

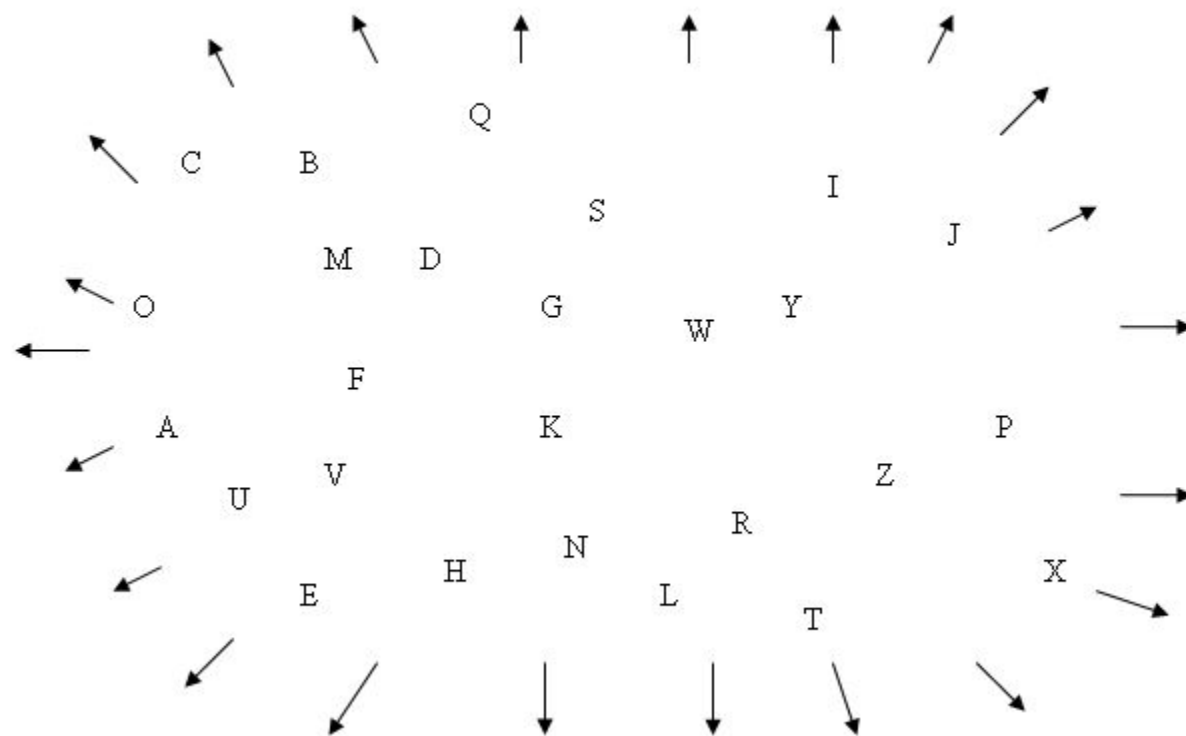
Кобелев Н.Б.  
ВЗФЭИ, Москва

Управляющие имитационные  
модели больших систем

2012 г.

Рис.1

# Хаос элементов



$$A = (\dots, a_1, a_2, \dots, a_\chi, \dots), \quad \chi = \dots, 1, 2, \dots, \chi', \dots$$

