Лабораторная работа № 4

Тема: Нормальная форма Грейбаха

Цель работы

Ознакомление с алгоритмами удаления левой рекурсии, приведения к нормальной форме Грейбаха и их применение.

Краткая теория

$A \to A\alpha\,, \quad A \in V_N,\ \alpha \in (V_N \cup V_T)^*$ правила такого типа называются ***леворекурсивными***.

$A \Longrightarrow A\alpha \Longrightarrow A\alpha\alpha \Longrightarrow A\alpha\alpha\alpha \Longrightarrow \cdots$ левая рекурсия вредна для нисходящего синтаксического анализатора.

Существует универсальный метод замены левой рекурсии. Пусть у нас все правила имеют вид:

$a)\ A \to A\alpha_1, \qquad A \to A\alpha_2, \dots, \qquad A \to A\alpha_n$

$b)\ A \to \beta_1, \qquad A \to \beta_2, \dots, \qquad A \to \beta_n\,, \qquad \beta \in V_T$

$A \Longrightarrow^* ?$

$A \Longrightarrow A\alpha_2 \Longrightarrow A\alpha_1\alpha_2 \Longrightarrow A\alpha_5\alpha_1\alpha_2 \Longrightarrow \beta_1\alpha_5\alpha_1\alpha_2$

$A \Longrightarrow A\alpha_{i1}\alpha_{i2} \dots \alpha_{ik} \Longrightarrow \beta_j\alpha_{i1}\alpha_{i2} \dots \alpha_{ik}$

Общий вид выводимых цепочек:

$\{\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_n\}\{\alpha_1\alpha_2 \dots \alpha_m\}^*$

$A \Longrightarrow^* x, \qquad x \in \{\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_n\}\{\alpha_1\alpha_2 \dots \alpha_m\}^*$

Правила имеют вид:

$a)\ A \to A\alpha_1, \qquad A \to A\alpha_2, \dots, \qquad A \to A\alpha_n$

$b)\ A \to \beta_1, \qquad A \to \beta_2, \dots, \qquad A \to \beta_n\,, \qquad \beta \in V_T$

Метод I. Правила **a**), **b**) заменяем:

1. $A \to \beta_1 Y,\ A \to \beta_2 Y, \dots, A \to \beta_n Y$

2. $Y \to \alpha_1, \qquad Y \to \alpha_2, \dots, Y \to \alpha_m$

3. $Y \to \alpha_1 Y, \qquad Y \to \alpha_2 Y, \dots, Y \to \alpha_m Y$

4. $A \to \beta_1, \qquad A \to \beta_2, \dots, A \to \beta_n$

Пример:

$$A \Longrightarrow^1 \beta_2 Y \Longrightarrow^3 \beta_2\alpha_4 Y \Longrightarrow^3 \beta_2\alpha_4\alpha_1 Y \Longrightarrow^3 \beta_2\alpha_4\alpha_1\alpha_2$$

$$A \Longrightarrow^* x, \qquad x \in \{\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_n\}\{\alpha_1\alpha_2 \dots \alpha_m\}^*$$

Метод II. Правила **a**), **b**) заменяем на правила, содержащие Ɛ-правила

1. $A \to \beta_1 Y,\ A \to \beta_2 Y, \dots, A \to \beta_n Y$

2. $Y \to \alpha_1 Y_1, \qquad Y \to \alpha_2 Y_1, \dots, Y \to \alpha_m Y_1$

3. $Y \to \varepsilon$

$$A \Longrightarrow^* u, \qquad u \in \{\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_n\}\{\alpha_1\alpha_2 \dots \alpha_m\}^*$$

Пример 1:

