

4. Доминаторы и постдоминаторы

4.1 Доминаторы

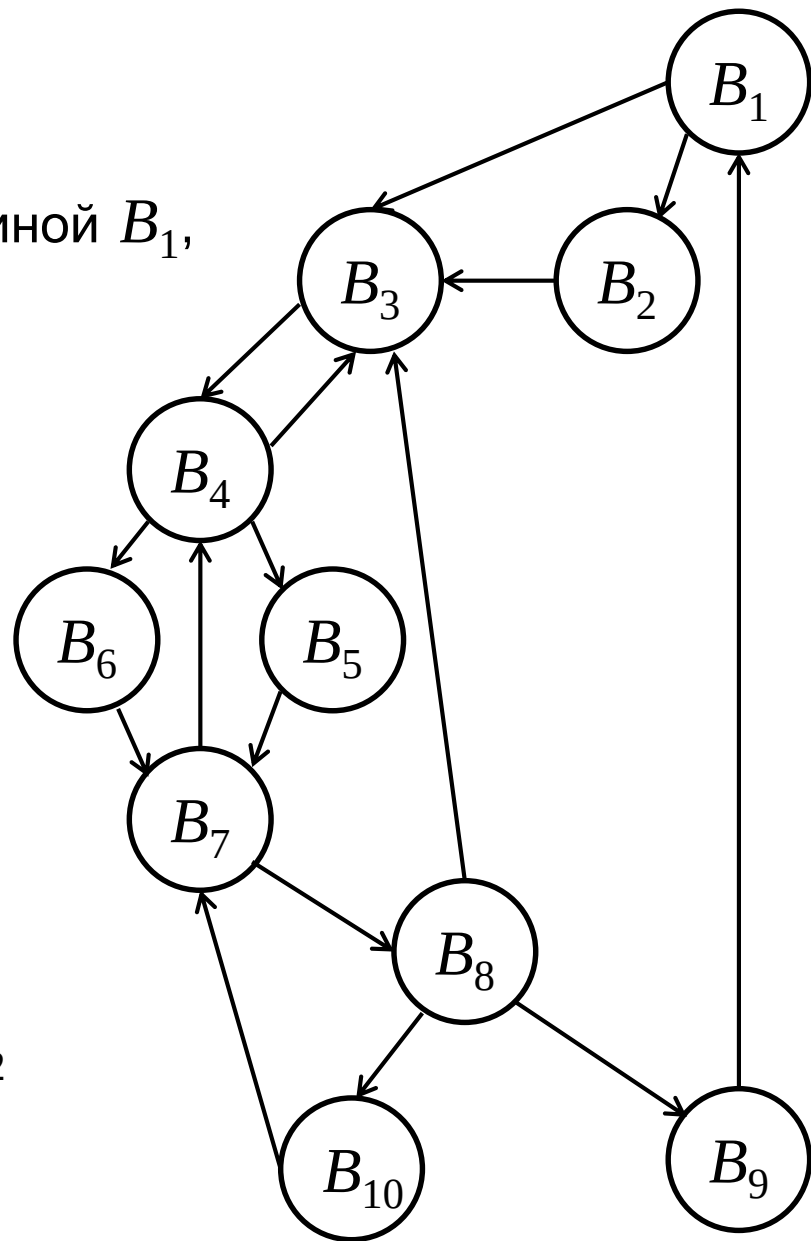
4.1.1 Определение

- ◇ В ГПУ вершина d является *доминатором* вершины n (этот факт записывается как $d \text{ dom } n$ или $d = \text{Dom}(n)$), если любой путь от вершины Entry до вершины n проходит через вершину d .
- ◇ **Замечание.** Из определения 4.2.1 следует, что каждая вершина n является доминатором самой себя, так как путь от Entry до n проходит через n .

4.1 Доминаторы

4.1.2 Примеры доминаторов

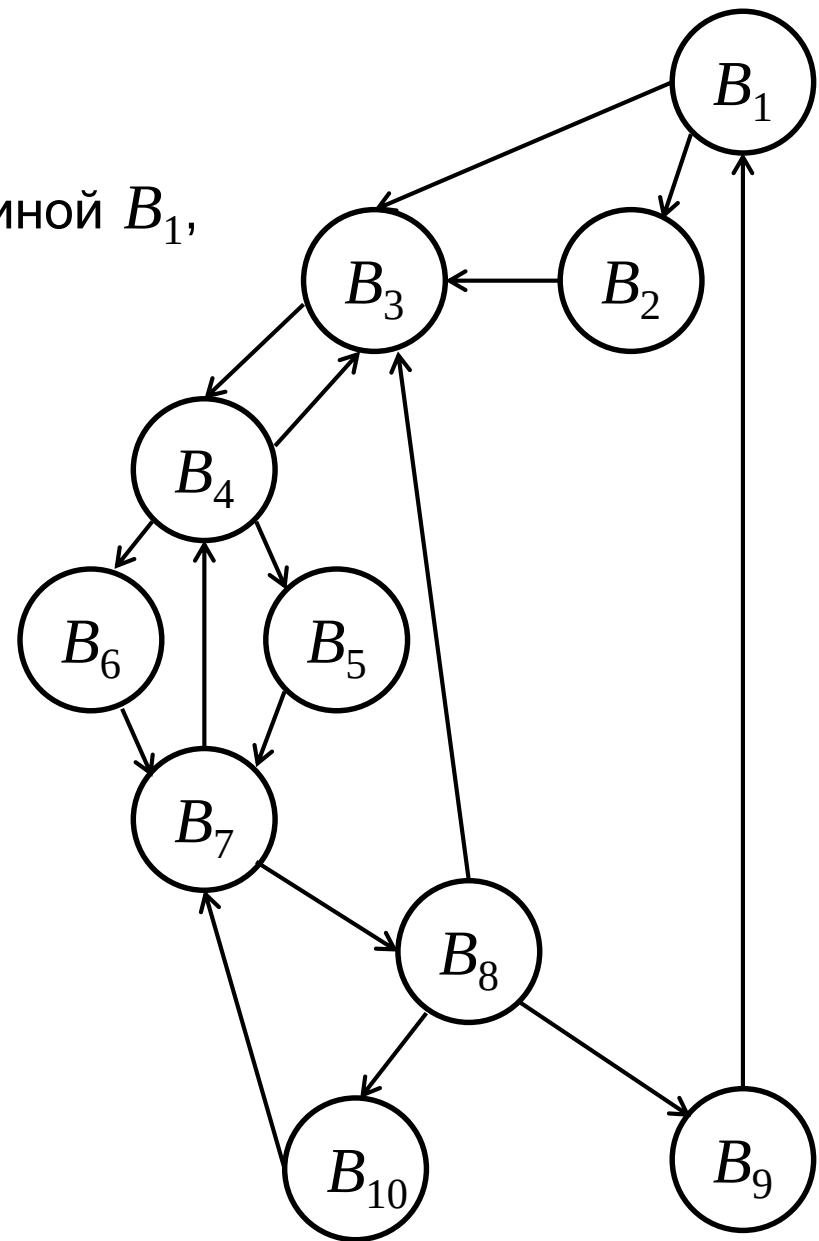
- ◇ Рассмотрим ГПУ с входной вершиной B_1 , показанный на рисунке.
- ◇ B_1 является доминатором всех узлов, включая себя самого.
- ◇ B_2 является доминатором только себя самого.
- ◇ B_3 является доминатором всех вершин, кроме B_1 и B_2 .
- ◇ B_4 является доминатором всех вершин, кроме B_1 , B_2 и B_3 .
- ◇ B_5 и B_6 являются доминаторами только себя.



4.1 Доминаторы

4.1.2 Примеры доминаторов

- ◇ Рассмотрим ГПУ с входной вершиной B_1 , показанный на рисунке.
- ◇ B_7 является доминатором вершин B_7 , B_8 , B_9 и B_{10} .
- ◇ B_8 является доминатором вершин B_8 , B_9 и B_{10} .
- ◇ B_9 и B_{10} являются доминаторами только себя.



