

Управление качеством в организационной системе в условиях коррупции

М.Б. Агиева, М.Т. Агиева, Д.В. Попович

Южный федеральный университет, Ростов-на-Дону

Аннотация: Моделируется поведение участников производственного процесса на предприятии в случаях двухуровневой и трёхуровневой иерархии в условиях коррупции, проверки продукции на качество и возможного наказания игроков. Приведены формулы взаимодействия игроков и их равновесные стратегии. Функции задаются стандартными экономическими формулами. Программным путём получено равновесие Штакельберга для двухуровневой системы в статике, для трёхуровневой в динамике. Полученные результаты дают основание для практических рекомендаций по борьбе с коррупцией.

Ключевые слова: имитационное моделирование, равновесие Штакельберга, иерархическая система, теоретико-игровое моделирование, коррупция в организациях.

Введение

В настоящей работе рассматриваются иерархические теоретико-игровые постановки задач управления качеством в иерархической организационно-экономической системе при коррупции. В качестве математических моделей используются игры Гермейера вида Г1 (игры Штакельберга) [1-3]. Здесь показатель качества рассматривается как переменная состояния, изменяющаяся в силу уравнения динамики. Сначала исследована двухуровневая модель управления качеством, далее она усложнена до трехуровневой. Считается, что условие гомеостаза, обязательное для агента, может быть ослаблено в силу дачи взятки контролеру, который, в свою очередь, извлекает из этого основную выгоду [4-6]. Выигрыш агента строится из минимизации его затрат на «откат», затрат на производство продукции и обеспечение качества изделия. При дополнении системы центром, на контролера и агента накладываются штрафы при наличии коррупции, выгода же самого центра основана на увеличении вероятности обнаружении взятки с учетом затрат собственных

средств [7-9]. В качестве основного метода исследования используется имитационное моделирование [10].

Выбор функций для двухуровневой системы

Часть значений, такие, как размер «отката» и усилия по производству, изначально линейны. Те функции, которые являются производными от некоторых показателей, имеют стандартный вид. Это производственная функция агента и функция послабления требований к нему.

Таким образом, начальный набор функций имеет вид:

$$p(q) = \sqrt{q}; \quad a(b) = (1 - b)^2,$$

где q – показатель качества продукции, b – размер взятки агента контролеру, $p(q)$ – производственная функция агента, $a(b)$ – функция послабления требований контролера, I – функция поддержания качества.

Исходя из полученного набора функций, выигрыши игроков формируются следующим образом:

$$G_0 = b; \quad G_1 = (1 - b - I) * p(q),$$

G_0 – функция выигрыша контролера, G_1 – функция выигрыша агента.

Равновесие Штакельберга для двухуровневой системы

Равновесие Штакельберга было найдено программным путем на основе метода качественно репрезентативных сценариев имитационного моделирования [10]. Результатами стали нулевые усилия по проделанной работе, нулевое качество изделия, стопроцентный размер «отката». При этом выигрыш агента равен нулю, а выигрыш контролера максимален и равен размеру отката. Итоговые значения были получены на выборках данных разной размерности.

Полученные результаты говорят о редкости ситуации в реальной жизни. Их можно трактовать как требования, чтобы агент каждый раз давал

максимально возможный размер взятки контролеру, чтобы просто сохранить рабочее место. Контролеру же ничего не мешает каждый раз делать его выигрыш максимальным, поэтому дальнейшее рассмотрение ситуации в динамике не имеет смысла.

Выбор функций для трёхуровневой системы

Здесь по сравнению с предыдущей моделью добавлен ряд функций, которые имеют непосредственное влияние на систему. В первую очередь это величина усилий центра для обнаружения коррупции, две её характеристики: вероятность поимки взяточников и затраты на поимку, а также наказания игроков в случае обнаружения «отката».

