

**ОБ ОДНОЙ МОДЕЛИ АКТИВНОГО ПРОГНОЗА В СИТУАЦИИ
ПЛАНИРОВАНИЯ СОВМЕСТНЫХ ДЕЙСТВИЙ**

*Институт проблем управления им. В.А. Трапезникова РАН, г. Москва
ldmitry.a.g@gmail.com, 2dfedyanin@inbox.ru, 3sandro_ch@mail.ru*

Введение

Под социальной сетью на качественном уровне понимается сетевая структура, состоящая из множества элементов сети или агентов (субъектов – индивидуальных или коллективных, например, индивидов, семей, групп, организаций) и определенного на нем множества отношений (совокупности связей между агентами, например, знакомства, дружбы, сотрудничества, коммуникации). В последние годы все больший интерес исследователей привлекают информационные процессы в социальных сетях и, в частности, задачи информационного управления (ряд таких задач рассмотрен в [1]). В отличие от иерархических (организационных) структур, в которых часто применяются и другие типы управления (управление составом, управление структурой, институциональное управление, мотивационное управление – подробнее см. [2]), в социальных сетях именно информационное управление является, по-видимому, наиболее эффективным (и, вероятно, во многих случаях единственно возможным) типом управления.

Одним из видов информационного управления является активный прогноз (см. [3, 4]). Под активным прогнозом понимается целенаправленное сообщение информации о будущем значении параметров, зависящих, в том числе, от действий самих агентов.

В данной работе исследуется модель информационного управления агентами, которые принимают решение об участии в совместных действиях. Агенты различаются своими типами, характеризующими затраты на это участие, и каждый агент знает свой тип, но не знает типов остальных агентов.

Управляющий орган (центр), осуществляющий информационное управление, сообщает прогноз суммарного действия агентов. На основании этого прогноза каждый агент (доверяя сообщению центра) восстанавливает информацию о типах остальных агентов и, далее, выбирает собственное действие. Таким образом, суммарное действие агентов является результатом активного прогноза.

Описание базовой теоретико-игровой модели

Пусть имеется конечное множество агентов, $N = \{1, 2, \dots, n\}$, каждый из которых характеризуется параметром – типом – r_i (где $0 < r_i < 1$),

целевой функцией f_i и выбирает действие x_i (где x_i – неотрицательное действительное число). Агенты выбирают действия одновременно и независимо, т.е. рассматривается игра в нормальной форме. Целевая функция i -го агента имеет следующий вид:

$$f_i(x_1, \dots, x_n) = x_i(x_1 + \dots + x_n - 1) - \frac{x_i^2}{r_i}. \quad (1)$$

Описанная игра моделирует следующую ситуацию: агенты прикладывают усилия x_i к некоторому совместному действию, которое окажется успешным (дает положительный вклад в целевые функции агентов) в случае, если сумма усилий превышает некоторый порог, который принимается равным 1. Если действие оказалось успешным, то выигрыш агента (первое слагаемое целевой функции) тем больше, чем больше его усилие. С другой стороны, само по себе усилие агента вносит в его целевую функцию отрицательный вклад (второе слагаемое целевой функции), который зависит от типа r_i – чем больше тип, тем «легче» агенту прикладывать усилие (например, это может быть психологически объяснено большей лояльностью, симпатией агента к совместному действию).

Как было показано в [5], в данной игре набор действий агентов $(0, 0, \dots, 0)$, что содержательно означает отказ от действия, является равновесием по Нэшу при любых типах агентов. При этом необходимым и достаточным условием существования единственного ненулевого равновесия

$$x_i = \frac{k_i}{\sigma - 1}. \quad (2)$$

является условие $\sigma > 1$, где $k_i = \frac{r_i}{2 - r_i}$, а $\sigma = \sum_i k_i$ (здесь и далее индекс i принимает значения от 1 до n включительно).

В [5] рассмотрена задача информационного управления при условии полной информированности агентов друг о друге. При этом агенты меняют свои типы в ходе информационного взаимодействия, задаваемого связями в сетевой структуре, а управление центра состоит в изменении начальных значений типов. В данной работе исследуется другой вид информационного управления – активный прогноз – при условии, что каждый агент достоверно знает лишь собственный тип.

