



Проверка регулярности детерминированных бесконтекстных L-графов

к.ф.-м.н., доцент Алексей Александрович Вылиток

факультет вычислительной математики и кибернетики
МГУ имени М. В. Ломоносова

3 декабря 2025 года



Проблема регулярности

Задача

По заданному формальному описанию G языка L (например, по грамматике) определить, является ли L регулярным.

Язык регулярен, если он может быть описан конечным автоматом (праволинейной грамматикой, регулярным выражением и т.п.)

Теорема (Y.Bar-Hillel, M.Perles, E.Shamir, 1961)

В классе контекстно-свободных языков задача проверки регулярности алгоритмически неразрешима.



Алгоритмы проверки регулярности в подклассах бесконтекстных языков

В подклассе детерминированных языков:

- ▶ Стирнз ($O(t^{q^q})$, 1967г.)
- ▶ Валиант ($O(t^{q^q})$, 1975г.)
- ▶ Шанкар, Адига ($O((qt)^2 t^{qt})$, 1991-1992 гг.)
(справедливо для собственного подкласса
детерминированных языков)

q – количество состояний магазинного автомата

t – мощность магазинного алфавита ($q, t > 1$)



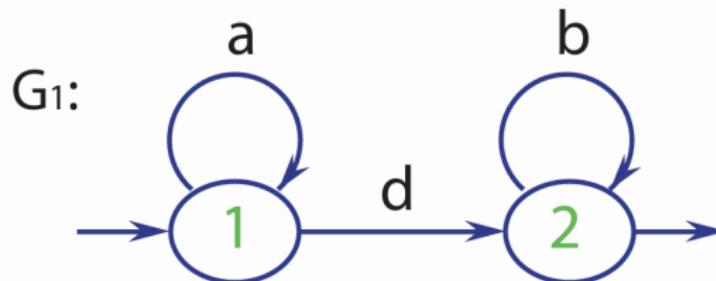
L-граф

L-граф $G = \langle V, \Sigma, P, E, I, F \rangle$

- ▶ V – конечное множество вершин
- ▶ Σ – алфавит основных символов
- ▶ P – скобочное множество
- ▶ $I \subseteq V$ – множество начальных вершин
- ▶ $F \subseteq V$ – множество заключительных вершин
- ▶ $E \subseteq V \times (\Sigma \cup \{\varepsilon\}) \times (P \cup \{\varepsilon\}) \times (P \cup \{\varepsilon\}) \times V$ –
множество дуг

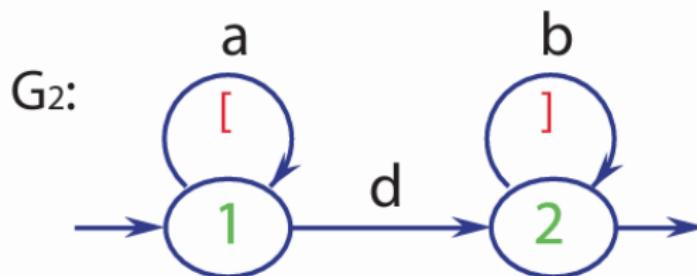


Пример регулярного L-графа



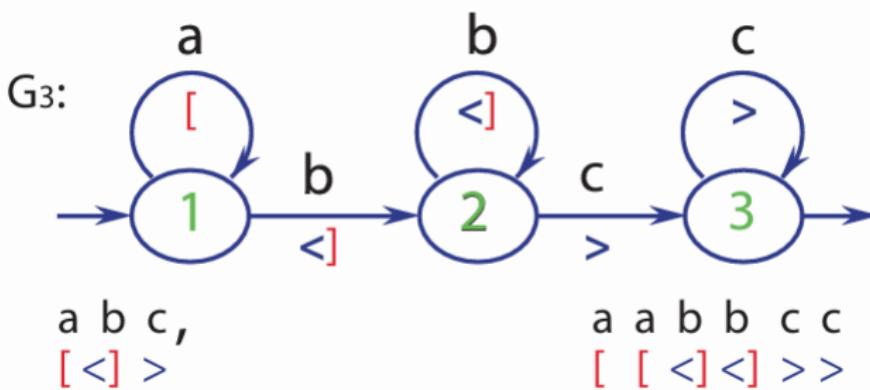


Пример бесконтекстного L-графа





Пример L-графа с двумя системами скобок





Функция *direct*

Определим функцию $\text{direct}(\pi)$, где π – дуга L-графа, следующим образом:

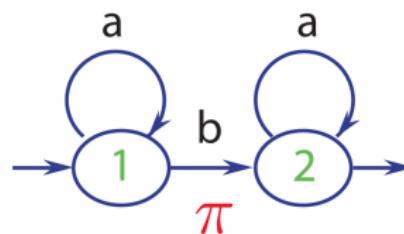
$\text{direct}(\pi) = \{a \in \Sigma \mid \text{существуют такие пути } T_1, T_2, \text{ что}$

- ▶ $T_1\pi T_2$ – путь в L-графе,
 - ▶ $\omega(\pi T_2) = \{a\alpha, a \in \Sigma^*\} \cup \{\varepsilon \mid \text{существуют такие пути } T_1, T_2, \text{ что}$
 - ▶ $T_1\pi T_2$ – путь в L-графе,
 - ▶ $\omega(\pi T_2) = \varepsilon\}$
- }

$\omega(T)$ – символьная пометка пути T.



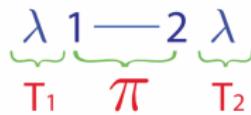
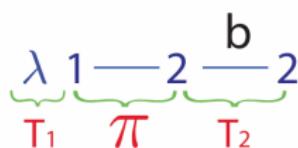
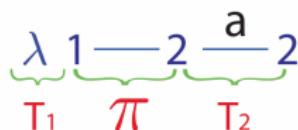
Функция direct. Пример 1



