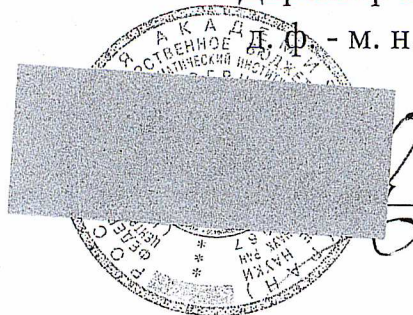


«Утверждаю»

Директор ЦЭМИ РАН

Д. Ф. - м. н., академик



В.Л. Макаров

« 07 » мая 2015 г.

Отзыв

ведущей организации – Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Центральный экономико-математический институт Российской академии наук» на диссертационную работу Жуковской Зухры Тагировны «Исследование нелинейных анормальных задач и динамических управляемых систем», представленную на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.01.02 «Дифференциальные уравнения, динамические системы и оптимальное управление».

Диссертация посвящена актуальным проблемам современной математики, связанным с исследованием управляемых систем и различных классов задач оптимального управления. В ней получены необходимые условия оптимальности первого и второго порядка, исследованы различные свойства функции минимума в задаче оптимального управления, изучен вопрос о разрешимости управляемых систем. Полученные в диссертации результаты могут иметь приложения к задачам математической экономики, инженерным задачам, задачам математического моделирования, в том числе, в медицине и в биологии, и т.д., в которых зачастую возникают нелинейные динамические управляемые системы и анормальные задачи. Многие прикладные задачи приводят к дискретным задачам оптимального управления, исследование которых также проведено в диссертации.

Остановимся на содержании диссертации и результатах, полученных автором. Работа объемом 109 страниц состоит из введения, трех глав, заключения, списка обозначений и списка литературы.

Во введении дается литературный обзор, обосновывается актуальность темы диссертационного исследования, и приводится краткое содержание работы.

Первая глава диссертации посвящена разработке математического аппарата, необходимого для исследования локальной разрешимости управляемых систем дифференциальных уравнений и систем дифференциальных включений. А именно, в параграфе 1.1 получена теорема о неявной функции в окрестности аномальной точки в предположении, что значения неизвестной функции принадлежат выпуклому замкнутому множеству. Достаточные условия существования непрерывного решения уравнения сформулированы в терминах 2-регулярных отображений. В параграфе 1.2 приводится алгоритм, который позволяет за конечное число шагов вычислить наибольшую константу накрывания сужения линейного оператора на конечногранный конус. В результате применения алгоритма константа накрывания выражается через собственные значения некоторых линейных операторов. Приводится обоснование корректности алгоритма.

Во второй главе диссертации исследуются задачи локальной разрешимости управляемых систем. В параграфе 2.1 получены достаточные условия локальной разрешимости системы дифференциальных уравнений со смешанными ограничениями. Достаточные условия сформулированы в терминах 2-регулярных отображений. Доказательство основного результата основано на теореме о неявной функции, полученной в параграфе 1.1. В параграфе 2.2 получены достаточные условия локальной разрешимости системы дифференциальных включений со смешанными ограничениями. Результат сформулирован в терминах α -накрывающих и β -липшицевых отображений. В конце второй главы приведен пример управляемой системы, для которой несложно проверить вышеупомянутые достаточные условия. Для этой цели предлагается использовать алгоритм вычисления константы накрывания сужения линейного оператора на конус, полученный в параграфе 1.2.

Третья глава диссертации посвящена задачам оптимального управления. В параграфе 3.1 приведены постановки задач оптимального управления в дискретном и непрерывном времени. В параграфе 3.2 получены необходимые условия оптимальности второго порядка для дискретной задачи оптимального управления. В параграфе 3.3 получены необходимые условия оптимальности второго порядка для непрерывной задачи оптимального управления для особых управлений. В параграфе 3.4 рассмотрена задача оптимального управления с линейной дифференциальной связью, квадратичным функционалом и квадратичными концевыми ограничениями. Исследованы такие свойства функции минимума для этой задачи, как выпуклость, липшицевость, дифференцируемость.

