

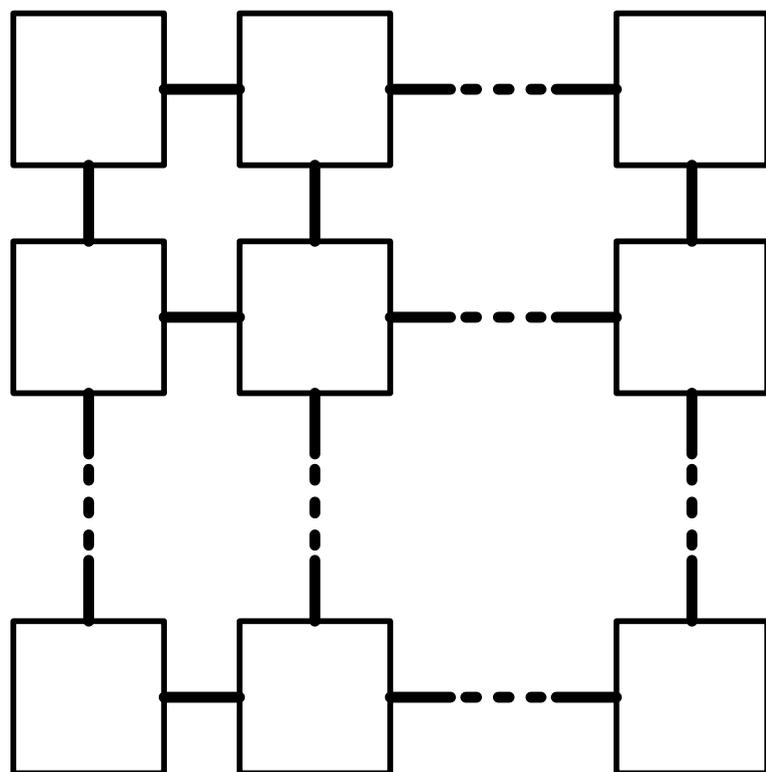
Ватутин Э.И.

Курский государственный технический университет

**Проблема оценки
интенсивности межблочного
взаимодействия в задаче
нахождения субоптимальных
разбиений параллельных
управляющих алгоритмов**

Белгород, 2006

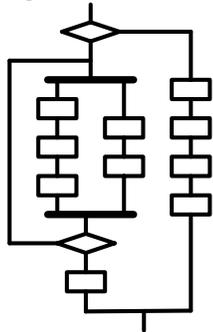
Перспективы использования микроконтроллерных сетей



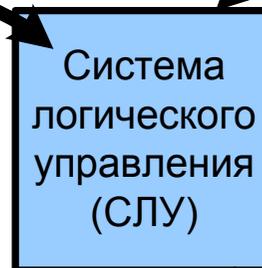
Реализуют параллельные управляющие алгоритмы для управления некоторым объектом (спецпроцессоры – сопроцессоры или акселераторы; производственные объекты – автоматизированные сборочные ячейки, станки)

Объект управления и система логического управления

Параллельный алгоритм логического управления



Морфологический синтез



Сигналы логических условий
 $X = x_1, x_2, \dots, x_N$



Микрооперации
 $Y = y_1, y_2, \dots, y_M$



Построение разбиений параллельных управляющих алгоритмов

Методы построения разбиений:

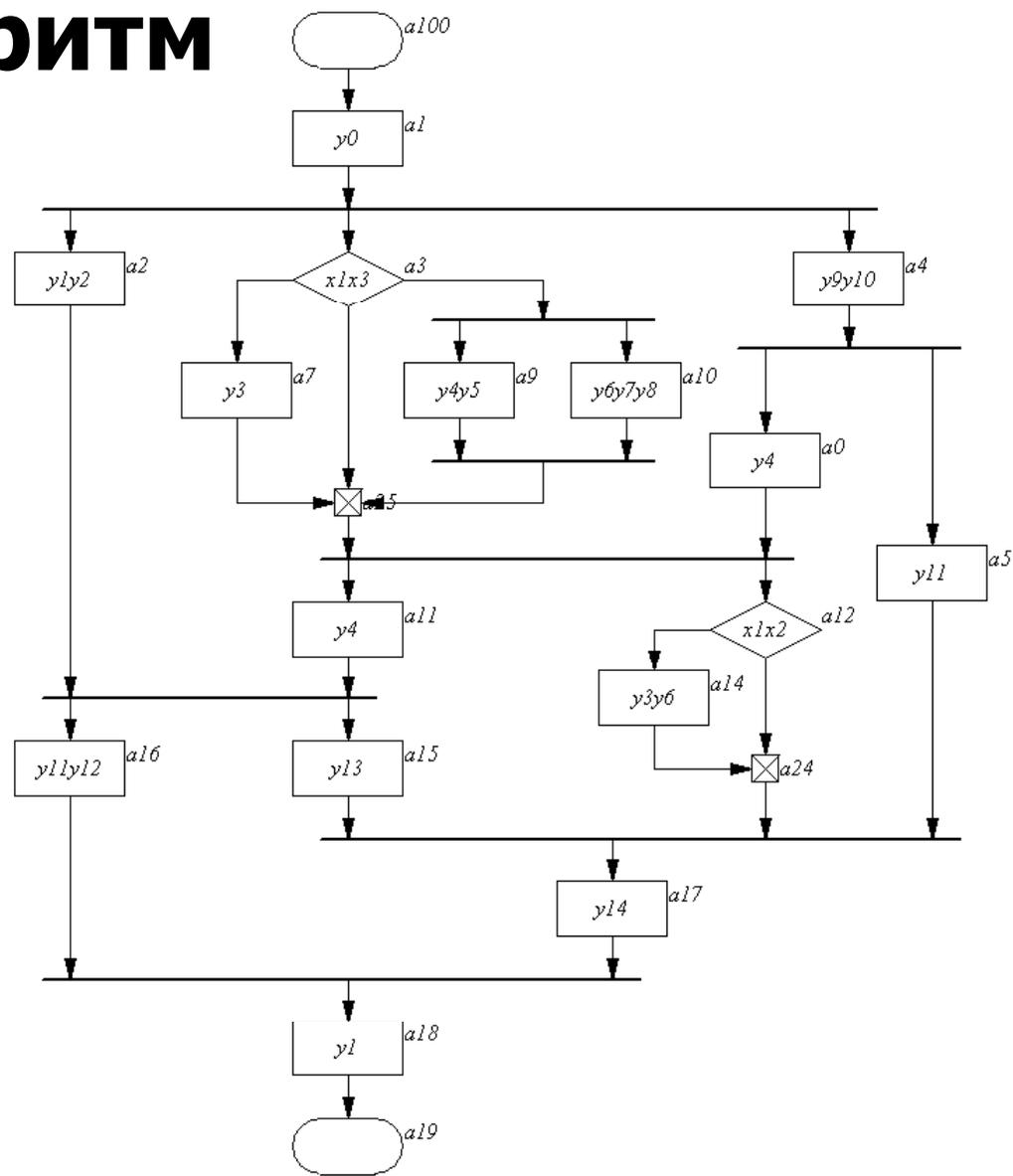
- **полного перебора** (NP-полнота задачи);
- **случайного перебора**;
- **метод С.И. Баранова**;
- **метод А.Д. Закревского**;
- **параллельно-последовательный метод (Зотова-Ватутина).**

Качество решений, временные и емкостные сложности рассматриваемых методов существенно различны.

Оптимизируемые критерии

Название метода	Критерии сравнения					
	Количество блоков (подалгоритмов)	Распределение микроопераций	Распределение логических условий	Сложность сети межблочных связей	Интенсивность межблочных взаимодействий	Время построения разбиения
Параллельно-последовательный	+	+	+	+	+	30 мс
С.И. Баранова	-	+	+	-	-	0,035 мс
А.Д. Закревского	+	-	-	-	-	7 мс
Случайного перебора	+	+	+	+	+	~
Полного перебора	+	+	+	+	+	$10^2 - 10^3$ с