4.1 Доминаторы

4.1.3 Свойства отношения dom

- ◇ 1. **Утверждение.** Отношение dom рефлексивно, антисимметрично и транзитивно, т.е. является отношением частичного порядка.
- (1) *Рефлексивность*: $a \text{ dom } a$.
- (2) *Антисимметричность*: если $a \text{ dom } b$ и $b \text{ dom } a$,
то $a = b$.
- (3) *Транзитивность*: если $a \text{ dom } b$ и $b \text{ dom } c$, то $a \text{ dom } c$.
- ◇ 2. **Утверждение.** Для любой вершины n ГПУ каждый ациклический путь от $Entry$ до n проходит через все доминаторы n , причем на всех таких путях доминаторы проходятся в *одном и том же порядке*

4.1 Доминаторы

4.1.3 Свойства отношения *dom*

- ◇ 3. **Определение.** Вершина i ГПУ является *непосредственным доминатором* вершины n ($i = Idom(n)$), если
 - (1) $i = Dom(n)$
 - (2) не существует вершины m , $m \neq i$, $m \neq n$, такой что $i = Dom(m)$ и $m = Dom(n)$.
- ◇ 4. **Утверждение.** У каждой вершины n за исключением *Entry* существует единственный непосредственный доминатор. Доказательство тривиально.
- ◇ 5. **Определение.** Вершина s ГПУ является *строгим доминатором* вершины n , ($s = Sdom(n)$), если $s = Dom\ n$ и $s \neq n$.

4.1 Доминаторы

4.1.3 Свойства отношения *dom*

- ◇ 6 **Утверждение.** Пусть n – вершина ГПУ,
 $Pred(n) = \{p_1, p_2, \dots, p_k\}$ и $d \neq n$.
Тогда $d = Dom(n)$ тогда и только тогда, когда $\forall i \ d = Dom(p_i)$.
- ◇ 7 **Утверждение.** Множество **строгих** доминаторов вершины n является пересечением множеств доминаторов всех ее предшественников.

4.1 Доминаторы

4.1.4 Алгоритм вычисления доминаторов

- ◇ **Задача поиска всех доминаторов** вершин ГПУ формулируется как задача анализа потока данных в прямом направлении.

Значением потока данных на входе в блок B является множество вершин (базовых блоков), являющихся строгими доминаторами блока B .

Операцией сбора является операция пересечения множеств.

Передаточная функция f_B добавляет вершину B к рассматриваемому множеству вершин.

Граничное условие: единственным доминатором вершины $Entry$ является она сама.

4.1 Доминаторы

4.1.4 Алгоритм вычисления доминаторов

◇ Алгоритм

- Вход:** граф потока $G = \langle N, E \rangle$ с входным узлом $Entry$.
- Выход:** для каждой вершины $n \in N$ множество $D(n)$ ее доминаторов.
- Метод:** найти решение следующей задачи потока данных (вершины n соответствуют базовым блокам)

4.1 Доминаторы

4.1.4 Алгоритм вычисления доминаторов

Область определения	Множество подмножеств базовых блоков
Направление обхода	<i>Forward</i>
Передаточная функция	$f_B(x) = x \cup \{B\}$
Граничное условие	$Out [Entry] = Entry$
Операция сбора ($\wedge$)	$\cap$
Система уравнений	$In[B] = \bigcap_{P \in Pred(B)} (In[P] \cup \{P\})$
Начальное приближение	$In[B] = N$ для всех B

Замечание. В соответствии с утверждением 7 $In[B]$ – множество строгих доминаторов блока B .

Множество $D(B)$ всех доминаторов блока B связано с $In[B]$ соотношением: $D(B) = \{B\} \cup In[B]$.

4.1 Доминаторы

4.1.4 Алгоритм вычисления доминаторов

Таким образом, систему уравнений для вычисления $D(B)$ можно записать в виде

$$\begin{aligned} D(B) &= \{B\} \cup In[B] = \{B\} \cup \left(\bigcap_{P \in Pred(B)} (In[P] \cup \{P\}) \right) = \\ &= \{B\} \cup \left(\bigcap_{P \in Pred(B)} D(P) \right) \end{aligned}$$

или

$$D(B) = \{B\} \cup \left(\bigcap_{P \in Pred(B)} D(P) \right)$$

4.1 Доминаторы

4.1.4 Алгоритм вычисления доминаторов

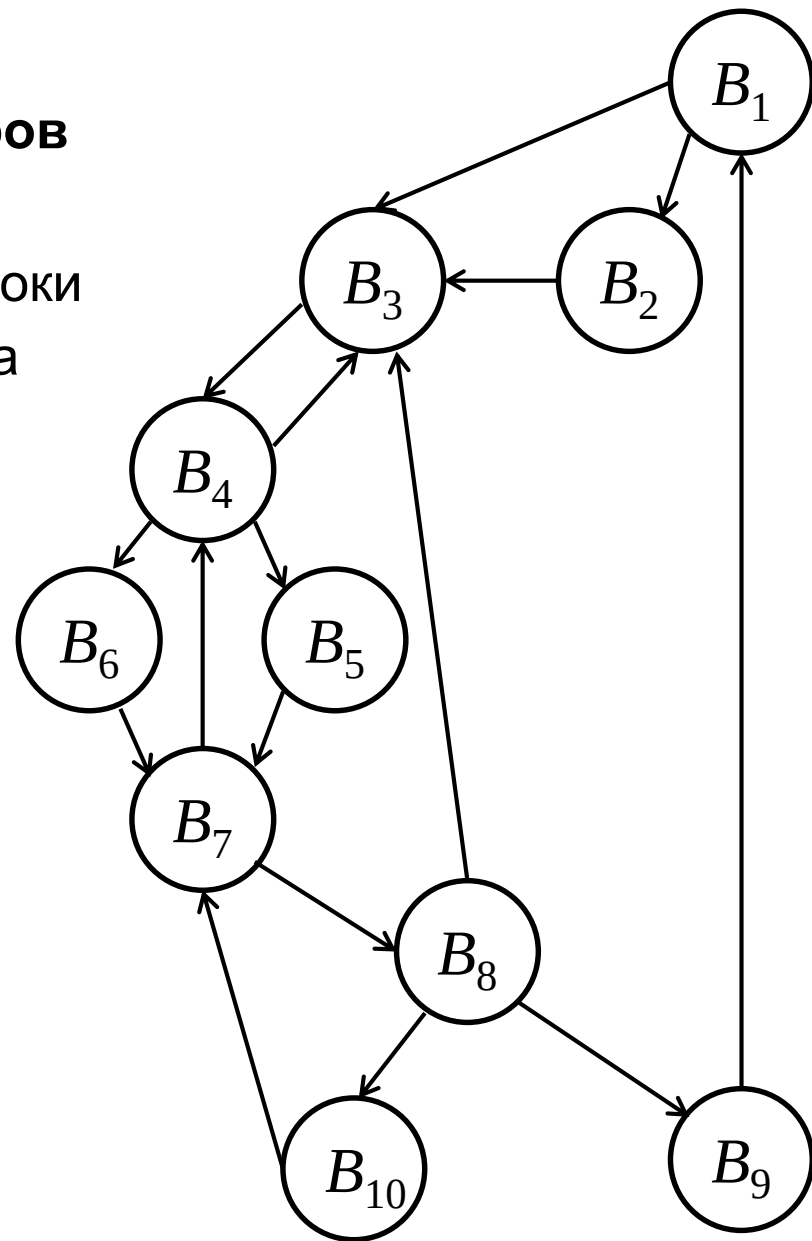
- ◇ **Пример.** Применим алгоритм к ГПУ на рисунке в предположении, что блоки посещаются в порядке их номеров, а *Entry* это блок B_1 .

- ◇ **Первая итерация**

Граничное условие: $D(B_1) = \{B_1\}$

$Pred(B_2) = \{B_1\}$

$D(B_2) = \{B_2\} \cup D(B_1) = \{B_1, B_2\}$



4.1 Доминаторы

4.1.4 Алгоритм вычисления доминаторов

- ◇ **Пример.** Применим алгоритм к ГПУ на рисунке в предположении, что блоки посещаются в порядке их номеров, а *Entry* это блок B_1 .

