

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»

В автореферате четко обоснована актуальность темы. В автореферате приведен подробный обзор литературы и дано описание сложностей, с которыми сталкиваются авторы при вариационном анализе нелинейных бесконечномерных задач оптимального управления. Особое внимание уделено смыканию необходимых и достаточных условий оптимальности — это имеет серьезное прикладное значение для разработки эффективных методов спуска. Диссертация опирается на 24 статьи соискателя, причем 18 из них опубликованы в ведущих рецензируемых журналах из перечня ВАК или индексируются в Scopus и Web of Science. Также в автореферате перечислены многочисленные конференции (включая такие крупные международные форумы, как IFAC и IEEE CDC), где проходила апробация результатов.

Исследования опираются на методы функционального анализа, теории меры и функций действительного переменного, аппарата слабых топологий сопряженных банаховых пространств (теоремы Банаха–Алаоглу, Петтиса) и исчисления производных по мере. Автором развит оригинальный «принцип погружения», идейно близкий к хронологическому исчислению. Кроме того, в диссертации предложены собственные методы исследования импульсных систем и нелокальных законов баланса на пространствах вероятностей.

Классические подходы строятся на малых (слабых или игольчатых) вариациях управления. В автореферате М.В. Старицына изложен принципиально иной взгляд, основанный на канонической линеаризации динамики через погружение в пространство мер и вычисление точных нелокальных формул приращения целевого функционала. Использование функции цены опорного управления как решения сопряженного уравнения переноса позволило сформулировать позиционные принципы минимума, которые отсекают неоптимальные (в том числе особые) экстремали принципа максимума Понтрягина.

Мне кажется важным отметить новый интересный метод барицентрического проектирования. С его помощью автор редуцировал нелокальные управляемые уравнения баланса с полулинейным источником к консервативным уравнениям неразрывности в расширенном фазовом пространстве $\mathbb{R}^{n+1}$. Это дало возможность применять вариационные методы напрямую к системам с переменной массой и плотностью. Также стоит отметить построение импульсно-траекторного расширения для вырожденных задач управления ансамблями траекторий в среднем поле. Разрывная замены времени и топология пространств функций ограниченной вариации позволили замкнуть класс обобщенных движений. Интерес также представляет полученная в работе декомпозиция гамильтоновой системы принципа максимума на кокасательном расслоении мер: сведение сопряженной системы к урав-

нениям для векторных мер-барицентров на исходном пространстве $\mathbb{R}^n$ заметно снижает размерность задачи и закладывает основу для численного интегрирования.

Стоит заметить, что при глубокой теоретической проработке условий оптимальности в автореферате не совсем полно раскрыт вычислительный аспект их применения. В частности, реализация управления сравнения (8), (17) требует решения операторного уравнения и синтеза по Красовскому–Субботину, что для бесконечномерных систем и пространств мер затруднено в связи с проклятием размерности. Впрочем, это замечание никак не умаляет ценности работы.

Судя по содержанию автореферата, диссертация «Вариационный анализ задач оптимального управления в бесконечномерных пространствах», представленная на соискание степени доктора физико-математических наук по специальности 1.1.2 («Дифференциальные уравнения и математическая физика»), представляет собой фундаментальный и завершённый научный труд. Результаты обладают безусловной новизной, теоретической и практической значимостью. Работа полностью соответствует всем требованиям «Положения о присуждении ученых степеней» ВАК при Минобрнауки РФ, а её автор, Старицын Максим Владимирович, заслуживает присуждения степени доктора физико-математических наук.

Ведущий научный сотрудник
отдела Дифференциальных уравнений
Математического института имени В.А. Стеклова РАН
д.ф.-м.н. Локуцкий Л.В.

10 сентября 2026

Подпись Локуцкого Л.В.
Заведующий

ЗАВЕДУЮЩИЙ
ОТДЕЛОМ КАДРОВ
УСАЧЕВА О. Г.