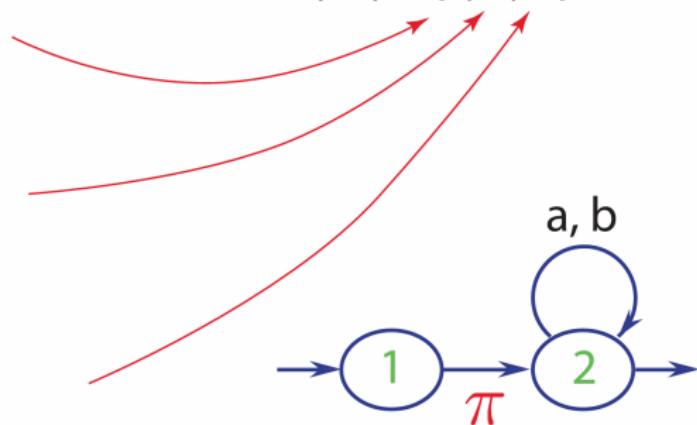
$$\text{direct}(\pi) = \{b\}$$



Функция direct. Пример 2

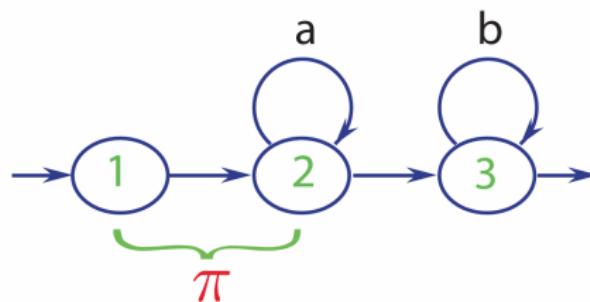


$$\text{direct}(\pi) = \{a, b, \varepsilon\}$$





Функция direct. Пример 3



$1 \xrightarrow{\quad} 2 \xrightarrow{\quad} 3 \xrightarrow{b} 3 \quad b \in \text{direct}(\pi)$

$1 \xrightarrow{\quad} 2 \xrightarrow{a} 2 \xrightarrow{\quad} 3 \quad a \in \text{direct}(\pi) \quad \text{direct}(\pi) = \{a, b, \varepsilon\}$

$1 \xrightarrow{\quad} 2 \xrightarrow{\quad} 3 \quad \varepsilon \in \text{direct}(\pi)$



Детерминированный L-граф

Бесконтекстный L-граф $G = \langle V, \Sigma, P, E, I, F \rangle$ называется детерминированным, если для любой вершины $v \in V$ и для любых двух дуг $\pi_1, \pi_2 \in E$, таких, что $\pi_1 \neq \pi_2$, $beg(\pi_1) = beg(\pi_2) = v$, выполняется условие: $direct(\pi_1) \cap direct(\pi_2) \neq \emptyset \rightarrow (\iota_1(\pi_1), \iota_1(\pi_2) \in P) \& (\iota_1(\pi_1) \neq \iota_1(\pi_2))$.

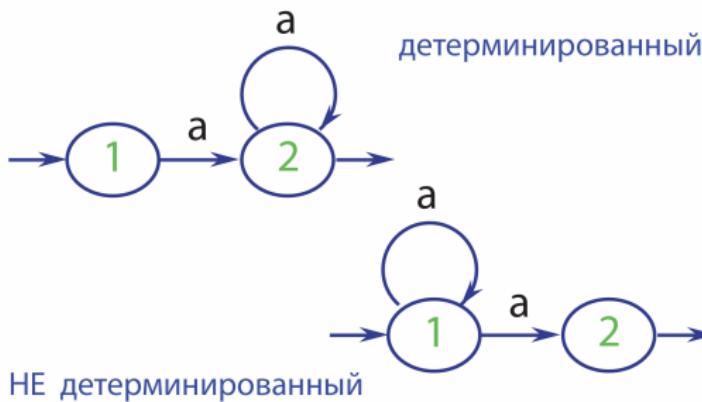
$$\pi_i = \langle q_i, a_i, d, \varepsilon, r_i \rangle, \quad i = 1, 2$$

- ▶ π_1, π_2 – дуги L-графа
- ▶ $\iota_1(\pi_i)$ – первый скобочный след дуги π_i , т.е. d
- ▶ $beg(\pi_i)$ – начальная вершина дуги π_i , $beg(\pi_i) = q_i$
- ▶ $end(\pi)$ – заключительная вершина дуги π_i , $end(\pi_i) = r_i$
- ▶ $P\rangle$ – множество закрывающих скобок
- ▶ $\omega(\pi_i)$ – пометка дуги, $\omega(\pi_i) = a_i$



Детерминированный L-граф

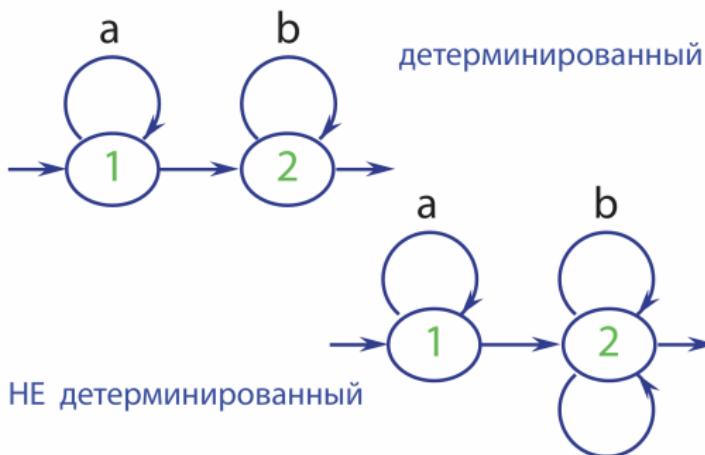
Бесконтекстный L-граф $G = \langle V, \Sigma, P, E, I, F \rangle$ называется детерминированным, если для любой вершины $v \in V$ и для любых двух дуг $\pi_1, \pi_2 \in E$, таких, что $\pi_1 \neq \pi_2$, $beg(\pi_1) = beg(\pi_2) = v$, выполняется условие: $direct(\pi_1) \cap direct(\pi_2) \neq \emptyset \rightarrow (\iota_1(\pi_1), \iota_1(\pi_2) \in P) \& (\iota_1(\pi_1) \neq \iota_1(\pi_2))$.





