ПРОБЛЕМЫ МЕХАНИКИ И УПРАВЛЕНИЯ
Нелинейные динамические системы

Вып. 47 **Межвузовский сборник научных трудов** **2015**

УДК 519.83+330.45

Д.А. Демидова, Г.В. Алферов,
Е.П. Колпак, Т.Е. Смирнова

Санкт-Петербургский государственный университет

Россия, 198504, Санкт-Петербург, Петергоф,
Университетский пр., 35
ddemidova@mail.ru; (812) 274-80-11

НЕЛИНЕЙНЫЙ ПРОЦЕСС ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ МЕЖДУ КОРРУМПИРОВАННОЙ ФИРМОЙ И ОТДЕЛОМ ПО БОРЬБЕ С КОРРУПЦИЕЙ

Модель взаимодействия между коррумпированной транспортной конторой и федеральным отделом по борьбе с коррупцией формализована и исследована в данной работе. Представлен ряд типичных примеров, описывающих функционирование коррумпированных предприятий – фирм однодневок, занимающихся "отмыванием" средств, заработанных преступным путем. Формализованы и исследованы эффективные способы борьбы с коррупцией такие, как неожиданная проверка федеральным отделом по борьбе с коррупцией конторы коррумпированного предприятия и изъятие бухгалтерских отчетов для выявления коррупционных отмывок денежных ресурсов.

Ключевые слова: коррумпированное предприятие; коррупция; "черная" и "белая" бухгалтерия; максиминная и минимаксные стратегии; равновесие Нэша.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ (пр. № 14-06-00326).

В данной работе формализована и исследована модель функционирования транспортной конторы, занимающейся строительством и планированием автомобильных и железнодорожных дорог; осуществлением транспортных перевозок грузов с промышленными товарами и сырьем для производства; подготовкой транспортных средств, как наземных: машины, грузовые и пассажирские поезда, так и воздушных: самолеты различных типов и морских: пассажирские пароходы и грузовые паромы, транспортирующих многотонные грузы; планированием воздушных и морских путей для самолетов и транспортных кораблей. Функции подобной конторы заключаются в том, чтобы спланировать, т.е. составить чертеж строительных работ дороги, составить смету необходимых расходов на осуществление строительства дороги и представить отчет о ходе строительства, возможных сбоях в ходе строительства, погодных катаклизмах, непредвиденных ситуациях.

В настоящей работе рассматривается коррумпированная строительная контора, которая дает ложные отчеты о ходе строительства дороги, завышает цены на строительные материалы, дает ложные отчеты о выполнении несовершенных работ. Коррупционная деятельность подобной строительной конторы заключается и в создании фирм-однодневок, под прикрытием которых строительная контора "отмывает" денежные средства, полученные незаконным путем. Также в деятельности фирмы обнаруживаются фальшивые заказы на строительство несуществующих дорог, на которые она подготавливает все необходимые документы, предоставляет смету, но строительство данных дорог не осуществляется, а деньги, выделенные государством на закупку строительных материалов, закупку строительной техники, оплату заработной платы строителей и т.д., строительная контора присваивает себе, в частности, руководство строительной конторы [33; 34; 36; 37; 38; 39].

Основной коррупционный доход фирмы заключается в создании фальшивых документов о покупке строительной техники, фирма предоставляет смету о покупке новой техники, а покупает технику уже бывшую в использовании, тем самым, обеспечивая себе нелегальный доход и скрывая от федеральной налоговой службы отчисления от сделанной закупки [71; 72; 73].

Проводя строительные работы, фирма использует некачественные материалы, которые не соответствуют государственным стандартам, приобретая их по сниженным закупочным ценам. Коррумпированная строительная фирма старается скрывать свои противоправные действия, например, ведя "черную" и "белую" бухгалтерию. Распространенными примерами коррумпированных предприятий являются фирмы однодневки и фирмы, занимающиеся "отмываем" средств, заработанных преступным путем. Одним из эффективных способов борьбы с коррупцией является неожиданная проверка [32; 35; 40].

В качестве примера рассматривается фирма *А*, которая занимается отмыванием денежных средств через осуществление фиктивных строительных заказов. Фирма выполняет ряд мнимых работ: ремонт и строительство дорог. Денежные средства, заработанные преступным путем, проводят через кассу. Каждый день фирма принимает мнимые заказы, создавая видимость работы организации, кассир выбивает чек на использование услуг компании и докладывает деньги в кассу [25; 26; 28; 30; 31].

