



МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ
ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР
«КАРЕЛЬСКИЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК»
(КарНЦ РАН)

ул. Пушкинская, 11, г. Петрозаводск, 185910
тел. (8142) 76-97-10, 76-60-40, факс 76-96-00 E-mail: krcras@krc.karelia.ru
ОКПО 02700018, ОГРН 1021000531133 ИНН/КПП 1001041594/100101001

УТВЕРЖДАЮ



И. о. Генерального директора Федерального государственного бюджетного учреждения науки
Федеральный исследовательский центр «Карельский научный центр Российской академии наук»

член-корреспондент РАН,
доктор биологических наук

О.Н. Бахмет

« 27 » марта 2025 г.

ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

Федерального государственного бюджетного учреждения науки Федеральный исследовательский центр «Карельский научный центр Российской академии наук» на диссертационную работу Гао Цзинцзин «Моменты влияния как стратегия в теоретико-игровых моделях динамики мнений в социальных группах», представленную на соискание учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.2.3.

Теоретическая информатика, кибернетика

Актуальность темы. Работа Гао Цзинцзин посвящена математическому моделированию динамики мнений в небольших социальных группах в присутствии управляющего центра/центров, которые могут влиять на агентов в сети. Целью исследования является изучение оптимального или равновесного поведения центра/центров влияния при ограничении на множество моментов валидации мнений агентов, т.е. при решении оптимизационной задачи учитываются не все моменты времени. Такие ограничения актуальны на практике при проведении процедур верификации мнений в обществе, которые не могут происходить постоянно в связи с внешними факторами. Результаты работы могут применяться на практике для построения моделей влияния на общественное мнение в малых социальных группах.

Структура и содержание работы. Объем работы составляет 128 страниц в варианте на русском языке. Работа состоит из введения, трех глав, заключения, списка литературы и приложения. Во **введении** дается обзор результатов по управляемой и неуправляемой динамике мнений, описываются цели и задачи исследования, приводятся основные результаты работы. В **первой главе** описана модель динамики мнений,

учитывающая при формировании среднее мнение в сети, когда имеется один центр влияния, который минимизирует свои затраты, определенные в линейно-квадратичном виде с учетом терминального мнения агентов в сети, или когда количество моментов валидации мнений агентов ограничено. Во **второй главе** предлагаются модели динамики мнений, когда моменты валидации мнений и моменты влияния на агентов являются стратегиями игрока. Задача минимизации издержек игрока, влияющего на мнения агентов, решается при различных ограничениях/предположениях о его поведении. Проводится численное моделирование, подобное проведенному в первой главе. В **третьей главе** предлагается теоретико-игровая постановка задач, рассмотренных в первых двух главах, а именно, рассматривает случай двух игроков, которые имеют различные интересы. Построены равновесия по Нэшу, получены необходимые условия существования этих равновесий. В этой главе также приводится несколько численных примеров моделирования динамики мнений в небольших социальных группах. В **заключении** описаны основные результаты диссертационной работы. В **приложении** дается краткое описание метода уравнений Эйлера и принципа максимума Понтрягина, используемых в работе.

Научная новизна. Все результаты, выносимые автором как положения на защиту, являются новыми. Кратко их можно сформулировать следующим образом:

- предложены модели динамики мнений с различными сценариями ограничений на поведение игроков в небольших социальных сетях. Для всех этих моделей сформулированы задачи оптимизации, найдены необходимые условия оптимальности управления с использованием метода Эйлера. Проведена серия численных экспериментов и сформулированы выводы о влиянии параметров на оптимальные стратегии.

- предложены модели динамики мнений с различными сценариями ограничений на моменты влияния игроков на мнения агентов в небольших социальных группах. В качестве ограничений рассмотрены следующие: игрок может выбирать периоды влияния с ограничением на мощность этого множества; игрок может выбирать множество моментов влияния на мнения агентов, но они должны отличаться от моментов, когда он валидирует мнения агентов. Для всех этих моделей сформулированы задачи оптимизации и получены необходимые условия оптимальности управлений, проведена серия численных экспериментов.

- получены необходимые условия существования равновесий по Нэшу и соответствующих им траекторий состояния системы для нескольких теоретико-игровых моделей динамики мнений. В этих моделях предполагается наличие двух игроков, влияющих на агентов сети и конкурирующих за мнения этих агентов.

Достоверность и обоснованность научных результатов. Обоснованность результатов диссертационного исследования подтверждается корректностью постановок задач, аргументов и полученных выводов, строгостью математических доказательств и положительными заключениями редакционных коллегий журналов, в которых опубликованы основные результаты работы.