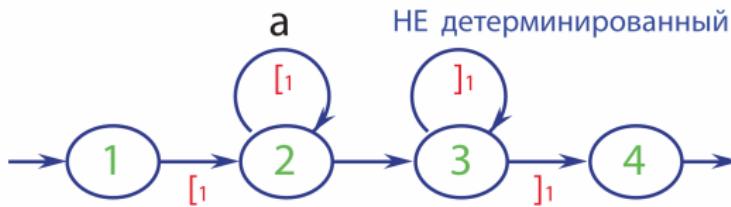
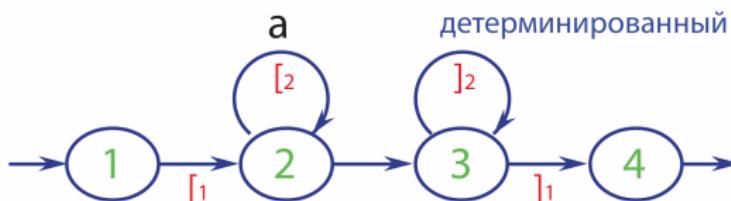
Детерминированный L-граф

Бесконтекстный L-граф $G = \langle V, \Sigma, P, E, I, F \rangle$ называется детерминированным, если для любой вершины $v \in V$ и для любых двух дуг $\pi_1, \pi_2 \in E$, таких, что $\text{beg}(\pi_1) = \text{beg}(\pi_2) = v$, выполняется условие: $\text{direct}(\pi_1) \cap \text{direct}(\pi_2) \neq \emptyset \rightarrow (\iota_1(\pi_1), \iota_1(\pi_2) \in P) \& (\iota_1(\pi_1) \neq \iota_1(\pi_2))$.



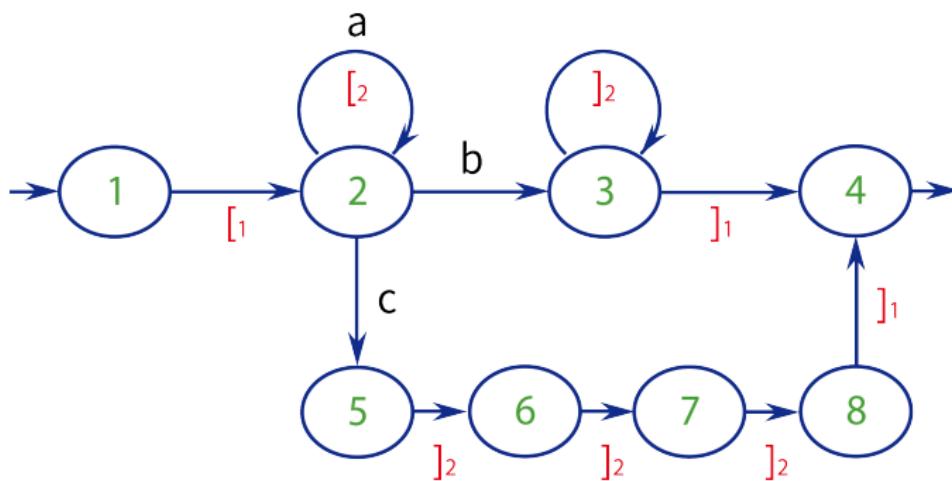
Детерминированный L-граф

Бесконтекстный L-граф $G = \langle V, \Sigma, P, E, I, F \rangle$ называется детерминированным, если для любой вершины $v \in V$ и для любых двух дуг $\pi_1, \pi_2 \in E$, таких, что $\pi_1 \neq \pi_2$, $\text{beg}(\pi_1) = \text{beg}(\pi_2) = v$, выполняется условие: $\text{direct}(\pi_1) \cap \text{direct}(\pi_2) \neq \emptyset \rightarrow (\iota_1(\pi_1), \iota_1(\pi_2) \in P) \& (\iota_1(\pi_1) \neq \iota_1(\pi_2))$.





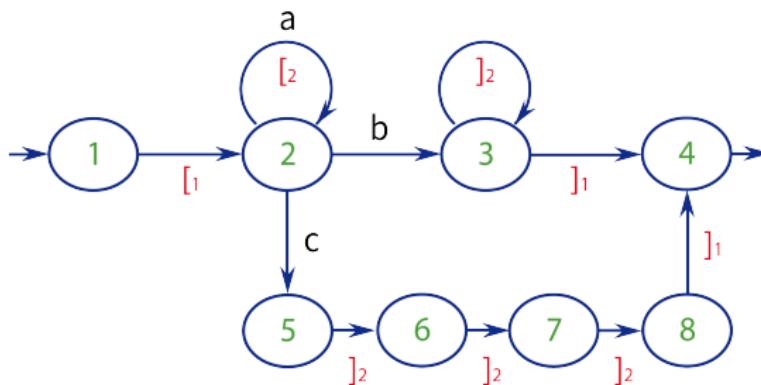
Пример



Бесконтекстный L-граф



Ядро L-графа

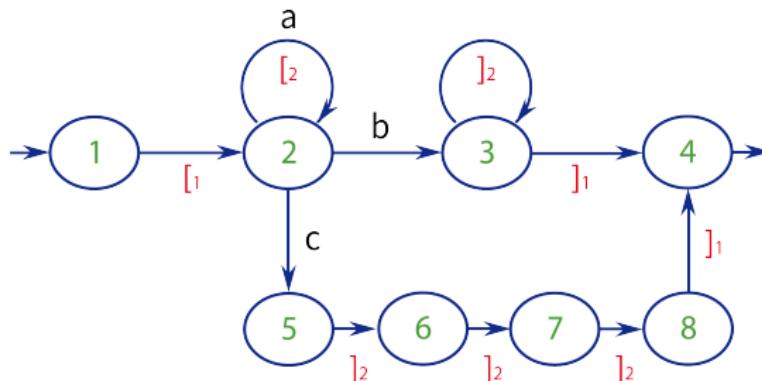


Определение:

$PrefCore_G(0, 0) = \{ T | \exists T' : TT' \in Core_G(1, 1), reduction(T) = \{ T \} \}$ (Т не содержит парных или нейтральных циклов)



Ядро L-графа



$$\text{Core}(0, 0) : \{1 - 2[1 \xrightarrow{b} 3[1 - 4,$$

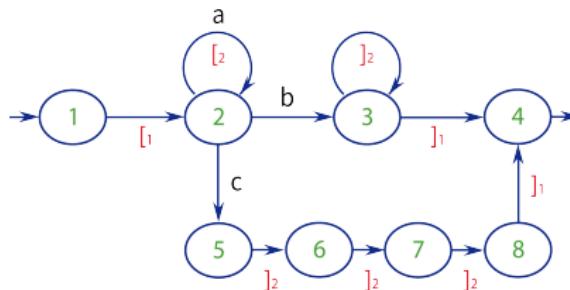
$$1 - 2[1 \xrightarrow{a} 2[1[2 \xrightarrow{a} 2[1[2[2 \xrightarrow{a} 2[1[2[2[2 \xrightarrow{c} 5[1[2[2[2 - 6[1[2[2 -$$

$$- 7[1[2 - 8[1 - 4\}$$

$$\text{Core}(1, 1) : \{1 - 2[1 \xrightarrow{a} 2[1[2 \xrightarrow{b} 3[1[2 - 3[1 - 4\} \cup \text{Core}(0, 0)$$