Рис.2

## Конечный хаос элементов

$$a = (a_1, a_2, \dots, a_{u'}) , u = \overline{1, u'}$$

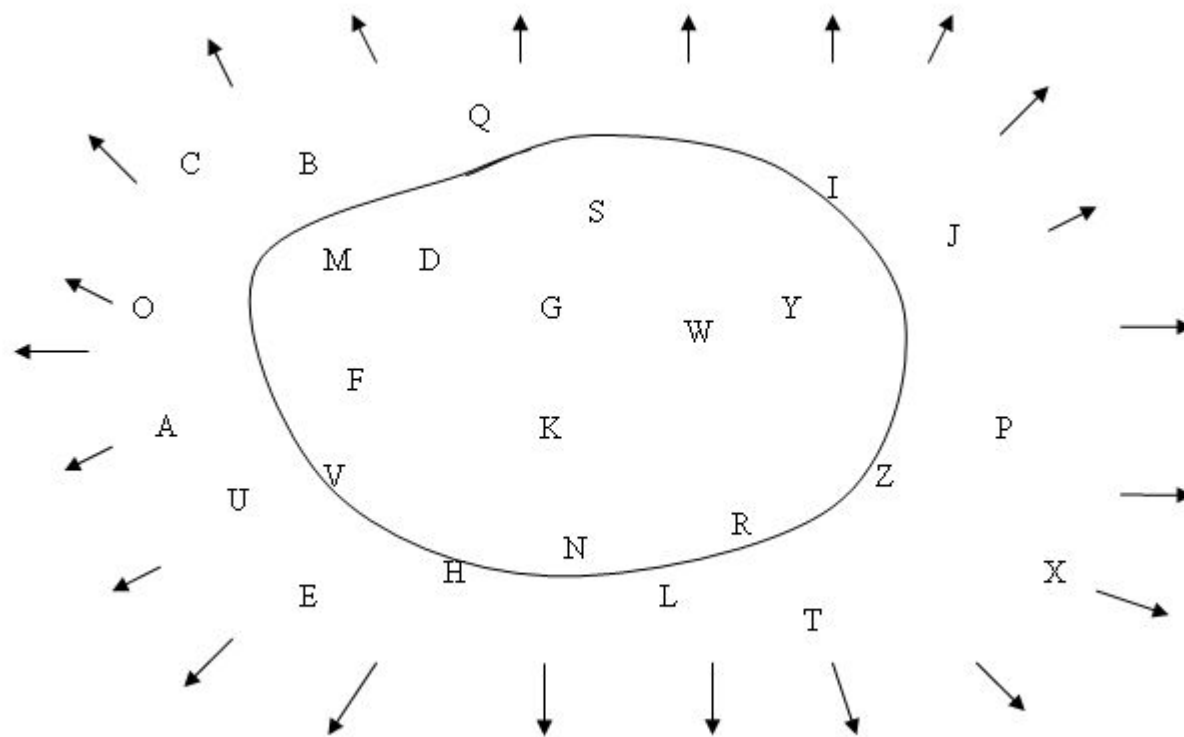


Рис.3

## Сеть первого порядка

$$\bar{a} = (a_u, \dots, a_{u+2}, \dots, a_{u+r+d'})$$

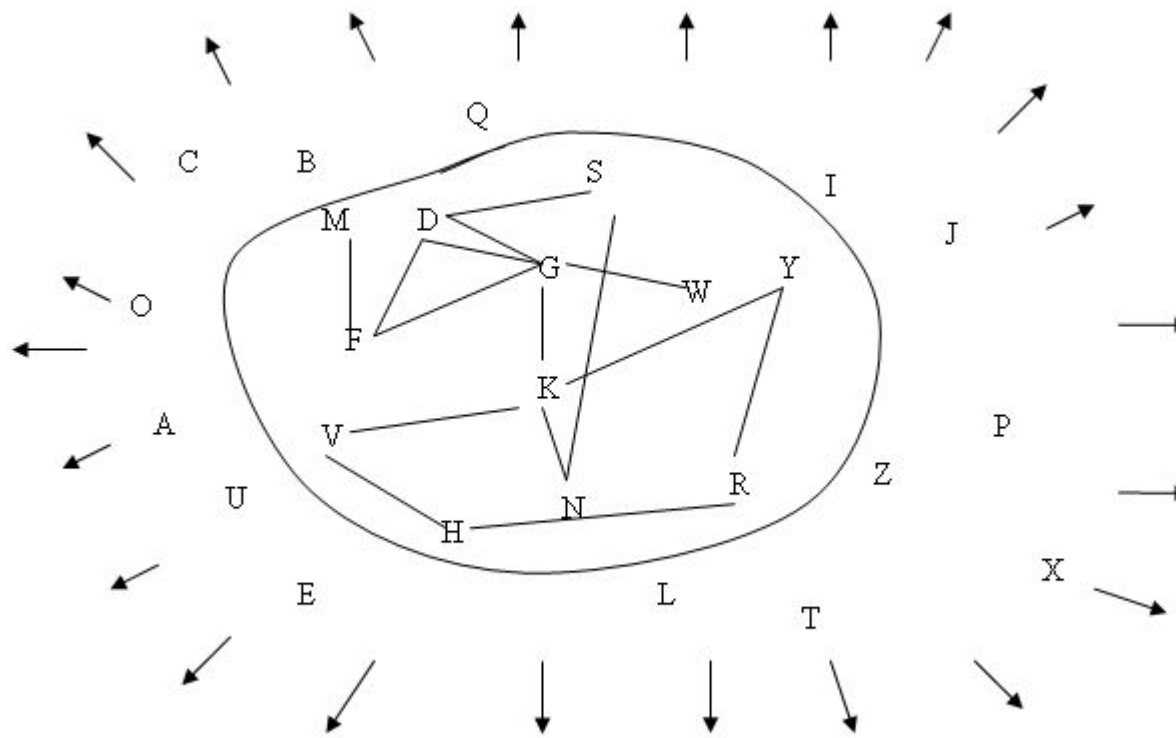


Рис.4

Организацию  $\tilde{a}$  можно записать так:

