

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации И. С. Максимовой «Управляемость дифференциальных систем с переменной структурой и задача восстановления»

Диссертация посвящена вопросам управляемости динамических систем, описываемых обыкновенными дифференциальными уравнениями, и задаче оптимального восстановления решения дифференциального уравнения по информации, заданной со случайной ошибкой. Я остановлюсь только на задаче восстановления. Она относится к кругу проблем, связанных с задачами наилучшего восстановления линейных функционалов и операторов на классах функций по неточной информации о самих функциях. Истоки этой тематики восходят к работам А.Н. Колмогорова о поперечниках функциональных классов — величинах, характеризующих наилучшее приближение данного класса функций подпространствами фиксированной размерности. В 60-ые годы прошлого века возникла задача об оптимальном восстановлении линейного функционала на классе элементов, а несколько позднее задача об оптимальном восстановлении линейного оператора. Эти задачи естественным образом вписались в классическую теорию приближений, оказавшись двойственными ко многим ее задачам. Как правило, интересовались точными решениями, т.е. нахождением явных выражений для оптимальных методов восстановления и точных значений погрешностей оптимального восстановления. При этом, во всех задачах восстановления неточность информации задавалась детерминированным образом. К настоящему времени сложилось достаточно ясное представление об основных подходах к решению подобных задач. В диссертации приводится точное решение задачи оптимального восстановления, когда информация известна со случайной ошибкой, и эта одна из первых работ в этом направлении. Метод ее решения существенно отличен от методов решения задач с детерминированной ошибкой. В этом смысле, задача представляет, на мой взгляд, большой интерес и не только сама по себе, но и как стимул для создания и развития общих методов исследования задач оптимального восстановления со случайной погрешностью и установлению их взаимосвязей с классической теорией приближений.

Считаю, что И.С. Максимова безусловно заслуживает присуждения ей ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.1.2. Дифференциальные уравнения и математическая физика.

Сивкова Елена Олеговна  
доцент кафедры высшей математики  
национального исследовательского института МЭИ,  
к.ф.-м.н. по специальности 1.1.1  
111250, Россия, г. Москва,  
Красноказарменная улица, дом 14, стр. 1  
+7 495 362-75-60  
e.o.sivkova@mail.ru

13.11.2025



Отзыв  
на автореферат диссертации на соискание степени  
кандидата физико-математических наук  
Максимовой Ирины Сергеевны  
«Управляемость дифференциальных систем с переменной структурой и  
задача восстановления»

Автореферат диссертации Максимовой Ирины Сергеевны представляет собой краткое содержание диссертационной работы, выполненной на стыке современной теории управления и теории оптимального восстановления, представляющей фундаментальное исследование, имеющее практическую значимость и содержащее новые интересные научные результаты.

**Актуальность темы** не вызывает сомнений. Работа посвящена сложному классу динамических систем с переменной структурой, которые адекватно описывают сложные процессы в космонавтике, робототехнике, экономике и других областях. Известно, что даже для линейных систем с переменной структурой не существует результатов, сравнимых по завершенности с классическим критерием Калмана, что делает исследование особенно важным для развития теории управления.

Автореферат содержит подробное введение, описывающее современное состояние исследований и позволяющее сравнить полученные результаты с ранее доказанными. **Научная новизна** работы подтверждается следующими основными результатами:

1. Получены условия управляемости для нелинейных систем треугольного вида — важный класс систем дифференциальных уравнений, допускающих линеаризацию.
2. Сформулированы достаточные условия управляемости для систем, правые части которых являются вогнутыми отображениями.
3. Исследована управляемость систем с переменной структурой для случая, когда система в первом пространстве линеаризуема, а во втором — локально нуль-управляема.
4. Найден оптимальный метод восстановления решений линейных дифференциальных уравнений по исходной информации, заданной со случайной ошибкой. Теоретические результаты применены к задаче восстановления производных тригонометрических полиномов, что демонстрирует возможность их применения к исследованию других задач.

**В качестве методов исследования** используются методы теории дифференциальных уравнений, выпуклый и многозначный анализ, методы функционального анализа и теории приближений. Это свидетельствует о математической грамотности автора.

### **Заключение:**

Автореферат диссертации Максимовой И.С. позволяет получить достаточно полное представление о диссертации. Введены все основные понятия и обозначения, основные результаты сформулированы в виде теорем. Положения, выносимые на защиту, сформулированы корректно и последовательно, отражая основное содержание и научный вклад автора. Замечены некоторые опечатки (скорее, описки), не мешающие восприятию и не искажающие основное содержание работы. На основании изучения автореферата можно сделать вывод, что диссертация удовлетворяет всем требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор, Максимова Ирина Сергеевна, заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.1.2. Дифференциальные уравнения и математическая физика.

