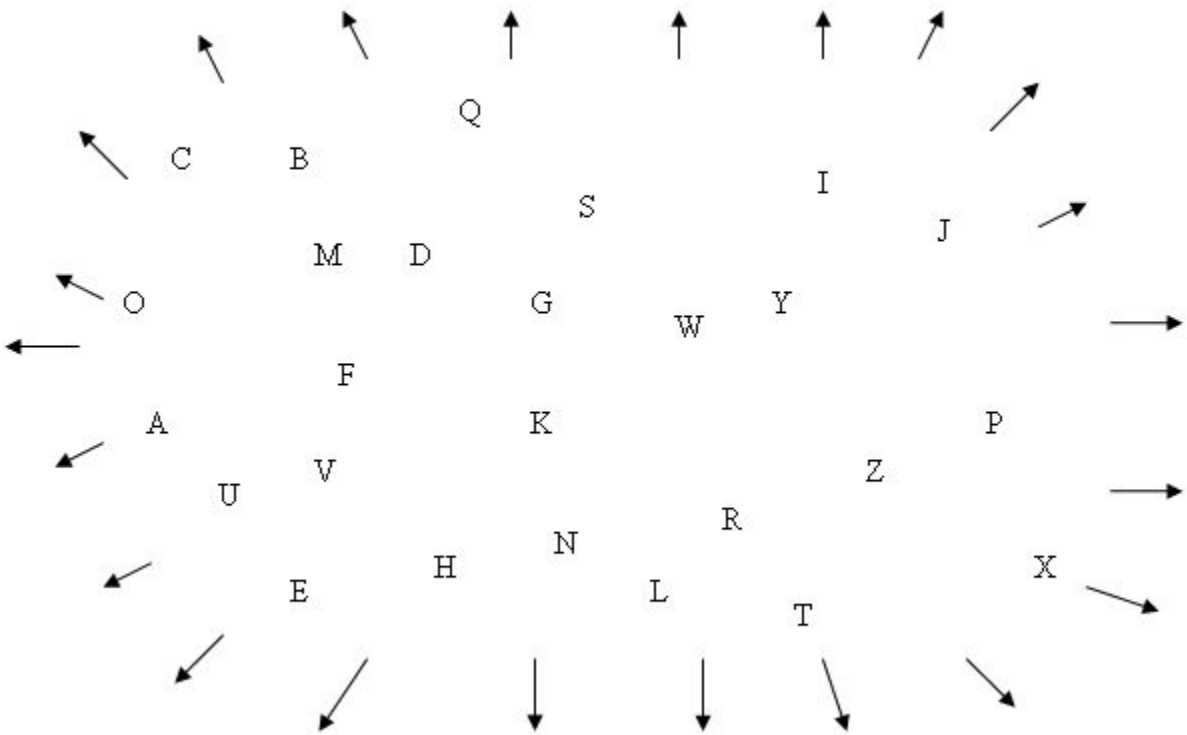
Кобелев Н.Б.
ВЗФЭИ, Москва

# Управляющие имитационные модели больших систем

2012 г.

Рис.1

# Хаос элементов




$$A = (\ldots, a_1, a_2, \ldots, a_\chi, \ldots), \ \chi = \ldots, 1, 2, \ldots, \chi', \ldots .$$

