

ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА
на диссертационную работу Искакова Михаила Борисовича
на тему: «Равновесие в безопасных стратегиях»,
представленную на соискание ученой степени
доктора физико-математических наук по специальности
2.3.1. – Системный анализ, управление и обработка информации, статистика.

В диссертационной работе представлена новая концепция принятия решения для некооперативных игр в нормальной форме – равновесие в безопасных стратегиях. Модель предназначена для описания поведения осторожных субъектов, принимающих решения, безопасные от действий других игроков. Диссертационное исследование и его результаты соответствуют пунктам 1, 2 и 3 специальности 2.3.1. – Системный анализ, управление и обработка информации, статистика.

Актуальность темы диссертационной работы

Актуальность диссертационного исследования подтверждается тем, что предложенная концепция решения в ситуациях игровой неопределенности – равновесие в безопасных стратегиях (РБС) – относится к активно развивающимся моделям стратегической рефлексии. Имеющиеся работы по данной тематике пытаются объединить традиционную и ограниченную рациональность, в том числе путем расширения концепции равновесия Нэша. В предлагаемом подходе к решению некооперативных игр в нормальной форме игроки стремятся к безопасным положениям, в которых им не могут угрожать другие игроки. Концепция РБС имеет тесные связи со многими современными направлениями развития теории игр, например, такими как модели эволюции и обучения, при этом позволяет преодолеть имеющиеся недостатки традиционных подходов.

Актуальной проблемой является формализация теорем существования решения в задачах, в которых может не существовать равновесного по Нэшу решения. Разработанный метод конструирования теорем существования РБС на основе имеющихся теорем существования равновесия Нэша может быть распространен на другие концепции решений игр в нормальной форме. Таким образом, разработанный метаподход к построению теорем существования решения в некооперативных играх важен и для дальнейших исследований.

Решение ряда классических задач, в которых не существует равновесие Нэша при некоторых значениях параметров (игра Хотеллинга, конкуренция за ренту Таллока–Скапердаса и др.), несомненно, является актуальным приложением разработанной концепции. При этом, полученные в форме РБС игровые ситуации моделируют игровое поведение, которые ранее не было исследовано.

Структура диссертационной работы и ее общая характеристика

Диссертация состоит из введения, пяти глав основного текста, заключения, библиографического списка из 202 наименований. Работа изложена на 378 страницах, содержит 53 иллюстрации, 6 таблиц.

Во введении обосновывается актуальность темы диссертационной работы, дан обзор современного состояния исследований, сформулированы цель и задачи работы, представлены ее научная новизна, теоретическая и практическая значимость, приведены структура и краткое содержание глав.

В первой главе приводится общее описание разработанного понятия РБС и обзор существующих методов решения задач в ситуациях игровой неопределенности. В разделе 1.1 РБС представлено без формальных конструкций, с качественным сравнением на уровне понятий с равновесием Нэша, с точки зрения теории существования решения, теории рациональности, динамических игр и др. В разделе 1.2 приведен обзор литературы по альтернативным моделям.

Вторая глава посвящена формальному определению РБС. В разделе 2.1 введены ключевые определения РБК: угроза, безопасная стратегия, безопасное отклонение, равновесие в безопасных стратегиях. Показан вывод понятия РБС из определения равновесия Нэша и доказано, что равновесие Нэша всегда является РБК. Раздел 2.2 иллюстрирует понятие РБС на матричных примерах. В разделе 2.3 рассматриваются некоторые свойства РБС. Ряд утверждений этого раздела непосредственно следуют из системы определений, и фактически являются комментариями, проясняющими понятие с разных точек зрения. Определяются дополнительные понятия, являющиеся инструментарием для дальнейших рассуждений и доказательств: безопасный выигрыш, множества безопасных стратегий, игра угроз и др. Приведен метод построения РБС как профиля наилучших безопасных ответов с последующим исключением неустойчивых профилей. Показано соответствие равновесия Нэша в игре угроз и РБС. Для пояснения связи подхода РБС с динамическими играми рассмотрена задача с неопределенным инсайдером, а также введен класс игр с неопределенностью динамики.