$$\bar{a} \supset \tilde{a} .$$

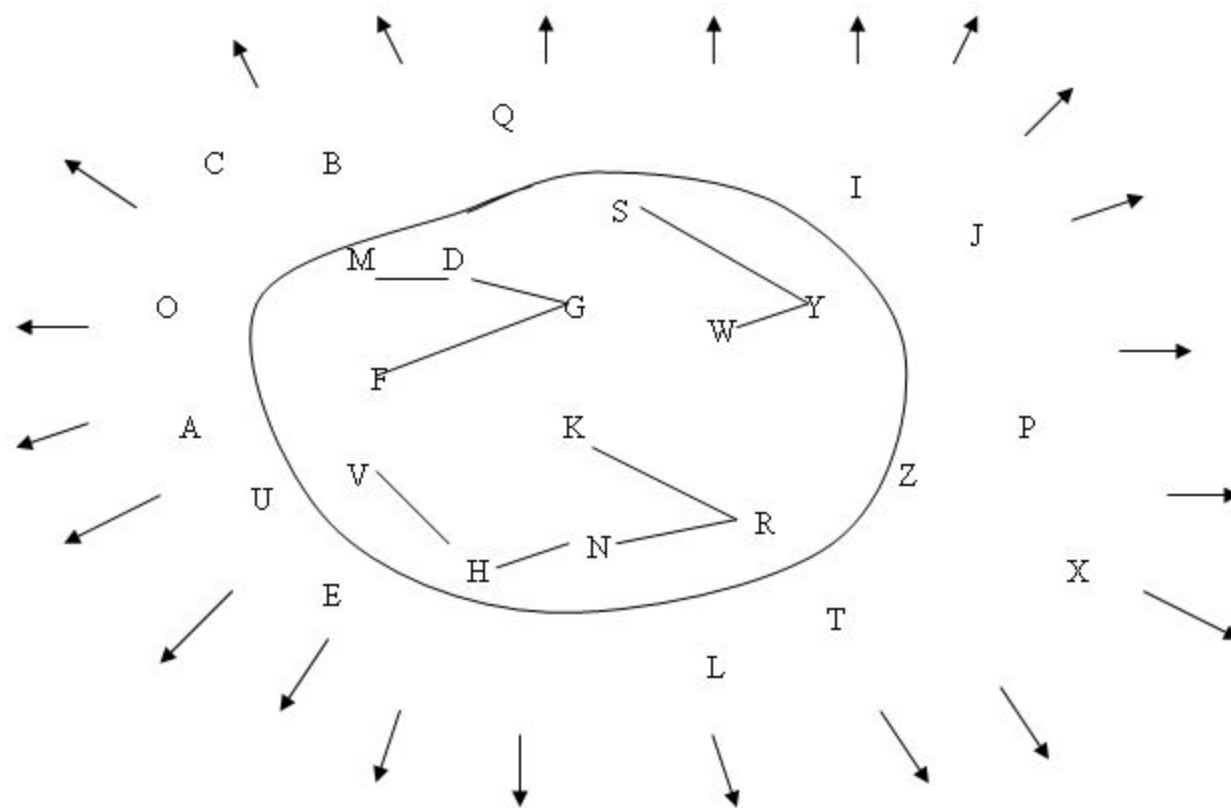


Рис.5

Система  $S \quad \tilde{a} \supset a^0$

$$\Pi = (\Pi_1, \Pi_2, \dots, \Pi_b), \quad b' = \overline{1, b}$$

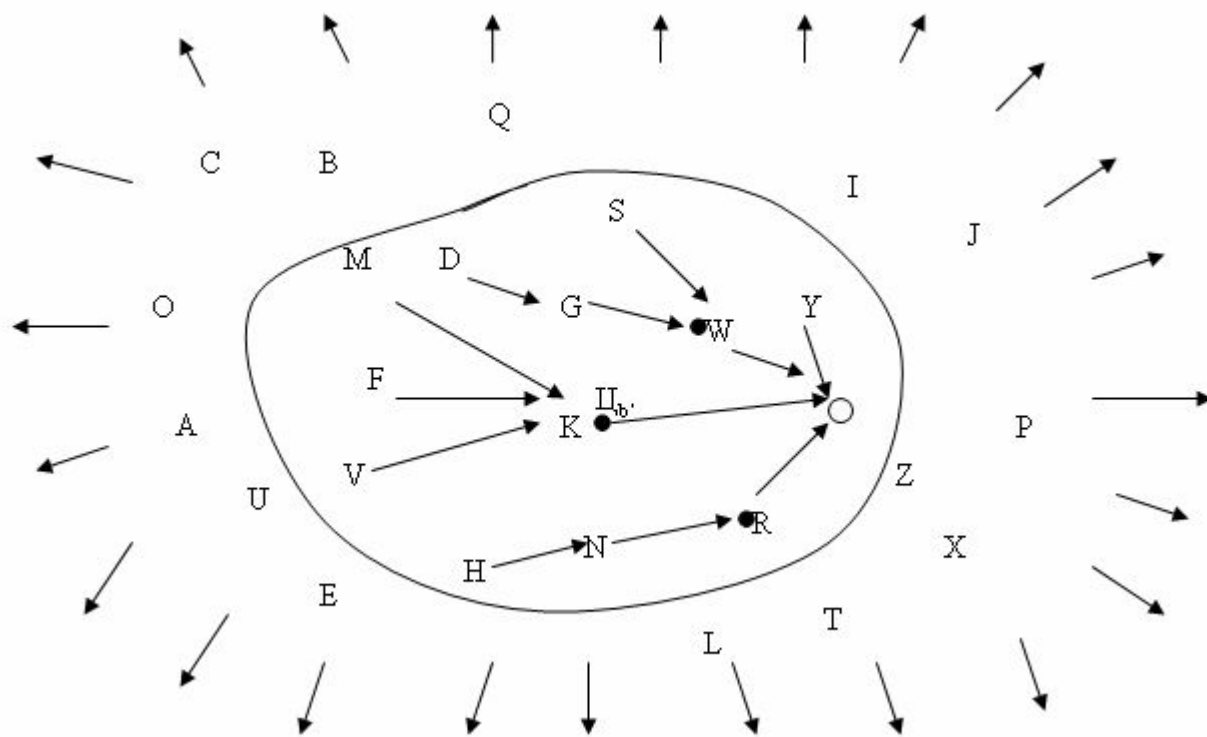


Рис.6

нормативы ресурсов  $H_\gamma^{(\varphi)\omega_\gamma}$   
 величины ресурсов  $b_\gamma^{(\varphi)\omega_\gamma}$