Пример построения разбиения: исходный алгоритм



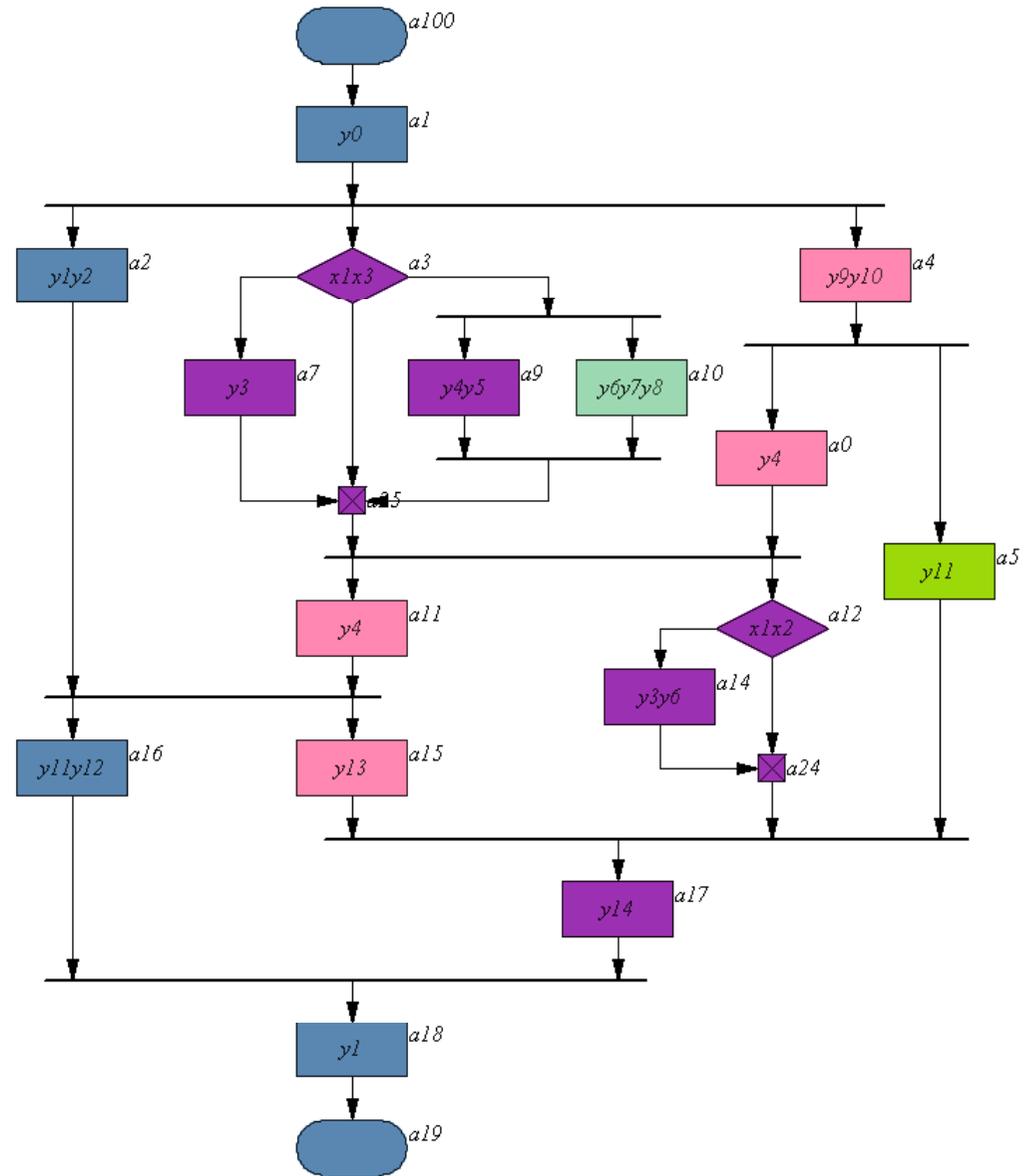
Пример построения разбиения: разбиение

Параметры разбиения:
 $N=5$ $X_dbl=0$ $Y_dbl=3$

$\alpha = 11$ $\delta = 16,8$

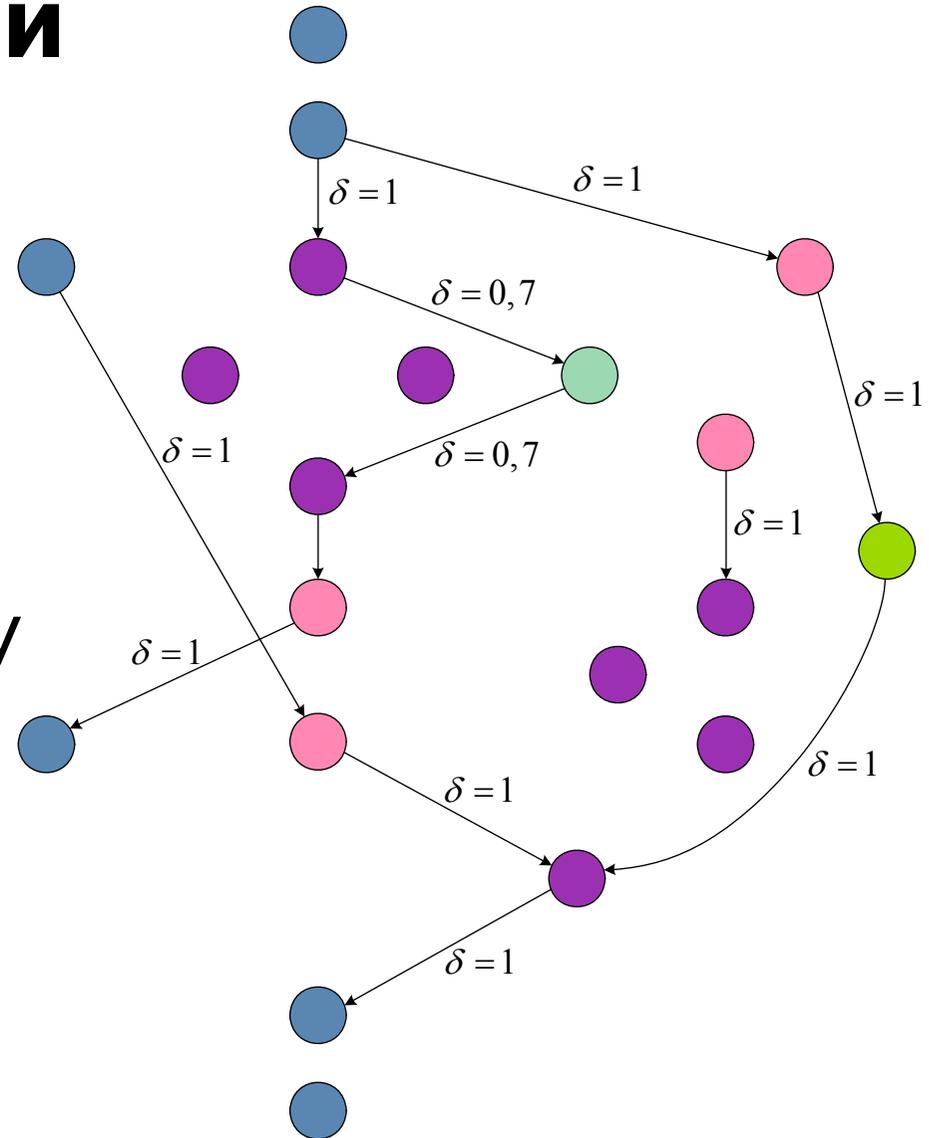
Просмотр разбиения - Параллельно-последовательный метод (PSM.dll)				
№	Состав	Микрооперации	Логические условия	Вес
1	{a0,a4,a11,a15}	{y4,y9,y10,y13}	{}	4
2	{a1,a2,a16,a18,a19,a100}	{y0,y1,y2,y11,y12}	{}	4
3	{a5}	{y11}	{}	1
4	{a3,a7,a9,a12,a14,a17,a24,a25}	{y3,y4,y5,y6,y14}	{x1,x2,x3}	6
5	{a10}	{y6,y7,y8}	{}	1

Корректность разбиения:	Корректно
Число блоков [подалгоритмов]:	5 / 5 1.000
Повторяющихся логических сигналов:	0 / 3 0.000
Повторяющихся микроопераций:	3 / 15 0.060
Разность алгоритмов по сложности:	5 0.025
