

**Пазюк Константин Терентьевич**

доктор философских наук,  
профессор кафедры экономической кибернетики  
Тихоокеанского государственного университета

**Кутафьева Светлана Сергеевна**

старший преподаватель  
кафедры экономической кибернетики  
Тихоокеанского государственного университета

## **ИМИТАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ ПРОГНОЗА ПОВЕДЕНИЯ СУБЪЕКТОВ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ СОЦИУМА**

### **Аннотация:**

*В статье представлены методы функционального моделирования прогнозной жизнедеятельности социальных систем. Предлагается подход, в рамках которого используются кибернетические модели (на стадиях сопряжения межсубъектных ассоциаций цикла восприятия), методы формирования гипотез, а также способы формализации поведения социальной системы в виде моделей управления с обратной связью. Подчеркивается, что данный подход предоставляет новые возможности для проведения имитационных экспериментов в широком диапазоне изменений различных сфер деятельности социума (административной, экологической, социальной, политической): учитывая симулятивные оценки переменных и их характеризующих, можно получить полезную информацию об интегрированном состоянии системы в условиях информационной неопределенности, установить динамику их изменения. Структурирована сфера социального взаимодействия субъектов отношений (власти, общества, индивида); выделены базовые области для исследования социальной устойчивости социума.*

### **Ключевые слова:**

*социальные системы, имитационное моделирование, социальные отношения, оценка социального состояния, прогноз развития социума, параметры поведения социума.*

**Pazyuk Konstantin Terentevich**

D.Phil., Professor,  
Economic Cybernetics Department,  
Pacific National University

**Kutafyeva Svetlana Sergeevna**

Senior Lecturer,  
Economic Cybernetics Department,  
Pacific National University

## **SIMULATION MODEL FOR FORECASTING THE BEHAVIOR OF THE SUBJECTS OF INTERACTION OF SOCIETY**

### **Summary:**

*The paper presents the methods of functional modeling of the forecasted vital activity of social systems. The approach that uses cybernetic models (at the stages of pairing intersubjective associations of the perception cycle), hypothesis formation methods, and methods of formalizing the behavior of a social system in the form of feedback control models is proposed. The proposed method provides new opportunities for conducting simulation experiments in a wide range of changes in various areas of society (administrative, environmental, social, political): taking into account the simulated estimates of variables, and those characterizing them, one can get useful information about the integrated state of the system in conditions of information uncertainty, establish the dynamics of their change. The sphere of social interaction of the subjects of relations (power, society, individual) is structured and the basic areas for studying the social stability of society are identified.*

### **Keywords:**

*social systems, simulation modeling, social relations, assessment of social state, forecast of the development of society, behavior parameters of society.*

Прогнозирование поведения сложных систем относится к задачам моделирования так называемых закрытых систем, чьи механизмы внутреннего функционирования неизвестны либо не могут быть формально описаны. Такие модели называют моделями «черного ящика».

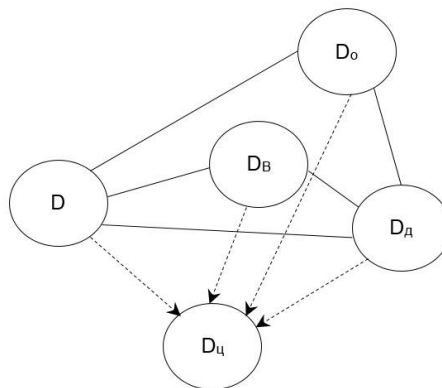
Исследование подобных моделей осуществляется с помощью имитационного моделирования. При этом под имитационной моделью принято понимать физическую систему, реконструирующую изучаемую ситуацию в искусственных условиях, что позволяет анализировать ее в натуральном или ускоренном времени. Такая модель дает возможность предвидеть реакции объекта на возмущения в конфликтных ситуациях и успешно применяется в различных сферах человеческой деятельности, например, в экономических исследованиях, военном деле.