Удалить левую рекурсию

$G = (V_N, V_т, P, E)$

P:= {1. $\underline{\underline{E}} \to \underline{\underline{E}}$+T

2. E → T

3. $\underline{T} \to \underline{T}$*F

4. T→ F

5. F → a

6. F → (E)}

Избавляемся от левой рекурсии, используя **метод I:**

1. $A \to \beta_1 Y,\ A \to \beta_2 Y, \dots, A \to \beta_n Y$

2. $Y \to \alpha_1, \qquad Y \to \alpha_2, \dots, Y \to \alpha_m$

3. $Y \to \alpha_1 Y, \qquad Y \to \alpha_2 Y, \dots, Y \to \alpha_m Y$

4. $A \to \beta_1, \qquad A \to \beta_2, \dots, A \to \beta_n$

Правила (левая рекурсия для E):

1. $E \to E{+}T \quad (A = E, \alpha_1 = +T)$

2. $E \to T \qquad (\beta_1 = T)$

Заменяются на:

$P' := \{1.\ E \to TY_1$

2. $Y_1 \to +T$

3. $Y_1 \to +TY_1$

4. $E \to T$

Правила (левая рекурсия для T):

3. $T \to T{*}F \quad (A = T,\ \alpha_1 = *F)$

4. $T \to F \qquad (\beta_1 = F)$

Заменяются на:

5. $T \to FY_2$

6. $Y_2 \to *F$

7. $Y_2 \to *F\,Y_2$

8. $T \to F$

9. $F \to a$

10. $F \to (E)\ \}$

Избавляемся от левой рекурсии, используя **метод II:**

1. $A \to \beta_1 Y,\ A \to \beta_2 Y, \dots, A \to \beta_n Y$
2. $Y \to \alpha_1 Y_1, \qquad Y \to \alpha_2 Y_1, \dots, Y \to \alpha_m Y_1$
3. $Y \to \varepsilon$

Правила: 1. $E \to E{+}T \quad (\alpha_1 = +T)$

2. $E \to T \qquad (\beta_1 = T)$

Заменяются на:

$P'' := \{1.\ E \to T\ Y_1$

$2.\ Y_1 \to +T\ Y_1$

$3.\ Y_1 \to \mathcal{E}$

Правила: $3.\ T \to T{*}F \quad (\alpha_1 = *F)$

$4.\ T \to F \quad (\beta_1 = F)$

Заменяются на:

$4.\ T \to FY_2$

$5.\ Y_2 \to {*}F\ Y_2$

$6.\ Y_2 \to \mathcal{E}$

$7.\ F \to a$

$8.\ F \to (E)\}$

Пример 2:

Удалить левую рекурсию

$G = (V_N, V_т, P, S)$

$V_N = \{S\}$

$V_т = \{a, b\}$

$P := \{1.\ S \to aSb$

$2.\ S \to bSa$

$3.\ S \to SS$ V

$4.\ S \to ab$

$5.\ S \to ba\}$

Правило 3 содержит левую рекурсию.

$A = S,\ \alpha = S$

$\beta_1 = aSb,\ \beta_2 = bSa,\ \beta_3 = ab,\ \beta_4 = ba$

Избавляемся от левой рекурсии, используя метод I:

1. $A \to \beta_1 Y,\ A \to \beta_2 Y, \dots, A \to \beta_n Y$

2. $Y \to \alpha_1,\qquad Y \to \alpha_2, \dots, Y \to \alpha_m$

3. $Y \to \alpha_1 Y,\qquad Y \to \alpha_2 Y, \dots, Y \to \alpha_m Y$

4. $A \to \beta_1,\qquad A \to \beta_2, \dots, A \to \beta_n$

P':={1. S→ aSbY

2. S→ bSaY

3. S→ abY

4. S→ baY

5. Y→ S

6. Y→ SY

7. S→ aSb

8. S→ bSa

9. S→ ab

10. S→ ba}

Избавляемся от левой рекурсии, используя метод II:

1. $S \to \beta_1 Y,$

$A \to \beta_2 Y,$

…,

$A \to \beta_n Y$

2. $Y \to \alpha_1 Y_1,$

$Y \to \alpha_2 Y_1,$

…,

$Y \to \alpha_m Y_1$

3. $Y \to \varepsilon$

P'':={1. S→ aSbY

2. S→ bSaY

3. S→ abY

4. S → baY

6. Y → SY

7. Y → ε}

Нормальная форма Грейбаха

Контекстно-свободная грамматика является грамматикой **в нормальной форме Грейбаха**, если все ее правила имеют вид:

$$A \to b\alpha \qquad A, \alpha \in V_N,$$
$$A \to b \qquad b \in V_T$$

Теорема подстановки:

$A \to \alpha B\gamma \in P$, где $A, B \in V_N, \quad \alpha, \gamma \in (V_N \cup V_T)^*$

$$\begin{array}{l} B \to \beta_1 \\ B \to \beta_2 \\ \quad \dots \dots . \\ B \to \beta_n \end{array} \Longrightarrow \begin{cases} A \to \alpha\beta_1\gamma \\ A \to \alpha\beta_2\gamma \\ \quad \dots \dots . \\ A \to \alpha\beta_n\gamma \end{cases}$$

Алгоритм приведения контекстно-свободной грамматики к нормальной форме Грейбаха

Пусть дана G-контекстно-свободная грамматика $G = (V_N, V_т, P, S)$ без Ɛ-продукции.

Шаг 0: переименуем нетерминальные символы

$$V_N = \{A_0, A_1, \dots A_n\}.$$

I Этап: Приведём все продукции к виду:

$$a)\ A_i \to b\alpha$$
$$b)\ A_i \to A_j\beta, \qquad j > i$$

Шаг 1: При $j < i$ применяем теорему подстановки.

Шаг 2: При $j = i$ исключаем левую рекурсию.

Шаги 1 и 2 начинаем применять к правилам с наименьшими номерами нетерминальных символов

II Этап: Все правила имеют вид:

$$a)\ A_i \to b\alpha$$
$$b)\ A_i \to A_j\beta, \qquad j > i$$

Очевидно, для A_n все правила имеют вид а), применим теорему подстановки для A_n для всех правил вида:

$$A_i \to A_n\beta.$$

В результате все правила для A_{n-1} будут иметь вид **а)** и т.д.

Пример 1:

$G = (V_N, V_т, P, S)$

$V_N = \{S, A, B, C\}$

$V_т = \{a, b, c\}$

P:={ 1. S → AB

2. B → AC

3. B → a

4. A → SA

5. A → b

6. C → AB }

Шаг 0: переименуем нетерминальные символы

$V_N = \{A_0, A_1, A_2, A_3\}$

Шаг 1:

0) итерация

P:={1. $A_0 \to A_1 A_2$

2. $A_2 \to A_1 A_3$ (1<2)

3. $A_2 \to a$

4. $A_1 \to A_0 A_1$ (0<1)

5. $A_1 \to b$

6. $A_3 \to A_1 A_2$} (1<3)

В правилах 2, 4, 6 условие $\mathrm{i} < \mathrm{j}$ не выполняется.

Применим теорему о подстановки к правилу 4.

1) итерация

P':={1. $A_0 \to A_1 A_2$

2. $A_2 \to A_1 A_3$

3. $A_2 \to a$

4. $A_1 \to A_1 A_2 A_1$

5. $A_1 \to b$

6. $A_3 \to A_1 A_2$}

2) итерация

Удаляем левую рекурсию

P'':={1. $A_0 \to A_1 A_2$

2. $A_2 \to A_1 A_3$ (1<2)

3. $A_2 \to a$

4. $A_1 \to bA_4$

5. $A_4 \to A_2 A_1 A_4$ (2<4)

6. $A_4 \to A_2 A_1$ (2<4)

7. $A_1 \to b$

8. $A_3 \to A_1 A_2$} (1<3)

В правилах 2, 5, 6, 8 условие $\mathrm{i}<\mathrm{j}$ не выполняется.

