



**Кобелев Николай Борисович** – д.э.н., профессор кафедры «Системный анализ и моделирование экономических процессов» Финансовой академии при Правительстве России, Ректор «Ремесленной академии», Президент Ремесленной палаты России. Специализируется на разработке и применении имитационных моделей с многокритериальной оптимизацией для управления большими объектами.

## **ИМИТАЦИОННЫЙ АНАЛИЗ И МОДЕЛИРОВАНИЕ МИРОВЫХ ПРОЦЕССОВ С УЧЕТОМ ХАОТИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ**

**Н.Б. Кобелев (Москва)**

**Тел.: +7 495 6780102, e-mail: [parusbyt@yandex.ru](mailto:parusbyt@yandex.ru)**

В нашей стране имитационное моделирование применяется в технике и экономике, и очень редко – при оценке существующих мировых проблем. Есть только единичные примеры рассмотрения таких процессов в работе нашей конференции, которая является седьмой за пятнадцать лет. Понятия *имитации* в современной постановке были введены впервые для моделирования аэрокосмических, военных и других [1] технических систем на основе применения аналоговых моделей, которые в дальнейшем перешли в форму дискретных компьютерных имитационных моделей.

Давайте рассмотрим понятие имитации более широко, так как это понятие используется давным-давно и в различных ситуациях.

Имитация – это множество разнообразных моделей воспроизведения материального объекта, его формы, структуры, количественной величины, энергии, качества и других представлений, а также событий, действий, прогнозов и т.д., которые являются отражением функций данного материального объекта и в таком аспекте тоже являются материальными. Примеры имитационных моделей существуют в формах: математических, прогнозных, программных, образных, фотографических, художественных, игровых и т.д., независимо от способа построения.

Часто имитационные модели считают частью математических моделей, но понятие *имитационное моделирование* намного шире математического.

Общая теория имитационного моделирования (ОТИМ) отражает в общей форме множество динамических и статических аналогий глобальных объектов моделирования, разработанных на определенных языках для имитационного моделирования. Но имитационное моделирование – это не только язык программирования: главным здесь является общая методология постановки проблем на основе атрибутов различных наук. Методы имитационного моделирования формируют философскую базу и диалектику анализа и управления любым объектом.

ОТИМ представляет материальные объекты мира в форме динамической имитационной виртуальной реальности и создает качественно новые возможности использования и управления этими материальными объектами.

Рассмотрим теперь поставленную проблему имитационного анализа и моделирования мировых процессов с учетом хаотических факторов.

Концепция мирового развития человечества в новом глобальном мире в настоящее время резко изменяется из-за наличия сильной взаимозависимости государств и их объектов, в том числе функций, а также появления новых межгосударственных и мировых центров управления определенными действиями или целями. Эти центры зачастую созданы недемократическим образом группой определенных стран мира.

История Земли и человечества развивается таким образом, что не далек период, когда будет создано несколько глобальных объединений государств на основе Новой Вестфальской формации [3]. Не будем описывать эту формацию мирового управления, а только покажем основные принципы и функции.

1. Баланс сил в глобальном мире.
2. Разнообразии традиций.
3. Мгновенные коммуникации к революционным политическим переменам.
4. Укрепление стремления к свободе.
5. Порядок без свободы.
6. Законы, которые закрепляют «каркас порядка».
7. Комплекс справедливых договоренностей и распределения власти в мировой структуре.

Примеры таких возможных объединений или центров показаны в табл. 1.

США и Западная Европа (ЕС), Япония № 1	Страны БРИКС-Бразилия, Россия, Индия, Китай, ЮАР и др. № 2	ЕЭП – Россия, Казахстан, Белоруссия, Киргизия (или страны СНГ)	Арабский и исламский мир
Около 1 млрд. чел.	Около 3 млрд. чел.	Около 0,35 млрд. чел.	Около 0,7 млрд. чел.

Таблица 1. Некоторые варианты глобальных объединений мира в будущем.

