

Чернушкин Андрей Александрович – Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Южный федеральный университет»; e-mail: konsultant87@mail.ru; г. Ростов-на-Дону, ул. Малиновского, 76/2, кв. 50; тел.: 89181034403; факультет математики, механики и компьютерных наук, кафедра прикладной математики и программирования, аспирант.

Chernushkin Andrew Aleksandrovich – Southern Federal University, e-mail: konsultant87@mail.ru, 76/2-50, Malinovskogo street Rostov-on-Don, Russia; phone: 89181034403, the faculty of mathematics, mechanics and computer science; department of applied mathematics and programming; postgraduate student.

УДК 519.865

О.И. Горбанева

**СТАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ УЧЕТА ФАКТОРА КОРРУПЦИИ ПРИ
РАСПРЕДЕЛЕНИИ РЕСУРСОВ В ИЕРАРХИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ
УПРАВЛЕНИЯ***

Рассматривается статическая задача распределения ресурсов в трехуровневой системе. Исследуется влияние механизма коррупции при распределении и использовании ресурсов на экономическую систему, на целевые функции ее участников и на их стратегии. Рассматриваются случаи административного и экономического воздействия вышестоящих уровней на нижестоящие. Оцениваются возможность и способы борьбы с коррупцией в случае применения механизма принуждения и побуждения как со стороны верхнего уровня при воздействии на средний, так и со стороны среднего уровня при воздействии на нижний. Учитываются два типа высшего уровня: заинтересованный и незаинтересованный.

Распределение ресурсов; управляемая динамическая система; устойчивое развитие; равновесие побуждения; равновесие принуждения; модель коррупции.

O.I. Gorbaneva

**STATIC MODELS TAKING INTO ACCOUNT CORRUPTION FACTOR
UNDER RESOURCE ALLOCATION IN HIERARCHICAL CONTROL
SYSTEMS**

The static problem of resource allocation in a three-tier system is considered. The effect of the mechanism of corruption in the resource allocation and resource using in the economic system to objective functions of the participants and their strategies is investigated. The cases of administrative and economic impact of higher levels to the lower level are considered. The corruption fighting possibility and ways in the case of the compulsion and impulsion mechanism applying both by the upper level to mid-level, and by the mid-level to the lower is estimated. Two types of top-level: the interested and disinterested upper levels are taken into account.

Resource allocation; controlled dynamic system; sustainable development; impulsion equilibrium; compulsion equilibrium; corruption model.

Введение. Рассматривается трехуровневая система управления. Нижний уровень производит продукцию и в процессе производства воздействует на управляемую динамическую систему (УДС) [6]–[7]. Средний уровень воздействует на нижний уровень путем побуждения [8] (распределения ресурсов между элементами нижнего уровня) или принуждения [8] (контролирует использование ресурсов). Состояние УДС не входит в сферу интересов среднего уровня. Верхний уровень

* Работа поддержана РФФИ, проект 12-01-00017.

следит за состоянием УДС и, в целях сохранения ее состояния в заданных пределах, воздействует на средний уровень, используя механизмы принуждения (премии, стимулирующие надбавки) и побуждения (ограничения на стратегии). Не исключено, что нижний уровень может прибегнуть к механизму коррупции [1]-[3], [5] для улучшения своей ситуации, а именно для увеличения доли выделенных ему ресурсов или уменьшения контроля над их использованием.

