

В диссертационный совет 24.1.060.01
при ФГБУН Институте динамики систем
и теории управления имени В. М.
Матросова
Сибирского отделения Российской
академии наук

ОТЗЫВ НА АВТОРЕФЕРАТ

диссертации Старицына Максима Владимировича
**«ВАРИАЦИОННЫЙ АНАЛИЗ ЗАДАЧ ОПТИМАЛЬНОГО
УПРАВЛЕНИЯ В БЕСКОНЕЧНОМЕРНЫХ ПРОСТРАНСТВАХ»**
представленной на соискание ученой степени
доктора физико-математических наук
по специальности 1.1.2 — «Дифференциальные уравнения и математическая
физика»

Диссертация посвящена вариационному анализу задач оптимального управления, в которых состояние системы описывается дифференциальными уравнениями в бесконечномерных пространствах. Актуальность работы определяется необходимостью построения строгого аппарата исследования таких задач и получения условий экстремума, сохраняющих информацию об исследуемом процессе, которая теряется при переходе к вариациям первого порядка.

Методологическую основу работы составляет каноническая линеаризация нелинейной задачи управления: исходная динамика представляется в виде линейного эволюционного уравнения на пространстве функционалов или мер, слабая форма которого задается семейством производящих операторов, зависящих от времени. Целевой функционал становится при этом линейным по новой фазовой переменной, что позволяет представить его разность на любой паре допустимых управлений в терминах решения двойственной системы — линейного эволюционного уравнения в пространстве пробных функций.

Эта общая схема конкретизируется в работе для системы обыкновенных дифференциальных уравнений (ОДУ) на банаховом пространстве, а также для нелокальных уравнений неразрывности и баланса на пространствах мер. При этом основной набор результатов получен непосредственным образом лишь для первого из указанных классов систем, а анализ задач управления на пространствах мер сводится фактически к серии редукций к предыдущему случаю.

Уравнение неразрывности преобразуется к ОДУ на банаховом пространстве ограниченных отображений «сдвига», а уравнение баланса приводится к нелокальному уравнению неразрывности на расширенном пространстве вероятностных мер: изменение массы кодируется дополнительной координатой, а исходная неотрицательная мера восстанавливается посредством барицентрической проекции. Обе трансформации довольно нетривиальны и представляют отдельный интерес.

Научная новизна работы состоит в реализации общей схемы канонической линеаризации для исследуемых классов бесконечномерных задач управления, получении точных формул приращения и позиционных условий оптимальности, а также в описанной редукции нелокальных уравнений баланса к уравнению неразрывности.

Теоретическая значимость определяется единым подходом к выводу необходимых условий оптимальности. Практическая значимость связана с возможностью применения полученных результатов к широкому кругу задач управления, а также с перспективой построения эффективных численных алгоритмов решения последних.

Достоверность и обоснованность результатов подтверждаются строгими доказательствами, согласованностью полученных условий оптимальности с известными частными случаями и апробацией результатов.

По теме диссертации опубликованы 24 работы, из которых 18 статей — в рецензируемых научных изданиях, входящих в перечень ВАК или индексируемых в международных базах Scopus и Web of Science. Результаты докладывались на российских и международных конференциях и научных семинарах.

Автореферат отражает основное содержание диссертации.

Основные результаты диссертации соответствуют паспорту специальности 1.1.2. Результаты о позиционных условиях экстремума, принципе максимума Понтрягина, редукции задач управления и импульсно-траекторных расширениях относятся к направлению «Дифференциальные уравнения и системы дифференциальных уравнений в задачах оптимального управления и вариационного исчисления». Результаты о нелокальных уравнениях неразрывности и баланса на пространствах мер относятся к направлениям «Нелинейные дифференциальные уравнения и системы нелинейных дифференциальных уравнений» и «Общая теория дифференциальных уравнений и систем дифференциальных уравнений».

В качестве замечания отмечу, что в диссертации и автореферате можно было бы подробнее обсудить, как используемая автором конструкция внешнего производящего семейства операторов соотносится с известными результатами классической теории полугрупп линейных операторов, а также с определением и свойствами генераторов нелинейных марковских процессов. Замечание не ставит под сомнение корректность и значимость результатов.

Таким образом, диссертация М. В. Старицына является завершенной научно-квалификационной работой, в которой решена научная проблема развития вариационных методов исследования задач оптимального управления в бесконечномерных пространствах. Работа соответствует требованиям пунктов 9–14 Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842, а ее автор М. В. Старицын заслуживает присуждения ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 1.1.2 – «Дифференциальные уравнения и математическая физика».

Профессор кафедры математической статистики факультета вычислительной математики и кибернетики Московского государственного университета имени М. В. Ломоносова,
доктор физико-математических наук, профессор

В - В. Н. Колокольников

«31» августа 2026 г.

Специальность: 01.01.03 – математическая физика

Почтовый адрес: 119991, г. Москва, Ленинские горы, д. 1

Телефон: _____

Электронная почта: kolokoltsov59@mail.ru

Я, Колокольников Василий Никитич, даю согласие на включение моих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и их дальнейшую обработку.

В - _____ Подпись

Подпись Колокольцова Василия Никитича заверяю:

Декан факультета вычислительной математики и кибернетики МГУ имени М. В. Ломоносова

« » _____ 2026 г.

М. П.