Множество памятей L-графа



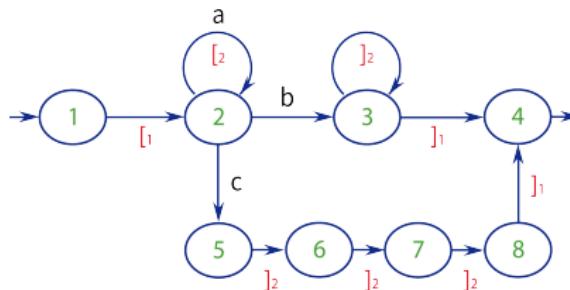
$PrefCore_G(0, 0) =$

$\{1, 1\frac{1}{1}2, 1\frac{1}{1}2\frac{b}{1}3, 1\frac{1}{1}2\frac{b}{1}3\frac{1}{1}4, 1\frac{1}{1}2\frac{a}{2}2, 1\frac{1}{1}2\frac{a}{2}2\frac{a}{2}2,$
 $1\frac{1}{1}2\frac{a}{2}2\frac{a}{2}2\frac{a}{2}2, 1\frac{1}{1}2\frac{a}{2}2\frac{a}{2}2\frac{a}{2}\frac{c}{2}5, 1\frac{1}{1}2\frac{a}{2}2\frac{a}{2}2\frac{a}{2}\frac{c}{2}5\frac{1}{2}6,$
 $1\frac{1}{1}2\frac{a}{2}2\frac{a}{2}2\frac{a}{2}\frac{c}{2}5\frac{1}{2}6\frac{1}{2}7, 1\frac{1}{1}2\frac{a}{2}2\frac{a}{2}2\frac{a}{2}\frac{c}{2}5\frac{1}{2}6\frac{1}{2}7\frac{1}{1}8\frac{1}{1}4\}$

$Mem = \{(P, \mu(\iota(T))) \mid P = end(T), \exists T \in PrefCore_G(0, 0)\}$



Множество памятей L-графа



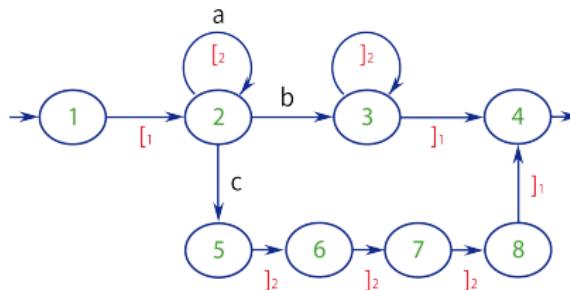
$PrefCore_G(0, 0) =$

$\{1, 1\overline{1}2, 1\overline{1}2\overline{1}^b3, 1\overline{1}2\overline{1}^b3\overline{1}4, 1\overline{1}2\overline{1}\overline{2}2, 1\overline{1}2\overline{1}\overline{2}2\overline{1}2,$
 $1\overline{1}2\overline{1}\overline{2}2\overline{2}\overline{1}2, 1\overline{1}2\overline{1}\overline{2}2\overline{2}\overline{1}2\overline{1}5, 1\overline{1}2\overline{1}\overline{2}2\overline{2}\overline{1}2\overline{2}\overline{1}5\overline{1}6,$
 $1\overline{1}2\overline{1}\overline{2}2\overline{2}\overline{1}2\overline{2}\overline{1}5\overline{1}6\overline{1}7, 1\overline{1}2\overline{1}\overline{2}2\overline{2}\overline{1}2\overline{2}\overline{1}5\overline{1}6\overline{1}7\overline{1}8\overline{1}4\}$

$Mem = \{(P, \mu(\iota(T))) \mid P = end(T), \exists T \in PrefCore_G(0, 0)\}$



Множество памятей L-графа

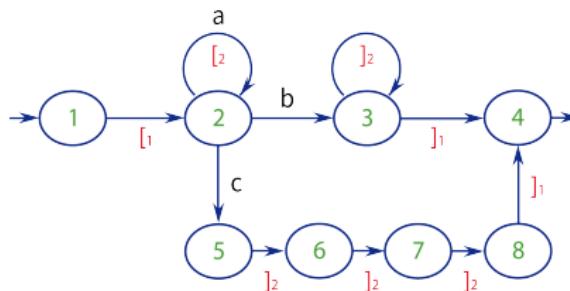


$PrefCore_G(0, 0) =$
 $\{1, 1\overline{1}2, 1\overline{1}2\overline{1}3, 1\overline{1}2\overline{1}3\overline{1}4, 1\overline{1}2\overline{1}\overline{2}2, 1\overline{1}2\overline{1}\overline{2}2\overline{1}2,$
 $1\overline{1}2\overline{1}\overline{2}2\overline{1}\overline{2}2, 1\overline{1}2\overline{1}\overline{2}2\overline{1}\overline{2}2\overline{1}5, 1\overline{1}2\overline{1}\overline{2}2\overline{1}\overline{2}2\overline{1}5\overline{1}6,$
 $1\overline{1}2\overline{1}\overline{2}2\overline{1}\overline{2}2\overline{1}\overline{2}5\overline{1}6\overline{1}7, 1\overline{1}2\overline{1}\overline{2}2\overline{1}\overline{2}2\overline{1}\overline{2}5\overline{1}6\overline{1}7\overline{1}8\overline{1}4\}$