- ◇ **Первая итерация**

Граничное условие: $D(B_1) = \{B_1\}$

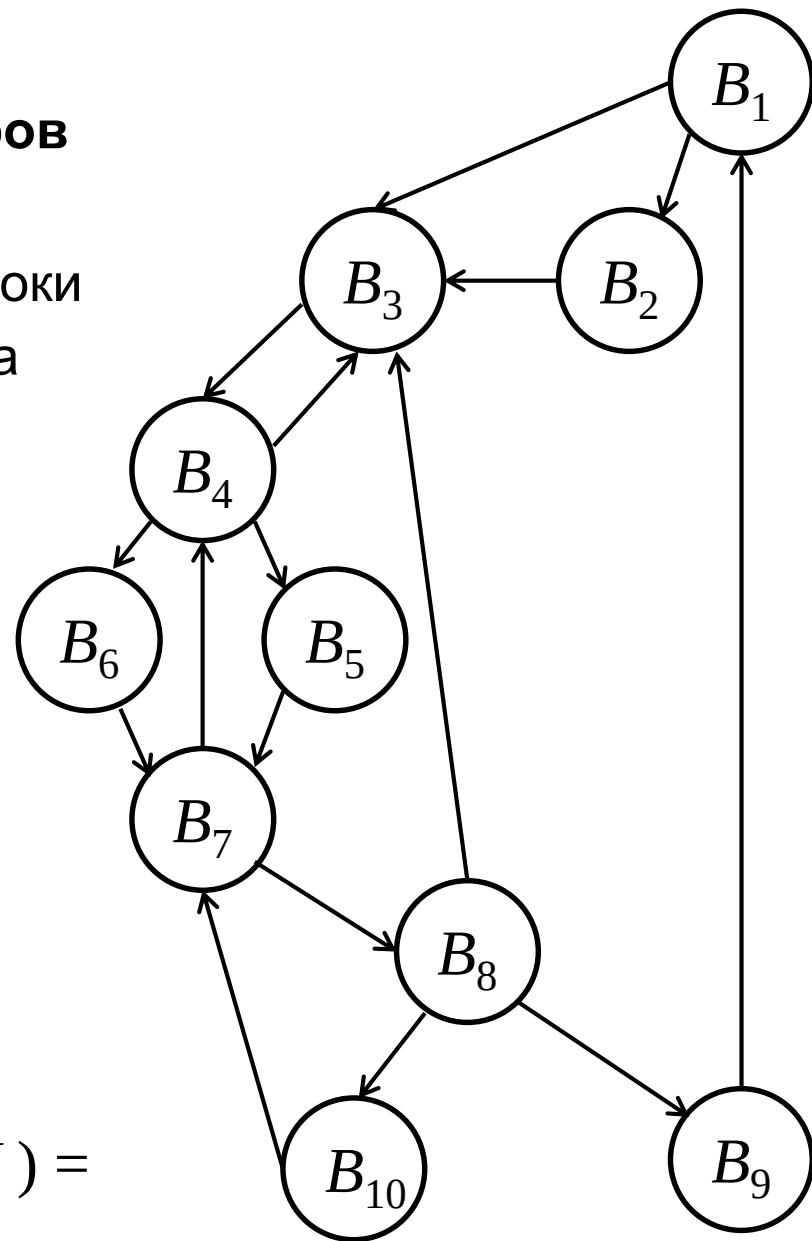
$Pred(B_2) = \{B_1\}$

$D(B_2) = \{B_2\} \cup D(B_1) = \{B_1, B_2\}$

$Pred(B_3) = \{B_1, B_2, B_4, B_8\}$

$D(B_3) = \{B_3\} \cup (D(B_1) \cap D(B_2) \cap D(B_4) \cap D(B_8)) = \{B_3\} \cup (\{B_1\} \cap \{B_1, B_2\} \cap N \cap N) = \{B_1, B_3\}$

$N = \{B_1, B_2, B_3, B_4, B_5, B_6, B_7, B_8, B_9, B_{10}\}$



4.1 Доминаторы

4.1.4 Алгоритм вычисления доминаторов

◇ Первая итерация (окончание)

$$Pred(B_4) = \{B_3, B_7\}$$

$$\begin{aligned} D(B_4) &= \{B_4\} \cup (D(B_3) \cap D(B_7)) = \{B_4\} \cup (\{B_1, B_3\} \cap N) = \\ &= \{B_1, B_3, B_4\} \end{aligned}$$

4.1 Доминаторы

4.1.4 Алгоритм вычисления доминаторов

◇ Первая итерация (окончание)

$$Pred(B_4) = \{B_3, B_7\}$$

$$\begin{aligned} D(B_4) &= \{B_4\} \cup (D(B_3) \cap D(B_7)) = \{B_4\} \cup (\{B_1, B_3\} \cap N) = \\ &= \{B_1, B_3, B_4\} \end{aligned}$$

$$Pred(B_5) = Pred(B_6) = \{B_4\}$$

$$D(B_5) = \{B_5\} \cup D(B_4) = \{B_5\} \cup \{B_1, B_3, B_4\} = \{B_1, B_3, B_4, B_5\}$$

$$D(B_6) = \{B_6\} \cup D(B_4) = \{B_6\} \cup \{B_1, B_3, B_4\} = \{B_1, B_3, B_4, B_6\}$$

4.1 Доминаторы

4.1.4 Алгоритм вычисления доминаторов

◇ Первая итерация (окончание)

$$Pred(B_4) = \{B_3, B_7\}$$

$$\begin{aligned} D(B_4) &= \{B_4\} \cup (D(B_3) \cap D(B_7)) = \{B_4\} \cup (\{B_1, B_3\} \cap N) = \\ &= \{B_1, B_3, B_4\} \end{aligned}$$

$$Pred(B_5) = Pred(B_6) = \{B_4\}$$

$$D(B_5) = \{B_5\} \cup D(B_4) = \{B_5\} \cup \{B_1, B_3, B_4\} = \{B_1, B_3, B_4, B_5\}$$

$$D(B_6) = \{B_6\} \cup D(B_4) = \{B_6\} \cup \{B_1, B_3, B_4\} = \{B_1, B_3, B_4, B_6\}$$

$$Pred(B_7) = \{B_5, B_6, B_{10}\}$$

$$\begin{aligned} D(B_7) &= \{B_7\} \cup (D(B_5) \cap D(B_6)) \cap D(B_{10})) = \{B_7\} \cup (\{B_1, B_3, B_4, B_5\} \cap \\ &= \{B_1, B_3, B_4, B_6\} \cap N) = \{B_1, B_3, B_4, B_7\} \end{aligned}$$

$$Pred(B_8) = \{B_7\}$$

4.1 Доминаторы

4.1.4 Алгоритм вычисления доминаторов

◇ Первая итерация (окончание)

$$Pred(B_4) = \{B_3, B_7\}$$

$$D(B_4) = \{B_4\} \cup (D(B_3) \cap D(B_7)) = \{B_4\} \cup (\{B_1, B_3\} \cap N) = \\ = \{B_1, B_3, B_4\}$$

$$Pred(B_5) = Pred(B_6) = \{B_4\}$$

$$D(B_5) = \{B_5\} \cup D(B_4) = \{B_5\} \cup \{B_1, B_3, B_4\} = \{B_1, B_3, B_4, B_5\}$$

$$D(B_6) = \{B_6\} \cup D(B_4) = \{B_6\} \cup \{B_1, B_3, B_4\} = \{B_1, B_3, B_4, B_6\}$$

$$Pred(B_7) = \{B_5, B_6, B_{10}\}$$

$$D(B_7) = \{B_7\} \cup (D(B_5) \cap D(B_6)) \cap D(B_{10})) = \{B_7\} \cup (\{B_1, B_3, B_4, B_5\} \cap \\ = \{B_1, B_3, B_4, B_6\} \cap N) = \{B_1, B_3, B_4, B_7\}$$

$$Pred(B_8) = \{B_7\}$$

$$D(B_8) = \{B_8\} \cup D(B_7) = \{B_8\} \cup \{B_1, B_3, B_4, B_7\} = \{B_1, B_3, B_4, B_7, B_8\}$$

$$Pred(B_9) = Pred(B_{10}) = \{B_8\}$$

$$D(B_9) = \{B_9\} \cup D(B_8) = \{B_9\} \cup \{B_1, B_3, B_4, B_7, B_8\} = \{B_1, B_3, B_4, B_7, B_8, B_9\}$$

$$D(B_{10}) = \{B_{10}\} \cup D(B_8) = \{B_{10}\} \cup \{B_1, B_3, B_4, B_7, B_8\} = \\ = \{B_1, B_3, B_4, B_7, B_8, B_{10}\}$$

4.1 Доминаторы

4.1.4 Алгоритм вычисления доминаторов

◇ Первая итерация (окончание)

$$Pred(B_4) = \{B_3, B_7\}$$

$$D(B_4) = \{B_4\} \cup (D(B_3) \cap D(B_7)) = \{B_4\} \cup (\{B_1, B_3\} \cap N) = \\ = \{B_1, B_3, B_4\}$$

$$Pred(B_5) = Pred(B_6) = \{B_4\}$$

$$D(B_5) = \{B_5\} \cup D(B_4) = \{B_5\} \cup \{B_1, B_3, B_4\} = \{B_1, B_3, B_4, B_5\}$$

$$D(B_6) = \{B_6\} \cup D(B_4) = \{B_6\} \cup \{B_1, B_3, B_4\} = \{B_1, B_3, B_4, B_6\}$$

$$Pred(B_7) = \{B_5, B_6\}$$

$$D(B_7) = \{B_7\} \cup (D(B_5) \cap D(B_6)) = \{B_7\} \cup (\{B_1, B_3, B_4, B_5\} \cap \{B_1, B_3, B_4, B_6\}) = \\ = \{B_1, B_3, B_4, B_6\} \cap N = \{B_1, B_3, B_4, B_7\}$$

$$Pred(B_8) = \{B_7\}$$

$$D(B_8) = \{B_8\} \cup D(B_7) = \{B_8\} \cup \{B_1, B_3, B_4, B_7\} = \{B_1, B_3, B_4, B_7, B_8\}$$

$$Pred(B_9) = Pred(B_{10}) = \{B_8\}$$

$$D(B_9) = \{B_9\} \cup D(B_8) = \{B_9\} \cup \{B_1, B_3, B_4, B_7, B_8\} = \{B_1, B_3, B_4, B_7, B_8, B_9\}$$

$$D(B_{10}) = \{B_{10}\} \cup D(B_8) = \{B_{10}\} \cup \{B_1, B_3, B_4, B_7, B_8\} = \\ = \{B_1, B_3, B_4, B_7, B_8, B_{10}\}$$