Рис.2

# Конечный хаос элементов

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

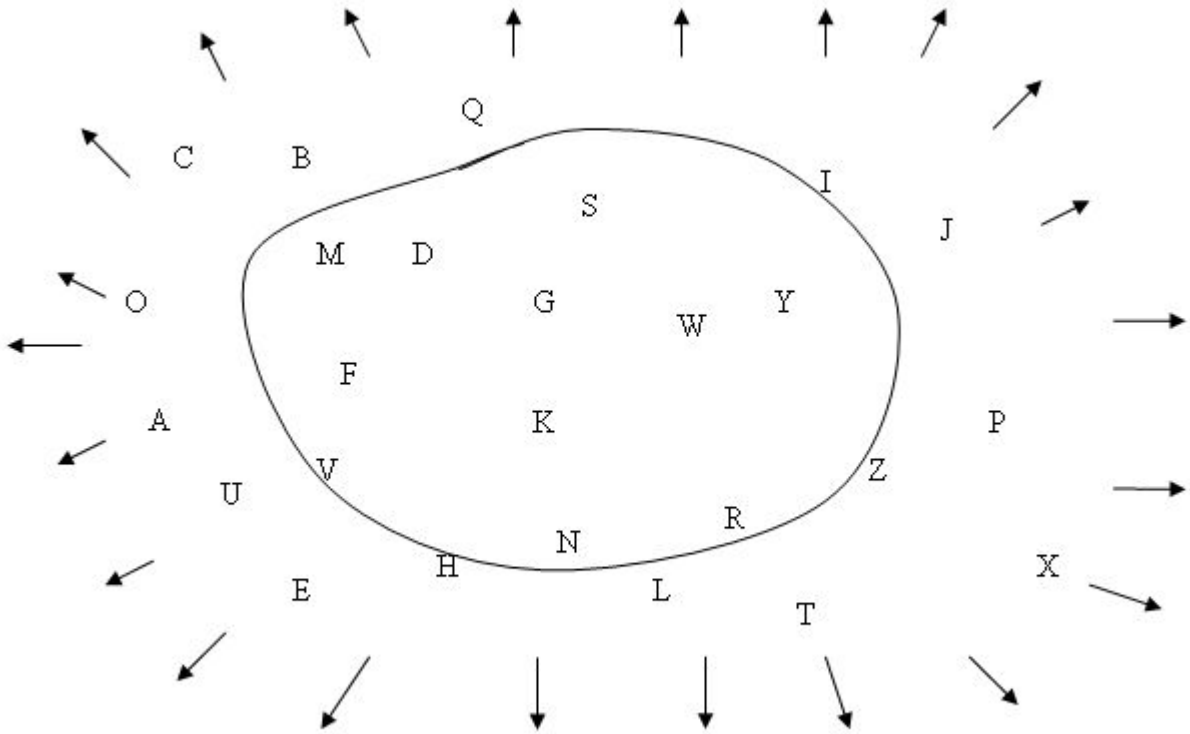


Рис.3

# Сеть первого порядка

$$\overline{a} = (a_u, \ldots, a_{u+2}, \ldots, a_{u+r+a'})$$

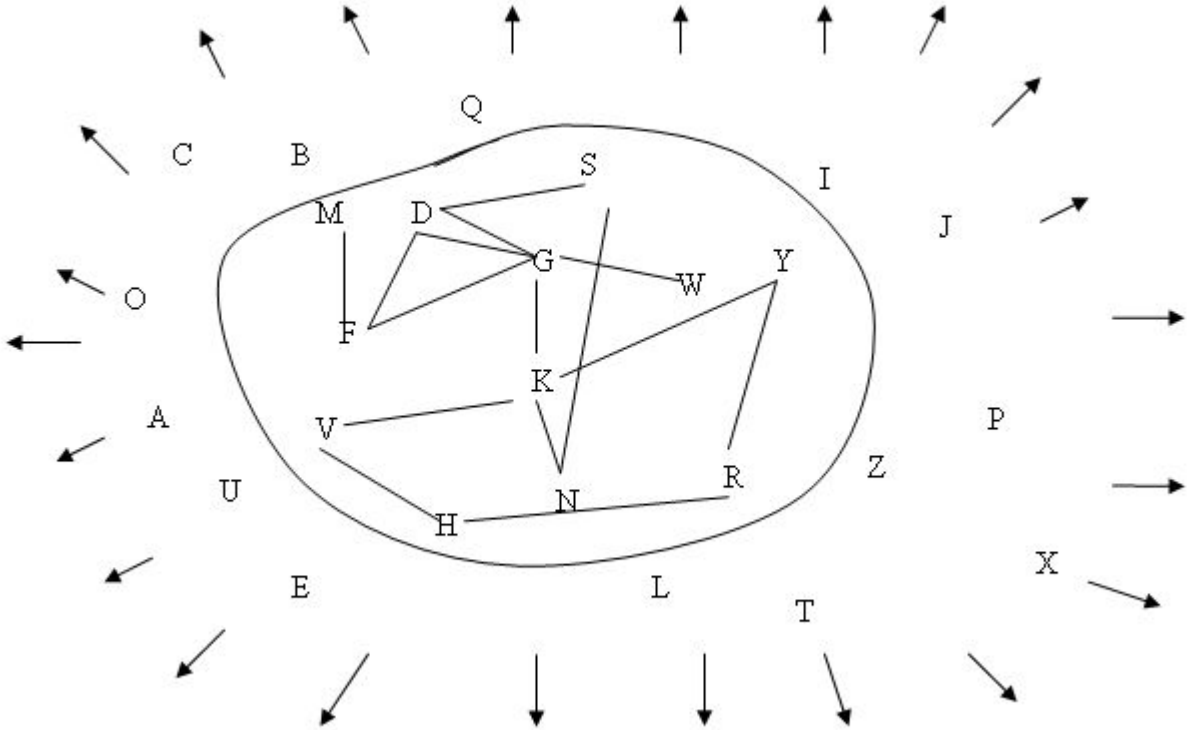


Рис.4

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

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

