

ОТЗЫВ

председателя диссертационного совета на диссертацию Седакова Артема Александровича на тему: «Динамические сетевые игры», представленную на соискание ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 01.01.09 — Дискретная математика и математическая кибернетика

Актуальность темы диссертации. Диссертация Седакова Артема Александровича посвящена формализации нового класса динамических игр, а именно динамических игр с сетевой структурой. Наличие сетевой структуры при взаимодействии сторон в условиях конфликта с полной или неполной информацией отвечает актуальным вызовам современной цивилизации, использующей сетевые структуры в таких областях как коммуникации (транспортные и социальные сети), экономическая деятельность (для случая ограниченных взаимодействий участников процесса) и т.д. Очевидно, что взаимодействие сторон (игроков) в реальной жизни имеет длительный, а не одномоментный характер, поэтому описание конфликтно-управляемых систем с сетевой структурой при развитии процесса во времени является **актуальной** и потенциально весьма значимой с точки зрения **практических** приложений задачей.

Кроме того, стоит отметить, что большинство актуальных приложений современной теории управления и, как её ветви, теории игр, не носят характер прямой конфронтации сторон, а всё чаще рассматриваются при возможности если не полной, то частичной кооперации игроков.

Теоретическая значимость диссертационной работы, на мой взгляд, прежде всего определяется вкладом автора в построение теории динамических сетевых игр, а именно, в формализации классов многошаговых сетевых игр, многошаговых сетевых игр с шоками, в том числе, в кооперативной постановке. Автором получен ряд теоретических результатов в общей постановке для динамических игр в главе 1 (достаточные свойства сильной динамической устойчивости C -ядра в теореме 1.4 и теорема 1.12 о предельном поведении характеристической функции), которые затем в главе 2 были уточнены для игр, имеющих сетевые взаимодействия игроков. Нужно отметить, что теория кооперативных сетевых многошаговых игр фактически была создана Седаковым А.А. в соавторстве с Петросяном Л.А.

Научная новизна подтверждается достаточным количеством публикаций (26 наименований) по теме диссертации, в том числе в высокорейтинговых рецензируемых международных журналах по теории игр, исследованию операций и сетям, а также широкой апробацией на российских и международных конференциях.

Обозначу основное содержание диссертации Седакова А.А. Диссертация состоит из введения, пяти глав, заключения и списка используемой литературы, состоящего из актуальных и релевантных источников.

В главе 1 приводится определение некооперативной и кооперативной динамической сетевой игры с дискретным временем. В частности, в этой главе исследуется свойство сильной динамической устойчивости c -ядра для более широкого класса игр — кооперативных динамических игр, подклассом которого являются динамические сетевые игры. Исследуется сильная динамическая устойчивость c -ядра, построенного на основе линейного преобразования характеристической функции кооперативной динамической игры.

Глава 2 содержит теоретические результаты как в части адаптации результатов главы 1 к классу динамических сетевых игр, так и теоретические результаты, полученные непосредственно с учетом специфики изучаемого класса игр. Формализуется класс сетевых многошаговых игр и класс сетевых многошаговых игр с шоками (под которыми понимается разрыв связи).

Глава 3 рассматривает задачи влияния (в том числе конфликтно-управляемого) на мнения участников социальной сети. Исследуются вопросы достижимости консенсуса при двух центрах влияния.

В главе 4 изучаются динамические сетевые игры с полной информацией на древовидных графах. При рассмотрении такого класса игр предполагается наличие у игроков полной информации, а также конечного набора действий при принятии игроками своих решений. Формализуется игра, в которой игроки последовательно создают сеть за конечное число периодов: игрокам разрешается создавать новые связи в сети, разрывать существующие, либо же не менять их текущую конфигурацию.

В главе 5 изучаются кооперативные динамические игры на деревьях событий. Исследуется соотношение между кооперативными и некооперативными выигрышами игроков (цена анархии), что позволяет сделать вывод о значимости для них кооперации.

Основные утверждения диссертационной работы сформулированы в виде теорем и утверждений, доказательства которых позволяют говорить об **обоснованности** разработанных методов. **Достоверность** результатов работы определяется строгостью математических доказательств, апробацией основных положений диссертации на международных и всероссийских конференциях и использованием разработанных подходов в грантах и проектах.

Тем не менее, по материалам диссертации следует отметить следующие **замечания**:

1. Согласованность глав диссертации представляется недостаточно убедительной. Очевидно, что во всех главах, кроме главы 5, рассматриваются игры с сетевыми структурами, причем в некоторых — достаточно узкие и специфические (глава 3, глава 4), но фундаментальные результаты, полученные в главах 1, 2, не используются либо практически не используются в главах 3-5 (хотя в конце главы 3 в примере упоминается условие сильной динамической устойчивости C -ядра). В главе 5 получены достаточно интересные результаты по изучению такого показателя “важности” кооперации как цена

апархии; кроме того, цепа апархии вычисляется в главе 3, но данные результаты никак не обобщены и не проанализированы для более общего случая в остальных главах.

2. Результаты главы 3, несмотря на большое количество графиков, не имеют серьезной теоретической ценности. Возможно, их следует рассматривать в контексте задачи имитационного моделирования. Рассмотренные матрицы влияния удовлетворяют всем свойствам переходных матриц Марковских цепей, но разработанная теория (проверка матриц на приводимость, ацикличность) не используется.
3. Глава 3, стр. 188, первая фраза “Будем говорить, что консенсус достигается, если существует вектор...” не является определением, а утверждением, которое следует доказать. Определение дано в предыдущем предложении на стр. 187.
4. Глава 3, Теорема 3.2 следует из Теоремы 3.1.
5. Глава 1, Определение 1.1. Не ясно, граф рассматривается без петель или нет, но затем в некоторых задачах петли появляются.
6. Глава 1, стр. 25 и далее: обозначение $\mathcal{T} \setminus 0$ следует писать как $\mathcal{T} \setminus \{0\}$.
7. Глава 1, Определение 1.5. Символ \mapsto используется для обозначения соответствия элементов двух множеств, а здесь он используется для отображения множества в множество.
8. Глава 1, Теорема 1.12. Доказательство неполное: не учтен случай, когда $\vartheta_i = \vartheta_j$ для некоторых $i \neq j$.
9. Глава 1, стр. 56 и далее. Вводится дополнительное предположение о неотрицательности выигрышей h_{it} . Насколько сильно данное предположение сужает класс рассматриваемых задач?
10. Глава 2, стр. 155. Под шоком понимается потеря связи с игроком. Насколько серьезной переработки требует построенная теория для случая, когда под шоком может пониматься приобретение дополнительных связей с игроками?

Приведенные замечания не умаляют общего хорошего впечатления о диссертационной работе. Работа Седакова А.А. написана на высоком математическом уровне, вносит значительный вклад в развитие современной теории игр. Главным вкладом является формализация класса динамических сетевых игр и разработка аппарата для получения кооперативных решений для указанного широкого класса игр.

Диссертация Седакова Артема Александровича на тему: «Динамические сетевые игры» соответствует основным требованиям, установленным Приказом от 01.09.2016 № 6821/1 «О порядке присуждения ученых степеней в Санкт-Петербургском государственном университете», соискатель Седаков Артем Александрович заслуживает присуждения ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 01.01.09 Дискретная математика и математическая кибернетика. Пункт 11 указанного Порядка диссертантом не нарушен.

Председатель диссертационного совета,
доктор физико-математических наук,
профессор кафедры математической
теории игр и статистических решений
Санкт-Петербургского государственного
университета



Е. В. Громова

20 августа 2020 г.