$Mem = \{(P, \mu(\iota(T))) \mid P = end(T), \exists T \in PrefCore_G(0, 0)\}$



Множество памятей L-графа

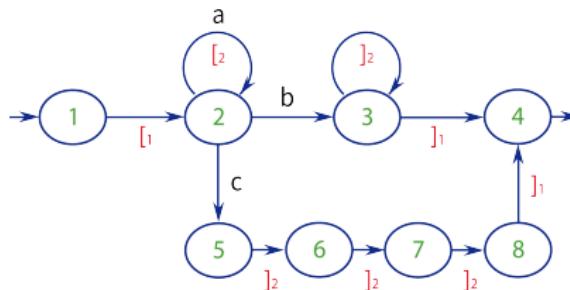


$PrefCore_G(0, 0) = \{1, 1\overline{1}2, 1\overline{1}2\overline{b}3, 1\overline{1}2\overline{b}3\overline{1}4, 1\overline{1}2\overline{1}\overline{2}2, 1\overline{1}2\overline{1}\overline{2}2\overline{1}\overline{2}2, 1\overline{1}2\overline{1}\overline{2}2\overline{1}\overline{2}2\overline{1}\overline{2}2, 1\overline{1}2\overline{1}\overline{2}2\overline{1}\overline{2}2\overline{1}\overline{2}2\overline{c}5, 1\overline{1}2\overline{1}\overline{2}2\overline{1}\overline{2}2\overline{1}\overline{2}2\overline{1}\overline{2}5\overline{1}6, 1\overline{1}2\overline{1}\overline{2}2\overline{1}\overline{2}2\overline{1}\overline{2}2\overline{1}\overline{2}5\overline{1}6\overline{1}7, 1\overline{1}2\overline{1}\overline{2}2\overline{1}\overline{2}2\overline{1}\overline{2}2\overline{1}\overline{2}5\overline{1}6\overline{1}7\overline{1}8\overline{1}4\}$

$Mem = \{(P, \mu(\iota(T))) \mid P = end(T), \exists T \in PrefCore_G(0, 0)\}$



Множество памятей L-графа

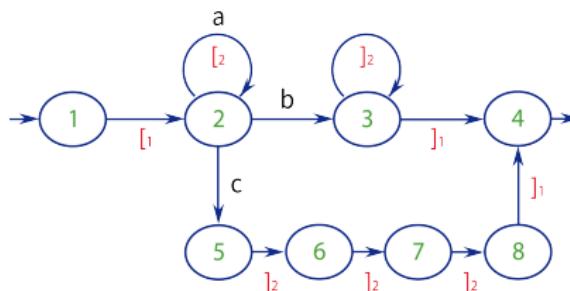


$PrefCore_G(0, 0) = \{1, 1\frac{1}{1}2, 1\frac{1}{1}2\frac{b}{1}3, 1\frac{1}{1}2\frac{b}{1}3\frac{1}{1}4, 1\frac{1}{1}2\frac{a}{2}2, 1\frac{1}{1}2\frac{a}{2}2\frac{a}{2}2,$
 $1\frac{1}{1}2\frac{a}{2}2\frac{a}{2}2\frac{a}{2}2, 1\frac{1}{1}2\frac{a}{2}2\frac{a}{2}2\frac{a}{2}\frac{c}{2}5, 1\frac{1}{1}2\frac{a}{2}2\frac{a}{2}2\frac{a}{2}\frac{c}{2}5\frac{1}{2}6,$
 $1\frac{1}{1}2\frac{a}{2}2\frac{a}{2}2\frac{a}{2}\frac{c}{2}5\frac{1}{2}6\frac{1}{2}7, 1\frac{1}{1}2\frac{a}{2}2\frac{a}{2}2\frac{a}{2}\frac{c}{2}5\frac{1}{2}6\frac{1}{2}7\frac{1}{2}8\frac{1}{1}4\}$

$Mem = \{(P, \mu(\iota(T))) \mid P = end(T), \exists T \in PrefCore_G(0, 0)\}$



Множество памятей L-графа

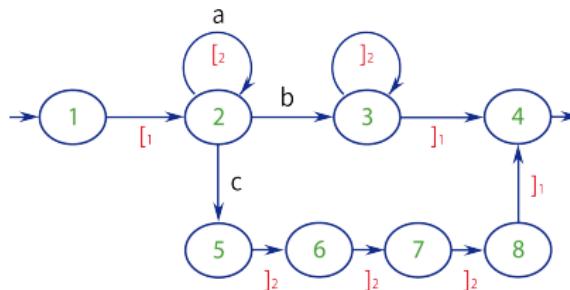


$PrefCore_G(0, 0) = \{1, 1\frac{1}{1}2, 1\frac{1}{1}2\frac{b}{1}3, 1\frac{1}{1}2\frac{b}{1}3\frac{1}{1}4, 1\frac{1}{1}2\frac{a}{2}2, 1\frac{1}{1}2\frac{a}{2}2\frac{a}{2}2,$
 $1\frac{1}{1}2\frac{a}{2}2\frac{a}{2}2\frac{a}{2}2, 1\frac{1}{1}2\frac{a}{2}2\frac{a}{2}2\frac{a}{2}2\frac{c}{1}5, 1\frac{1}{1}2\frac{a}{2}2\frac{a}{2}2\frac{a}{2}2\frac{a}{2}2\frac{c}{2}5\frac{1}{2}6,$
 $1\frac{1}{1}2\frac{a}{2}2\frac{a}{2}2\frac{a}{2}2\frac{c}{2}5\frac{1}{2}6\frac{1}{2}7, 1\frac{1}{1}2\frac{a}{2}2\frac{a}{2}2\frac{a}{2}2\frac{c}{2}5\frac{1}{2}6\frac{1}{2}7\frac{1}{2}8\frac{1}{1}4\}$

$Mem = \{(P, \mu(\iota(T))) \mid P = end(T), \exists T \in PrefCore_G(0, 0)\}$



Множество памятей L-графа

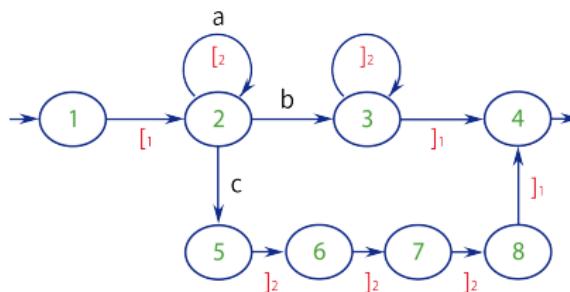


$PrefCore_G(0, 0) = \{1, 1\frac{1}{1}2, 1\frac{1}{1}2\frac{b}{1}3, 1\frac{1}{1}2\frac{b}{1}3\frac{1}{1}4, 1\frac{1}{1}2\frac{a}{2}2, 1\frac{1}{1}2\frac{a}{2}2\frac{a}{2}2,$
 $1\frac{1}{1}2\frac{a}{2}\frac{a}{2}2\frac{a}{2}2, 1\frac{1}{1}2\frac{a}{2}2\frac{a}{2}2\frac{a}{2}2\frac{c}{2}5, 1\frac{1}{1}2\frac{a}{2}2\frac{a}{2}2\frac{a}{2}2\frac{a}{2}2\frac{c}{2}5\frac{1}{2}6,$
 $1\frac{1}{1}2\frac{a}{2}2\frac{a}{2}2\frac{a}{2}2\frac{a}{2}2\frac{c}{2}5\frac{1}{2}6\frac{1}{2}7, 1\frac{1}{1}2\frac{a}{2}2\frac{a}{2}2\frac{a}{2}2\frac{a}{2}2\frac{c}{2}5\frac{1}{2}6\frac{1}{2}7\frac{1}{2}8\frac{1}{1}4\}$

