s);
void loopoperator(const string& s);
void RWout(const string& s);

// Данная функция считывает все строки из файла
//и заполняет одну единую строку для удобства.
//-----------------------------------------------------------------------------------------------
string ReadPascal(){
    ifstream file("/Users/pika4picha/Desktop/LabPart3/example1.txt");

    string x, line;

    if (file.is_open()){
        while(getline(file, x)){
            line += x + " ";
        }
        file.close();
    }
    else return "Can't file in our directory!";
    return line;
}
//-----------------------------------------------------------------------------------------------

//Данная функция переводит строку в вектор, тоесть полностью её разделяет.
//-----------------------------------------------------------------------------------------------
vector<string> splitLine(const string& line){
    vector<string> s;
    string foo;
    for(char ch : line){
        if(ch == ' '){
            if (foo != "") s.push_back(foo);
            foo = "";
            }
            else if(ch == ';')
            {
                if (foo != "") s.push_back(foo);
                foo = "";
                s.emplace_back(";");
            }
                else if(ch == ':')
                 {
                    if (foo != "") s.push_back(foo);
                    foo = ":";
                 }
                else if(ch == '(')
                {
                    if (foo != "") s.push_back(foo);
                    s.emplace_back("(");
                    foo = "";
                }
                else if(ch == ')')
                {
                    if (foo != "") s.push_back(foo);
                    s.emplace_back(")");
                    foo = "";
                }
                else if(foo == ":="){
                    s.push_back(foo);
```

```
                    foo = ch;
                }
                else foo += ch;
    }
    return s;
}
//-------------------------------------------------------------------------------------------

// Функция для запуска программы.
void ProgramBegin(const string& s){
    id(s);
}

// Функция проверяет совпадения Чисел и знаков.
void nums(const string& s){
    for(auto x : s){
        if(!((x >= 'a' && x <= 'z') || (x >= 'A' && x <= 'Z') ||
        (x >= '0' && x <= '9')
        || x == '+' || x == '-' || x == '/' || x == '*')) countError++;
    }
    if(countError > 0){
        cout << "Ошибка при обозначении программы, начинается
        не с букв , Line " << countLine << "\n";
    }
    i++;
    next(ourPascalLine[i]);
}

// Проверяет названия переменных
void id(const string& s){
    if((s[0] >= 'a' && s[0] <= 'z') || (s[0] >= 'A' && s[0] <= 'Z')){
        for(auto x : s){
            if(!((x >= 'a' && x <= 'z') || (x >= 'A' && x <= 'Z')
            || (x >= '0' && x <= '9') )) countError++;
        }
    } else {
        countError++;
        cout << "Ошибка при обозначении программы, начинается
        не с букв , Line " << countLine << "\n";
    }
    i++;
    next(ourPascalLine[i]);
}

void letter(const string& s){
    if (s != "function"){
    if((s[0] >= 'a' && s[0] <= 'z') || (s[0] >= 'A' && s[0] <= 'Z') || s[0] == '-'){
        for(auto x : s){
            if(!((x >= 97 && x <= 122) || (x >= 65 && x <= 90) ||
            (x >= 48 && x <= 57) || x == ',' ||
                    x == '+' || x == '-' || x == '/' || x == '*')) countError++;
        }
    } else {
        countError++;
        cout << "Ошибка находится в , Line ---> " << countLine << "\n";
    }
    i++;
    next(ourPascalLine[i]);}
```

```
    else next(ourPascalLine[i]);
}

void letterCheck(const string& s){
    if (s == ";") {
        i++;
        countLine++;
        letterCheck(ourPascalLine[i]);
    }else if (s == "begin"){
        i++;
        countLine++;
        beginCount++;
        Operator(ourPascalLine[i]);
    } else {
        letter(ourPascalLine[i]);
    }
}

