

ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА
на диссертационную работу
Жуковской Зухры Тагировны на тему
**«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»

Диссертационная работа посвящена исследованию некоторых классов управляемых систем, изучению задач оптимального управления с непрерывным и дискретным временем. В диссертации получены условия локальной разрешимости рассматриваемых управляемых систем, выведены необходимые условия оптимальности первого и второго порядка для некоторых задач оптимального управления, исследованы различные свойства функции минимума в задаче оптимального управления. Рассматриваемые задачи являются актуальными как для теории оптимального управления и управляемых систем, так и для приложений. Что касается предложенного автором диссертации аппарата исследования, прежде всего, теоремы о неявной функции в окрестности аномальной точки и накрывающих отображений, то он может быть полезен не только в теории оптимального управления, но и при исследовании дифференциальных уравнений и включений, интегральных уравнений и некоторых других задач.

Рецензируемая диссертационная работа состоит из введения, трех глав, заключения, списка обозначений и списка литературы.

Во введении приводится краткий исторический обзор результатов, полученных ранее другими авторами по теме диссертации, приводится содержание работы в сжатом виде, обосновывается актуальность полученных результатов.

В первой главе диссертации формулируются и доказываются утверждения, применяемые в последующем для исследования управляемых систем. В первом параграфе этой главы получена теорема о неявной функции при дополнительном ограничении в виде включения, которому удовлетворяет неизвестная переменная. Существование неявной функции доказывается при существенном ослаблении классических предположений регулярности. Достаточные условия существования непрерывного решения уравнения сформулированы в терминах 2-регулярных отображений. Во втором параграфе приводится алгоритм, который позволяет за конечное число шагов свести задачу о вычислении константы накрывания сужения линейного оператора на конечногранный конус к задаче о нахождении собственных значений некоторых линейных операторов.

Во второй главе диссертации исследуются управляемые системы со смешанными ограничениями и ограничениями на управление. В первом параграфе выводятся достаточные условия локальной разрешимости рассматриваемой управляемой системы. Существование решения доказывается в предположении 2-регулярности отображения, определяющего смешанные ограничения. Доказательство основного результата основано на теореме о неявной функции, полученной в первой главе. Второй параграф посвящен исследованию управляемой системы, описываемой дифференциальными включениями со смешанными ограничениями и геометрическими ограничениями на управление. В предположении накрываемости входящих в задачу многозначных отображений по некоторым переменным получены условия локальной разрешимости рассматриваемой управляемой системы.

Третья глава диссертации посвящена задачам оптимального управления. Рассматриваются задачи оптимального управления с дискретным и непрерывным временем, постановка которых приводится в первом параграфе. Во втором параграфе выводятся необходимые условия оптимальности второго порядка для дискретной задачи оптимального управления. В третьем параграфе получены необходимые условия оптимальности второго порядка особых управлений в задаче с непрерывным временем. В четвертом параграфе исследуется задача оптимального управления с линейной дифференциальной связью и квадратичным функционалом при квадратичных концевых ограничениях. Для нее исследованы свойства функции минимума, в частности, получены условия выпуклости, липшицевости и дифференцируемости.

В рассматриваемой диссертационной работе постановки задач, замечания и выводы в должной степени аргументированы.

Таким образом, к основным новым научным результатам диссертации З.Т. Жуковской можно отнести:

- 1) Доказательство теоремы о неявной функции в окрестности аномальной точки.
- 2) Получение достаточных условий локальной разрешимости управляемых систем дифференциальных уравнений со смешанными ограничениями.
- 3) Получение достаточных условий локальной разрешимости управляемых систем дифференциальных включений со смешанными ограничениями.
- 4) Получение необходимых условий оптимальности второго порядка для дискретной задачи оптимального управления.

- 5) Получение необходимых условий оптимальности второго порядка для особых управлений в задаче оптимального управления с непрерывным временем.
- 6) Получение условий выпуклости, липшицевости и дифференцируемости функции минимума в задаче оптимального управления с линейной дифференциальной связью, квадратичным функционалом и квадратичными концевыми ограничениями.