В работе формализуются игры с различной информацией о функции выигрыша и описываются противозаконные действия фирмы в течение определенного промежутка времени, $i_1 \in 1...n_1$, где n_1 – это рассматриваемый период проверок [40; 43; 44]. Фирма совершает противозаконные сделки разного типа с разной прибылью от сделки. Существуют m разных типов сделок, при реализации которых фирма получает разную прибыль, j_{m_1} – количество совершенных сделок типа m_1, где $m_1 = 1,...,m$ (фиктивных или действительных). Будем считать, что коррумпированное предприятие – это игрок I, который применяет чистую стратегию $\alpha_1 \ldots \alpha_N$, где $N = n_1 * m_1$ с матрицей игры $A = \{\alpha_k\}$, где α_k – прибыль, которую получит коррумпированное предприятие при поведении j_{m_1} сделок типа m_1 в i_1-й день, $k = 1,...,N$.

В свою очередь финансовый отдел по борьбе с коррупцией занимается раскрытием преступлений такого рода [65; 67; 68; 69; 70]. В связи с загруженностью этого отдела, один сотрудник может выделить для проверки только один день, т.е. $i_2 \in 1 \dots n_2$, где n_2 – это рассматриваемый период проверок. В зависимости от раскрытия сделок определенного типа, сотрудник получает разную прибыль. Пусть m'' – количество проверяемых сделок, тогда j_{m_2} – количество проверенных сделок типа m_2, где $m_2 = 1,\dots,m''$. Будем считать, что сотрудник отдела по борьбе с коррупцией – это игрок II, который принимает чистую стратегию $\beta_1 \dots \beta_M$, где $M = n_2 * m_2$ с матрицей игры $B = \{\beta_i\}$, где β_i – прибыль, которую получит сотрудник при раскрытии сделок типа $m_2\left(j_{m_2}\right)$ в i_2-й день, $i = 1,\dots,M$ (чем крупнее раскрытая сделка, тем больше прибыль сотрудника) [41; 42; 45].

Данная модель может быть представлена в виде бескоалиционной игры.

Математическое ожидание выигрыша для игрока I:

$$H_1 = x_1 A y_1^{\mathrm{T}} - W,$$

где $x_1 = i_1$, $y_1 = j_{m_1}$ – равновесные стратегии первого игрока, $W = \{0, \alpha_k\}$ – штраф, который заплатит фирма при условии раскрытия противозаконных сделок в размере α_k – прибыли, полученной в данный день. Если же противозаконных сделок не обнаружено, штраф принимаем равным нулю: $W = 0$..

Математическое ожидание выигрыша для игрока II:

$$H_2 = x_2 A y_2^T,$$

где $x_2 = i_2$, $y_2 = j_{m_2}$ – равновесные стратегии второго игрока [23; 24; 27; 29].

Пример 1

Пусть рассматриваемый период времени (количество дней) равно $n_1 = n_2 = 12$, количество типов сделок равно $m_1 = m_2 = 9$ [46; 47; 48]. Матрица выигрышей первого игрока выглядит следующим образом:

$$\mathbf{A} = \begin{pmatrix} 1 & 3 & 6 & 7 & 8 & 19 & 15 & 16 & 11 \\ 0 & 5 & 8 & 6 & 7 & 13 & 11 & 10 & 14 \\ 17 & 19 & 12 & 3 & 2 & 6 & 7 & 5 & 4 \\ 16 & 9 & 8 & 7 & 6 & 18 & 16 & 17 & 15 \\ 19 & 11 & 10 & 9 & 7 & 6 & 5 & 3 & 2 \\ 17 & 19 & 18 & 6 & 3 & 2 & 1 & 2 & 0 \\ 1 & 3 & 4 & 7 & 8 & 9 & 5 & 4 & 2 \\ 3 & 2 & 14 & 13 & 16 & 15 & 4 & 5 & 9 \\ 18 & 17 & 11 & 10 & 0 & 1 & 3 & 6 & 7 \\ 20 & 13 & 14 & 16 & 0 & 2 & 4 & 3 & 8 \\ 0 & 5 & 4 & 3 & 7 & 5 & 6 & 19 & 11 \\ 17 & 18 & 19 & 4 & 3 & 1 & 5 & 6 & 9 \end{pmatrix}.$$

