

### Алгоритмы синтаксического разбора. Продолжение.

1. Приведенные грамматики (КС-грамматики в каноническом виде) – это КС-грамматики, которые не содержат недостижимых и бесплодных символов, цепных и  $\lambda$ -правил («пустых» правил).

Основные цели преобразований КС-грамматик: упрощение правил грамматики и облегчение создания распознавателя языка.

Процесс приведения – упрощение грамматики.

Для приведения КС-грамматики к новому виду, необходимо выполнить следующие действия:

- удалить все бесплодные символы (нетерминальный символ называется бесплодным, если из него нельзя вывести ни одной цепочки);
- удалить все недостижимые символы (недостижимым символом называется символ, недостижимый ни в одном выводе из стартового символа  $S$  грамматики);
- удалить  $\lambda$ -правила (правила вида  $A \rightarrow \lambda$ ;
- удалить цепные правила (правило вида  $A \rightarrow B$ , где  $A, B \in N$  называется цепным).

Шаги преобразования должны выполняться именно в указанном порядке.

#### **Внимание.**

Алгоритмы приведения приведены в лекции 15.

## 2. Нормальная форма Грейбах:

Контекстно-свободная грамматика  $G = \langle T, N, P, S \rangle$  имеет нормальную форму Грейбах, если она не леворекурсивная (не содержит леворекурсивных правил), а правила  $P$  имеют вид:

1)  $A \rightarrow a\alpha$ , где  $a \in T, \alpha \in (T \cup N) \cup \{\lambda\}$ ;

(или  $\alpha \in (T \cup N)^*$ , или  $\alpha \in V^*$ )

2)  $S \rightarrow \lambda$ , где  $S \in N$  – начальный символ, и если такое правило существует, то нетерминал  $S$  не должен встречаться в правой части правил.

### 3. Преобразование контекстно-свободной грамматики в грамматику Грейбах.

Правила грамматики:

$$S \rightarrow C | CS$$

$$\underline{C \rightarrow t\bar{f}i(F)\{B\};/m\{B\};} \quad <- C - \text{цепное правило (вид } S \rightarrow C)$$

$$B \rightarrow NrE;$$

$$N \rightarrow O | ON$$

$$O \rightarrow dti;|rE;|i=E;|dt\bar{f}i(F);$$

$$E \rightarrow i|l|(E)|EvE|i(W)$$

$$F \rightarrow ti|ti,F$$

$$W \rightarrow i|l|i,W|l,W$$

### 4. Уберем цепные символы

$$S \rightarrow m\{B\};|t\bar{f}i(F)\{B\};S|m\{B\};S$$

$$B \rightarrow NrE;$$

$$N \rightarrow O | ON$$

$$\underline{O \rightarrow dti;|rE;|i=E;|dt\bar{f}i(F);} \quad <- O - \text{цепное правило (вид } N \rightarrow O)$$

$$E \rightarrow i|l|(E)|EvE|i(W)$$

$$F \rightarrow ti|ti,F$$

$$W \rightarrow i|l|i,W|l,W$$

### 5. Уберем цепные символы

$$S \rightarrow m\{B\};|t\bar{f}i(F)\{B\};S|m\{B\};S$$

$$\underline{B \rightarrow NrE};$$

$$N \rightarrow dti;|rE;|i=E;|dt\bar{f}i(F);|dti;N|rE;N|i=E;N|dt\bar{f}i(F);N$$

$$E \rightarrow i|l|(E)|EvE|i(W)$$

$$F \rightarrow ti|ti,F$$

$$W \rightarrow i|l|i,W|l,W$$

### 6. Построим нормальную форму Грейбах

$$S \rightarrow m\{NrE\};|t\bar{f}i(F)\{NrE\};S|m\{NrE\};S$$

$$N \rightarrow dti;|rE;|i=E;|dt\bar{f}i(F);|dti;N|rE;N|i=E;N|dt\bar{f}i(F);N$$

$$E \rightarrow i|l|(E)|\underline{EvE}|i(W)$$

$$F \rightarrow ti|ti,F$$

$$W \rightarrow i|l|i,W|l,W$$

Введем нетерминал  $M$ , где  $M \rightarrow vE/vEM$

Тогда добавятся правила:

$$E \rightarrow iM, E \rightarrow lM, E \rightarrow (E)M, E \rightarrow i(W)M$$

7. Эквивалентная грамматика в нормальной форме Грейбах:

$$S \rightarrow m\{NrE;\}; | t f i(F)\{NrE;\}; S | m\{NrE;\}; S$$
$$N \rightarrow d t i; | r E; | i = E; | d t f i(F); | d t i; N | r E; N | i = E; N | d t f i(F); N$$
$$E \rightarrow i | l | (E) | i(W) | i M | l M | (E) M | i(W) M$$
$$M \rightarrow v E | v E M$$
$$F \rightarrow t i | t i, F$$
$$W \rightarrow i | l | i, W | l, W$$

# Функция переходов для нетерминалов

	$\alpha^R(1)$	$\alpha^R(2)$	$\alpha^R(3)$	$\alpha^R(4)$	$\alpha^R(5)$	$\alpha^R(6)$	$\alpha^R(7)$	$\alpha^R(8)$
S	; }Er{ m	S; };ErN{ )F(ift	S; }ErN{	S; }ErN{ m				
N	;itd	;Er	;E=i	; )F(ift d	N;itd	N;Er	N;E=i	N;)F(ift d
E	i	l	)E(	)W(i	Mi	MI	M)E(	M)W(i
M	Ev	MEv						
F	it	F,it						
W	i	l	W,i	W,l				

## 8. Синтаксический разбор (красным цветом выделено подходящее правило – подбор альтернативы)

1	
Лента	tfi(ti,ti){ dti;i=iv(ivi);ri; };tfi(ti,ti){ dti;dtfi(ti,ti,ti);i=i(i,l,l)vi;ri; };m{ dti;dti;d ti;dti;dti;dti;dtfi(ti);i=i;i=l;i=l;i=l;i=i(i,i);i=i(i,i);pl;pi;pi;pi(i);rl; };
Магазин	Z <sub>0</sub> S
Правило	S(2) -> <b>S</b> → tfi(F){NrE;}; <b>S</b>

2	
Лента	tfi(ti,ti){ dti;i=iv(ivi);ri; };tfi(ti,ti){ dti;dtfi(ti,ti,ti);i=i(i,l,l)vi;ri; };m{ dti;dti;d ti;dti;dti;dti;dtfi(ti);i=i;i=l;i=l;i=l;i=i(i,i);i=i(i,i);pl;pi;pi;pi(i);rl; };
Магазин	Z <sub>0</sub> S; };ErN{ )F(ift
Лента	ti,ti){ dti;i=iv(ivi);ri; };tfi(ti,ti){ dti;dtfi(ti,ti,ti);i=i(i,l,l)vi;ri; };m{ dti;dti;dti;d ti;dti;dti;dtfi(ti);i=i;i=l;i=l;i=l;i=i(i,i);i=i(i,i);pl;pi;pi;pi(i);rl; };
Магазин	Z <sub>0</sub> S; }ErN{ )F
Правило	F(2) → <b>F</b> → ti, <b>F</b>

3	
Лента	$ti, ti) \{ dti; i=iv(ivi); ri; \}; tfi(ti, ti) \{ dti; dtfi(ti, ti, ti); i=i(i, l, l)vi; ri; \}; m \{ dti; dti; dti; d$ $ti; dti; dti; dtfi(ti); i=i; i=l; i=l; i=l; i=i(i, i); i=i(i, i); pl; pi; pi; pi(i); rl; \};$
Магазин	$Z_0 S; \}; ErN \{ \} F, it$
Лента	$ti) \{ dti; i=iv(ivi); ri; \}; tfi(ti, ti) \{ dti; dtfi(ti, ti, ti); i=i(i, l, l)vi; ri; \}; m \{ dti; dti; dti; dti;$ $dti; dti; dtfi(ti); i=i; i=l; i=l; i=l; i=i(i, i); i=i(i, i); pl; pi; pi; pi(i); rl; \};$
Магазин	$Z_0 S; \}; ErN \{ \} F$
Правило	$F(1) \rightarrow \mathbf{F} \rightarrow \mathbf{ti}$

