

ОТЗЫВ

члена диссертационного совета Буре Владимира Мансуровича

на диссертацию Пин Сунь на тему:

«Теоретико-игровые модели формирования сетей с асимметричными игроками»,
представленную на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук
по специальности 1.2.3. Теоретическая информатика, кибернетика

Актуальность темы исследования.

Диссертационная работа посвящена исследованию и решению сетевых игр с асимметричными игроками. В работе автор предлагает четыре различные теоретико-игровые модели, в которых асимметричность игроков рассматривается с разных точек зрения, что, как мне кажется, позволяет максимально приблизить описание конфликтных ситуаций к реальности. Все представленные автором модели актуальны, и результаты диссертационной работы могут быть использованы для решения практических задач поиска устойчивых коммуникационных структур в социальных и других сетях, когда элементы сети или игроки имеют разную степень сходства. В работе предлагаются равновесия, позволяющие игрокам выбирать «правильные» действия, когда они играют разные роли в социальной жизни. В диссертации также исследуется динамическая устойчивость кооперативных решений в играх с динамическим формированием сети. В частности, получены правила перераспределения выигрышей между игроками на каждом этапе, это важно для реальных проектов, реализуемых в течение длительного периода времени, для обеспечения устойчивости сотрудничества.

Содержание работы.

Объем диссертации составляет 177 страниц на русском языке и включает введение, четыре главы, заключение, библиографию из 87 наименований. Кратко опишу содержание четырех глав. **Первая глава** посвящена исследованию условий попарной устойчивости некоторых сетей при разбиении игроков на конечные упорядоченные группы. Характерной особенностью этой главы является определение функции полезности, которая впервые представлена в литературе в рамках данной работы. Эта функция хорошо отражает некоторые особенности формирования сетей на практике. Кроме того, несколько результатов, представленных в этой главе, редко встречаются в литературе по данной проблематике. Это связано со специально определенной функцией издержек, предложенной

автором. Также в главе 1 рассматривается специальный класс разбиений игроков на группы и приводятся интересные численные примеры, хорошо иллюстрирующие теоретические результаты.

Во **второй главе** описывается динамическая модель формирования сети бесконечной продолжительности, в которой игроки имеют неполную информацию о принадлежности друг друга той или иной группе разбиения. Две функции полезности, использованные в первой главе и учитывающие неоднородность игроков, также применяются в этой главе. Полученные результаты состоят из теоретических результатов и выводов, сделанных на основе серии численных экспериментов. Хочется подчеркнуть, что в описании экспериментов обсуждаются три основных вопроса, и теоретические результаты этой главы совпадают с практическими наблюдениями.

В **третьей главе** автор предлагает модель, описывающую динамический процесс формирования сети со случайными факторами, случайной продолжительностью и случайной реализацией совершенных игроками действий. В отличие от первых двух глав, в этой главе рассматривается кооперативный вариант игры. Приведены формы характеристической функции и CIS-значения при выполнении определенных условий. Особо исследуются позиционная состоятельность CIS-значения и строгая позиционная состоятельность с-ядра. Также в этой главе построена процедура распределения дележа для поддержки кооперации во времени.

В **четвертой главе** автор предлагает модель на основе двухшаговой игры формирования сети с неполной информацией и случайными ходами. Неоднородность игроков в этой главе заключается в том, что каждый игрок обладает одним из нескольких типов, и его полезность при разных типах определяются по-разному. В качестве принципа оптимальности автор предлагает байесовское равновесие, которое определяет каждому типу игрока определенное действие. Кроме того, предлагается новая концепция, называемая устойчивым частично байесовским равновесием, которая условно объединяет равновесие по Нэшу и байесовское равновесие на втором этапе игры. Также в этой главе рассмотрены два содержательных примера и описываются сети, формирующиеся, когда игроки реализуют устойчивое частично байесовское равновесие.

Научная новизна.

Результаты, полученные в диссертационной работе, являются новыми. В основе результатов, полученных автором в первой и второй главе, лежит впервые предложенная функция полезности, получены оригинальные результаты об устойчивости сетей при заданной

функции полезности и упорядоченных разбиениях игроков на группы. В работе подробно изучается попарная устойчивость сетей, которая учитывает неоднородность игроков, а также состав их соседей в сети. В диссертации впервые предложено правило обновления информации, применяемое при наличии у игроков неполной информации, и получены интересные и новые результаты при применении игроками этого правила обновления информации в условиях неопределённости. Также автором предложены две стохастические модели формирования сетей, некоторые новые концепции решений, получены новые результаты, связанные с этими моделями.

Теоретическая и практическая значимость.

Диссертационная работа содержит новые теоретические результаты, которые могут иметь широкое применение на практике. В работе представлены теоретико-игровые модели формирования сетей, предложены новые концепции равновесий, получены новые решения, сделаны выводы, ранее не представленные в литературе по теме исследования. Основные результаты автора включают условия устойчивости сетевых структур при статическом и динамическом подходах к формированию сетей. Также имеют теоретическую значимость построение кооперативной игры на основе некооперативной, где применяется процедура распределения дележа для поддержки устойчивости кооперации, и предложенное автором устойчивое частично байесовское равновесие. Мне кажется, что предложенные модели могут найти широкое применение на практике при определении устойчивых структур различных социальных сетей, при которых ни одна связь не может быть удалена, а любая несуществующая не может быть создана.

Степень обоснованности научных положений.

Результаты работы Пин Сунь были представлены на многих международных конференциях. Основные результаты диссертации оформлены в шести статьях, опубликованных в научных журналах, индексируемых 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 Пин Сунь:

1. Если обратить внимание на дробь, используемую в функции полезности (1.2), то нельзя сказать, что это доля соседей игрока в определенной группе, так как в числителе присутствует «-1». Интересно узнать мнение автора, почему именно так определяется функция полезности. Также можно заметить, что эта дробь принимает значения в интервале

от 0 до 1, тогда как значения функции f не ограничены. Есть ли этому какое-либо объяснение?

2. В продолжении предыдущего вопроса отмечу, что в первой главе, кажется, что $f(0)$ и $f(1)$ значимы для результатов об устойчивости сетей, тогда как значения функции от $f(2)$ до $f(m-1)$ не имеют значения для выводов, полученных в работе. Правильно ли сделан этот вывод? Можно ли сказать, что при применении двух функций издержек степень несхожести игроков не имеет значения для результатов, полученных автором?

3. Я думаю, что термин «равномерно распределенное разбиение», упомянутый во второй главе, не совсем корректно использован, так как речь идет о равном количестве игроков в каждой группе, а не о равномерном распределении игроков внутри групп.

Эти замечания не являются принципиальными и не влияют на хорошее впечатление о работе. Переходя к оценке диссертации в целом, хочу сказать, что работа хорошо оформлена, написана аккуратным математическим языком. Все главы содержат новые интересные результаты, которые проиллюстрированы на примерах. Можно сказать, что в рамках диссертационного исследования сформулировано новое направление в области сетевых игр, нацеленное на изучение устойчивости сетей с асимметричными игроками, представляющее несомненный теоретический и практический интерес.

Заключение.

Диссертация Сунь Пин на тему: «Теоретико-игровые модели формирования сетей с асимметричными игроками» соответствует основным требованиям, установленным Приказом от 19.11.2021 № 11181/1 «О порядке присуждения ученых степеней в Санкт-Петербургском государственном университете», соискатель Пин Сунь 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
07.03.2023