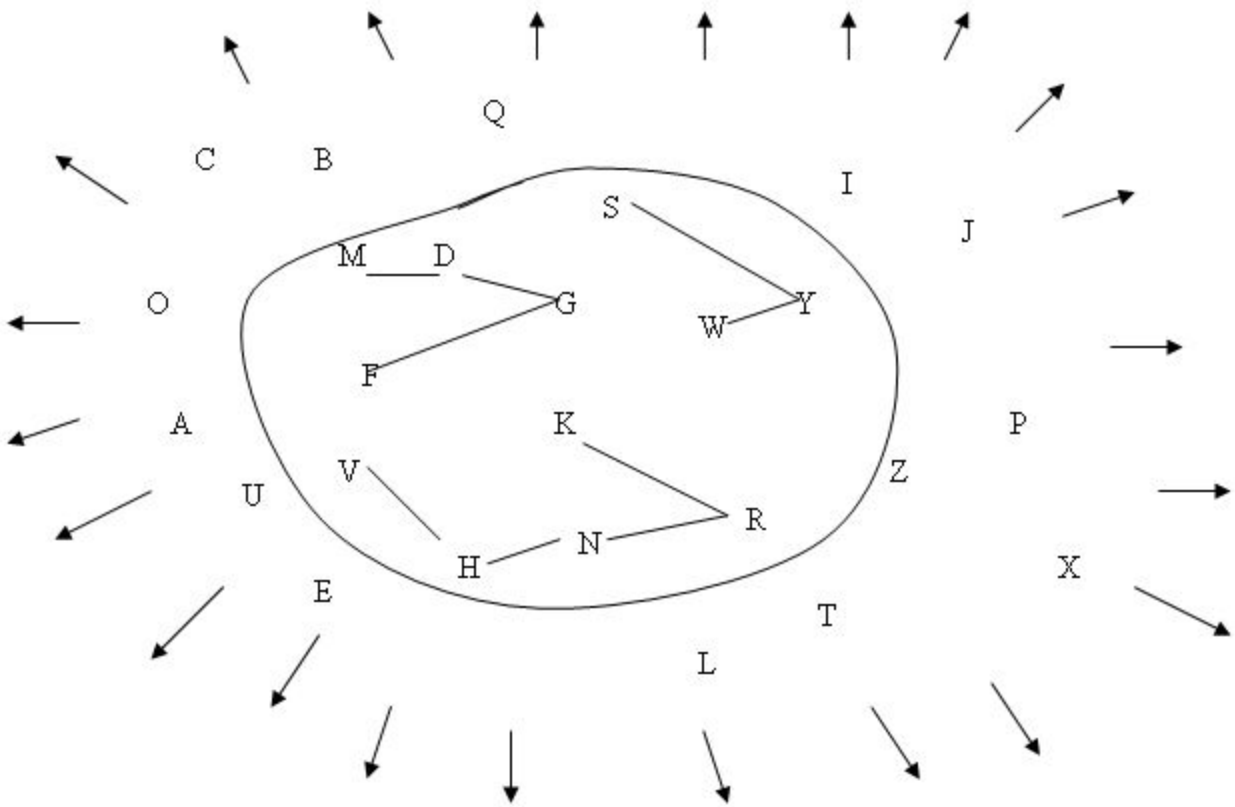


Рис.5

# Система S $\tilde{a} \supset a^0$

$$Ц = (Ц_1, Ц_2, \ldots, Ц_b), \quad b' = \overline{1, b}$$

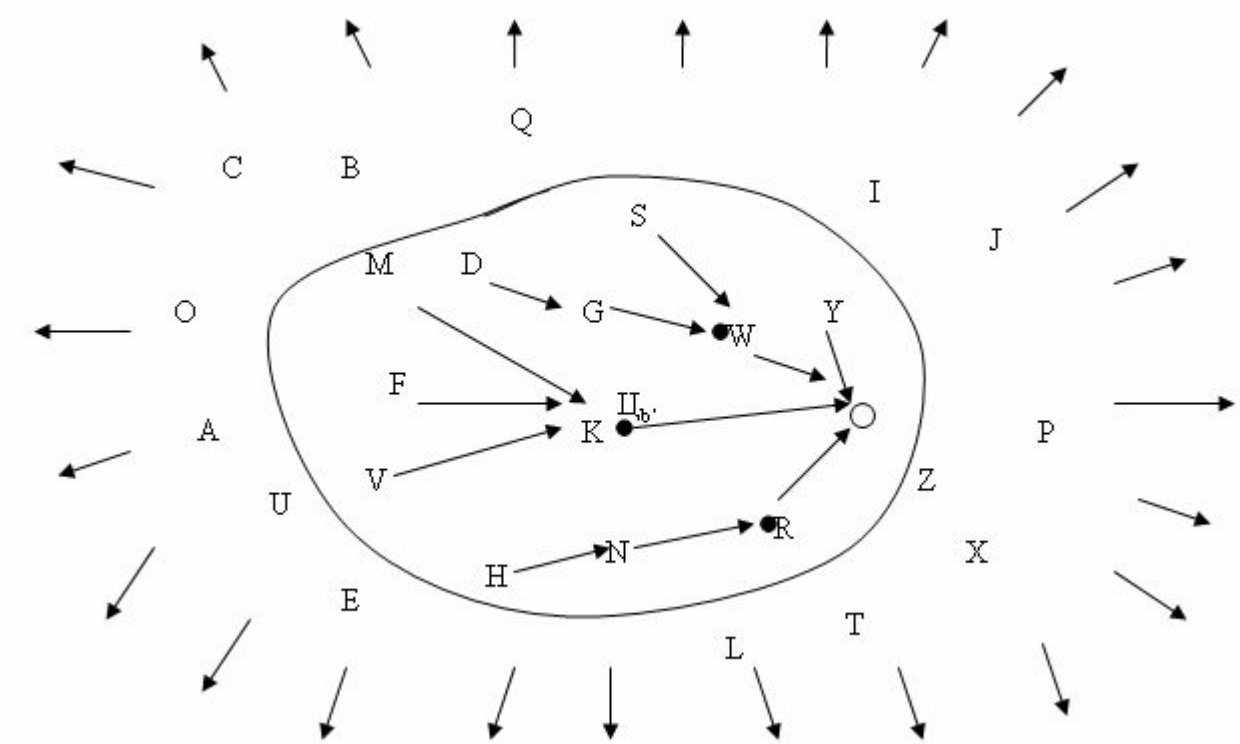


