

УТВЕРЖДАЮ

Ректор Федерального
государственного бюджетного
образовательного учреждения
высшего образования «Тамбовский
государственный университет
имени Г.Р. Державина»

кандидат экономических наук, доцент
П.С. Моисеев



«01» апреля 2026 г.

ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

на диссертацию Котюкова Александра Михайловича «Нахождение положения равновесия динамических систем методами накрывающих отображений и точек совпадения с приложениями к моделям типа Аллена», представленную на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 2.3.1. «Системный анализ, управление и обработка информации, статистика» в диссертационный совет 24.1.107.02 на базе Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Институт проблем управления им. В.А. Трапезникова Российской академии наук» (ФГБУН «ИПУ РАН»)

Актуальность темы диссертационной работы

Диссертация Котюкова А.М. посвящена изучению равновесия и частичного равновесия в системах, динамика которых определяется разностью отображений метрических пространств, на основе методов и результатов теории накрывающих отображений и точек совпадения, а также приложениям полученных результатов к исследованию динамических систем типа Аллена. Равновесные состояния играют важную роль при исследовании сложных динамических систем. Равновесным состоянием, или равновесием, называют такое состояние системы, при котором она способна самостоятельно поддерживать свое существование сколь угодно долго при отсутствии внешних воздействий. Если система способна вернуться в равновесное состояние после того, как она была выведена из него внешними воздействиями или динамикой самой системы, то такое равновесное состояние называется устойчивым. Устойчивые равновесные состояния являются основой для эффективного функционирования системы и ее долговечности. Их исследование – одна из основных задач в синтезе и анализе систем, управлении системами.

Помимо «классических» вопросов об устойчивых положениях равновесия (по всем фазовым переменным) в диссертации также исследуются устойчивость положений частичного равновесия, т.е. равновесных состояний по части переменных. Такая задача актуальна и теоретически, и в приложениях: вопросы частичного равновесия составляют важный раздел теории управления и стабилизации, теории игр, возникают при описании технических систем, в задачах экономики, биологии, экологии и др.

Исследование вопросов, связанных с равновесием в сложных системах, востребовано в различных областях науки. Так, например, в биологии активно исследуются модели распространения инфекционных заболеваний и эпидемий, в которых

положение равновесия позволяет определить критический уровень переносчиков заболевания; в экологии широко исследуются модели загрязнения окружающей среды, очистки сточных вод и прогнозирования аварийных ситуаций нефтеперерабатывающих предприятий, в которых равновесные состояния служат индикатором для принятия экстренных мер; подобные вопросы могут возникать при моделировании транспортных макросистем, в которых равновесное состояние позволяет определить места высокой концентрации транспортных потоков, а также целесообразность инвестиций, и другие.

Таким образом, тема диссертационной работы Котюкова А.М. является актуальной, представляющий несомненный теоретический интерес и имеющей прикладное значение.

Область исследования

Содержание диссертационного исследования Котюкова А.М. соответствует пунктам 1 «Теоретические основы и методы системного анализа, оптимизации, управления, принятия решений, обработки информации и искусственного интеллекта» и 4 «Разработка методов и алгоритмов решения задач системного анализа, оптимизации, управления, принятия решений, обработки информации и искусственного интеллекта» паспорта научной специальности 2.3.1. «Системный анализ, управление и обработка информации, статистика».

Структура диссертации

Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения и списка литературы.

В первой главе описан исследуемый класс моделей и формализована поставленная задача (с. 11-12). Рассматривается класс моделей, динамика которых описывается системой нелинейных дифференциальных уравнений, определяемой разностью двух отображений метрических пространств. Задача состоит в развитии методов поиска положения равновесия в рассматриваемой модели, удовлетворяющих заданным ограничениям в виде неравенств. Описан ряд экономических моделей, для которых продемонстрированы приложения предлагаемых подходов и полученных результатов (с. 12-20).

Вторая глава посвящена методам исследования рассматриваемого класса моделей. В первом разделе этой главы представлены необходимые определения и известные результаты теории накрывающих отображений и точек совпадения, которые применяются при решении поставленной задачи (с. 21-25). Во втором разделе предложен метод поиска положения равновесия для моделей из рассматриваемого класса, в случае выполнения условий существования точки совпадения двух отображений (с. 25-31). В третьем разделе описаны вспомогательные результаты из функционального анализа (с. 31-32), а в четвертом разделе – результаты линейной алгебры, которыми можно воспользоваться при исследовании более простых моделей из рассматриваемого класса (с. 33-34).

В третьей главе продемонстрировано применение разработанных автором методов и полученных им результатов в исследовании моделей с внешним воздействием, описанных в первой главе. В первом разделе этой главы исследована открытая модель Аллена с постоянными эластичностями, для которой получены условия существования положения равновесия и частичного равновесия, а также исследован вопрос об устойчивости и единственности положения равновесия и проиллюстрировано, как положение равновесия зависит от входных параметров модели (с. 36-62). Во втором разделе исследована открытая модель Аллена с непостоянными эластичностями. Для нее получены условия существования положения равновесия и продемонстрировано, как положение равновесия зависит от входных параметров модели (с. 62-79).

В четвертой главе исследован класс моделей без внешнего воздействия. В первом разделе этой главы исследована модель Аллена–Эрроу–Добре, для которой получены достаточные условия существования положения равновесия и проиллюстрировано, как

положение равновесия зависит от входных параметров модели (с. 80-90). Во втором разделе исследована закрыта модель Аллена, для которой получены необходимые условия и достаточные условия существования положения равновесия, а также полностью исследован вопрос о единственности положения равновесия. Так же, как и для предыдущих моделей, определена зависимость положения равновесия от входных параметров (с. 90-111).

