УДК 519.8

СОГЛАСОВАННОЕ ИНФОРМАЦИОННОЕ УПРАВЛЕНИЕ

А.Г. Чхартишвили

Предложена модель согласованного информационного управления, когда агенты осведомлены о факте осуществления центром управления и, тем не менее, доверяют его сообщениям. Выявлены условия, при которых такое управление существует, доказаны некоторые его свойства.

Ключевые слова: несогласованное, согласованное информационное управление, равновесие Нэша.

ВВЕДЕНИЕ

Данная работа посвящена моделированию информационного управления рациональными субъектами, которых далее будем называть агентами. Для описания агента требуется задать три основных детерминирующих его компонента — множество возможных действий (стратегий), предпочтения агента на множестве исходов (целевую функцию) и информированность агента, проще говоря — что агент может, что он хочет и что он знает.

Управление агентом состоит в целенаправленном воздействии на тот или иной компонент — множество возможных действий (институциональное управление), целевую функцию (мотивационное управление), информированность (информационное управление) (подробнее о различных типах управления см., например, в книге [1]).

Информационное управление является предметом рассмотрения в работах [2—4]. В них информационное управление исследовалось в предположении, что управляющий орган — центр — может формировать у агентов любую структуру информированности (из заданного класса структур). Наиболее простой случай выполнения этого предположения — полное доверие агента центру, т. е. принятие всех сообщений центра в качестве истинных. Управление в такой ситуации назовем *несогласованным информационным управлением* — управление осуществляется, однако агент его не осознает, т. е. не осознает тот факт, что центр сообщает ту или иную информацию в собственных интересах.

В настоящей работе предлагается модель *согласованного информационного управления*, когда агенты осведомлены о факте осуществления центром управления и, тем не менее, доверяют сообщениям центра. Ясно, что для реализации такого типа информационного управления требуется выполнение достаточно специфических условий, выявление и исследование которых составляет основное содержание данной работы.

Отметим, что игры с сообщением информации подробно исследовались специалистами по теории игр (см. обзор [5]), при этом основным инструментом исследования обычно служит так называемое совершенное байесово равновесие (perfect Bayesian equilibrium) — см., например, работы [6, 7]. В настоящей работе ситуация с сообщением информации рассматривается скорее с точки зрения теории управления, что позволяет избежать необходимости нахождения байесова равновесия в игре центра и агента (агентов).

Далее в § 1—3 рассмотрен случай одного агента, в § 4 — обобщение на случай нескольких агентов.

1. НЕСОГЛАСОВАННОЕ ИНФОРМАЦИОННОЕ УПРАВЛЕНИЕ

Рассмотрим на примере простейшую схему несогласованного информационного управления.

Пример 1. Пусть имеется агент, целевая функция (функция полезности) которого имеет следующий вид:

$$f(\theta, x) = \theta x - x^2/2.$$

Здесь — неопределенный параметр — случайная величина, принимающая каждое значение из множества $\Theta = \{1, 3, 7\}$ с одинаковой вероятностью 1/3; $x \in [0; +\infty)$ — действие, свободно выбираемое агентом. Одна из возможных экономических интерпретаций такова: агент является производителем некоторого товара, рыночная цена θ на который заранее не известна (является случайной величиной). Затраты агента на производство x единиц товара составляют $x^2/2$. Тогда целевая функция $f(\theta, x)$ — это прибыль агента, математическое ожидание $E_\theta f(\theta, x)$ которой он стремится максимизировать.

Таблица 1

Сообщения центра и действия агента в примере 1

Сообщения центра	Действия агента
{1}	1
{3}	3
{7}	7
{1, 3}	2
{1, 7}	4
{3, 7}	5
{1, 3, 7}	11/3

Поскольку функция $f(\theta, x)$ линейна по θ, для ее математического ожидания справедливо следующее соотношение:

$$E_\theta f(\theta, x) = E\theta \cdot x - x^2/2. \qquad (1)$$

(через $E\theta$ обозначено математическое ожидание случайной величины θ). Находя максимум функции (1), агент может определить свое оптимальное действие:

$$x^* = E\theta = \frac{1}{3} \cdot 1 + \frac{1}{3} \cdot 3 + \frac{1}{3} \cdot 7 = \frac{11}{3}.$$