Применим теорему о подстановки к правилам 2 и 8

3) итерация

P''':={1. $A_0 \to A_1 A_2$

2. $A_2 \to bA_4A_3$

3. $A_2 \to bA_3$

4. $A_2 \to a$

5. $A_1 \to bA_4$

6. $A_4 \to A_2A_1A_4$ (2<4)

7 $A_4 \to A_2A_1$ (2<4)

8. $A_1 \to b$

9. $A_3 \to bA_4A_2$

10. $A_3 \to bA_2$}

В правилах 6,7 условие i<j не выполняется.

Применим теорему о подстановки к правилам 6 и 7.

4) итерация

P^IV^:={1. $A_0 \to A_1 A_2$

2. $A_2 \to bA_4A_3$

3. $A_2 \to bA_3$

4. $A_2 \to a$

5. $A_1 \to bA_4$

6. $A_4 \to bA_4A_3A_1A_4$

7. $A_4 \to bA_3A_1A_4$

8. $A_4 \to aA_1A_4$

9 $A_4 \to bA_4A_3A_1$

10. $A_4 \to bA_3A_1$

11. $A_4 \to aA_1$

12. $A_1 \to b$

13. $A_3 \to bA_4A_2$

14. $A_3 \to bA_2\}$

Шаг 2:

P^{V}:={1. $A_0 \to bA_4A_2$

2. $A_0 \to bA_2$

3. $A_2 \to bA_4A_3$

4. $A_2 \to bA_3$

5. $A_2 \to a$

6. $A_1 \to bA_4$

7. $A_4 \to bA_4A_3A_1A_4$

8. $A_4 \to bA_3A_1A_4$

9. $A_4 \to aA_1A_4$

10 $A_4 \to bA_4A_3A_1$

11. $A_4 \to bA_3A_1$

12. $A_4 \to aA_1$

13. $A_1 \to b$

14. $A_3 \to bA_4A_2$

15. $A_3 \to bA_2$

Пример 2: Приведение к нормальной форме Грейбаха

$V_N = \{A_0, A_1, A_2, A_3\}$

P:={1. $A_0 \to A_2A_3$

2. $A_0 \to a$

3. $A_2 \to A_2A_0$

4. $A_2 \to b$

5. $A_3 \to A_2A_0\}$

Шаг 1:

1) итерация

Удаляем левую рекурсию:

P':={1. $A_0 \to A_2A_3$

2. $A_0 \to a$

3. $A_4 \to A_0A_4$ (0<4)

4. $A_4 \to A_0$ (0<4)

5. $A_2 \to bA_4$

6. $A_2 \to b$

7. $A_3 \to A_2A_0\}$ (2<3)

В правилах 3,4,7 условие i<j не выполняется. Применим теорему о подстановки к правилам 3 и 4

2) итерация

P":={1. $A_0 \to A_2A_3$

2. $A_0 \to a$

3. $A_4 \to A_2A_3A_4$ (2<4)

4. $A_4 \to aA_4$

5. $A_4 \to A_2A_3$ (2<4)

6. $A_4 \to a$

7. $A_2 \to bA_4$

8. $A_2 \to b$

9. $A_3 \to A_2A_0\}$ (2<3)

В правилах 3,5,8 условие i<j не выполняется.

Применим теорему о подстановки к этим правилам

3) итерация

P''':={1. $A_0 \to A_2A_3$ (2>0)

2. $A_0 \to a$

3. $A_2 \to bA_4$

4. $A_2 \to b$

5. $A_3 \to bA_4A_0$

6. $A_3 \to bA_0$

7. $A_4 \to bA_4A_3A_4$

8. $A_4 \to bA_3A_4$

9. $A_4 \to bA_4A_3$

10. $A_4 \to aA_4$

11. $A_4 \to bA_3$

12. $A_4 \to a\}$

Шаг 2:

P^{IV}: = {1. $A_0 \to bA_4A_3$

2. $A_0 \to bA_3$

3. $A_0 \to a$

4. $A_2 \to bA_4$

5. $A_2 \to b$

6. $A_3 \to bA_4A_0$

7. $A_3 \to bA_0$

8. $A_4 \to A_2A_3A_4$ (2<4)

9. $A_4 \rightarrow aA_4$

10. $A_4 \rightarrow A_2A_3$ (2

11. $A_4 \rightarrow bA_4A_3$

12. $A_4 \rightarrow bA_3$

13. $A_4 \rightarrow a\}$

Задание:

1. Удаление ε продукций.