4	
Лента	$ti) \{ dti; i=iv(ivi); ri; \}; tfi(ti, ti) \{ dti; dtfi(ti, ti, ti); i=i(i, l, l)vi; ri; \}; m \{ dti; dti; d$ $ti; dti; dti; dti; dtfi(ti); i=i; i=l; i=l; i=l; i=i(i, i); i=i(i, i); pl; pi; pi; pi(i); rl; \};$
Магазин	$Z_0 S; \}; ErN \{ \} it$
Лента	$dti; i=iv(ivi); ri; \}; tfi(ti, ti) \{ dti; dtfi(ti, ti, ti); i=i(i, l, l)vi; ri; \}; m \{ dti; dti; dti; d$ $ti; dti; dti; dtfi(ti); i=i; i=l; i=l; i=l; i=i(i, i); i=i(i, i); pl; pi; pi; pi(i); rl; \};$
Магазин	$Z_0 S; \}; ErN$
Правило	$N(1) \rightarrow \mathbf{N} \rightarrow \mathbf{dti};$

5	
Лента	$dti; i=iv(ivi); ri; \}; tfi(ti, ti) \{ dti; dtfi(ti, ti, ti); i=i(i, l, l)vi; ri; \}; m \{ dti; dti; dti; d$ $ti; dti; dti; dtfi(ti); i=i; i=l; i=l; i=l; i=i(i, i); i=i(i, i); pl; pi; pi; pi(i); rl; \};$
Магазин	$Z_0 S; \}; Er; itd$
Лента	$\mathbf{i}=iv(ivi); ri; \}; tfi(ti, ti) \{ dti; dtfi(ti, ti, ti); i=i(i, l, l)vi; ri; \}; m \{ dti; dti; dti; dti; d$ $ti; dti; dtfi(ti); i=i; i=l; i=l; i=l; i=i(i, i); i=i(i, i); pl; pi; pi; pi(i); rl; \};$
Магазин	$Z_0 S; \}; \mathbf{Er}$
Правило	Возврат на 4

6(4)	
Лента	$dti; i=iv(ivi); ri; \}; tfi(ti, ti) \{ dti; dtfi(ti, ti, ti); i=i(i, l, l)vi; ri; \}; m \{ dti; dti; dti; dti; dti; dti; dtfi(ti); i=i; i=l; i=l; i=l; i=i(i, i); i=i(i, i); pl; pi; pi; pi(i); rl; \};$
Магазин	$Z_0S; \}; ErN$
Правило	$N(5) \rightarrow N \rightarrow dti; N$

6(4)	
Лента	$dti; i=iv(ivi); ri; \}; tfi(ti, ti) \{ dti; dtfi(ti, ti, ti); i=i(i, l, l)vi; ri; \}; m \{ dti; dti; dti; dti; dti; dti; dtfi(ti); i=i; i=l; i=l; i=l; i=i(i, i); i=i(i, i); pl; pi; pi; pi(i); rl; \};$
Магазин	$Z_0S; \}; ErN; itd$
Лента	$i=iv(ivi); ri; \}; tfi(ti, ti) \{ dti; dtfi(ti, ti, ti); i=i(i, l, l)vi; ri; \}; m \{ dti; dti; dti; dti; dti; dti; dtfi(ti); i=i; i=l; i=l; i=l; i=i(i, i); i=i(i, i); pl; pi; pi; pi(i); rl; \};$
Магазин	$Z_0S; \}; ErN$
Правило	$N(3) \rightarrow N \rightarrow i=E;$

7	
Лента	$i=iv(ivi); ri; \}; tfi(ti, ti) \{ dti; dtfi(ti, ti, ti); i=i(i, l, l)vi; ri; \}; m \{ dti; dti; dti; dti; dti; dti; dtfi(ti); i=i; i=l; i=l; i=l; i=i(i, i); i=i(i, i); pl; pi; pi; pi(i); rl; \};$
Магазин	$Z_0S; \}; Er; E=i$
Лента	$iv(ivi); ri; \}; tfi(ti, ti) \{ dti; dtfi(ti, ti, ti); i=i(i, l, l)vi; ri; \}; m \{ dti; dti; dti; dti; dti; dti; dtfi(ti); i=i; i=l; i=l; i=l; i=i(i, i); i=i(i, i); pl; pi; pi; pi(i); rl; \};$
Магазин	$Z_0S; \}; Er; E$
Правило	$E(5) \rightarrow E \rightarrow iM$