Матрица выигрышей второго игрока выглядит следующим образом:

$$B = \begin{pmatrix} 4 & 3 & 7 & 6 & 8 & 13 & 14 & 10 & 12 \\ 2 & 1 & 4 & 5 & 7 & 11 & 10 & 13 & 15 \\ 19 & 18 & 17 & 16 & 9 & 8 & 7 & 6 & 5 \\ 20 & 1 & 3 & 4 & 6 & 7 & 6 & 5 & 4 \\ 19 & 13 & 14 & 16 & 7 & 9 & 8 & 7 & 6 \\ 18 & 16 & 15 & 14 & 9 & 3 & 4 & 5 & 2 \\ 1 & 3 & 6 & 9 & 10 & 12 & 13 & 15 & 19 \\ 18 & 17 & 16 & 9 & 3 & 4 & 8 & 6 & 9 \\ 20 & 1 & 3 & 5 & 6 & 9 & 7 & 3 & 8 \\ 19 & 3 & 13 & 14 & 15 & 6 & 7 & 9 & 13 \\ 0 & 3 & 4 & 18 & 19 & 3 & 4 & 5 & 9 \\ 1 & 3 & 4 & 16 & 17 & 19 & 18 & 0 & 2 \end{pmatrix}$$

Выигрыши игроков в равновесной ситуации выглядит следующим образом:

$$(A,B) = \begin{pmatrix} (1,4) & (3,3) & (6,7) & (7,6) & (8,8) & (19,13) & (15,14) & (16,10) & (11,12) \\ (0,2) & (5,1) & (8,4) & (6,5) & (7,7) & (13,11) & (11,10) & (10,13) & (14,15) \\ (17,19) & (19,18) & (12,17) & (3,16) & (2,9) & (6,8) & (7,7) & (5,6) & (4,5) \\ (15,4) & (13,5) & (7,14) & (7,4) & (6,6) & (18,7) & (16,6) & (17,5) & (15,4) \\ (18,2) & (19,3) & (11,10) & (9,16) & (7,7) & (6,9) & (5,8) & (3,7) & (2,6) \\ (9,6) & (8,3) & (12,6) & (6,14) & (3,9) & (2,3) & (1,4) & (2,5) & (0,2) \\ (1,1) & (3,3) & (4,6) & (7,9) & (8,10) & (9,12) & (5,13) & (4,15) & (2,19) \\ (3,18) & (2,17) & (14,16) & (13,9) & (16,3) & (15,4) & (4,8) & (5,6) & (9,9) \\ (18,20) & (17,1) & (11,3) & (10,5) & (0,6) & (1,9) & (3,7) & (6,3) & (7,8) \\ (20,19) & (13,3) & (14,13) & (16,14) & (0,15) & (2,6) & (4,7) & (3,9) & (8,13) \\ (0,0) & (5,3) & (4,4) & (3,18) & (7,19) & (5,3) & (6,4) & (19,5) & (11,9) \\ (17,1) & (18,3) & (19,4) & (3,16) & (1,17) & (5,19) & (6,18) & (6,0) & (9,2) \end{pmatrix}$$

Данная игра имеет ситуацию равновесия по Нэшу в чистых стратегиях, а именно:

$$(A,B) = \begin{pmatrix}
(1,4) & (3,3) & (6,7) & (7,6) & (8,8) & (19,13) & (15,14) & (16,10) & (11,12) \\
(0.2) & (5.1) & (8.4) & (6.5) & (7.7) & (13.11) & (11.10) & (10.13) & (14.15) \\
(17,19) & (19,18) & (12,17) & (3,16) & (2,9) & (6,8) & (7,7) & (5,6) & (4,5) \\
(15,4) & (13,5) & (7,14) & (7,4) & (6,6) & (18,7) & (16,6) & (17,5) & (15,4) \\
(18,2) & (19,3) & (11,10) & (9,16) & (7,7) & (6,9) & (5,8) & (3,7) & (2,6) \\
(9,6) & (8,3) & (12,6) & (6,14) & (3,9) & (2,3) & (1,4) & (2,5) & (0,2) \\
(1,1) & (3,3) & (4,6) & (7,9) & (8,10) & (9,12) & (5,13) & (4,15) & (2,19) \\
(3,18) & (2,17) & (14,16) & (13,9) & (16,3) & (15,4) & (4,8) & (5,6) & (9,9) \\
(18,20) & (17,1) & (11,3) & (10,5) & (0,6) & (1,9) & (3,7) & (6,3) & (7,8) \\
(20,19) & (13,3) & (14,13) & (16,14) & (0,15) & (2,6) & (4,7) & (3,9) & (0,13) \\
(0,0) & (5,3) & (4,4) & (3,18) & (7,19) & (5,3) & (6,4) & (19,5) & (11,9) \\
(17.1) & (18.3) & (19.4) & (3.16) & (1.17) & (5.19) & (6.18) & (6.0) & (9.2)
\end{pmatrix}$$

Выигрыши игроков в равновесной ситуации суть следующие: $H_1 = 20, H_2 = 19$.

Применим принцип максимина (минимакса). Как было отмечено, каждый игрок стремится обеспечить себе максимально возможный выигрыш при любых действиях противника [4; 12; 26; 31].