Апробация работы. Результаты работы были представлены на следующих научных конференциях: Международные конференции «Теория игр и менеджмент»

(Санкт-Петербург, 2021, 2022); Международные конференции «Процессы управления и устойчивость» (Санкт-Петербург, 2021, 2022), семинары кафедры математической теории игр и статистических решений СПбГУ. По теме диссертации автором опубликовано 7 научных работ, две статьи – в журналах из списка ВАК, три статьи проиндексированы в базах Web of Science или Scopus. Кафедра математической теории игр и статистических решений СПбГУ рекомендовала диссертацию к защите.

Теоретическая и практическая значимость. Теоретическую значимость работы представляют математические модели динамики мнений в сетях с ограничениями на моменты управления мнениями агентов внешним центром/центрами. В работе получены необходимые условия оптимальности управления в задачах с различными видами ограничений с использованием метода уравнений Эйлера. Также теоретическую значимость представляют необходимые условия существования равновесия по Нэшу в моделях, учитывающих присутствие двух игроков с различными интересами. Полученные условия оптимальности и условия существования равновесных стратегий позволяют на практике решать задачи управления мнениями в реальных социальных сетях небольших размерностей. Полученные результаты позволяют учесть ограничения по валидации мнений и выбору управлений в определенные дискретные моменты времени. При возможности сведения задач больших размерностей, т.е. с большим числом агентов в сети, к задачам меньшей размерности, можно использовать представленные результаты для получения оптимальных управлений мнениями в сети.

Замечания. Несмотря на общее положительное впечатление от работы, имеются небольшие замечания, часть из которых можно рассматривать в качестве направлений для дальнейших исследований:

1. В работе исследованы только модели с двумя агентами, что существенно ограничивает их практическое применение. Автор упоминает, что возможно расширение на случай множества агентов и игроков. Делались ли попытки такого расширения? Какие трудности при этом возникают?
2. Необходимо привести интерпретацию и возможность реализации на практике влияния игроков на агентов. Например, как можно объяснить и реализовать отрицательные значения управлений, полученные в численных примерах?
3. В главах 2 и 3 следовало бы рассмотреть случай с выбором моментов управлений и «валидацией» в терминальный момент.
4. Для построения оптимальных стратегий принцип максимума применен только в разделе 3.3, до этого использованы уравнения Эйлера. С чем это связано?
5. В работе приведены результаты множества численных экспериментов, но не приведен программный код, реализующий вычисления. Какая среда разработки использовалась? Делались ли какие-то попытки уменьшить количество вычислений, ведь перебор всех возможных моментов времени из заданного конечного числа определяется числом сочетаний, которое велико для большой продолжительности игры?
6. В тексте диссертации имеются опечатки, пунктуационные ошибки. Использование некоторых слов типа «валидация» не совсем точно отражает смысл, придаваемый автором этим словам.

Заключение. Диссертационная работа Гао Цзинцзин «Моменты влияния как стратегия в теоретико-игровых моделях динамики мнений в социальных группах» является законченным самостоятельным научным исследованием, выполненным на хорошем научном уровне. Работа содержит новые теоретические результаты в области математического моделирования динамики мнений, которые могут быть применены на практике для поиска оптимального поведения при влиянии на агентов сети. Результаты опубликованы в авторитетных научных журналах и представлены на ряде научных конференций.

Перечисленные в замечаниях недостатки не влияют на окончательную положительную оценку работы.

Диссертационная работа Гао Цзинцзин «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», ее содержание соответствует научной специальности 1.2.3. Теоретическая информатика, кибернетика. Соискатель Гао Цзинцзин заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по указанной специальности. Пункты 9 и 11 указанного Порядка диссертантом не нарушены.

Отзыв подготовлен доктором физико-математических наук, ведущим научным сотрудником лаборатории математической кибернетики ИПМИ КарНЦ РАН Реттgieвой Анной Николаевной.

А.Н. Реттgieва

Отзыв на диссертационную работу Гао Цзинцзин обсужден и поддержан на заседании Ученого совета Института прикладных математических исследований КарНЦ РАН 27 февраля 2025 г., протокол № 3.

Отзыв на диссертационную работу Гао Цзинцзин рассмотрен и одобрен в качестве официального отзыва ведущей организации на заседании Ученого совета Федерального государственного бюджетного учреждения науки Федерального исследовательского центра «Карельский научный центр РАН» 25 марта 2025 г., протокол № 4.

Председатель Ученого Совета КарНЦ РАН
член-корр. РАН, д.б.н.

О.Н. Бахмет

Собственноручные подписи

А.Н. Реттgieвой и О.Н. Бахмет удостоверяю.

Ученый секретарь КарНЦ РАН

27 марта 2025 г.

Сведения о ведущей организации



Н.Н. Фокина

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Федеральный
исследовательский центр «Карельский научный центр Российской академии наук»
(КарНЦ РАН)

Адрес: 185910, Республика Карелия, г. Петрозаводск, ул. Пушкинская, д. 11

Телефон: +7(8142)766040

Факс: +7(8142)769600

Электронная почта krccas@krc.karelia.ru

Web -сайт: <http://www.krc.karelia.ru>