

ОТЗЫВ

председателя диссертационного совета
на диссертацию Кочевадова Виталия Алексеевича на тему: «Равновесное поведение в динамических моделях конкуренции с сетевым взаимодействием»,
представленную на соискание ученой степени
кандидата физико-математических наук
по специальности 1.2.3. Теоретическая информатика, кибернетика

Актуальность темы исследования.

Диссертационная работа Кочевадова В.А. посвящена исследованию специального класса динамических игр конкурентного взаимодействия фирм или игроков при заданной или формируемой игроками сетевой структуре. Тема, несомненно, **актуальная**, поскольку учитывает такие важные при моделировании влияющие на рынок факторы как эффект сетевого взаимодействия и время, что делает модель более реалистичной, но в то же время сложной для изучения. Широкое практическое применение сетевых моделей связано с тем, что они позволяют учитывать связи элементов моделируемой системы, изучать влияние элементов друг на друга. В данной работе издержки фирм меняются во времени с учетом влияния игроков друг на друга по имеющимся в сети дугам. Имеющиеся между игроками связи, тем самым, влияют на их прибыль, поэтому рассмотрение сетевой структуры, позволяет найти новые равновесия. В работе используется некооперативный подход к решению поставленных задач, который доминирует в литературе, посвященной моделированию процессов формирования социальных и экономических сетей, в которых агенты ставят своей задачей максимизировать свою суммарную прибыль.

Содержание работы.

Объем диссертационной работы составляет 120 страниц на русском языке и включает введение, три главы, заключение и список литературы из 91 наименования. Все главы имеют схожую структуру: каждая глава начинается с математического описания модели, далее приводятся теоретические результаты о равновесии по Нэшу и следствия из нее, в конце главы описываются результаты численного моделирования с подробным анализом равновесий и чувствительности результатов к изменениям параметров модели. Каждая глава имеет заключение, где автор приводит краткое описание полученных результатов. **Первая глава** посвящена изучению модели сетевого конкурентного взаимодействия фирм на конечном временном интервале в случае, когда сетевая структура задана экзогенно, т.е. игроки не выбирают, с кем устанавливать связи. Время предполагается дискретным, как и во всех главах диссертации. Найдены необходимые условия равновесия по Нэшу в данной динамической игре в классах программных и позиционных стратегий. Проведен численный анализ равновесий для нескольких сетевых структур для игры четырех лиц. Автор сравнивает равновесные программные и позиционные стратегии, а также выигрыши игроков. Проводится сравнительный анализ влияния сетевых параметров и самих сетевых структур на равновесие, равновесные прибыли и внешние эффекты. Проводится анализ рыночных цен в равновесии.

Вторая глава посвящена изучению модели сетевого конкурентного взаимодействия фирм на конечном временном интервале в случае, когда сетевая структура задается эндогенно, т.е. игроки сами выбирают, с кем устанавливать связи. От связей, так же, как и в первой главе, зависит прибыль фирм. Уравнение динамики издержек фирм учитывает взаимодействие игроков и, естественно, влияет на рыночное равновесие. Найдены необходимые условия равновесия по Нэшу в классе программных стратегий. Рассмотрен специальный случай, когда фирмы выбирают свое сетевое поведение один раз в начальный момент времени, далее сеть остается неизменной до конца игры. Вторым специальным случаем, изученным в данной главе, – случай одностороннего формирования сетевого взаимодействия, когда достаточно желания только одной фирмы создать связь. Автором проведен численный анализ равновесных стратегий для игры четырех лиц. Особое внимание уделено анализу изменения сетевой структуры во времени при равновесном поведении игроков.

В **третьей главе** представлена инвестиционно-сетевая модификация олигополии Курно с эндогенным формированием сети, которая является упрощенной по сравнению с моделью главы 2. Сделаны следующие упрощения: объем производства каждой фирмы постоянен во времени, фирмы имеют переменное или постоянное инвестиционное поведение. При сделанных предположениях находятся необходимые условия равновесий по Нэшу в классе программных стратегий, проводится сравнительный анализ поведения фирм в равновесии для случая игры четырех лиц, а также анализ модели на чувствительность к параметрам.

В **заключении** сформулированы основные результаты работы.

Научная новизна.

В диссертационной работе получены новые равновесия для класса динамических игр с конечной продолжительностью, моделирующих конкурентное поведение фирм с учетом их сетевого взаимодействия. Для всех равновесий, представленных в работе, получены необходимые условия, получены следствия из основных теорем, проведено численное моделирование. Сами постановки задач являются оригинальными, поскольку литература по формированию сетей чаще всего рассматривает случай однородных игроков и их близорукое поведение при формировании сетей. В данной же работе эти предположения не используются, т.е. игроки различаются параметрами и не являются близорукими при принятии решений, используют программные или позиционные стратегии, решая задачу максимизации своего суммарного выигрыша на всем промежутке времени.

Теоретическая и практическая значимость.