Сложность сети межблочных связей:	11 / 20 0.330
Интенсивность межблочного взаимодействия:	16.800 / 31.900 0.316
Время построения разбиения:	111056707 тактов, 130.976 мс
Значение оценочной функции:	1.731



Дуги передачи управления между модулями

Создают межмикроконтроллерный трафик передачи управления, что может быть одной из причин ограничения быстродействия СЛУ (СЛУ с шинной топологией). Необходимо минимизировать величину трафика!

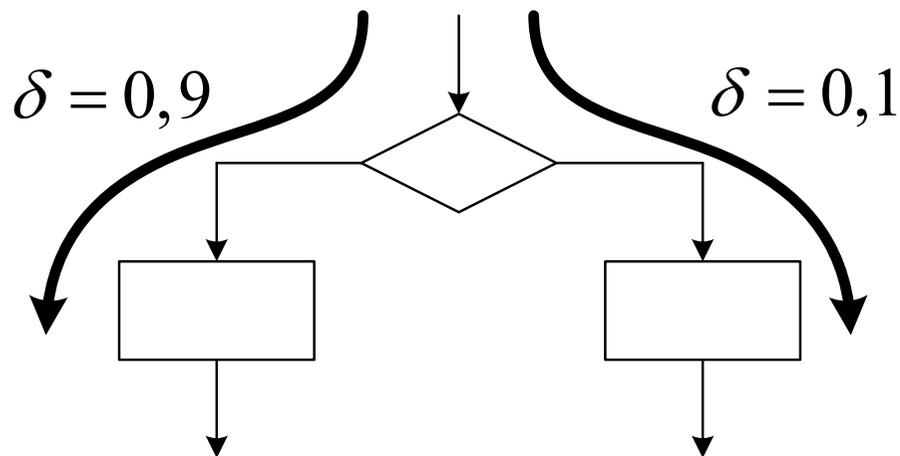




Способы подсчета трафика: способ 1 – сумма интенсивностей

$$Z_2^* = \sum_{i=1}^{H-1} \sum_{j=i+1}^H \sum_{k=1}^{n_{ij}} \delta_k (A_i, A_j)$$

Недостатки способа 1: завышенная оценка трафика



$$Z_2^* = 0,1 + 0,9 = 1$$

Завышенная оценка!

$$Z_2 = \max(0,1, 0,9) = 0,9$$

Правильно?

