МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ государственное БЮДЖЕТНОЕ

образовательное учреждение

высшего образования

«НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Факультет автоматики и вычислительной техники

Кафедра вычислительной техники



**ОТЧЁТ**

**по лабораторной работе №3**

**«Синтаксис языков программирования. Формальные грамматики»**

по дисциплине: «Теория формальных языков и компиляторов»

Вариант № 144211511, файл Lab3

Выполнил:Проверил:

студент гр. АВТ-918 Малявко А.А.

Ванин Константин «\_\_\_» \_\_\_\_\_\_\_\_\_ 2021 г.

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

(оценка, подпись)

Новосибирск

2022

# Цель работы

Изучить основные понятия метаязыка формальных грамматик, свойств грамматик и нетерминальных символов, рекурсивности и однозначности грамматик, недостижимости, бесплодности, аннулируемости и рекурсивности нетерминальных символов, отношений предшествования и последования между символами. Приобрести навыки разработки формальных грамматик.

# Ход работы

## Результаты разработки фрагмента системы правил языка:

Видимые/редактируемые:

program operator +

operator "put" expr "to" ident ";"

operator "if" "(" expr ")" "then" blockoroperator partnot

operator "exec" blockoroperator "with" ident "from" const "to" const ( "step" const ) ?

expr ( minus ) ? begexpr ( endexpr ) ?

blockoroperator operator | ( "{" operator + "}" )

partnot "not" blockoroperator

partnot ~ "not"

begexpr ident ( "(" expr ")" ) ?

begexpr const

begexpr "(" expr ")"

const constdec | constreal | constexh | constchar

endexpr sign expr

sign oper | minus

ident [a-z] [0-9] {1,4} [a-zA-Z] +

minus [-]

constdec [0-9] +

constreal [0-9] + [.] [0-9] \*

constexh [0-9] + ( [.] [0-9] \* ) ? [e] [-] ? [0-9] +

constchar ["] [] ["]

oper ([-+/\*])|([!=][=])|([<>][=]?)

space [ \n\r\t] + {ignoreLastWord=true;}

comment [%][]\*[\n\r]{ignoreLastWord=true;}

keyword [a-z]+

switchword [:]

## Свойства разработанной для учебного языка грамматики и её символов

Таблица 1 – Отношения предшествования символов грамматики

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 0 | 1 | 2 | 3 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 | 32 | 33 | 34 | 35 | 36 | 37 |
| program | Ns | -1 | 0 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | \* |  | \* |  | \* |  |  |  |  |  |  |
| program!0 | N | -2 | 1 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | \* |  | \* |  | \* |  |  |  |  |  |  |
| program!1 | Nar | -3 | 2 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | \* |  | \* |  | \* |  |  |  |  |  |  |
| expr | Nri | -4 | 3 | \* | \* | \* | \* | \* | \* |  | \* |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| blockoroperator | Nr | -5 | 4 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | \* |  | \* |  | \* |  |  |  |  | \* |  |
| partnot | Nari | -6 | 5 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | \* |  |  |  |  |  |  |  |
| const | N | -7 | 6 |  | \* | \* | \* | \* |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| operator!0 | Na | -8 | 7 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | \* |  |  |  |  |  |
| expr!0 | Na | -9 | 8 |  |  |  |  |  | \* |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| begexpr | Nci | -10 | 9 | \* | \* | \* | \* | \* |  |  | \* |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| expr!1 | Nari | -11 | 10 |  |  |  |  |  | \* | \* |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| begexpr!0 | Naci | -12 | 11 |  |  |  |  |  |  |  | \* |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| endexpr | Nri | -13 | 12 |  |  |  |  |  | \* | \* |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| blockoroperator!1 | Nci | -14 | 13 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | \* |  | \* |  | \* |  |  |  |  |  |  |
| blockoroperator!2 | Nar | -15 | 14 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | \* |  | \* |  | \* |  |  |  |  |  |  |
| sign | N | -16 | 15 |  |  |  |  |  | \* | \* |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| EOF |  | 0 | 16 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| ident | T | 1 | 17 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| constdec | T | 2 | 18 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| constreal | T | 3 | 19 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| constexh | T | 4 | 20 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| constchar | T | 5 | 21 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| minus | T | 6 | 22 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| oper | T | 7 | 23 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| "(" | W | 8 | 24 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| ")" | W | 9 | 25 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| ";" | W | 10 | 26 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| "exec" | W | 11 | 27 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| "from" | W | 12 | 28 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| "if" | W | 13 | 29 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| "not" | W | 14 | 30 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| "put" | W | 15 | 31 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| "step" | W | 16 | 32 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| "then" | W | 17 | 33 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| "to" | W | 18 | 34 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| "with" | W | 19 | 35 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| "{" | W | 20 | 36 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| "}" | W | 21 | 37 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| *<eps>* | | 39 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