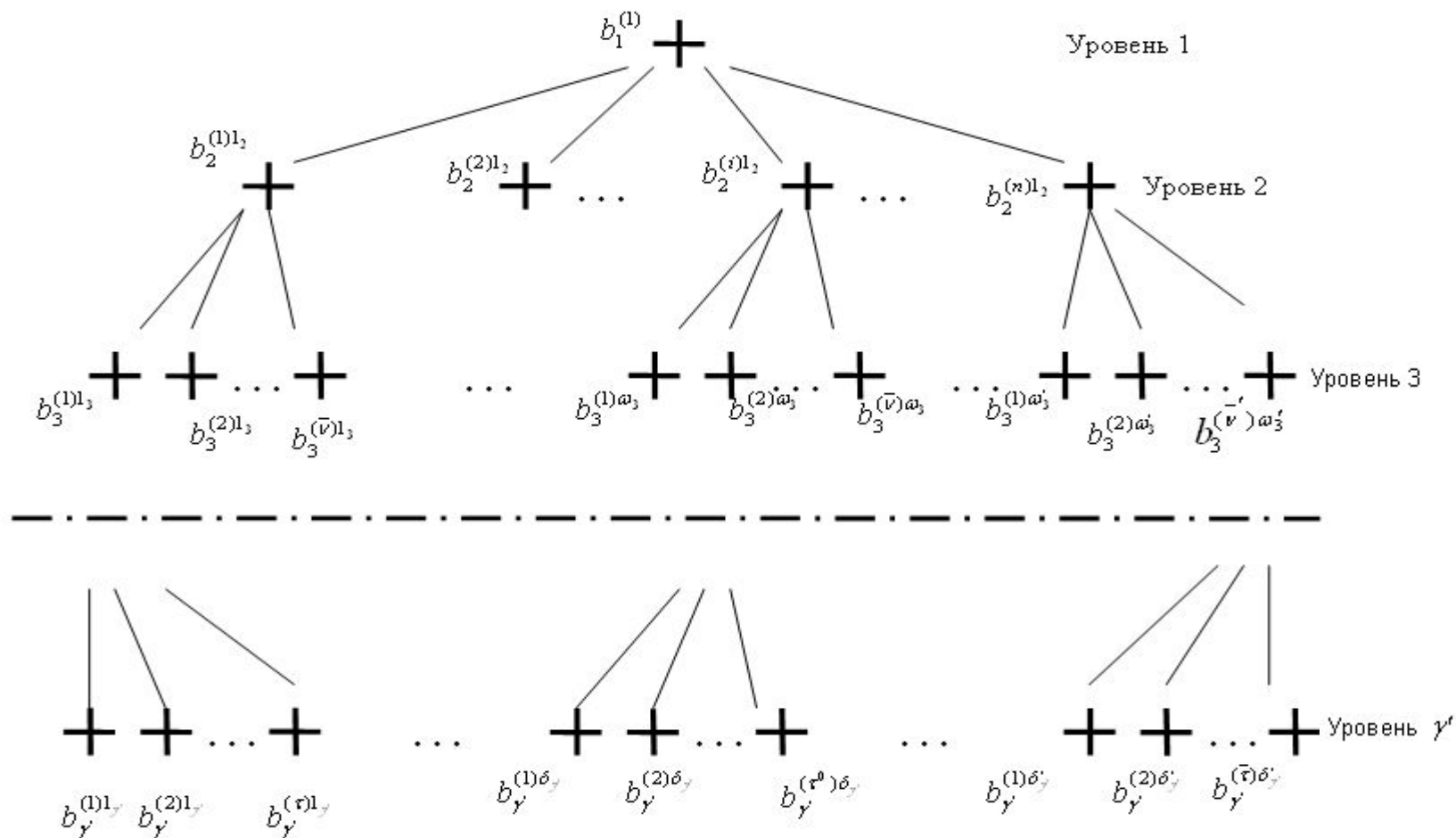


Рис. 6. Дерево элементов системы.

## Системы классифицируются по уровням сложности и по основным параметрам элементов

Что такое основные параметры элементов системы?

Масса элемента  $m^{a_u}$

Энергия элемента  $e^{a_u}$

Движение элемента  $d^{a_u}$

Информация элемента  $z^{a_u}$

$$z^{a_u} \rightarrow S_p^{a_u} = (m_1^{a_u}, e_2^{a_u}, d_3^{a_u}, \dots, \delta_p^{a_u})$$

Канал связи передает функцию  $f_v(x_i^{a_u+r}, y_j^{a_u})$  и является материальным связующим звеном между различными элементами.

Параметр «Цель» является комплексным параметром элемента, который зависит от основных параметров массы, энергии и направления движения элемента.



Рис.6

нормативы ресурсов  $H_{\gamma}^{(\varphi)\omega_{\gamma}}$   
 величины ресурсов  $b_{\gamma}^{(\varphi)\omega_{\gamma}}$