В третьей главе, которая является центральной во всей работе, разработаны теоремы существования РБС. В разделе 3.1 рассматриваются разные подходы к конструированию теорем существования РБС. Центральным результатом является метатеорема 2, задающая принципиальный метод получения теорем существования РБС из известных теорем существования равновесия Нэша. Для этого формулируется условие сильных угроз, которое делает игру устойчивой в том смысле, что множества безопасных стратегий становятся предпочтительными для осторожных игроков, учитывающим при своем выборе соображения игровой безопасности. Тогда для существования РБС достаточно требовать выполнения условий теорем существования равновесия Нэша не на всем множестве возможных стратегий, а только на множестве безопасных стратегий. Более того для локального варианта теорем показано, что условия существования достаточно проверять на ограниченном подмножестве множества безопасных стратегий. В разделах 3.2, 3.3, 3.4 этот принципиальный подход метатеоремы применен к конкретным критериям существования равновесия Нэша (Дебре, Рени, Бика), и на его основе формализованы четыре теоремы существования РБС. В полученных теоремах существования РБС по Рени были смягчены накладываемые ограничения для того, чтобы их применить для ряда нерешенных задач.

В четвертой главе рассматривается задача пространственно-ценовой конкуренции Хотеллинга, которая была взята как базовая эталонная задача для проверки концепции

решения и доказательства его существования. Подробно разобраны случаи эластичного и неэластичного спроса. Решение РБС получено в явной форме и может интерпретироваться как равновесие взаимного сдерживания осторожными игроками. Исследование этой конкретной задачи позволило продемонстрировать разную трудоемкость применения полученных в третьей главе теорем существования РБС. Получен ряд интересных экономических эффектов.

Пятая глава посвящена исследованию РБС решений для других известных задач, в которых не существует равновесие Нэша при некоторых значениях параметров: раздел 5.1 – конкуренции за ренту Таллока-Скапердаса; раздел 5.2 – дуополии Бертрана-Эджворта и модели страхового рынка Ротшильда-Стиглица-Вильсона. Первые две задачи исследованы подробно с получением решения в явном виде, аналогично задаче Хотеллинга. Для модели страхового рынка доказано, что предлагаемый обычно в качестве решения страховой контракт Ротшильда-Стиглица-Вильсона, который не всегда является равновесием Нэша, всегда является РБС.

В заключении сформулированы основные результаты проведенного в диссертационной работе исследования.

Научная новизна полученных результатов

Все основные результаты, представленные в диссертации, являются новыми.

Научная новизна работы заключается в формализации новой концепции принятия решения в условиях игровой неопределенности – равновесия в безопасных стратегиях. РБС означает безопасное положение, в котором любые выгодные отклонения игроков сдерживаются взаимными угрозами. Таким образом, игроки максимизируют выигрыши на множестве своих безопасных стратегий, что существенно ограничивает множество возможных решений. Еще одним из достоинств предложенного равновесия является его естественная интерпретация. В работе определено место РБС в ряду существующих моделей ограниченной рациональности, а также обоснована преемственность предложенного понятия от классического равновесия Нэшу.

Построена теория существования решения РБС как применение сформулированного принципа сильных угроз к имеющимся теоремам существования равновесия Нэша. При помощи разработанного принципиального метода получения теорем существования построены и доказаны теоремы существования РБС на основе теорем Дебре, Рени, Бика.

Получены решения целого ряда значимых задач, в которых не существует равновесие Нэша при некоторых значениях параметров. Так, в классической задаче Хотеллинга РБС подход дает решение в ситуации близкого расположения фирм, в которой не существует ценовое равновесие Нэша, а в конкуренции за ренту Таллока-Скапердаса выявляет альтернативное монополистическое решение.

Теоретическая и практическая значимость результатов диссертации

Теоретическая значимость работы заключается в развитии теории некооперативных игр в нормальной форме, в формализации новой концепции решения в ситуациях игровой неопределенности. Результаты диссертации, в частности принцип сильных угроз, имеют большое теоретическое и практическое значение, позволяя разрабатывать и обосновывать методы и механизмы эффективного управления игровой безопасностью. Предложенный метод конструирования теорем существования равновесия может быть применен для других концепции решений игр в нормальной форме.

