



## ОТЗЫВ

члена диссертационного совета Рожиной Веры Алексеевны на диссертацию Долгополика Максима Владимировича на тему: «Конструктивный негладкий анализ и его приложения к задачам оптимизации, вариационного исчисления и теории управления», представленную на соискание ученой степени доктора физико-математических наук по научной специальности 1.1.1. Вещественный, комплексный и функциональный анализ.

Пожалуй, стоит начать отзыв с того, что автор – выдающийся математик, известный в негладком анализе глубокими и оригинальными работами, в большинстве своём посвящённым негладким задачам в бесконечномерных пространствах. Мне было очень интересно выступить в качестве члена диссертационного совета, ознакомиться с этой диссертацией и узнать о многих новых для меня результатах.

Диссертация состоит из пяти глав, в каждой из которых повествование выстроено вокруг конкретной задачи или тематики. Первые три главы посвящены кодифференциалам – в них изложена теория кодифференциального исчисления в Банаховых пространствах, рассматриваются важные приложения этой теории, а также изучается метод кодифференциального спуска. Последние две главы посвящены штрафным функциям и численным оптимизационным методам для решения задач управления.

В первой главе автор выводит кодифференциальное исчисление на качественно новый уровень, работая в бесконечномерных пространствах. Привлекательность этой работы – не только в технической глубине, требующейся для такого рода обобщений и новых результатов, но и то, что теория коэксостеров соотнесена с важными результатами и понятиями современного негладкого анализа, что показывает очень высокий профессионализм автора, который не только получает блестящие результаты, но и ведёт научный диалог с широким международным сообществом, посредством своих работ. Как пример здесь можно привести метрическую регулярность, абстрактное кодифференциальное исчисление и описание касательных конусов – важные темы, интересные широкому научному сообществу.

Вторая глава – это приложение части аппарата, разработанного ранее, к некоторым задачам вариационного исчисления. Здесь выводятся общие конструктивные условия кодифференцируемости интегральных функционалов, и другие результаты, необходимые для изучения негладких задач вариационного исчисления. В главе также рассматриваются красивые, интересные и важные примеры, и в том числе демонстрируется, что методы, основанные на кодифференциалах, позволяют получать более точные условия минимума, чем стандартный подход с квазидифференциалом Кларка и предельным проксимальным субдифференциалом.

В третьей главе рассматривается метод кодифференциального спуска. Автором разработаны новые версии метода, в том числе для задачи с ограничениями, произведена оценка скорости сходимости для выпуклой задачи, и изучена конечная сходимость для кусочно-линейных функций.

В четвёртой главе разрабатывается теория штрафных функций, причём здесь задача автора – создать единую теорию, охватывающую и штрафные функции, и

33-06-202 от 11.03.2022

модифицированные функции Лагранжа. Такое обобщение названо теорией (точных) отделяющих функций. В конечномерном пространстве автор доказывает принципы локализации, предлагающие конструктивные условия для проверки точности отделяющих функций, которые применяются автором к частным случаям – «линейным» штрафным функциям и функциям Лагранжа. Также рассматривается понятие расширенной точности, где параметр, соответствующий множителям Лагранжа, играет роль дополнительной переменной в задаче минимизации и доказываемся принцип локализации в расширенной форме. Также исследуются «вполне точные» штрафные функции в Банаховых пространствах, выводится достаточное условие вполне точности и рассматриваются приложения теории к некоторым задачам управления.

Пятая глава посвящена численным методам решения задач управления – в каждом случае разрабатывается теоретическая база для использования оптимизационного метода, основанного на методе спуска, приводятся вычисления и результаты численных экспериментов.

Автором разработаны новые методы для решения негладких задач и продемонстрирована эффективность этих методов на ряде важных вопросов. Работа основана на оригинальных идеях автора, выполнена на исключительно высоком профессиональном уровне, и вносит существенный вклад в развитие российской и мировой науки.

Диссертация Долгополика Максима Владимировича на тему: «Конструктивный негладкий анализ и его приложения к задачам оптимизации, вариационного исчисления и теории управления» соответствует основным требованиям, установленным Приказом от 19.11.2021 № 11181/1 «О порядке присуждения ученых степеней в Санкт-Петербургском государственном университете», соискатель Долгополик Максим Владимирович заслуживает присуждения ученой степени доктора физико-математических наук по научной специальности 1.1.1. Вещественный, комплексный и функциональный анализ. Пункты 9 и 11 указанного Порядка диссертантом не нарушены.

Член диссертационного совета  
PhD, Associate Professor  
UNSW Sydney  
Рощина Вера Алексеевна (Vera Roshchina)

8 марта 2022 г.

Handwritten signature of Vera Roshchina in black ink, with the name 'Vera Roshchina' written in parentheses next to it.