

Лабораторная работа №5  
"РБНФ в грамматику" (Вариант 5)  
по курсу Теория Формальных Языков

Златовратский Иван

Март 2023

## Содержание

<b>1</b>	<b>Условие лабораторной работы</b>	<b>2</b>
1.1	Базовое условие . . . . .	2
1.2	Дополнительные задания . . . . .	2
<b>2</b>	<b>Входные данные</b>	<b>3</b>
2.1	Синтаксис входной РБНФ грамматики . . . . .	3
2.2	Синтаксис выходной КС грамматики . . . . .	4
2.3	Ввод регулярного выражения . . . . .	5
2.4	Ввод РБНФ грамматики . . . . .	5
<b>3</b>	<b>Выходные данные</b>	<b>6</b>
3.1	Возможные ошибки . . . . .	6
3.2	Вывод при верных данных . . . . .	6
<b>4</b>	<b>Запуск программы</b>	<b>11</b>

# 1 Условие лабораторной работы

## 1.1 Базовое условие

1. Необходимо предложить грамматику описания РБНФ.
2. Параметризованными токенами грамматики могут выступать, например:
  - символы начала и конца нетерминала, а также начала и конца итерации, опционального вхождения и альтернативы;
  - символы разделения левой и правой части правила и правил друг от друга;
  - способ объявления стартового нетерминала и обозначение для  $\varepsilon$ .
3. Из входа читается описание РБНФ в заданном синтаксисе.
4. Требуется построить классическую КС-грамматику, ему эквивалентную.
5. Имена для новых нетерминалов должны генерироваться так, чтобы был понятен их смысл, и откуда они берутся.

## 1.2 Дополнительные задания

- (+2 балла) Язык нетерминальных и терминальных символов (в форме регулярных выражений)
- (+1–3 балла) Описание грамматики, документацию и пример работы программы оформить в latex. Число баллов зависит от качества оформления.
- (+3 балла) Параметры синтаксиса выходной грамматики также читать из (другого) файла.
- (+3 балла) Язык Lua

## 2 Входные данные

Входные данные задаются в четырех файлах:

- syntaxRBNF.txt
- syntaxCF.txt
- regex.txt
- RBNF.txt

### 2.1 Синтаксис входной РБНФ грамматики

Синтаксис входной РБНФ грамматики задается в файле "syntaxRBNF.txt".

#### Формат файла

- В файле уже заданы названия токенов и их значения по умолчанию.
- Пользователю разрешено изменять только значения токенов, которые задаются в кавычках и количество пробелов вокруг знака равенства, а также, порядок токенов.

#### Значения токенов

Токен	Описание
nonTerminalStart = " _ "	токен начала нетерминала
nonTerminalEnd = " _ "	токен конца нетерминала
arrow = " := "	токен, стоящий между именем нетерминала и его значением
iterStart = "{ "	токен начала итерации
iterEnd = " } "	токен конца итерации
optionalStart = "[ "	начала опционального вхождения
optionalEnd = " ] "	токен конца опционального вхождения
necessaryStart = "( "	токен начала обязательного вхождения
necessaryEnd = " ) "	токен конца обязательного вхождения
alternative = "   "	токен, разделяющий альтернативные правила
epsilon = " eps "	токен пустого слова

Таблица 1: Файл "syntaxRBNF.txt"

#### Формат токенов

- Количество символов в токене должно быть от одного или больше.
- Значения токенов не должны повторяться (могут повторяться только nonTerminalStart и nonTerminalEnd)
- Из ASCII с 33 по 126 символы:
  - Разрешены: { } [ ] ( ) / | ! ? “ ‘ , . : ; \_ < = > & # @ 0-9 A-Z a-z
  - Запрещены: % \$ ^ \* + -

## 2.2 Синтаксис выходной КС грамматики

Синтаксис выходной грамматики задается в файле "syntaxCF.txt".

### Формат файла

- В файле уже заданы названия токенов и их значения по умолчанию.
- Пользователю разрешено изменять только значения токенов, которые задаются в кавычках и количество пробелов вокруг знака равенства, а также, порядок токенов.