2. Удаление левой рекурсии.

3. Приведение к нормальной форме Грейбаха.

Вариант 1

$G=(V_N, V_T, P, S)$ $V_N=\{S, A, B, C\}$ $V_T=\{a, b\}$

P={ 1. S→aB
2. S→AC
3. A→a
4. A→ASC
5. A→BC
6. B→b
8. B→bS
9. C→ε
}

Вариант 2

$G=(V_N, V_T, P, S)$ $V_N=\{S, A, B, C\}$ $V_T=\{a, b\}$

P={ 1. S→aB
2. S→bA
3. A→b
4. A→ AS
5. A→bAAB
6. A→ ε
7. B→b
8. B→bS
9. C→AB
}

Вариант 3

$G=(V_N, V_T, P, S)$ $V_N=\{S, A, B, C\}$ $V_T=\{a, d\}$

P={ 1. S→dB
2. S→A
3. A→d
4. A→dS
5. A→AdAB
6. B→aC
7. B→aS
8. B→AC
9. C→ε
}

Вариант 4

$G=(V_N, V_T, P, S)$ $V_N=\{S, A, B\}$ $V_T=\{a, b\}$

P={ 1. S→aB
2. S→bA
3. A→B
4. A→AS
5. A→aAB
6. A→b
7. B→b
8. B→bS
9. B→ε
}

Вариант 5

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

P={ 1. S→dB
2. S→A
3. A→d
4. A→dS
5. A→aBdB
6. B→a
7. B→aS
8. B→BC
10. C→bC
11. C→ε }

Вариант 6

$G=(V_N, V_T, P, S)$ $V_N=\{S, A, B, C\}$ $V_T=\{a, b\}$

P={ 1. S→aB
2. S→AC
3. A→a
4. A→ASC
5. A→BC
6. B→b
7. B→bS
8. C→ε
9. C→BA

}

Вариант 7

G=(V_N, V_T, P, S) V_N={ S, A, B, C } V_T={ a, b}

P={ 1. S→bA 5. A→AbAb 9. C→AB

2. S→B 6. B→AC }

3. A→a 7. B→aAa

4. A→aS 8. C→ε

Вариант 8

G=(V_N, V_T, P, S) V_N={ S, A, B, C} V_T={ a, d}

P={ 1. S→dB 4. A→dS 7. B→aS

2. S→A 5. A→AdAB 8. B→ε

3. A→d 6. B→a 9. C→Aa}

Вариант 9

G=(V_N, V_T, P, S) V_N={ S, A, B, C } V_T={ a, b}

P={ 1. S→bA 5. A→AaAb 9. C→AB

2. S→BC 6. B→bS }

3. A→a 7. B→aAa

4. A→aS 8. C→ε

Вариант 10

G=(V_N, V_T, P, S) V_N={ S, A, B, C} V_T={ a, b, d}

P={ 1. S→dB 5. A→AaAb 9. B→A

2. S→AB 6. A→ ε }

3. A→d 7. B→a

4. A→dS 8. B→aS

Вариант 11

G=(V_N, V_T, P, S) V_N={ S, A, B, C } V_T={ a, b}

P={ 1. S→bA 5. A→bAa 9. C→ε

2. S→AC 6. B→BbaA }

3. A→bS 7. B→a

4. A→BC 8. B→bSa

Вариант 12

G=(V_N, V_T, P, S) V_N={ S, A, B, C } V_T={ a, b}

P={ 1. S→AB 4. A→ ε 7. B→AB

2. A→aC 5. B→BA 8. C→a

3. A→b 6. B→b 9. C→Ca}

Вариант 13

G=(V_N, V_T, P, S) V_N={ S, A, B, C } V_T={ a, b}

P={ 1. S→aB 2. S→BC 3. A→a

4. $A \to BS$
5. $A \to bAB$
6. $B \to b$
7. $B \to BA$
8. $C \to \varepsilon$
9. $C \to BA\}$