1. Построение математической модели. Введем условные обозначения: M , J_0 , $J_i, i=1, \dots, n$ – целевые функции верхнего, среднего и нижнего уровней соответственно; g_i – производственная функция общесистемной деятельности нижнего уровня с эластичностью производства β ; h_i – производственная функция частной деятельности нижнего уровня с эластичностью производства β ; r_i – доля ресурсов, выделенных средним уровнем нижнему уровню (управляющая величина среднего уровня); u_i – доля ресурсов от r_i , направленная на общесистемные цели (управляющая величина нижнего уровня); b_i – доля ресурсов от r_i , возвращаемая нижним уровнем среднему в качестве взятки (управляющая величина нижнего уровня); q_i – нижняя доля u_i , назначаемая средним уровнем нижнему, меньше которой нижний уровень не может направить ресурсы на общие цели (управляющая величина среднего уровня); s – нижняя доля значений q_i , ниже которой средний уровень не может устанавливать порог доли ресурсов, направленной на общие цели (управляющая величина верхнего уровня); p – доля суммарного дохода от общесистемной деятельности элементов нижнего уровня, достающаяся среднему уровню в качестве стимулирующей величины (премия, зарплата и т.д.) (управляющая величина верхнего уровня); a – граница устойчивого состояния системы; s_0 – минимальная величина s , при которой выполняется условие устойчивого развития

$$\left(\sum_{i=1}^n g_i(s_0 r_i) = a, \text{ при } r_i = \text{const} \right).$$

Учитывая вышесказанное, требование устойчивого развития [7] выражается в том, что суммарный доход от системной деятельности элементов нижнего уровня должен быть не ниже порогового значения a , т.е.

$$\sum_{i=1}^n g_i(u_i r_i) \geq a. \quad (1)$$

Целевая функция верхнего уровня зависит от того, выполняется условие устойчивого развития или нет, т.е.

$$M \left(\sum_{i=1}^n g_i(u_i r_i) - a \right) \rightarrow \max, \quad (2)$$

где $M \left(\sum_{i=1}^n g_i(u_i r_i) - a \right)$ может иметь один из двух видов:

1) $M \left(\sum_{i=1}^n g_i(u_i r_i) - a \right)$ функция вида

$$M \left(\sum_{i=1}^n g_i(u_i r_i) - a \right) = \begin{cases} \text{const}, & \sum_{i=1}^n g_i(u_i r_i) \geq a, \\ -\infty, & \sum_{i=1}^n g_i(u_i r_i) < a. \end{cases}$$

Такому верхнему уровню нужно, чтобы выполнилось условие устойчивого развития хотя бы в виде равенства. Подобный верхний уровень назовем «неинтересованным».

2) функция $M \cdot \left(\sum_{i=1}^n g_i(u_i r_i) - a \right)$ – линейная, где M – положительная кон-

станта. То есть если условие выполняется, то в результате выигрыш верхнего уровня – положительная величина (премия, надбавка), в противном случае – отрицательная (штраф за невыполнение условия устойчивого развития). Такой верхний уровень назовем «заинтересованным».

Верхний уровень управляет величинами s и p , на которые накладываются ограничения:

$$0 \leq s \leq 1, 0 \leq p \leq 1. \quad (3)$$

Целевая функция среднего уровня состоит из дохода, составляющего определенный процент от суммарной системной деятельности элементов нижнего уровня, дохода от своей частной деятельности, дохода от взятки со стороны элементов нижнего уровня.

$$G = p \sum_{i=1}^n g_i(u_i r_i) + H(1 - \sum_{i=1}^n r_i) + \sum_{i=1}^n b_i r_i \rightarrow \max. \quad (4)$$

Средний уровень управляет величинами q_i и r_i , на которые накладываются ограничения:

$$s \leq q_i \leq 1, 0 \leq r_i \leq 1, 0 \leq \sum_{i=1}^n r_i \leq 1 \quad (5)$$

Целевая функция элемента нижнего уровня состоит из дохода от системной деятельности, за вычетом доли, уплачиваемой среднему уровню в качестве премии за выполнение условия устойчивого развития, и дохода от несистемной деятельности.

$$G = (1 - p)g_i(u_i r_i) + h_i((1 - u_i - b_i)r_i) \rightarrow \max. \quad (6)$$

Средний уровень управляет величинами u_i и b_i , на которые накладываются ограничения:

$$q_i \leq u_i \leq 1, 0 \leq u_i + b_i \leq 1, \quad (7)$$

2. Исследование модели. Задача верхнего и нижнего уровня рассматривалась как игра Г2 [4] и исследовалась при помощи теоремы Гермейера [4] в случаях равновесия принуждения и побуждения на каждом уровне.