8	
Лента	$iv(ivi);ri; \}; tfi(ti,ti) \{ dti; dtfi(ti,ti,ti); i=i(i,l,l)vi;ri; \}; m \{ dti; dti; dti; dti; dti; dti; dtfi(ti); i=i; i=l; i=l; i=l; i=i(i,i); i=i(i,i); pl; pi; pi; pi(i); rl; \};$
Магазин	$Z_0S; \}; Er; Mi$
Лента	$v(ivi);ri; \}; tfi(ti,ti) \{ dti; dtfi(ti,ti,ti); i=i(i,l,l)vi;ri; \}; m \{ dti; dti; dti; dti; dti; dti; dtfi(ti); i=i; i=l; i=l; i=l; i=i(i,i); i=i(i,i); pl; pi; pi; pi(i); rl; \};$
Магазин	$Z_0S; \}; Er; M$
Правило	$M(1) \rightarrow M \rightarrow vE$

9	
Лента	$v(ivi);ri; \} tfi(ti,ti) \{ dti; dtfi(ti,ti,ti); i=i(i,l,l)vi;ri; \}; m \{ dti; dti; dti; dti; dti; dti; dtfi(ti); i=i; i=l; i=l; i=l; i=i(i,i); i=i(i,i); pl; pi; pi; pi(i); rl; \};$
Магазин	$Z_0S; \}; Er; Ev$
Лента	$(ivi);ri; \}; tfi(ti,ti) \{ dti; dtfi(ti,ti,ti); i=i(i,l,l)vi;ri; \}; m \{ dti; dti; dti; dti; dti; dti; dtfi(ti); i=i; i=l; i=l; i=l; i=i(i,i); i=i(i,i); pl; pi; pi; pi(i); rl; \};$
Магазин	$Z_0S; \}; Er; E$
Правило	$E(3) \rightarrow E \rightarrow (E)$

10	
Лента	$(ivi);ri; \}; tfi(ti,ti) \{ dti; dtfi(ti,ti,ti); i=i(i,l,l)vi;ri; \}; m \{ dti; dti; dti; dti; dti; dti; dtfi(ti); i=i; i=l; i=l; i=l; i=i(i,i); i=i(i,i); pl; pi; pi; pi(i); rl; \};$
Магазин	$Z_0S; \}; Er; )E($
Лента	$ivi);ri; \}; tfi(ti,ti) \{ dti; dtfi(ti,ti,ti); i=i(i,l,l)vi;ri; \}; m \{ dti; dti; dti; dti; dti; dti; dtfi(ti); i=i; i=l; i=l; i=l; i=i(i,i); i=i(i,i); pl; pi; pi; pi(i); rl; \};$
Магазин	$Z_0S; \}; Er; )E$
Правило	$E(5) \rightarrow E \rightarrow iM$

11	
Лента	$ivi);ri; \}; tfi(ti,ti) \{ dti; dtfi(ti,ti,ti); i=i(i,l,l)vi;ri; \}; m \{ dti; dti; dti; dti; dti; dti; dtfi(ti); i=i; i=l; i=l; i=l; i=i(i,i); i=i(i,i); pl; pi; pi; pi(i); rl; \};$
Магазин	$Z_0S; \}; Er; )Mi$
Лента	$vi);ri; \}; tfi(ti,ti) \{ dti; dtfi(ti,ti,ti); i=i(i,l,l)vi;ri; \}; m \{ dti; dti; dti; dti; dti; dti; dtfi(ti); i=i; i=l; i=l; i=l; i=i(i,i); i=i(i,i); pl; pi; pi; pi(i); rl; \};$
Магазин	$Z_0S; \}; Er;)M$
Правило	$M(1) \rightarrow M \rightarrow vE$

12	
Лента	$vi);ri; \}; tfi(ti,ti) \{ dti; dtfi(ti,ti,ti); i=i(i,l,l)vi;ri; \}; m \{ dti; dti; dti; dti; dti; dti; dtfi(ti); i=i; i=l; i=l; i=l; i=i(i,i); i=i(i,i); pl; pi; pi; pi(i); rl; \};$
Магазин	$Z_0S; \}; Er; )Ev$
Лента	$i);ri; \}; tfi(ti,ti) \{ dti; dtfi(ti,ti,ti); i=i(i,l,l)vi;ri; \}; m \{ dti; dti; dti; dti; dti; dti; dtfi(ti); i=i; i=l; i=l; i=l; i=i(i,i); i=i(i,i); pl; pi; pi; pi(i); rl; \};$
Магазин	$Z_0S; \}; Er;)E$
Правило	$E(1) \rightarrow E \rightarrow i$