Необходимо введение понятия совместимости дуг...

Способ 2: разделение дуг на 2 подмножества (совместимые и несовместимые)

$$D_{\text{совм}} \cup D_{\text{несовм}} = \tilde{V}$$

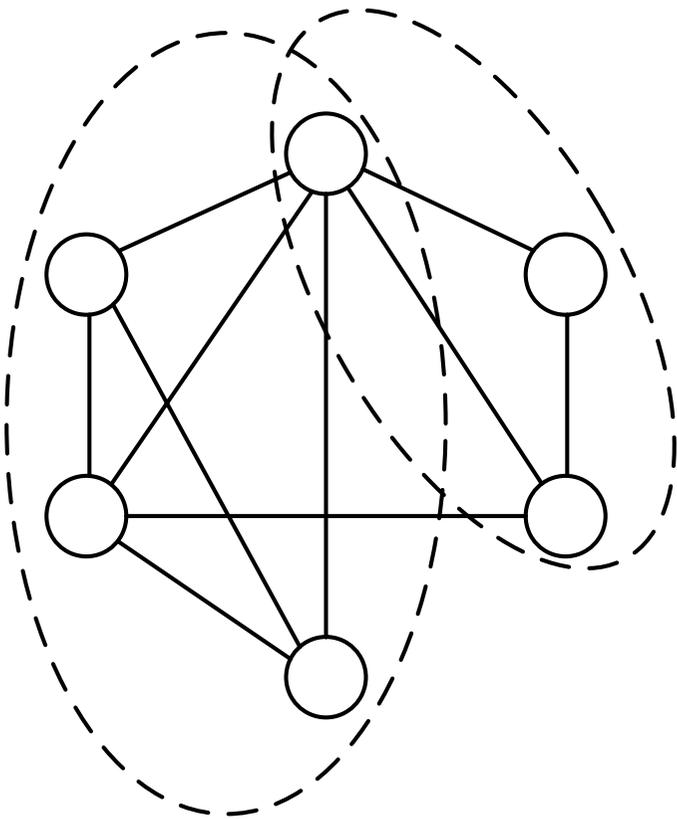
$$D_{\text{совм}} \cap D_{\text{несовм}} = \emptyset$$

$$Z_2^{**} = \sum_{v_i \in D_{\text{совм}}} \delta(v_i) + \max_{v_j \in D_{\text{несовм}}} \delta(v_j)$$

Однозначное разделение множества дуг на совместимые и несовместимые невозможно!

Необходимо выделение подмножеств совместимых дуг...

Способ 3: выделение подмножеств совместимых дуг на отношении совместимости



$$\delta_k \left(D_{\text{COBM}}^k \right) = \sum_{v_i \in D_{\text{COBM}}^k} \delta(v_i)$$

$$Z_2^{***} = \max_{k=1, M} \delta_k \left(D_{\text{COBM}}^k \right)$$

Недостатки способа 3

- задача выделения полносвязных подграфов (клик) относится к классу NP-полных (подмножество из 16 дуг обрабатывается ~40 секунд, при увеличении количества дуг наблюдается стремительный рост времени нахождения оценки);
- отражает пиковую, а не среднюю нагрузку на подсистему передачи управления. Вариант решения – использование взвешенной суммы:

$$Z_2 = \sum_{k=1}^M \delta_k \left(D_{\text{COBM}}^k \right) p_k \left(D_{\text{COBM}}^k \right)$$

Значения вероятностей появления подмножеств на практике априорно не определены...

Моделирование процесса выполнения алгоритма?



Моделирование процесса выполнения алгоритма сетью Петри

Сколько тактов занимает исполнение операторных и условных вершин?

