

# Лекция 11

12 ноября

## Грамматика примера

- 1.  $\langle A \rangle \rightarrow \langle B \rangle \langle C \rangle c$
- 2.  $\langle A \rangle \rightarrow e \langle D \rangle \langle B \rangle$
- 3.  $\langle B \rangle \rightarrow \varepsilon$
- 4.  $\langle B \rangle \rightarrow b \langle C \rangle \langle D \rangle \langle E \rangle$
- 5.  $\langle C \rangle \rightarrow \langle D \rangle a \langle B \rangle$
- 6.  $\langle C \rangle \rightarrow ca$
- 7.  $\langle D \rangle \rightarrow \varepsilon$
- 8.  $\langle D \rangle \rightarrow d \langle D \rangle$
- 9.  $\langle E \rangle \rightarrow e \langle A \rangle f$
- 10.  $\langle E \rangle \rightarrow c$

## Этап 6

- **Этап 6.** Построение отношения Прямо-Перед.
- Это отношение определяется следующим образом:
- $A \text{ Прямо-Перед } B$
- если существует правило вида
- $D \rightarrow \alpha A \mathbf{b} B \gamma$
- где  $A$  и  $B$  – символы,  $\mathbf{b}$  – аннулирующая цепочка, а  $\alpha$  и  $\gamma$  – произвольные цепочки.
- Отношение Прямо-Перед можно построить, систематически применяя следующую процедуру:
- для каждого правила вида  $D \rightarrow \alpha$  и каждой пары символов  $A$  и  $B$  из правой части правила  $\alpha$  определяем, является ли цепочка, разделяющая эти символы в  $\alpha$ , аннулирующей; если да и  $A$  находится левее  $B$ , то  $(A, B)$  принадлежит данному отношению.
- Применяя эту процедуру к правилам нашей грамматики,
- получим:

## Отношение Прямо-Перед

[illegible]

## Этап 7

- **Этап 7.** Построение отношения Прямо-На-Конце.
- Это отношение определяется следующим образом:
- $A$  Прямо-На-Конце  $B$
- если существует правило вида
- $B \rightarrow \alpha A \gamma$
- где  $\gamma$  – аннулирующая цепочка, а  $\alpha$  – произвольная цепочка символов.
- Отношение Прямо-На-Конце можно построить, применяя следующую процедуру:
- для каждого правила вида  $B \rightarrow \alpha$  и каждого символа  $A$  в цепочке  $\alpha$  определяем, являются ли символы справа от  $A$  аннулирующими; если да, то  $(A, B)$  принадлежит данному отношению.
- Применяя эту процедуру к правилам нашей грамматики,
- получим:

## Отношение Прямо-На-Конце

	<A>	<B>	<C>	<D>	<E>
<A>					
<B>	1		1		
<C>					
<D>				1	
<E>		1			
a			1		
b					
c	1				1
d				1	
e	1				
f					1

## Этап 8

- **Этап 8.** Вычисление отношения На-Конце.
- это отношение определяется следующим образом:
- $A \text{ На-Конце } B$
- если из **B** можно вывести цепочку, заканчивающуюся символом **A**.
- Отношение На-Конце является рефлексивно-транзитивным замыканием отношения Прямо-На-Конце.
- Вычисляя это замыкание, получим:

## Отношение На-Конце

	<A>	<B>	<C>	<D>	<E>	a	b	c	d	e	f
<A>	1										
<B>	1	1	1								
<C>			1								
<D>	1			1							
<E>	1	1	1		1						
a			1			1					
b							1				
c	1	1	1		1			1			
d	1			1					1		
e	1									1	
f	1	1	1		1						



## Этап 9

- **Этап 9**. Вычисление отношения Перед.
- Это отношение определяется следующим образом:
- для данной грамматики с начальным нетерминалом  $\langle S \rangle$  отношение
- $A \text{ Перед } B$
- выполняется тогда, когда из  $\langle S \rangle$  можно вывести цепочку, в которой за вхождением символа  $A$  сразу же следует вхождение символа  $B$ .
- Если для символов  $A$  и  $B$  выполняется отношение
- $A \text{ Перед } B$
- то должны найтись такие символы  $X$  и  $Y$ , что
- $A \text{ На-Конце } X \text{ Прямо-Перед } Y \text{ Начинается-С } B$
- Таким образом, отношение Перед является произведением отношений
- $\text{На-Конце} \times \text{Прямо-Перед} \times \text{Начинается-С}$

## Этап 9 (продолжение)

- Вычислим это произведение.
- Матрица отношения На-Конце:
-

## Матрица отношения На-Конце

	<A>	<B>	<C>	<D>	<E>	a	b	c	d	e	f
<A>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<B>	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
<C>	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
<D>	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
<E>	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0
a	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0
b	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
c	1	1	1	0	1	0	0	1	0	0	0
d	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0
e	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
f	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0

## Матрица отношения Прямо-Перед

[illegible]

- Умножаем матрицу отношения На-Конце на матрицу отношения Прямо-Перед
- 
- 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
- 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 0
- Рез 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 → 0
- 
- В итоге получаем матрицу

## Матрица произведения отношений На-конце и Прямо-Перед

	<A>	<B>	<C>	<D>	<E>	a	b	c	d	e	f
<A>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<B>	0	0	1	1	1	0	0	1	0	0	1
<C>	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0
<D>	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	1
<E>	0	0	1	1	1	0	0	1	0	0	1
a	0	1	0	1	1	0	0	1	0	0	0
b	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
c	0	0	1	1	1	1	0	1	0	0	1
d	0	1	0	1	1	1	0	0	0	0	1
e	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1
f	0	0	1	1	1	0	0	1	0	0	1

### Матрица отношения Начинается-С

[illegible]

- Умножив предыдущую матрицу на матрицу отношения Начинается-С получим матрицу отношения Перед.