Рис.6

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

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

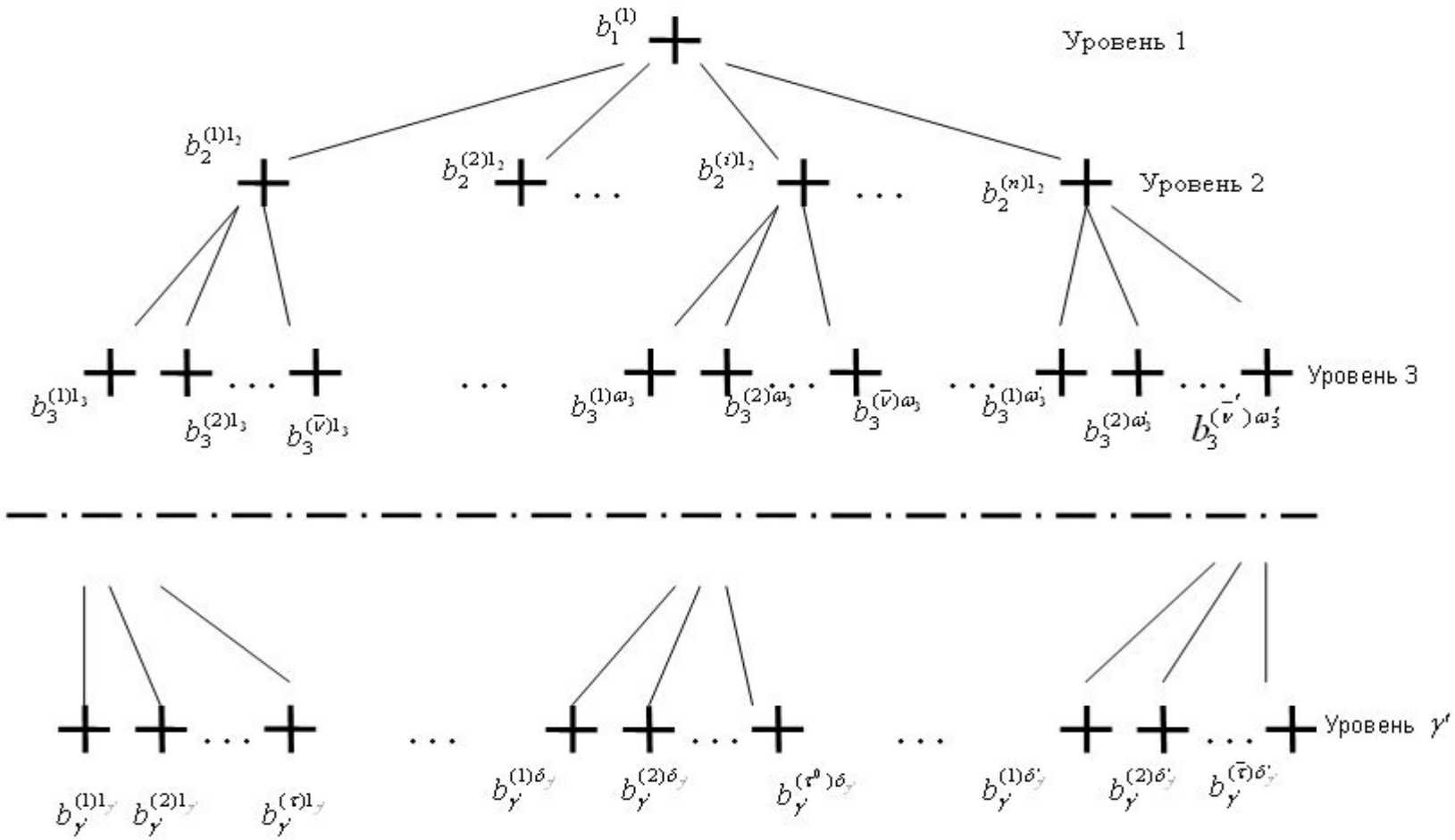



Рис. 6. Дерево элементов системы.