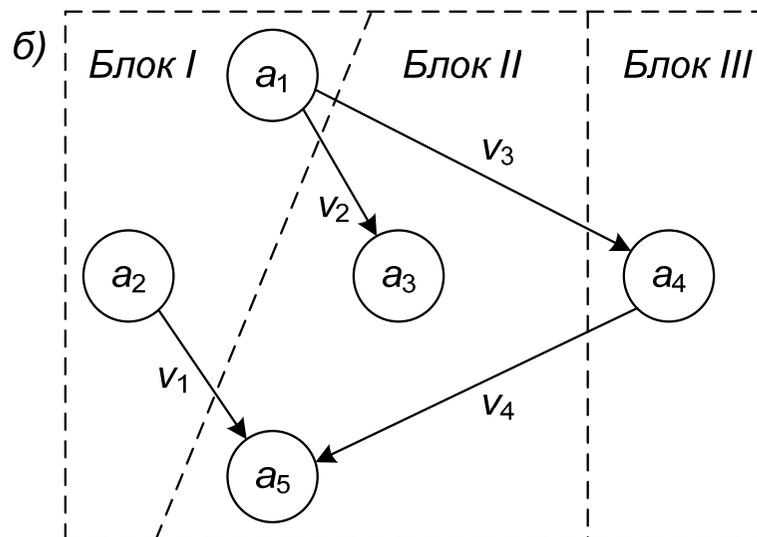
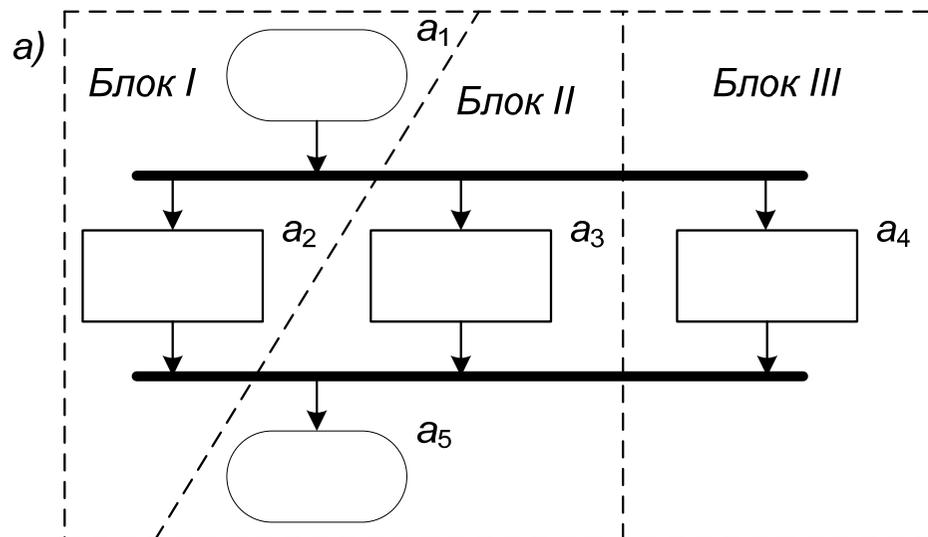
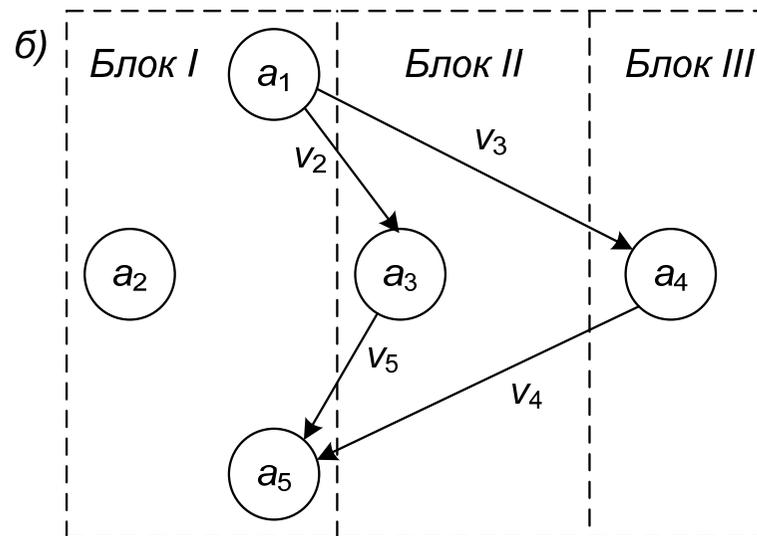
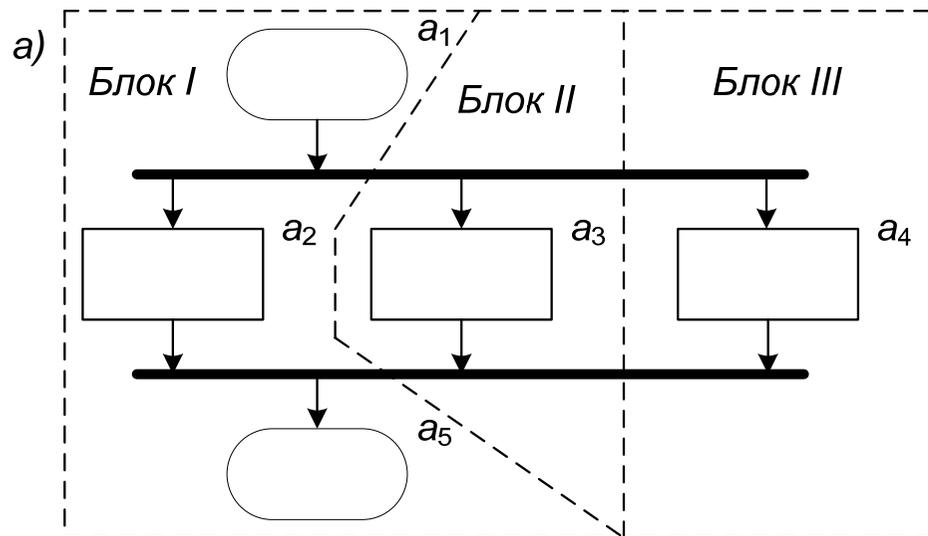
Как реализуются механизмы синхронизации?

