

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Таблица А.1 – Представление программы в виде последовательности операторов

S	Оператор	C(S)	R(S)
S_1	$t_1 = a_{22} * a_{33}$	$\{t_1\}$	$\{a_{22}, a_{33}\}$
S_2	$t_2 = a_{23} * a_{32}$	$\{t_2\}$	$\{a_{23}, a_{32}\}$
S_3	$A_{11} = t_1 - t_2$	$\{A_{11}\}$	$\{t_1, t_2\}$
S_4	$temp_1 = a_{11} * A_{11}$	$\{temp_1\}$	$\{a_{11}, A_{11}\}$
S_5	$t_3 = a_{21} * a_{33}$	$\{t_3\}$	$\{a_{21}, a_{33}\}$
S_6	$t_4 = a_{23} * a_{31}$	$\{t_4\}$	$\{a_{23}, a_{31}\}$
S_7	$A_{12} = -(t_3 - t_4)$	$\{A_{12}\}$	$\{t_3, t_4\}$
S_8	$temp_2 = a_{12} * A_{12}$	$\{temp_2\}$	$\{a_{12}, A_{12}\}$
S_9	$t_5 = a_{21} * a_{32}$	$\{t_5\}$	$\{a_{21}, a_{32}\}$
S_{10}	$t_6 = a_{22} * a_{31}$	$\{t_6\}$	$\{a_{22}, a_{31}\}$
S_{11}	$A_{13} = t_5 - t_6$	$\{A_{13}\}$	$\{t_5, t_6\}$
S_{12}	$temp_3 = a_{13} * A_{13}$	$\{temp_3\}$	$\{a_{13}, A_{13}\}$
S_{13}	$\Delta = temp_1 + temp_2 + temp_3$	$\{\Delta\}$	$\{temp_1, temp_2, temp_3\}$
S_{14}	$t_7 = a_{12} * a_{33}$	$\{t_7\}$	$\{a_{12}, a_{33}\}$
S_{15}	$t_8 = a_{13} * a_{32}$	$\{t_8\}$	$\{a_{13}, a_{32}\}$
S_{16}	$A_{21} = -(t_7 - t_8)$	$\{A_{21}\}$	$\{t_7, t_8\}$
S_{17}	$t_9 = a_{11} * a_{33}$	$\{t_9\}$	$\{a_{11}, a_{33}\}$
S_{18}	$t_{10} = a_{13} * a_{31}$	$\{t_{10}\}$	$\{a_{13}, a_{31}\}$
S_{19}	$A_{22} = t_9 - t_{10}$	$\{A_{22}\}$	$\{t_9, t_{10}\}$
S_{20}	$t_{11} = a_{11} * a_{32}$	$\{t_{11}\}$	$\{a_{11}, a_{32}\}$
S_{21}	$t_{12} = a_{12} * a_{31}$	$\{t_{12}\}$	$\{a_{12}, a_{31}\}$
S_{22}	$A_{23} = -(t_{11} - t_{12})$	$\{A_{23}\}$	$\{t_{11}, t_{12}\}$
S_{23}	$t_{13} = a_{12} * a_{23}$	$\{t_{13}\}$	$\{a_{12}, a_{23}\}$
S_{24}	$t_{14} = a_{13} * a_{22}$	$\{t_{14}\}$	$\{a_{13}, a_{22}\}$
S_{25}	$A_{31} = t_{13} - t_{14}$	$\{A_{31}\}$	$\{t_{13}, t_{14}\}$
S_{26}	$t_{15} = a_{11} * a_{23}$	$\{t_{15}\}$	$\{a_{11}, a_{23}\}$
S_{27}	$t_{16} = a_{13} * a_{21}$	$\{t_{16}\}$	$\{a_{13}, a_{21}\}$
S_{28}	$A_{32} = -(t_{15} - t_{16})$	$\{A_{32}\}$	$\{t_{15}, t_{16}\}$
S_{29}	$t_{17} = a_{11} * a_{22}$	$\{t_{17}\}$	$\{a_{11}, a_{22}\}$
S_{30}	$t_{18} = a_{12} * a_{21}$	$\{t_{18}\}$	$\{a_{12}, a_{21}\}$
S_{31}	$A_{33} = t_{17} - t_{18}$	$\{A_{33}\}$	$\{t_{17}, t_{18}\}$
S_{32}	$A^T = [A_{11}, A_{21}, A_{31};$ $A_{12}, A_{22}, A_{32};$ $A_{13}, A_{23}, A_{33}]$	$\{A^T\}$	$\{A_{11}, A_{21}, A_{31}$ $, A_{12}, A_{22}, A_{32}$ $, A_{13}, A_{23}, A_{33}\}$
S_{33}	$A^{-1} = A^T / \Delta$	$\{A^{-1}\}$	$\{A^T, \Delta\}$

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Итерация №1

Отношения между операторами:
Отношения сильной зависимости:

$S_1 \rightarrow S_3$
 $S_2 \rightarrow S_3$
 $S_3 \rightarrow S_4$
 $S_3 \rightarrow S_{32}$
 $S_4 \rightarrow S_{13}$
 $S_5 \rightarrow S_7$
 $S_6 \rightarrow S_7$
 $S_7 \rightarrow S_8$
 $S_7 \rightarrow S_{32}$
 $S_8 \rightarrow S_{13}$
 $S_9 \rightarrow S_{11}$
 $S_{10} \rightarrow S_{11}$
 $S_{11} \rightarrow S_{12}$
 $S_{11} \rightarrow S_{32}$
 $S_{12} \rightarrow S_{13}$
 $S_{13} \rightarrow S_{33}$
 $S_{14} \rightarrow S_{16}$
 $S_{15} \rightarrow S_{16}$
 $S_{16} \rightarrow S_{32}$
 $S_{17} \rightarrow S_{19}$
 $S_{18} \rightarrow S_{19}$
 $S_{19} \rightarrow S_{32}$
 $S_{20} \rightarrow S_{22}$
 $S_{21} \rightarrow S_{22}$
 $S_{22} \rightarrow S_{32}$
 $S_{23} \rightarrow S_{25}$
 $S_{24} \rightarrow S_{25}$
 $S_{25} \rightarrow S_{32}$
 $S_{26} \rightarrow S_{28}$
 $S_{27} \rightarrow S_{28}$
 $S_{28} \rightarrow S_{32}$
 $S_{29} \rightarrow S_{31}$
 $S_{30} \rightarrow S_{31}$
 $S_{31} \rightarrow S_{32}$
 $S_{32} \rightarrow S_{33}$

