

**Лабораторные работы по курсу  
«Системное программное обеспечение»**

1. Спроектировать грамматику по заданному языку  $L$
2. Спроектировать конечный автомат, составить диаграмму переходов КА и реализовать
3. Определить свойства КА. Построить НДКА. Реализовать преобразование НДКА в ДКА.
4. Устранить из КС-грамматики бесполезные символы и  $\varepsilon$ -правила
5. Устранить из КС-грамматики цепные правила и устранить левую рекурсию
6. Определить форму КС-грамматики и сделать ее приведение
7. Спроектировать МП автомат для приведенной КС-грамматики
8. Реализовать МП автомат для приведенной КС-грамматики
9. Для LL(1) анализатора построить управляющую таблицу  $M$
10. Аналитически написать такты работы LL(1) анализатора для выведенной цепочки.
11. Реализовать управляющую таблицу  $M$  для LL(1) анализатора.
12. Построить замыкание множества ситуаций для пополненной LR(1) грамматики.
13. Определить функцию перехода  $g(x)$
14. Построить каноническую форму множества ситуаций.
15. Построить управляющую таблицу для функции перехода  $g(x)$  и действий  $f(u)$ .
16. Реализовать LR(1)-анализатор по управляющей таблице  $(g, f)$  для LR(1) грамматики.

Студент: Бирюков В. В.  
Группа: 08-207

Руководитель: Семёнов А. С.

Оценка:  
Дата:

## Вариант 1

### Лабораторная работа №1

#### Формулировка задания

Составить примеры цепочек (1) и спроектировать грамматику заданного языка (2)

$$L = \{0\omega_1+(01)^* \mid \omega_1 \in \{0,1\}^*\}$$

$$(1) L = \{0+01, 00+0101, 01+, 000+010101, 001+0101, \dots\}$$

$$(2) L_1 = \{0+01, 00+0101, 01+, 000+010101, 001+0101\}$$

$$L_1 \equiv L_1(G) \subset L$$

#### Грамматика

$G = (T, V, S_0, P)$ , где  $T$  – конечное множество терминальных символов,  $V$  – конечное множество нетерминальных символов,  $S_0$  – начальное состояние,  $P$  – множество правил.

$P$ :

1.  $S_0 \rightarrow 0A$
2.  $A \rightarrow 0A$
3.  $A \rightarrow 1A$
4.  $A \rightarrow +B$
5.  $A \rightarrow +$
6.  $B \rightarrow 0C$
7.  $C \rightarrow 1B$
8.  $C \rightarrow 1$

Таким образом, грамматика имеет вид:

$$G = (\{0,1,+\}, \{A,B,C\}, 0A, P)$$

#### Вывод цепочек

$$S_0 \Rightarrow 0A \Rightarrow 0+B \Rightarrow 0+0C \Rightarrow 0+01$$

$$S_0 \Rightarrow 0A \Rightarrow 00A \Rightarrow 00+B \Rightarrow 00+0C \Rightarrow 00+01B \Rightarrow 00+010C \Rightarrow 00+0101$$

$$S_0 \Rightarrow 0A \Rightarrow 01A \Rightarrow 01+$$

$$S_0 \Rightarrow 0A \Rightarrow 00A \Rightarrow 000A \Rightarrow 000+B \Rightarrow 000+0C \Rightarrow 000+01B \Rightarrow 000+010C \Rightarrow 000+0101B \Rightarrow 000+01010C \Rightarrow 000+010101$$

$$S_0 \Rightarrow 0A \Rightarrow 00A \Rightarrow 001A \Rightarrow 001+B \Rightarrow 001+0C \Rightarrow 001+01B \Rightarrow 001+010C \Rightarrow 001+0101$$

#### Регулярность языка

$$(1) \text{ Для регулярного языка } L = \{0\omega_1+(01)^* \mid \omega_1 \in \{0,1\}^*\} \Rightarrow$$

$$(2) \text{ существует целое } (\exists p=2 \geq 1 \text{ такое что}$$

$$(3) \text{ для всех } (\forall w=01+01 \in L(|w| \geq p) \Rightarrow$$

$$(4) \text{ существует } (\exists x=0, y=1, z=+01 \in \Sigma^* \text{ такое что } (w=xyz \Rightarrow$$