Усилия центра по поимке взяточников – линейная функция в рамках задачи, она имеет единственную интерпретацию. Её характеристики оказывают сложное влияние на выигрыши игроков, поэтому задача рассмотрена в случае нескольких вариаций.

Функции штрафов контролера и агента, как и функция, участвующая в выигрыше центра, считаются линейно пропорциональными отклонению от ситуации с отсутствием коррупции.

Таким образом, новые функции, добавленные к модели, имеют вид:

$$P(z) = z^2; \quad C(z) = z; \quad s_{1,2}(a) = a_0 - a(b),$$

где z – величина усилий центра по поимке взяточников, a_0 – исходное пороговое значение показателя качества, $P(z)$ – вероятность их поимки, $C(z)$ – затраты центра на поимку, $s_1(a)$ и $s_2(a)$ – штрафы контролера и агента в случае обнаружения взятки соответственно.

Помимо стратегий, изменены и функции выигрышей игроков. Эти функции, в свою очередь, для центра, контролера и агента соответственно имеют вид:

$$G_0 = (s_1(a(b) + s_2(a(b)) * P(z) - C(z) - M * (a_0 - a(b)));$$

$$G_1 = b - s_1(a(b) * P(z); \quad G_2 = (1 - b - I) * p(q) - s_2(a(b)),$$

где G_0 – функция выигрыша центра, G_1 – функция выигрыша контролера, G_2 – функция выигрыша агента.

Равновесие Штакельберга для трехуровневой системы

Аналогично случаю двухуровневой системы равновесие Штакельберга было найдено программным путем, методом качественно репрезентативных сценариев (КРС ИМ) [10]. Изначально в статике были получены результаты, показанные на рис. 1:

```
Полученное качество работы: 0.0 ; Нужная взятка 0.5 ; Приложенные усилия 0.5 ; Усилия на поимку: 1.0  
Выигрыши центра, контролера, агента: -0.25 ; -0.25 ; -0.75 .
```

Рис. 1. Случай [0, 0.5, 1]

Так как итоговое качество работы нулевое, дальнейшие результаты вполне предсказуемы. При продолжении этого случая в динамике результаты показаны на рис. 2:

```
Полученное качество работы: 0.0 ; Нужная взятка 0.0 ; Приложенные усилия 1.0 ; Усилия на поимку: 1.0  
Выигрыши центра, контролера, агента: -1.0 ; 0.0 ; 0.0 .
```

Рис. 2. Вторая итерация [0, 0.5, 1]

На второй итерации случая динамики чётко видно, что с каждым разом центр будет терять в доходе, а игроки, получившие отрицательный выигрыш на первом шаге, будут получать нулевые дивиденды далее.

Далее в соответствии с методом КРС ИМ игровая выборка расширялась и в итоге, при достаточном уменьшении шага были получены совершенно другие результаты (рис. 3):

```
Полученное качество работы: 0.96 ; Нужная взятка 0.08 ; Приложенные усилия 0.92 ; Усилия на поимку: 1.0  
Выигрыши центра, контролера, агента: -0.8464 ; -0.07359999999999996 ; -0.15359999999999996 .
```

Рис.3. Случай [0, 0.04, 0.08, ..., 0.92, 0.96, 1]

Полученные результаты говорят о том, что качество продукции постепенно уменьшается и имеет смысл перейти к случаю динамики. Теперь требуемый порог качества стал ниже и при продолжении вычисления значений переменных на каждом шаге полученное качество статично, это говорит о том, что равновесие в динамике найдено (рис.4):

Полученное качество работы: 0.96 ; Нужная взятка 0.08 ; Приложенные усилия 0.92 ; Усилия на поимку: 1.0
Выигрыши центра, контролера, агента: -0.8464 ; -0.07359999999999996 ; -0.15359999999999996 .