Привлечение метода имитации для исследования поведения социальных систем объясняется их сложностью, а также наличием большого числа субъектов отношений в социуме, динамикой социального взаимодействия между ними, а следовательно, и коррелированностью их поведения, действием таких факторов, как замедленное восприятие субъектов, их отсроченные реакции на возмущения различного рода, изменение во времени социальных ценностей, определяющих поведение индивидов и т. д. Причем критерии поведения и факторов воздействия не

изменяются по случайному закону, а подчиняются определенным закономерностям эволюционного, детерминированного, циклического, иерархического характера [1, с. 480]. В этом случае необходим иной способ модельного эксперимента – эволюционно-симулятивный. Основу машинной имитации, реализованной с его использованием, будут составлять не стохастические, а детерминированные зависимости, сходные с моделированной симуляцией. Отсюда возникает необходимость проектирования генератора симулятивных переменных  $S(k, t)$ , аргументами которых являются переменные модуляции поведения системы по эволюционной переменной уровня ( $k$ ) цикла восприятия и интервала времени ( $t$ ) периода прогноза  $T_{пр}$ ,  $t \in T_{пр}$ .

В работе Т.Д. Шрайберга [2] выделяются следующие основные этапы построения и исследования имитационных моделей: формулировка проблемы; построение математической модели; составление и отладка программ для ЭВМ, включая разработку процедур моделирования различных случайных факторов; планирование экспериментов и обработка результатов исследования.

Остановимся на этапах моделирования. Для формулировки проблемы дадим описание системы с установлением границ, ограничений и показателей эффективности изучаемой системы. В целях исследования социальной устойчивости социума структурирована сфера социального взаимодействия субъектов отношений (власти, общества, индивида) и выделены базовые области анализа: административная (власть); общественная (общество); социальная (динамика отношений); индивидуальная (сознание). Кроме того, обоснованы критерии эффективности взаимодействия в этих областях  $\bar{D} = \langle D_d, D_b, D_o, D_i \rangle$ , измеряемые патологией ценностей и интересов каждой области, определена доминирующая ( $D_{ц}$ ) область социальных ценностей общества, являющаяся своего рода отражением взаимодействий в выделенной структуре отношений (рисунок 1), т. е. анализируемое  $\widehat{D}_{ц}$  является функцией сопряжения исходной патологии  $D_{ц}$  с системой взаимодействующих областей  $U_{i=1}^4 D_i$ , т. е.  $\widehat{D}_{ц} = \varphi(D_{ц} S(U_{i=1}^4 D_i))$ , где  $i = \overline{1,4}$ ;  $S$  – оператор сопряжения показателей [3, с. 168].



**Рисунок 1 – Схема социального взаимодействия субъектов социума**

Следует заметить, что для сопряженного интегрирования устанавливается упорядоченная система доминирования ценностных показателей  $D_i > D_o > D_b > D_d > D_c$ , отражающая цикл ассоциативного «восприятия – реакции» в системе управления.

Конструктивно модель состоит из нескольких блоков (рис. 2).

**Блок 1.** Генератор симулятивных переменных, характеризующих степень влияния (задержки восприятия)  $k$ -го уровня на  $(k-1)$ -й цикл «восприятия – реакции» на  $t$ -м интервале прогноза (рисунок 2б).

Цикл состоит из четырех иерархически взаимодействующих между собой уровней [4, с. 351]:

1 – уровень воздействия динамики социальных отношений ( $D_{\partial}$ );

2 – уровень воздействия власти ( $D_{\varepsilon}$ );

3 – уровень влияния общества ( $D_o$ );

4 – уровень влияния общественного сознания ( $D_{ц}$ ).

С учетом лага «восприятия и реакции» ( $\varepsilon$ ) сила влияния  $k$ -го уровня на  $(k-1)$ -й определится выражением:

$$D_k = D_k^0 * (1 + k * \varepsilon),$$

где  $k = \overline{1,4}$  – индекс уровня восприятия;

$D_k^0$  – оценка функционирования восприятия без лага;

$D_k$  – оценка функционирования уровня восприятия с лагом задержки ( $\varepsilon$ );

$\varepsilon$  – приведенная постоянная эволюционного развития социума.

При принятой длительности цикла эволюционного развития  $T_{\text{ц}} = 27$  лет и максимальном уровне патологии  $\max D \rightarrow 1 \quad \varepsilon = \frac{1}{T} = 0,037$ .