1.  $(|y|=|1|\geq 1)$  , цикл у должен быть накачан хотя бы длиной 1 и
2.  $|xy|=|01|\leq p=2$  , цикл должен быть в пределах первых p символов и
3. для всех  $i=1\geq 0, (xy^1z=01+01\in L, )))))))$  , на x и z ограничений не накладывается.

## Лабораторная работа №2

### Формулировка задания

Составить на основе разработанной грамматики конечный автомат, распознающий эквивалентный ей язык.

$$L(KA) \equiv L(G)$$

### Конечный автомат

KA = (Q,  $\Sigma$ ,  $\delta$ ,  $q_0$ , F), где Q – конечное множество состояний,  $\Sigma$  – конечный алфавит входных символов,  $\delta$  – функция перехода, задаваемая отображением  $\delta: Q \times \Sigma \rightarrow Q$ ,  $q_0$  – начальное состояние автомата, F – множество заключительных состояний.

$\delta$ :

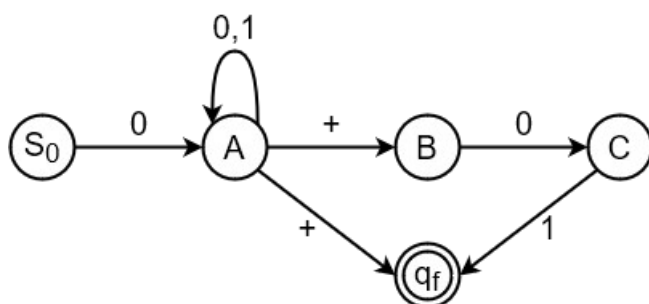
1.  $\delta(S_0, 0) = \{A\}$
2.  $\delta(A, 0) = \{A\}$
3.  $\delta(A, 1) = \{A\}$
4.  $\delta(A, +) = \{B, q_f\}$
5.  $\delta(B, 0) = \{C\}$
6.  $\delta(C, 1) = \{B, q_f\}$

Таким образом конечный автомат имеет вид:

$$KA = (\{S_0, A, B, C, q_f\}, \{0, 1, +\}, \delta, S_0, \{q_f\})$$

KA является недетерминированным.

### Диаграмма переходов конечного автомата



### Конфигурация КА

$$(S_0, 0+01) \vdash^1 (A, +01) \vdash^4 (B, 01) \vdash^5 (C, 1) \vdash^6 (q_f, \epsilon)$$

$$(S_0, 00+0101) \vdash^1 (A, 0+0101) \vdash^2 (A, +0101) \vdash^4 (B, 0101) \vdash^5 (C, 101) \vdash^6 (B, 01) \vdash^5 (C, 1) \vdash^6 (q_f, \epsilon)$$

$$(S_0, 01+) \vdash^1 (A, 1+) \vdash^3 (A, +) \vdash^6 (q_f, \epsilon)$$

$$\begin{aligned}
& (S_0, 000+010101) \vdash^1 (A, 00+010101) \vdash^2 (A, 0+010101) \vdash^2 (A, +010101) \vdash^4 (B, 010101) \vdash^5 \\
& (C, 10101) \vdash^6 (B, 0101) \vdash^5 (C, 101) \vdash^6 (B, 01) \vdash^5 (C, 1) \vdash^6 (q_f, \varepsilon) \\
& (S_0, 001+0101) \vdash^1 (A, 01+0101) \vdash^2 (A, 1+0101) \vdash^3 (A, +0101) \vdash^4 (B, 0101) \vdash^5 (C, 101) \vdash^6 \\
& (B, 01) \vdash^5 (C, 1) \vdash^6 (q_f, \varepsilon)
\end{aligned}$$