Пусть игрок I выбрал стратегию $i^0 \in A$, тогда игрок II выберет такую стратегию $j \in B$, которая максимизирует его выигрыш и тем самым минимизирует выигрыш его противника. Стратегия игрока I, обеспечивающая ему наибольший выигрыш из всех возможных, независимо от действий противника, будет состоять в выборе такого $i^0 \in A$, для которого минимальный выигрыш будет наибольшим, т. е.

$\min_{j\in B} H(i^0, j) = \max_{i\in A} \min_{j\in B} H(i,j)$ [2; 4; 5; 6; 7].

Величину $\max_{i\in A} \min_{j\in B} H(i,j)$ принято обозначать через $\underline{v}(\Gamma)$ (или просто $\underline{v}$) и называть нижним значением (нижней ценой) игры, а соответствующую этому значению стратегию i^0 игрока I – максиминной стратегией. Если игрок I придерживается данной стратегии, то его выигрыш будет не меньше максиминного значения, т. е.

$$H(i^0, j) \geq \underline{v}(\Gamma), \forall j \in B. \qquad (28)$$

Аналогично стратегия j^0, определяемая равенством

$$\max_{i\in A} H(i, j^0) = \min_{j\in B} \max_{i\in A} H(i,j) = \bar{v}(\Gamma), \qquad (29)$$

называется минимаксной стратегией игрока II, а соответствующее значение $\bar{v}(\Gamma)$ (или просто $\bar{v}$) – верхним значением (верхней ценой) игры [1, 3, 7, 8].

Если игрок II придерживается данной стратегии, то его проигрыш будет не больше минимаксного значения, т. е.

$$H(i, j^0) \le \bar{v}(\Gamma), \ \forall i \in A. \tag{30}$$

Полагая, что в неравенстве (2) $j = j^0$, а в выражении (3) $i = i^0$, получим:

$$\max_{i \in A} \min_{j \in B} H(i,j) \le H(i^0, j^0) \le \min_{j \in B} \max_{i \in A} H(i,j). \tag{31}$$

Найдем максиминные и минимаксные стратегии для каждой матрицы [49; 50; 51; 52; 53]. В столбце справа от матриц A и B выписаны минимальные значения каждой строки, в нижней строке под матрицами A и B выписаны максимальные значения каждого столбца. Затем среди всех минимальных значений необходимо выбрать максимальное значение – это будут максиминные стратегии, а среди всех максимальных значений выбирается минимальное значение – это будет минимаксная стратегия. Значения i_n, j_k определяются номером строки, в которой мы нашли максимальное число из всех минимальных, соответственно, для определения j_k необходимо запомнить номер столбца, в котором находится минимальное число из всех максимальных значений каждого столбца, где числа n, k – это количество строк и столбцов каждой матрицы.

$$A = \begin{array}{cc} \begin{pmatrix} 4 & 3 & 7 & 7 & 8 & 19 & 15 & 16 & 12 \\ 2 & 5 & 8 & 6 & 7 & 13 & 11 & 13 & 15 \\ 19 & 19 & 17 & 16 & 9 & 8 & 7 & 6 & 5 \\ 20 & 9 & 8 & 7 & 6 & 18 & 16 & 17 & 15 \\ 19 & 13 & 14 & 16 & 7 & 9 & 8 & 7 & 6 \\ 18 & 19 & 18 & 14 & 9 & 3 & 4 & 5 & 2 \\ 1 & 3 & 6 & 9 & 10 & 12 & 13 & 15 & 19 \\ 18 & 17 & 16 & 13 & 16 & 15 & 8 & 6 & 9 \\ 20 & 17 & 11 & 10 & 6 & 9 & 7 & 6 & 8 \\ 20 & 13 & 14 & 16 & 15 & 6 & 7 & 9 & 13 \\ 0 & 5 & 4 & 18 & 19 & 5 & 6 & 19 & 11 \\ 17 & 18 & 19 & 16 & 17 & 19 & 18 & 6 & 9 \end{pmatrix} & \begin{matrix} 3 \\ 2 \\ 5 \\ 6 \\ 6 \\ 2 \\ 1 \\ 6 \\ 6 \\ 6 \\ 0 \\ 6 \end{matrix} \\ \begin{matrix} 20 & 19 & 19 & 18 & 19 & 19 & 18 & 19 & 19 \end{matrix} & \end{array}.$$

В матрице A $\max_i \min_j h_{ij} = 6$, $i_1 = 4,5,8,9,10,12$ – максиминные стратегии, $\underline{v} = 6, \overline{v} = 18$, $\min_j \max_i h_{ij} = 18$; $j_1 = 4,7$ – минимаксные стратегии, $6 < H < 18$ [64; 66; 74].

