

Полученные выше результаты означают, что для устойчивого роста экономики необходимо, чтобы сводная матрица народно-хозяйственного баланса  $\hat{A}(p^0)$  была не только полуположительной, но и продуктивной, и неприводимой. Нарушение этих условий в начале 90-х гг. привело к гиперинфляции цен и повсеместной замене экономических отношений между предприятиями бартерными сделками.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Медницкий В.Г., Медницкий Ю.В., Леонов В.Ю. Использование методов декомпозиции для оптимизации // Известия РАН. ТиСУ. – 2009. – № 5.
2. Гейл Д. Теория линейных экономических моделей. – М.: Изд-во Иностран. лит., 1963.
3. Волошин Н.И. Система матричных моделей внутриводского планирования // Применение математики в экономических исследованиях. – Т. 3. – М.: Мысль, 1965.
4. Рокафеллар Р. Выпуклый анализ. – М.: Мир, 1973.
5. Самуэльсон П. Экономика. – М.: Прогресс, 1964.
6. Карлин С. Математические методы в теории игр, программировании и экономике. – М.: Мир, 1963.

Статью рекомендовал к опубликованию д.ф.-м.н. В.И. Цурков.

**Леонов Владислав Юрьевич** – Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Вычислительный центр им. А.А. Дородницына Российской академии наук; e-mail: tsur@ccas.ru; 119333, г. Москва, ул. Вавилова, д. 40; тел.: +74959303416; отдел сложных систем; н.с.; к.ф.-м.н.

**Медницкий Владимир Георгиевич** – Центральный экономико-математический институт (ЦЭМИ) РАН; e-mail: vgm@ranger.ru; 117418, г. Москва, Нахимовский проспект, д. 47; phone: +74953313943; г.н.с.; д.э.н.; профессор.

**Leonov Vladislav Yur'evich** – Federal State budgetary institution Science Computing Center A.A. Dorodnitsyn Russian Academy of Sciences; e-mail: tsur@ccas.ru; 40, Vavilova street, Moscow, 119333, Russia; phone: +74959303416; department of complex systems; cand. of phis.-math. sc.; researcher.

**Mednitskii Vladimir Georgievich** – Federal State budgetary institution Science Central Economics and Mathematics Institute (CEMI RAS); e-mail: vgm@ranger.ru; 47, Nakhimovsky prospect, Moscow, 117418, Russia; phone: +74953313943; dr. of ec. sc.; professor; chief researcher.

УДК 316.31.4

**Г.А. Угольницкий, В.К. Дьяченко, А.А. Сивогринов**

**ДИНАМИКА СОЦИАЛЬНЫХ ПРОЦЕССОВ**

*Представлена модель борьбы с экстремизмом в республике Дагестан. Выделено четыре группы экстремистской системы: протестное население, пособники, боевики и лидеры. Были учтены различные факторы протестности и факторы борьбы с экстремизмом, которые влияют на переход из одной группы в другую и на уход за пределы экстремистской системы соответственно. В результате рассматривается задача оптимального управления, которая имеет смысл минимизации численности экстремистской системы с учетом относительной важности составляющих ее частей при ограничениях, обусловленных «волей» государства к борьбе с экстремизмом и объективной динамикой численности групп экстремистов, определяемой факторами протестным потенциалом общества. Начальные данные были заданы с помощью оценки эксперта. Проведено имитационное моделирование. Получены предварительные результаты исследования.*

*Экстремизм; социальная динамика.*

G.A. Ugolnitsky, V.K. Dyachenko, A.A. Sivogrivov

SOCIAL DYNAMICS

*Our work is devoted to the model of fight against extremism in the republic of Dagestan. We have identified four groups of extremists: protest population, supporters, fighters and leaders. Various protest and struggle factors, that affect the moving between one group to another and the care outside extremist system, where taken into account. As a result, we consider the problem of optimal control, which makes sense to minimize the number of extremist, taking into account the relative importance of its component under the constraints caused by "the will" of the state to fight against extremism and objective dynamics of the number of extremist groups, determined by protest potential factors of society. The initial data were specified using expert assessment. Preliminary results were obtained with the help of simulation.*