Сколько тактов уходит на передачу управления между модулями?

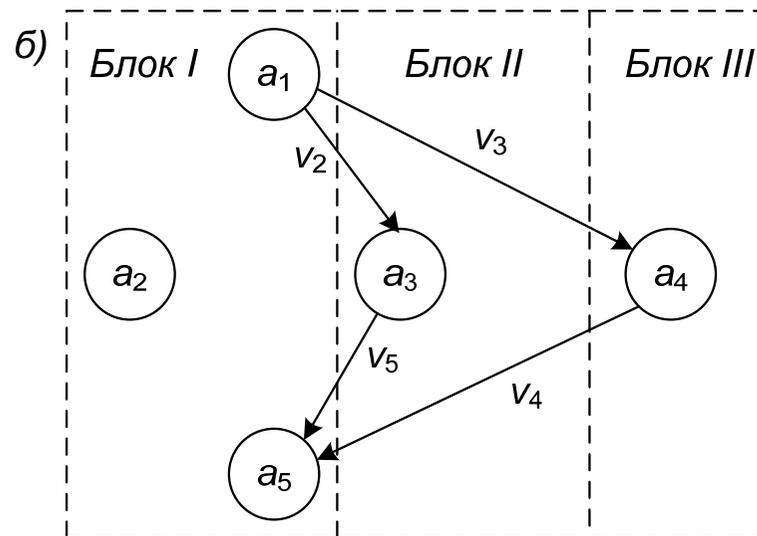
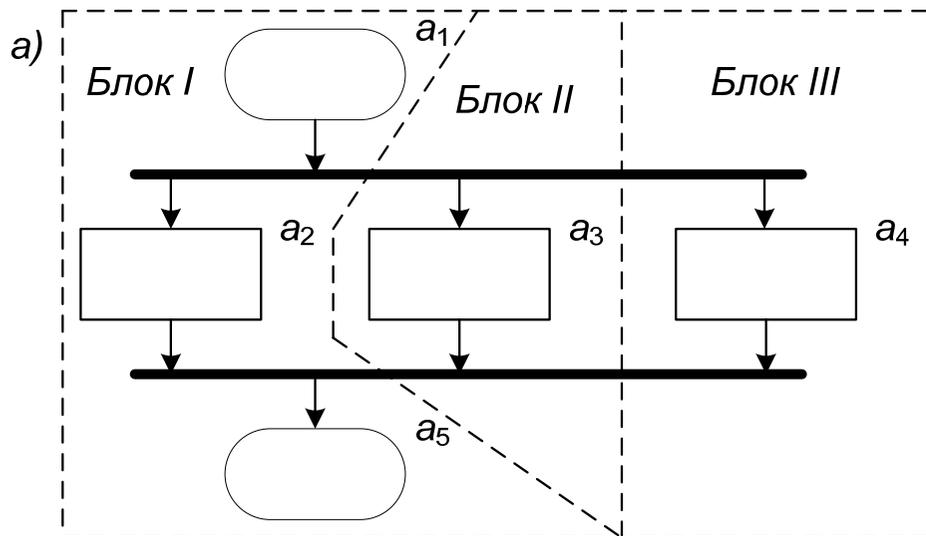
Как реализуется подобная передача?