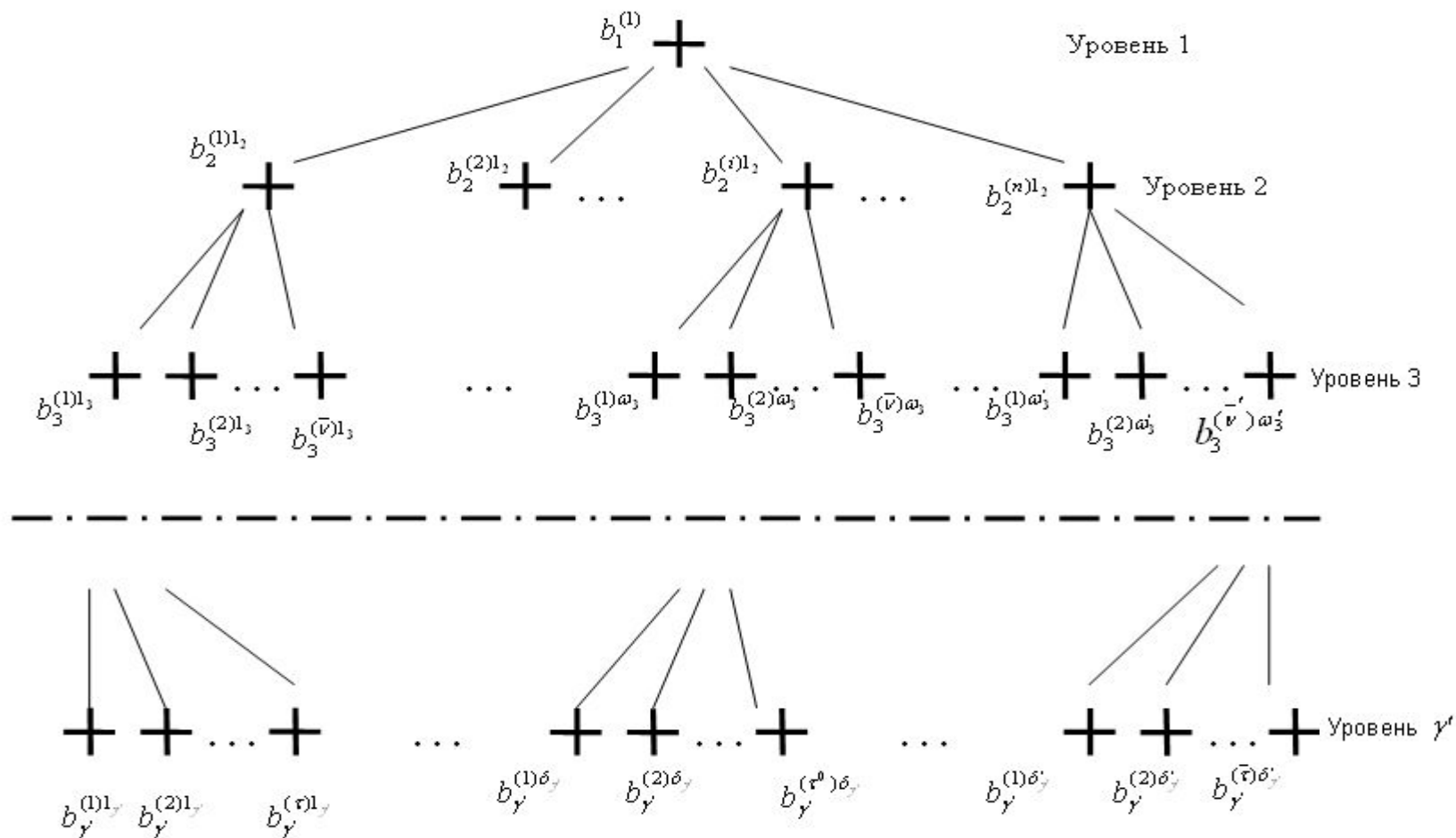


Рис. 6. Дерево элементов системы.

Рис.7

$$\text{a) } W(b_1^{(1)1}, t) = \frac{H_1^{(1)1} - b_1^{(1)1}}{H_1^{(1)1}}$$

$$\text{б) } \Delta E(b_1^{(1)1}, t) = H_1^{(1)1} - b_1^{(1)1}$$

$$\text{в) } \frac{H_2^{(1)1_2} - b_2^{(1)1_2}}{H_2^{(1)1_2}} = \frac{H_2^{(2)1_2} - b_2^{(2)1_2}}{H_2^{(1)1_2}} = \dots = \frac{H_2^{(n)1_2} - b_2^{(n)1_2}}{H_2^{(n)1_2}}$$

$$\text{г) } \Delta E(b_2^{(i)1_2}, t) = H_2^{(i)1_2} - b_2^{(i)1_2}$$

$$\text{д) } \frac{H_{\gamma'}^{(\tau')1_{\gamma'}} - b_{\gamma'}^{(\tau')1_{\gamma'}}}{H_{\gamma'}^{(1)1_{\gamma'}}} = \dots = \frac{H_{\gamma'}^{(\tau'')\delta_{\gamma'}} - b_{\gamma'}^{(\tau'')\delta_{\gamma'}}}{H_{\gamma'}^{(\tau'')\delta_{\gamma'}}} = \dots = \frac{H_{\gamma'}^{(\bar{\tau})\delta_{\gamma'}} - b_{\gamma'}^{(\bar{\tau})\delta_{\gamma'}}}{H_{\gamma'}^{(\bar{\tau})\delta_{\gamma'}}$$

$$\text{е) } \Delta E(b_{\gamma'}^{(\tau'')\delta_{\gamma'}}, t) = H_{\gamma'}^{(\tau'')\delta_{\gamma'}} - b_{\gamma'}^{(\tau'')\delta_{\gamma'}}$$