13	
Лента	$i);ri; \}; tfi(ti,ti) \{ dti; dtfi(ti,ti,ti); i=i(i,l,l)vi;ri; \}; m \{ dti; dti; dti; dti; dti; dti; dtfi(ti); i=i; i=l; i=l; i=l; i=i(i,i); i=i(i,i); pl; pi; pi; pi(i); rl; \};$
Магазин	$Z_0S; \}; Er;)i$
Лента	$i; \}; tfi(ti,ti) \{ dti; dtfi(ti,ti,ti); i=i(i,l,l)vi;ri; \}; m \{ dti; dti; dti; dti; dti; dti; dtfi(ti); i=i; i=l; i=l; i=l; i=i(i,i); i=i(i,i); pl; pi; pi; pi(i); rl; \};$
Магазин	$Z_0S; \}; E$
Правило	$E(1) \rightarrow E \rightarrow i$



14	
Лента	$i; \}; tfi(ti, ti) \{ dti; dtfi(ti, ti, ti); i=i(i, l, l)vi; ri; \}; m \{ dti; dti; dti; dti; dti; dti; dtfi(ti); i=i; i=l; i=l; i=l; i=i(i, i); i=i(i, i); pl; pi; pi; pi(i); rl; \};$
Магазин	$Z_0S; \}; i$
Лента	$tfi(ti, ti) \{ dti; dtfi(ti, ti, ti); i=i(i, l, l)vi; ri; \}; m \{ dti; dti; dti; dti; dti; dti; dtfi(ti); i=i; i=l; i=l; i=l; i=i(i, i); i=i(i, i); pl; pi; pi; pi(i); rl; \};$
Магазин	$Z_0S$
Правило	$S(2) \rightarrow S \rightarrow tfi(F) \{ NrE; \}; S$

15	
Лента	$tfi(ti, ti) \{ dti; dtfi(ti, ti, ti); i=i(i, l, l)vi; ri; \}; m \{ dti; dti; dti; dti; dti; dti; dtfi(ti); i=i; i=l; i=l; i=l; i=i(i, i); i=i(i, i); pl; pi; pi; pi(i); rl; \};$
Магазин	$Z_0S; \}; ErN \{ \} F(ift$
Лента	$ti, ti) \{ dti; dtfi(ti, ti, ti); i=i(i, l, l)vi; ri; \}; m \{ dti; dti; dti; dti; dti; dti; dtfi(ti); i=i; i=l; i=l; i=l; i=i(i, i); i=i(i, i); pl; pi; pi; pi(i); rl; \};$
Магазин	$Z_0S; \}; ErN \{ \} F$
Правило	$F(2) \rightarrow F \rightarrow ti, F$

16	
Лента	$ti, ti) \{ dti; dtfi(ti, ti, ti); i=i(i, l, l)vi; ri; \}; m \{ dti; dti; dti; dti; dti; dti; dtfi(ti); i=i; i=l; i=l; i=l; i=i(i, i); i=i(i, i); pl; pi; pi; pi(i); rl; \};$
Магазин	$Z_0S; \}; ErN \{ \} F, it$
Лента	$ti) \{ dti; dtfi(ti, ti, ti); i=i(i, l, l)vi; ri; \}; m \{ dti; dti; dti; dti; dti; dti; dtfi(ti); i=i; i=l; i=l; i=l; i=i(i, i); i=i(i, i); pl; pi; pi; pi(i); rl; \};$
Магазин	$Z_0S; \}; ErN \{ \} F$
Правило	$F(1) \rightarrow F \rightarrow ti$