$$L(KA) \equiv L(G)$$

## Лабораторная работа №3

### Преобразование НДКА в ДКА

#### НДКА

```
myAutomate ndka = new myAutomate(  
    new ArrayList() { "S0", "A", "B", "C", "qf" },  
    new ArrayList() { "1", "0", "+" },  
    new ArrayList() { "qf" },  
    "S0");  
  
ndka.AddRule("S0", "0", "A");  
ndka.AddRule("A", "0", "A");  
ndka.AddRule("A", "1", "A");  
ndka.AddRule("A", "+", "B");  
ndka.AddRule("B", "0", "C");  
ndka.AddRule("C", "1", "B");  
ndka.AddRule("C", "1", "qf");
```

#### ДКА

Automate config:

Q: S0 A C Bqf

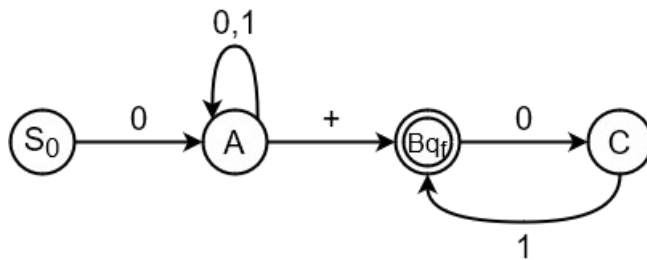
Sigma: 1 0 +

Q0: S0

F: Bqf

DeltaList:

```
: (S0 , 0 ) -> A  
: (A , 1 ) -> A  
: (A , 0 ) -> A  
: (A , + ) -> Bqf  
: (C , 1 ) -> Bqf  
: (Bqf , 0 ) -> C
```



#### Проверка цепочек

Enter line to execute :

0+01

Length: 4

i :4

curr: Bqf

chineSymbol belongs to language

Enter line to execute :  
00+0101  
Length: 7  
i :7  
curr: Bqf  
chineSymbol belongs to language

Enter line to execute :  
01+  
Length: 3  
i :3  
curr: Bqf  
chineSymbol belongs to language

Enter line to execute :  
000+010101  
Length: 10  
i :10  
curr: Bqf  
chineSymbol belongs to language

Enter line to execute :  
001+0101  
Length: 8  
i :8  
curr: Bqf  
chineSymbol belongs to language

## **Лабораторная работа №4**

$P = \{S \rightarrow Sb, S \rightarrow F, S \rightarrow cFB, A \rightarrow Ab, A \rightarrow c, B \rightarrow cB, F \rightarrow Ca, C \rightarrow d, C \rightarrow \varepsilon\}$

$G = (\{b, c, a, d\}, \{S, F, B, A, C\}, P, S)$

### **Вывод цепочек**

$S \Rightarrow Sb \Rightarrow Sbb \Rightarrow Fbb \Rightarrow Cabb \Rightarrow abb$

$S \Rightarrow Sb \Rightarrow Sbb \Rightarrow Sbbb \Rightarrow Fbbb \Rightarrow Cabbb \Rightarrow dabbb$

$S \Rightarrow F \Rightarrow Ca \Rightarrow da$

$S \Rightarrow F \Rightarrow Ca \Rightarrow a$

$S \Rightarrow cFB \Rightarrow cCaB \Rightarrow cdaB \Rightarrow cdacB \Rightarrow cdaccB \Rightarrow cdacccB \Rightarrow cdaccccB$

### **Алгоритм удаления бесполезных символов**

### **Алгоритм удаления непроезжающих символов**

**Вход:**  $G = (T, V, P, S)$

**Выход:**  $G' = (T, V', P', S)$

Шаг 1:  $V_p^0 = \emptyset$

Шаг 2:  $V_p^1 = \{A, C\}$

Шаг 3:  $V_p^2 = \{A, C, F\}$

Шаг 4:  $V_p^3 = \{A, C, F, S\}$

Шаг 5:  $V_p^4 = \{A, C, F, S\}$

$V_p^3 = V_p^4$

$V' = V \cap V_p = \{A, C, F, S\}$

$P' = \{S \rightarrow Sb, S \rightarrow F, A \rightarrow Ab, A \rightarrow c, F \rightarrow Ca, C \rightarrow d, C \rightarrow \varepsilon\}$