### Значения токенов

Токен	Описание
nonTerminalStart = "["	токен начала нетерминала
nonTerminalEnd = "]"	токен конца нетерминала
arrow = ">"	токен, стоящий между именем нетерминала и его значением
alternative = " "	токен, разделяющий альтернативные правила
epsilon = "\$"	токен пустого слова

Таблица 2: Файл "syntaxCF.txt"

### Формат токенов

- Количество символов в токене должно быть от одного или больше.
- Значения токенов могут повторяться.
- Из ASCII с 33 по 126 символы:
  - Разрешены: { } [ ] ( ) / | ! ? " ' , . : ; \_ < = > & # @ 0-9 A-Z a-z \$ ^ \* + -
  - Запрещены: %

## 2.3 Ввод регулярного выражения

Регулярное выражение задается в файле "syntaxCF.txt".

### Формат файла

- В файле уже заданы названия токенов и их значения по умолчанию.
- Пользователю разрешено изменять только значения токенов, которые задаются в кавычках и количество пробелов вокруг знака равенства, а также
- Порядок токенов изменять нельзя.

### Значения токенов

Токен	Описание
Nonterminal ::= [A-Z 0 1][A-z]*	Регулярное выражение для нетерминалов
Terminal ::= [a-z]*	Регулярное выражение для терминалов

Таблица 3: Файл "regex.txt"

### Формат токенов

- Классические регулярные выражения.
- Могут быть одинаковыми для нетерминалов и терминалов.

## 2.4 Ввод РБНФ грамматики

РБНФ грамматика задается в файле "syntaxCF.txt".

### Формат файла

Пользователь должен ввести РБНФ грамматику в соответствии с синтаксисом и терминалы, нетерминалы в ней, удовлетворяющие регулярным выражениям.

### Пример РБНФ грамматики

```
_DightNotNull_ := 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9
_Dight_        := 0 | _DightNotNull_
_Natural_      := ( _DightNotNull_ ) { _Dight_ }
_Int_          := 0 | [ minus ] _Natural_
```

## 3 Выходные данные

### 3.1 Возможные ошибки

Если входные данные неверны, то программа выведет ошибку.

#### Варианты ошибок

- 'Error (syntax): Not right arrow: `_A_ :=== _A_b`'
- 'Error (syntax): `| <-` not found in : `( _DightNotNull_ ) [ _Dight_ '`
- 'Error (syntax): Not equal number of { and } in: `( _DightNotNull_ ) { _Dight_ } }`'
- 'Error (syntax): No expression in brackets'
- 'Error (regex): `'#a' <-` Left nonterm doesn't match to it's regex'
- 'Error (regex): `'#b' <-` Right nonterm doesn't match to it's regex'
- 'Error (regex): `'A' <-` Term doesn't match to it's regex'Z

### 3.2 Вывод при верных данных

Если входные данные верны, программа выведет этапы работы парсера, где можно увидеть процесс замены вхождений на новые нетерминалы, и после этого - КС грамматику.

## Простой пример

Синтаксис РБНФ и КС грамматик, а также, регулярные выражения заданы по умолчанию.

**RBNF.txt:**

$\_R\_ := \{ \_S\_ \} [ [ \_S\_ ] ( \_S\_ ) ]$

**Результет работы программы:**

Parser :

$\_R\_ := \{ \_S\_ \} [ [ \_S\_ ] ( \_S\_ ) ]$

$\{ \_S\_ \} [ [ \_S\_ ] ( \_S\_ ) ]$       change:  $\{ \_S\_ \} \rightarrow \_Nt1\_$   
 $\_Nt1\_ [ [ \_S\_ ] ( \_S\_ ) ]$

$\_Nt1\_ [ [ \_S\_ ] ( \_S\_ ) ]$       change:  $[ \_S\_ ] \rightarrow \_Nt2\_$   
 $\_Nt1\_ [ \_Nt2\_ ( \_S\_ ) ]$

$\_Nt1\_ [ \_Nt2\_ ( \_S\_ ) ]$       change:  $( \_S\_ ) \rightarrow \_S\_$   
 $\_Nt1\_ [ \_Nt2\_ \_S\_ ]$

$\_Nt1\_ [ \_Nt2\_ \_S\_ ]$       change:  $[ \_Nt2\_ \_S\_ ] \rightarrow \_Nt3\_$   
 $\_Nt1\_ \_Nt3\_$

CF grammar :

$[ Nt1 ] \rightarrow [ S ] [ Nt1 ] \mid \$$   
 $[ Nt2 ] \rightarrow [ S ] \mid \$$   
 $[ Nt3 ] \rightarrow [ Nt2 ] [ S ] \mid \$$   
 $[ R ] \rightarrow [ Nt1 ] [ Nt3 ]$

## Пример "Integer"

Синтаксис РБНФ и КС грамматик, а также, регулярные выражения заданы по умолчанию.

