

Отзыв

члена диссертационного совета Мазалова Владимира Викторовича диссертацию Шимая Су на тему: «Теоретико-игровые методы анализа устойчивости в задачах управления загрязнением окружающей среды», представленную на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.2.3. Теоретическая информатика, кибернетика.

Актуальность темы исследования. Диссертационная работа Шимая Су посвящена теоретико-игровому моделированию кооперативного и частично-кооперативного поведения игроков в проблемах охраны окружающей среды, а также изучению влияния информации на принятие оптимальных решений в задачах, возникающих в этой области. В работе исследуется актуальный вопрос устойчивости кооперативных соглашений, принятых всеми членами конфликта. Такие соглашения могут быть как изначально неустойчивы, так и неустойчивы во времени. Подписание таких соглашений может привести к нарушению договоренности и, как следствие, к увеличению уровня загрязнения общей территории. Причиной неустойчивости также может быть недостаточность или неопределенность информации о тех или иных параметрах модели, которые могут оказывать существенное влияние на ожидаемые прибыли или издержки игроков. При неправильной их оценке, будут приниматься «неоптимальные» или «неравновесные решения». В работе предлагается целый набор методов, позволяющих проверять устойчивость соглашений и вносить изменения в контракты для их устойчивости.

Научная новизна. Полученные в диссертационной работе результаты, выносимые на защиту, являются новыми и представляют научный интерес. Стоит отметить полученные автором условия устойчивости различного типа коалиционных структур в статическом и динамическом случаях. В работе также предложены три основных способа сведения неустойчивых структур к устойчивому состоянию, они сформулированы для статического случая, но легко переносятся на случай динамических игр. Также отмечу алгоритм моделирования новых функций полезностей игроков, при которых реализация равновесия по Нэшу дает игрокам Парето-доминирующие выигрыши по сравнению с первоначальными. В третьей главе получены выражения ценности информации в случае решения оптимизационной задачи и в теоретико-игровом случае в некотором классе задач из области охраны окружающей среды. Вычисление ценности информации основано на сравнении выигрышей игроков при наличии некоторой информации и при ее отсутствии.

Содержание работы. Диссертация написана на 129 страницах, включает список литературы из 112 наименований. Основной материал диссертации изложен в трех главах, первая из которых относится к одношаговым играм, вторая и третья изучают динамические, а именно, дифференциальные игры. В диссертации имеется много иллюстративных примеров.

В первой главе изучается модель взаимодействия компаний или стран, которые выбирают уровень загрязнения и получают прибыль от экономической деятельности при заданном уровне загрязнения, но несут убытки при очистке загрязненной общей территории. При наличии многих фирм изучаются случаи полной и частичной кооперации, когда игра происходит один шаг. Здесь выписаны условия устойчивости разных коалиционных

структур, предложены механизмы регуляризации кооперации, чтобы выбранная структура была устойчивой. В рамках первой и второй главы игроки не однородны, они отличаются своим отношением к природе. Часть игроков учитывает издержки на восстановление природы от загрязнения, а часть игроков – нет. Таким образом, при кооперации возникает проблема, как мотивировать вторую группу игроков кооперироваться и делить издержки по восстановлению природы.

Во второй главе рассматривается дифференциальная игра, в основе которой лежит одношаговая игра, изученная в первой главе. Для дифференциальной игры получены условия равновесного поведения фирм, когда они действуют в интересах коалиции. Получены условия устойчивости по Нэшу и индивидуальной устойчивости различных коалиционных структур. Предложена трансферная схема для регуляризации платежей игроков для того, чтобы сделать устойчивой полную или частичную кооперацию. Также в этой главе описана схема построения модифицированных функций полезностей игроков, при которой игроки согласны на такое изменение, поскольку они могут получить Парето-доминирующие выигрыши по сравнению с теми, что они получают в первоначальной игре.

Третья глава посвящена изучению ценности информации в задачах охраны окружающей среды. Для некоторого класса задач проводится моделирование ситуации, когда некоторые параметры игры неизвестны, а решение находится при неопределенности. Вводится понятие ценности информации и определяется, насколько наличие информации может увеличить выигрыш по сравнению с ситуацией, когда ее нет. Исследуются разные случаи неопределенности. Проводится анализ как кооперативных решений, так и некооперативных, таких, как равновесие по Нэшу. Получены выражения ценности информации для некоторых классов игр в явном виде.

