

ОТЗЫВ

члена диссертационного совета Буре Владимира Мансуровича
на диссертацию Гао Цзинцзин на тему
«Моменты влияния как стратегия в теоретико-игровых моделях
динамики мнений в социальных группах»,
представленную на соискание ученой степени
кандидата физико-математических наук по специальности
1.2.3. Теоретическая информатика, кибернетика

Актуальность темы. В современном обществе одновременно существует много сложных социальных сетей, и модели динамики мнений являются эффективным инструментом для изучения изменений в структуре взаимодействий агентов этих сетей. Описание социальных явлений при помощи математических моделей позволяет глубже анализировать ключевые факторы, лежащие в основе формирования мнений в обществе. В данной работе основное внимание уделено моделированию динамики мнений в малых социальных сетях. Автор применяет критерий минимизации затрат игроков, которые воздействуют на агентов сети, делая акцент на время воздействия и механизмы валидации мнений участников сети.

Структура работы. Диссертация состоит из введения, трёх глав, заключения и приложения. Общий объём диссертации на русском языке составляет 128 страниц. Библиографический список включает 78 наименований. Во *введении* подробно обоснованы предметная область исследования, цели и задачи, представлены полученные результаты и сформулированы основные научные положения, выносимые на защиту.

В *первой главе* разработаны математические модели с двумя типами механизмов верификации. Записано основное уравнение динамики мнений агентов и правила верификации мнений агентов, получены необходимые условия существования оптимального управления для задачи минимизации расходов управляющего центра. Результаты численного моделирования наглядно иллюстрируют поведение оптимального управления во времени и подтверждают теоретические выводы. Представлена модель при обобщении способа верификации мнений, проведен теоретический анализ и серия численных экспериментов с управляющими параметрами, которые позволили количественно оценить влияние ключевых параметров модели на оптимальное управление и динамику мнений агентов.

Во *второй главе* исследуются разные ограничения на выбор моментов времени воздействия на агентов сети, они связаны с соответствующим выбором моментов верификации мнений, проводится теоретическое исследование (получены необходимые условия существования оптимальных управлений с использованием метода уравнений Эйлера) и численные эксперименты для поиска оптимальных по затратам решений.

В *третьей главе* модели первых двух глав обобщены на случай двух игроков, влияющих на агентов сети, т.е. рассмотрены теоретико-игровые модели, для которых исследовано существование равновесий по Нэшу в играх с ограничениями на моменты влияния и моменты верификации мнений агентов. В этой главе доказаны теоремы о существовании равновесия. В представленных численных экспериментах найдены равновесия по Нэшу и исследуется Парето-оптимальность исходов игры.

Научная новизна работы заключается в построении новых моделей динамики мнений с ограничениями на поведение игроков, учитывая временные факторы. Полученные оптимальные некооперативные стратегии для лиц, принимающих решения, с акцентом на ограничения на моменты валидации мнений и моменты влияния на мнения агентов. Теоретически и экспериментально (через численное моделирование в Matlab) доказана эффективность подходов, минимизирующих издержки за счёт выборочного влияния на агентов в ключевые моменты.

Теоретическая и практическая значимость. Теоретический вклад автора в область математического моделирования динамики мнений заключается в решении задач оптимального управления мнениями агентов при ограничении на множество моментов управления и верификации мнений, а также в полученных необходимых условиях равновесий по Нэшу в задачах конкурентного управления мнениями агентов двумя игроками с подобными ограничениями. Практическая ценность работы – в разработке инструментов принятия решений при управлении мнениями агентов социальных сетей при ограничениях на множество моментов влияния. Нахождение оптимальных моментов влияния и верификации мнений может быть интегрировано в техническую систему управления.

Степень обоснованности научных положений. Достоверность теоретических результатов подтверждена использованием известных методов математического и численного моделирования, корректным доказательством всех сформулированных утверждений и теорем. Результаты исследований Гао Цзинцзин докладывались на нескольких международных конференциях и

научных семинарах, а также были опубликованы в известных российских журналах и зарубежных изданиях.

Замечания к диссертационной работе. Работа производит положительное впечатление благодаря целостности подхода, продемонстрированного автором при математическом моделировании процессов распространения мнений в небольших сетях, и детальности проведенных численных экспериментов. Несмотря на общее положительное впечатление, к работе имеются вопросы и замечания, некоторые из которых могут быть использованы автором для дальнейшей работы в данной научной области:

1. В чем отличие динамики мнений, рассмотренной автором в работе, от динамики мнений Де Гроота? Можно ли говорить о достижении консенсуса в представленных моделях первой и второй глав?
2. Кажется интересным результат, полученный в главе 2 в эксперименте, описанном в разделе 2.4.2. Согласно рис. 2.4, «оптимальные» моменты влияния приходятся на последние моменты времени ($t=6,7,8$). Можно ли обобщить этот вывод на другие наборы данных? Проводились ли численные эксперименты, чтобы изучить это явление?
3. Учитывая акцент работы на малых сетях, возникает вопрос: каковы перспективы применения представленных моделей в случае сетей больших размерностей и существуют ли методы сведения задач больших размерностей к малым?
4. В работе имеются опечатки, пунктуационные ошибки.

Преимущества работы включают: многопараметрический анализ реалистичных сценариев, детальную воспроизводимую методологию экспериментов, комплексное моделирование с сравнительным анализом. Гао Цзинцзин обладает солидным числом публикаций по теме, результаты регулярно представлялись на международных научных форумах. Содержание диссертации соответствует специальности 1.2.3 "Теоретическая информатика, кибернетика".

Заключение. Диссертация соответствует пунктам 6, 7, 9 и 12 паспорта научной специальности 1.2.3. «Теоретическая информатика, кибернетика». Диссертация Гао Цзинцзин на тему «Моменты влияния как стратегия в теоретико-игровых моделях динамики мнений в социальных группах» соответствует основным требованиям, установленным Приказом от 19.11.2021 №11181/1 «О порядке присуждения ученых степеней в Санкт-Петербургском государственном университете», соискатель Гао Цзинцзин 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.

Член диссертационного совета,
доктор технических наук, профессор,
профессор Кафедры математической теории игр
и статистических решений,
Санкт-Петербургский государственный университет



Буре В. М.
31.03.2025