*Extremism; social dynamics.*

**Введение.** В качестве динамики социальных процессов рассмотрим экстремизм в республике Дагестан. Экстремизм представляет собой комплексное и многоуровневое явление, в процессе которого проявляются групповые, религиозные и национальные отношения. Сегодня Дагестан является одним из самых активных экстремистских регионов нашей страны. Моделирование происходит исходя из ситуации в данном регионе. Начальные данные определяются с помощью оценки эксперта. Нами выделено 4 группы населения в экстремистской системе и описаны балансовые соотношения, которые характеризуют численность каждой из групп.

Задачи исследования:

- ◆ формирование сценариев моделирования;
- ◆ идентификация модельных параметров в соответствии со сценариями;
- ◆ анализ правдоподобных сценариев;
- ◆ определение оптимальных усилий по борьбе с экстремизмом;
- ◆ интерпретация полученных результатов и практические рекомендации.

**Цель исследования.** Решение задачи оптимального управления с использованием имитационного моделирования. Задача оптимального управления имеет смысл минимизации численности экстремистской системы с учетом относительной важности составляющих ее частей при ограничениях, обусловленных «волей» государства к борьбе с экстремизмом и объективной динамикой численности групп экстремистов, определяемой факторами этносоциокультурной протестности (протестным потенциалом общества).

**Модель.** Рассмотрим формализацию поставленной задачи.

**Балансовые соотношения:**

$$\begin{aligned}
 x_0^{t+1} &= (1 + a_0)x_0^t; \\
 x_1^{t+1} &= (1 - w_1P^t - z_1S^t)x_1^t + w_0P^t x_0^t; \\
 x_2^{t+1} &= (1 - w_2P^t - z_2S^t)x_2^t + w_1P^t x_1^t; \\
 x_3^{t+1} &= (1 - w_3P^t - z_3S^t)x_3^t + w_2P^t x_2^t; \\
 x_4^{t+1} &= (1 - z_4S^t)x_4^t + w_3P^t x_3^t,
 \end{aligned}
 \tag{1}$$

где  $x_i^t$  – численность  $i$ -й группы в году  $t$  ( $i=0$  – население в целом;  $i=1$  – среда сочувствия;  $i=2$  – среда соучастия;  $i=3$  – боевая часть;  $i=4$  – организационное ядро экстремистской системы);  $x_i^0$  – численности групп в базовом году  $t=0$ ,  $i=0,1,2,3,4$ ;  $t=0,1,\dots,T-1$ ;  $\{x_{00}, \dots, x_{40}\}$  – начальные численности групп в году  $t=0$ ; Заданы экспертно;  $a_0$  – коэффициент естественного прироста населения; 12,6 промилле  $\{w_0, \dots, w_3\}$  – коэффициенты пересчета суммарного взвешенного «протестного по-

тенциала» в долю перехода из группы  $i$  в группу  $i+1$  за год;  $\{z_1, \dots, z_4\}$  – коэффициенты пересчета суммарного взвешенного потенциала борьбы с экстремизмом в долю ухода из группы  $i$  за пределы экстремистской системы за год.

**Модельные гипотезы:**

$$P^t = \sum_{k=1}^7 b_k p_k^t, \quad (2)$$

где  $p_k^t$  – значение  $k$ -го фактора протестности в году  $t$ , в баллах от 0 до 4;  $k=1$  – этносепаратизм;  $k=2$  – материальная нужда;  $k=3$  – стремление к наживе;  $k=4$  – трансформированное социальное «левачество»;  $k=5$  – личностная мотивация;  $k=6$  – этносоциокультурный традиционализм;  $k=7$  – исламский радикализм;  $b_k$  – относительный вес фактора протестности  $k$ ,  $b_k \geq 0$ ,  $\sum_{k=1}^7 b_k = 1$ .