**Полученные значения
 $D(B_1) - D(B_{10})$ на второй
итерации не изменяются**

4.1 Доминаторы

4.1.5 Непосредственные доминаторы и дерево доминаторов

n	$D(n)$	$Idom(n)$
B_1	—	—
B_2	B_1	B_1
B_3	B_1	B_1
B_4	$B_1, \mathbf{B_3}$	B_3
B_5	$B_1, B_3, \mathbf{B_4}$	B_4
B_6	$B_1, B_3, \mathbf{B_4}$	B_4
B_7	$B_1, B_3, \mathbf{B_4}$	B_4
B_8	$B_1, B_3, B_4, \mathbf{B_7}$	B_7
B_9	$B_1, B_3, B_4, B_7, \mathbf{B_8}$	B_8
B_{10}	$B_1, B_3, B_4, B_7, \mathbf{B_8}$	B_8

В таблице приведены списки строгих доминаторов каждой вершины ГПУ из рассмотренного примера.

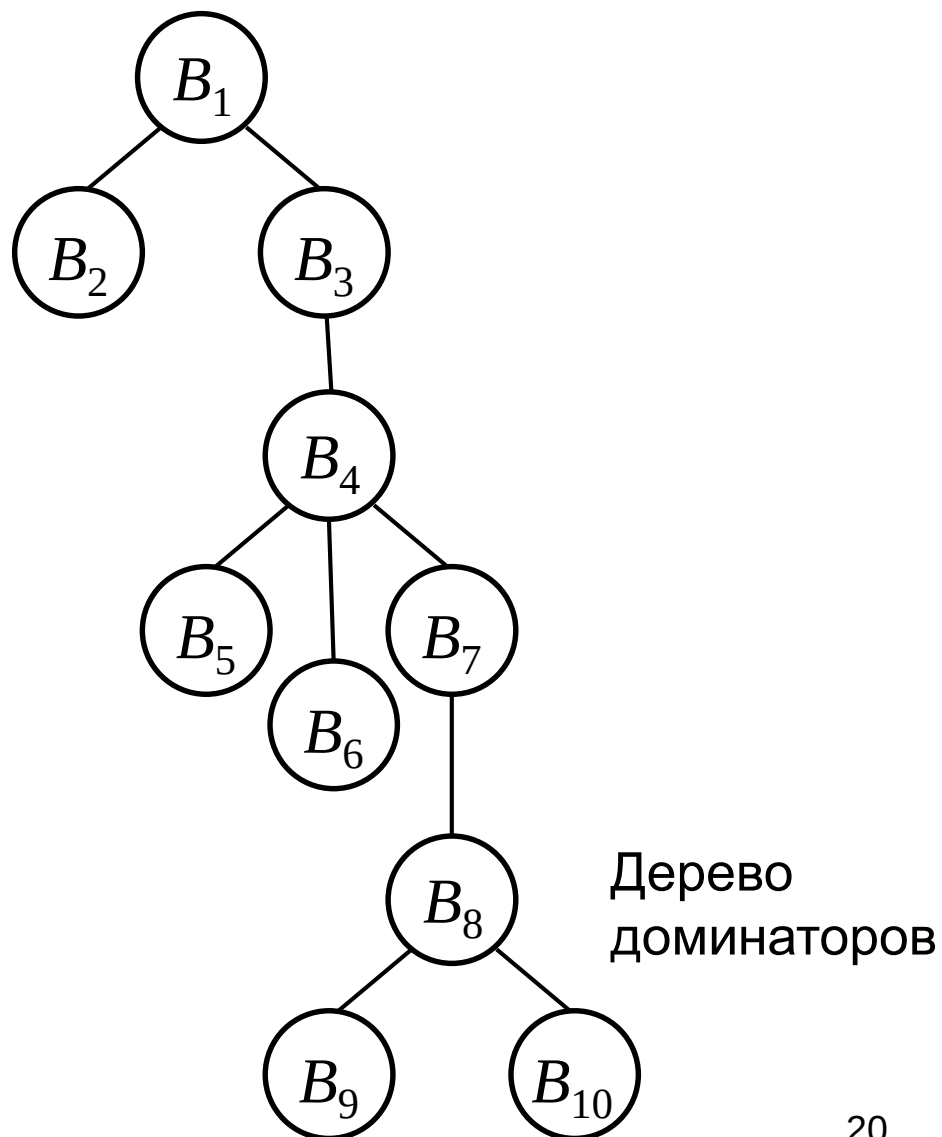
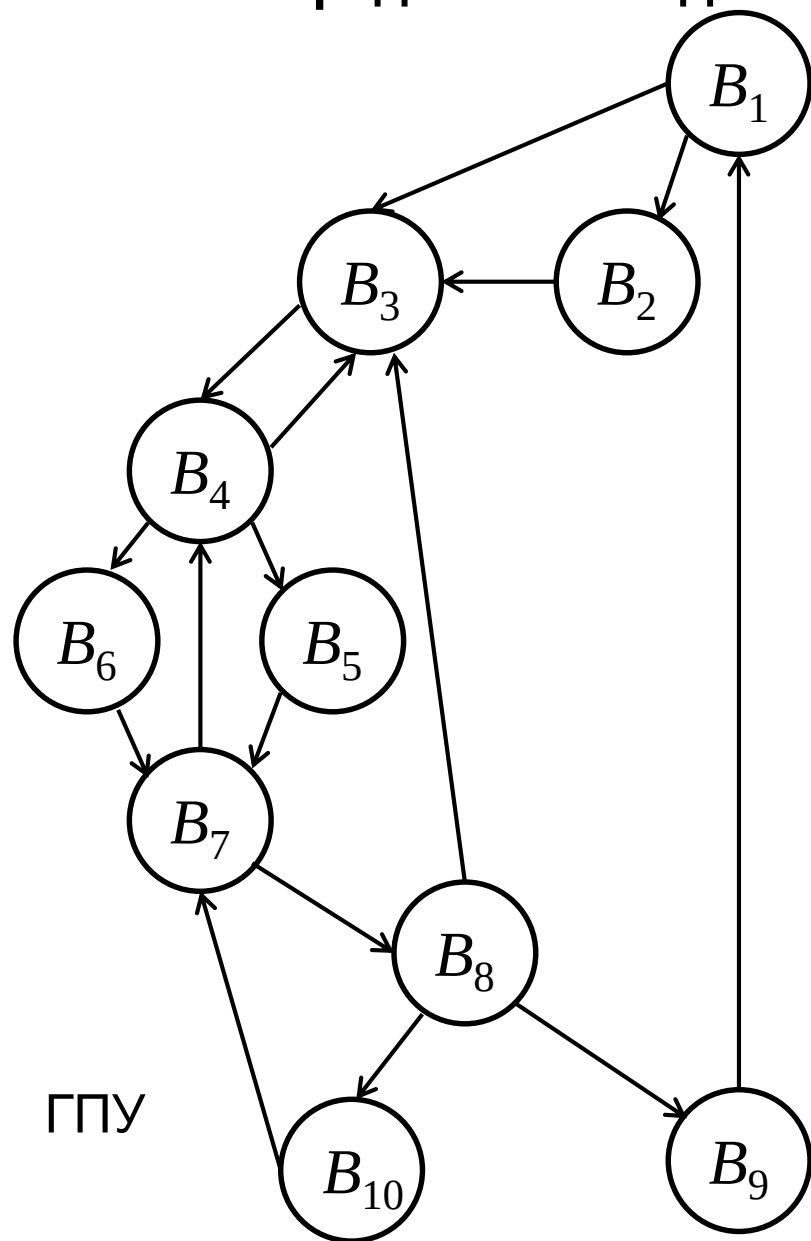
Непосредственный доминатор в каждом списке последний.

Соединив дугами для каждого $n \in N$

$Idom(n)$ с n , получим дерево доминаторов. Оно изображено на следующем слайде

4.1 Доминаторы

4.1.5 Непосредственные доминаторы и дерево доминаторов



4.2 Граница доминирования

4.2.1. Определение границы доминирования (*Dominance Frontier*)

◇ **Определение.** Рассмотрим узлы ГПУ p , n и m .