Так как $\underline{v} < \overline{v}$ максиминная и минимаксная стратегии не являются оптимальными [54; 55; 56; 57; 58; 59; 60].

Аналогично для второй матрицы:

$$B = \begin{array}{cc} \begin{pmatrix} 1 & 3 & 6 & 6 & 8 & 13 & 14 & 10 & 11 \\ 0 & 1 & 4 & 5 & 7 & 11 & 10 & 10 & 14 \\ 17 & 18 & 12 & 3 & 2 & 6 & 7 & 5 & 4 \\ 16 & 1 & 3 & 4 & 6 & 7 & 6 & 5 & 4 \\ 19 & 11 & 10 & 9 & 7 & 6 & 5 & 3 & 2 \\ 17 & 16 & 15 & 6 & 3 & 2 & 1 & 2 & 0 \\ 1 & 3 & 4 & 7 & 8 & 9 & 5 & 4 & 2 \\ 3 & 2 & 14 & 9 & 3 & 4 & 4 & 5 & 9 \\ 18 & 1 & 3 & 5 & 0 & 1 & 3 & 3 & 7 \\ 19 & 3 & 13 & 14 & 0 & 2 & 4 & 3 & 8 \\ 0 & 3 & 4 & 3 & 7 & 3 & 4 & 5 & 9 \\ 1 & 3 & 4 & 3 & 1 & 5 & 6 & 0 & 2 \end{pmatrix} & \begin{matrix} 1 \\ 0 \\ 2 \\ 1 \\ 2 \\ 0 \\ 1 \\ 2 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{matrix} \\ \begin{matrix} 19 & 18 & 15 & 14 & 8 & 9 & 10 & 10 & 14 \end{matrix} & \end{array}.$$

В матрице B $\underline{v} = 2, \overline{v} = 8$; $i_2 = 3,5,8$ – максиминная стратегия, $j_2 = 5$ – минимаксные стратегии,

$$\max_i \min_j h_{ij} = 2, \min_j \max_i h_{ij} = 8. \ 2 < H < 8.$$

Так как $\underline{v} < \overline{v}$ максиминная и минимаксная стратегии не являются оптимальными [61; 62; 63; 65].

Для нахождения смешанных стратегий для матрицы A воспользуемся пакетом прикладных программ Gambit:

$$x^{1^*} = (0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,1)$$

$$y^{1^*} =$$

$$(0.1111, 0.1111, 0.1111, 0.1111, 0.1111, 0.1111, 0.1111, 0.1111, 0.1111).$$

Математическое ожидание выигрыша находим по формуле:

$$\mathrm{H}_1 = x_1{}^* \mathrm{A} y_1{}^{*\mathrm{T}} \quad \mathrm{H}_1 = 3{,}52$$

Это означает, что если фирма A будет играть свои равновесные стратегии $(x_1{}^*, y_1{}^*)$, то получит прибыль $3{,}52$. Оптимальные смешанные стратегии и значение игры для матрицы B:

$$x_2{}^* = (0.5,0,0,0,0,0,0.5,0,0,0,0,0), \ y_2{}^* = (0,0,0,0,1,0,0,0,0), \ H_2 = 8{,}4.$$

Таким образом, математическое ожидание выигрыша при выборе равновесных стратегий (x_2^*, y_2^*) равно $H_2 = 8{,}4$..

Библиографический список

1. *Ивашов Л.Г., Кефели И.Ф., Малафеев О.А.* Глобальная арктическая игра: тр. науч.-исслед. отд. ин-та военной истории. Т. 9, кн. 1. Обеспечение национальных интересов России в Арктике / Зап. воен. округ, Воен. академ. ген. штаба вооружен. сил Росс. Фед., ин-т военной истории, гос. полярн. академ. Санкт-Петербург: Политехника-Сервис, 2014. С. 21–50.

2. *Ивашов Л.Г., Кефели И.Ф., Малафеев О.А.* Глобальная арктическая игра и ее участники // Геополитика и безопасность, 2014. Вып. 1(25). С. 34–40.

3. *Malafeyev O.A., Neverova E.G., Nemnyugin S.A., Alferov G.V.* Multi-criteria model of laser radiation control, 2014 2nd International Conference on Emission Electronics, ICEE 2014 Joined with 10th International Vacuum Electron Sources Conference, IVESC 2014, International Conference on Computer Technologies in Physical and Engineering Applications, ICCTPEA 2014, 20th International Workshop on Beam Dynamics and Optimization, BDO 2014. Proceedings. P. 33–37.