Величина  $P^t = \sum_{k=1}^7 b_k p_k^t$  характеризует «протестный потенциал» общества в году  $t$ , который считается причиной движения снизу вверх по группам экстремистской системы;  $W_i$  – коэффициент пересчета суммарного взвешенного «протестного потенциала» в долю перехода из группы  $i$  в группу  $i+1$  за год. Будем считать, что максимальная доля перехода составляет половину численности группы. Во-первых, это отражает определенную консервативность социальных перемещений, во-вторых, даже при максимальных значениях величин перехода и ухода из группы, ее численность остается неотрицательной. Поскольку  $0 \leq P^t \leq 28$ , то  $0 \leq w_i \leq 1/56$ , где значения  $w_i = 0$  и  $w_i = 1/56$  соответствуют полному отсутствию перехода и переходу половины состава  $i$ -й группы в  $(i+1)$ -ю.

$$S^t = \sum_{l=1}^5 c_l s_l^t, \quad (3)$$

где  $s_l^t$  – значение  $l$ -го фактора борьбы с экстремизмом в году  $t$  (в баллах от 0 до 4);  $l=1$  – ликвидация;  $l=2$  – трансформация;  $l=3$  – развитие и коррекция общества;  $l=4$  – самокоррекция власти;  $l=5$  – договор;  $c_l$  – относительный вес  $l$ -го фактора борьбы с экстремизмом,  $c_l \geq 0$ ,  $\sum_{l=1}^5 c_l = 1$ .

Величина  $S^t = \sum_{l=1}^5 c_l s_l^t$  характеризует «потенциал борьбы с экстремизмом» в году  $t$ , который предполагается причиной сокращения численности экстремистской системы;  $z_i$  – коэффициент пересчета суммарного взвешенного потенциала борьбы с экстремизмом в долю ухода из группы  $i$  за пределы экстремистской системы за год. Аналогично предыдущему рассуждению будем считать, что максимальная доля возможного ухода составляет половину численности группы. Поскольку  $0 \leq S^t \leq 20$ , то  $0 \leq z_i \leq 1/40$ , где значения  $z_i = 0$  и  $z_i = 1/40$  соответствуют полному отсутствию сокращения и уходу половины состава  $i$ -й группы.

**Целевая функция (критерий оптимальности управления):**

$$J = \sum_{i=1}^4 \sum_{t=1}^T k_i x_i^t \rightarrow \min, \quad T - \text{период рассмотрения.} \quad (4)$$

где  $k_i$  – коэффициент важности сокращения численности группы  $i$ ;

**Ограничения на управления:**

$$\forall t \sum_{l=1}^5 S_l^t \leq S_{\max}^t, \quad (5)$$

где  $S_{\max}^t$  – условный показатель «воли» государства к борьбе с экстремизмом в году  $t$  ( $0 \leq S_{\max}^t \leq 20$ ).

**Переменные состояния модели:**

$x_i^t$  – численность  $i$ -й группы в  $t$ -м году,  $i=0,1,2,3,4$ ;

**Переменные управления:**

$S_l^t$  – значение  $l$ -го фактора борьбы с экстремизмом в году  $t$ ,  $l=1,\dots,5$ ,  $t=1,\dots,T$ .

**Модельные данные:**

Начальные значения численности, относительные веса факторов и коэффициенты пересчета были выбраны при помощи экспертной оценки специалистов.

$\{k_1, \dots, k_4\}$  – коэффициенты относительной важности сокращения численности групп;

$\{b_1, \dots, b_7\}$  – относительные веса факторов протестности;

$\{c_1, \dots, c_5\}$  – относительные веса факторов борьбы с экстремизмом;

Указанные данные считаются постоянными и задаются экспертно.

$\{p_k^t\}$ ,  $k = 1, \dots, 7$ ,  $t = 1, \dots, T$  – значения факторов протестности на рассматриваемом периоде времени;

$\{S_{\max}^t\}$ ,  $t = 1, \dots, T$  – значения показателя «воли» государства к борьбе с экстремизмом на рассматриваемом периоде времени (баллы, от 0 до 20).

Эти последовательности данных задаются по сценариям в соответствии со стратегией борьбы с экстремизмом.