Рис. 6а

## 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 $z^{a_u}$

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

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 $b_{\gamma}^{(\varphi)\omega_{\gamma}}$

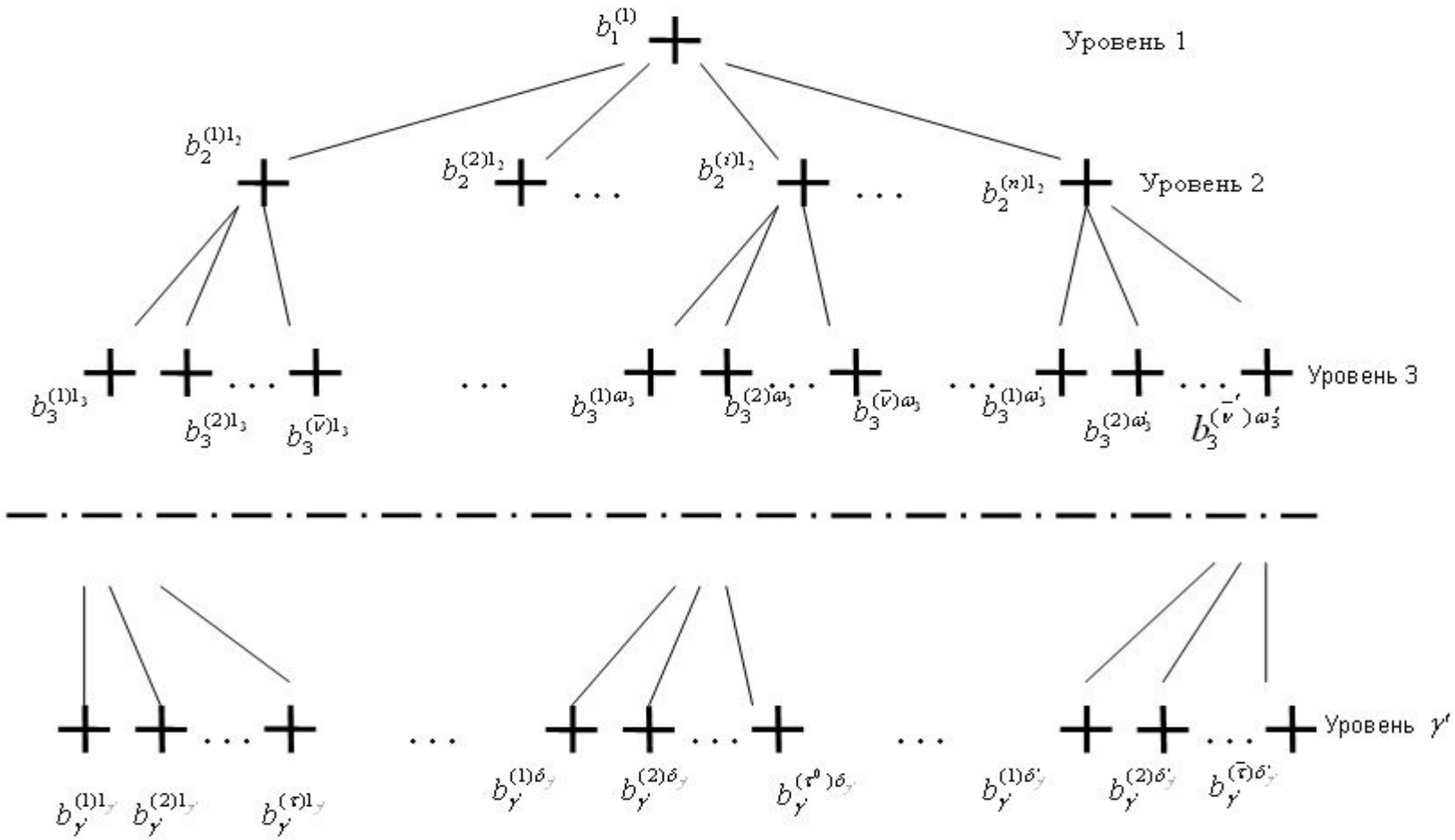



Рис. 6. Дерево элементов системы.

