

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 Прямо-Перед B**
 - если существует правило вида
$$D \rightarrow \alpha A \beta B \gamma$$
 - где A и B – символы, **β** – аннулирующая цепочка, а **α** и **γ** – 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 α определяем, является ли цепочка, разделяющая эти символы в α , 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

Этап 7

- **Этап 7.** Построение отношения Прямо-На-Конце.
- Это отношение определяется следующим образом:
 - $A \xrightarrow{\text{Прямо-На-Конце}} B$
 - если существует правило вида
$$B \rightarrow \alpha A \gamma$$
 - где γ – аннулирующая цепочка, а α – 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 α 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>		<C>	<D>	<E>
<A>					
	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 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>		<C>	<D>	<E>	a	b	c	d	e	f
<A>	1										
	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 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 Перед B
- то должны найтись такие символы X и Y, что
A На-Конце X Прямо-Перед Y Начинается-С B
- Таким образом, отношение Перед является произведением отношений
- **На-Конце × Прямо-Перед × Начинается-С**

Этап 9 (продолжение)

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

Матрица отношения На-Конце

	$\langle A \rangle$	$\langle B \rangle$	$\langle C \rangle$	$\langle D \rangle$	$\langle E \rangle$	a	b	c	d	e	f
$\langle A \rangle$	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
$\langle B \rangle$	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
$\langle C \rangle$	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
$\langle D \rangle$	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
$\langle E \rangle$	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

- 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 1 0
- Рез 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 → 0
-
- В итоге получаем матрицу

Матрица произведения отношений На-конце и Прямо-Перед

	$\langle A \rangle$	$\langle B \rangle$	$\langle C \rangle$	$\langle D \rangle$	$\langle E \rangle$	a	b	c	d	e	f
$\langle A \rangle$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
$\langle B \rangle$	0	0	1	1	1	0	0	1	0	0	1
$\langle C \rangle$	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0
$\langle D \rangle$	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	1
$\langle E \rangle$	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

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

Матрица отношения Перед

	$\langle A \rangle$	$\langle B \rangle$	$\langle C \rangle$	$\langle D \rangle$	$\langle E \rangle$	a	b	c	d	e	f
$\langle A \rangle$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
$\langle B \rangle$	0	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1
$\langle C \rangle$	0	0	0	1	1	0	0	1	1	1	0
$\langle D \rangle$	0	1	0	0	1	1	1	1	0	1	1
$\langle E \rangle$	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 концевому 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
 - **А Перед \perp**
 - тогда, когда **А 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

	$\langle A \rangle$	$\langle B \rangle$	$\langle C \rangle$	$\langle D \rangle$	$\langle E \rangle$	a	b	c	d	e	f	\perp
$\langle A \rangle$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
$\langle B \rangle$	0	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1
$\langle C \rangle$	0	0	0	1	1	0	0	1	1	1	0	0
$\langle D \rangle$	0	1	0	0	1	1	1	1	0	1	1	1
$\langle E \rangle$	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.
 - $\text{След}(\langle B \rangle) = \{t : \langle B \rangle \text{ } \underline{\text{Перед}} \text{ } t\}$
 - 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:
 - $\text{Выбор}(1) = \text{Перв}(<C> c) = \{a, b, c, d\}$
 - $\text{Выбор}(2) = \text{Перв}(e <D>) = \{e\}$
 - $\text{Выбор}(3) = \text{Перв}(\varepsilon) \cup \text{След}() = \{a, c, d, e, f, \perp\}$
 - $\text{Выбор}(4) = \text{Перв}(b <C> <D> <E>) = \{b\}$
 - $\text{Выбор}(5) = \text{Перв}(<D> a) = \{a, d\}$
 - $\text{Выбор}(6) = \text{Перв}(c a) = \{c\}$
 - $\text{Выбор}(7) = \text{Перв}() = \text{Перв}(\varepsilon) \cup \text{След}(<D>) = \{a, b, c, e, f, \perp\}$
 - $\text{Выбор}(8) = \text{Перв}(d <D>) = \{d\}$
 - $\text{Выбор}(9) = \text{Перв}(e <A>) = \{e\}$
 - $\text{Выбор}(10) = \text{Перв}(c) = \{c\}$

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.