// Что-то на подобии функции перехода, она помогает нам идти дальше по коду Паскаля.
void next(const string& s){
    if (s == ";"){
        i++;
        countLine++;
        if (beginCount == 0) next(ourPascalLine[i]);
        else Operator(ourPascalLine[i]);
    } else if (s == "begin"){
        i++;
        countLine++;
        beginCount++;
        Operator(ourPascalLine[i]);
    } else if (s == "var"){
        i++;
        letter(ourPascalLine[i]);
    } else if (s == ":integer" || s == ":boolean") {
        if(check == 2) {i++; createFunc(ourPascalLine[i]);}
        else {
            i++;
            letterCheck(ourPascalLine[i]);
        }
    } else if (s == "=" || s == "<=" || s == ">=" || s == "<" || s == ">") {
        i++;
        check = 1;
        conditionalOper(ourPascalLine[i]);
    } else if (s == "function") {
        i++;
        check = 2;
        letter(ourPascalLine[i]);
    } else if (s == "(" && check == 2) {
        i++;
        createFunc(ourPascalLine[i]);
    }
        else if (s == ":=") {
            i++;
            Operator(ourPascalLine[i]);
    } else if (check == 1) {
        check = 0;
        conditionalOper(ourPascalLine[i]);
    } else if (s == "(") {
```

```
        i++;
        letter(ourPascalLine[i]);
    } else if (s == ")") {
        i++;
        next(ourPascalLine[i]);
    }
        else if (s == "+" ||
                  s == "-" || s == "/" || s == "*"){i++; Operator(ourPascalLine[i]);}
        else if (s == "to" || s == "downto") {i++; loopoperator(ourPascalLine[i]);}
        else if (s == "do") {i++; countLine++; Operator(ourPascalLine[i]);}
        else if (s == "else"){i++; Operator(ourPascalLine[i]);}
        else if (check == 4) {
        RWout(ourPascalLine[i]);
    }
    else if (countError == 0)cout << "Ошибка находится
    в , Line ---> " << countLine << "\n";
}

void createFunc(const string& s){
    if (s == ")") {i++; next(ourPascalLine[i]);}
    else if (ourPascalLine[i-1] == "(") letter(s);
    else {check = 0; next(s);}
}

void conditionalOper(const string& s){
    if(s == "then"){i++; countLine++; Operator(ourPascalLine[i]);}
    else {letter(ourPascalLine[i]);};
}

void loopoperator(const string& s){
    if (s[0] >= 48 && s[0] <= 57) {nums(s);}
}

void RWout(const string& s){
    if (s == "(") {i++ ; check = 4; RWout(ourPascalLine[i]);}
    else if (s == ")") {i++; check = 0 ; next(ourPascalLine[i]);}
    else {letter(ourPascalLine[i]);}
}

void Operator(const string& s){
    if (s == "if"){i++; conditionalOper(ourPascalLine[i]);}
    else if (s == "end"){i++;beginCount--; next(ourPascalLine[i]);}
    else if (s == "read" || s == "write") {i++ ; RWout(ourPascalLine[i]);}
    else if (s == ";"){i++; countLine++ ;next(ourPascalLine[i]); }
    else if (s == "for") {i++; Operator(ourPascalLine[i]);}
    else if (s == "begin") {i++; countLine++; beginCount++;
        Operator(ourPascalLine[i]);}
    else if (s == "end." && countError == 0)
        cout << "Данный язык соответсвует языку паскаль!"<< "\n";
    else if ((s[0] >= 97 && s[0] <= 122) || (s[0] >= 65 && s[0] <= 90)) {letter(s);}
    else if ((s[0] >= '0' && s[0] <= '9') || s[0] == '+' || s[0] == '-'
    || s[0] == '/' || s[0] == '*') {nums(s);}
    else next(ourPascalLine[i]);
}
int main() {

    ourPascalLine = splitLine(ReadPascal()); // Здесь происходит некая токинезация.
    // Наш вектор с языком паскаль с помощью него мы проверим правильность языка
```

```
    cout << "Начинаем проверку языка на корректность\n";

//    for(const auto& x : ourPascalLine)   /*   Можно использовать для вывода токенов.
//        cout << x << "\n";                */

    if (ourPascalLine[i] == "program"){
        ++i;
        ProgramBegin(ourPascalLine[i]);
    }
    if (countError != 0) cout << "К сожалению наш код не
    будет распознаваться языком Паскаль...";
    return 0;
}
```