**RBNF.txt:**

```
_DightNot0_ := 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9
_Dight_     := 0 | _DightNot0_
_Natural_   := ( _DightNot0_ ) { _Dight_ }
_Int_       := 0 | [minus] _Natural_
```

**Результет работы программы:**

Parser :

```
_DightNot0_ := 1|2|3|4|5|6|7|8|9

_Dight_ := 0|_DightNot0_

_Natural_ := ( _DightNot0_ ){ _Dight_ }

( _DightNot0_ ){ _Dight_ }      change: { _Dight_ } -> _Nt1_
( _DightNot0_ )_Nt1_

( _DightNot0_ )_Nt1_      change: ( _DightNot0_ ) -> _DightNot0_
_DightNot0__Nt1_

_Int_ := 0|[minus]_Natural_

0|[minus]_Natural_      change: [minus] -> _Nt2_
0|_Nt2__Natural_
```

CF grammar :

```
[DightNot0] -> 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9
[Dight] -> 0 | [DightNot0]
[Nt1] -> [Dight][Nt1] | $
[Natural] -> [DightNot0][Nt1]
[Nt2] -> minus | $
[Int] -> 0 | [Nt2][Natural]
```



## Пример грамматики с очень нестандартным синтаксисом

**syntaxRBNF.txt:**

```
nonTerminalStart = "<"
nonTerminalEnd   = ">"
arrow            = "====="
iterStart        = "IS"
iterEnd          = "IE"
optionalStart    = "OS"
optionalEnd      = "OE"
necessaryStart   = "NS"
necessaryEnd     = "NE"
alternative      = "|||"
epsilon          = "eps"
```

**syntaxCF.txt:**

```
nonTerminalStart = "-+"
nonTerminalEnd   = "+-"
arrow            = "->^"
alternative      = "*"
epsilon          = "$"
```

**regex.txt:**

```
Nonterminal ::= [A-Z|0|1][A-z]*
Terminal    ::= [a-z]*
```

**RBNF.txt:**

```
<R> ::= OS<S>OEIS<S>IENS<S>NE ||| eps
<Q> ::= NS<X>NENSaNEb
```

**Результет работы программы:**

Parser :

```
<R> := OS<S>OEIS<S>IENS<S>NE ||| eps
```

```
OS<S>OEIS<S>IENS<S>NE ||| eps      change: IS<S>IE -> <Nt1>
OS<S>OE<Nt1>NS<S>NE ||| eps
```

```
OS<S>OE<Nt1>NS<S>NE ||| eps      change: OS<S>OE -> <Nt2>
<Nt2><Nt1>NS<S>NE ||| eps
```

```
<Nt2><Nt1>NS<S>NE ||| eps      change: NS<S>NE -> <S>
<Nt2><Nt1><S> ||| eps
```

$\langle Q \rangle := NS\langle X \rangle NENSaNEb$

$NS\langle X \rangle NENSaNEb$       change:  $NS\langle X \rangle NE \rightarrow \langle X \rangle$   
 $\langle X \rangle NSaNEb$

$\langle X \rangle NSaNEb$       change:  $NSaNE \rightarrow a$   
 $\langle X \rangle ab$

CF grammar:

$\rightarrow Nt1 \rightarrow ^\wedge \rightarrow S \rightarrow Nt1 * \$$   
 $\rightarrow Nt2 \rightarrow ^\wedge \rightarrow S * \$$   
 $\rightarrow R \rightarrow ^\wedge \rightarrow Nt2 \rightarrow Nt1 \rightarrow S * \$$   
 $\rightarrow Q \rightarrow ^\wedge \rightarrow X \rightarrow ab$

## 4 Запуск программы

Все входные данные находятся в папке `"/input"`:

```
/input/syntaxRBNF.txt  
/input/syntaxCF.txt  
/input/regex.txt  
/input/RBNF.txt
```

Программа находится в файле:

```
/lua/main.lua
```

Запуск программы осуществляется из корневой папки командой:

```
lua54 lua/main.lua
```