

ОТЗЫВ

члена диссертационного совета
на работу **Парилиной Елены Михайловны**
на тему: «**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. Диссертационная работа Е.М. Парилиной посвящена актуальной проблеме моделирования сложных систем при наличии неопределенности. Возможность учитывать стохастическую природу развития конфликтных процессов в динамике позволяет строить более реалистичные модели, давать более точные прогнозы о поведении участников конфликта, находить новые решения, получать более адекватные результаты. Большое число международных конференций и публикаций в известных журналах в исследуемой области также свидетельствует об актуальности темы исследования. Также актуальными являются прикладные задачи, рассмотренные в работе, а именно, задачи нахождения оптимального поведения передающих устройств при пересылке пакетов данных в беспроводных сетях, нахождения оптимальных стратегий в задачах охраны окружающей среды.

Под неопределенностью в работе понимается случайность перехода изучаемой конфликтно-управляемой системы из одного состояния в другое. При этом автором строятся модели с многими участниками, когда возможна кооперация игроков, т.е. координация их действий с целью максимизации суммарного выигрыша. Рассматриваемые системы имеют конечную и бесконечную продолжительности, без дисконтирования и с дисконтированием выигрышей игроков. В современной теории игр особый интерес проявляется к динамическим играм, где конфликтное взаимодействие участников изучается в динамике, что позволяет учитывать их меняющиеся интересы, помогает создавать устойчивые во времени соглашения о кооперации. Стоит отметить, что в своей работе Парилина Е.М. акцентирует внимание именно на кооперативной постановке игр, что несомненно актуально, принимая во внимание динамические процессы в международной и экономической сфере, происходящие в современном мире. Исходя из вышесказанного, актуальность работы не вызывает сомнений.

Новизна работы. Методы построения кооперативной стохастической игры в случае конечной и бесконечной продолжительностей, нахождения позиционно состоятельных кооперативных решений, проверки свойств устойчивой кооперации в стохастических играх, предложенные в диссертационной работе, являются оригинальными. Данное исследование позволяет существенно расширить класс рассматриваемых задач в кооперативной постановке. Оригинальным является также применение теории стохастических игр к нахождению устойчивых коалиционных структур, моделированию процессов передачи данных в сетях несложных конфигураций, а также к моделированию кооперативного и конфликтного поведения сторон в задачах охраны окружающей среды.

Сх 09/2 - 116 от 24.04.19

Достоверность. Обоснованность и достоверность научных положений диссертации определяется строгим математическим доказательством сформулированных в работе утверждений, апробацией результатов, выносимых на защиту, на многочисленных конференциях международного уровня, публикациями в рецензируемых российских и международных изданиях, в том числе – 15 из списка ведущих периодических изданий (из списка ВАК РФ, а также периодические издания, индексируемые в международных наукометрических базах Scopus и Web of Science Core Collection).

Теоретическая и практическая значимости. Диссертация является глубокой научной работой и имеет важное значение для развития динамических игр. Основное достижение диссертанта заключается в развитии нового направления в этой области – кооперативных стохастических игр. Автором предложена оригинальная постановка задачи, разработан математический аппарат для нахождения решений таких игр, сформулированы проблемы позиционной и сильной позиционной состоятельности, устойчивой кооперации для данного класса игр, получены решения этих проблем. В качестве иллюстрации теоретических результатов автором рассмотрены и решены прикладные задачи из области экологической экономики, совместного управления объемами вредных выбросов.

Также практическую значимость имеют решенные в работе задачи нахождения оптимального поведения узлов беспроводных сетей при передаче данных. Рассмотрены как некооперативный подход, когда координационного центра нет, так и кооперативный, когда действия игроков управляются центром. Проведено сравнение результатов с помощью цены анархии, что позволяет оценить необходимость управления сетью. Также в работе предложен способ перераспределения нагрузки между узлами сетей с целью увеличения их пропускных способностей, что несомненно представляет практическую значимость.

Описание работы. Диссертационная работа состоит из введения, четырех глав, заключения и списка литературы. Первая глава посвящена изучению стохастических игр конечной продолжительности, определяемых на графах. Построена модель кооперативных стохастических игр, изучена проблема позиционной состоятельности кооперативных принципов оптимальности, предложен способ регуляризации стохастических игр с использованием процедуры распределения дележа. Также изучено свойство сильной позиционной состоятельности c -ядра.