Ограничимся в этой статье рассмотрением случая принуждения.

Модель в этом случае принимает следующий вид:

Задача верхнего уровня:

$$M \left(\sum_{i=1}^n g_i(u_i r_i) - a \right) \rightarrow \max_s, \quad (8)$$

$$0 \leq s \leq 1, p = \text{const}. \quad (9)$$

Здесь верхний уровень управляет только величиной s , величина p фиксирована.

Задача среднего уровня:

$$G = p \sum_{i=1}^n g_i(u_i r_i) + H(1 - \sum_{i=1}^n r_i) + \sum_{i=1}^n b_i r_i \rightarrow \max_{q_i}, \quad (10)$$

$$s \leq q_i \leq 1, r_i = \text{const}, \quad (11)$$

$$G = (1 - p)g_i(u_i r_i) + h_i((1 - u_i - b_i)r_i) \rightarrow \max_{u_i, b_i}, \quad (12)$$

$$q_i \leq u_i \leq 1, 0 \leq u_i + b_i \leq 1. \quad (13)$$

При нахождении равновесия в данной игре было доказано, что для среднего уровня наиболее выгодна стратегия элемента нижнего уровня (равновесие в игре Г2)

$$b_i = 1 - u_i - \beta \sqrt{\frac{(1 - u_i^\beta) g_i(1)(1 - p)}{h_i(1)}} - \varepsilon, \quad (14)$$

где u_i находится из уравнения

$$p g_i(1) r_i^\beta - r_i u_i^\beta + \frac{\gamma_i}{u_i^{1-\beta}} \beta \sqrt{\frac{(1 - u_i^\beta)^{1-\beta} g_i(1)(1 - p)}{h_i(1)}} = 0. \quad (15)$$

Уравнение (15) в общем случае аналитически не разрешимо, но доказано, что для его решения применим метод дихотомии.

Оптимальная стратегия среднего уровня выглядит следующим образом:

$$q_i = \begin{cases} s, & b_i = 1 - u_i - \beta \sqrt{\frac{(1 - u_i^\beta) g_i(1)}{h_i(1)}}, u_i \text{ находится из (15)} \\ 1, & \text{в противном случае} \end{cases}$$

Оптимальная стратегия верхнего уровня:

1) В случае «незаинтересованного» верхнего уровня $s=s_0$, что, в принципе, сильно мешает коррупции, правда, при уменьшая, возможно, размеры взяток. Но в этом случае условие устойчивого развития выполняется (правда, в виде равенства).

2) В случае «заинтересованного» верхнего уровня $s=1$, что влечет за собой в силу ограничений модели $q_i=1$, $u_i=1$, откуда видно, что коррупция в этом случае искореняется.