Вариант 14

$G=(V_N, V_T, P, S)$ $V_N=\{S, A, B, C\}$ $V_T=\{a, b\}$

$P=\{$ 1. $S \to aB$
2. $S \to A$
3. $A \to aS$
4. $A \to a$
5. $B \to AbC$
6. $B \to BS$
7. $B \to a$
8. $C \to \varepsilon$
9. $C \to BA$
$\}$

Вариант 15

$G=(V_N, V_T, P, S)$ $V_N=\{S, A, B, C\}$ $V_T=\{a, b\}$

$P=\{$ 1. $S \to AC$
2. $S \to BA$
3. $S \to aA$
4. $C \to \varepsilon$
5. $A \to aS$
6. $A \to ABab$
7. $B \to a$
8. $B \to bS$
9. $C \to AbC$
$\}$

Вариант 16

$G=(V_N, V_T, P, S)$ $V_N=\{S, A, B\}$ $V_T=\{a, b\}$

$P=\{$ 1. $S \to AB$
2. $A \to Sab$
3. $A \to BS$
4. $A \to aA$
5. $A \to b$
6. $B \to BA$
7. $B \to ababB$
8. $B \to b$
9. $A \to \varepsilon$
$\}$

Вариант 17

$G=(V_N, V_T, P, S)$ $V_N=\{S, A, B, C\}$ $V_T=\{a, b\}$

$P=\{$ 1. $S \to aA$
2. $S \to AC$
3. $A \to a$
4. $A \to ASC$
5. $B \to b$
6. $B \to bA$
7. $C \to \varepsilon$
8. $C \to BA$
9. $B \to aB$
$\}$

Вариант 18

$G=(V_N, V_T, P, S)$ $V_N=\{S, A, B, C\}$ $V_T=\{a, b\}$

$P=\{$ 1. $S \to CB$
2. $S \to bA$
3. $A \to b$
4. $A \to AS$
5. $A \to bAB$
6. $A \to \varepsilon$
7. $B \to a$
8. $B \to bS$
9. $C \to AB$
$\}$

Вариант 19

$G=(V_N, V_T, P, S)$ $V_N=\{S, A, B, C\}$ $V_T=\{a, d\}$

$P=\{$ 1. $S \to dB$
2. $S \to CB$
3. $A \to d$
4. $A \to dS$
5. $A \to AdCB$
6. $B \to aC$
7. $B \to bA$
8. $B \to AC$
9. $C \to \varepsilon$
$\}$

Вариант 20

$G=(V_N, V_T, P, S)$ $V_N=\{S, A, B, C\}$ $V_T=\{a, b\}$

$P=\{$ 1. $S \to AB$
2. $A \to B$
3. $A \to Sa$
4. $A \to CBA$
5. $A \to b$
6. $C \to b$
7. $B \to bS$
8. $B \to \varepsilon$
9. $C \to Ca\}$

Вариант 21

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

$P=\{$ 1. $S \to AC$
2. $A \to d$
3. $A \to dS$
4. $A \to BdB$
5. $B \to a$
6. $B \to aA$
7. $B \to BC$
8. $C \to bC$
9. $C \to \varepsilon$ }

Вариант 22

$G=(V_N, V_T, P, S)$ $V_N=\{S, A, B, C\}$ $V_T=\{a, b\}$

$P=\{$ 1. $S \to aB$
2. $S \to AC$
3. $A \to a$
4. $A \to ACS$
5. $A \to BC$
6. $B \to b$
7. $B \to aA$
8. $C \to \varepsilon$
9. $C \to BA$
}