	S_1	S_2	S_3	S_4	S_5	S_6	S_7	S_8	S_9	S_{10}	S_{11}	S_{12}	S_{13}	S_{14}	S_{15}	S_{16}	S_{17}	S_{18}	S_{19}	S_{20}	S_{21}	S_{22}	S_{23}	S_{24}	S_{25}	S_{26}	S_{27}	S_{28}	S_{29}	S_{30}	S_{31}	S_{32}	S_{33}		
$C =$	S_1	S_2	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0		
			1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0		
	S_3	S_4	0	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0		
	S_4	S_5	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0		
	S_5	S_6	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	
	S_6	S_7	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	
	S_7	S_8	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	
	S_8	S_9	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	
	S_9	S_{10}	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	
	S_{10}	S_{11}	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	
	S_{11}	S_{12}	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	
	S_{12}	S_{13}	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	
	S_{13}	S_{14}	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	
	S_{14}	S_{15}	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	
	S_{15}	S_{16}	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	
	S_{16}	S_{17}	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	
	S_{17}	S_{18}	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	
	S_{18}	S_{19}	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	
	S_{19}	S_{20}	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	
	S_{20}	S_{21}	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	
	S_{21}	S_{22}	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	
	S_{22}	S_{23}	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	0	
	S_{23}	S_{24}	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	0	
	S_{24}	S_{25}	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	0	
	S_{25}	S_{26}	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	0	0	
	S_{26}	S_{27}	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	0	
	S_{27}	S_{28}	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	0	0
	S_{28}	S_{29}	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0
	S_{29}	S_{30}	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0
	S_{30}	S_{31}	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0
	S_{31}	S_{32}	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	0	0
	S_{32}	S_{33}	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
	S_{33}		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	

Проверка условия приводимости программы к ППФ (5 из 413):

1) $S_1 \not\rightarrow S_5$

2) S_3

$$E(S_1) = \{S_3, S_4, S_{13}, S_{32}, S_{33}\}$$

$$E(S_5) = \{S_7, S_8, S_{13}, S_{32}, S_{33}\}$$

$$N_1(S_1, S_5) = \{S_{13}, S_{32}, S_{33}\}$$

$$N_2(S_1, S_5) = \{S_3, S_4, S_7, S_8\}$$

$$E(S_3) = \{S_4, S_{13}, S_{32}, S_{33}\}$$

$S_3 \in N_2(S_1, S_5)$ — выполняется

$N_1(S_1, S_5) \subseteq E(S_3)$ — выполняется

выполняется

1) $S_1 \not\rightarrow S_6$

2) S_3

$$E(S_1) = \{S_3, S_4, S_{13}, S_{32}, S_{33}\}$$

$$E(S_6) = \{S_7, S_8, S_{13}, S_{32}, S_{33}\}$$

$$N_1(S_1, S_6) = \{S_{13}, S_{32}, S_{33}\}$$

$$N_2(S_1, S_6) = \{S_3, S_4, S_7, S_8\}$$

$$E(S_3) = \{S_4, S_{13}, S_{32}, S_{33}\}$$

$S_3 \in N_2(S_1, S_6)$ — выполняется

$N_1(S_1, S_6) \subseteq E(S_3)$ — выполняется

выполняется

1) $S_1 \not\rightarrow S_7$

2) S_3

$$E(S_1) = \{S_3, S_4, S_{13}, S_{32}, S_{33}\}$$

$$E(S_7) = \{S_8, S_{13}, S_{32}, S_{33}\}$$

$$N_1(S_1, S_7) = \{S_{13}, S_{32}, S_{33}\}$$

$$N_2(S_1, S_7) = \{S_3, S_4, S_8\}$$

$$E(S_3) = \{S_4, S_{13}, S_{32}, S_{33}\}$$

$S_3 \in N_2(S_1, S_7)$ — выполняется

$N_1(S_1, S_7) \subseteq E(S_3)$ — выполняется

выполняется

$$1) S_1 \not\rightarrow S_8$$

$$2) S_3$$

$$E(S_1) = \{S_3, S_4, S_{13}, S_{32}, S_{33}\}$$

$$E(S_8) = \{S_{13}, S_{33}\}$$

$$N_1(S_1, S_8) = \{S_{13}, S_{33}\}$$

$$N_2(S_1, S_8) = \{S_3, S_4, S_{32}\}$$

$$E(S_3) = \{S_4, S_{13}, S_{32}, S_{33}\}$$

$$S_3 \in N_2(S_1, S_8) - \text{выполняется}$$

$$N_1(S_1, S_8) \subseteq E(S_3) - \text{выполняется}$$

выполняется

$$1) S_1 \not\rightarrow S_9$$

$$2) S_3$$

$$E(S_1) = \{S_3, S_4, S_{13}, S_{32}, S_{33}\}$$

$$E(S_9) = \{S_{11}, S_{12}, S_{13}, S_{32}, S_{33}\}$$

$$N_1(S_1, S_9) = \{S_{13}, S_{32}, S_{33}\}$$

$$N_2(S_1, S_9) = \{S_3, S_4, S_{11}, S_{12}\}$$

$$E(S_3) = \{S_4, S_{13}, S_{32}, S_{33}\}$$

$$S_3 \in N_2(S_1, S_9) - \text{выполняется}$$

$$N_1(S_1, S_9) \subseteq E(S_3) - \text{выполняется}$$

выполняется

На текущей итерации был выделен параллельный групповой оператор $\bar{y}_1 = \{S_1, S_2\}$

Итерация №2

Отношения между операторами:

Отношения сильной зависимости с выделенным на прошлой итерации групповым оператором:

$$\bar{y}_1 \rightarrow S_3$$

На текущей итерации был выделен последовательный групповой оператор $\bar{y}_1 = \{\bar{y}_1, S_3, S_4\}$

Итерация №3

Отношения между операторами:

Отношения сильной зависимости с выделенным на прошлой итерации групповым оператором:

$$\bar{y}_1 \rightarrow S_{13}$$

$$\bar{y}_1 \rightarrow S_{32}$$

	\bar{y}_1	S_5	S_6	S_7	S_8	S_9	S_{10}	S_{11}	S_{12}	S_{13}	S_{14}	S_{15}	S_{16}	S_{17}	S_{18}	S_{19}	S_{20}	S_{21}	S_{22}	S_{23}	S_{24}	S_{25}	S_{26}	S_{27}	S_{28}	S_{29}	S_{30}	S_{31}	S_{32}	S_{33}	
\bar{y}_1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	
S_5	1	1	1	0	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0
S_6	1	1	1	0	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0
S_7	1	0	0	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0
S_8	1	0	0	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
S_9	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0
S_{10}	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0
S_{11}	1	1	1	1	1	0	0	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0
S_{12}	1	1	1	1	1	0	0	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
S_{13}	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
S_{14}	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0
S_{15}	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0
S_{16}	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0
S_{17}	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0
S_{18}	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0
S_{19}	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0
S_{20}	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0
S_{21}	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0
S_{22}	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0
S_{23}	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0
S_{24}	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0
S_{25}	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0
S_{26}	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	0	
S_{27}	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	0	
S_{28}	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	0	0	
S_{29}	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0
S_{30}	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0
S_{31}	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	0	0
S_{32}	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
S_{33}	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1

На текущей итерации был выделен параллельный групповой оператор $\bar{y}_2 = \{S_5, S_6\}$

Итерация №4

Отношения между операторами:

Отношения сильной зависимости с выделенным на прошлой итерации групповым оператором:

$$\bar{y}_2 \rightarrow S_7$$

На текущей итерации был выделен последовательный групповой оператор $\bar{y}_2 = \{\bar{y}_2, S_7, S_8\}$

Итерация №5

Отношения между операторами:

Отношения сильной зависимости с выделенным на прошлой итерации групповым оператором:

$$\bar{y}_2 \rightarrow S_{13}$$

$$\bar{y}_2 \rightarrow S_{32}$$

$$C = \begin{matrix} & \bar{y}_1 & \bar{y}_2 & \bar{y}_3 & S_{13} & S_{14} & S_{15} & S_{16} & S_{17} & S_{18} & S_{19} & S_{20} & S_{21} & S_{22} & S_{23} & S_{24} & S_{25} & S_{26} & S_{27} & S_{28} & S_{29} & S_{30} & S_{31} & S_{32} & S_{33} \\ \begin{matrix} \bar{y}_1 \\ \bar{y}_2 \\ \bar{y}_3 \\ S_{13} \\ S_{14} \\ S_{15} \\ S_{16} \\ S_{17} \\ S_{18} \\ S_{19} \\ S_{20} \\ S_{21} \\ S_{22} \\ S_{23} \\ S_{24} \\ S_{25} \\ S_{26} \\ S_{27} \\ S_{28} \\ S_{29} \\ S_{30} \\ S_{31} \\ S_{32} \\ S_{33} \end{matrix} & \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 1 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 1 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \end{matrix}$$

На текущей итерации был выделен параллельный групповой оператор $\bar{y}_4 = \{\bar{y}_1, \bar{y}_2, \bar{y}_3\}$

Итерация №8

Отношения между операторами:

Отношения сильной зависимости с выделенным на прошлой итерации групповым оператором:

$$\bar{\bar{y}}_4 \rightarrow S_{13}$$

$$\bar{\bar{y}}_4 \rightarrow S_{32}$$

На текущей итерации был выделен последовательный групповой оператор $\bar{y}_4 = \{\bar{\bar{y}}_4, S_{13}\}$

Итерация №9

Отношения между операторами:

Отношения сильной зависимости с выделенным на прошлой итерации групповым оператором:

$$\bar{y}_4 \rightarrow S_{32}$$

$$\bar{y}_4 \rightarrow S_{33}$$

$$C = \begin{matrix} & \bar{y}_4 & S_{14} & S_{15} & S_{16} & S_{17} & S_{18} & S_{19} & S_{20} & S_{21} & S_{22} & S_{23} & S_{24} & S_{25} & S_{26} & S_{27} & S_{28} & S_{29} & S_{30} & S_{31} & S_{32} & S_{33} \\ \begin{matrix} \bar{y}_4 \\ S_{14} \\ S_{15} \\ S_{16} \\ S_{17} \\ S_{18} \\ S_{19} \\ S_{20} \\ S_{21} \\ S_{22} \\ S_{23} \\ S_{24} \\ S_{25} \\ S_{26} \\ S_{27} \\ S_{28} \\ S_{29} \\ S_{30} \\ S_{31} \\ S_{32} \\ S_{33} \end{matrix} & \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & \mathbf{1} & \mathbf{1} & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & \mathbf{1} & \mathbf{1} & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \end{matrix}$$

На текущей итерации был выделен параллельный групповой оператор $\bar{y}_5 = \{S_{14}, S_{15}\}$

Итерация №10

Отношения между операторами:

Отношения сильной зависимости с выделенным на прошлой итерации групповым оператором:

$$\bar{y}_5 \rightarrow S_{16}$$

На текущей итерации был выделен последовательный групповой оператор $\bar{y}_5 = \{\bar{y}_5, S_{16}\}$

Итерация №11

Отношения между операторами:

Отношения сильной зависимости с выделенным на прошлой итерации групповым оператором:

$$\bar{y}_5 \rightarrow S_{32}$$

Итерация №14

Отношения между операторами:

Отношения сильной зависимости с выделенным на прошлой итерации групповым оператором:

$$\bar{y}_7 \rightarrow S_{22}$$

На текущей итерации был выделен последовательный групповой оператор $\bar{y}_7 = \{\bar{y}_7, S_{22}\}$

Итерация №15

Отношения между операторами:

Отношения сильной зависимости с выделенным на прошлой итерации групповым оператором:

$$\bar{y}_7 \rightarrow S_{32}$$

$$C = \begin{matrix} & \bar{y}_4 & \bar{y}_5 & \bar{y}_6 & \bar{y}_7 & S_{23} & S_{24} & S_{25} & S_{26} & S_{27} & S_{28} & S_{29} & S_{30} & S_{31} & S_{32} & S_{33} \\ \begin{matrix} \bar{y}_4 \\ \bar{y}_5 \\ \bar{y}_6 \\ \bar{y}_7 \\ S_{23} \\ S_{24} \\ S_{25} \\ S_{26} \\ S_{27} \\ S_{28} \\ S_{29} \\ S_{30} \\ S_{31} \\ S_{32} \\ S_{33} \end{matrix} & \left[\begin{array}{cccccccccccccccc} 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & \mathbf{1} & \mathbf{1} & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & \mathbf{1} & \mathbf{1} & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{array} \right] \end{matrix}$$