Обратим внимание на **первый принцип**, который, видимо, является основным – **баланс сил в глобальном мире**. Паритет сил по всем функциям мировых объединений стран образует общий баланс сил, который может позволить сохранять нормальные отношения с такими же объединениями. Но баланс сил объединений стран может быть достигнут при обеспечении пропорциональности сил по основным функциям объединений. Структура национальных интересов по функциям жизнедеятельности глобальных объединений государств показана на рис.1. Данную структуру можно использовать для построения общей модели поставленной проблемы.

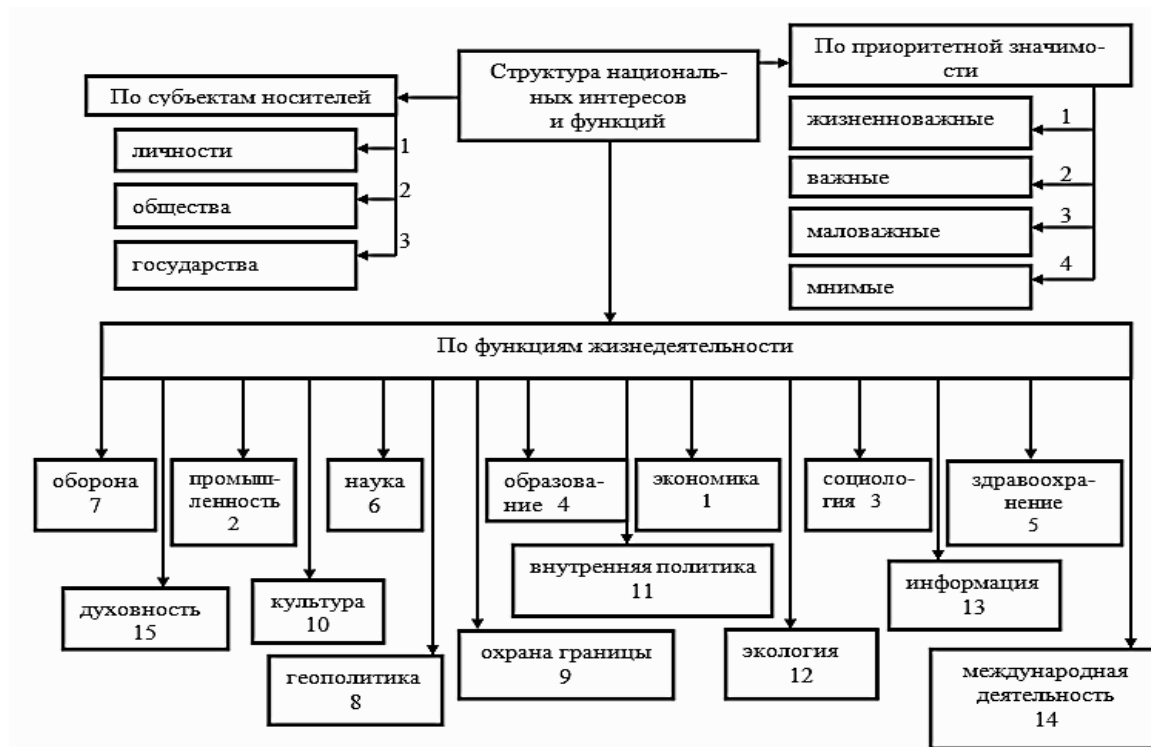


Рис. 1. Структура жизнедеятельности основные функции и показатели по подсистемам «глобальной системы государств мира».

Общая, или имитационная, модель требует учитывать следующие факторы: «необходимое разнообразие», в которое входят элементы, определяющие основные функции объединений: природа, климат, территория, политика, экономика, образование, наука и др. элементы или функции, в т.ч., хаотические факторы. В это образование также входят: доступная величина энергии данного объединения, наличие ресурсов и др. факторы. Модель использует иерархическую целевую функцию управления, которая определяет требуемую пропорциональность основных факторов, действующих в новом глобальном обществе. Граница «необходимого разнообразия» должна иметь запас прочности по всем функциям.