Полный объем диссертации составляет 120 страниц с 139 иллюстрациями и 1 таблицей. Список литературы содержит 50 наименований.

Новизна полученных результатов

Все полученные в диссертации результаты являются новыми. Основными из них являются следующие:

1. Разработан метод нахождения положений равновесия в динамических системах, динамика которых определяется разностью отображений метрических пространств;
2. С помощью теоремы о точках совпадения доказана сходимост алгоритма поиска положения равновесия;
3. На основании полученных результатов и предложенных методов исследованы различные динамические модели типа Аллена, для которых получены условия существования положения равновесия, исследованы свойства положения равновесия.

Конкретные рекомендации по использованию результатов и выводов диссертации

Результаты диссертационного исследования Котюкова А.М. имеют практическую значимость для научных и исследовательских организаций, занимающихся анализом и управлением динамических систем, поскольку разработанный метод представляет собой инструмент качественного анализа системы дифференциальных уравнений. Помимо этого, полученные результаты могут быть использованы для образовательных целей в различных учреждениях высшего образования.

Соответствие автореферата диссертационной работе

Автореферат диссертации в полной мере отражает основное содержание исследования, а опубликованные соискателем работы в научных журналах раскрывают основные положения диссертационной работы.

Замечания по диссертационной работе соискателя

1. Следовало предоставить во введении более детальный литературный и исторический обзор решаемой задачи для более аргументированного обоснования ее практической важности.

2. Соискателем была получена теорема об устойчивости положения равновесия в открытой модели типа Аллена с постоянными эластичностями. Однако не ясно, почему в диссертации не сформулированы аналогичные утверждения для остальных рассматриваемых моделей. Судя по доказательству теоремы для модели с постоянными эластичностями, подобные результаты справедливы и для остальных моделей.

3. В модельных примерах соискатель продемонстрировал устойчивость положения равновесия относительно малого изменения параметров модели. Несомненно, были бы еще интересны примеры, построенные на реальных статистических данных. Это сделало бы демонстрацию полученных результатов более наглядной и практически значимой.

Данные замечания не умаляют ни теоретическую, ни практическую значимость диссертации Котюкова А.М., а также обоснованность положений, выносимых на защиту.

Соответствие работы требованиям, предъявляемым к диссертациям

Диссертация Котюкова Александра Михайловича «Нахождение положения равновесия динамических систем методами накрывающих отображений и точек совпадения с приложениями к моделям типа Аллена» является завершённой научно-квалификационной работой, в которой содержится решение актуальной научной задачи в области системного анализа.

Анализ содержания, новизны, апробации и практической реализации исследования, проведенного экспертами ведущей организации, позволяют считать, что она выполнена соискателем самостоятельно на высоком уровне.

Содержание диссертации изложено целостно, выводы обоснованы и апробированы. Содержание диссертации, логика проведенного исследования, а также полученные результаты соответствуют обозначенной автором основной цели научно-квалификационной работы. Диссертационное исследование отличают лаконичность и достаточная аргументированность сделанных выводов и разработанных предложений.

Основные научные результаты диссертационного исследования Котюкова Александра Михайловича опубликованы в журналах, соответствующих Перечню ведущих научных рецензируемых журналов, рекомендованных Высшей аттестационной комиссией Минобрнауки России. По результатам исследования опубликовано 8 научных работ, из которых одна статья в рецензируемом научном издании по специальности 2.3.1 (физ.-мат.), относящемся к категории К1 Перечня ВАК, две работы в журналах, индексируемых в международных базах данных и приравненных к журналам Перечня ВАК категории К1, 4 публикации – в сборниках трудов международных и всероссийских конференций, одна статья в прочих изданиях.

С учетом вышеизложенного можно сделать вывод о том, что диссертация «Нахождение положения равновесия динамических систем методами накрывающих отображений и точек совпадения с приложениями к моделям типа Аллена» полностью соответствует требованиям п. 9 Положения о присуждении ученых степеней (постановление Правительства РФ от 24.09.2013 г. № 842), предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук, а ее автор, Котюков Александр Михайлович, заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 2.3.1. «Системный анализ, управление и обработка информации, статистика».

Отзыв ведущей организации по диссертации Котюкова Александра Михайловича на тему «Нахождение положения равновесия динамических систем методами накрывающих отображений и точек совпадения с приложениями к моделям типа Аллена» подготовлен директором научно-образовательного центра «Фундаментальные математические исследования», доктором физико-математических наук, профессором Жуковским Евгением Семеновичем.

Директор научно-образовательного центра
«Фундаментальные математические исследования»,
доктор физико-математических наук, профессор

Е.С. Жуковский

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Тамбовский государственный университет имени Г.Р. Державина»
Адрес: 392000, г. Тамбов, ул. Интернациональная, 33
Тел.: +7 (800) 200-44-65, +7 (4752) 72-34-34
E-mail: post@tsutmb.ru



ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный университет имени Г.Р. Державина»
подпись <i>И.С. Жуковского Е.С.</i>
ЗАВЕРЯЮ
Директор Многофункционального центра ТГУ управления кадрового сопровождения
<i>Людмила Юнафидина Л.Е.</i>
« 01 » апреля 20 26 г.