Пусть теперь в ситуации присутствует также центр, осуществляющий информационное управление, сообщая множество значений неопределенного параметра (считаем, что центр информирован о значении θ, а агент относится к сообщениям центра с полным доверием). Например, если центр сообщит агенту множество {1, 3} (т. е. значение $\theta = 7$ невозможно, а вероятности значений $\theta = 1$ и $\theta = 3$, пересчитанные по формуле Байеса, равны по 1/2), то агент рассчитает свое оптимальное действие по иному:

$$x^* = \frac{1}{2} \cdot 1 + \frac{1}{2} \cdot 3 = 2.$$

Рассматривая последовательно все возможные сообщения центра, можно определить все действия агента, которые он выбирает в результате того или иного информационного управления — см. табл. 1.

Таким образом, центр может, путем надлежащего сообщения, добиться любого действия агента из множества {1, 2, 3, 11/3, 4, 5, 7}. Ясно, что центру следует выбрать такое сообщение, чтобы соответствующее этому сообщению действие агента было наиболее выгодным для него. ♦

2. МОДЕЛЬ СОГЛАСОВАННОГО ИНФОРМАЦИОННОГО УПРАВЛЕНИЯ

Рассмотрим менее выгодную для центра ситуацию, когда агент не принимает на веру любые сообщения центра. Ход мыслей такого «недоверчивого» агента примерно таков: «Центр своим сообщением пытается добиться от меня соответствующего образа действия. Но это мое действие выгодно центру. Выгодно ли оно также и мне?».

В этом случае для осуществления информационного управления требуется, чтобы оно учитывало интересы как центра, так и агента. Для формализации этого требования введем в рассмотрение целевую функцию центра $F(\theta, x)$, зависящую от тех же величин θ (неопределенный параметр — случайная величина с известным распределением) и x (действие агента). Сообщение центра будем обозначать s и считать, что оно принадлежит фиксированному множеству возможных сообщений S.

Тогда стратегией центра — управлением — является выбор сообщения в зависимости от известного ему состояния природы, т. е. выбор функции $s(\theta)$. Стратегией же агента является выбор действия x в зависимости от сообщения центра, т. е. выбор функции $x(s)$.

Формализуем порядок взаимодействия центра и агента (множество Θ и вероятностное распределение на нем считаем общеизвестными).

Шаг 1. Центр сообщает агенту функцию $s(\theta)$: $\Theta \to S$.

Шаг 2. Центр узнает истинное значение θ.

Шаг 3. Центр сообщает значение $s \in S$.

Шаг 4. Агент выбирает действие $x = x(s)$.

Заметим, что сообщения центра интересуют агента лишь постольку, поскольку он может уточнить множество значений неопределенного параметра θ, т. е. агента, получившего на шаге 3 сообщение s, интересует лишь множество $\{\theta \in \Theta | s(\theta) = s\}$. Поэтому можно считать, не ограничивая общности, что на шаге 1 центр сообщает агенту некоторое разбиение множества Θ. Множество Θ будем пока считать конечным, тогда разбиение имеет вид

$$S = \{\Theta_1, ..., \Theta_m\},$$

где $\Theta_1 \cup ... \cup \Theta_m = \Theta$, $\Theta_i \neq \varnothing$, $i \in M = \{1, ..., m\}$, $\Theta_i \cap \Theta_j = \varnothing$ при $i \neq j$. Множества Θ_i будем называть *частями* разбиения S.