Граница определяет величину факторов, из которых состоят данные функции жизнедеятельности определенного объединения, и задается, в основном, по финансовым показателям. Поэтому, для начала, рассмотрим более простую имитационную модель с учетом наличия финансовых показателей по основным функциям и определим требуемый паритет сил, который зависит от основных показателей данного объединения государств или группы государств, которые могут существовать без войны. Выберем, для примера, два крупных объединения государств: США, ЕС Европы, Япония - объединения №1 и Китай, Индия, Россия, Иран - объединения №2

В качестве основных показателей функций возьмем данные 2014 года: величину ВВП (\$), численность населения R (чел.), социальное единство  $R/l$  (количество партий), годовой бюджет в (\$), наличие полезных ископаемых НПИ (куб.м.газа), военный бюджет (\$), уровень НИОКР (\$) от ВВП, площадь территории T (км<sup>2</sup>), ядерный арсенал(шт.) см. табл.2 и табл.3.

Имитационное исследование создает не только качественно новые возможности исследования глобальных систем или систем большой сложности и, в том числе, может оценивать паритет сил различных прогнозных мировых объединений стран. Для этого рассмотрим принципы квазиоптимального управления на основе *критерия пропорциональности*. Критерий пропорциональности, или *баланс сил* можно реализовать на нашей имитационной модели с учетом основных функций или показателей жизнедеятельности объединенных государств и действия на них хаотических факторов.

1. Целевые функции для глобальных объектов и их имитационных моделей, как правило, **многокомпонентны** и требуют **определенной пропорциональности** действий. Можно сказать, что имитационные модели могут управлять глобальными системами или объектами в форме квазиоптимальных решений по критерию относительной пропорциональности.

Обозначим через  $H_1, H_2, \dots, H_n$  нормативы, или показатели функций некоторой глобальной системы или объединений государств, где  $i$  — вид показателя,  $i = 1, n$ . Цель, или норматив задает определенное числовое значение каждой функции. Введем также показатель *фактической величины функции* этой структуры в виде  $d_1, d_2, \dots, d_n$ , которая фиксирует реальную функцию или ее показатель. В этом случае показатель эффективности функции или показатель  $i$  системы можно задать в виде относительной степени или величины функции  $d_i$  к доле норматива  $H_i$ , т.е.  $W_i$ ,

$$W_i = \frac{d_i}{H_i} \cdot 100\%.$$

Величина  $W_i$  — это величина  $d_i$  относительно величины норматива функции  $H_i$ . Степень относительного недопотребления выражается в процентах или в долях единицы. Показатель степени недопотребления еще не является целевой функцией, это только один показатель. Вполне разумно потребовать, чтобы показатель недопотребления был одинаковым для всех функций глобальной системы, т.к. это будет справедливо по отношению к установленным нормативам  $H_i$  и может определить баланс сил объединений. Для этого введем условие равенства относительного недопотребления для всех функций, а именно:

**ПЛЕНАРНЫЕ ДОКЛАДЫ**

Страны	ВВП (трлн \$)	R (чел. 2014 г.)	R/I социальное единство	Годовой бюджет 2014 г. млрд. \$**	НПИ (млрд. куб.м. газа)	Бюджет 2014 на оборону* млрд \$	Бюджет на НИОКР* млрд \$	T (кв.км)	Ядерный арсенал (штук)
США	17,4	321 · 10 <sup>6</sup>	156 · 10 <sup>6</sup>	3650,526	687	610	450	9,6 · 10 <sup>8</sup>	7530
ЕС	17,6	501 · 10 <sup>6</sup>	83,5 · 10 <sup>6</sup>	5753,020	138	170	360	3,8 · 10 <sup>8</sup>	290
Япония	4,63	126 · 10 <sup>6</sup>	80 · 10 <sup>6</sup>	2160	1	45,8	166	0,04 · 10 <sup>8</sup>	-
Общий уровень	39,63	948 · 10 <sup>6</sup>	319,5 · 10 <sup>6</sup>	11563,546	826	825,8	976	13,44 · 10 <sup>8</sup>	7820