4. *Дюбин Г.Н., Суздаль В.Г.* Введение в прикладную теорию игр. М.: Наука, 1981. 336 с.

5. *Колпак Е.П., Жукова И.В., Колпак Е.П.* Математическая модель солидной опухоли // Естественные и математические науки в современном мире. 2013. № 13. С. 18–25.

6. *Колпак Е.П., Колбин А.С., Хмельницкий О.К., Курылев А.А., Балыкина Ю.Е., Проскурин М.А., Буре М.В.* Первый в России опыт построения симуляционной модели исходов сахарного диабета 2-го типа с дискретным моделированием событий. Клинико-экономическая экспертиза // Фармакоэкономика. Современная фармакоэкономика и фармакоэпидемиология. 2013. № 2. С. 33–41.

7. *Колпак Е.П., Балыкина Ю.Е., Котина Е.Д., Жукова И.В.* Математическая модель нарушений функционирования щитовидной железы // Молодой ученый. 2014. № 2(61). С. 19–24.

8. *Дроздова И.В., Малафеев О.А., Паршина Л.Г.* Эффективность вариантов реконструкции городской жилой застройки // Экономическое возрождение России. 2008. № 3. С. 63–67.

9. *Колокольцов В.Н., Малафеев О.А.* Динамические конкурентные системы многоагентного взаимодействия и их асимптотическое поведение. Ч. I // Вестник гражданских инженеров. 2010. № 4. С. 144–153.

10. *Гордеев Д.А., Малафеев О.А., Титова Н.Д.* Probabilistic and deterministic model of the influence factors on the activities of the organization to innovate // Экономическое возрождение России. 2011. № 1. С. 73–82.

11. *Гордеев Д.А., Малафеев О.А., Титова Н.Д.* Стохастическая модель принятия решения о выводе на рынок инновационного продукта // Вестник гражданских инженеров. 2011. № 2. С.161–166.

12. *Григорьева К.В., Иванов А.С., Малафеев О.А.* Статистическая коалиционная модель инвестирования инновационных проектов // Экономическое возрождение России. 2011. № 4. С.90–98.

13. *Ершова Т.А., Малафеев О.А.* Конфликтные управления в модели вхождения в рынок // Проблемы механики и управления: Нелинейные динамические системы. Пермь. 2004. Вып. 36. С.19–27.

14. *Малафеев О.А., Грицай К.Н.* Конкурентное управление в моделях аукционов // Проблемы механики и управления: Нелинейные динамические системы. Пермь. 2004. Вып. 36. С. 74–82.

15. *Грицай К.Н., Малафеев О.А.* Задача конкурентного управления в модели многоагентного взаимодействия аукционного типа // Проблемы механики и управления: Нелинейные динамические системы. Пермь. 2007. Вып. 39. С. 36–45.

16. *Малафеев О.А., Соснина В.В.* Модель управления процессом кооперативного трехагентного взаимодействия // Проблемы механики и управления: Нелинейные динамические системы. Пермь. 2007. Вып. 39. С. 131–144.

17. *Парфенов А.П., Малафеев О.А.* Равновесное и компромиссное управление в сетевых моделях многоагентного взаимодействия // Проблемы механики и управления: Нелинейные динамические системы. Пермь. 2007. Вып. 39. С. 154–167.

18. *Григорьева К.В., Малафеев О.А.* Методы решения динамической многокритериальной задачи почтальона // Вестник гражданских инженеров. 2011. № 4. С. 156–161.

19. *Колокольцов В.Н., Малафеев О.А.* Динамические конкурентные системы многоагентного взаимодействия и их асимптотическое поведение. Ч. II // Вестник гражданских инженеров. 2011. № 1. С. 134–145.

20. *Григорьева К.В., Малафеев О.А.* Динамический процесс кооперативного взаимодействия в многокритериальной (многоагентной) задаче почтальона // Вестник гражданских инженеров. 2011. № 1. С. 150–156.

21. *Малафеев О.А., Пахар О.В.* Динамическая нестационарная задача инвестирования проектов в условиях конкуренции // Проблемы механики и управления: Нелинейные динамические системы. Пермь. 2009. Вып. 41. С. 103–108.

22. *Малафеев О.А., Зенович О.С., Севек В.К.* Многоагентное взаимодействие в динамической задаче управления венчурными строительными проектами // Экономическое возрождение России. 2012. № 1. С. 124–131.

23. *Акуленкова И.В., Дроздов Г.Д., Малафеев О.А.* Проблемы реконструкции жилищно-коммунального хозяйства мегаполиса: моногр. СПб гос. ун-т сервиса и экономики. Санкт-Петербург, 2007.