17	
Лента	$ti)\{dti;dtfi(ti,ti,ti);i=i(i,l,l)vi;ri;\};m\{dti;dti;dti;dti;dti;dti;dtfi(ti);i=i;i=l;i=l;i=i(i,i);i=i(i,i);pl;pi;pi;pi(i);rl;\};$
Магазин	$Z_0S;\};ErN\{)it$
Лента	$dti;dtfi(ti,ti,ti);i=i(i,l,l)vi;ri;\};m\{dti;dti;dti;dti;dti;dti;dtfi(ti);i=i;i=l;i=l;i=i(i,i);i=i(i,i);pl;pi;pi;pi(i);rl;\};$
Магазин	$Z_0S;\};ErN$
Правило	$N(5) \rightarrow N \rightarrow dti;N$

18	
Лента	$dti;dtfi(ti,ti,ti);i=i(i,l,l)vi;ri;\};m\{dti;dti;dti;dti;dti;dti;dtfi(ti);i=i;i=l;i=l;i=i(i,i);i=i(i,i);pl;pi;pi;pi(i);rl;\};$
Магазин	$Z_0S;\};ErN;itd$
Лента	$dtfi(ti,ti,ti);i=i(i,l,l)vi;ri;\};m\{dti;dti;dti;dti;dti;dti;dtfi(ti);i=i;i=l;i=l;i=i(i,i);i=i(i,i);pl;pi;pi;pi(i);rl;\};$
Магазин	$Z_0S;\};ErN$
Правило	$N(4) \rightarrow N \rightarrow dtfi(F);$

18	
Лента	$dtfi(ti,ti,ti);i=i(i,l,l)vi;ri;\};m\{dti;dti;dti;dti;dti;dti;dtfi(ti);i=i;i=l;i=l;i=i(i,i);i=i(i,i);pl;pi;pi;pi(i);rl;\};$
Магазин	$Z_0S;\};Er;)F(ift d$
Лента	$ti,ti,ti);i=i(i,l,l)vi;ri;\};m\{dti;dti;dti;dti;dti;dti;dtfi(ti);i=i;i=l;i=l;i=i(i,i);i=i(i,i);pl;pi;pi;pi(i);rl;\};$
Магазин	$Z_0S;\};Er;)F$
Правило	$F(2) \rightarrow F \rightarrow ti,F$

19	
Лента	$ti, ti, ti); i=i(i, l, l)vi; ri; \}; m\{ dti; dti; dti; dti; dti; dti; dtfi(ti); i=i; i=l; i=l; i=l; i=i(i, i); i=i(i, i); pl; pi; pi; pi(i); rl; \};$
Магазин	$Z_0S; \}; Er;)F, it$
Лента	$ti, ti); i=i(i, l, l)vi; ri; \}; m\{ dti; dti; dti; dti; dti; dti; dtfi(ti); i=i; i=l; i=l; i=l; i=i(i, i); i=i(i, i); pl; pi; pi; pi(i); rl; \};$
Магазин	$Z_0S; \}; Er;)F$
Правило	$F(2) \rightarrow F \rightarrow ti, F$

20	
Лента	$ti, ti); i=i(i, l, l)vi; ri; \}; m\{ dti; dti; dti; dti; dti; dti; dtfi(ti); i=i; i=l; i=l; i=l; i=i(i, i); i=i(i, i); pl; pi; pi; pi(i); rl; \};$
Магазин	$Z_0S; \}; Er;)F, it$
Лента	$ti); i=i(i, l, l)vi; ri; \}; m\{ dti; dti; dti; dti; dti; dti; dtfi(ti); i=i; i=l; i=l; i=l; i=i(i, i); i=i(i, i); pl; pi; pi; pi(i); rl; \};$
Магазин	$Z_0S; \}; Er;)F$
Правило	$F(1) \rightarrow F \rightarrow ti$

	$\alpha^R(1)$	$\alpha^R(2)$	$\alpha^R(3)$	$\alpha^R(4)$	$\alpha^R(5)$	$\alpha^R(6)$	$\alpha^R(7)$	$\alpha^R(8)$
S	$; \}Er<\{m$	$S; \}; ErN\{)F(ift$	$S; \}ErN\{$	$S; \}ErN\{m$				
N	$; itd$	$; Er$	$; E=i$	$; )F(ift d$	$N; itd$	$N; Er$	$N; E=i$	$N; )F(ift d$
E	$i$	$l$	$)E($	$)W(i$	$Mi$	$Ml$	$M)E($	$M)W(i$
M	$Ev$	$MEv$						
F	$it$	$F, it$						
W	$i$	$l$	$W, i$	$W, l$				