Рис.8

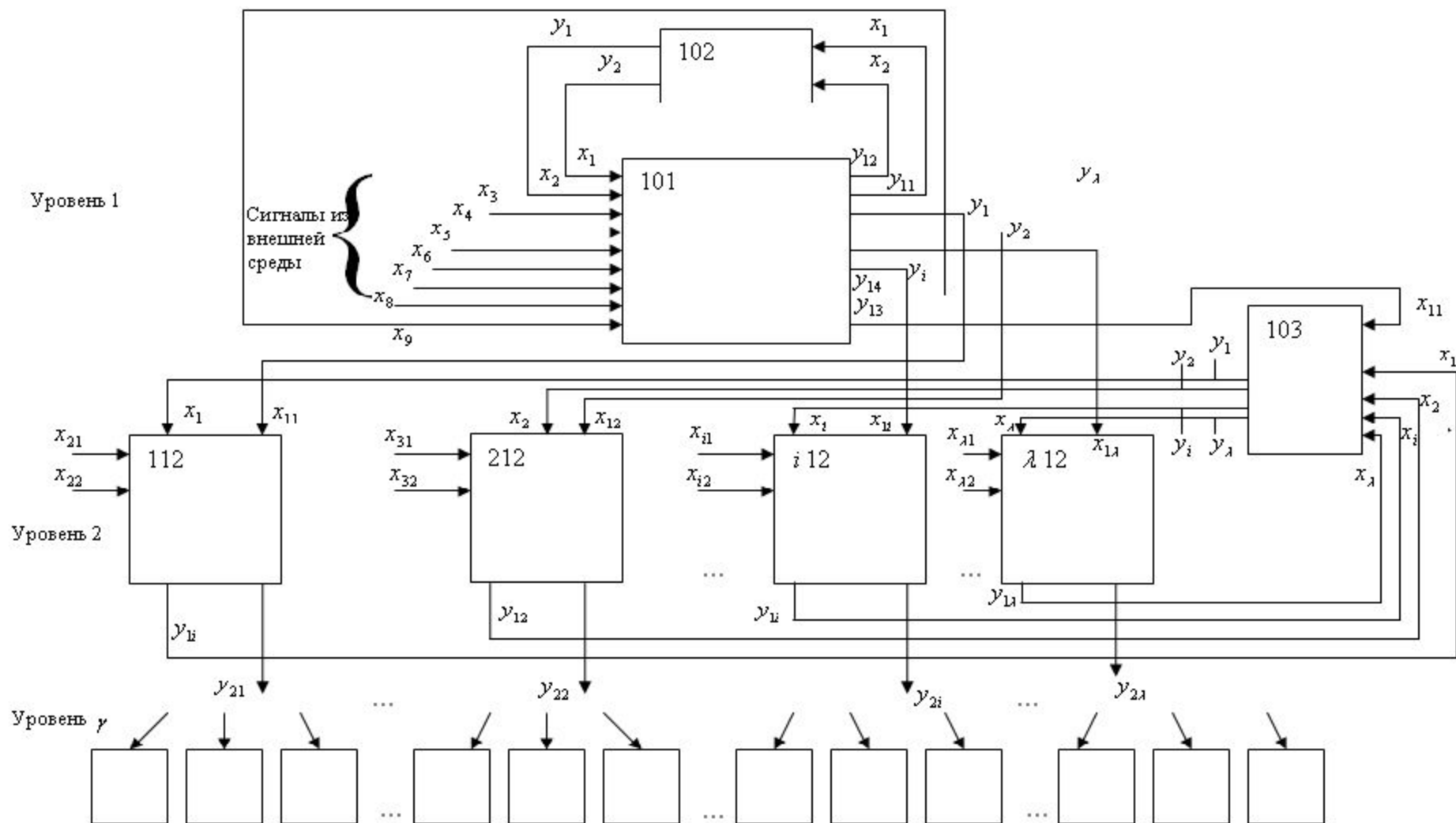


Рис. 8. Общая схематическая модель имитационного управления многоуровневой системы. В верхней части показан фрагмент действующей модели имитационного управления на два уровня

Рис. 9

Таблица 1. Описание входов, выходов, состояний управляемой имитационной модели.

№	Входная клемма		Компоненты входного сигнала	Состояние и его компоненты	Выход. клемма	Компоненты выходного сигнала	Вых. сигнал куда	Блоки			
	Какая	Откуда									
1	2	3	4	5	6	7	8	9			
1	$x_1^{101}(t_0)$	$y_1^{102}(t_0)$	$(101,1, \pi_1^{101}(t) =$ $=$ $\{ \varepsilon_1^{102}(t_0), \varepsilon_2^{102}(t_0), \dots, \varepsilon_\lambda^{102}(t_0); t \}$	$S_1^{101}(t_0) = \varepsilon_1^{102}(t_0),$ $S_2^{101}(t_0) = \varepsilon_2^{102}(t_0),$ $\dots, S_\lambda^{101}(t_0) = \varepsilon_\lambda^{102}(t_0)$	$y_1^{101}(t_1)$	$[ 101,1, \varepsilon_1^{101}(t_2) = S_{31}^{101}(t_0);$ $\varepsilon_2^{101}(t_2) = S_{32}^{101}(t_1); \varepsilon_3^{101}(t_2) = S_{40}^{101}(t_2);$ $\varepsilon_4^{101}(t_2) = S_{41}^{101}(t_2); \varepsilon_5^{101}(t_2) = S_{51}^{101}(t_2);$ $\varepsilon_6^{101}(t_2) = S_{71}^{101}(t_2);$ $\varepsilon_7^{101}(t_2) = S_{81}^{101}(t_2); t ]$	$x_1^{112}(t_1)$	101			