Заключение. Доказано, что в случае «заинтересованного» верхнего уровня бороться с коррупцией можно в трех из четырех рассмотренных случаях, а именно в моделях «принуждение-принуждение», «принуждение-побуждение» и «побуждение-принуждение». В остальных случаях, в том числе и во всех случаях при «незаинтересованном» верхнем уровне возможно лишь ограничение механизма коррупции. В ряде случаев удастся добиться того, чтобы элементы нижнего и среднего уровня (в случае «заинтересованного» верхнего уровня) не тратили ресурсы в частных целях: в моделях «принуждение-побуждение» и «побуждение-побуждение». В случае принуждения всегда можно добиться того, чтобы выполнилось условие устойчивого развития, в случае побуждения этого можно добиться лишь при соответствующих условиях.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Угольницкий Г.А., Горбанева О.И. Задача распределения ресурсов в организационной системе с учетом коррупции и ее экологические приложения // Известия высших учебных заведений. Северо-Кавказский регион. Естественные науки. – 2007. – №1. – С. 43-47.
2. Горбанева О.И. Игровые модели распределения ресурсов в иерархических системах вправления качеством речной воды // Математическая теория игр и ее приложения. – 2010. – Т. 2. – Вып. 1. – С. 27-46.
3. Горбанева О.И., Угольницкий Г.А. Модели распределения ресурсов в иерархических системах управления качеством речной воды // Управление большими системами. – 2009. – № 26. – С. 64-80.
4. Кононенко А.Ф. Теория игр и иерархические структуры // Планирование и управление экономическими целенаправленными системами. – Новосибирск: Наука, 1974. – С. 63-72.
5. Рыбасов Е.А., Угольницкий Г.А. Математическое моделирование иерархического управления эколого-экономическими системами с учетом коррупции // Компьютерное моделирование. Экология. / Под ред. Угольницкого Г.А. – М.: Вузовская книга, 2004. – Вып. 2. – С. 46-65.

6. Угольников Г.А. Математическое моделирование иерархического управления устойчивым развитием // Компьютерное моделирование. Экология. // Под ред. Угольникова Г.А. – М.: Вузовская книга, 2004. – Вып. 2. – С. 101-125.
7. Угольников Г.А. Теоретико-игровое моделирование методов иерархического управления устойчивым развитием // Известия РАН. Теория и системы управления. – 2002. – № 1.
8. Ougolnitsky G.A. Game Theoretic Modeling of the Hierarchical Control of Sustainable Development Game // Theory and Applications. – 2002. – Vol. 8. – P. 107-118.

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

Горбанева Ольга Ивановна – Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Южный федеральный университет»; e-mail: gorbaneva@mail.ru; 46880, г. Батайск, ул. Энгельса, 426, кв. 34 тел.: 89188570954; кафедра прикладной математики и программирования; старший преподаватель; к.ф.-м.н.

Gorbaneva Olga Ivanovna – Federal State-Owned Autonomy Educational Establishment of Higher Vocational Education “Southern Federal University”; e-mail: gorbaneva@mail.ru; 426, Engels street, fl. 34, Bataysk, 346882, Russia; phone: 89188570954; the department of applied mathematics and programming; senior lecturer; cand. of phis.-math. sc.

УДК 681.3 / 004.9

Д.А. Жолобов, М.А. Карагуйшиева

МОДЕЛЬ ПЕРСОНАЛИЗАЦИИ МАРШРУТА В МОБИЛЬНОЙ ТУРИСТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЕ

Мобильное устройство уже стало символом современного образа жизни. Мобильные устройства предоставляют возможность реализации широчайшего круга приложений, в том числе транспортных, платежных, организации доступа, идентификационных и информационно-туристических. Туризм является важным сектором экономики для многих городов и стран и, следовательно, областью исследования мобильных технологий. В статье предлагается решение персонализированного доступа к туристическим мобильным социальным информационным услугам с применением новых технологий передачи данных. Основной особенностью работы является решение актуальной задачи персонализации информации, предоставляемой пользователю на мобильном устройстве.

Мобильные туристические системы; технологии передачи данных; персонализация; позиционирование; туризм; социальные сети; маршрут; сервис.

D.A. Zholobov, M.A. Karaguyshieva

THE MODEL FOR ROUTE PERSONALISATION IN THE MOBILE TOURIST SYSTEM

The mobile device has become a symbol of modern lifestyle. Mobile devices provide the ability to implement the widest range of applications, including transportation, payment, organization of access, identification, information and tourism. Tourism is an important economic sector for many cities and countries, and therefore research area of mobile technology. The article proposes a solution for personalized access to mobile social tourist information services using new communications technologies. The main topic of the work is solving the actual problem of personalization of the information provided to the user on the mobile device.

Mobile travel systems; data transmission technology; personalization; positioning; tourism; social networks; route; service.