Профессор кафедры дифференциальных уравнений  
МГУ имени М.В.Ломоносова,  
д.ф.м.н. (01.01.02),  
профессор  
Асташова Ирина Викторовна 02.12.2025



*Подпись Асташовой И. В. заверена  
Составлено по кафедре 4 кв. Г.оф /Математика-0-18.*

119991, г. Москва, Ленинские горы, д.1

Тел. +7 495 939 16 31

ast.diffiety@gmail.com

## Отзыв

на автореферат диссертационной работы Максимовой Ирины Сергеевны  
**«Управляемость дифференциальных систем с переменной структурой и задача восстановления»**, представленной на соискание степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.1.2. Дифференциальные уравнения и математическая физика

Как следует из автореферата, представленное исследование И. С. Максимовой посвящено фундаментальной математической проблеме динамических систем – управляемости дифференциальных систем с переменной структурой со сменой фазового пространства и задаче восстановления. Актуальность работы определяется необходимостью выявления условий управляемости для задач со сменой фазовых пространств как в нелинейном, так и в линейном случае; проведение анализа задач управляемости для дифференциальных систем с переменной структурой при различных вариантах правых частей систем дифференциальных уравнений.

Автором получены содержательные результаты в области построения новых подходов к исследованию управляемости для задач с переменной структурой, основанных на использовании современных методов теории обыкновенных дифференциальных уравнений, линейной алгебры, теории управления, выпуклого анализа, функционального анализа и теории приближения функций. Особого внимания заслуживают полученные условия управляемости нелинейных дифференциальных систем со сменой фазового пространства, результаты о восстановлении линейного оператора и решения линейной системы дифференциальных уравнений при различных вариантах исходной информации.

В автореферате достаточно четко представлены полученные результаты, основными из которых являются следующие:

- 1) получен ряд условий управляемости для систем с переменной структурой при различных вариантах правых частей систем со сменой фазовых пространств;
- 2) применяя локальную управляемость нелинейных динамических систем получено достаточное условие управляемости задачи со сменой фазового пространства в случае, когда нелинейная система в первом пространстве линеаризуется, а нелинейная система во втором пространстве является локально нуль-управляемой;
- 3) доказаны теоремы об оптимальном восстановлении линейного оператора и решения линейной системы обыкновенных дифференциальных уравнений по исходной информации со случайной ошибкой.

Положения, выносимые на защиту, правильно отражают основные результаты, полученные автором. Работа в достаточной мере прошла апробацию на научных семинарах,

Всероссийских и Международных научных конференциях. Личный весомый вклад автора неоспорим и отражен в ведущих рецензируемых научных журналах.

Автореферат изложен четко, логически последовательно, содержит всю необходимую информацию о структуре и основных результатах. Представленные в работе результаты свидетельствуют о глубоком понимании автором современных проблем математической теории управления динамических систем и владении необходимым математическим аппаратом.

Судя по автореферату, диссертационная работа Максимовой И. С. представляет собой законченное исследование, выполненное на высоком научном уровне, и содержит решение научной проблемы, имеющей существенное значение для управляемости динамических систем с переменной структурой. Считаю, что диссертационная работа соответствует физико-математической отрасли наук, результаты диссертационного исследования вносят заметный вклад в развитие теории управляемости динамических систем с переменной структурой со сменой фазовых пространств.

В целом, диссертационная работа Максимовой Ирины Сергеевны «**Управляемость дифференциальных систем с переменной структурой и задача восстановления**» является завершенной и соответствует всем критериям, предъявляемым к кандидатским диссертациям по специальности 1.1.2. Дифференциальные уравнения и математическая физика, а ее автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук.

Ведущий научный сотрудник Института механики  
Национальной академии наук Республики Армения,  
профессор кафедры Механики Ереванского  
государственного университета,  
доктор физ.-мат. наук (01.01.09 и 01.02.01), профессор



В. Р. Барсегян

« 17 » ноября 2025 г.

Почтовый адрес: 0019, Республика Армения, Ереван, пр. Маршала Баграмяна, 24Б

E-mail: [barseghyan@sci.am](mailto:barseghyan@sci.am)

Телефон: (+374 91) 203220

Подпись д.ф.-м.н., профессора В.Р. Барсегяна заверяю.

Ученый секретарь Института механики НАН РА, к. ф-м.н.

В. Г. Закарян