Во второй главе рассмотрен класс стохастических игр бесконечной продолжительности с конечным множеством состояний и стратегий игроков в этих состояниях. Предложен способ построения кооперативного варианта игры, определены кооперативные решения, подробно изучена проблема позиционной состоятельности и сильной позиционной состоятельности кооперативных принципов оптимальности. Получены условия выполнения принципов устойчивой кооперации, включая стратегическую устойчивость и защиту от иррационального поведения кооперативного решения.

Третья глава посвящена изучению динамических игр, разыгрываемых на деревьях событий. Этот класс игр имеет широкую область применения при моделировании динамических процессов в экономике, задачах охраны окружающей среды и других

областях, в которых случайные факторы влияют на развитие системы. Проведена регуляризация s -ядра с целью удовлетворения свойства позиционной состоятельности дележей из этого решения, получены условия существования эпсилон-равновесий в нерегуляризованной и регуляризованной с помощью процедуры распределения дележа игре. Отдельно рассмотрены случаи игры со случайным временем окончания, для которого построен позиционно состоятельный вектор Шепли, и игры, разыгрываемой на бинарном дереве событий с идентичными игроками, для которой в явном виде найдены равновесные по Нэшу и кооперативные стратегии игроков, вычислена цена анархии.

В четвертой главе рассматриваются приложения теории стохастических игр. Предложены модель нахождения устойчивых коалиционных структур с помощью решения специальным образом построенной стохастической игры, модели передачи данных в сетях различных конфигураций с несимметричными узлами.

Замечания. Работа выполнена на высоком научном уровне, стоит отметить ясную логику изложения. Тем не менее, к работе имеются следующие замечания:

1. В первой главе при исследовании кооперативных стохастических игр и везде далее предполагается, что при распределении выигрыша игроки используют фиксированную процедуру дележа. Это может быть S -ядро, вектор Шепли и др. Не исследован вопрос, что будет если дизайн распределения будет меняться.

2. В ряде моделей в работе вычисляется цена анархии, которая оценивает затраты системы в кооперативном и конкурентном вариантах. В модели охраны окружающей среды (глава 3, стр. 178) непонятно использование этого понятия для одного из игроков. В игре «множественный доступ» (глава 4) эта характеристика найдена в примере для трех игроков. Здесь цена анархии определяется параметрами задачи и можно было бы посвятить какое-то время анализу этой оценки. Хотелось бы видеть оценку для цены анархии для большего числа игроков.

3. В стохастической игре, связанной с блужданием игроков по коалиционным структурам (глава 4), существует равновесие в стационарных стратегиях. Не предложено метода, как его находить. Разбирается пример для трех игроков, в котором даже в этом простом случае существует 3125 различных переходных матриц, 1259712 ситуаций в чистых стратегиях, из которых 3001 ситуаций равновесия.

4. В работе ничего не говорится о сложности предложенных алгоритмов, и для процедуры распределения дележа, и для нахождения равновесия в стационарных смешанных стратегиях, и для сходимости к устойчивой коалиционной структуре.

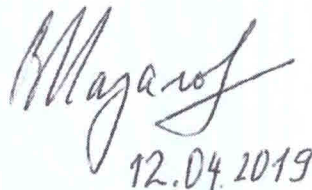
5. Есть мелкие замечания. В формуле (1.6.3) не определен параметр k . На стр. 178 используется термин цена анархии, который определен только в следующей главе.

Указанные замечания не влияют на общую высокую оценку диссертации и носят характер рекомендаций в дальнейших исследованиях. Результаты, полученные в диссертационной работе Парилиной Елены Михайловны, представляют научное достижение в теории стохастических игр, в рамках которого получены оригинальные результаты в этой области.

Результаты диссертационной работы опубликованы в 39 научных работах, из них – 15 статей в высокорейтинговых международных и российских периодических изданиях (издания из списка ВАК РФ, а также периодические издания, индексируемые в международных наукометрических базах Scopus/Web of Science Core Collection). Отмечу, что результаты диссертационной работы были представлены автором на научном семинаре Института прикладных математических исследований Карельского научного центра РАН в апреле 2018 года.

Диссертация Парилиной Елены Михайловны на тему: «Решения кооперативных стохастических игр с трансферабельными выигрышами» 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, директор Института
прикладных математических исследований
Карельского научного центра РАН



12.04.2019

В. В. Мазалов