Обоснованность полученных в диссертации научных положений подтверждается корректным использованием методов теории дифференциальных уравнений, математического анализа, функционального анализа, теории оптимального управления.

Основные результаты диссертации являются новыми. Достоверность полученных в диссертации результатов подтверждается апробацией основных результатов на семинарах, конференциях, а также в опубликованных работах. Все полученные автором результаты снабжены подробными и строгими доказательствами.

Работа носит заверченный характер, хорошо и ясно написана и тщательно отредактирована.

Результаты диссертации, выносимые на защиту, прошли апробацию на конференциях, в том числе международных. Основные результаты исследований своевременно отражены в 8 публикациях автора в журналах из списка ВАК. Научные статьи З.Т. Жуковской с достаточной полнотой отражают основные положения ее диссертационного исследования. Их научная новизна не вызывает сомнений.

Автореферат полностью соответствует основным положениям диссертационной работы.

Диссертация в целом аккуратно оформлена и оппонент имеет лишь несколько замечаний:

- 1) В Лемме 2.6 и далее не указан тип непрерывности многозначного отображения $P(t, \cdot)$. Судя по доказательству, речь идет о полунепрерывности сверху, но это следовало бы уточнить.
- 2) Ссылка на монографию [29] не точна.

Приведенные замечания не изменяют общей положительной оценки диссертации в целом, задачи которой представляются выполненными.

Отметим некоторые пожелания для дальнейшего развития данного исследования.

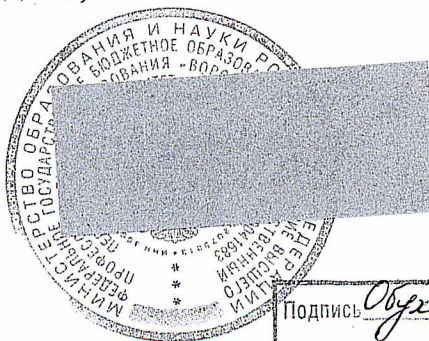
1) В теории управляемых систем важную роль играют нелокальные теоремы существования. Было бы интересно попробовать применить результаты диссертации в этом направлении.

2) В параграфе 3.4 диссертации изучены свойства функции минимума для задачи оптимального управления в предположении, что квадратичные формы, определяющие задачу, одновременно диагонализиремы. На мой взгляд, представляло бы интерес исследование рассмотренной задачи без этого предположения.

Диссертационная работа З.Т. Жуковской «Исследование нелинейных аномальных задач и динамических управляемых систем» представляет собой законченную научно-квалификационную работу, выполненную на высоком научном уровне на актуальную тему, связанную с исследованием локальной разрешимости управляемых систем, а также получением необходимых условий оптимальности первого и второго порядков как для дискретной задачи оптимального управления, так и для задачи оптимального управления с непрерывным временем. Результаты данного исследования могут найти применение в современной теории оптимального управления.

На основе вышесказанного, считаю, что диссертация Жуковской З.Т. «Исследование нелинейных аномальных задач и динамических управляемых систем» полностью соответствует специальности 01.01.02 – «Дифференциальные уравнения, динамические системы и оптимальное управление» и удовлетворяет всем требованиям ВАК РФ, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а её автор, Жуковская Зухра Тагировна заслуживает присуждения учёной степени кандидата физико-математических наук.

Доктор физико-математических наук, профессор,
заведующий кафедрой высшей математики
Федерального бюджетного государственного
образовательного учреждения высшего
профессионального образования
«Воронежский государственный
педагогический университет»
394043, г. Воронеж, ул. Ленина, д. 86,
телефон: +7 (473) 255 36 63
e-mail: valerio-ob2000@mail.ru



05 мая 2015г

Обуховский В.В.

Подпись Обуховский В.В. заверяю
Начальник управления кадров В.С.Толстов