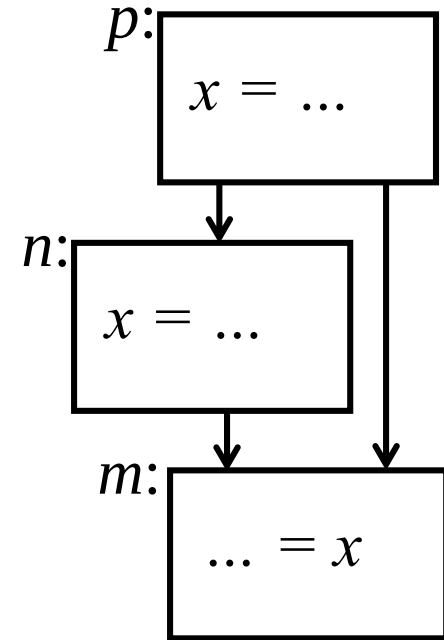
Если выполняются условия:

- (1) $n, p \in \text{Pred}(m) \ \&$
 $p \in \text{Dom}(n) \ \&$
 $p \in \text{Dom}(m)$
- (2) $n \neq m \rightarrow n \notin \text{Dom}(m)$

(n может быть только **нестрогим**
доминатором m).

то m входит в состав *границы доминирования* n .

Обозначение: $m \in DF(n)$.

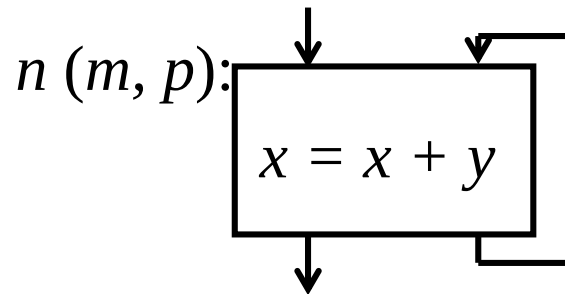


◇ **Неформально:** $DF(n)$ содержит все **первые** узлы, которые достижимы из n , на любом пути графа потока, проходящем через n , но над которыми n не доминирует.

4.2 Граница доминирования

4.2.1. Определение границы доминирования

- ◇ **Замечание.** Условие (2) Определения 4.2.1 позволяет определить границу доминирования в случае цикла, тело которого состоит из единственного базового блока: в этом случае n , m и p совпадают и n является своей собственной границей доминирования.



$$n = DF(n)$$

4.2 Граница доминирования

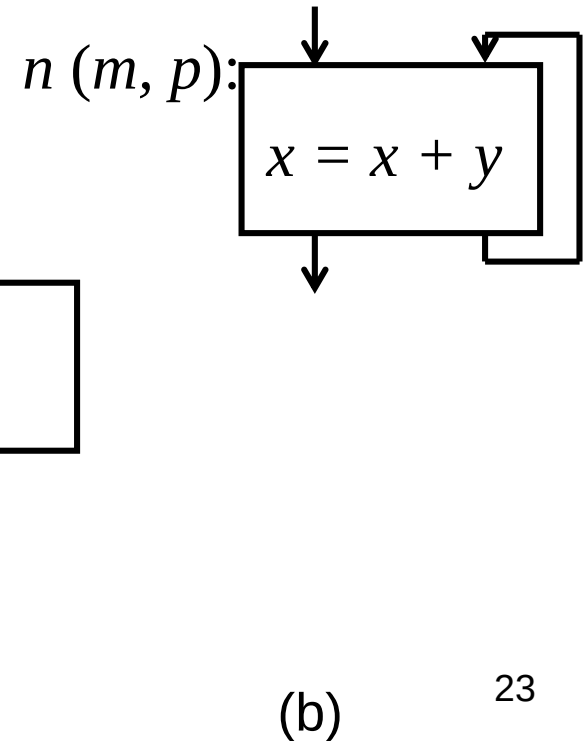
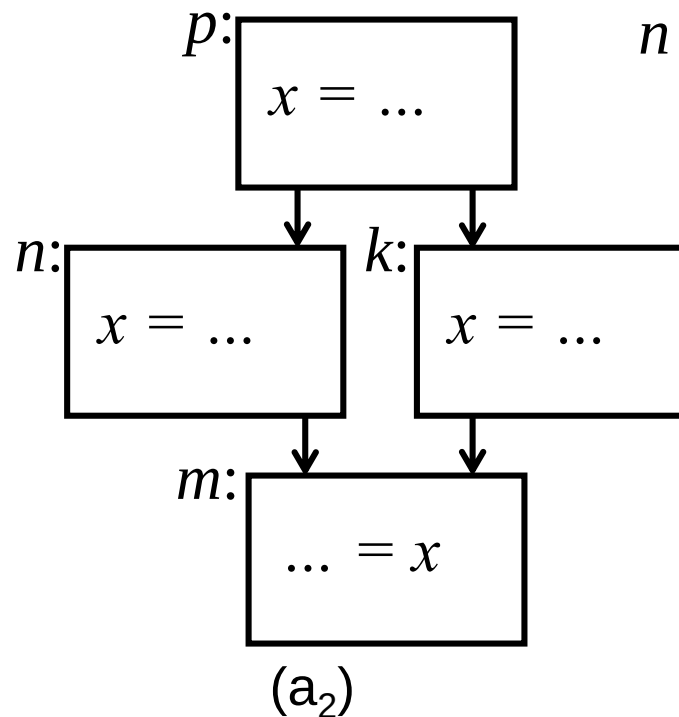
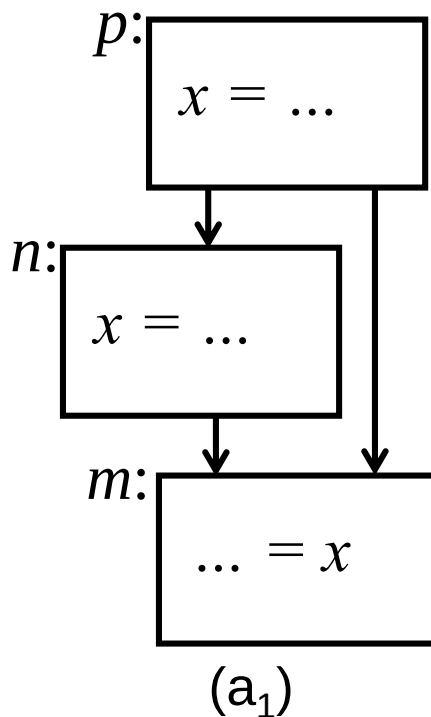
4.2.1. Определение границы доминирования

◇ На рисунках показаны три варианта границ доминирования:

$$(a_1) \quad m = DF(n)$$

$$(a_2) \quad m = DF(n) \ \& \ m = DF(k)$$

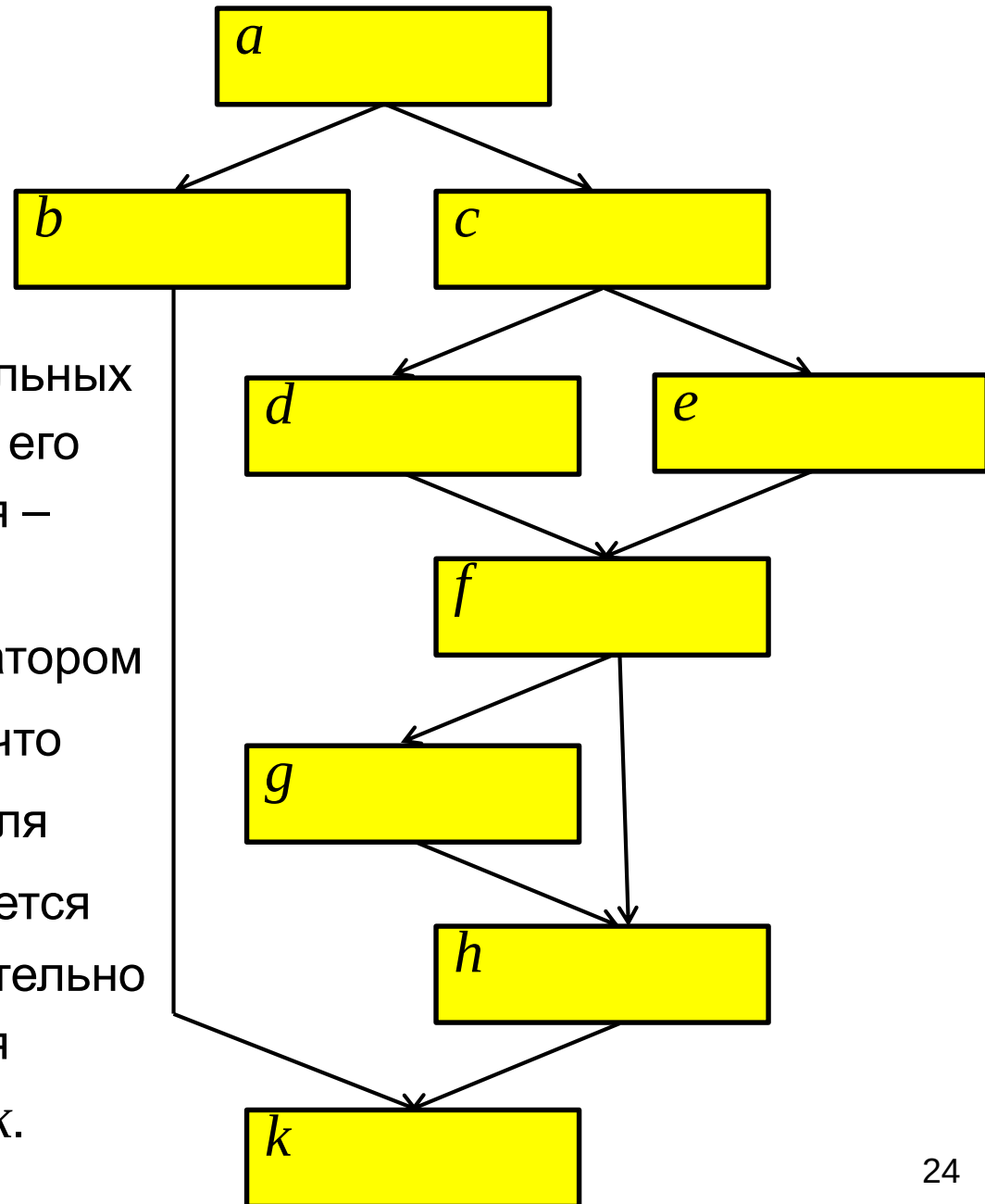
$$(b) \quad n = DF(n)$$



4.2 Граница доминирования

4.2.1. Определение границы доминирования

- ◇ На рисунке справа:
 - ◇ Блок a является доминатором всех остальных блоков; следовательно, его граница доминирования – пустое множество
 - ◇ Блок c является доминатором блоков d, e, f, g, h , так что блок k – первый блок, для которого блок c не является доминатором ; следовательно граница доминирования блока c содержит блок k .

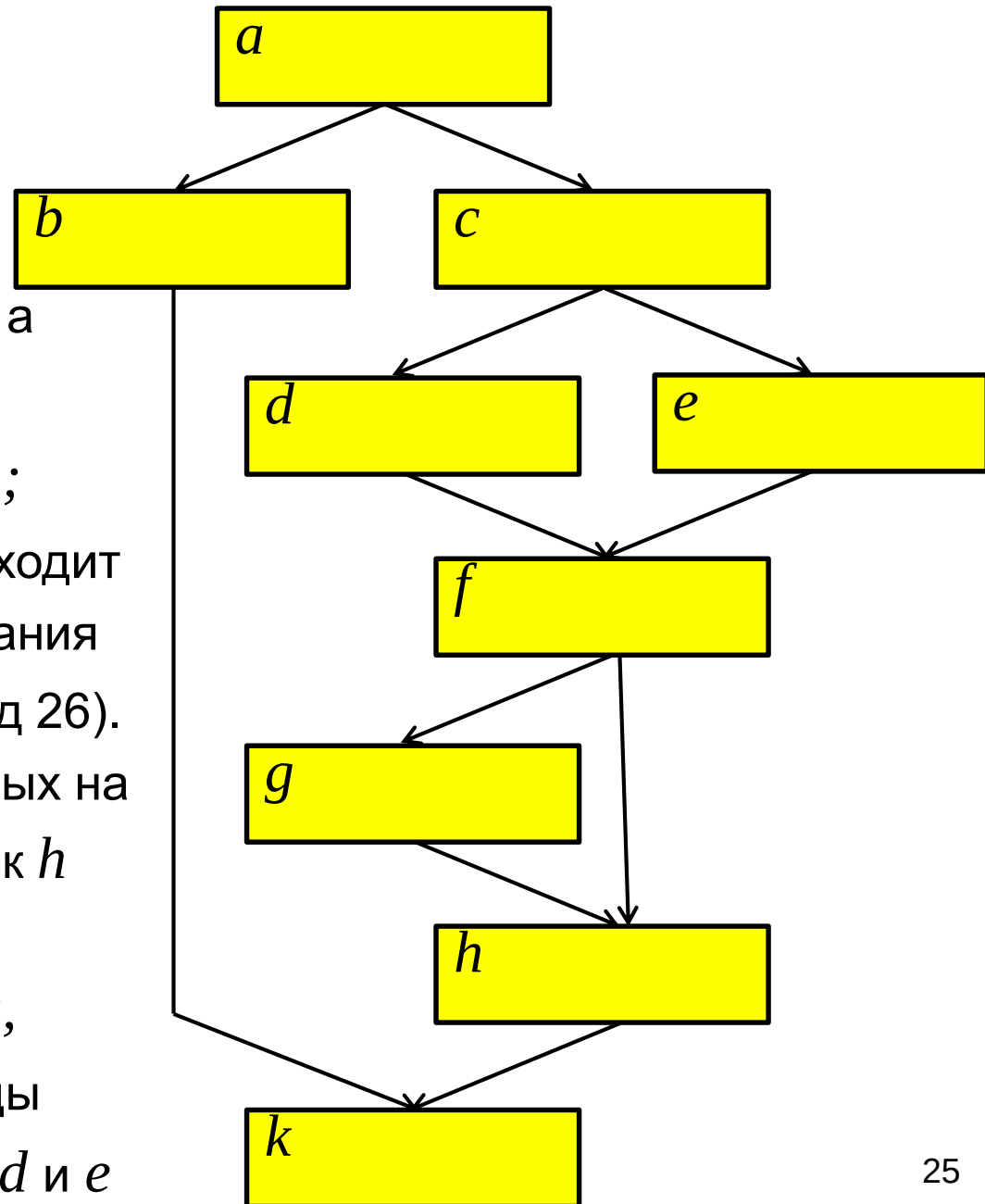


4.2 Граница доминирования

4.2.1. Определение границы доминирования

◇ На рисунке справа:

- ◇ Блоки c и f являются доминаторами блока h , а блок k входит в границу доминирования блока h ; следовательно блок k входит и в границы доминирования блоков c и f . (см. слайд 26).
- ◇ Из рисунков, приведенных на слайде 22 ясно, что блок h входит в границу доминирования блока g , а блок f входит в границы доминирования блоков d и e



4.2 Граница доминирования

4.2.1. Определение границы доминирования

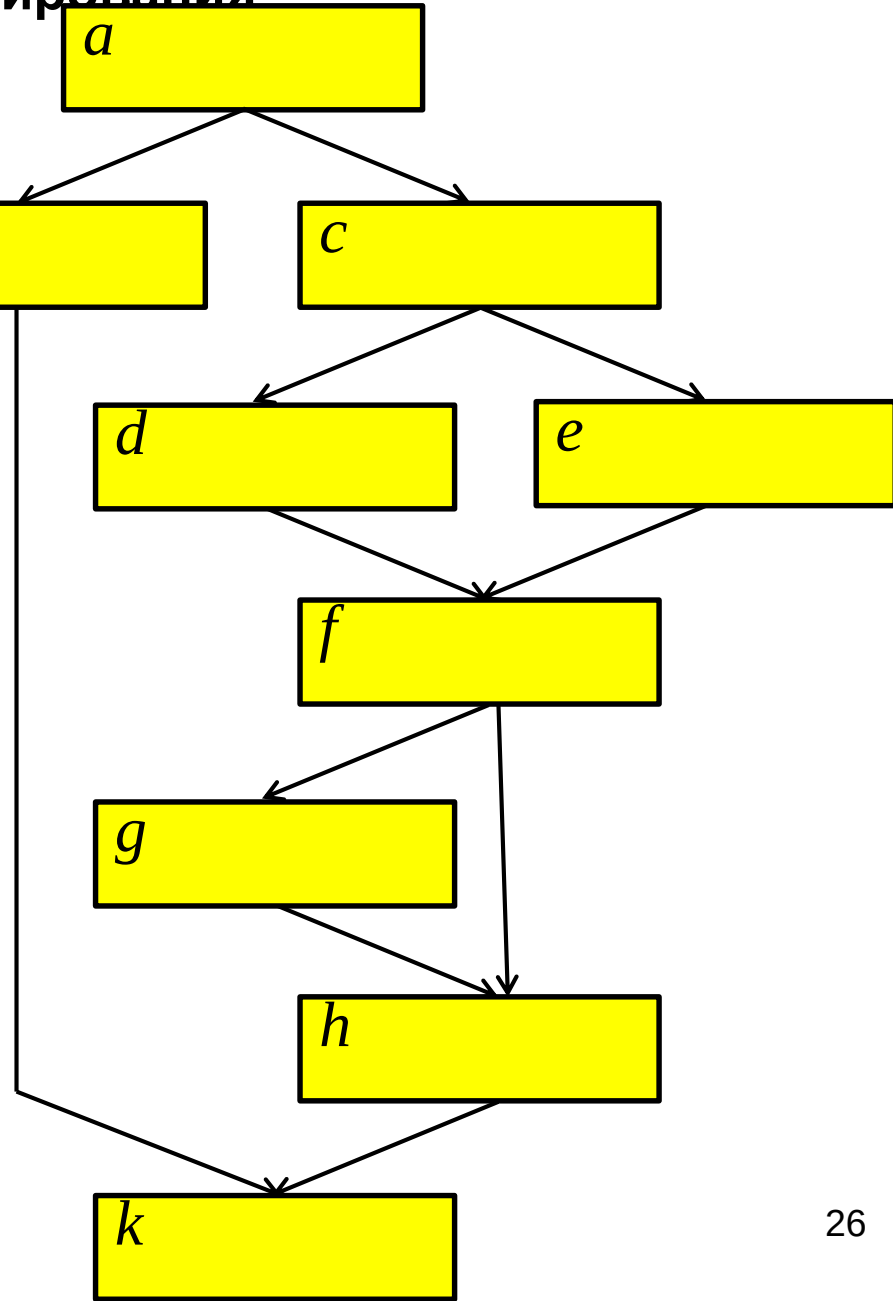
◇ На рисунке справа:

◇ Рассмотрим цепочку блоков:

a, c, f, h . Все они являются доминаторами блока k .

◇ Блок k входит в границу доминирования блока h . Он же входит в границы доминирования доминаторов блока h : блоков a, c, f .

◇ Поэтому при нахождении границы доминирования какого-нибудь блока, мы получаем и границы доминирования его доминаторов.



4.2 Граница доминирования

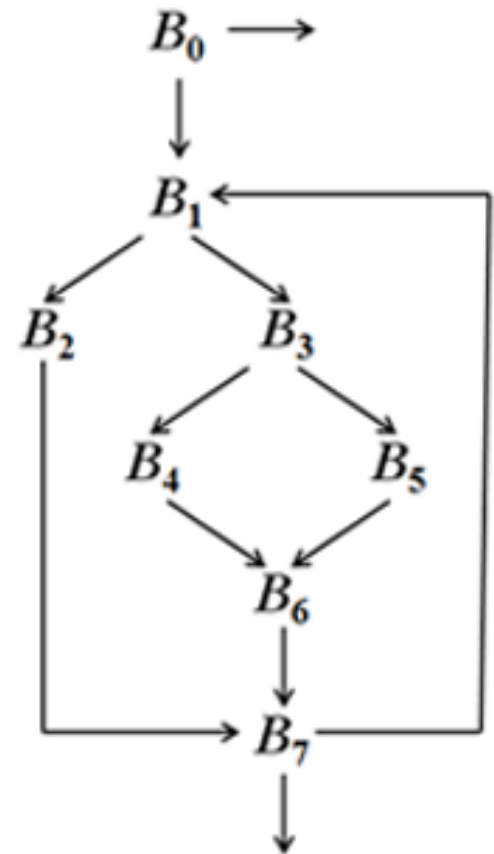
4.2.1. Определение границы доминирования

- ◇ На рисунке справа
- $B_3 \in Dom(B_4)$, $B_3 \in Dom(B_5)$,
 $B_3 \in Dom(B_6)$,
 $B_3 \notin (Dom(B_7) - \{B_7\})$,
т.е. B_3 является доминатором B_4 , B_5 и B_6 ,
но не является доминатором B_7 .

Более того, на любом пути, выходящем из B_3 ,
 B_7 – первая вершина, для которой
 B_3 не является доминатором

Следовательно, $B_7 \in DF(B_3)$

а так как узел B_3 не является доминатором
узлов B_0 , B_1 и B_2 , то **$DF(B_3) = \{B_7\}$**



4.2 Граница доминирования

4.2.2. Построение границы доминирования

◇ Свойства узлов, входящих в границу доминирования

(1) узел, принадлежащий границе доминирования должен быть точкой сбора графа потока.

(2) если j – точка сбора: $n \in Pred(j) \ \& \ n \notin Dom(j)$,
то $j \in DF(n)$

т.е. точка сбора j входит в границу доминирования любого своего предшественника n , не являющегося доминатором j .

(3) если j – точка сбора:
 $m \in Pred(j) \ \& \ n \in Dom(m) \ \& \ n \notin Dom(j)$, то $j \in DF(n)$
т.е. доминаторы предшественников точки сбора j должны иметь j в своих множествах границ доминирования, если только они не доминируют над j .

4.2 Граница доминирования

4.2.2. Построение границы доминирования

- ◇ Свойства узлов границы доминирования позволяют составить простой алгоритм ее построения

- Шаг 1. Найти все точки сбора j графа потока, т.е. все узлы j , у которых $|Pred(j)| > 1$.
- Шаг 2. Исследовать каждый узел $p \in Pred(j)$ и продвинуться по дереву доминаторов, начиная с p и вплоть до непосредственного доминатора j : при этом j входит в состав границы доминирования каждого из пройденных узлов, за исключением непосредственного доминатора j .

4.2 Граница доминирования

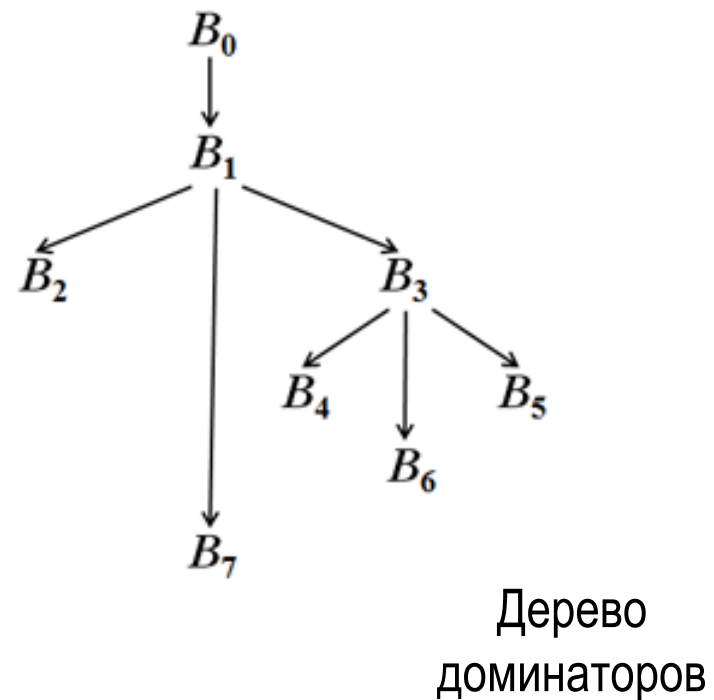
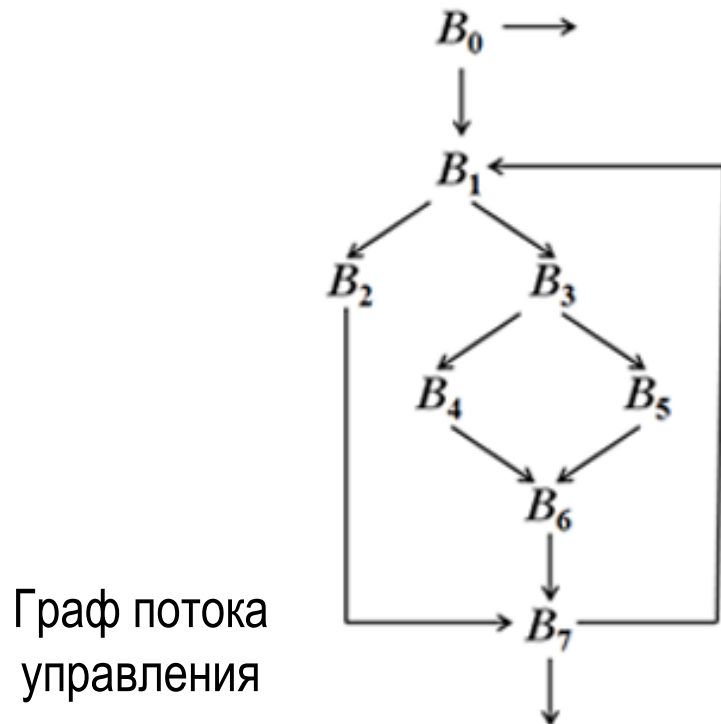
4.2.3. Алгоритм построения границ доминирования

