

УТВЕРЖДАЮ

Директор ФГБУН «Институт
прикладных математических
исследований Карельского научного
центра Российской академии наук»
д.ф.-м.н., проф.



В. В. Мазалов

2014 г.

ОТЗЫВ

Ведущей организации о диссертации С. Ю. Костюнина «Неантагонистические дифференциальные игры со случайными моментами выхода игроков из игры» на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.01.09 – «Дискретная математика и математическая кибернетика».

Актуальность темы определяется необходимостью развития методов исследования процессов со случайной продолжительностью, основанных на применении аппарата теории дифференциальных игр. Несмотря на большое число работ российских и зарубежных авторов в области динамических игр со случайной продолжительностью, ряд вопросов требует более глубокого изучения. В диссертационной работе рассматривается класс дифференциальных игр, в которых игроки могут покинуть игру в случайные моменты времени. С этой точки зрения актуальность темы диссертации С. Ю. Костюнина сомнений не вызывает.

Аналитический обзор содержания диссертации. Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения и библиографии. Во введении обоснована актуальность тематики диссертационной работы, приведены цели и задачи исследования, сформулированы основные положения, выносимые на защиту, и дано краткое описание содержания диссертации.

Первая глава посвящена построению функционала выигрыша в дифференциальных играх со случайной продолжительностью. Выигрыш игрока определяется как математическое ожидание интегрального функционала. Рассматривается вопрос приведения введенного функционала выигрыша к стандартному для теории динамических игр виду. Проведено доказательство теорем 1.1 и 1.2, в которых получены достаточные условия существования выигрыша в упрощенной форме. В последней части главы (параграф 1.3) приводится пример, когда достаточные условия, полученные в теореме 1.2, не выполняются. Показывается, что выигрыш в виде математического ожидания в этом случае не может быть упрощен.

Во второй главе проводится исследование дифференциальной игры управления вредными выбросами со случайной продолжительностью. Построена теоретико-игровая модель, являющаяся расширением классической модели с предписанной продолжительностью. Предполагается, что момент окончания игры имеет распределение Вейбулла. К построенной модели применяются результаты первой главы. Построены оценки функционалов выигрыша, которые показывают выполнение полученных в теореме 1.2 достаточных условий. Следовательно, для построения решений игры используется упрощенный вид функционалов выигрыша. При различных распределениях момента окончания игры получены равновесные по Нэшу решения. Параграф 2.4 посвящен

исследованию кооперативного варианта дифференциальной игры управления вредными выбросами. Доказано свойство супераддитивности определенной характеристической функции. В качестве кооперативного принципа оптимальности выбран вектор Шепли, его динамическая устойчивость гарантируется построением процедуры распределения дележа (ПРД). Получен аналитический вид вектора Шепли и соответствующей ему ПРД в игре трех лиц.

Третья глава посвящена рассмотрению нового класса дифференциальных игр со случайной продолжительностью и различными моментами выхода из игры её участников. Проведено исследование игры двух лиц, в которой момент выхода из игры каждого игрока имеет свою функцию распределения, при этом предполагается независимость данных случайных величин. Выигрыш игрока определяется как математическое ожидание суммы интегрального функционала и терминальной составляющей, которую получает игрок, дольше остающийся в игре. Предполагается, что моменты выхода из игры для игроков распределены на конечном интервале. Представлена упрощенная форма функционала выигрыша (в лемме 3.1 проведено доказательство для ожидаемого интегрального выигрыша, а в лемме 3.2 – для ожидаемого терминального выигрыша). Построена система уравнений Гамильтона-Якоби-Беллмана, дающая достаточное условие существования состоятельного позиционного равновесия по Нэшу в данном классе дифференциальных игр (теорема 3.3). В параграфе 3.5 рассматривается частный случай игры, в которой в качестве терминальной составляющей выигрыша используется функция значения в задаче оптимального управления в отсутствие конкуренции. В теореме 3.4 получены достаточные условия существования состоятельного позиционного равновесия по Нэшу в данной игре.

Четвёртая глава посвящена построению состоятельного позиционного равновесия по Нэшу в дифференциальной игре со случайной продолжительностью, моделирующей совместную разработку невозобновляемого ресурса. В явном виде построены оптимальные выигрыши игроков в соответствующих задачах оптимального управления и равновесные по Нэшу стратегии и выигрыши игроков в рассматриваемой дифференциальной игре. Полученные равновесные стратегии анализируются для случая усечённого экспоненциального распределения. Исследуется зависимость оптимального поведения игроков от параметров распределения их моментов окончания разработки невозобновляемого ресурса. Проводится сравнение равновесия в игре в новой постановке и равновесия в дифференциальной игре со случайным моментом окончания в общепринятой постановке.

В заключении перечислены основные результаты работы и сформулированы выводы.

Новые научные результаты. Основными научными результатами, полученными автором являются:

1. Построена формализация дифференциальной игры двух лиц, в которой моменты выхода из игры игроков задаются независимыми случайными величинами.
2. Для введённого класса дифференциальных игр получена система уравнений Гамильтона-Якоби-Беллмана и теорема, дающая достаточные условия существования состоятельного позиционного равновесия по Нэшу.
3. В аналитическом виде найдено состоятельное позиционное равновесие по Нэшу в дифференциальной игре совместной разработки невозобновляемого ресурса и исследованы его свойства.
4. Исследована дифференциальная игра управления вредными выбросами со случайной продолжительностью, получены необходимые условия существования равновесия по Нэшу. Найдено в явном виде решение, удовлетворяющее необходимым условиям, и исследованы его свойства.