Таблица 2. Основные показатели баланса сил объединения 1

Страны	ВВП (трлн \$)	R (чел. 2014 г.)	R/I социальное единство	Годовой бюджет 2014 г. млрд. \$**	НПИ (млрд. куб.м. газа)	Бюджет 2014 на оборону* млрд \$	Бюджет на НИОКР* млрд \$	T (кв.км)	Ядерный арсенал (штук)
Китай	18,1	1372 · 10 <sup>6</sup>	1203 · 10 <sup>6</sup>	2292	117,1	216,1	100	9,5 · 10 <sup>8</sup>	250
Индия	7,4	1276 · 10 <sup>6</sup>	396 · 10 <sup>6</sup>	205,3	33,7	50,0	11	3,3 · 10 <sup>8</sup>	100
Россия	3,75	146 · 10 <sup>6</sup>	93 · 10 <sup>6</sup>	440,1	668,1	84,5	38,42	17 · 10 <sup>8</sup>	8000
Иран	1,3	79 · 10 <sup>6</sup>	79 · 10 <sup>6</sup>	103	166,6	14,0	13	1,6 · 10 <sup>8</sup>	-
Общий уровень	30,55	2873 · 10 <sup>6</sup>	1771 · 10 <sup>6</sup>	3040,4	985,5	364,6	162,42	31,4 · 10 <sup>8</sup>	8350

Таблица 3. Основные показатели баланса сил объединения 2

\*По данным SIPRI 2014 г.

\*\*По данным ЦРУ 2014 г.

Показатели	ВВП (трлн \$)	R (чел. 2014 г.)	R/I социальное единство	Годовой бюджет 2014 г. млрд.\$	НПИ (млрд. куб.м. газа)	Бюджет 2014 на оборону млрд.\$	Бюджет на НИОКР	T (кв.км)	Ядерный арсенал (штук)
Максимальная величина по всем показателям объединения	39,63	2873	1771	11563,546	985,5	825,8	976	34,4	8350
Отличия показателя объединений от максимального	9,08	1925	1451,5	8523	159,5	461,2	813	20,96	820
Критерий пропорциональности 1 объединения	1	0,33	0,18	1	0,84	1	1	0,39	0,9
Критерий пропорциональности 2 объединения	0,77	1	1	0,26	1	0,442	0,17	1	1
Критерий $W_1 t$ объединения №1 с коэффициентом важности $S_i$	0,1	0,099	0,018	0,1	0,042	0,15	0,1	0,0585	0,045
Критерий $W_2 t$ объединения №2 с коэффициентом важности $S_i$	0,077	0,3	0,1	0,026	0,05	0,0221	0,017	0,15	0,05

Таблица 4. Критериальные показатели баланса сил

$$W(t) = \dots \frac{d_i}{H_i} = \dots = \frac{d_{i+1}}{H_{i+1}} \dots$$

Это выражение является уже целевой функцией, которую можно назвать *целевой функцией пропорционального развития* данного объединения. Когда эта целевая функция имеется для одного или другого объединения, то можно определить отличие одного объединения от другого по основным функциям или показателям и, фактически, определить их баланс сил.

Однако на каждое объединение действуют определенные *хаотические факторы* и их множество. Выберем некоторые из них, которые можно назвать *искусственными (тайные и ошибочные)* хаотическими факторами. К *тайным факторам* можно отнести следующие:  $C_1$  – разрушение материальных объектов и других материальных ценностей государства,  $C_2$  – разрушение моральных ценностей,  $C_3$  – наличие и попытки гражданской войны,  $C_4$  – создание хаоса,  $C_5$  – деградация государственности,  $C_6$  – смена власти за счет изменения массового сознания и точечного силового воздействия,  $C_7$  – кибервойна и информационная война,  $C_8$  – информационные способы внедрения тайных хаотических факторов.

К *ошибочным факторам* объединения государств могут быть отнесены:  $C_9$  – объединение систем,  $C_{10}$  – фактор коррупции и т.д., [1].

Существуют также способы защиты от хаотических факторов, [1]. Ниже приведены основные способы: управлять глобальной системой аккуратно и мягко -  $\chi_1$ ; противофазный -  $\chi_2$  (против фазы (на 180 градусов) от хаотического фактора); разделить глобальную систему на локальные части, -  $\chi_3$ ; перестройка структуры -  $\chi_4$ ; централизация – более жесткое управление глобальными системами -  $\chi_5$ ; анти-коррупция – менять принципы полномочий управленцев -  $\chi_6$ .

