

СЕКЦИЯ 2. ЦИФРОВАЯ ЭКОНОМИКА

УДК 519.8

Информированность и равновесие Курно-Нэша

Г.И. Алгазин, Д.Г. Алгазина

АлтГУ, г. Барнаул

Статья посвящена подходам теории игр к моделированию и аналитическому исследованию конкурентных рынков в условиях неполной информации.

Ключевые слова: конкурентный рынок, равновесие, неполная информация, рефлексивные модели.

В теоретико-игровых моделях конкурентного рынка используются различные предположения о взаимной информированности агентов.

В «классическом» определении равновесия Нэша [1] используется концепция общего (а также полного или совершенного) знания, полагающая, что вся существенная информация и принципы принятия решений агентами всем им известны, всем известно, что всем это известно и т. д. до бесконечности (см., например, [2, 3]). Так, если теоретико-игровая модель формализована в виде игры в нормальной форме, то агенты всегда выберут равновесные по Нэшу стратегии.

Впервые аналитический подход к исследованию взаимодействия фирм (агентов) на конкурентном рынке предложен Курно [4]. Он полагал, что на рынке дуополии с целью максимизации собственной прибыли каждой фирме следует устанавливать объем выпуска, считая неизменными объемы выпуска конкурентов, т. е. другим фирмам не выгодно отклониться от равновесия для получения «мгновенной прибыли». Фирмы рациональны в том смысле, что используют полную информацию о конъюнктуре рынка и не только знают все условия окружения, но знают, что все фирмы об этом знают и используют это для максимизации собственной прибыли. Идеи, заложенные в основание подхода Курно, определили направления дальнейших исследований. В современных терминах равновесие Курно, это – статическое равновесие при полной информации или некооперативное (некоалиционное) равновесие Курно-Нэша в статической игре.

Разнообразные модельные исследования статического равновесия для конкурентных рынков с нефиксированными ролями участников при полной информации представлены авторами данной статьи в

монографии [5]. Там же разработаны концепции распределения ролей между участниками рынка и показаны возможности их практического использования для построения устойчивых и эффективных франчайзинговых сетей.

Вместе с тем, многочисленные исследования рынков свидетельствуют, что условие о наличии общего знания, как правило, невыполнимо. В конкурентной среде агенты часто не заинтересованы раскрывать другим агентам свою информацию, которая является существенной для принятия ими адекватных решений. Так же, как показано в экспериментах и отмечается в [3], достижению равновесия, предсказанного теорией, могут препятствовать такие факторы: ограниченность когнитивных возможностей агентов, необходимость уверенности каждого агента в том, что все остальные могут вычислить равновесие Нэша и делают это, неполная информированность, наличие нескольких равновесий.

Отказ от предположения о наличии среди агентов общего знания приводит к тому, что каждый агент в рамках своей информированности следует некоторой повторяемой процедуре принятия индивидуальных решений. Рациональность поведения агента заключается в желании максимизировать свою целевую функцию. Однако его наилучшее действие (решение) зависит в общем случае от того, какое действие выберет любой другой агент, что трудно однозначно знать априори, и поэтому он вынужден предсказывать поведение конкурентов и выбирать свои действия уже с учетом своего прогноза. При этом равновесие Нэша «превращается в более общее информационное равновесие Нэша, в рамках которого каждый агент осуществляет информационную рефлексию – при принятии решений использует не только свою информацию о существенных параметрах, но и свои представления о представлениях других агентов об этих параметрах, представления о представлениях о представлениях и т.д.» [3].

Далее для базовых прикладных моделей, известных как классические модели олигополии Курно [4] и Штакельберга [6] для случая линейного спроса и линейных издержек, приведем ряд основных результатов, полученных с участием авторов данной статьи и иллюстрирующих эффекты введения рефлексии в процессы принятия агентами решений.

Прежде поясним отличие рефлексивной модели олигополии от классической игры Штакельберга. Напомним, что агент-лидер по Штакельбергу устанавливает свой объем выпуска, считая, что все остальные (ведомые) агенты действуют по Курно и он точно знает их реакцию (объемы выпуска) на его действие. В игре Штакельберга лидер

делает первым ход, который становится известен другим агентам, В рефлексивной модели выбор реальных действий всеми агентами осуществляется синхронно (одновременно), другие агенты не знают ход лидера, синхронный своему ходу. Подобный прием упрощает реальный процесс последовательных реакций, он оправдан и адекватен в случае, когда достигнутое равновесие стабильно.

