

## ОТЗЫВ

члена диссертационного совета на работу  
**Парилиной Елены Михайловны**  
**«Решения кооперативных стохастических игр  
с трансферабельными выигрышами»**,  
представленную на соискание ученой степени  
доктора физико-математических наук  
по специальности 01.01.09 – дискретная математика и  
математическая кибернетика

### **Актуальность темы исследования.**

Диссертационная работа посвящена построению новых решений стохастических игр, исследованию поведения игроков в динамике, причем упор делается на построение кооперации в этом классе игр, а также на нахождение условий, позволяющих достичь устойчивой кооперации или ее сохранения в течение игры. Актуальность изучения конфликтных систем с учетом случайной природы процессов их развития не вызывает сомнений. Такие системы позволяют более адекватно описать действительность. Как известно, кооперация позволяет в большинстве случаев достичь больших выигрышей или меньших затрат, чем некооперативное поведение участников конфликта. Следовательно, значимость и актуальность поставленных задач очевидна во многих прикладных задачах, которые могут быть решены с применением математического аппарата теории стохастических игр. Также стоит отметить, что важно не только найти решение, но и изучить его свойства в динамике, поскольку, как показывает действительность, не все решения удается реализовать на практике, если игровой процесс развивается во времени. Часто происходит изменение интересов участников конфликта, что может привести к невыгодности соблюдения условий кооперации в некоторый момент времени и, в итоге, к разрыву кооперативных договоренностей. Решению этой актуальной проблемы уделяется существенное внимание в работе.

*вх. 0912-115 от 18.04.2019*

## Содержание работы.

Объем диссертационной работы составляет 339 страниц и включает введение, четыре главы, заключение и список литературы из 229 наименований. Первая глава посвящена стохастическим играм конечной продолжительности, где автором строится кооперативная игра по некооперативной, описывается проблема динамической неустойчивости или позиционной состоятельности кооперативных решений, предлагается алгоритм регуляризации стохастической игры с использованием процедуры распределения дележа. Особенно подробно рассматривается случай вектора Шепли и  $s$ -ядра. Проблема сильной позиционной состоятельности рассматривается на примере  $s$ -ядра, для которого получены условия построения сильно позиционно состоятельных дележей. Во второй главе автор рассматривает стохастические игры бесконечной продолжительности с дисконтированием выигрышей, для которых строит кооперативный вариант, формулирует принципы устойчивой кооперации. Для каждого принципа выписаны условия его выполнения, полученные результаты сопровождаются численными примерами. Третья глава посвящена изучению динамических игр на деревьях событий. В отличие от предыдущих глав стратегии игроков не влияют на стохастический процесс, который задан изначально и известен игрокам. Здесь представлена процедура регуляризации дележей из  $s$ -ядра для получения позиционно-состоятельных решений кооперативной динамической игры, получены условия существования  $\epsilon$ -равновесий в играх с применением процедуры распределения дележа и без ее применения. Подробно изучен класс игр на бинарных деревьях, где в каждой вершине дерева имеется два вероятных сценария развития игры. Для этой модели рассчитана цена анархии, позволяющая оценить пользу от кооперации игроков по сравнению с равновесным по Нэшу их поведением. Стоит отметить, что результаты каждого раздела этой главы продемонстрированы на примере игр совместного контроля объемами выбросов в окружающую среду странами или компаниями. Четвертая глава содержит прикладные задачи, при решении которых автор использует теорию стохастических игр и утверждения, доказанные в первых трех главах. Предлагаются модели передачи данных в сетях несложных конфигураций, в которых найдены равновесные по Нэшу и кооперативные стратегии узлов сети. Предложена модель поиска в некотором смысле устойчивых коалиционных структур. Эти структуры предлагается искать путем решения стохастической

игры, в которой игроки могут переходить в другие коалиции, покидая текущие с некоторой вероятностью, определенной правилами игры.