Это значит, что идеальное удельное значение роста оценки  $D$  за интервал  $t = 1$  год будет больше в  $(1 + \varepsilon)$  раз. С ростом уровня восприятия цикла лаг возрастает пропорционально числу уровней  $L$  и составляет  $(k \cdot \varepsilon)$ . Соответственно, симулятивная переменная для него будет рассчитываться как:

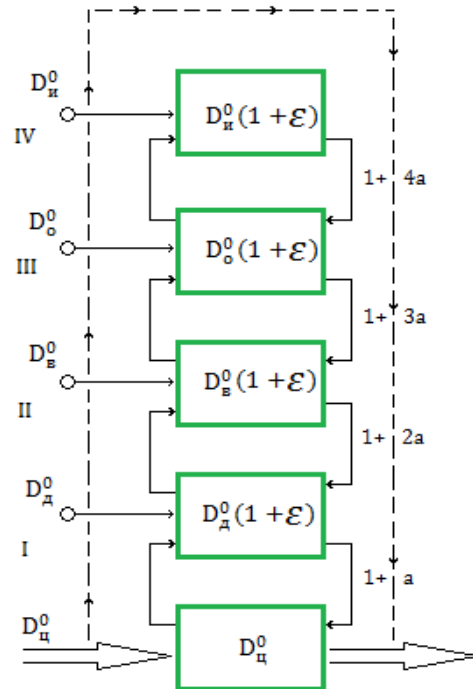
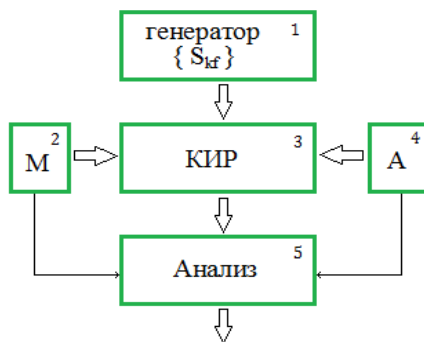
$$S_k = (1 + K * \varepsilon).$$

Аналогично для  $\forall D_k$ : на каждом интервале  $t$  прогноза должно выполняться соотношение:

$$\frac{D_k(k, t + 1)}{D_k(k, t)} = 1 + \varepsilon.$$

При этом симулятивная переменная по  $t$  будет определена как:

$$S_t = 1 + \varepsilon.$$



а) функциональная схема эволюционно-симулятивной модели имитации

б) цикл «восприятие – реакция»

## Рисунок 2 – Схема анализа процессов имитационного моделирования прогноза

**Блок 2.** Манипулятор исходных данных; он может работать в нескольких режимах.

1. Режим прогноза. Формирует данные исходного состояния системы по набору локальных критериев состояния  $\bar{D}^0(t) = \langle D_i^0(t) \rangle, i = \overline{1,5}, t = \overline{1, T_{\text{пр}}}$  с целью определения прогноза по локальным  $D_i(T)$  и глобальному  $D(T)$  к концу интервала прогноза  $T_{\text{пр}}$ .

2. Режим вариативного анализа. Фиксирует данные исходного состояния одной переменной  $(i) \bar{D}_i = \langle D_i(1), \dots, D_i(l), \dots, D_i(L) \rangle; i = \overline{1, m}$ , где  $l = \overline{1, L}$  – индекс состояния переменной  $i$  на области ее изменения  $L$ , или нескольких переменных –  $U_{i=1}^m \bar{D}_i(l)$ .

С целью нахождения функционала развития по отдельным сферам развития:

$$\Phi_i(t, l) = \max_l(\min_l) \bar{D}(t, l);$$

или группе сфер  $(m^*)$ :

$$\Phi(t, l) = \max_l(\min_l) \bar{D}(t, l, m^*);$$

в режиме статического анализа для  $(t)$  интервала и функционалов:

$$\Phi_i(T, l) = \max_l(\min_l) D(T, l);$$

по  $i$ -й сфере:

$$\Phi(T, l) = \max_l(\min_l) D(T, l).$$

по системе в целом в режиме прогноза с целью выделения областей изменения параметров  $D_i(t)$ ,  $D(t)$  и установления их границ.