В [7] рассмотрена рефлексивная модель олигополии с одним лидером по Штакельбергу, в которой агенты априори могут иметь неверные исходные представления о предельных затратах других агентов. Изучались различные случаи информированности агентов: 1) все агенты имеют неточные первоначальные представления; 2) лидер имеет неточные первоначальные представления о предельных затратах ведомых агентов, которые точно знают предельные затраты остальных агентов; 3) лидер имеет неточные первоначальные представления о предельных затратах ведомых агентов, которые точно знают предельные затраты других ведомых агентов, но не знают точно предельные затраты лидера; 4) лидер точно знает предельные затраты ведомых, которые имеют неточные первоначальные представления о предельных затратах других агентов. На основе модели динамики коллективного поведения агенты динамически уточняют свои представления и действия в направлении текущего положения своей цели, основываясь на наблюдении за действиями других агентов. Для каждого случая априорной информированности агентов получены достаточные условия сходимости динамики к положению равновесия Нэша с истинными их представлениями о предельных издержках конкурентов. Разъяснены ситуации, когда агенты не приходят к равновесию.

В [8, 9] обосновываются динамические процессы принятия агентами решений при неточных их представлениях о выборе конкурентов, которые осуществляются не путем оптимальных ответов на ожидаемые действия, а как повторяемые статические игры на диапазоне допустимых ответов. Не располагая достоверной информацией о выборе действий конкурентами, агенты разыгрывают повторяющуюся игру Курно [8] или игру с лидером по Штакельбергу [9]. Агенты от игры к игре, наблюдая сложившееся состояние рынка и учитывая текущие условия по конкурентоспособности и прибыли, в рамках своей информированности уточняют объемы выпуска, делая шаги в направлении текущего положения цели. Получены достаточные условия на величины шагов, выбираемые агентами независимо друг от друга для сходимости динамик к равновесию.

Библиографический список

1. Nash J. Non-Cooperative Games // Annals of Mathematics. – 1951. – No. 54. – P. 286–295.
2. Novikov D.A., Chkhartishvili A.G. Reflexion and Control: Mathematical Models. – Leiden: CRC Press, 2014. – 298 p.
3. Novikov D.A. Models of Strategic Behavior // Automation and Remote Control. – 2012. – V. 73. – No. 1. – P. 1–19.
4. Cournot A. Recherches into the Mathematical Principles of the Theory of Wealth. – London: Hafner, 1960. (Original 1838). – 213 p.
5. Алгазина Д.Г., Алгазин Г.И. Модельные исследования сетевого взаимодействия на конкурентных рынках с нефиксированными ролями участников. – Барнаул: Изд-во Алт. ун-та, 2015. – 146 с.
6. Stackelberg H. Market Structure and Equilibrium. – 1 st Edition. Translation into English, Basin, Urch&Hill. Springer, 2011. (Original 1934). – 134 p.
7. Алгазин Г.И., Алгазина Д.Г. Коллективное поведение в модели Штакельберга в условиях неполной информации // Автоматика и телемеханика. – 2017. – № 9. – С 91–105.
8. Алгазин Г.И., Алгазина Ю.Г. Рефлексивная динамика в условиях неопределенности олигополии Курно // Автоматика и телемеханика. – 2020. – № 2. – С. 115–133.
9. Алгазин Г.И., Алгазина Д.Г. Процессы рефлексии и равновесие в модели олигополии с лидером // Автоматика и телемеханика. – 2020. – № 7. – С. 113–128.

УДК 004.9

Автоматизированная информационная система документооборота противопожарной службы ФГКУ «СПСЧ ФПС ПО Алтайскому краю»

***Ю.С. Демьяненко, Ю.Г. Алгазина, Я.Ю. Музватова**
Алтайский государственный технический университет
им. И.И. Ползунова, г. Барнаул*

Работа посвящена описанию и анализу бизнес-процессов пожарной части, а также проектированию с целью последующего внедрения автоматизированной информационной системы управления документооборотом Федерального государственного казенного