На шаге 3 центр сообщает агенту одно из множеств $\Theta_i \in S$, $i \in M$. Если агент, получив сообщение центра $\Theta_i \subset \Theta$, доверяет этому сообщению, то его оптимальное действие максимизирует условное математическое ожидание целевой функции при множестве значений θ, суженном с Θ до Θ_i:

$$X_i^* = \operatorname*{Argmax}_{x \in X} E_{\theta \in \Theta_i} f(\theta, x), \quad i = 1, ..., m. \qquad (2)$$

Обозначим множество всех оптимальных действий агента (при каком-либо сообщении центра из разбиения S) через X^*:

$$X^* = X_1^* \cup ... \cup X_m^*.$$

Информационное управление будет согласованным, если для любого значения $\theta \in \Theta$ центру выгодно сообщить агенту ту часть разбиения S, которая содержит θ (при этом агенту выгодно доверять центру). Формально это требование можно записать следующим образом:

$$\forall i \in M \quad \forall \theta \in \Theta_i \quad \forall x^* \in X_i^* \quad \forall x \in X^*$$
$$\text{либо } x \in X_i^*, \text{ либо } F(\theta, x^*) \geq F(\theta, x). \qquad (3)$$

Назовем требование (3) *условием согласованности.*

Если условие (3) выполнено и агент доверяет центру, то центру выгодно делать только правдивые сообщения. Если условие (3) выполнено и центр делает только правдивые сообщения, то агенту выгодно доверять центру.

Выполнение или невыполнение условия (3) обусловлено разбиением S (поскольку им однозначно определяются количество частей разбиения m и сами эти части Θ_i, а также множества X_i^*, $i = 1, ..., m$). Поэтому выполнение условия (3) означает *согласованность* разбиения S и, в целом, *согласованность* информационного управления на основе разбиения S.

Замечание. В приведенных рассуждениях множество Θ предполагалось конечным. В частности, в силу этого конечным было разбиение S. Однако нетрудно видеть, что рассуждения остаются справедливыми и для случая бесконечного множества Θ. При бесконечном множестве Θ разбиение S также может (хотя и не обязано) быть бесконечным: $S = \{\Theta_\alpha\}$, $\alpha \in А$, где А — некоторое множество индексов. При этом, однако, необходимо потребовать, чтобы каждая часть Θ_α разбиения S была измеримой по Борелю, что позволяет использовать математическое ожидание для расчета оптимального действия агента. ♦

Пример 1 (продолжение). Пусть агент уже не такой «доверчивый», как ранее, и центру требуется осуществлять согласованное информационное управление. Пусть при этом целевая функция центра имеет следующий вид:

$$F(\theta, x) = \gamma\theta x - x^2/2,$$

где $x \geq 0$ — действие агента, θ — неопределенный параметр, принимающий с равными вероятностями (по 1/3) значения из множества $\Theta = \{1, 3, 7\}$, $\gamma > 0$ — фиксированный параметр, характеризующий близость интересов центра и агента.

Одна из возможных содержательных интерпретаций данной ситуации следующая. Центр осведомлен о рыночной ситуации, характеризующейся параметром θ. Узнав значение θ, центр делает сообщение агенту. При этом затраты центр и агент делят поровну, а доход — в отношении γ : 1.

Исследуем вопрос о том, при каких условиях на параметр γ разбиение $S = \{\{1\}, \{3\}, \{7\}\}$, соответствующее сообщению центром точного значения θ, является согласованным.

В данном случае

$$m = 3, \quad \Theta_1 = \{1\}, \quad \Theta_2 = \{3\}, \quad \Theta_3 = \{7\},$$

$$X_1^* = \{1\}, \quad X_2^* = \{3\}, \quad X_3^* = \{7\},$$

а условие согласованности (3) записывается в виде следующей системы неравенств:

$$F(1, 1) \geq F(1, 3) \Leftrightarrow \gamma - \frac{1}{2} \geq 3\gamma - \frac{9}{2};$$

$$F(1, 1) \geq F(1, 7) \Leftrightarrow \gamma - \frac{1}{2} \geq 7\gamma - \frac{49}{2};$$

$$F(3, 3) \geq F(3, 1) \Leftrightarrow 9\gamma - \frac{1}{2} \geq 3\gamma - \frac{1}{2};$$

$$F(3, 3) \geq F(3, 7) \Leftrightarrow 9\gamma - \frac{9}{2} \geq 21\gamma - \frac{49}{2};$$

$$F(7, 7) \geq F(7, 1) \Leftrightarrow 49\gamma - \frac{49}{2} \geq 7\gamma - \frac{1}{2};$$

$$F(7, 7) \geq F(7, 3) \Leftrightarrow 49\gamma - \frac{49}{2} \geq 21\gamma - \frac{9}{2}.$$