На текущей итерации был выделен параллельный групповой оператор $\bar{y}_8 = \{S_{23}, S_{24}\}$

Итерация №16

Отношения между операторами:

Отношения сильной зависимости с выделенным на прошлой итерации групповым оператором:

$$\bar{y}_8 \rightarrow S_{25}$$

На текущей итерации был выделен последовательный групповой оператор $\bar{y}_8 = \{\bar{y}_8, S_{25}\}$

Итерация №17

Отношения между операторами:

Отношения сильной зависимости с выделенным на прошлой итерации групповым оператором:

$$\bar{y}_8 \rightarrow S_{32}$$

$$C = \begin{array}{c} \bar{y}_4 \ \bar{y}_5 \ \bar{y}_6 \ \bar{y}_7 \ \bar{y}_8 \ S_{26} \ S_{27} \ S_{28} \ S_{29} \ S_{30} \ S_{31} \ S_{32} \ S_{33} \\ \left[\begin{array}{cccccccccccc} \bar{y}_4 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 \\ \bar{y}_5 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 \\ \bar{y}_6 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 \\ \bar{y}_7 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 \\ \bar{y}_8 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 \\ S_{26} & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & \mathbf{1} & \mathbf{1} & 0 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 \\ S_{27} & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & \mathbf{1} & \mathbf{1} & 0 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 \\ S_{28} & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 \\ S_{29} & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ S_{30} & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ S_{31} & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ S_{32} & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ S_{33} & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 \end{array} \right] \end{array}$$

На текущей итерации был выделен параллельный групповой оператор $\bar{y}_9 = \{S_{26}, S_{27}\}$

Итерация №18

Отношения между операторами:

Отношения сильной зависимости с выделенным на прошлой итерации групповым оператором:

$$\bar{y}_9 \rightarrow S_{28}$$

На текущей итерации был выделен последовательный групповой оператор $\bar{y}_9 = \{\bar{y}_9, S_{28}\}$

Итерация №19

Отношения между операторами:

Отношения сильной зависимости с выделенным на прошлой итерации групповым оператором:

$$\bar{y}_9 \rightarrow S_{32}$$

$$C = \begin{array}{c} \bar{y}_4 \ \bar{y}_5 \ \bar{y}_6 \ \bar{y}_7 \ \bar{y}_8 \ \bar{y}_9 \ S_{29} \ S_{30} \ S_{31} \ S_{32} \ S_{33} \\ \left[\begin{array}{cccccccccccc} \bar{y}_4 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ \bar{y}_5 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ \bar{y}_6 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ \bar{y}_7 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ \bar{y}_8 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ \bar{y}_9 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ S_{29} & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & \mathbf{1} & \mathbf{1} & 0 & 0 & 0 & 0 \\ S_{30} & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & \mathbf{1} & \mathbf{1} & 0 & 0 & 0 & 0 \\ S_{31} & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ S_{32} & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ S_{33} & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 \end{array} \right] \end{array}$$

На текущей итерации был выделен параллельный групповой оператор $\bar{y}_{10} = \{S_{29}, S_{30}\}$

Итерация №20

Отношения между операторами:

Отношения сильной зависимости с выделенным на прошлой итерации групповым оператором:

$$\bar{y}_{10} \rightarrow S_{31}$$

На текущей итерации был выделен последовательный групповой оператор $\bar{y}_{10} = \{\bar{y}_{10}, S_{31}\}$

Итерация №21

Отношения между операторами:

Отношения сильной зависимости с выделенным на прошлой итерации групповым оператором:

$$\bar{y}_{10} \rightarrow S_{32}$$

$$C = \begin{array}{c} \bar{y}_4 \\ \bar{y}_5 \\ \bar{y}_6 \\ \bar{y}_7 \\ \bar{y}_8 \\ \bar{y}_9 \\ \bar{y}_{10} \\ S_{32} \\ S_{33} \end{array} \begin{array}{c} \bar{y}_4 \ \bar{y}_5 \ \bar{y}_6 \ \bar{y}_7 \ \bar{y}_8 \ \bar{y}_9 \ \bar{y}_{10} \ S_{32} \ S_{33} \\ \left[\begin{array}{cccccccccc} 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{array} \right] \end{array}$$

На текущей итерации был выделен параллельный групповой оператор $\bar{\bar{y}}_{11} = \{\bar{y}_4, \bar{y}_5, \bar{y}_6, \bar{y}_7, \bar{y}_8, \bar{y}_9, \bar{y}_{10}\}$

Итерация №22

Отношения между операторами:

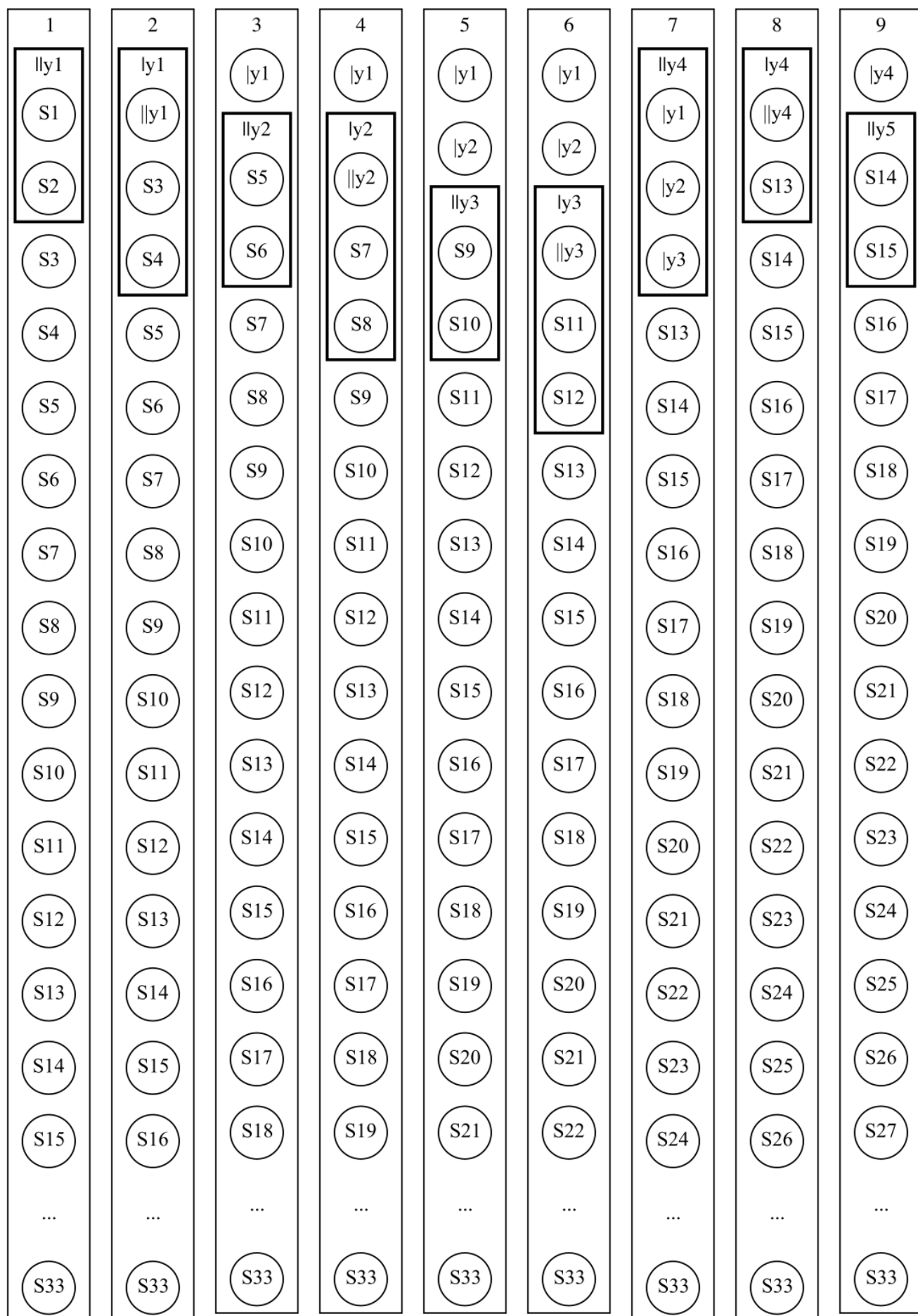
Отношения сильной зависимости с выделенным на прошлой итерации групповым оператором:

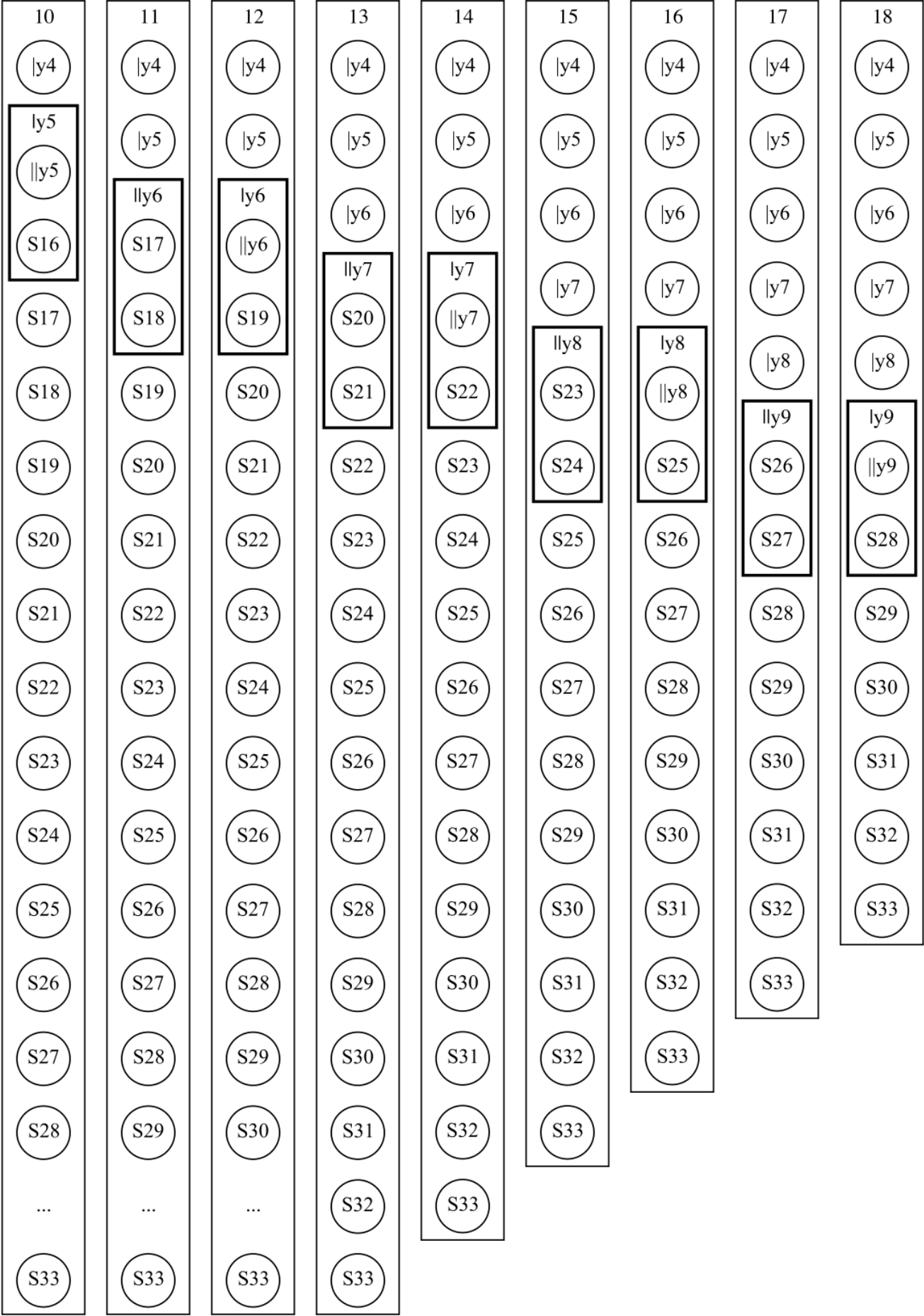
$$\bar{\bar{y}}_{11} \rightarrow S_{32}$$