2	$x_2^{101}(t_1)$	$y_2^{102}(t_1)$	$(101,2, \pi_2^{101}(t) =$ $= \{ \varepsilon_{21}^{102}(t_1), \varepsilon_{22}^{102}(t_1), \dots, \varepsilon_{2\lambda}^{102}(t_1); t \}$	$S_{21}^{101}(t_1) = \varepsilon_{21}^{102}(t_1),$ $S_{22}^{101}(t_1) = \varepsilon_{22}^{102}(t_1),$ $\dots, S_\lambda^{101}(t_0) = \varepsilon_\lambda^{102}(t_0)$		$[ 101,2, \varepsilon_{21}^{101}(t_2) = S_{31}^{101}(t_0);$ $\varepsilon_{22}^{101}(t_2) = S_{32}^{101}(t_1); \varepsilon_{23}^{101}(t_2) = S_{40}^{101}(t_2);$ $\varepsilon_{24}^{101}(t_2) = S_{42}^{101}(t_2); \varepsilon_{25}^{101}(t_2) = S_{52}^{101}(t_2);$ $\varepsilon_{26}^{101}(t_2) = S_{72}^{101}(t_2);$ $\varepsilon_{27}^{101}(t_2) = S_{81}^{101}(t_2); t ]$					
3	$x_3^{101}(t_0)$	$y_3^0(t_0)$	$(101,3, \pi_3^{101}(t_0) = b^{101}(t_0); t)$	$S_{31}^{101}(t_0) = b^{101}(t_0)$		$y_2^{101}(t_1)$			$[ 101,2, \varepsilon_{21}^{101}(t_2) = S_{31}^{101}(t_0);$ $\varepsilon_{22}^{101}(t_2) = S_{32}^{101}(t_1); \varepsilon_{23}^{101}(t_2) = S_{40}^{101}(t_2);$	$x_2^{112}(t_1)$	101
4	$x_4^{101}(t_1)$	$y_4^0(t_0)$	$(101,4, \pi_4^{101}(t_1) = H^{101}(t_1); t)$	$S_{32}^{101}(t_1) = H^{101}(t_1),$ $S_{40}^{101}(t_2) = H^{101}(t_1) - b^{101}(t_0),$ $S_{41}^{101}(t_2) = b^{101}(t_0) \cdot \varepsilon_1^{102}(t_0);$ $S_{42}^{101}(t_2) = b^{101}(t_0) \cdot \varepsilon_2^{102}(t_0);$		$\varepsilon_{24}^{101}(t_2) = S_{42}^{101}(t_2); \varepsilon_{25}^{101}(t_2) = S_{52}^{101}(t_2);$ $\varepsilon_{26}^{101}(t_2) = S_{72}^{101}(t_2);$ $\varepsilon_{27}^{101}(t_2) = S_{81}^{101}(t_2); t ]$					