24. *Шкрабак В.С., Малафеев О.А., Скробач А.В., Скробач В.Ф.* Математическое моделирование процессов в агропромышленном производстве. Санкт-Петербург, 2000.

25. *Дроздов Г.Д., Малафеев О.А.* Моделирование многоагентного взаимодействия процессов страхования: моногр. СПб гос. ун-т сервиса и экономики. Санкт-Петербург, 2010.

26. *Малафеев О.А., Бойцов Д.С., Рединских Н.Д., Неверова Е.Г.* Компромисс и равновесие в моделях многоагентного управления в коррупционной сети социума // Молодой ученый. 2014. № 10(69). С. 14–17.

27. *Малафеев О.А., Дзержинский И.И.* О некоторых вычислительных аспектах, связанных с итеративной процедурой решения антагонистических игр // Матер. конф. "Управление в технических, эргодических, организационных и сетевых систе-

мах" / под ред. С.Н. Васильева, И.А. Каляева, Д.А. Новикова, Г.Г. Себрякова. 2012. С. 163.

28. *Колесин И.Д., Малафеев О.А.* Модель территориальной диффузии капитала // Матер. конф. "Управление в технических, эргатических, организационных и сетевых системах" / под ред. С.Н. Васильева, И.А. Каляева, Д.А. Новикова, Г.Г. Себрякова. 2012. С. 1021.

29. *Пичугин Ю.А., Малафеев О.А.* О построении механических торговых систем скальпирующего типа // Матер. конф. "Управление в технических, эргодических, организационных и сетевых системах" / под ред. С.Н. Васильева, И.А. Каляева, Д.А. Новикова, Г.Г. Себрякова. 2012. С. 1072–1073.

30. *Малафеев О.А.* О существовании значения игры преследования // Сибирский журнал исследования операций. 1970. № 5. С. 25–36.

31. *Малафеев О.А.* Ситуации равновесия в динамических играх // Кибернетика и системный анализ. 1974. № 3. С. 111–118.

32. *Малафеев О.А., Зубова А.Ф.* Математическое и компьютерное моделирование социально-экономических систем на уровне многоагентного взаимодействия (Введение в проблемы равновесия, устойчивости и надежности). АООТ "Мобильность-плюс". Санкт-Петербург, 2006.

33. *Зубова А.Ф., Малафеев О.А.* Устойчивость по Ляпунову и колебательность в экономических моделях. Санкт-Петербург: Изд-во НИИ Химии СПбГУ. 2001.

34. *Малафеев О.А., Троева М.С.* Устойчивость и некоторые численные методы в конфликтно управляемых системах. Якутск: Изд-во ЯГУ. 1999.

35. *Малафеев О.А.* Многоагентное взаимодействие в динамических аукционах // Колокольцов В.Н., Малафеев О.А. Введение в анализ многоагентных систем конкуренции и кооперации. Санкт-Петербург, Центр стратегических исследований. СПБ: Изд-во СПБГУСЗ, 2007. С. 263–274. Соавт. Е.М.Ворикова.

36. *Кефели И.Ф., Малафеев О.А.* О математических моделях глобальных геополитических процессов многоагентного взаимодействия: статья в сб. Санкт-Петербург, 2013.

37. *Колокольцов В.Н., Малафеев О.А.* Математическое моделирование многоагентных систем конкуренции и кооперации (Теория игр для всех) / Учеб. пособие. Санкт-Петербург, 2012.

38. *Малафеев О.А., Дроздов Г.Д.* Моделирование процессов в системе управления городским строительством. Санкт-Петербург, 2001. Т. 1.

39. *Малафеев О.А., Дроздов Г.Д.* Моделирование процессов в системе управления городским строительством. Санкт-Петербург, 2001. Т. 2.

40. *Malafeyev O.A., Kolokoltsov V.N.* Understanding game theory. New Jersey, London, World Scientific Publishing Company, 2010. 286 p.

41. *Дроздова И.В., Малафеев О.А., Дроздов Г.Д.* Моделирование процессов реконструкции жилищно-коммунального хозяйства мегаполиса в условиях конкурентной среды: моногр. Санкт-Петербург: СПБ. гос. архитектурно-строительный университет. 2008.

42. *Малафеев О.А.* Управляемые конфликтные системы. Санкт-Петербург: Изд-во СПбГУ. 2000.

43. *Малафеев О.А.* Управление в конфликтных динамических системах. Санкт-Петербург: Изд-во СПбГУ. 1993.

44. *Малафеев О.А., Меркурьев С.П.* Математика и научно-технический прогресс. Гл. 8 // Человек, наука, производство. Перспективы развития. Санкт-Петербург: Изд-во СПбГУ. 1992. Т. 1. Ч. 1. С. 106–119.