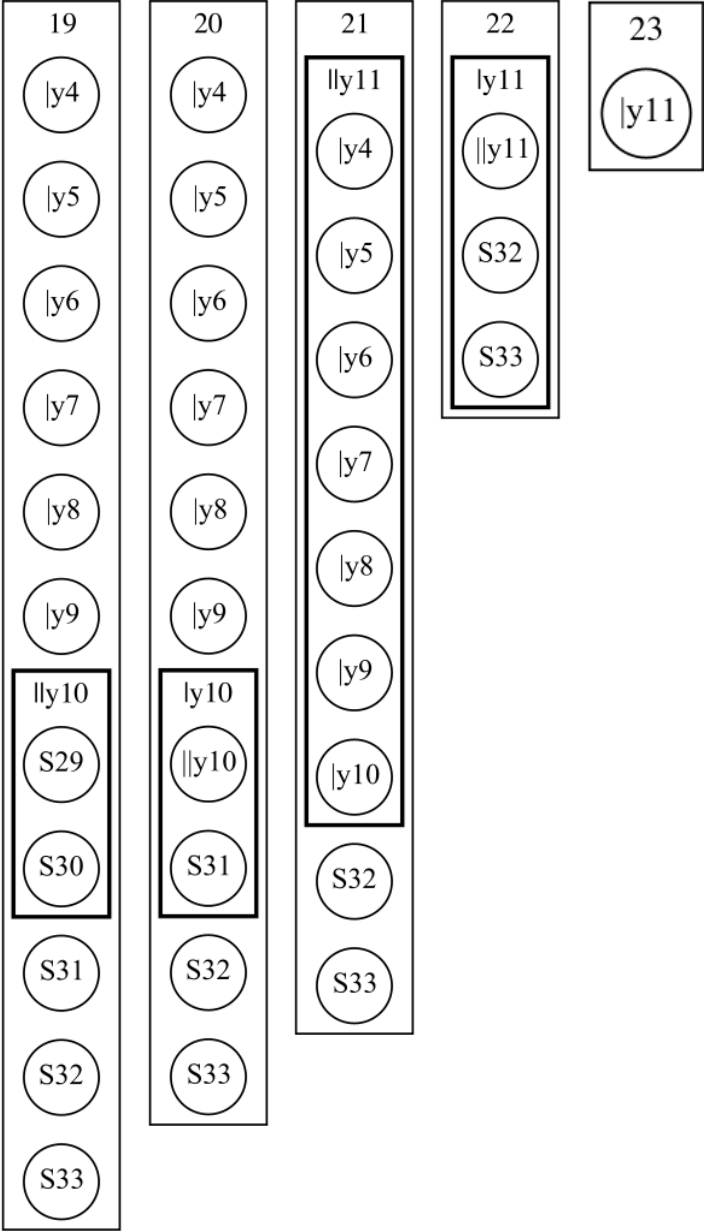
$$\bar{\bar{y}}_{11} \rightarrow S_{33}$$

На текущей итерации был выделен последовательный групповой оператор $\bar{y}_{11} = \{\bar{\bar{y}}_{11}, S_{32}, S_{33}\}$