### **Научная новизна.**

Результаты, полученные автором в работе, являются новыми. Представлен новый класс игр – кооперативные стохастические игры, предложены различные модификации. Для данного класса игр сформулированы принципы устойчивой кооперации, разработаны методы решения проблем, связанных с нарушением этих принципов. Подробно исследована позиционная состоятельность и сильная позиционная состоятельность кооперативных решений в рассматриваемых играх. Предложен ряд интересных приложений теории кооперативных стохастических игр к решению практических задач.

### **Теоретическая и практическая значимость.**

В диссертационной работе получены теоретические результаты, которые позволяют расширить круг изучаемых проблем в области динамических игр. Построена теория кооперативных стохастических игр, получены достаточные и в некоторых случаях необходимые условия устойчивой кооперации, включая позиционную и сильную позиционную состоятельность кооперативных решений. Стохастические игры позволяют моделировать различные конфликтно-управляемые процессы, происходящие в реальности, что продемонстрировано в четвертой главе работы. Ряд практических задач, решенных в работе, включая проблему совместного выбора объемов выбросов, динамическую передачу данных в беспроводных сетях, стохастическую модель дуополии Курно, несомненно составляют практическую значимость работы. Стоит отметить, что решения всех практических задач доведены автором до полного аналитического решения, что демонстрирует практическую ценность теоретических результатов.

### **Степень обоснованности научных положений.**

Обоснованность и достоверность научных положений диссертации определяется строгим математическим доказательством сформулированных в работе утверждений. Результаты работы Е.М. Парилиной были доложены на многочисленных конференциях всероссийского и международного уровней, в

ведущих научно-исследовательских центрах. Основные результаты диссертации были опубликованы в 39 рецензируемых российских и международных изданиях (в том числе 15 статей в журналах из списка, рекомендованного ВАК РФ, а также журналах, индексируемых в международных наукометрических базах Scopus и Web of Science CC). Содержание диссертации соответствует специальности 01.01.09 – дискретная математика и математическая кибернетика.

### **Замечания к диссертационной работе.**

Диссертация Е.М. Парилиной не содержит серьезных недостатков, однако следует сделать несколько замечаний:

1. В первых трех главах работы при построении сильно позиционно состоятельного  $s$ -ядра предполагается его непустота. Было бы полезно привести условия на параметры игр, при которых это условие выполняется.

2. В четвертой главе рассматриваются модели передачи данных в беспроводных сетях, но сети, на которых демонстрируются решения задач имеют простую конфигурацию, содержат 3-4 вершины. Как усложнится решение задачи, если, например, в модели, представленной в параграфе 4.1.3, будет на две, а  $n$  вершин или игроков, принимающих решения?

3. В работе имеются мелкие опечатки. Например, условие стратегической устойчивости иногда называется условием стратегической поддержки, хотя из контекста понятно, что это одно и то же.

Указанные замечания не носят принципиальный характер и не влияют на общую высокую оценку диссертации. Переходя к оценке диссертации в целом, нужно сказать, что она воспринимается как законченное научное исследование, в рамках которого получены новые научные результаты в области стохастических игр.

### **Заключение.**

Диссертация Парилиной Елены Михайловны на тему: «Решения кооперативных стохастических игр с трансферабельными выигрышами», представленная на соискание степени диктора физико-математических наук, является законченной научно-квалификационной работой, в которой автором

разработаны научные положения, в совокупности представляющие научное достижение, что соответствует основным требованиям, установленным Приказом № 6821/1 от 01.09.2016 «О порядке присуждения ученых степеней в Санкт-Петербургском государственном университете», предъявляемым к степени доктора наук, а ее автор, Парилина Елена Михайловна, заслуживает присуждения ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 01.01.09 – дискретная математика и математическая кибернетика.

Член диссертационного совета,  
доктор физико-математических наук,  
профессор, Санкт-Петербургский  
государственный университет



А. Ю. Гарнаев

15/04/2019