5. Построена кооперативная дифференциальная игра на основе игры управления вредными выбросами, в аналитическом виде найдены вектор Шепли, выбранный в качестве принципа оптимальности, и процедура распределения дележа, которая гарантирует динамическую устойчивость вектора Шепли.

Научная и практическая значимость результатов исследований. Полученные результаты могут послужить основой для дальнейшего развития теории дифференциальных игр со случайной продолжительностью, а также применены для исследования прикладных процессов со случайными моментами завершения. Моделирование таких процессов с помощью дифференциальных игр со случайными моментами выхода игроков из игры представляется весьма удачным подходом для задач, возникающих в экономике, менеджменте, экологии.

Достоверность результатов диссертации обеспечивается строгими математическими выкладками, в основе математических доказательств лежат известные факты из теории игр и теории вероятностей.

Соответствие диссертационной работы заявленной специальности 01.01.09 не вызывает сомнений, т.к. полученные результаты относятся к теории дифференциальных игр со случайной продолжительностью, одному из важных направлений в области современной теории игр.

Публикации, апробация результатов. По теме диссертации опубликовано 10 работ, из них 2 – в журналах, входящих в перечень, рекомендованный ВАК для публикации основных результатов кандидатских диссертаций, 2 – в высокорейтинговых журналах, входящих в базу данных Scopus, 6 – в трудах международных конференций. Опубликованные работы достаточно полно отражают содержание диссертации.

Апробация результатов работы проводилась на международных научных конференциях

1. IV – VII Международные конференции «Теория игр и менеджмент» (Санкт-Петербург, 2010 – 2013).
2. «Constructive Nonsmooth Analysis and Related Topics» (Санкт-Петербург, 2012).
3. «Математика, экономика, менеджмент: 100 лет со дня рождения Л. В. Канторовича» (Санкт-Петербург, 2012).
4. XLI – XLIII международные научные конференции «Процессы управления и устойчивость» (Санкт-Петербург, 2010 – 2012).

К недостаткам диссертационной работы, на наш взгляд, следует отнести

1. Неудачно выбрано определение мгновенного выигрыша игрока как функции плотности выигрыша игрока.
2. В параграфе 2.4 используется понятие процедуры распределения дележа, введенной в работе Л.А. Петросяна, Н.Н. Данилова (1985), но не приведена ссылка на авторство. Также приведен аналитический вид вектора Шепли и ПРД только для игры трех лиц, хотя можно было представить и для общей игры n лиц.
3. Представляется нецелесообразным применение в четвертой главе для решения задачи оптимального управления принципа максимума, т.к. в предыдущей главе уже было выведено уравнение Гамильтона-Якоби-Беллмана для данной задачи в общем виде.
4. Дифференциальная игра управления вредными выбросами, а также метод построения характеристической функции были впервые получены в работе

Petrosjan L.A., Zaccour G. (2003), а не в работе, ссылка на которую представлена автором.

5. В названии работы термин «Неантагонистические игры» лучше заменить на более современный «Игры с ненулевой суммой».

Эти замечания не влияют на положительную оценку выполненной работы и не ставят под сомнение основные выводы диссертации.

Представленный автореферат полно и достоверно отражает содержание диссертации.

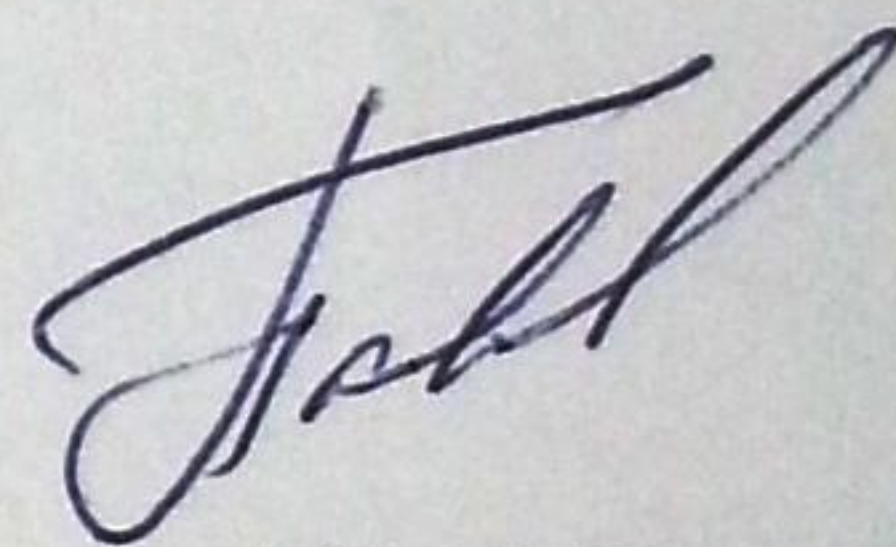
Заключение. Диссертация Костюнина Сергея Юрьевича представляет собой научный труд, в котором содержится решение актуальной задачи. Новые научные результаты, полученные диссертантом, имеют существенное значение для науки и практики. Выводы диссертации достаточно обоснованы.

Считаем, что диссертация на тему «Неантагонистические дифференциальные игры со случайными моментами выхода игроков из игры» отвечает всем требованиям Положения ВАК «О порядке присуждения ученых степеней», а ее автор, Костюнин Сергей Юрьевич заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.01.09 – «Дискретная математика и математическая кибернетика».

Отзыв рассмотрен на научном семинаре
лаборатории теории вероятностей и компьютерной статистики
Института прикладных математических исследований Карельского научного центра
Российской академии наук

«24» сентября 2014 г. Протокол № 9

Руководитель лаборатории теории
вероятностей и компьютерной
статистики ИПМИ КарНЦ РАН,
доктор физ.-мат. наук, профессор



Ю. Л. Павлов