Таблица 2 – Отношения последования символов грамматики. Фрагмент системы правил

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 0 | 1 | 2 | 3 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 | 32 | 33 | 34 | 35 | 36 | 37 |
| program | Ns | -1 | 0 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| program!0 | N | -2 | 1 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | \* |  | \* |  | \* |  |  |  |  |  |  |
| program!1 | Nar | -3 | 2 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| expr | Nri | -4 | 3 |  |  |  |  |  |  |  |  | \* |  |  |  |  |  |  |  |  | \* |  |  |  |
| blockoroperator | Nr | -5 | 4 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | \* |  | \* | \* | \* |  |  |  | \* |  | \* |
| partnot | Nari | -6 | 5 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | \* |  | \* | \* | \* |  |  |  | \* |  | \* |
| const | N | -7 | 6 |  |  |  |  |  | \* | \* |  | \* |  | \* |  | \* | \* | \* | \* |  | \* | \* |  | \* |
| operator!0 | Na | -8 | 7 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | \* |  | \* | \* | \* |  |  |  | \* |  | \* |
| expr!0 | Na | -9 | 8 | \* | \* | \* | \* | \* |  |  | \* |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| begexpr | Nci | -10 | 9 |  |  |  |  |  | \* | \* |  | \* |  |  |  |  |  |  |  |  | \* |  |  |  |
| expr!1 | Nari | -11 | 10 |  |  |  |  |  |  |  |  | \* |  |  |  |  |  |  |  |  | \* |  |  |  |
| begexpr!0 | Naci | -12 | 11 |  |  |  |  |  | \* | \* |  | \* |  |  |  |  |  |  |  |  | \* |  |  |  |
| endexpr | Nri | -13 | 12 |  |  |  |  |  |  |  |  | \* |  |  |  |  |  |  |  |  | \* |  |  |  |
| blockoroperator!1 | Nci | -14 | 13 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | \* |  | \* |  | \* |  |  |  |  |  | \* |
| blockoroperator!2 | Nar | -15 | 14 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | \* |
| sign | N | -16 | 15 | \* | \* | \* | \* | \* | \* |  | \* |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| EOF |  | 0 | 16 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| ident | T | 1 | 17 | \* |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| constdec | T | 2 | 18 |  | \* |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| constreal | T | 3 | 19 |  |  | \* |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| constexh | T | 4 | 20 |  |  |  | \* |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| constchar | T | 5 | 21 |  |  |  |  | \* |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| minus | T | 6 | 22 |  |  |  |  |  | \* |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| oper | T | 7 | 23 |  |  |  |  |  |  | \* |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| "(" | W | 8 | 24 |  |  |  |  |  |  |  | \* |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| ")" | W | 9 | 25 |  |  |  |  |  |  |  |  | \* |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| ";" | W | 10 | 26 |  |  |  |  |  |  |  |  |  | \* |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| "exec" | W | 11 | 27 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | \* |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| "from" | W | 12 | 28 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | \* |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| "if" | W | 13 | 29 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | \* |  |  |  |  |  |  |  |  |
| "not" | W | 14 | 30 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | \* |  |  |  |  |  |  |  |
| "put" | W | 15 | 31 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | \* |  |  |  |  |  |  |
| "step" | W | 16 | 32 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | \* |  |  |  |  |  |
| "then" | W | 17 | 33 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | \* |  |  |  |  |
| "to" | W | 18 | 34 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | \* |  |  |  |
| "with" | W | 19 | 35 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | \* |  |  |
| "{" | W | 20 | 36 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | \* |  |
| "}" | W | 21 | 37 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | \* |
| *<eps>* | | 39 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