ПРИЛОЖЕНИЕ В







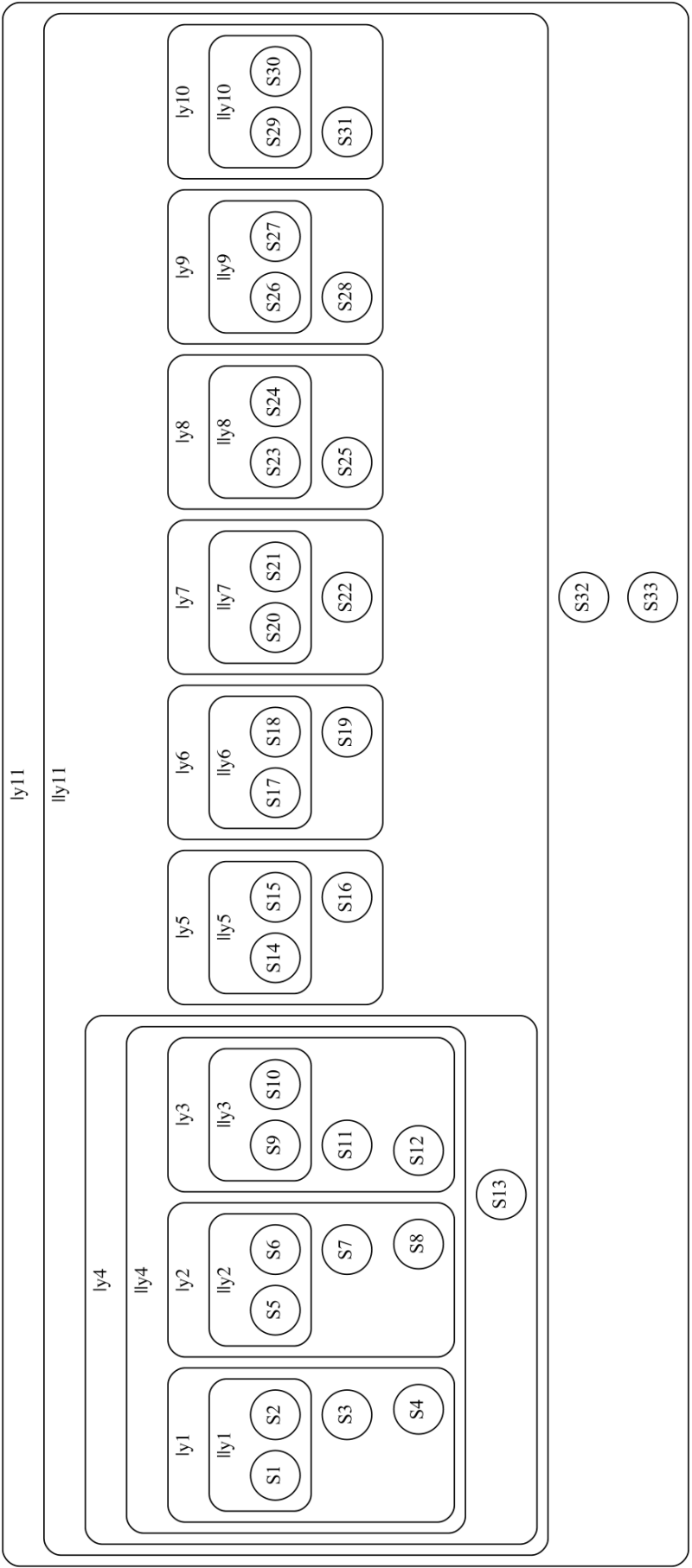


Рисунок Г.1 – Представление ППФ

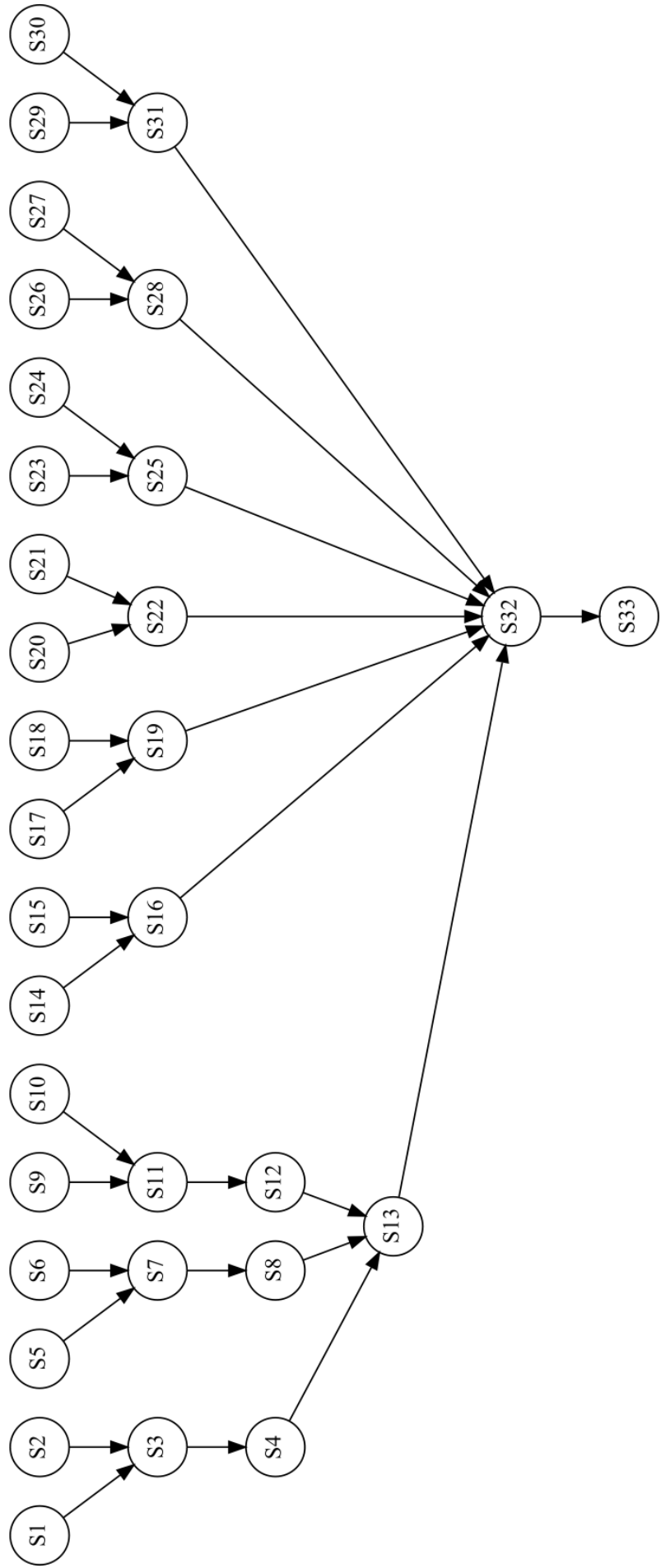


Рисунок Г.2 – Граф параллельного выполнения программы

ПРИЛОЖЕНИЕ Д

```

package program

import kotlinx.coroutines.*
import program.Log.logIn
import program.Log.logOut
import java.util.*

fun main() {
    fun Array<FloatArray>.toMatrixString() = joinToString("\n") {
        it.joinToString(" ") { String.format("% f", it) }
    }

    val a = arrayOf(
        floatArrayOf(1F, 2F, 3F),
        floatArrayOf(2F, 4F, 8F),
        floatArrayOf(1F, 4F, 9F)
    )

    val sequentialResult = SequentialInvMatrixProgram(a).execute()
    val sequentialLog = Log.content

    val parallelResult = ParallelInvMatrixProgram(a).execute()
    val parallelLog = Log.content

    val parallelResultWithDelay = ParallelInvMatrixProgram(a).execute(true)
    val parallelWithDelayLog = Log.content

    assert(Arrays.deepEquals(sequentialResult, parallelResult))
    assert(Arrays.deepEquals(parallelResultWithDelay, parallelResult))

    println("Последовательное выполнение:")
    println(sequentialLog)
    println()
    println("Параллельное выполнение:")
    println(parallelLog)
    println()
    println("Параллельное выполнение(с задержкой):")
    println(parallelWithDelayLog)
    println()

    println("матрица A")
    println(a.toMatrixString())
    println()
    println("матрица A(-1)")
    println(parallelResult.toMatrixString())
}

class ParallelInvMatrixProgram(a: Array<FloatArray>) : InvMatrixProgram(a) {
    override val executeOrder: Operator by lazy {
        (
            (s1 and s2 before s3 before s4) and
                (s5 and s6 before s7 before s8) and
                (s9 and s10 before s11 before s12) before s13
        ) and
        (s14 and s15 before s16) and
        (s17 and s18 before s19) and
        (s20 and s21 before s22) and
        (s23 and s24 before s25) and
        (s26 and s27 before s28) and
        (s29 and s30 before s31) before s32 before s33
    }

    private inline val s1 get() = operators[0]
    private inline val s2 get() = operators[1]
    private inline val s3 get() = operators[2]
    private inline val s4 get() = operators[3]
    private inline val s5 get() = operators[4]

