

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Иванова Дмитрия Владимировича
**«Методы идентификации моделей динамических систем дробного
порядка по неполным данным»**, представленной на соискание
учёной степени доктора физико-математических наук
по специальности 1.2.2. Математическое моделирование, численные методы
и комплексы программ

Диссертационная работа Иванова Дмитрия Владимировича посвящена одной из основных проблем теории автоматического управления — построению математических моделей динамических систем по экспериментальным данным. Особенность рассматриваемой автором постановки состоит в том, что модели описываются уравнениями с разностями дробного порядка, а измерения искажены помехами как во входном, так и в выходном сигналах.

Основоположниками теории идентификации являются Р. Калман, К. Острём, П. Эйкхофф, Н. С. Райбман и Я. З. Цыпкин; методы идентификации при ошибках по всем переменным развивались в работах Дж. Голуба, Т. Сёдерстрёма, С. ван Хуффель и других. Диссертация Д. В. Иванова продолжает это направление, распространяя его на класс систем с дробными разностями, для которых характерна сильная зависимость от предыстории и, как следствие, плохая обусловленность задачи оценивания.

Научная новизна работы состоит в построении единого класса моделей дискретных систем дробного порядка, обобщающего известные подходы; в разработке методов идентификации на основе обобщённых полных наименьших квадратов и обобщённых инструментальных переменных с доказательством сильной состоятельности оценок для широкого спектра классов помех; в создании численно устойчивых вычислительных схем, в том числе расширенной эквивалентной системы уравнений и неявной итерационной схемы регуляризации; а также в разработке комплекса

программ. Существенно, что предложенный подход охватывает единым образом линейные модели и модели классов Гаммерштейна, Винера и билинейные, что позволяет говорить о создании общего метода, а не набора частных приёмов.

Достоверность полученных результатов обеспечена строгими математическими доказательствами и подтверждена вычислительными экспериментами. Работа прошла обширную апробацию на конференциях международного и всероссийского уровня, результаты опубликованы в ведущих рецензируемых изданиях.

По содержанию автореферата имеются следующие вопросы и замечания.

1. Рассматриваемые в работе методы предполагают, что структура модели известна априорно; для случая неизвестных порядков предложен итерационный метод с генетическим алгоритмом. Остаётся неясным, как погрешность оценивания дробных порядков сказывается на точности оценивания линейных параметров модели и на состоятельности итоговых оценок.

2. Предложенные рекуррентные алгоритмы построены на основе процедур стохастической аппроксимации. Хотелось бы понять, применимы ли они для идентификации в реальном времени, в частности при медленном дрейфе параметров идентифицируемой системы, и какова вычислительная стоимость одного шага рекуррентной процедуры с учётом необходимости хранения предыстории сигналов.

Отмеченные замечания не снижают ценности выполненного исследования и носят характер вопросов для обсуждения на защите. Диссертация Иванова Д. В. представляет собой завершённую научно-квалификационную работу, соответствующую требованиям «Положения о присуждении учёных степеней», утверждённого постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842, а её

автор заслуживает присуждения учёной степени доктора физико-математических наук по специальности 1.2.2. Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ.

Главный научный сотрудник 1 научно-исследовательского центра
доктор физико-математических наук, профессор
16 сентября 2026 г.

Ю.В. Прус

Прус Юрий Витальевич
Контактные данные:
e-mail: prus.y@gubkin.ru;
+7 926-447-06-41.

Адрес организации:

Федеральное государственное бюджетное учреждение «Всероссийский научно-исследовательский институт по проблемам гражданской обороны и чрезвычайных ситуаций МЧС России» (федеральный центр науки и высоких технологий)

121352, г Москва, ул. Давыдовская, д. 7,

8 (495) 287-73-05, www.vniigochs.ru, e-mail: vniigochs@vniigochs.ru.

Я, Прус Юрий Витальевич, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета 24.2.272.02 и их дальнейшую обработку.

Подпись главного научного сотрудника 1 научно-исследовательского центра, доктора физико-математических наук, профессора Юрия Витальевича Пруса удостоверяю:

Начальник отдела кадров
ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ)



А.Г. Чернякова

16 сентября 2026 г.