

Постановка динамических задач управления качеством в организационно-экономической системе в условиях коррупции

М.Б. Агиева

Ингушский государственный университет, Назрань

Аннотация: Предложены постановки двухуровневых и трехуровневых динамических моделей управления качеством в организационно-экономической системе при коррупции в разностно-игровой формулировке. Показатель качества рассматривается как переменная состояния, которая изменяется со временем в силу некоторого уравнения динамики. Выполнение определенных требований к качеству считается обязательным, в трехуровневой модели за нарушение этого требования налагаются штрафы.

Ключевые слова: борьба с коррупцией, динамические модели управления, управление качеством.

Введение

Концепция управления качеством в организациях на базе процессного подхода рассматривается в работах [1,2]. В статье [3] исследована модель управления качеством в производственной системе. В работах [4,5] приводятся примеры теоретико-игрового моделирования коррупции в организациях. Математический аппарат динамических игр описан в [6,7].

В настоящей работе рассматриваются теоретико-игровые постановки задач управления качеством в организационно-экономической системе при коррупции. В этом случае показатель качества рассматривается, как переменная состояния, которая изменяется со временем в силу некоторого уравнения динамики. Время предполагается дискретным, поэтому общий выигрыш игрока представляет собой сумму его текущих выигрышей на конечном периоде времени. Сначала исследуется динамическая двухуровневая модель типа "контролер-агент".

Предполагается, что выполнение условия гомеостаза обязательно для агента, но он может ослабить соответствующее требование путем дачи взятки контролеру. Затем эта модель дополняется явным учетом ещё одного

уровня управления - центра, который может штрафовать двух остальных игроков при обнаружении взятки.

Двухуровневая модель управления качеством с учетом коррупции

Схема двухуровневой модели управления качеством в организационно-экономической системе типа "контролер-агент" с учетом возможной коррупции, показана на рис. 1.

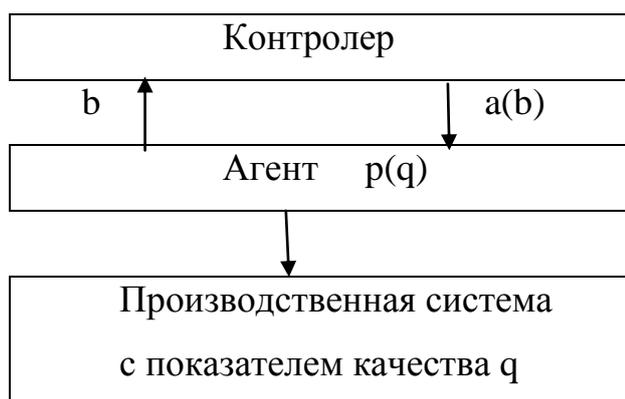


Рис. 1. Схема двухуровневой модели "контролер-агент" управления качеством с учетом возможной коррупции

Согласно представленной схеме, субъектами управления являются контролер и агент. Производственная функция агента $p(q)$ описывает его доход в зависимости от значения показателя качества q . Часть полученного дохода I агент тратит на поддержание качества, оставшаяся часть формирует его прибыль. Считается, что агент обязан выполнять условие гомеостаза $q \geq a_0$, определяющее требования к качеству. Однако, выполнение условия гомеостаза отслеживается контролером, который может ослаблять его в силу функции $a(b)$ в обмен на взятку b от агента. В динамике описанный процесс происходит в течение конечного периода времени T с дискретным шагом t .

Динамическая постановка задачи управления имеет следующий вид:

$$G_1 = \sum_{t=1}^T g_1^t = \sum_{t=1}^T b^t \rightarrow \max \quad (1)$$

$$a(b) \in A; A = \{a : a(0) = a_0; 0 \leq a(b) \leq a_0\}; \quad (2)$$

$$G_2 = \sum_{t=1}^T g_2^t = \sum_{t=1}^T (1 - b^t - I^t) p(q^t) \rightarrow \max \quad (3)$$

$$b^t \geq 0; I^t \geq 0; b^t + I^t \leq 1; \quad (4)$$

$$q^t \geq a(b^t);$$

(5)

$$q^{t+1} = I^t p(q^t) - \mu q^t, \quad q^0 = q_0; \quad t = 0, 1, 2, \dots, T. \quad (6)$$

Здесь G_1, G_2 - общие выигрыши контролера и агента, соответственно за период T ; g_1^t, g_2^t - их текущие выигрыши на шаге t ; $p(q^t)$ - производственная функция агента на шаге t ; b^t - доля взятки ("отката") в доходе агента на шаге t ; I^t - доля инвестиций в поддержание качества в доходе агента на шаге t ; $a(b^t)$ - функция коррупции контролера на шаге t ; a_0 - исходное пороговое значение показателя качества, обеспечивающее гомеостаз; μ - коэффициент снижения качества при отсутствии инвестиций; q_0 - начальное значение показателя качества.