Итак, З.Т. Жуковской в диссертации получены следующие основные результаты:

- 1) Получены необходимые условия оптимальности второго порядка для дискретной задачи оптимального управления.
- 2) Получены необходимые условия оптимальности второго порядка для особых управлений для задачи оптимального управления с непрерывным временем.
- 3) Получены условия выпуклости, липшицевости и дифференцируемости функции минимума для задачи оптимального управления с линейной дифференциальной связью, квадратичным функционалом и квадратичными концевыми ограничениями.
- 4) Получены достаточные условия локальной разрешимости управляемых систем дифференциальных уравнений со смешанными ограничениями.
- 5) Получены достаточные условия локальной разрешимости управляемых систем дифференциальных включений со смешанными ограничениями.
- 6) Доказана теорема о неявной функции в окрестности аномальной точки.

Основные результаты диссертации являются новыми, их доказательства проведены достаточно полно и четко изложены. Для обоснования основных результатов использован разнообразный и достаточно широкий математический аппарат, включающий в себя средства теории накрывающих отображений, теоремы о неявной функции в аномальной точке, метод конечномерных аппроксимаций. Используются методы теории дифференциальных уравнений, функционального анализа, теории функций вещественной переменной, теории многозначных отображений. Диссертация аккуратно оформлена и тщательно отредактирована.

Основные результаты диссертации с достаточной полнотой опубликованы в 8 статьях. Все статьи опубликованы в журналах из списка ВАК. Доказательства всех результатов получены автором самостоятельно и строго обоснованы. Результаты других авторов, приводимые в диссертации, отмечены соответствующими ссылками. Основные результаты диссертации прошли апробацию на научных семинарах и конференциях, в том числе международных.

Результаты диссертации могут быть использованы в научных исследованиях, проводимых в Российском университете дружбы народов, Воронежском, Пермском, Тамбовском государственных университетах и др.

Содержание автореферата соответствует основным положениям диссертации.

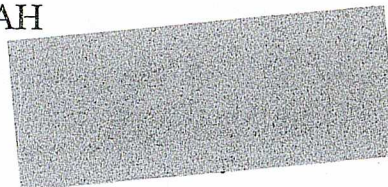
Замечания:

- 1) На страницах 15 и 51 имеются опечатки: пропущены индексы в последних на страницах выключных формулах.
- 2) В параграфе 2.2 получены достаточные условия разрешимости управляемых систем в терминах глобально накрывающих и липшицевых отображений. В то же время существует ряд работ (в том числе цитированные в диссертации работы [1,80]), в которых доказаны достаточные условия разрешимости абстрактных уравнений и включений в терминах локально накрывающих отображений. Эти результаты могли бы быть применены для получения более общих, чем в теореме 2.2 условий разрешимости управляемых систем, за счет использования локально накрывающих отображений.
- 3) В параграфе 2.3 получены необходимые условия оптимальности второго порядка для задачи оптимального управления с непрерывным временем (теорема 3.5). В этой теореме предполагается, что оптимальное управление непрерывно справа, в то время как допустимые управления являются измеримыми функциями. Для полноты изложения следовало бы получить необходимые условия оптимальности для измеримого оптимального управления или показать, что вышеупомянутое предположение в теореме 3.5 существенно.

Указанные замечания носят частный характер и не влияют на положительную оценку диссертации в целом.

Диссертационная работа З.Т. Жуковской «Исследование нелинейных аномальных задач и динамических управляемых систем» соответствует требованиям ВАК РФ, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а её автор заслуживает присуждения учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.01.02 – дифференциальные уравнения, динамические системы и оптимальное управление.

Главный научный сотрудник ЦЭМИ РАН
доктор физико-математических наук,
профессор



Л.А. Бекларян

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
«Центральный экономико-математический институт
Российской академии наук» (ЦЭМИ РАН)
117418, г. Москва, Нахимовский проспект, д. 47
Телефон: 8 (499) 129 10 11