Рис. 10

Таблица 2. Данные различных государств

Страны	ВВП (млн \$)*	Чис (чел. 2011 г.)	НПИ (куб. м. газа)	П %**	Н (млн \$) % от ВВП	О (млн \$) % от ВВП	Валюта (\$)	Т (кв. км)
США	$14,6 \cdot 10^6$	$313 \cdot 10^6$	$7716 \cdot 10^9$	22,1/76,8	$450 \cdot 10^3$ (3,1%)	$1095 \cdot 10^3$ (7,5%)	-	$9,6 \cdot 10^8$
Китай	$5,9 \cdot 10^6$	$1337 \cdot 10^6$	$3030 \cdot 10^9$	22,9/24,1 (1995 г.)	$108 \cdot 10^3$ (1,83%)	$236 \cdot 10^3$ (4%)	$2622 \cdot 10^9$	$9,5 \cdot 10^8$
Индия	$1,7 \cdot 10^6$	$1189 \cdot 10^6$	$1074 \cdot 10^9$	15/14	$35 \cdot 10^3$ (2,5%)	$51 \cdot 10^3$ (3%)	$2841 \cdot 10^8$	$3,3 \cdot 10^8$
Россия	$1,4 \cdot 10^6$	$139 \cdot 10^6$	$4757 \cdot 10^{10}$	34,2/51,4 (1997 г.)	$21 \cdot 10^3$ (1,5%)	$56 \cdot 10^3$ (4%)	$4831 \cdot 10^8$	$17 \cdot 10^8$
ЕС	$12,7 \cdot 10^6$	$501 \cdot 10^6$	$2168 \cdot 10^9$	28,4/69,4	$229 \cdot 10^3$ (1,8%)	$317 \cdot 10^3$ (2,5%)	-	$3,8 \cdot 10^8$
Иран	$0,3 \cdot 10^6$	$79 \cdot 10^6$	$2961 \cdot 10^{10}$	45/45	$12 \cdot 10^3$ (4%)	$8 \cdot 10^3$ (2,5%)	$7506 \cdot 10^7$	$1,6 \cdot 10^8$

\* Данные The World Bank (2010 г.)

\*\* В числителе – промышленность и строительство, в знаменателе – сфера услуг.

Таблица 3. Показатели ранга государств.

	Чис	Т	НПИ	П	Н	О	В	Общий уровень 1	Ранг 1	Стб	Дик	Общий уровень 2	Ранг 2
США	4	2	3	3	1	1	6	20	1	2	2	24	2
Китай	1	3	4	1	4	4	1	18	2	1	3	22	1
Индия	2	5	5	5	5	5	3	28	5	5	6	39	5
Россия	5	1	1	4	3	2	2	18	3	4	5	27	3
ЕС	3	4	6	2	2	3	5	25	4	3	4	32	4
Иран	6	6	2	6	6	6	4	36	6	6	1	43	6