- необходимо неоднократное моделирование процесса выполнения алгоритма - значительные временные затраты (особенно при наличии в алгоритме вложенных циклов);
- задача моделирования процесса выполнения алгоритма может оказаться сложнее исходной задачи по нахождению разбиения как в вычислительном плане, так и в плане трудоемкости реализации.

Пример: 2 разбиения



Оценка интенсивности разбиения 1



$$\delta(v_i) = 1$$

$$Z_2^* = 4$$

$$\{v_2, v_3\}$$

$$\{v_2, v_4\}$$

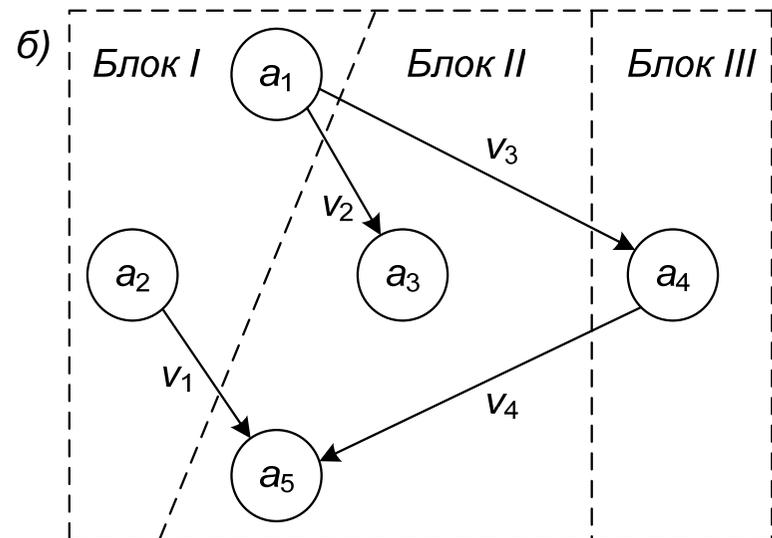
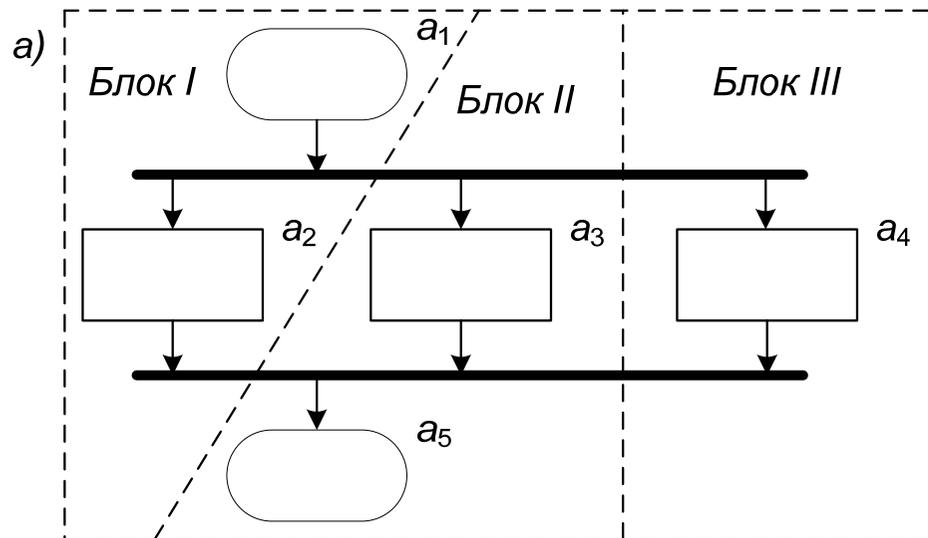
$$\{v_5, v_3\}$$

$$\{v_5, v_4\}$$

$$Z_2^{***} = \max(2, 2, 2, 2) = 2$$

Оценка интенсивности разбиения 2

$$\delta(v_i) = 1 \quad Z_2^* = 4 \quad \begin{matrix} \{v_1, v_2, v_3\} \\ \{v_1, v_2, v_4\} \end{matrix} \quad Z_2^{***} = \max(3, 3) = 3$$

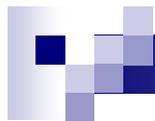




Выводы

Получение точной аналитической оценки интенсивности межблочного взаимодействия, в должной мере отражающей поведение реальной системы управления, невозможно для реальных алгоритмов управления размерностью более 10–15 вершин.

Для алгоритмов большей размерности остается возможность использовать способ 1, дающий завышенную оценку...



**Доклад окончен.
Спасибо за внимание**