## Тестирование грамматики учебного языка

Проверим работоспособность построенного транслятора на фрагменте тестовой программы, написанной на заданном языке:

put 0 + 1 - 2 / 3 \* 4 to a1A; % оператор присваивания

if (a1A == 0) % условный оператор

then put 1 to a1A;

not put 2 \* 1 to a1A;

exec put 0.3145 to a1B; with a1i from 0 to 10 step 2 % оператор цикла

Прочитанные лексемы: [15,put] [2,0] [7,+] [2,1] [6,-] [2,2] [7,/] [2,3] [7,\*] [2,4] [18,to] [1,a1A] [10,;] [13,if] [8,(] [1,a1A] [7,==] [2,0] [9,)] [17,then] [15,put] [2,1] [18,to] [1,a1A] [10,;] [14,not] [15,put] [2,2] [7,\*] [2,1] [18,to] [1,a1A] [10,;] [11,exec] [15,put] [3,0.3145] [18,to] [1,a1B] [10,;] [19,with] [1,a1i] [12,from] [2,0] [18,to] [2,10] [16,step] [2,2] [0,].

## Описание учебного языка

1. Идентификаторы: <б><пЦ><пБ> - одна маленькая буква; последовательность цифр длины от 1 до 4, непустая последовательность букв. Примеры: a1928A, b0CD;

2. Константы:

целые по основанию 10 - представляет собой число любой длины, состоящее из цифр 0-9. Примеры: 0, 25;

вещественные - представляет собой число любой длины, состоящее из цифр 0-9, целая и дробная части которой разделены точкой. Примеры: 0., 0.125;

экспоненциальные - представляет собой число любой длины, состоящее из цифр 0-9, экспоненциальная часть которой начинается с буквы e. Отрицательный показатель начинается со знака минус. Примеры: 10e2, 10e-2, 0.1e-2;

символьные – представляет собой любой символ, заключенный в кавычки. Пример: “c”;

3. Знаки операций: -, +, /, \*;

4. Знаки сравнения: !=, ==, >, >=, <, <=;

5. Разделителем является знак «;»;

6. Комментарии начинаются с символа % и могут быть только однострочными;

7. Оператор присваивания задаётся следующим образом: **put** <В> **to**<И>**;**, где < В> – произвольное выражение, <И> – идентификатор, жирным шрифтом помечены ключевые слова;

8. Условный присваивания задаётся следующим образом: **if (**<ЛВ> **)** **then**<ОБ>**[ not** <ОБ> **]** где <ЛВ> – логическое выражение, <ОБ>**–** оператор или блок операторов. В квадратных скобках выделена часть конструкции, которая не является обязательной;

9. Оператор цикла задаётся следующим образом: **exec**<ОБ>**with**<И> **from** <К> **to** <К>**[ step**<K> **]** где <К> – константа;

10. Оператор переключателя задаётся следующим образом: **choice**<В>**option** <К> **:** <ОБ> **[ fin; ]** **[ option … ] … [ nooption** <ОБ> **]** **end**, где троеточие следует за конструкцией, которое можно повториться неограниченное число раз;

11. Объявление функций происходит следующим образом:  **[**<Тип>**] ( [**<АргЛист>**] )**<Блок> где <Тип>**–** ключевое слово типа, <АргЛист> – список формальных аргументов функции, <Блок> – блок операторов.

# Выводы

В данной лабораторной работе были изучены основные понятия метаязыка формальных грамматик, свойств грамматик и нетерминальных символов, рекурсивности и однозначности грамматик, недостижимости, бесплодности, аннулируемости и рекурсивности нетерминальных символов, отношений предшествования и последования между символами. Приобретены навыки разработки формальных грамматик.

# Приложение

# Тестовая программа на языке, заданном на курсовую работу, содержащая все элементы языка

int a1A; % инициализация

put 0 to a1A;

if (a1A == 0)

then put 1 to a1A;

not put 2 \* 1 to a1A;

exec put 0.3145 to a1B with a1i 0 to 10 step 2;

choice a1A

option 1 : put 3 to a1A; fin;

option 2 : put 4 to a1A;

nooption put 0.1e-10 to a1C;

end

put int (int a1A, int a1E) start put a1A to a1E + 5; end on a1D