**Результаты исследования.** Результаты были получены при помощи имитационного моделирования. Нами было выбрано три сценария: отсутствие у власти «воли» к борьбе, промежуточный сценарий, максимальная «воля» государства к борьбе с экстремизмом.

По первому сценарию наблюдается рост численности всех групп экстремистской системы. Что касается второго и третьего, то численность групп падает особенно при максимальном сценарии, но с некоторой особенностью. В среде соучастия для второго и третьего сценариев. Здесь из-за высокого показателя перехода из среды сочувствия в среду соучастия и низкого показателя ухода из нее, у нас наблюдается рост численности в этой группе. Только к концу рассматриваемого промежутка времени, и только при максимальной стратегии, численность упала ниже стартовой отметки.

Из всего вышесказанного следует, что у государства должна быть «воля» к борьбе. И чем она больше, тем лучше. Также нельзя допускать «застоя» людей в группах. Иначе мы рискуем получить высокую численность в той или иной группе экстремистской системы.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Суций С.Я.* Террористическое подполье на Востоке Северного Кавказа (Чечня, Дагестан, Ингушетия). – Ростов-на-Дону: ЮНЦ РАН, 2010. – 217 с.

Статью рекомендовал к опубликованию д.т.н. А.Б. Усов.

**Угольников Геннадий Анатольевич** – Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Южный федеральный университет»; e-mail: cool\_pirat@inbox.ru, tonysiv@ya.ru; 344006, г. Ростов-на-Дону, ул. Б. Садовая, д. 105/42; тел.: +79188952073; факультет механики, математики и компьютерных наук; кафедра прикладной математики и программирования; д.ф.-м.н.; профессор.

**Дьяченко Владимир Константинович** – студент 1-го курса магистратуры.

**Сивогринов Антон Алексеевич** – студент 1-го курса магистратуры.

**Ugolnitsky Gennady Anatolyevich** – Federal State-Owned Autonomy Educational Establishment of Higher Vocational Education “Southern Federal University”; e-mail: cool\_pirat@inbox.ru, tonysiv@ya.ru; 105/45, B. Sadovaya street, Rostov-on-Don, 344006, Russia; phone: +79188952073; faculty of mechanics, mathematics and computer science; the department of applied mathematics and computer programming; dr. of phis.-math. sc.; professor.

**Dyachenko Vladimir Konstantinovich** – master.

**Sivogrivov Anton Alekseevich** – master.

УДК 519.83+519.86

**А.Б. Усов**

### **БОРЬБА С КОРРУПЦИЕЙ В ДИНАМИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ УПРАВЛЕНИЯ ИЕРАРХИЧЕСКОЙ СТРУКТУРЫ\***

*Излагается общий подход к исследованию различных методов борьбы с экономической коррупцией в динамических системах управления иерархической структуры. Наказание за взятку в системе не предусмотрено. В качестве метода иерархического управления используется метод побуждения. Рассмотрение ведется на конечном промежутке времени и предполагает переход к точному дискретному аналогу модели. Предложен алгоритм исследования модели, позволяющий построить приближенное решение задачи, основанное на равновесии по Штакельбергу с учетом требований устойчивого развития динамической системы в условиях экономической коррупции. В качестве примера рассмотрена экономическая коррупция в системе контроля качества речных вод, приведены результаты в ряде характерных случаев, дан их анализ.*

*Равновесие по Штакельбергу; иерархическая система управления; методы иерархического управления; экономическая коррупция; побуждение; устойчивое развитие.*

**A.B. Usov**

### **THE DIFFERENTIAL MODEL OF ECONOMIC CORRUPTION**

*A general approach to the investigation of the different method of the fight with economic corruption in dynamic control system of the hierarchical structure. The punishments for bribe in system is not provided. It is used the compulsion, as the method of the hierarchical control. The control systems are considered in finite time. It is expected transition to exact discrete analogue of the models. The algorithm of the models investigation is offered. It allows to build the approximate*

\* Работа поддержана грантом РФФИ №12-01-00017-а.