

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертацию

Благодатских Александра Ивановича «Исследование математических моделей задач конфликтного взаимодействия групп управляемых объектов», представленную к защите на соискание ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 1.2.2. Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ.

Актуальность темы

Объектом исследования диссертационной работы А.И. Благодатских являются математические модели задач конфликтного взаимодействия групп управляемых объектов, рассматриваемые в рамках теории дифференциальных игр.

Теория конфликтно управляемых процессов представляет собой интенсивно развивающийся раздел современной математики. В данной теории исследуются задачи управления динамическими процессами в условиях конфликта, который предполагает наличие двух или более сторон, способных воздействовать на процесс с противоположными или несовпадающими целями. Такие динамические процессы, моделируемые обыкновенными дифференциальными уравнениями, относятся к теории дифференциальных игр. Основополагающий вклад в это направление математики внесли фундаментальные работы школ академика Н.Н. Красовского и академика Л.С. Понтрягина. Масштабное развитие теории дифференциальных игр стало возможным благодаря работам А.А. Азамова, А.Я. Азимова, Р. Айзекса, Э.Г. Альбрехта, Ю.И. Бердышева, Н.Л. Григоренко, Р.В. Гамкрелидзе, М.И. Гусева, В.Г. Гусейнова, В.И. Жуковского, М.И. Зеликина, А.Ф. Клейменова, А.В. Кряжимского, А.Б. Куржанского, А.Н. Красовского, Дж. Лейтмана, Ю.С. Ледяева, Н.Ю. Лукоянова, А.А. Меликяна, Е.Ф. Мищенко, М.С. Никольского, Ю.С. Осипова, Н.Н. Петрова, Н. Никандр. Петрова, Л.А. Петросяна, Б.Н. Пшеничного, А.И. Субботина, Н.Н. Субботиной, В.Н. Ушакова, В.И. Ухоботова, В.Г. Флеминга, А.Г. Ченцова, Ф.Л. Черноусько, А.А. Чикрия и многих других математиков.

Важным разделом теории дифференциальных игр являются задачи преследования-убегания, в которых хотя бы с одной из противоборствующих сторон участвуют группы управляемых объектов. Наибольшую трудность для исследований представляют задачи конфликтного взаимодействия между группами управляемых объектов, рассмотренные в представленной диссертации.

Тематика диссертации А.И. Благодатских имеет не только теоретическую, но и прикладную значимость. Задачи конфликтного управления механическими системами возникают в экономике, экологии, биологии и других областях, также они могут иметь военное применение. Таким образом, выбранное в диссертации А.И. Благодатских направление исследований является актуальным и имеет практическую значимость; отметим также, что задачи, рассматриваемые в работе, несмотря на их важность, являются малоизученными.

Общая характеристика диссертации

Диссертация состоит из введения, шести глав, разделенных на параграфы (всего 25 параграфов), заключения, списка обозначений и списка литературы.

Во введении обоснована актуальность темы исследования, приведен обзор результатов по задачам конфликтного взаимодействия групп управляемых объектов. Затем поставлены цели и задачи работы, аргументирована научная новизна, приведены выносимые на защиту положения, описаны используемые методы, теоретическая и практическая значимость результатов, достоверность, личный вклад автора; приведены сведения о публикациях и докладах по теме диссертации, кратко изложена структура работы.

В первой главе диссертации рассматривается задача о конфликтном взаимодействии групп управляемых объектов для случая простых движений при одинаковых динамических и инерционных возможностях участников. Получены условия, при которых возможна нестрогая одновременная b -кратная поимка или одновременная b -кратная поимка в игре Γ для n преследователей и убегающего (а также для n преследователей и m убегающих). В доказательствах теорем приведены управления преследователей, решающих задачу об одновременной b -кратной поимке не

позднее некоторого момента T_0 . Обобщением этих результатов являются условия синхронных одновременных многократных поимок убегающих в игре $n_1 + n_2 + \dots + n_m + m$ лиц и решение задачи простого группового преследования при наличии защитников убегающего. Отметим, что в первой главе конфликтное взаимодействие групп управляемых объектов рассматривается для случая простых движений.

Во **второй главе** диссертации задачи конфликтного взаимодействия группы управляемых объектов исследовались для нестационарных управляемых процессов, заданных системами линейных дифференциальных уравнений с нестационарной матрицей $A(t)$. Здесь получены условия b -кратной поимки и одновременной b -кратной поимки в игре Γ как в общем случае, так и в случае, когда множество допустимых управлений игроков постоянно, а фундаментальная матрица $\Phi(t)$ однородной системы является почти периодической в смысле Бора. Как и в первой главе, автором рассматриваются различные способы поимки убегающих преследователями.

Третья глава диссертации посвящена решению задачи о конфликтном взаимодействии групп управляемых объектов в виде обобщенного нестационарного контрольного примера Л.С. Понтрягина при одинаковых динамических и инерционных возможностях участников. Автором получены достаточные условия b -кратной поимки и нестрогой одновременной b -кратной поимки.