$G = (\{b, c, a, d\}, \{S, F, A, C\}, P', S)$

### **Алгоритм удаления недостижимых символов**

**Вход:**  $G = (T, V, P, S)$

**Выход:**  $G = (T', V', P', S)$

Шаг 1:  $VT_r^0 = \{S\}$

Шаг 2:  $VT_r^1 = \{S, b, F\}$

Шаг 3:  $VT_r^2 = \{S, b, F, C, a\}$

Шаг 4:  $VT_r^3 = \{S, b, F, C, a, d\}$

Шаг 5:  $VT_r^4 = \{S, b, F, C, a, d\}$

$VT_r^3 = VT_r^4$

$VT_r = \{S, b, F, C, a, d\}$

$T' = T \cap VT_r = \{a, b, d\}$

$V' = V \cap VT_r = \{S, F, C\}$

$$P' = \{S \rightarrow Sb, S \rightarrow F, F \rightarrow Ca, C \rightarrow d, C \rightarrow \varepsilon\}$$

$$G = (\{a, b, d\}, \{S, F, C\}, P', S)$$

### **Алгоритм построение множества неукорачивающих нетерминалов**

**Вход:**  $G = (T, V, P, S)$

**Выход:**  $V_\varepsilon = \{C\}$

Шаг 1:  $V_\varepsilon^0 = \emptyset$

Шаг 2:  $V_\varepsilon^1 = \{C\}$

Шаг 3:  $V_\varepsilon^2 = \{C\}$

### **Алгоритм удаления эпсилон-правил**

**Вход:**  $G = (T, V, P, S)$

**Выход:**  $G' = (T, V', P', S')$

$$S' = S$$

$$V' = V$$

$$P' = \{S \rightarrow Sb, S \rightarrow F, F \rightarrow Ca, F \rightarrow a, C \rightarrow d\}$$

### **Грамматика без бесполезных символов и эпсилон-правил**

$$G = (\{S, F, C\}, \{a, b, d\}, P, S)$$

$$P = \{S \rightarrow Sb, S \rightarrow F, F \rightarrow Ca, F \rightarrow a, C \rightarrow d\}$$

### **Вывод цепочек**

$$S \Rightarrow Sb \Rightarrow Sbb \Rightarrow Fbb \Rightarrow abb$$

$$S \Rightarrow Sb \Rightarrow Sbb \Rightarrow Sbbb \Rightarrow Fbbb \Rightarrow Cabbb \Rightarrow dabbb$$

$$S \Rightarrow F \Rightarrow Ca \Rightarrow da$$

$$S \Rightarrow F \Rightarrow a$$



## **Лабораторная работа №5**

$G = (\{S, F, C\}, \{a, b, d\}, P, S)$

$P = \{S \rightarrow Sb, S \rightarrow F, F \rightarrow Ca, F \rightarrow a, C \rightarrow d\}$

### **Алгоритм удаления цепных правил**

**Вход:**  $G = (T, V, P, S)$

**Выход:**  $G' = (T, V, P', S)$

$V_S = \{S, F\}, V_F = \{F\}, V_C = \{C\}$

Шаг 1:  $S \rightarrow F$

$S \rightarrow Ca \mid a$

Шаг 2: Цепных правил не осталось

$P' = \{S \rightarrow Sb, S \rightarrow Ca, S \rightarrow a, C \rightarrow d\}$

$G = (\{S, C\}, \{a, b, d\}, P', S)$

### **Алгоритм удаления левой рекурсии**

**Вход:**  $G = (T, V, P, S)$

**Выход:**  $G' = (T, V', P', S)$

Шаг 1:  $V = \{S, C\} = \{A_1, A_2, A_3\}$

Шаг 2:  $i = 1. S \rightarrow Sb \mid Ca \mid a$

$S \rightarrow Ca \mid a \mid CaS' \mid aS'$

$S' \rightarrow b \mid bS'$

Шаг 3:  $i = 2, j = 1$ . Подходящих правил нет.