Решением этой системы является промежуток

$$\frac{5}{7} \leq \gamma \leq \frac{5}{3}.$$

Таким образом, при γ из найденного промежутка сообщение центром точного значения неопределенного параметра является согласованным информационным управлением. ♦

Далее будем называть *полным разбиением* такое разбиение множества, при котором каждая часть разбиения совпадает с отдельным элементом множества. Из рассмотренного примера видно, что при $\gamma = 1$, когда целевые функции центра и агента совпадают, полное разбиение $\{\{1\}, \{3\}, \{7\}\}$ является согласованным. Этот факт справедлив и в общем случае.

Утверждение 1. *Если целевые функции центра и агента совпадают, то полное разбиение является согласованным.*

Доказательство. Легко видеть, что условие согласованности (3) для полного разбиения в случае совпадения целевых функций центра и агента всегда выполняется:

$$\forall \theta \in \Theta \quad \forall x^* \in X_\theta^* \quad \forall x \in X^* \text{ либо } x \in X_\theta^*,$$
$$\text{либо } f(\theta, x^*) \geq f(\theta, x),$$

где $X_\theta^* = \operatorname*{Argmax}_{x \in X} f(\theta, x)$, $X^* = \bigcup_{\theta \in \Theta} X_\theta^*$. ♦

Полное разбиение представляет собой, в некотором смысле, крайний случай. Другой крайний случай — *тривиальное разбиение*, где часть только одна: $S = \{\Theta\}$. В случае тривиального разбиения $X_1^* = X^*$, $X^*\backslash X_1^* = \varnothing$, поэтому условие (3) всегда выполняется.

Утверждение 2. *Тривиальное разбиение всегда является согласованным.*

Утверждение 2 означает очевидный факт: если центр сообщает агенту все множество Θ (по сути, это отказ от информационного управления), то агенту ничего другого не остается, как «поверить», т. е. выбрать свое действие на основе заранее известного вероятностного распределения на множестве Θ.

3. ОПТИМАЛЬНОЕ СОГЛАСОВАННОЕ ИНФОРМАЦИОННОЕ УПРАВЛЕНИЕ

Как было показано в § 2, согласованные информационные управления всегда существуют — по крайней мере, тривиальное (см. утверждение 2). Если их более одного, то встает вопрос о нахождении *оптимального согласованного информационного управления*. Для формализации этого понятия требуется ввести критерий оптимальности. Будем считать, что центр максимизирует математическое ожидание гарантированного результата (т. е. математическое ожидание своей целевой функции при наименее благоприятном действии агента). Обозначим через $\sigma(\theta, S)$ часть согласованного разбиения S, содержащую θ (или, что то же самое, сообщение центра при истинном значении неопределенного параметра θ). Далее, обозначим

$$X^*(\theta, S) = \underset{x \in X}{\text{Argmax}}\, E_{\nu \in \sigma(\theta, S)} f(\nu, x).$$

Тогда оптимальным согласованным информационным управлением S^* является решение оптимизационной задачи

$$E_\theta F(\theta, x^*(\theta, S)) \underset{S}{\to} \max,$$

где

$$x^*(\theta, S) \in \underset{x \in X^*(\theta, S)}{\text{Argmin}}\, F(\theta, x).$$

В общем случае нахождение оптимального согласованного информационного управления представляет собой, по-видимому, сложную задачу, которая может быть конструктивно решена лишь при некоторых дополнительных условиях. Одно из таких условий состоит в достаточно малом количестве элементов в множестве Θ, позволяющем перебрать все возможные разбиения S.

Пример 1 (окончание). При Θ = {1, 3, 7} возможны пять различных разбиений. Для нахождения оптимального согласованного информационного управления следует для каждого из них проверить согласованность и найти математическое ожидание целевой функции центра.