Рис.7

а) $$W(b_1^{(1)1},t)=\frac{H_1^{(1)_1}-b_1^{(1)_1}}{H_1^{(1)_1}}$$

б) $$\Delta E(b_1^{(1)_1},t)=H_1^{(1)_1}-b_1^{(1)_1}$$

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

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

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

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

Рис.8

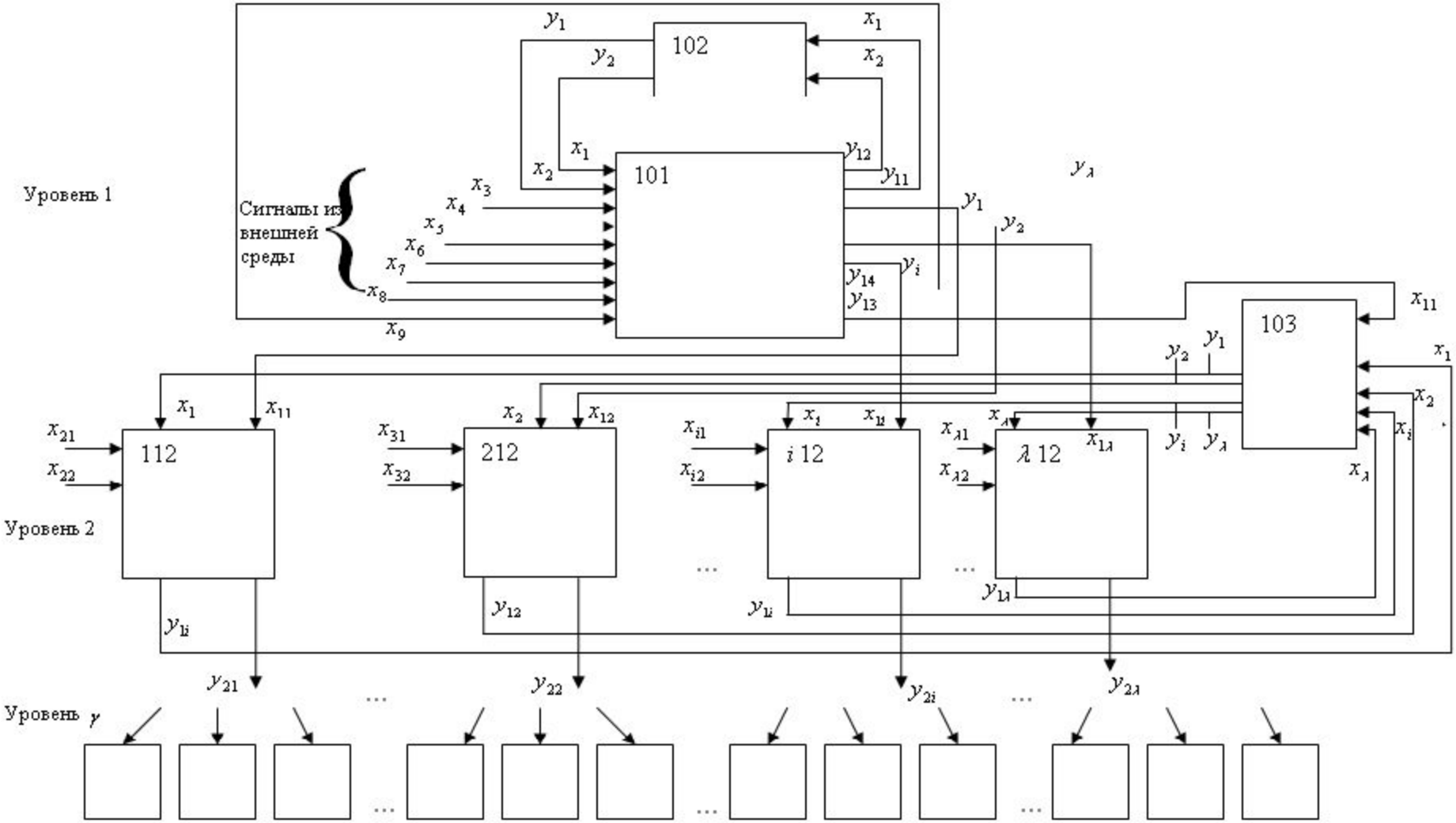



Рис. 8. Общая схематическая модель имитационного управления многоуровневой системы.
В верхней части показан фрагмент действующей модели имитационного управления на два уровня