Вариант 23

$G=(V_N, V_T, P, S)$ $V_N=\{S, A, B, C\}$ $V_T=\{a, b\}$

$P=\{$ 1. $S \to AC$
3. $A \to a$
4. $A \to aS$
5. $A \to CaCb$
6. $B \to AC$
7. $C \to b$
8. $B \to aAa$
9. $C \to CB$
}

Вариант 24

$G=(V_N, V_T, P, S)$ $V_N=\{S, A, B, C\}$ $V_T=\{a, d\}$

$P=\{$ 1. $S \to CB$
2. $A \to d$
3. $A \to dS$
4. $A \to AB$
5. $B \to a$
6. $B \to dA$
7. $B \to AC$
8. $B \to \varepsilon$
9. $C \to Aa\}$

Вариант 25

$G=(V_N, V_T, P, S)$ $V_N=\{S, A, B, C\}$ $V_T=\{a, b\}$

$P=\{$ 1. $S \to bA$
2. $S \to BC$
3. $A \to a$
4. $A \to AS$
5. $A \to CaCa$
6. $B \to bS$
7. $B \to CAa$
8. $C \to \varepsilon$
9. $C \to AB$
}

Вариант 26

$G=(V_N, V_T, P, S)$ $V_N=\{S, A, B\}$ $V_T=\{a, b, d\}$

$P=\{$ 1. $S \to aBA$
2. $S \to AB$
3. $A \to d$
4. $A \to dS$
5. $A \to AbBA$
6. $A \to \varepsilon$
7. $B \to a$
8. $B \to SA$
9. $B \to AA$
}

Вариант 27

$G=(V_N, V_T, P, S)$ $V_N=\{S, A, B, C\}$ $V_T=\{a, b\}$

P={ 1. $S \to bA$
2. $S \to AC$
3. $A \to bS$
4. $A \to BC$
5. $A \to AbC$
6. $B \to BbaC$
7. $B \to a$
8. $B \to bSa$
9. $C \to \varepsilon$
}

Вариант 28

$G=(V_N, V_T, P, S)$ $V_N=\{S, A, B, D\}$ $V_T=\{a, b\}$

P={ 1. $S \to BAB$
2. $A \to aD$
3. $A \to bB$
4. $B \to \varepsilon$
5. $D \to BA$
6. $B \to b$
7. $B \to AaD$
8. $D \to Da$
9. $D \to a$
}

Вариант 29

$G=(V_N, V_T, P, S)$ $V_N=\{S, A, B, D\}$ $V_T=\{a, b\}$

P={ 1. $S \to aB$
2. $S \to DA$
3. $A \to a$
4. $A \to BD$
5. $A \to ADB$
6. $B \to b$
7. $B \to ASB$
8. $D \to \varepsilon$
9. $D \to BA$
}

Вариант 30

$G=(V_N, V_T, P, S)$ $V_N=\{S, A, B\}$ $V_T=\{a, b\}$

P={ 1. $S \to aB$
2. $S \to A$
3. $A \to BAb$
4. $A \to aS$
5. $A \to a$
6. $B \to BAbB$
7. $B \to BS$
8. $B \to a$
9. $B \to \varepsilon$
}

Вариант 31

$G=(V_N, V_T, P, S)$ $V_N=\{S, A, B\}$ $V_T=\{a, b\}$

P={ 1. $S \to BA$
3. $S \to B$
4. $S \to aA$
5. $A \to \varepsilon$
6. $A \to aS$
7. $A \to BAb$
8. $B \to a$
9. $B \to BSA$
}

Вариант 32

$G=(V_N, V_T, P, S)$ $V_N=\{S, A, B\}$ $V_T=\{a, b\}$

P={ 1. $S \to AB$
2. $A \to SBab$
3. $A \to BS$
4. $A \to aA$
5. $A \to b$
6. $B \to BA$
7. $B \to aBb$
8. $B \to b$
9. $B \to \varepsilon$
}