Таблица 2

Согласованные разбиения и выигрыши центра в примере 1

Разбиение	Значения γ, при которых разбиение согласовано	Математическое ожидание целевой функции центра (для согласованных разбиений)
{{1}, {3}, {7}}	$\frac{5}{7} \leqslant \gamma \leqslant \frac{5}{3}$	$59\left(\frac{\gamma}{3} - \frac{1}{6}\right)$
{{1}, {3, 7}}	$1 \leqslant \gamma \leqslant 3$	$51\left(\frac{\gamma}{3} - \frac{1}{6}\right)$
{{3}, {1, 7}}	∅	—
{{7}, {1, 3}}	$\frac{9}{14} \leqslant \gamma \leqslant \frac{3}{2}$	$57\left(\frac{\gamma}{3} - \frac{1}{6}\right)$
{1, 3, 7}	$\gamma > 0$	$\frac{169}{3}\left(\frac{\gamma}{3} - \frac{1}{6}\right)$

Как было показано в § 2, разбиение S = {{1}, {3}, {7}} является согласованным при $5/7 \le \gamma \le 5/3$. Найдем математическое ожидание целевой функции центра при соответствующем данному разбиению информационном управлении:

$$E_\theta F(\theta, x^*(\theta, S)) = \frac{1}{3}F(1, 1) + \frac{1}{3}F(3, 3) + \frac{1}{3}F(7, 7) =$$
$$= \frac{1}{3}\left(\gamma - \frac{1}{2}\right) + \frac{1}{3}\left(9\gamma - \frac{9}{2}\right) + \frac{1}{3}\left(49\gamma - \frac{49}{2}\right) = \frac{59}{3}\gamma - \frac{59}{6}.$$

Аналогично можно исследовать остальные разбиения (см. табл. 2; напомним, что рассматриваются значения $\gamma > 0$).

Из табл. 2 видно (с учетом неравенств $9/14 < 5/7 < 1 < 3/2 < 5/3 < 3$ и $51 < 169/3 < 57 < 59$), что

при $0 < \gamma < 9/14$ и $\gamma > 5/3$ оптимально разбиение S^* = {1, 3, 7};

при $9/14 \le \gamma < 5/7$ оптимально разбиение S^* = {{7}, {1, 3}};

при $5/7 \le \gamma \le 5/3$ оптимально разбиение S^* = {{1}, {3}, {7}}. ♦

Отметим следующий очевидный факт.

Утверждение 3. *Если целевые функции центра и агента совпадают, то полное разбиение оптимально (соответствует оптимальному согласованному информационному управлению).*

Доказательство. Ранее было показано (см. утверждение 1), что полное разбиение является согласованным. Далее, очевидно, что математическое ожидание выигрыша агента максимально при точном знании им истинного значения неопределенного параметра θ. Но поскольку целевые функции центра и агента совпадают, то и математическое ожидание целевой функции центра достигает в этом случае своего максимального значения. ♦

4. СОГЛАСОВАННОЕ ИНФОРМАЦИОННОЕ УПРАВЛЕНИЕ НЕСКОЛЬКИМИ АГЕНТАМИ

До этого мы рассматривали ситуацию, в которой участвовали два персонажа — осуществляющий управление центр и объект управления агент. Однако во многих случаях объектов управления может быть несколько. Принципиальное (в аспекте информационного управления) отличие от случая одного агента состоит в том, что сообщение центра может быть направлено как всем агентам сразу, так и одному агенту либо некоторому их подмножеству. Более того, содержанием сообщения центра может быть как значение неопределенного параметра, так и информированность других агентов. В общем случае может быть сформирована достаточно сложная *структура информированности* — конструкция, исследованная в работах [3, 4, 8, 9].

Исследование согласованности общего случая информационного управления несколькими агентами выходит за рамки данной статьи, в которой мы ограничимся рассмотрением случая сообщения одинаковой информации сразу всем агентам.

