

УДК 004.02

## РЕФЛЕКСИВНАЯ ЛОГИКА И ИНФОРМАЦИОННЫЙ АНАЛИЗ

Артеменко В.А., Григорьев А.В.

Донецкий национальный технический университет, Украина

*В работе рассматривается постановка задачи рефлексивной игры при принятии управленческих решений. Приведены решения базовых ситуаций стратегий агентов.*

### Введение

Большинство проблем в управлении организациями (фирма, предприятие) возникает из-за того, что при реализации конкретных целей выполняется множество действий, имеющих к установленным целям достаточно отдаленное отношение. Поэтому возникает задача анализа механизмов их реализации, т.е. анализа структур организаций, определяющих действия и выполняющих эти цели. Согласно [1, стр. 10] график-схему различных типов управления организационной системы, изображенную на рис. 1.



Рисунок 1. Классификация управлений

В теории принятий решений субъектом считается справедливой *гипотеза рационального поведения*. Смысл последней заключается в следующем: субъект выбирает наилучший для себя вариант согласно имеющейся у него информации. Поэтому *модель принятия решений* состоит из набора решений или действий, из которых производится выбор и критерия выбора, в роли которого выступает функция полезности.

При наличии только одного агента, он выбирает из множества допустимых действий вариант с максимальным значением функции полезности.

В случае множества агентов выигрыш каждого из них зависит от выбора каждого из агентов. Для выбора собственного действия, агент должен оценивать или прогнозировать действия своих союзников и противников. Модели принятия решений субъектами с противоположными интересами исследуется теорией игр [2]. Задача определения устойчивого результата взаимодействия агентов, которые действуют согласно гипотезе рационального поведения, является базовой для теории игр.

### Общая постановка задачи

При моделировании рассуждений субъекта, принимающего решения, мы получаем бесконечную рекурсию. Действительно, если агент считает, что другие агенты выберут определенные действия, тогда он для себя должен выбрать наилучшее действие для ситуации с этими действиями. Но, если он считает, что другие агенты рассуждают также как он сам, то, следовательно, при определении своих действий, они будут ожидать соответствующего действия от него. Но тогда справедлив вывод, что другие агенты знают о его рассуждениях относительно них, и эти рассуждения можно продолжать бесконечно. В итоге имеем матрешку с неограниченным числом вложенных друг в друга рассуждений. Концепция *равновесия Нэша* позволяет осуществить выбор в этой ситуации.

Под *равновесием Нэша* понимают ситуацию, от которой никому из агентов невыгодно уклоняться. Существуют теоретические проблемы, связанные с тем, что:

- равновесия Нэша не существует;
- точек равновесия Нэша множество;
- ситуация равновесия оказывается для всех агентов хуже, нежели другая неравновесная ситуация.

### Постановка задачи

В рамках информационной рефлексии субъект анализирует свои представления об информированности субъектов, представления об их представлениях и т.д.

Будем считать рефлексивной игрой определенную модель принятия агентами решений на основании иерархии их представлений, согласно которым каждый агент моделирует поведение оппонентов. При этом возможна генерация иерархии фантомных агентов различного уровня, то есть агентов, существующих в сознании реальных агентов. В сгенерированной иерархии фантомные агенты первого уровня могут моделировать поведение фантомных агентов второго уровня и т.д.

Следовательно, каждый агент определяет свои решения на основе моделирования своего взаимодействия с фантомными агентами, прогнозируя с их стороны определенные действия.

Устойчивый результат такого взаимодействия является точкой информационного равновесия [3-5].

Считаем, что действия агентов образуют единое множество  $X = (X_1, X_2, \dots, X_N)$ , но при этом оценка полезности этих действий для агентов противоположны. Это означает, что наилучшее действие для 1 агента является наихудшим для 2 агента. На рис. 2 представлена системная модель агента.

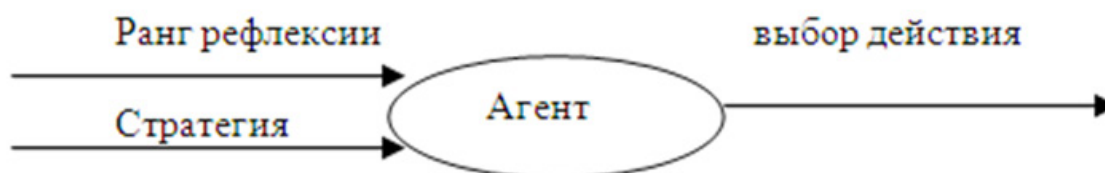


Рисунок 2 Вход-выходная модель агента

Возможно множество вариантов стратегий агентов, базовыми будут являться:

1. Агенты имеют противоположные стратегии для нахождения точки равновесия.
2. Агенты не стремятся найти точку информационного равновесия.
3. Агенты стремятся найти точку равновесия.

### Результаты

В табл. 1–3 представлены результаты выбора агентов для стандартного случая, когда агент считает ранг рефлексии второго агента меньшим на единицу от своего для описанных выше стратегий агентов.

Таблица 1. Выбор действий агентами для 1 случая стратегий

Ранг рефлексии	0	1	2	3	4
1 агент	$X_{\max}$	$X_{\min}$	$X \setminus X_{\max}$	$X \setminus X_{\min}$	$X_{\max}$
2 агент	$X_{\min}$	$X \setminus X_{\max}$	$X \setminus X_{\min}$	$X_{\max}$	$X_{\min}$

Таблица 2. Выбор действий агентами для 2 случая стратегий

Ранг рефлексии	0	1	2	3	4
1 агент	$X_{\max}$	$X \setminus X_{\min}$	$X_{\max}$	$X \setminus X_{\min}$	$X_{\max}$
2 агент	$X_{\min}$	$X \setminus X_{\max}$	$X_{\min}$	$X \setminus X_{\max}$	$X_{\min}$

Таблица 3. Выбор действий агентами для 3 случая стратегий

Ранг рефлексии	0	1	2	3	4
1 агент	$X_{\max}$	$X_{\min}$	$X_{\max}$	$X_{\min}$	$X_{\max}$
2 агент	$X_{\min}$	$X_{\max}$	$X_{\min}$	$X_{\max}$	$X_{\min}$

Полезность действий мы оцениваем согласно функции полезности для 1 агента и следовательно  $X_{\min}$  есть наихудшее действие для 1 агента, при этом является наилучшим для 2 агента. Естественно, при ранге рефлексии равной нулю агенты выбирают наилучшие действия.

Получены оценки вероятностей определения точки равновесия при некоторых предположениях относительно распределения выбора агентов действий из наборов действий  $X \setminus X_{\min}$ ,  $X \setminus X_{\max}$ .

### Заключение

Отметим, что рассматриваемые случаи имеют реальные интерпретации в различных областях, например, при взаимодействии предприятия и его контрагентов.

Авторы признательны Андрюхину А.И. за помощь в данной работе.

### Список источников

- [1] Новиков Д.А. Теория управления организационными системами. М.: МПСИ, 2005. – 584 с.
- [2] Губко М.В., Новиков Д.А. Теория игр в управлении организационными системами. Издание 2, М.: 2005.

- 
- [3] Новиков Д.А., Чхартишвили А.Г. Прикладные модели информационного управления. М.: ИПУ РАН, 2004. –129 с.
  - [4] Новиков Д.А., Чхартишвили А.Г. Рефлексивные игры. М.: СИНТЕГ, 2003. – 149 с.
  - [5] Воронин А.А., Губко М.В., Мишин С.П., Новиков Д.А. Математические модели организаций: Учебное пособие. – М.: ЛЕНАНД, 2008. – 360 с.