Задача информационного управления: активный прогноз

В общем случае под активным прогнозом в ситуации неполной информированности о существенных параметрах ситуации понимается целенаправленное сообщение информации о будущем состоянии, зависящем, в том числе, от действий субъектов, которым сообщается про-

гноз. Типичным примером активного прогноза является так называемое самоисполняющееся пророчество (англ. self-fulfilling prophecy) в биржевой игре – см., напр., описанный в [6, с. 147] случай: «Вечером 6 января 1981 года Джозеф Гранвилл, известный советник по капиталовложениям во Флориде, отправил своим клиентам телеграмму: «Цены на акции резко упадут; продавайте завтра». Очень скоро все узнали о совете Гранвилла, и 7 января стало самым черным днем во всей истории Нью-Йоркской фондовой биржи. По общему мнению, акции потеряли в цене где-то 40 миллиардов долларов». Отметим, что активный прогноз тесно связан с понятием упреждающей обратной связи в системном анализе (см. [7]).

Вернемся к описанной в предыдущем пункте модели совместных действий. Предположим, что каждый из агентов не знает типы других агентов, но перед принятием решения узнает прогноз центра (единный для всех агентов) относительно совокупных результатов деятельности $q = \sum_i x_i$. Покажем, что при $q > 1$ этой информации агенту достаточно,

чтобы рассчитать свое равновесное действие (при условии доверия сообщению центра, которое будем считать выполненным).

Действительно, из выражения (2) для равновесного по Нэшу действия i -го агента следует, что

$$\sum_i x_i = \frac{\sigma}{\sigma - 1}.$$

Отсюда получаем

$$\sigma = \frac{q}{q - 1}.$$

Следовательно, равновесным для i -го агента действием при сообщении центром активного прогноза q будет следующее:

$$x_i = k_i(q - 1). \quad (3)$$

Поскольку принципы принятия решений агентами известны центру, то он может предугадать, что, сообщив прогноз q , он добьется суммарного действия

$$\sum_i k_i(q - 1). \quad (4)$$

Из выражения (4) следует, что надлежащим образом выбирая прогноз, центр может добиться любого положительного суммарного действия агентов.

Поскольку набор нулевых действий агентов при любых значениях типов является равновесием (см. [3]), если центр сообщает прогноз $q = 0$, то результатом будет нулевое суммарное действие агентов.

Таким образом, при помощи активного прогноза центр может добиться любого неотрицательного суммарного действия агентов.

Условие стабильности управления

При осуществлении информационного управления (и, в частности, активного прогнозирования) важным является вопрос о доверии агентов сообщениям центра. Обычно принимается предположение о том, что агенты доверяют сообщениям (отказ от этого предположения рассмотрен в [8]).

Тем не менее, управление является стабильным [3] лишь в том случае, когда наблюдаемый каждым агентом результат игры не противоречит его ожиданиям. Если каждый агент имеет возможность наблюдать суммарное действие $\sum_i x_i$, то, как нетрудно видеть, стабильное управление обеспечивают лишь два прогноза:

$$q = 0 \text{ (при любых значениях параметров) и } q = \frac{\sigma}{\sigma - 1}.$$

При всех остальных прогнозах фактическое суммарное действие агентов (4) не совпадает с прогнозом q , поэтому в результате игры у агентов появляются основания в дальнейшем не доверять сообщениям центра.

Заключение

В данной работе рассмотрена модель информационного управления в социальной сети, описывающая информационное воздействие центра на агентов в виде активного прогноза. Показано, что центр может добиться любого требуемого ему суммарного действия агентов. Получены условия стабильности управления, при котором наблюдаемый агентами результат совпадает с их ожиданиями.

1. Губанов Д.А., Новиков Д.А., Чхартишвили А.Г. Социальные сети: модели информационного влияния, управления и противоборства. – М.: Физматлит, 2010. – 228 с.
2. Новиков Д.А. Теория управления организационными системами. 3-е изд. М.: Физматлит, 2012. – 604 с.
3. Новиков Д.А., Чхартишвили А.Г. Рефлексия и управление: математические модели. – М.: Физматлит, 2012. – 412 с.
4. Новиков Д.А., Чхартишвили А.Г. Активный прогноз - М.: ИПУ РАН, 2002. – 101 с.
5. Федянин Д. Н., Чхартишвили А. Г. Об одной модели информационного управления в социальных сетях // Управление большими системами. Выпуск 31. М.: ИПУ РАН, 2010. С.265-275.
6. Майерс Д. Социальная психология. СПб.: Питер, 1998. – 688 с.
7. О'Коннор Дж., Макдермотт И. Искусство системного мышления. 5-е изд. М.: Альпина Паблишерз, 2011. – 254 с.
8. Чхартишвили А.Г. Согласованное информационное управление // Проблемы управления. 2011. № 3. С. 43-48.