Рис.4. Последующие итерации случая $[0, 0.04, 0.08, \dots, 0.92, 0.96, 1]$

После получения равновесия на каком-либо шаге требуется проверка, является ли оно общим. Для этого выборка продолжает рост (рис.5):

Полученное качество работы: 0.99 ; Нужная взятка 0.06 ; Приложенные усилия 0.94 ; Усилия на поимку: 1.0
Выигрыши центра, контролера, агента: -0.88359999999999999 ; -0.056400000000000006 ; -0.116400000000000006 .

Рис.5. Случай $[0, 0.01, 0.02, \dots, 0.98, 0.99, 1]$

Для этого случая при обычных вычислительных возможностях переход к динамике становится неактуальным, так как в динамике при поиске равновесия и последующего качества продукции ухудшение качества становится совсем незначительным и на всех шагах получается один и тот же результат.

Заключение

В результате исследования получена связь трёх участников производственного процесса на предприятии. Эта связь была отображена с помощью имитационной математической модели, которая далее была решена в статическом и динамическом случаях методом качественно репрезентативных сценариев. Полученные результаты говорят об оптимальных действиях игроков и о том, что участники получают отрицательные выигрыши. Причиной этого является то, что центр и контролер не получают никакой выгоды от качества произведенной продукции. При этом центр тратит все средства на слежку за злоумышленниками, что в реальных системах малоприменимо. Таким

образом, получены условия для совершенствования модели и получения новых ограничений.

Литература

1. Гермейер Ю.Б. Игры с непротивоположными интересами. М.: Наука, 1976. 328 с.
2. Горелик В.А., Горелов М.А., Кононенко А.Ф. Анализ конфликтных ситуаций в системах управления. М.: Радио и связь, 1991. 288 с.
3. Горелов М.А., Кононенко А.Ф. Динамические модели конфликтов. III. Иерархические игры // Автоматика и телемеханика. 2015. №2. С.89–106.
4. Rose-Ackerman S. The economics of corruption // Journal of Public Economics. 1975. №4. pp.187-203.
5. Shleifer A., Vishny R. Corruption // Quarterly Journal of Economics. 1993. №108. pp.599-617.
6. Kahana N., Qijun L. Endemic corruption // European Journal of Political Economy. 2010. №26. pp.82-88.
7. Мальсагов М.Х. Модель экономической коррупции как игра в развёрнутой форме // Инженерный вестник Дона. 2018. №4. ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2018/5381.
8. Мальсагов М.Х. Модели комплексного оценивания и кадровой оптимизации работы факультета // Инженерный вестник Дона. 2019. №1. ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2019/5624.
9. Ngendafuriyo F., Zaccour G. Fighting corruption: to precommit or not? // Economic Letters. 2013. №120. pp.149-154.
10. Law W., Kelton A. Simulation Modeling and Analysis. McGraw-Hill, 2000. P. 986.

References

1. Germejer Ju.B. Igrы s neprotivopolozhnyimi interesami [Games with non-opposing interests]. 1976. 328 p.
-



2. Gorelik V.A., Gorelov M.A., Kononenko A.F. Analiz konfliktnykh situatsij v sistemah upravlenija [Analysis of conflict situations in management systems]. 1991. 288 p.
3. Gorelov M.A., Kononenko A.F. Avtomatika i telemehanika [Automation and telemechanics]. 2015. №2. pp.89-106.
4. Rose-Ackerman S. Journal of Public Economics. 1975. №4. pp.187-203.
5. Shleifer A., Vishny R. Quarterly Journal of Economics. 1993. №108. pp.599-617.
6. Kahana N., Qijun L. European Journal of Political Economy. 2010. №26. pp.82-88.
7. Mal'sagov M.H. Inzhenernyj vestnik Dona. 2018. №4. ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2018/5381.
8. Mal'sagov M.H. Inzhenernyj vestnik Dona. 2019. №1. ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2019/5624.
9. Ngendafuriyo F., Zaccour G. Economic Letters. 2013. №120. pp.149-154.
10. Law W., Kelton A. Simulation Modeling and Analysis. 2000. P. 986.