$Mem = \{(P, \mu(\iota(T))) \mid P = end(T), \exists T \in PrefCore_G(0, 0)\}$



Множество памятей L-графа

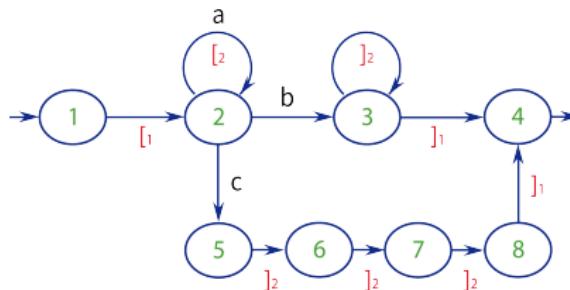


$PrefCore_G(0, 0) =$
 $\{1, 1\frac{1}{[1}2, 1\frac{1}{[1}2\frac{b}{[1}3, 1\frac{1}{[1}2\frac{b}{[1}3\frac{1}{]1}4, 1\frac{1}{[1}2\frac{a}{[2}2, 1\frac{1}{[1}2\frac{a}{[2}2\frac{a}{[2}2,$
 $1\frac{1}{[1}2\frac{a}{[2}2\frac{a}{[2}2\frac{a}{[2}2, 1\frac{1}{[1}2\frac{a}{[2}2\frac{a}{[2}2\frac{a}{[2}2\frac{c}{[2}5, 1\frac{1}{[1}2\frac{a}{[2}2\frac{a}{[2}2\frac{a}{[2}2\frac{c}{[2}5\frac{1}{]2}6,$
 $1\frac{1}{[1}2\frac{a}{[2}2\frac{a}{[2}2\frac{a}{[2}2\frac{c}{[2}5\frac{1}{]2}6\frac{1}{]2}7, 1\frac{1}{[1}2\frac{a}{[2}2\frac{a}{[2}2\frac{a}{[2}2\frac{c}{[2}5\frac{1}{]2}6\frac{1}{]2}7\frac{1}{]1}4\}$

$Mem = \{(P, \mu(\iota(T))) \mid P = end(T), \exists T \in PrefCore_G(0, 0)\}$



Множество памятей L-графа

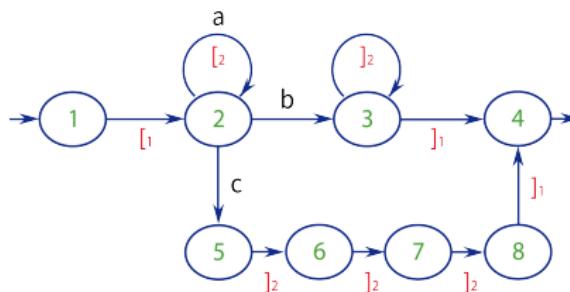


$PrefCore_G(0, 0) = \{1, 1\frac{1}{[1}2, 1\frac{1}{[1}2\frac{b}{[1}3, 1\frac{1}{[1}2\frac{b}{[1}3\frac{1}{]1}4, 1\frac{1}{[1}2\frac{a}{[2}2, 1\frac{1}{[1}2\frac{a}{[2}2\frac{a}{[2}2,$
 $1\frac{1}{[1}2\frac{a}{[2}2\frac{a}{[2}2\frac{a}{[2}2, 1\frac{1}{[1}2\frac{a}{[2}2\frac{a}{[2}2\frac{a}{[2}2\frac{c}{[2}5, 1\frac{1}{[1}2\frac{a}{[2}2\frac{a}{[2}2\frac{a}{[2}2\frac{a}{[2}2\frac{c}{[2}5\frac{1}{]2}6,$
 $1\frac{1}{[1}2\frac{a}{[2}2\frac{a}{[2}2\frac{a}{[2}2\frac{a}{[2}2\frac{c}{[2}5\frac{1}{]2}6\frac{1}{]2}7, 1\frac{1}{[1}2\frac{a}{[2}2\frac{a}{[2}2\frac{a}{[2}2\frac{a}{[2}2\frac{c}{[2}5\frac{1}{]2}6\frac{1}{]2}7\frac{1}{]2}8\frac{1}{]1}4\}$

$Mem = \{(P, \mu(\iota(T))) \mid P = end(T), \exists T \in PrefCore_G(0, 0)\}$



Множество памятей L-графа



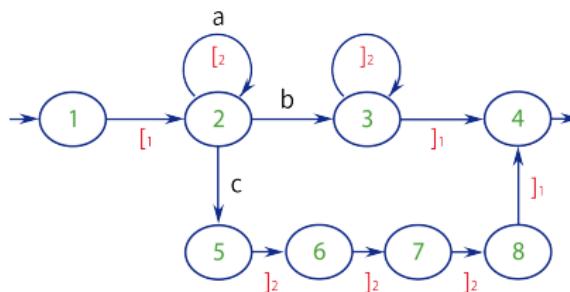
$PrefCore_G(0, 0) =$

$\{1, 1\frac{1}{[1}2, 1\frac{1}{[1}2\frac{b}{[1}3, 1\frac{1}{[1}2\frac{b}{[1}3\frac{1}{]1}4, 1\frac{1}{[1}2\frac{a}{[2}2, 1\frac{1}{[1}2\frac{a}{[2}2\frac{a}{[2}2,$
 $1\frac{1}{[1}2\frac{a}{[2}2\frac{a}{[2}2\frac{a}{[2}2, 1\frac{1}{[1}2\frac{a}{[2}2\frac{a}{[2}2\frac{a}{[2}2\frac{c}{[2}5, 1\frac{1}{[1}2\frac{a}{[2}2\frac{a}{[2}2\frac{a}{[2}2\frac{a}{[2}2\frac{c}{[2}5\frac{1}{]2}6,$
 $1\frac{1}{[1}2\frac{a}{[2}2\frac{a}{[2}2\frac{a}{[2}2\frac{a}{[2}2\frac{c}{[2}5\frac{1}{]2}6\frac{1}{]2}7, 1\frac{1}{[1}2\frac{a}{[2}2\frac{a}{[2}2\frac{a}{[2}2\frac{a}{[2}2\frac{c}{[2}5\frac{1}{]2}6\frac{1}{]2}7\frac{1}{]2}8\frac{1}{]1}4\}$