В **четвертой главе** представлены аналитические методы решения задачи о конфликтном взаимодействии групп управляемых объектов при большей маневренности убегающих. В игре Γ для n преследователей и убегающего (а также для n преследователей и m убегающих) получены условия, при которых возможно мягкое убегание из любых начальных позиций.

В **пятой главе** разработаны вычислительные алгоритмы решения некоторых типов задач конфликтного взаимодействия групп управляемых объектов. Здесь приведены вычислительные схемы реализации одновременной многократной поимки убегающего в задаче простого группового преследования и в конфликтно управляемом процессе, одновременной многократной поимки группы жестко скоординированных убегающих, также разработаны вычислительные схемы действий слабого защитника для различных задач.

Шестая глава диссертации посвящена описанию применяемого для проведения вычислительных экспериментов комплекса программ моделирования конфликтного взаимодействия групп управляемых объектов, здесь также приведены примеры использования данного комплекса.

Все основные результаты диссертации проиллюстрированы примерами.

В заключении сформулированы основные результаты работы и описаны перспективы их применения к разработке новых аналитических и численных методов управления, гарантирующих одновременную многократную поимку в других задачах конфликтного взаимодействия.

Научная новизна работы

Все результаты, представленные в диссертации, являются новыми.

Новизна работы заключается в построении в явном виде новых способов управления (преследователями, убегающими и защитниками) и разработке на их основе вычислительных схем решения некоторых типов задач конфликтного взаимодействия групп управляемых объектов.

Теоретическая и практическая значимость работы состоит в аналитической и численной разработке методов управления в задачах конфликтного взаимодействия групп управляемых объектов.

Достоверность и обоснованность полученных результатов достигается точностью доказательств всех результатов, корректностью использования методов теории дифференциальных уравнений, математической теории управления и теории дифференциальных игр. Результаты опубликованы в рецензируемых научных изданиях, прошли необходимую апробацию на российских и международных конференциях. Выносимые на защиту положения отражают полученные автором основные научные результаты и соответствуют главным выводам диссертационной работы. Все выводы и положения, выносимые на защиту, являются новыми и научно обоснованными.

Обзор и список цитированной литературы отражают состояние вопроса на момент написания работы.

Содержание диссертационного исследования соответствует научной специальности 1.2.2. Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ. Автореферат правильно и в полном объеме отражает основное содержание диссертации.

К работе имеются следующие **замечания**.

1. Текст диссертации на странице 71 полностью повторяет текст, приведенный на страницах 48, 49. То же самое повторение присутствует на страницах 77, 100, 114, 132, 147. Думаю, что здесь можно было бы не повторять одинаковые рассуждения, а сделать ссылку на формулы, приведенные в первом параграфе.

2. При формулировке основных результатов диссертации желательно было бы написать ссылки на публикации, в которых получены эти результаты.

3. На странице 52 в формуле (1.10) приведено неудачное обозначение для момента времени T_0 . Написано, что T_0 зависит от начального значения X_i^0 при некотором i , хотя на самом деле это не так.

4. На страницах 122 и 129 приведены примеры систем с фундаментальными матрицами $\Phi(t)$, про которые сказано, что они являются почти периодическими в смысле Бора. Это действительно верно, но данные матрицы к тому же являются просто периодическими. Интересно было бы привести примеры применения полученных результатов для систем с почти периодическими, но не являющимися периодическими фундаментальными матрицами. Также на странице 122 приведены некоторые условия, при которых матрица $\Phi(t)$ является почти периодической в смысле Бора; думаю, что этот момент следует описать подробнее, особенно для нестационарных систем.

5. Желательно было бы привести конкретные примеры применения результатов работы в экономике, экологии, биологии или других областях.

Указанные замечания не являются существенными и не снижают общий высокий научный уровень диссертации.

Заключение о диссертационном исследовании.

Диссертация Благодатских Александра Ивановича на тему «Исследование математических моделей задач конфликтного взаимодействия

групп управляемых объектов» – это законченная научно-квалификационная работа, которая соответствует требованиям п. 9 Положения о присуждении ученых степеней в УрФУ, а ее автор, Благодатских Александр Иванович, заслуживает присуждения ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 1.2.2. Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ.

Сведения о составителе отзыва:

Родина Людмила Ивановна

Почтовый адрес: 600000, г. Владимир, ул. Горького, 87, ВлГУ, кафедра функционального анализа и его приложений

Телефон: +7 4922 47-97-66

Адрес электронной почты: faip@vlsu.ru

Наименование организации:

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых», Институт информационных технологий и электроники, кафедра функционального анализа и его приложений.

Должность: профессор кафедры функционального анализа и его приложений.

Официальный оппонент,

доктор физико-математических наук,

профессор Л

_____ Родина Людмила Ивановна



27 ноября 2024 года