Итак, пусть имеется n агентов с целевыми функциями $f_i(\theta, x_1, ..., x_n)$, $i = 1, ..., n$. Вероятностное распределение случайной величины θ — неопределенного параметра, принимающего значения из множества Θ — является общим знанием, т. е. (a) оно известно всем агентам; (b) всем агентам известно (a); (c) всем агентам известно (b) и т. д. (подробнее о понятии общего знания (common knowledge) см., например, работы [4, 7, 8]). Каждый агент выбирает свое действие x_i из множества X^i.

Наиболее распространенной концепцией решения некооперативной игры служит равновесие Нэша (см., например, работы [6, 7]) — набор действий агентов, от которого ни одному агенту не выгодно отклоняться в одностороннем порядке. При отсутствии информационного управления равновесный вектор действий агентов $x^* = (x_1^*, ..., x_n^*)$ удовлетворяет системе соотношений

$$x_i^* \in \operatorname*{Argmax}_{x_i \in X^i} E_\theta f_i(\theta, x_1^*, ..., x_{i-1}^*, x_i, x_{i+1}^*, ..., x_n^*),$$
$$i = 1, ..., n.$$

При сообщении центром множества $\Theta' \subset \Theta$ (при условии, что агенты доверяют сообщению) равновесным будет каждый вектор действий, удовлетворяющий системе соотношений

$$x_i^* \in \operatorname*{Argmax}_{x_i \in X^i} E_{\theta \in \Theta} f_i(\theta, x_1^*, ..., x_{i-1}^*, x_i, x_{i+1}^*, ..., x_n^*),$$
$$i = 1, ..., n.$$

Обозначим множество всех таких равновесных векторов через $NE(\Theta')$ (NE — Nash equilibrium).

Пусть центр осуществляет информационное управление на основе разбиения $S = \{\Theta_\alpha\}$, $\alpha \in$ А. Далее будем считать, что множества равновесий Нэша $NE(\Theta_\alpha)$ являются непустыми при любых $\alpha \in A$.

Обозначим, аналогично выражению (2), через X_α^* множество равновесных векторов действий агентов при сообщении центра Θ_α:

$$X_\alpha^* = NE(\Theta_\alpha).$$

Также аналогично случаю одного агента обозначим множество всех равновесных действий агентов (при каком-либо сообщении центра из разбиения S) через X^*:

$$X^* = \bigcup_{\alpha \in \mathrm{A}} X_\alpha^*.$$

Тогда условие согласованности для случая нескольких агентов можно записать, аналогично выражению (3), следующим образом (см. также замечание в § 2):

$$\forall \alpha \in \mathrm{A} \quad \forall \theta \in \Theta_\alpha \quad \forall x^* \in X_\alpha^* \quad \forall x \in X^*$$
$$\text{либо } x \in X_\alpha^*, \text{ либо } F(\theta, x^*) \geq F(\theta, x) \qquad (4)$$

(напомним, что в случае нескольких агентов $x = (x_1, ..., x_n)$).

Утверждение 2 для случая нескольких агентов справедливо и доказывается аналогично. Утверждение 1 также остается справедливым, если требование совпадения целевых функций центра и агента заменить на требование совпадения целевых функций центра и каждого из агентов. Ясно, что требование совпадения целевых функций всех агентов является очень сильным; в его ослаблении состоит одно из направлений дальнейших исследований.

Существенное отличие случая нескольких агентов заключается в возможности ситуации, когда в результате согласованного информационного управления средний выигрыш агентов уменьшается.

Пример 2. Пусть имеется центр и два агента. Неопределенный параметр принимает значения из множества $\Theta = \{1, 2\}$: значение $\theta = 1$ с вероятностью 3/5, значение $\theta = 2$ — с вероятностью 2/5. Выигрыши агентов показаны в биматрицах на рис. 1 (строки обозначают стратегии первого агента, $x_1 \in \{1, 2\}$, столбцы — второго, $x_2 \in \{1, 2\}$).

