

ОТЗЫВ

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

Актуальность темы исследования.

В настоящее время наблюдается большой интерес к задачам охраны окружающей среды, особенно в условиях постоянного роста производства. Частично эти задачи решаются установкой высокотехнологичного оборудования, которое позволяет уменьшить выбросы, поэтому понятия «зеленого производства», «зеленой логистики», «зеленых товаров» можно все чаще встретить в специализированной литературе. Работа посвящена моделированию кооперативных и частично кооперативных сценариев в задачах экологического регулирования, когда игроки или страны являются неоднородными с точки зрения отношения к проблемам окружающей среды. Автор предлагает различные сценарии кооперации и проверяет условия их успешной реализации с помощью методов теории игр, когда никому не выгодно отклоняться от них в одностороннем порядке. В работе также изучается устойчивость сценариев кооперации во времени, что является актуальной задачей, как показывает история Парижского соглашения. Некоторые страны так и не ратифицировали это соглашение о снижении содержания углекислого газа в атмосфере, а некоторые страны вышли из соглашения, присоединившись к нему опять через несколько лет. Возможная причина такой неустойчивости – слишком большая коалиция, которой сложно согласовывать общие решения. В связи с этим, частично кооперативные сценарии, предложенные в работе, актуальны и их применение на практике поможет в поддержке таких соглашений во времени.

Содержание работы.

Объем диссертации составляет 129 страниц на русском языке и включает введение, три главы, заключение, библиографию из 112 наименований. Приведу краткое содержание трех глав. **Первая глава** посвящена изучению статической или одношаговой модели взаимодействия стран или компаний, загрязняющие общую территорию. Рассматриваются различные сценарии кооперации и конкуренция, для которых найдены оптимальные и

равновесные стратегии игроков. В этой главе получены условия устойчивости по Нэшу и индивидуальной устойчивости различных сценариев. Также в этой главе предложен механизм компенсаций, при котором функции выигрышей игроков переопределяются для того, чтобы в новой игре равновесные по Нэшу выигрыши доминировали по Парето выигрыши в первоначальной игре.

Во **второй главе** приводится описание динамической модели взаимодействия игроков, в основе которой лежит модель из первой главы. Здесь, как и в первой главе, получены условия устойчивости различных сценариев в начальный момент и с течением времени. Предлагаются различные методы приведения сценариев к устойчивому состоянию.

В **третьей главе** автор рассматривается дифференциальная игра, в которой имеется неопределенность в задании функции выигрыша игроков, т.е., например, нет точной информации о терминальных издержках, о точном значении верхней границы допустимого управления или о начальном уровне загрязнения в задаче. Исследуется ценность информации путем сравнения выигрышей при полной информации и при ее отсутствии.

Научная новизна.

В диссертационной работе впервые предложен механизм компенсаций, связывающий целевые функции выигрышей двух асимметричных игроков в играх управления загрязнением окружающей среды, который идейно был заимствован из теории цепочек поставок. В отличие от классических кооперативных схем он не требует полной координации действий игроков во времени, которая необходима при решении задачи максимизации общей прибыли при классическом кооперативном подходе. В работе проводится сравнение предложенного механизма компенсаций с кооперативным решением и равновесием по Нэшу, показывается, когда такой механизм является Парето-оптимальным. Новизной обладают результаты анализа устойчивости коалиционных структур с частичной кооперацией, поскольку в существующей литературе в этой области изучается только один сценарий, когда формируется одна большая коалиция, а остальные игроки ведут себя индивидуально рационально. При анализе устойчивости в работе используется два подхода – устойчивость по Нэшу и индивидуальная устойчивость. Для реализации устойчивых сценариев, в работе предлагается три механизма, которые могут в равной степени быть использованы на практике в зависимости от области применения.

Теоретическая и практическая значимость.

Диссертационная работа содержит новые теоретические результаты, которые можно применить на практике при создании и обосновании соглашений в области экологического

регулирования. В работе представлены теоретико-игровые модели полной и частичной кооперации при производстве товаров, при котором имеется загрязнение окружающей среды, получены новые кооперативные и частично кооперативные решения, сделаны выводы об устойчивости этих решений, в том числе, во времени. Основные результаты автора включают условия устойчивости полностью или частично кооперативных структур при заключении соглашений, а также оценки влияния неопределенности в постановке задачи на ее исход. Мне кажется, что предложенные модели могут найти широкое применение на практике при определении устойчивых коалиционных структур при заключении реальных соглашений о совместном сокращении загрязнений или добыче полезных ископаемых, для которых условия контракта должны выполняться на протяжении длительного времени, т.е. важным является поддержка его состоятельности во времени.

Степень обоснованности научных положений.

Результаты работы Шимая Су были доложены на нескольких международных конференциях, семинарах кафедры математической теории игр и статистических решений. Основные результаты диссертации оформлены в пяти статьях, опубликованных в научных изданиях, индексируемых, в том числе, в базах Scopus и/или Web of Science. Содержание диссертации соответствует специальности 1.2.3. Теоретическая информатика, кибернетика.

Замечания к диссертационной работе.

Имеются следующие замечания и вопросы к диссертационной работе Шимая Су:

1. При определении устойчивых сценариев или коалиционных структур предполагается, что, если игроки используют трансферные платежи, то в основе лежат одноточечные принципы оптимальности такие, как вектор Шепли, CIS-значение. Можно ли построить подобные схемы трансферных платежей на основе множественных кооперативных решений, как, например, С-ядро?
2. В работе используется термин «ценность информации», но несколько в иной интерпретации по сравнению с литературой по теории информации. Хотелось бы услышать интерпретацию введенного термина автором применительно к теоретико-игровым задачам и то, в каких случаях расчёты ценности информации являются актуальными.
3. В работе встречаются опечатки и пунктуационные ошибки, в некоторых случаях перевод на русский язык с английского не совсем понятен.

Эти замечания не являются принципиальными и не влияют на общее положительное впечатление от работы. Переходя к оценке диссертации в целом, хочу сказать, что работа

хорошо оформлена, написана аккуратным математическим языком. Все главы содержат новые научные результаты в области математического моделирования конфликтных ситуаций в области охраны окружающей среды. Эти результаты представляют как теоретический, так и практический интерес при создании и поддержании кооперативных соглашений между странами или регионами в области экологического регулирования.

Заключение.

Диссертация Шимая Су 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 Шимай Су заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.2.3. Теоретическая информатика, кибернетика. Пункты 9 и 11 указанного Порядка диссертантом не нарушены.

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



В.М. Буре
16.04.2024