Разностная игра (1) - (6) с фазовыми ограничениями (5) реализуется в соответствии со следующим регламентом. На каждом шаге дискретного времени $t=1, 2, \dots, T$:

- 1) зная функцию $a(b)$, агент выбирает значения управлений b^t, I^t ;
- 2) вычисляются значения $a(b^t), p(q^t), q^{t+1}$;
- 3) если $q^{t+1} \geq a(b^t)$, то $t := t + 1$, иначе возврат на шаг 1).

При идентификации модели (1)-(6) используются следующие соображения. Функция коррупции контролера описывает попустительство [8,9], что отражено условиями (2). Функция $a(b)$ монотонно убывает на

отрезке $[0,1]$. В отсутствие коррупции ($b = 0$), значение функции совпадает с исходным (например, установленным законодательно или организационным регламентом) значением a_0 , а при максимальном откате ($b = 1$) - контролер полностью отказывается от проверки условия гомеостаза.

Функция дохода агента в зависимости от значения показателя качества обладает стандартными свойствами производственной функции: она монотонно возрастает на отрезке допустимых значений, обращается в ноль при нулевом значении качества, имеет неотрицательную первую и неположительную вторую производную. Поэтому для ее идентификации естественно использовать степенную функцию (рис. 2).

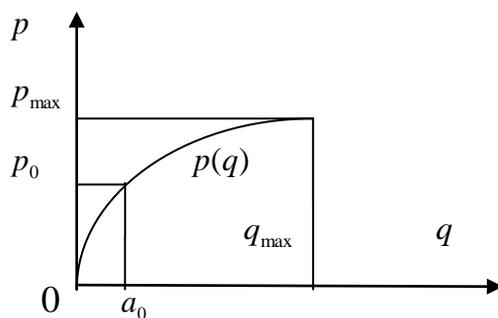


Рис. 2. График функции дохода агента в зависимости от качества

Заметим, что в случае коррупции значение качества может опускаться ниже порогового значения a_0 , определяющего гомеостаз. При этом значение дохода уменьшается. Однако, для достижения некоторого значения $a(b) < a_0$ показателя качества может оказаться достаточной меньшая доля инвестиций I . Поэтому, в зависимости от соотношения значений модельных параметров и вида функций $a(b), p(q)$ агент должен решать, нужно ли ему давать взятку, и в каком объёме.

Трёхуровневая модель управления качеством с учетом коррупции

Теперь дополним модель явным учетом верхнего уровня управления, центра, который может штрафовать контролера и агента при обнаружении факта

дачи взятки. Схема трехуровневой модели управления качеством в организационно-экономической системе типа "центр-контролер-агент" с учетом возможной коррупции и борьбы с ней, показана на рис. 3.



Рис. 3. Схема трехуровневой модели "центр-контролер-агент" управления качеством с учетом возможной коррупции и борьбы с ней.

Здесь предполагается, что при обнаружении коррупции центр может штрафовать контролера и агента. Величины соответствующих штрафов $s_1(a), s_2(a)$ представляют собой функции от порогового значения показателя качества a , устанавливаемого в силу коррупции $a(b)$. Эти функции считаются заданными. Однако, для поимки взяточника, центр должен предпринять определенные усилия. Величина этих усилий z - управляющая переменная центра, которая служит аргументом двух функций: вероятности обнаружения взятки $P(z)$ и затрат на ее обнаружение $C(z)$. В случае наличия коррупции ($a(b) < a_0$) на центр налагается условный штраф (оценка его потерь), пропорциональный отклонению $a_0 - a$ с коэффициентом M .

Динамическая постановка этой задачи управления имеет вид:

$$G_0 = \sum_{t=1}^T g_0^t = \sum_{t=1}^T [s_1(a) + s_2(a)]P(z) - C(z) - M(a_0 - a) \rightarrow \max \quad (7)$$

$$z \geq 0; \quad (8)$$

$$G_1 = \sum_{t=1}^T g_1^t = \sum_{t=1}^T (b^t - s_1(a)P(z)) \rightarrow \max \quad (9)$$

$$a(b) \in A; A = \{a : a(0) = a_0; 0 \leq a(b) \leq a_0\}; \quad (10)$$

$$G_2 = \sum_{t=1}^T g_2^t = \sum_{t=1}^T [(1 - b^t - I^t)p(q^t) - s_2(a)P(z)] \rightarrow \max \quad (11)$$

$$b^t \geq 0; I^t \geq 0; b^t + I^t \leq 1; \quad (12)$$

$$q^t \geq a(b^t); \quad (13)$$

$$q^{t+1} = I^t p(q^t) - \mu q^t, \quad q^0 = q_0; \quad t = 0, 1, 2, \dots, T. \quad (14)$$

Здесь, по сравнению с моделью (1)-(6), добавлены следующие обозначения: G_0 - общий выигрыш центра за период T ; g_0^t - его текущий выигрыш на шаге t ; $s_1(a), s_2(a)$ - функции штрафов контролера и агента центром; z - величина усилий центра по обнаружению коррупции; $C(z)$ - функция соответствующих затрат центра; $P(z)$ - вероятность обнаружения коррупции; M - коэффициент штрафа центра при наличии коррупции.