Степень достоверности. Все изложенные в диссертации результаты приводятся со строгими доказательствами. Ссылки на цитируемую литературу корректно расставлены. Основные результаты работы Су Шимая доложены на многих международных и российских конференциях (в том числе, на международных конференциях Game Theory and Management 2022, 2023, MOTOR 2023), а также на семинаре Кафедры математической теории игр и статистических решений в 2023 г. и на семинаре Института прикладных математических исследований КарНЦ РАН в 2024 г. Основные результаты диссертации были опубликованы в пяти научных публикациях, включая известные в данной области журналы: Operations Research Letters, Journal of Dynamics and Games, Mathematics. Содержание диссертации соответствует паспорту специальности 1.2.3. Теоретическая информатика, кибернетика.

Теоретическая и практическая значимость работы. Диссертационная работа в большей степени является теоретическим исследованием, хотя, несомненно, обладает большим потенциалом для приложений в области экономики, охраны окружающей среды, где возникает необходимость заключения соглашений между конфликтными сторонами. Практическая значимость работы заключается в методах моделирования долгосрочных контрактов, проверке условий их состоятельности. Теоретическую значимость имеют условия устойчивости частично-кооперативных соглашений в области экологического регулирования, когда перед игроками стоят общие цели по уменьшению загрязнений, сокращению добычи возобновляемых и невозобновляемых ресурсов. Результаты работы

представляют практическую значимость для разных областей экономической деятельности, они позволяют создавать проекты состоятельных во времени соглашений. С помощью утверждений, полученных в работе, можно получать численные характеристики контрактов, которые сделают их устойчивыми, т.е. никому не будет выгодно нарушить их условия. В последней главе даются численные оценки ценности информации, из которых можно получить условия, когда информацию стоит уточнять при построении решений, а когда без нее можно обойтись, т.е. когда она несущественным образом влияет на прибыль игроков.

Замечания и вопросы. В целом, по оформлению и представлению результатов замечаний нет. Однако, имеются небольшие замечания и вопросы к автору, которые не влияют негативно на общее положительное впечатление от работы:

1. Раздел 1. Равновесные стратегии игроков e_i (выбросы загрязнений) могут оказаться отрицательными. В этом случае уместно было бы исследовать задачу до конца, что делать в этом случае. Раздел 1.2. Выбраны неудачные обозначения для коалиционных разбиений с двухэтажными индексами.
2. Раздел 2. Стабильность коалиционного разбиения рассмотрена лишь для частного случая трех игроков. Динамическая стабильность коалиционного разбиения фактически сведена к статической стабильности.
3. Раздел 3. Термин «ценность информации» лучше заменить на «ценность информированности». Рассмотрены игры трех и четырех игроков, можно было бы рассмотреть и общий случай. В модели с неопределенностью значения верхней границы b , этот параметр также входит в целевую функцию, где он имеет определенный смысл. В модели Курно это начальная цена на рынке. Нужно дать объяснение смысла неопределенности, это неопределенность на границу управления или на цену на рынке.

Отмеченные замечания не влияют на общее положительное впечатление о работе. Они могут быть учтены автором в дальнейшей работе по данному научному направлению.

Заключение. Диссертационная работа может быть квалифицирована как законченное научное исследование в области теоретико-игрового моделирования устойчивых коалиционных и кооперативных соглашений в задачах охраны окружающей среды и содержит новые важные результаты для данной научной области.

Диссертация Су Шимая на тему: «Теоретико-игровые методы анализа устойчивости в задачах управления загрязнением окружающей среды» соответствует основным требованиям, установленным Приказом от 19.11.2021 № 11181/1 «О порядке присуждения ученых степеней в Санкт-Петербургском государственном университете», соискатель Су Шимай заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по научной специальности 1.2.3. Теоретическая информатика, кибернетика. Пункты 9 и 11 указанного Порядка диссертантом не нарушены.

Член диссертационного совета,
доктор физико-математических наук,
главный научный сотрудник,

Институт прикладных математических исследований КарНЦ РАН



В.В. Мазалов
22.04.2024

В.В. Мазалов
С.Д. Симаева
С.В. Мазалов
С.В. Мазалов