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 | $x_1^{101}(t_0)$ | $y_1^{102}(t_0)$ | $(101,1,\pi_1^{101}(t) = \{\varepsilon_1^{102}(t_0),\varepsilon_2^{102}(t_0),\ldots,\varepsilon_\lambda^{102}(t_0);t\})$ | $S_1^{101}(t_0)=\varepsilon_1^{102}(t_0)$, $S_2^{101}(t_0)=\varepsilon_2^{102}(t_0)$, $\ldots, S_\lambda^{101}(t_0)=\varepsilon_\lambda^{102}(t_0)$ | $y_1^{101}(t_2)$ | $[101,1,\varepsilon_1^{101}(t_2)=S_{31}^{101}(t_0)$; $\varepsilon_2^{101}(t_2)=S_{32}^{101}(t_1)$; $\varepsilon_3^{101}(t_2)=S_{40}^{101}(t_2)$; $\varepsilon_4^{101}(t_2)=S_{41}^{101}(t_2)$; $\varepsilon_5^{101}(t_2)=S_{51}^{101}(t_2)$; $\varepsilon_6^{101}(t_2)=S_{71}^{101}(t_2)$; $\varepsilon_7^{101}(t_2)=S_{81}^{101}(t_2);t]$ | $x_1^{112}(t_2)$ | 101 |
| 2 | $x_2^{101}(t_1)$ | $y_2^{102}(t_1)$ | $(101,2,\pi_2^{101}(t) = \{\varepsilon_{21}^{102}(t_1),\varepsilon_{22}^{102}(t_1),\ldots,\varepsilon_{2\lambda}^{102}(t_1);t\})$ | $S_{21}^{101}(t_1)=\varepsilon_{21}^{102}(t_1)$, $S_{22}^{101}(t_1)=\varepsilon_{22}^{102}(t_1)$, $\ldots, S_\lambda^{101}(t_0)=\varepsilon_\lambda^{102}(t_0)$ | | | | |
| 3 | $x_3^{101}(t_0)$ | $y_1^{0}(t_0)$ | $(101,3,\pi_3^{101}(t_0)=b^{101}(t_0);t)$ | $S_{31}^{101}(t_0)=b^{101}(t_0)$ | $y_2^{101}(t_2)$ | $[101,2,\varepsilon_{21}^{101}(t_2)=S_{31}^{101}(t_0)$; $\varepsilon_{22}^{101}(t_2)=S_{32}^{101}(t_1)$; $\varepsilon_{23}^{101}(t_2)=S_{40}^{101}(t_2)$; $\varepsilon_{24}^{101}(t_2)=S_{42}^{101}(t_2)$; $\varepsilon_{25}^{101}(t_2)=S_{52}^{101}(t_2)$; $\varepsilon_{26}^{101}(t_2)=S_{72}^{101}(t_2)$; $\varepsilon_{27}^{101}(t_2)=S_{81}^{101}(t_2);t]$ | $x_2^{112}(t_2)$ | |
| 4 | $x_4^{101}(t_1)$ | $y_2^{0}(t_0)$ | $(101,4,\pi_4^{101}(t_1)=H^{101}(t_1);t)$ | $S_{32}^{101}(t_1)=H^{101}(t_1)$, $S_{40}^{101}(t_2)=H^{101}(t_1)-b^{101}(t_0)$, $S_{41}^{101}(t_2)=b^{101}(t_0)\cdot\varepsilon_1^{102}(t_0)$; $S_{42}^{101}(t_2)=b^{101}(t_0)\cdot\varepsilon_2^{102}(t_0)$; | | | | |

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.

Рис. 11

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 |