45. *Малафеев О.А., Зубова А.Ф., Балахнин П.А.* Устойчивость по Ляпунову и колебательность в экономических моделях. Санкт-Петербург: Изд-во СПбГУ. 2001.

46. *Malafeyev O.A., Medvedeva T.* Dynamics of cooperation of banks on market of depositors and loaners. Proc. Intern. Sci. School ″Modelling and Analysis of Safety Risk and Quality in Complex Systems", June 18–22, 2001. SPB Russia. P. 104–107.

47. *Malafeyev O.A., Viselka A.A.* Dynamical competitive madel of technology diffusion. Proc. Intern. Sci. School ″Modelling and Analysis of Safety Risk and Quality in Complex Systems″, June 18–22, 2001. SPB Russia. P. 168–169.

48. *Malafeyev O.A., Viselka A.A.* A Space Model of War Attrition. The 3rd Moscow Int. Conf. On Oper. Res. ORM2001. Moscow, 2001.

49. *Малафеев О.А., Годунов С.А.* Оптимизация сетевых трафиков. Постсоветстское Градостроительство, Проблемы и перспективы. Санкт-Петербург. 2001. С. 132–133.

50. *Малафеев О.А.* Аппроксимативная формализация качественных задач динамических конфликтов. Теория управления и ее применение к решению социально-экономических проблем. Санкт-Петербург: СПБГУЭиФ, 2001. С. 5–12.

51. *Малафеев О.А., Балдина И.С.* Стохастическое равновесие в общей модели конкурентной динамики // Математическое моделирование и прогноз социально-экономической динамики в условиях конкуренции и неопределенности / Сб. тр. СПБГУ. Изд-во ин-та управления и экономики. 2004. С. 137–141.

52. *Лутманов С.В., Куксенок Л.В., Попова Е.С.* Задачи управления двухзвенным манипулятором с вращательными кинематическими парами // Фундаментальные исследования механики и управления. 2013. № 6. Ч. 4. С. 886–891.

53. *Лутманов С.В., Попова Е.С.* Игровые задачи управления двухзвенным манипулятором с вращательными парами // Проблемы механики и управления. Пермь. 2012. Вып. 44. С. 59–74.

54. *Лутманов С.В., Андрюкова А.А.* Математическая модель игрового управления движением плоского двухзвенного манипулятора // Проблемы механики и управления: Нелинейные динамические системы. Пермь. 2007. Вып. 39. С. 14–26.

55. *Кулагин Е.В., Лутманов С.В., Петухов И.С.* Математическое моделирование управления движением плоского двухзвенного манипулятора // Проблемы механики и управления: Нелинейные динамические системы. Пермь. 2005. Вып. 37. С. 21–34.

56. *Маланин В.В., Остапенко Е.Н., Яковлев В.И.* История кафедры процессов управления и информационной безопасности Пермского государственного университета // Проблемы механики и управления. Нелинейные динамические системы. Пермь. 2009. Вып. 41. С. 187–202.

57. *Курская Н.Н., Маланин В.В., Остапенко Е.Н., Репьях Н.А.* Динамика больших орбитальных космических систем // Проблемы механики и управления. Нелинейные динамические системы. Пермь. 2012. Вып. 44. С. 42–49.

58. *Мухарлямов Р.Г., Абрамов Н.В.* Управление динамикой манипулятора с программными связями // Проблемы механики и

управления. Нелинейные динамические системы. Пермь. 2011. Вып. 43. С. 90–103.

59. *Макеев Н.Н.* Эволюция движения нелинейной системы осцилляторов // Проблемы механики и управления. Нелинейные динамические системы. Пермь. 2012. Вып. 44. С. 74–78.

60. *Макеев Н.Н.* Стационарные движения системы осцилляторов в потенциальном поле // Проблемы механики и управления. Нелинейные динамические системы. Пермь. 2013. Вып. 45. С. 55–67.

61. *Макеев Н.Н.* Приводимая динамическая система геометрической нелинейной динамики // Проблемы механики и управления. Нелинейные динамические системы. Пермь. 2013. Вып.45. С. 67–76.

62. *Макеев Н.Н.* Интеграл действия динамической системы гиростата, движущегося в световом потоке // Проблемы механики и управления. Нелинейные динамические системы. Пермь. 2014. Вып. 46. С. 67–82.

63. *Макеев Н.Н.* Устойчивость стационарных движений твердого тела, движущегося под действием гироскопических сил в пространстве Лобачевского // Проблемы механики и управления. Нелинейные динамические системы. Пермь. 2014. Вып. 46. С. 83–98.