Регламент разностной игры (7)-(14) с фазовыми ограничениями (13) остается прежним, при этом контролер и агент знают функции штрафов $s_1(a), s_2(a)$ и величину усилия центра z . Функция затрат на обнаружение коррупции $C(z)$ возрастающая и выпуклая, $C(0) = 0$. Функция вероятности обнаружения $P(z)$ возрастающая и вогнутая, $P(0) = 0$. Функции штрафов контролера и агента $s_1(a), s_2(a)$, как и в случае центра, естественно считать линейно пропорциональными величине отклонения $a_0 - a$.

Заключение

Исследование влияния коррупции на управление качеством в организационно-экономических системах имеет большое прикладное значение. Для решения этой задачи предлагается использовать динамические теоретико-игровые модели управления. Аналитическое решение таких моделей представляется крайне затруднительным, поэтому предполагается исследовать их с помощью вычислительных экспериментов с программными реализациями этих моделей. При этом целесообразно использовать метод качественно репрезентативных сценариев имитационного моделирования [10]. Выгодность использования коррупционных стратегий зависит от соотношения модельных параметров. Соответственно, анализ модели позволит выявить условия невыгодности коррупции и сформулировать рекомендации по ее ограничению.

Литература

1. Deming W. Edwards. The New Economics for Industry, Government, Education. MIT Press, 2000. 251 p.
2. Ishikawa K. Introduction to Quality Control. Tokyo: 3A Corporation, 1990. 435 p.
3. Корниенко С. А., Угольницкий Г.А. Оценка качества в производственных системах различной структуры. Управление большими системами: сборник трудов. 2010. № 30-1. С. 319-336.
4. Козлов К.В. Динамическая модель производства общественного блага с учетом коррупционного распределения ресурсов и частных интересов // Инженерный вестник Дона. 2019. №5. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n5y2019/5992.
5. Мальсагов М.Х., Угольницкий Г.А. Дифференциально-игровые модели коррупции при распределении ресурсов // Инженерный вестник Дона. 2018. №2. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2y2018/4984.



6. Basar T., Olsder G.Y. Dynamic Noncooperative Game Theory. SIAM, 1999. 506 p.
7. Dockner E., Jorgensen S., Long N.V., Sorger G. Differential Games in Economics and Management Science. Cambridge University Press, 2000. 382 p.
8. Горбанева О.И., Усов А.Б., Угольницкий Г.А. Модели коррупции в иерархических системах управления. Проблемы управления. 2015. № 1. С. 2-10.
9. Gorbaneva O.I., Ougolnitsky G.A., Usov A.B. Modeling of Corruption in Hierarchical Organizations. N.Y.: Nova Science Publishers, 2016. 552 p.
10. Ougolnitsky G.A., Usov A.B. Computer Simulations as a Solution Method for Differential Games. Computer Simulations: Advances in Research and Applications. Eds. M.D. Pfeffer and E. Bachmaier. N.Y.: Nova Science Publishers, 2018. P.63-106.

References

1. Deming W. Edwards. The New Economics for Industry, Government, Education. MIT Press, 2000. 251 p.
 2. Ishikawa K. Introduction to Quality Control. Tokyo: 3A Corporation, 1990. 435 p.
 3. Kornienko S.A., Ugolnitskiy G.A. Upravlenie bolshimi sistemami. Spetsialniy vypusk 30.1 «Setevye modeli v upravlenii». M.: IPU RAN, 2010. pp.319-336.
 4. Kozlov K.V. Inzhenernyj vestnik Dona, 2019, №5. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n5y2019/5992.
 5. Malsagov M.Kh., Ugolnitskiy G.A. Inzhenernyj vestnik Dona, 2018, №2. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2y2018/4984.
 6. Basar T., Olsder G.Y. Dynamic Noncooperative Game Theory. SIAM, 1999. 506 p.
-



7. Dockner E., Jorgensen S., Long N.V., Sorger G. Differential Games in Economics and Management Science. Cambridge University Press, 2000. 382 p.
8. Gorbaneva O.I., Ugolnitskiy G.A., Usov A.B. Problemy upravleniya, 2015, №1. pp.2-10.
9. Gorbaneva O.I., Ougolnitsky G.A., Usov A.B. Modeling of Corruption in Hierarchical Organizations. N.Y.: Nova Science Publishers, 2016. 552 p.
10. Ougolnitsky G.A., Usov A.B. Computer Simulations as a Solution Method for Differential Games. Computer Simulations: Advances in Research and Applications. Eds. M.D. Pfeffer and E. Bachmaier. N.Y.: Nova Science Publishers, 2018. pp.63-106.