$Mem = \{(P, \mu(\iota(T))) \mid P = end(T), \exists T \in PrefCore_G(0, 0)\}$



Множество памятей L-графа

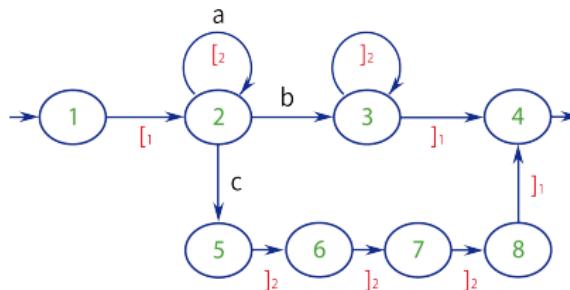


$PrefCore_G(0, 0) =$
 $\{1, 1\frac{1}{1}2, 1\frac{1}{1}2\frac{b}{1}3, 1\frac{1}{1}2\frac{b}{1}3\frac{1}{1}4, 1\frac{1}{1}2\frac{a}{2}2, 1\frac{1}{1}2\frac{a}{2}2\frac{a}{2}2,$
 $1\frac{1}{1}2\frac{a}{2}2\frac{a}{2}2\frac{a}{2}2, 1\frac{1}{1}2\frac{a}{2}2\frac{a}{2}2\frac{a}{2}\frac{c}{2}5, 1\frac{1}{1}2\frac{a}{2}2\frac{a}{2}2\frac{a}{2}\frac{c}{2}5\frac{1}{2}6,$
 $1\frac{1}{1}2\frac{a}{2}2\frac{a}{2}2\frac{a}{2}\frac{c}{2}5\frac{1}{2}6\frac{1}{2}7, 1\frac{1}{1}2\frac{a}{2}2\frac{a}{2}2\frac{a}{2}\frac{c}{2}5\frac{1}{2}6\frac{1}{2}7\frac{1}{2}8\frac{1}{1}4\}$

$Mem = \{(P, \mu(\iota(T))) \mid P = end(T), \exists T \in PrefCore_G(0, 0)\}$



Множество памятей L-графа



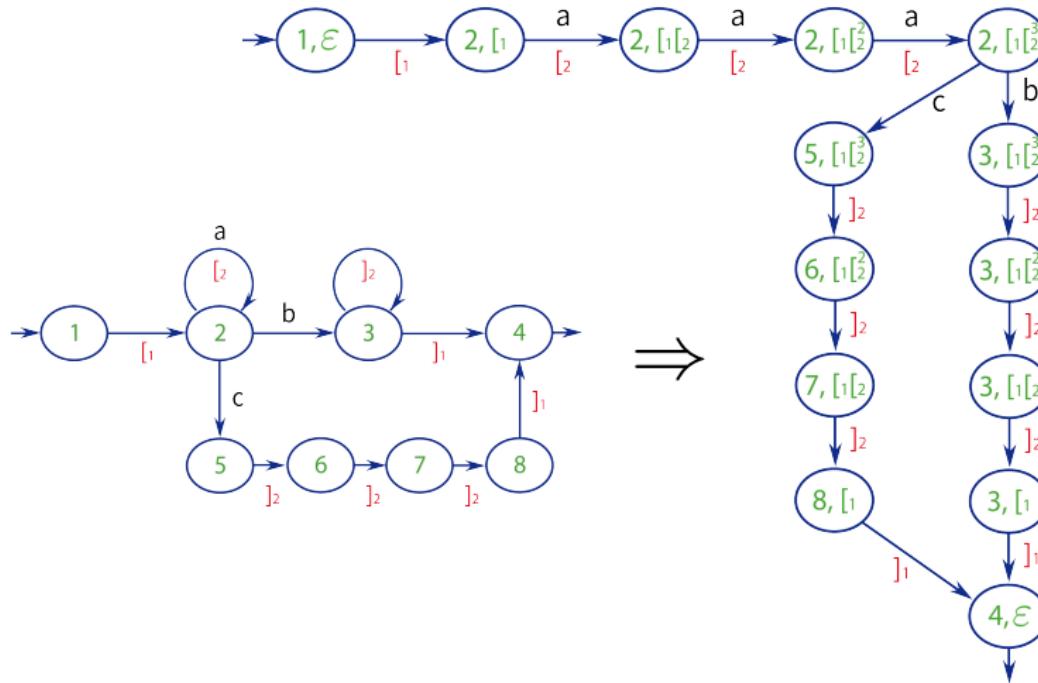
$PrefCore_G(0, 0) =$

$\{1, 1\frac{1}{[1}2, 1\frac{1}{[1}2\frac{b}{[1}3, 1\frac{1}{[1}2\frac{b}{[1}3\frac{1}{]1}4, 1\frac{1}{[1}2\frac{a}{[2}2, 1\frac{1}{[1}2\frac{a}{[2}2\frac{a}{[2}2,$
 $1\frac{1}{[1}2\frac{a}{[2}2\frac{a}{[2}2\frac{a}{[2}2, 1\frac{1}{[1}2\frac{a}{[2}2\frac{a}{[2}2\frac{a}{[2}2\frac{c}{[1}5, 1\frac{1}{[1}2\frac{a}{[2}2\frac{a}{[2}2\frac{a}{[2}2\frac{c}{[2}5\frac{1}{]2}6,$
 $1\frac{1}{[1}2\frac{a}{[2}2\frac{a}{[2}2\frac{a}{[2}2\frac{c}{[2}5\frac{1}{]2}6\frac{1}{]2}7, 1\frac{1}{[1}2\frac{a}{[2}2\frac{a}{[2}2\frac{a}{[2}2\frac{c}{[2}5\frac{1}{]2}6\frac{1}{]2}7\frac{1}{]2}8\frac{1}{]1}4\}$