- ◇ **Вход:** граф потока
- ◇ **Выход:** множество границ доминирования для узлов графа потока
- ◇ **Метод:** выполнить следующую программу:

```
for all  $n \in N$  do  $DF(n) = \emptyset$ ;  
for all  $n \in N$  do  
    {if  $|Pred(n)| > 1$  then  
        for each  $p \in Pred(n)$  do  
             $\{r = p$ ;  
                while  $r \neq IDom(n)$  do  
                     $\{DF(r) = DF(r) \cup \{n\}$ ;  
                         $r = Idom(r)$ ;  
                    }  
            };  
    }
```

4.2 Граница доминирования

4.2.4. Пример применения алгоритма построения границ доминирования



n	0	1	2	3	4	5	6	7
$Pred(n)$	$\emptyset$	$\{0, 7\}$	$\{1\}$	$\{1\}$	$\{3\}$	$\{3\}$	$\{4, 5\}$	$\{2, 6\}$
$Dom(n)$	$\{0\}$	$\{0, 1\}$	$\{0, 1, 2\}$	$\{0, 1, 3\}$	$\{0, 1, 3, 4\}$	$\{0, 1, 3, 5\}$	$\{0, 1, 3, 6\}$	$\{0, 1, 7\}$
$Idom(n)$	$\emptyset$	$\{0\}$	$\{1\}$	$\{1\}$	$\{3\}$	$\{3\}$	$\{3\}$	$\{1\}$

4.2 Граница доминирования

4.2.4. Пример применения алгоритма построения границ доминирования

◇ У графа три точки сбора – входы в узлы B_1 , B_6 и B_7 .

Узел B_6 : $Pred(B_6) = \{B_4, B_5\}$, $Idom(B_6) = \{B_3\}$,

проходим от B_5 до B_3 , добавляем B_6 к $DF(B_5)$,

проходим от B_4 до B_3 , добавляем B_6 к $DF(B_4)$.

Узел B_7 : $Pred(B_7) = \{B_2, B_6\}$, $Idom(B_7) = \{B_1\}$,

проходим от B_2 до B_1 , добавляем B_7 к $DF(B_2)$,

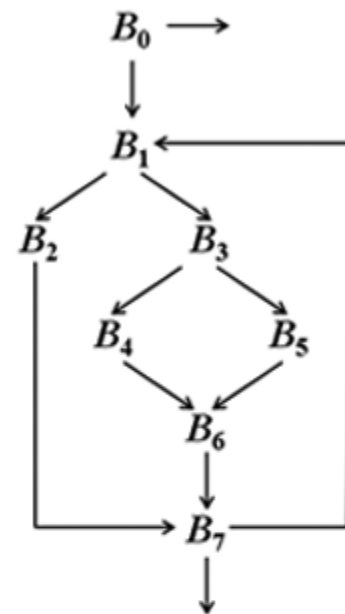
проходим от B_6 до B_3 , добавляем B_7 к $DF(B_6)$

проходим от B_3 до B_1 , добавляем B_7 к $DF(B_3)$

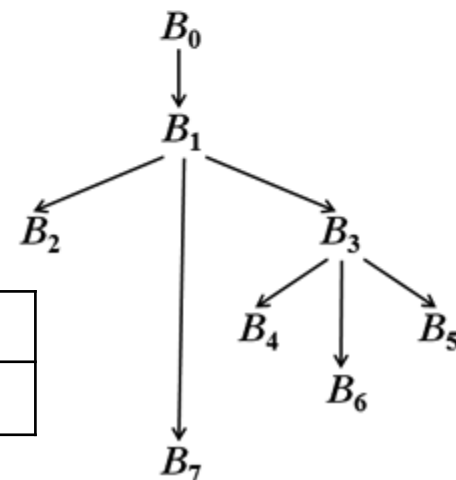
◇ Таблица текущих результатов:

n	0	1	2	3	4	5	6	7
$DF(B_n)$	$\emptyset$	$\emptyset$	$\{B_7\}$	$\{B_7\}$	$\{B_6\}$	$\{B_6\}$	$\{B_7\}$	

Граф потока управления



Дерево доминаторов



4.2 Граница доминирования

4.2.4. Пример применения алгоритма построения границ доминирования

◇ Узел B_1 : $Pred(B_1) = \{B_0, B_7\}$, $Idom(B_1) = \{B_0\}$,

У B_0 нет непосредственного доминатора:

$$Idom(B_0) = \emptyset,$$

значит $B_1 \notin DF(B_0)$.

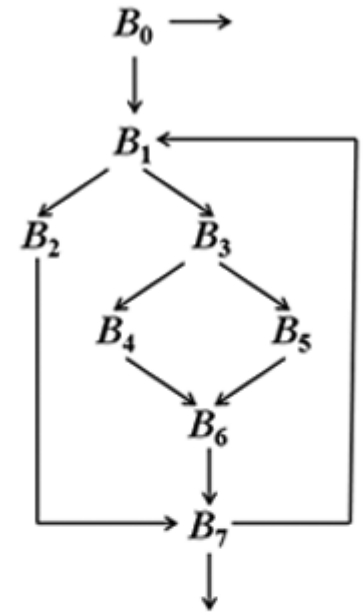
проходим от B_7 до B_1 (по обратному ребру),

добавляем B_1 к $DF(B_7)$.

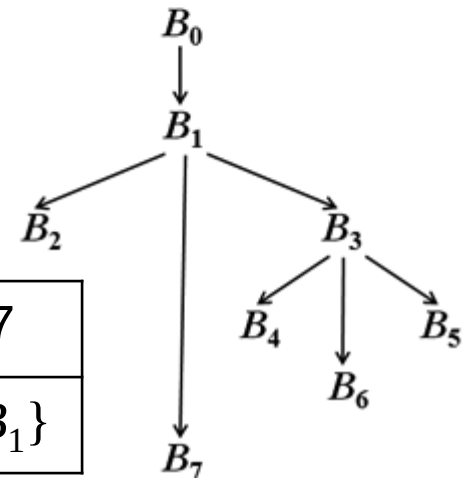
◇ Окончательная таблица результатов

n	0	1	2	3	4	5	6	7
$DF(B_n)$	$\emptyset$	$\{B_7\}$	$\{B_7\}$	$\{B_7\}$	$\{B_6\}$	$\{B_6\}$	$\{B_7\}$	$\{B_1\}$

Граф потока управления



Дерево доминаторов



4.3 Постдоминаторы

4.3.1 Определение

- ◇ В ГПУ вершина p является *постдоминатором* вершины n (этот факт записывается как $p \text{ postdom } n$ или $p = \text{Postdom}(n)$), если любой путь от вершины n до вершины Exit проходит через вершину d .
- ◇ **Замечание.** Из определения 4.2.1 следует, что каждая вершина n является постдоминатором самой себя: путь от n до Exit проходит через n .

4.3 Постдоминаторы

4.3.2 Определения

- ◇ *Обратным графом* ориентированного графа $G = \langle N, E \rangle$ называется ориентированный граф $G^R = \langle N, E^R \rangle$, у которого направления всех ребер противоположны.
- ◇ **Постдоминаторы ГПУ – это доминаторы его *обратного графа*.**
- ◇ *Обратная граница доминирования* ($RDF(n)$) вершины $n \in G$ это обычная граница доминирования в обратном графе G^R .

4.3 Постдоминаторы

4.3.3 Применение постдоминаторов. Зависимость по управлению.

- ◇ По определению, вершина m ГПУ *зависит по управлению* от вершины n тогда, и только тогда, когда:
 - ◇ существует непустой путь T от n до m , такой что $\forall k \in T - \{n\}: m = \text{Postdom}(k)$, т.е. если выполнение программы пошло по пути T , то, чтобы достичь *exit*, оно обязательно пройдет через m .
 - ◇ m не обязательно является строгим постдоминатором n : у n может быть несколько выходов, так что помимо T возможны и другие пути, проходящие через n , но потом ведущие не в m , а в другие вершины.
- ◇ Обратная граница доминирования позволяет определять границы зависимостей по управлению.

4.3 Постдоминаторы

4.3.4 Эквивалентность по управлению

- ◇ **Определение.** Два базовых блока B_i и B_j эквивалентны по управлению, если B_i выполняется тогда, и только тогда, когда выполняется B_j .
- ◇ **Утверждение.** Если выполняются соотношения:
$$B_i = \text{Dom}(B_j) \text{ и } B_j = \text{Postdom}(B_i)$$
то базовые блоки B_i и B_j эквивалентны по управлению