3. Режим модуляции. Формирует входные переменные посредством:

- а) стохастического моделирования  $D_i(p)$ ;  
 б) модулирования внешними сигналами (корреляцией, экспертизой и т. д.) –  $D_i(\mu)$  с целью получения функционалов для выделения областей изменения параметров  $D_i(t)$ ,  $D_i(T)$ ,  $D(t)$ ,  $D(T)$  и установления их границ.

$$\begin{aligned} \Phi_i(t, p) &= \max(\min) D_i(t, p), \\ \Phi(t, p) &= \max(\min) D(t, p), \\ \Phi_i(T, p) &= \max(\min) D_i(T, p), \\ \Phi(T, p) &= \max(\min) D(T, p), \\ \Phi_i(t, \mu) &= \max(\min) D_i(t, \mu), \\ \Phi(t, \mu) &= \max(\min) D(t, \mu), \\ \Phi_i(T, \mu) &= \max(\min) D_i(T, \mu), \\ \Phi(T, \mu) &= \max(\min) D(T, \mu). \end{aligned}$$

**Блок 3.** Блок комплексной итерации расчетов. Процедура формализации относится к ряду сложных, вызванных целым рядом специфических особенностей.

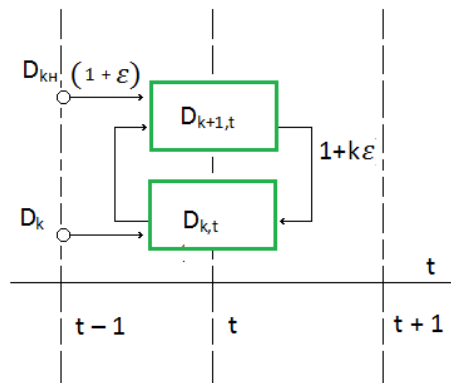
Во-первых, обобщением локальных параметров, носящих качественный характер, имеющих различную меру измерения, отражающих различные сферы социальных отношений и в то же время воздействующих друг на друга. Для определения меры этого воздействия может быть использован метод сопряжения оценок, основанный на принципе управления с обратной связью (рисунок 3).

$$\widehat{D}(k, t) = \frac{D(k+1, t)}{1 - \alpha * D(k+1, t) * D(k, t)},$$

где  $\alpha$  – константа, характеризующая глубину сопряжения,  $\alpha \approx 0,1/0,6$  эмпирически выведена. Нами принята  $\alpha = 0,3$ .

Во-вторых, учетом лага восприятия ( $\varepsilon$ ) между уровнями цикла «восприятие – реакция» с коэффициентом поправки  $(1 + k\varepsilon)$ , где  $k$  – уровень восприятия,  $k = \overline{1, 4}$ . При  $k > (k = t)$   $(1 + k\varepsilon) \rightarrow 1$ .

В-третьих, принятием во внимание интенсивности цикла развития на каждом  $t \in T_{np}$ . т. е. поправки  $(1 + \varepsilon)$ .



**Рисунок 3 – Схема сопряжения оценок на принципе управления с обратной связью**

Таким образом, непосредственно расчет является многошаговой процедурой с итерациями по уровням восприятия ( $k$ ) и доминирующей последовательностью:

$$D(k = 4) > D(k = 3) > D(k = 2) > D(k = 1) > D(k = 0),$$

а также по интервалам прогноза ( $t \in T_{np}$ ):

$$\widehat{D}(k, t) = \frac{D(k, t) * (1 + \varepsilon)}{1 - \alpha D(k, t) * (1 + \varepsilon) * D(k+1, t) * [1 + (k+1) * \varepsilon]},$$

где  $D(k, t)$ ,  $D(k + 1, t)$  – параметры нижнего ( $k$ ) и верхнего ( $k + 1$ ) уровней восприятия на стадии ( $t$ );  
 $\widehat{D}(k, t)$  – расчетный (прогнозируемый) параметр восприятия уровня ( $k$ ) на стадии ( $t$ ) с учетом лага и процесса развития ( $\varepsilon$ ).

В итоге на выходе блока получим матрицу расчетных элементов:

$$\widehat{D} = \|\widehat{D}(k, t)\|_{mxL},$$

где  $k = \overline{1, L}$ ,  $t = \overline{1, T_{np}}$ .

**Блок 4.** Алгоритмы и программы расчета:

- а) прогноза развития социума и его локальных сфер взаимодействия на заданный период ( $t$ );  
 б) определения области изменения (границ) локальных и глобального параметров поведения социума при воздействии субъектов индивидуально или коллективно, детерминировано или случайно.