Диссертационная работа В.А. Кочевадова представляет интерес как с теоретической, так и с практической точки зрения, т.е. может быть использована для решения практических задач. **Теоретическую значимость** работы представляют новые теоретико-игровые модели конкуренции нескольких фирм по Курно с учетом экзогенного и эндогенного формирования сетевых структур, согласно которым происходит взаимодействие игроков. Автором найдены равновесия по Нэшу для различных модификаций игры. Несомненный теоретический интерес

представляют необходимые условия равновесий по Нэшу для рассматриваемого класса игр в программных и позиционных стратегиях, которые также определяют равновесное сетевое поведение игроков, когда сеть формируется эндогенно. Таким образом, представляется возможным изучить процесс формирования экономических сетей при равновесном поведении фирм. Предложенные автором модели могут иметь **широкое применение на практике** при решении задач, возникающих в экономике, социальной и телекоммуникационной сферах, когда игроки или фирмы конкурируют на рынке и при этом могут получить выгоду от связей с другими игроками, а именно, уменьшить издержки друг друга при сетевом взаимодействии. С помощью результатов, полученных в работе, можно выстраивать поведение на рынке, а также находить стратегии взаимодействия или сотрудничества с конкурентами с целью уменьшения общих издержек.

Степень обоснованности научных положений.

Результаты работы В.А. Кочевадова были доложены на многих российских и международных конференциях. Основные результаты диссертации опубликованы в трех статьях в ведущих научных журналах, которые также проиндексированы в наукометрических базах Scopus и Web of Science CC. Имеется свидетельство о регистрации программы на ЭВМ. Содержание диссертации соответствует специальности 1.2.3. Теоретическая информатика, кибернетика.

Замечания к диссертационной работе.

Имеются следующие **замечания и вопросы** к диссертационной работе В.А. Кочевадова:

1. На стр. 21 делается предположение, что $\beta_{ij} \geq 0$ для всех i и j . Данное предположение выглядит нереалистичным. Если мы говорим про обмен технологиями, которые уменьшают издержки, то очевидно, что в паре двух фирм одна фирма, обладая более старыми технологиями по сравнению с другой, только увеличит издержки от такого сетевого взаимодействия, если связь будет установлена. Хотелось бы узнать, что автор имел ввиду, делая такое предположение. На стр. 45 автор упоминает случай отрицательного значения параметра, но в работе он не рассматривается.
2. На стр. 21 упоминается множество U_i как область допустимых управлений игрока i , но оно не определено. Правильно ли я понимаю, что это множество совпадает с множеством U , введенным на стр. 18? Также хочется отметить, что условие неотрицательности управления u_i не учитывается в теореме 1.1 и последующих теоремах. Что будет, если при решении системы из теоремы 1.1 (и других) получится отрицательное управление?
3. Чем можно объяснить настолько близкие значения программных и позиционных стратегий в таблицах 1.1 и 1.3 (1.2 и 1.4)? В таблице 1.4 в четвертой строке снизу, как мне кажется, должно быть J_1^{FBN} .
4. Было бы интересно рассмотреть еще одну переменную состояния – капитал, поскольку фирмы производят инвестирование, и величина капитала изменяется во времени. Также было бы интересно предположить, что фирма может инвестировать в капитал другой фирмы, гарантируя компенсацию со стороны этой фирмы,

например, в виде большего значения параметра β_{ij} . Насколько усложнится задача по мнению автора?

Указанные замечания не носят принципиальный характер и не влияют на общее положительное впечатление от работы. Хочется отметить, что работа написана хорошим математическим языком, все утверждения, представленные в работе, аккуратно доказаны. Мне понравился подробный численный анализ, завершающий каждую главу. Это придает работе особенную ценность, когда выражения равновесных стратегий и рыночных цен в равновесии невозможно получить в явном виде. Как мне кажется, третья глава является интересным завершением работы, поскольку в ней рассматривается упрощенная задача, но именно такая постановка, как мне кажется, может иметь широкое применение на практике. Она будет понятна для лиц, принимающих решения в фирмах, конкурирующих на рынке. Еще раз подчеркну, что диссертационное исследование в целом имеет хороший потенциал для применения на практике. В рамках диссертации автором сформулировано новое направление исследования динамических игр, найдены равновесия по Нэшу для заданного класса игр в различных постановках.

Заключение.

Диссертация Кочевадова Виталия Алексеевича на тему: «Равновесное поведение в динамических моделях конкуренции с сетевым взаимодействием» соответствует основным требованиям, установленным Приказом от 19.11.2021 №11181/1 «О порядке присуждения ученых степеней в Санкт-Петербургском государственном университете», соискатель Кочевадов Виталий Алексеевич заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.2.3. Теоретическая информатика, кибернетика. Нарушения пунктов 9 и 11 указанного Порядка в диссертации не установлены.

Председатель диссертационного совета,
доктор физико-математических наук,
профессор Кафедры математической теории игр
и статистических решений,
Санкт-Петербургский государственный университет



Е.М. Парилина
21.06.2024