```

```

private inline val s6 get() = operators[5]
private inline val s7 get() = operators[6]
private inline val s8 get() = operators[7]
private inline val s9 get() = operators[8]
private inline val s10 get() = operators[9]
private inline val s11 get() = operators[10]
private inline val s12 get() = operators[11]
private inline val s13 get() = operators[12]
private inline val s14 get() = operators[13]
private inline val s15 get() = operators[14]
private inline val s16 get() = operators[15]
private inline val s17 get() = operators[16]
private inline val s18 get() = operators[17]
private inline val s19 get() = operators[18]
private inline val s20 get() = operators[19]
private inline val s21 get() = operators[20]
private inline val s22 get() = operators[21]
private inline val s23 get() = operators[22]
private inline val s24 get() = operators[23]
private inline val s25 get() = operators[24]
private inline val s26 get() = operators[25]
private inline val s27 get() = operators[26]
private inline val s28 get() = operators[27]
private inline val s29 get() = operators[28]
private inline val s30 get() = operators[29]
private inline val s31 get() = operators[30]
private inline val s32 get() = operators[31]
private inline val s33 get() = operators[32]
}

class SequentialInvMatrixProgram(a: Array<FloatArray>) : InvMatrixProgram(a) {
    override val executeOrder: Operator by lazy { operators.reduce { acc, o > acc before o } }
}

abstract class InvMatrixProgram(val a: Array<FloatArray>) {
    private val A = Array(3) { FloatArray(3) { 0F } }
    private val AT = Array(3) { FloatArray(3) { 0F } }
    private val invA = Array(3) { FloatArray(3) { 0F } }

    private var det = 0F
    private val t = FloatArray(18) { 0F }
    private val temp = FloatArray(3) { 0F }

    protected val operators: List<Operator> by lazy {
        listOf<suspend () > Unit>{
            { t[0] = a[1][1] * a[2][2] },
            { t[1] = a[1][2] * a[2][1] },
            { A[0][0] = t[0] - t[1] },
            { temp[0] = a[0][0] * A[0][0] },

            { t[2] = a[1][0] * a[2][2] },
            { t[3] = a[1][2] * a[2][0] },
            { A[0][1] = (t[2] - t[3]) },
            { temp[1] = a[0][1] * A[0][1] },

            { t[4] = a[1][0] * a[2][1] },
            { t[5] = a[1][1] * a[2][0] },
            { A[0][2] = t[4] - t[5] },
            { temp[2] = a[0][2] * A[0][2] },

            { det = temp[0] + temp[1] + temp[2] },

            { t[6] = a[0][1] * a[2][2] },
            { t[7] = a[0][2] * a[2][1] },
            { A[1][0] = (t[6] - t[7]) },

            { t[8] = a[0][0] * a[2][2] },
            { t[9] = a[0][2] * a[2][0] },
            { A[1][1] = t[8] - t[9] },

            { t[10] = a[0][0] * a[2][1] },
            { t[11] = a[0][1] * a[2][0] },
            { A[1][2] = (t[10] - t[11]) },

```

```

        { t[12] = a[0][1] * a[1][2] },
        { t[13] = a[0][2] * a[1][1] },
        { A[2][0] = t[12] t[13] },

        { t[14] = a[0][0] * a[1][2] },
        { t[15] = a[0][2] * a[1][0] },
        { A[2][1] = (t[14] t[15]) },

        { t[16] = a[0][0] * a[1][1] },
        { t[17] = a[0][1] * a[1][0] },
        { A[2][2] = t[16] t[17] },

        {
            for (i in 0 until 3)
                for (j in 0 until 3)
                    AT[i][j] = A[j][i]
        },

        {
            for (i in 0 until 3)
                for (j in 0 until 3)
                    invA[i][j] = AT[i][j] / det
        }
    ).map { SimpleOperator(it) }
}

protected abstract val executeOrder: Operator

fun execute(withDelay: Boolean = false): Array<FloatArray> {
    preExecute(withDelay)
    runBlocking { executeOrder.execute(withDelay) }

    return invA
}

protected open fun preExecute(withDelay: Boolean) {
    Log.reset()
    executeOrder.setDepth()
}

sealed class Operator

class SequentialGroupOperator(val operators: List<Operator>) : Operator()
class ParallelGroupOperator(val operators: List<Operator>) : Operator()

class SimpleOperator(val action: suspend () > Unit) : Operator() {
    val operatorName = Log.run { "S$simpleOperatorNumber".also { simpleOperatorNumber++ } }
    var depth: Int = 1
}

suspend fun Operator.execute(withDelay: Boolean = false) {
    when (this) {
        is SimpleOperator > {
            logIn()
            if (withDelay) {
                delay(333)
            }
            action()
            logOut()
        }

        is SequentialGroupOperator > {
            operators.forEach {
                GlobalScope.async { it.execute(withDelay) }.await()
            }
        }

        is ParallelGroupOperator > {
            operators.map { GlobalScope.async { it.execute(withDelay) } }.awaitAll()
        }
    }
}

```

```

    }
}

fun Operator.setDepth(depth: Int = 0) {
    when (this) {
        is SimpleOperator > this.depth = depth
        is ParallelGroupOperator > operators.forEach { it.setDepth(depth + 1) }
        is SequentialGroupOperator > operators.forEach { it.setDepth(depth + 1) }
    }
}

infix fun Operator.before(second: Operator) =
    when {
        this is SequentialGroupOperator && second is SequentialGroupOperator > SequentialGroupOperator(
            operators + second.operators)
        this is SequentialGroupOperator > SequentialGroupOperator(operators + second)
        second is SequentialGroupOperator > SequentialGroupOperator(listOf(this) + second.operators)

        else > SequentialGroupOperator(listOf(this, second))
    }

infix fun Operator.and(second: Operator) =
    when {
        this is ParallelGroupOperator && second is ParallelGroupOperator > ParallelGroupOperator(
            operators + second.operators)
        this is ParallelGroupOperator > ParallelGroupOperator(operators + second)
        second is ParallelGroupOperator > ParallelGroupOperator(listOf(this) + second.operators)

        else > ParallelGroupOperator(listOf(this, second))
    }

object Log {
    private val log = mutableListOf<String>()
    val content get() = log.joinToString("\n")

    var simpleOperatorNumber = 1

    fun SimpleOperator.logIn() {
        log += "${"".repeat(2 * depth)}> $operatorName"
    }

    fun SimpleOperator.logOut() {
        log += "<${"".repeat(2 * depth)} $operatorName"
    }

    fun reset() {
        simpleOperatorNumber = 1
        log.clear()
    }
}

```