## Матрица отношения Перед

	<A>	<B>	<C>	<D>	<E>	a	b	c	d	e	f
<A>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<B>	0	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1
<C>	0	0	0	1	1	0	0	1	1	1	0
<D>	0	1	0	0	1	1	1	1	0	1	1
<E>	0	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1
a	0	1	0	1	1	0	1	1	1	1	0
b	0	0	1	1	0	1	0	1	1	0	0
c	0	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1
d	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1
e	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1
f	0		1	1	1	1		1	1	1	1

## Этап 10

- **Этап 10.** Расширение отношения Перед путём включения концевого маркера.
- Для этого мы должны выявить все символы, которые могут предшествовать конечному маркеру в цепочке, выводимой из цепочки  $\langle S \rangle \perp$ , где  $\langle S \rangle$  - начальный символ грамматики, а  $\perp$  - концевой маркер.
- Очевидно, что это в точности те символы, которыми может заканчиваться нетерминальный символ  $\langle S \rangle$ , поэтому мы расширим отношение Перед так, чтобы в него включался концевой маркер, определив
- $A \text{ Перед } \perp$
- тогда, когда  $A \text{ На-Конце } \langle S \rangle$ , где  $\langle S \rangle$  - начальный символ грамматики.
- В нашем примере в качестве начального символа выступает символ  $\langle A \rangle$ , следовательно, в матрицу нужно добавить столбец  $\langle A \rangle$  отношения На-Конце; в итоге получим матрицу расширенного отношения Перед:

## Матрица расширенного отношения Перед

	<A>	<B>	<C>	<D>	<E>	a	b	c	d	e	f	⊥
<A>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
<B>	0	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1
<C>	0	0	0	1	1	0	0	1	1	1	0	0
<D>	0	1	0	0	1	1	1	1	0	1	1	1
<E>	0	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1
a	0	1	0	1	1	0	1	1	1	1	0	0
b	0	0	1	1	0	1	0	1	1	0	0	0
c	0	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1
d	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1
e	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1
f	0		1	1	1	1		1	1	1	1	1

## Этап 11

- **Этап 11.** Вычисление множества *След* для каждого аннулирующего нетерминала.
- Аннулирующими нетерминалами являются  $\langle B \rangle$  и  $\langle D \rangle$ .
- $\text{След}(\langle B \rangle)$  – это множество таких терминальных символов  $t$ , что  $\langle B \rangle$  Перед  $t$ , т.е.
- $\text{След}(\langle B \rangle) = \{t : \langle B \rangle \text{ Перед } t\}$
- В нашем случае:
- $\text{След}(\langle B \rangle) = \{a, c, d, e, f, \perp\}$
- $\text{След}(\langle D \rangle) = \{a, b, c, e, f, \perp\}$

## Этап 12

- **Этап 12.** Вычисление множеств выбора.
- Так как множества *Перв* и *След* уже построены, то это простая задача:
- $Выбор(1) = Перв(\langle B \rangle \langle C \rangle c) = \{a, b, c, d\}$
- $Выбор(2) = Перв(e \langle D \rangle \langle B \rangle) = \{e\}$
- $Выбор(3) = Перв(\varepsilon) \cup След(\langle B \rangle) = \{a, c, d, e, f, \perp\}$
- $Выбор(4) = Перв(b \langle C \rangle \langle D \rangle \langle E \rangle) = \{b\}$
- $Выбор(5) = Перв(\langle D \rangle a \langle B \rangle) = \{a, d\}$
- $Выбор(6) = Перв(c a) = \{c\}$
- $Выбор(7) = Перв( ) = Перв(\varepsilon) \cup След(\langle D \rangle) = \{a, b, c, e, f, \perp\}$
- $Выбор(8) = Перв(d \langle D \rangle) = \{d\}$
- $Выбор(9) = Перв(e \langle A \rangle) = \{e\}$
- $Выбор(10) = Перв(c) = \{c\}$

## Этап 12 (продолжение)

- Таким образом, окончательно:
- $\text{Выбор}(1) = \{a, b, c, d\}$
- $\text{Выбор}(2) = \{e\}$
- $\text{Выбор}(3) = \{a, c, d, e, f, \perp\}$
- $\text{Выбор}(4) = \{b\}$
- $\text{Выбор}(5) = \{a, d\}$
- $\text{Выбор}(6) = \{c\}$
- $\text{Выбор}(7) = \{a, b, c, e, f, \perp\}$
- $\text{Выбор}(8) = \{d\}$
- $\text{Выбор}(9) = \{e\}$
- $\text{Выбор}(10) = \{c\}$
- Отсюда видно, что множества выбора правил с одной и той же левой частью не пересекаются, следовательно, данная грамматика является **LL(1)**-грамматикой.