$\theta = 1$	$\theta = 2$
$\begin{pmatrix} (4,4) & (0,0) \\ (0,10) & (6,6) \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} (4,4) & (0,0) \\ (15,0) & (1,1) \end{pmatrix}$

Рис. 1. Биматрицы выигрышей в примере 2

Выигрыш центра $F(\theta, x_1, x_2)$ задается следующим образом:

$$F(\theta, x_1, x_2) = \begin{cases} 10, \text{ при } \theta = x_1 = x_2; \\ 0, \text{ иначе.} \end{cases}$$

В отсутствии информационного управления (или при тривиальном информационном управлении) агенты стремятся максимизировать математические ожидания своих выигрышей, приведенные на рис. 2. Это приводит к равновесию $x_1 = 2$, $x_2 = 1$, при этом

$$E_\theta f_1(\theta, 2, 1) = E_\theta f_2(\theta, 2, 1) = 6,$$

а выигрыш центра равен 0.

$$\begin{pmatrix} (4,4) & (0,0) \\ (6,6) & (4,4) \end{pmatrix}$$

Рис. 2. Биматрица математических ожиданий выигрышей в примере 2

Исход взаимодействия будет иным, если центр сообщает агентам значение θ. Нетрудно убедиться, что это управление является согласованным:

$$S = \{\{1\}, \{2\}\}, \quad X_1^* = \{(1, 1)\}, \quad X_2^* = \{(2, 2)\},$$

$$F(1, 1, 1) = 10 > 0 = F(1, 2, 2),$$

$$F(2, 2, 2) = 10 > 0 = F(2, 1, 1).$$

В случае $\theta = 1$ реализуется ситуация $x = (1, 1)$ (выигрыши агентов составляют по 4), а в случае $\theta = 2$ — ситуация $x = (2, 2)$ (выигрыши агентов составляют по 1). В обоих случаях выигрыш центра равен 10.

Таким образом, согласованное управление {{1}, {2}} является оптимальным, однако выигрыши агентов в результате его осуществления уменьшились. ♦

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Рассмотрена модель согласованного информационного управления, при котором агенты осведомлены о факте осуществления центром управления, но при этом рационально доверяют сообщениям центра. Выявлены условия, при которых такое управление существует, доказаны некоторые его свойства.

В социально-экономических системах информационное управление применяется совместно с другими типами управления. Поэтому перспективным направлением дальнейших исследований заключается в разработке механизмов управления [10], учитывающих согласованность интересов центра и агента (агентов) при его осуществлении.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Новиков Д.А.* Теория управления организационными системами. — М.: Физматлит, 2007. — 584 с.
2. *Губанов Д.А., Новиков Д.А., Чхартишвили А.Г.* Социальные сети: модели информационного влияния, управления и противоборства. — М.: Физматлит, 2010. — 228 с.
3. *Новиков Д.А., Чхартишвили А.Г.* Прикладные модели информационного управления. — М.: ИПУ РАН, 2004. — 129 с.
4. *Чхартишвили А.Г.* Теоретико-игровые модели информационного управления. — М.: ПМСОФТ, 2004. — 227 с.
5. *Sobel J.* Giving and Receiving Advice. — 2010. URL: http://www.webmeets.com/files/papers/ESWC/2010/3055/20100820-Sobel-pairedinvitedsession[1].pdf (дата обращения 21.01.2011).
6. *Печерский С.Л., Беляева А.А.* Теория игр для экономистов. Вводный курс. — СПб.: Изд-во Европейского университета в Санкт-Петербурге, 2001. — 344 с.
7. *Myerson R.B.* Game theory: analysis of conflict. — London: Harvard Univ. Press, 2001. — 568 p.
8. *Новиков Д.А., Чхартишвили А.Г.* Рефлексивные игры. — М.: СИНТЕГ, 2003. — 158 с.
9. *Чхартишвили А.Г.* Рефлексивные игры: трансформация структур информированности // Проблемы управления. — 2008. — № 5. — С. 43—48.
10. *Механизмы* управления / Под ред. Д.А. Новикова. — М.: ЛЕНАНД, 2011. — 192 с.

Статья представлена к публикации членом редколлегии чл.-корр. РАН Д.А. Новиковым.

Чхартишвили Александр Гедеванович — д-р физ.-мат. наук, гл. науч. сотрудник, Институт проблем управления им. В.А. Трапезникова РАН, г. Москва, ✉ sandro_ch@mail.ru.