С учетом этих факторов можно записать *квазиоптимальную пропорциональную функцию* объединений в форме

$$W t = \dots \frac{d_i c_j - (\chi_l)}{H_i} S_i = \dots = \frac{d_{i+1} c_j - \chi_l}{H_{i+1}} S_{i+1} \dots$$

где  $c_j$  - множество значений хаотических факторов,  $j=1 \dots p$ ;

$(\chi_l)$  - множество способов защиты от хаотических факторов,  $l=1 \dots z$ ,

$S_i$  - критерий важности функции.

Критериальные показатели баланса сил в табл.4 показывают отличия показателей данных объединений. Для определения величины  $H_i$  используются максимальные для данных объединений функции, см. табл.2 и табл.3.

Будем рассматривать только объединение №2, в котором мы можем находиться, табл. 4, по отношению к объединению №1. Баланс сил между объединениями может быть установлен при достижении объединением №2 величины коэффициентов: для ВВП - 0,77, годовому бюджету - 0,26, бюджету на оборону - 0,442 и бюджету на НИОКР - 0,17.

Потери объединения №2 ВВП из-за хаотических факторов и наличие способов защиты составляет 9,08 трлн.\$ . Величина общего бюджета меньше величины бюджета объединения №1 на 8528 млрд.\$, а бюджет обороны меньше на 461,2 млрд. \$ и бюджет НИОКР меньше на 813 млрд. \$. О чем это говорит? Это говорит о том, что по данным функциям объединение №2 уступает объединению №1.

На основе соотношения  $W t$  построена структурная имитационная модель, рис. 2, в которую введены тайные и ошибочные хаотические факторы. Тайные факторы  $c_{2,3,4,5,6,7,8}$  действуют на функцию  $d_3$ , а ошибочные  $c_9$  и  $c_{10}$  на функции  $d_4, d_6, d_7$ . Эксперты оценивают воздействие хаотических факторов, влияющих на уменьшение

реальной величины функции  $d_i$ , для каждой соответствующей функции. Величина функций тайных факторов, влияющих на объединение №2 оценивается 0,1, а сумма ошибочных факторов  $c_9$  и  $c_{10}$  на функции  $d_4, d_6, d_7$  равны 0,2; 0,1; 0,2.

Способы борьбы с хаотическими факторами  $\chi_5$  и  $\chi_6$  применимы для функций  $d_4, d_6, d_7$  и составляют по величине 0,1 и 0,1, которые действуют на объединение №2.

Для того, чтобы определить важность функций критерия применяют коэффициенты важности  $S_i$ , которые также задают эксперты.

Коэффициенты важности  $S_i$  для объединений определяются от доли единицы и равны  $S_1 = 0,1, S_2 = 0,3, S_3 = 0,1, S_4 = 0,1, S_5 = 0,05, S_6 = 0,1, S_7 = 0,15, S_8 = 0,05$ .

Общую функцию недопотребления для каждого объединения стран можно вычислить с учетом важности  $S_i$  по всем функциям, т.е.:

$$W_{06}^1 t = \sum_{i=1}^n W_i^1 t \quad \text{и} \quad W_{06}^2 t = \sum_{i=1}^n W_i^2(t).$$

Общие балансы сил двух объединений равны  $W_{06}^1 t = 0,6125$  и  $W_{06}^2 t = 0,792$ .

Данные, полученные от имитационной модели, можно оценить в форме примера, т.к. данные по величине функций взяты из Интернета и могут быть неточными и данные экспертов могут отличаться. Структура данной модели может применяться для более точных данных. Естественно, в статье показана имитационная модель управления объединениями с одним уровнем, где анализируются основные функции объединений. Более точно баланс сил можно определить при введении дополнительных уровней управления.

### **Вывод**

Данная имитационная модель может применяться для определения баланса сил основных мировых объединений.

### **Литература**

1. Кобелев Н.Б. Имитационное управление глобальными системами и объектами с хаотическими факторами. М: «Принт-Сервис», 2013
2. Кобелев Н.Б. Теория глобальных систем и их имитационное управление. М: «Инфра-М», 2014
3. Г.Киссинджер. Мировой порядок. М: «Издательство АСТ», 2015



# ПЛЕНАРНЫЕ ДОКЛАДЫ

Рис.2. Структурная имитационная модель функций мировых объединений для определения баланса сил.