Практическая значимость работы проявляется в возможности применения разработанных моделей и методов для решения ряда игровых задач без равновесия Нэша, до сих пор не имевших решения для всех значений параметров. Теоретическая общность подхода РБС и разработанного метода получения теорем существования позволяет распространить полученные в исследовании результаты на широкий круг моделей с игровой неопределенностью, что подтверждает решение ряда задач.

Достоверность и обоснованность результатов исследования подтверждается корректностью математических постановок задач, аргументов и полученных выводов, строгостью математических доказательств, публикациями в рецензируемых научных изданиях, апробацией на семинарах, международных и всероссийских конференциях.

Замечания по диссертационной работе

1. Доказанная в разделе 3.4 теорема существования РБС по Биду не использована при решении конкретных задач.
2. Следовало бы пояснить принцип определения параметра $C_{\min}$ для обрезанной игры в разделе 3.1, как влияет его величина на ход доказательства и может ли он быть равным нулю, например.
3. Следует пояснить, почему для доказательства существования РБС в модели страхового рынка не использованы полученные ранее теоремы существования.
4. Было бы полезно использовать реальные данные и нелинейные функции спроса для численных примеров, иллюстрирующих экономическое применение предложенного подхода.
5. В работе имеется ряд терминологических разночтений, например, в Определении 3.14' указано «на границе безопасных стратегий», а в Теореме 8' – «в граничных безопасных стратегиях», на стр. 190 – «условие ЛБА» вместо использованного ранее «BSA», одновременное «supremum» и «супремум» на стр. 125, 126.
6. В работе имеется ряд опечаток и неточностей, например, на стр. 73 (и стр. 15 автореферата) должно быть «Выигрыши игроков определяются как u_i » вместо u_{j0} , на стр. 108 слитное написание «не гарантируют», на стр. 163. Таблица 1 вместо Таблицы 3, на стр. 219 нумерация с 0.0, на стр. 245 $[0.6;1]$ вместо $[0.6;0.8]$, лишние знаки на стр. 288 (запятая в определении), 309 (квази $\square$) и 327 (g_j), и т.д.

Заключение

Диссертационная работа Исакова Михаила Борисовича «Равновесие в безопасных стратегиях» является цельным научным исследованием на актуальную тему,

выполненным на высоком научном уровне. Работа содержит новые теоретические результаты и имеет прикладное значение для развития теории некооперативных игр. Совокупность разработанных теоретических положений можно квалифицировать как научное достижение.

Основные результаты диссертации оформлены в виде теорем и снабжены полными доказательствами. Результаты достоверны и обоснованы, опубликованы в авторитетных научных журналах и представлены на ряде научных конференций. Автореферат диссертации и опубликованные работы полностью отражают ее содержание.

Перечисленные в замечаниях недостатки не влияют на окончательную положительную оценку работы.

Диссертационная работа «Равновесие в безопасных стратегиях» удовлетворяет требованиям постановления правительства РФ от 24.09.2013 № 842 «О порядке присуждения ученых степеней» (с изменениями от 16 октября 2024 года), предъявляемым к докторским диссертациям, и соответствует паспорту специальности 2.3.1 - Системный анализ, управление и обработка информации, статистика, а ее автор Исаков Михаил Борисович заслуживает присуждения ученой степени доктора физико-математических наук.

Я, Реттеева Анна Николаевна, даю согласие на использование моих персональных данных в целях, связанных с защитой диссертации Михаила Борисовича Исакова, и их дальнейшую обработку.

Официальный оппонент
директор, ведущий научный сотрудник
лаборатории математической кибернетики
Института прикладных математических исследований -
обособленного подразделения
Федерального государственного бюджетного
учреждения науки Федерального исследовательского центра
«Карельский научный центр Российской академии наук»,
доктор физико-математических наук, доцент



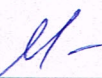
Анна Николаевна Реттеева

Институт прикладных математических исследований -
обособленное подразделение
Федерального государственного бюджетного
учреждения науки Федерального исследовательского центра
«Карельский научный центр Российской академии наук»
185910, Россия, Республика Карелия,
г. Петрозаводск, ул. Пушкинская, д. 11
E-mail: annaret@krc.karelia.ru
Тел. +7 (8142) 78-11-08

Подпись А.Н. Реттеевой удостоверяю:

Ученый секретарь ИПМИ КарНЦ РАН

« 2 » октября 2025 г.



(О.В. Лукашенко)