$Mem = \{(P, \mu(\iota(T))) \mid P = end(T), \exists T \in PrefCore_G(0, 0)\}$

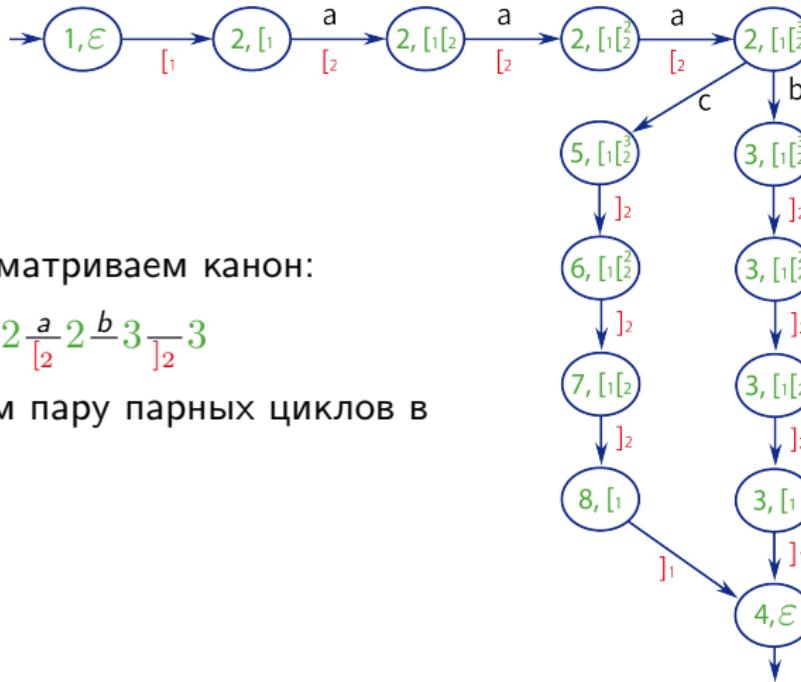


L-граф по $PrefCore_G(0, 0)$





L-граф по $PrefCore_G(0, 0)$



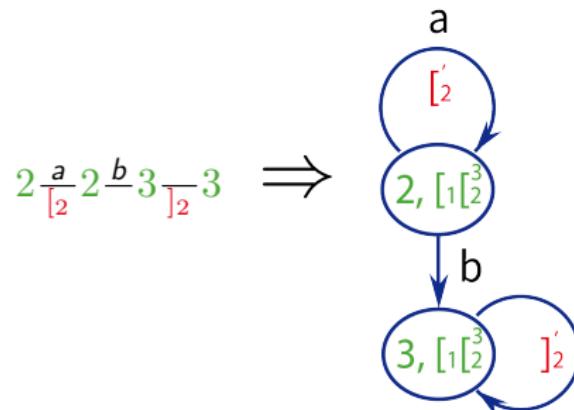
Далее рассматриваем канон:

$$2 \xrightarrow[a]{[2]} 2 \xrightarrow[b]{[2]} 3 \xrightarrow[c]{[2]} 3$$

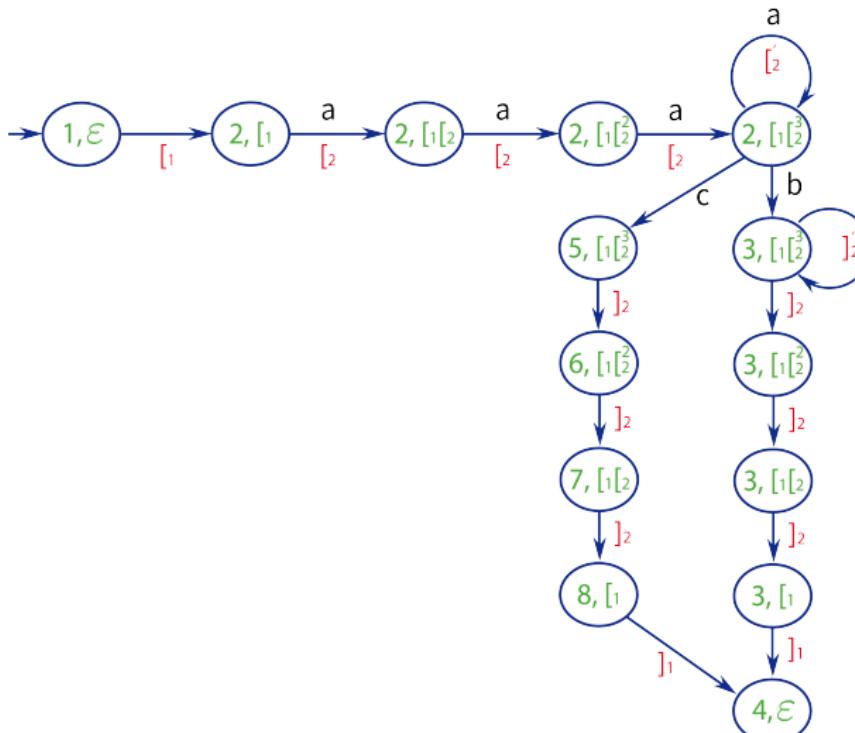
и вставляем пару парных циклов в
граф



Парные циклы

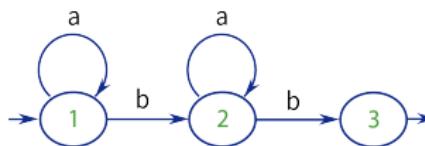
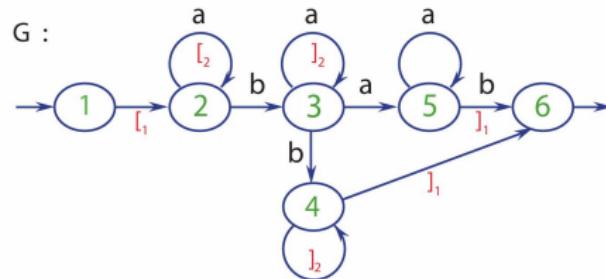


L-граф по $PrefCore_G(0, 0)$





Пример нерегулярного L-графа, допускающего регулярный язык





Теорема

Пусть G – детерминированный бесконтекстный L -граф без псевдоциклических путей.

Язык $L(G)$ регулярен тогда и только тогда, когда для любого пути

$$T_1 T_2 T_3 T_4 T_5 \in \text{Core}(1, 1),$$

где T_1 и T_2 – парные циклы, $\omega(T_2) \neq \varepsilon$, $\omega(T_4) \neq \varepsilon$

выполняются условия

$$\omega(T_1)\omega(T_3)\omega(T_4)\omega(T_5) \in L(G)$$

и

$$\omega(T_1)\omega(T_2)\omega(T_3)\omega(T_5) \in L(G).$$



Итоги:

- ▶ Предложен метод проверки регулярности детерминированных бесконтекстных L-графов.
- ▶ Найден критерий регулярности для L-графов в нормальной форме, обладающих дополнительным свойством – детерминированностью.