Шаг 4:  $i = 2$ . Подходящих правил нет.

Шаг 5:  $i = 3, j = 1$ . Подходящих правил нет.

Шаг 6:  $i = 3, j = 2$ . Подходящих правил нет.

Шаг 7:  $i = 3$ . Подходящих правил нет.

$V' = \{S, C, S'\}$

$P' = \{S \rightarrow CaS', S \rightarrow aS', S' \rightarrow bS', S' \rightarrow b, S \rightarrow Ca, S \rightarrow a, C \rightarrow d\}$

$G = (\{S, C, S'\}, \{a, b, d\}, P', S)$

### **Грамматика без цепных правил и левой рекурсии**

$G = (\{S, C, S'\}, \{a, b, d\}, P, S)$

$P = \{S \rightarrow CaS', S \rightarrow aS', S' \rightarrow bS', S' \rightarrow b, S \rightarrow Ca, S \rightarrow a, C \rightarrow d\}$

### **Вывод цепочек**

$S \Rightarrow aS' \Rightarrow abS' \Rightarrow abb$

$S \Rightarrow CaS' \Rightarrow daS' \Rightarrow dabS' \Rightarrow dabbS' \Rightarrow dabbbb$

$S \Rightarrow Ca \Rightarrow da$

$S \Rightarrow a$

## **Лабораторная работа №6**

### **Исходная грамматика**

$G = (\{b, c, a, d\}, \{S, F, B, A, C\}, P, S)$

$P = \{S \rightarrow Sb, S \rightarrow F, S \rightarrow cFB, A \rightarrow Ab, A \rightarrow c, B \rightarrow cB, F \rightarrow Ca, C \rightarrow d, C \rightarrow \varepsilon\}$

### **Вывод цепочек**

$S \Rightarrow Sb \Rightarrow Sbb \Rightarrow Fbb \Rightarrow Cabb \Rightarrow abb$

$S \Rightarrow Sb \Rightarrow Sbb \Rightarrow Sbbb \Rightarrow Fbbb \Rightarrow Cabbb \Rightarrow dabbb$

$S \Rightarrow F \Rightarrow Ca \Rightarrow da$

$S \Rightarrow F \Rightarrow Ca \Rightarrow a$

$S \Rightarrow cFB \Rightarrow cCaB \Rightarrow cdaB \Rightarrow cdacB \Rightarrow cdaccB \Rightarrow cdacccB \Rightarrow cdaccccB$

### **Приведённая грамматика**

$G = (\{S, F, C, S'\}, \{a, b, d\}, P, S)$

$P = \{S \rightarrow CaS', S \rightarrow aS', S' \rightarrow bS', S' \rightarrow b, S \rightarrow Ca, S \rightarrow a, C \rightarrow d\}$

### **Вывод цепочек**

$S \Rightarrow aS' \Rightarrow abS' \Rightarrow abb$

$S \Rightarrow CaS' \Rightarrow daS' \Rightarrow dabS' \Rightarrow dabbS' \Rightarrow dabbb$

$S \Rightarrow Ca \Rightarrow da$

$S \Rightarrow a$

## **Лабораторная работа №7**

### **Приведённая грамматика**

$G = (\{S, C, S'\}, \{a, b, d\}, P, S)$

$P = \{S \rightarrow CaS', S \rightarrow aS', S \rightarrow Ca, S \rightarrow a, S' \rightarrow bS', S' \rightarrow b, C \rightarrow d\}$

### **МП-автомат**

$МП = (\{q\}, \{a, b, d\}, \{a, b, d, S, C, S'\}, \delta, q, S, \{q\})$

$\delta$ :