**Блок 5.** Блок анализа. В его функции входит: анализ состояния социума в реальном и виртуальном представлении его развития; выявление причин возникновения патологии социального развития; анализ зон аномального состояния систем; оценка поведения субъектов социального взаимодействия в критических ситуациях, поиск оптимистических вариантов развития социума.

Нами охарактеризованы гипотетически возможные задачи исследования, которые еще требуют своего методологического, модельного и инструментального решения. В таблице 1 представлена матрица расчетов прогноза по заданной модели с исходными начальными значениями параметров  $D_k(k, 0) = 0,33$  и периодом прогноза  $T_{пр.} = 5$  лет. Выходные расчетные значения представлены в таблице при  $t = 5$  лет.

Глобальная оценка состояния социума  $\hat{D} = \hat{D}_ц(0,5) = 0,51$  выросла более чем на 50 % и стала  $\hat{D} = 0,51$ .

Локальные соответственно:  $\hat{D}_и = \hat{D}(4,5) = 0,38$ ,  $\hat{D}_д = \hat{D}(3,5) = 0,55$ ,  $\hat{D}_в = D(2,5) = 0,59$ ,  $\hat{D}_о = D(1,5) = 0,68$ .

**Таблица 1 – Эмпирические расчеты прогноза**

	k \ t	0	1	2	3	4	5
$\hat{D}_ц$	0	0,33	0,35	0,36	0,38	0,42	0,51
$\hat{D}_д$	1	0,33	0,38	0,42	0,49	0,56	0,68
$\hat{D}_в$	2	0,33	0,36	0,4	0,44	0,5	0,59
$\hat{D}_о$	3	0,33	0,35	0,38	0,42	0,46	0,55
$\hat{D}_и$	4	0,33	0,34	0,35	0,36	0,37	0,38

Наблюдается уменьшение расчетных значений с ростом уровня ( $k$ ) «восприятия – реакции». Наибольшее значение прогноза – на нижнем  $k = 1$  уровне (динамики социальных отношений). Сказывается лаг восприятия между уровнями ( $1 + k\varepsilon$ ).

Для расчета нами принят период прогноза  $T_{пр.} = 5$  лет, охватывающий цикл «восприятия – воздействия»  $T_{вс.} = 4$  года. Превышение  $T_{пр.} > 5$  потребует учета обратной реакции каждого уровня, а следовательно, и модификации модели прогноза.

В настоящей статье представлены методы функционального моделирования прогнозной жизнедеятельности социальных систем. В предлагаемом методе экстраполяции выбор аппроксимирующей функции осуществляется с учетом условий и ограничений развития системы. В частности, экстраполируются показатели жизнедеятельности системы (жизнеспособности  $G$ , организованности  $Q$ ) на прогнозируемый интервал времени  $T$ , и рассчитывается вероятность достижения системой заданного состояния  $P(G)$ . При этом обосновывается, что предельное значение вероятности достижения заданного уровня жизнеспособности  $P(G)$  характеризует интегрированный показатель живучести системы  $\Psi(G, Q)$ .

Особо следует остановиться на методах прогноза многофункционального корреляционного процесса развития социальных систем. Предлагается метод, позволяющий отслеживать динамику отношений субъектов взаимодействия в прогнозном интервале. В основе метода – многошаговая итеративная процедура расчета состояний системы  $D(k, t)$  как функции воздействия генерируемых эволюционно-симулирующих переменных ( $S_k, S_t$ ), модулирующих процесс перерасчета исходных состояний  $D_i(0, 0)$  параметрами уровней цикла «восприятия – реакции» ( $S_k = 1 + k\varepsilon$ ) и времени виртуального (прогнозного) развития  $S_t = 1 + \varepsilon$ . На выходе модели получаем глобальный прогноз состояния системы.

#### Ссылки:

1. Василькова В.В. Порядок и хаос в развитии социальных систем (синергетика теории социальной самоорганизации). СПб., 1999. С. 480.
2. Шрайберг Т.Д. Моделирование на GPSS. М., 1980. 592 с.
3. Кутафьева С.С., Пазюк К.Т. Аномия социума: механизмы девиантного поведения и социальная напряженность. Хабаровск, 2014. С. 168.
4. Пазюк К.Т. Организация и самоорганизация жизнеспособных систем. Хабаровск, 1997. С. 351.

Редактор: Ситникова Ольга Валериевна  
Переводчик: Бирюкова Полина Сергеевна