1.  $\delta(q, \epsilon, S) = \{(q, CaS'), (q, aS'), (q, Ca), (q, a)\}$
2.  $\delta(q, \epsilon, S') = \{(q, bS'), (q, b)\}$
3.  $\delta(q, \epsilon, C) = \{(q, d)\}$
4.  $\delta(q, a, a) = \{(q, \epsilon)\}$
5.  $\delta(q, b, b) = \{(q, \epsilon)\}$
6.  $\delta(q, d, d) = \{(q, \epsilon)\}$

### **Распознавание цепочек**

1.  $(q, abb, S) \vdash (q, abb, aS') \vdash (q, bb, S') \vdash (q, bb, bS') \vdash (q, b, S') \vdash (q, b, b) \vdash (q, \epsilon, \epsilon)$
2.  $(q, dabbbb, S) \vdash (q, dabbbb, CaS') \vdash (q, dabbbb, daS') \vdash (q, abbb, aS') \vdash (q, bbb, S') \vdash (q, bbb, bS') \vdash (q, bb, S') \vdash (q, bb, bS') \vdash (q, b, S') \vdash (q, b, b) \vdash (q, \epsilon, \epsilon)$
3.  $(q, da, S) \vdash (q, da, Ca) \vdash (q, da, da) \vdash (q, a, a) \vdash (q, \epsilon, \epsilon)$
4.  $(q, a, S) \vdash (q, a, a) \vdash (q, \epsilon, \epsilon)$

## Лабораторная работа №8

```
myMp mp = new myMp(new ArrayList() { "a", "b", "d" },
    new ArrayList() { "S", "C", "D" },
    new ArrayList() { "S", "C", "D", "a", "b", "d" },
    "q",
    "S",
    new ArrayList() { "q" });
mp.addDeltaRule("q", "", "S", new ArrayList() { "q"}, new ArrayList() { "a" });
mp.addDeltaRule("q", "", "S", new ArrayList() {"q"}, new ArrayList() { "C", "a",
"D" });
mp.addDeltaRule("q", "", "S", new ArrayList() {"q"}, new ArrayList() { "a", "D" });
mp.addDeltaRule("q", "", "S", new ArrayList() {"q"}, new ArrayList() { "C", "a" });
mp.addDeltaRule("q", "", "D", new ArrayList() {"q"}, new ArrayList() { "b", "D" });
mp.addDeltaRule("q", "", "D", new ArrayList() {"q"}, new ArrayList() { "b" });
mp.addDeltaRule("q", "", "C", new ArrayList() {"q"}, new ArrayList() { "d" });
mp.addDeltaRule("q", "a", "a", new ArrayList() { "q" }, new ArrayList() { "" });
mp.addDeltaRule("q", "b", "b", new ArrayList() { "q" }, new ArrayList() { "" });
mp.addDeltaRule("q", "d", "d", new ArrayList() { "q" }, new ArrayList() { "" });
```

## Проверка цепочек

Prules:

```
S -> a
S -> CaD
S -> aD
S -> Ca
D -> bD
D -> b
C -> d
```

Deltarules :

delta(Q q,T ,Z S)	= (Q q,Z CaD)
delta(Q q,T ,Z D)	= (Q q,Z b)
delta(Q q,T ,Z S)	= (Q q,Z a)
delta(Q q,T ,Z S)	= (Q q,Z aD)
delta(Q q,T ,Z S)	= (Q q,Z Ca)
delta(Q q,T ,Z D)	= (Q q,Z bD)
delta(Q q,T ,Z C)	= (Q q,Z d)
delta(Q q,T a,Z a)	= (Q q,Z )
delta(Q q,T b,Z b)	= (Q q,Z )
delta(Q q,T d,Z d)	= (Q q,Z )

Введите строку :

dab

delta(Q q,T ,Z S)	= (Q q,Z CaD)
delta(Q q,T ,Z C)	= (Q q,Z d)
delta(Q q,T d,Z d)	= (Q q,Z )
delta(Q q,T a,Z a)	= (Q q,Z )
delta(Q q,T ,Z D)	= (Q q,Z b)
delta(Q q,T b,Z b)	= (Q q,Z )

True