

ОТЗЫВ НАУЧНОГО КОНСУЛЬТАНТА

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

Иванов Дмитрий Владимирович, 1985 года рождения, в 2007 году окончил с отличием ФГБОУ ВПО «Самарский государственный университет путей сообщения» по специальности «Автоматика, телемеханика и связь на железнодорожном транспорте». В 2007 году поступил в аспирантуру Самарского ФГБОУ ВПО «Самарского государственного университета путей сообщения». В 25 июня 2011 года защитил диссертацию на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук в Тольяттинском государственном университете по специальности 05.13.18 Математическое моделирование, численные методы и комплексы. В 2018 получил аттестат доцента по специальности 05.13.01 Системный анализ управление и обработка информации. В 2019 году окончил Самарский Университет с отличием по направлению подготовки 01.04.01 Математика. В настоящее время работает на должности доцента кафедры безопасности информационных систем Самарского университета.

По теме диссертационной работы автором опубликовано 120 работ, в том числе 16 в рецензируемых изданиях, индексируемых в базах данных Scopus, Web of Science и ZbMath Open, 20 в рецензируемых изданиях, входящих в перечень ВАК, 24 в материалах конференций, индексируемых базами данных Web of Science и Scopus: получено 5 свидетельств о государственной регистрации программы для ЭВМ. Исследования по теме диссертации частично поддержаны грантами:

1. «Грант ИБ МГУСИ» соглашение №40469-02/2022-д от 30 июня 2022 г.

2. Программой развития Научно-образовательного математического центра Приволжского федерального округа (№ 075-02-2023-931, № 075-02-2024-1456, 075-02-2025-179).

При работе над диссертацией Ивановым Д.В. получены следующие результаты:

1. Предложены новые модели дискретных динамических систем дробного порядка:

– Модель дискретной линейной динамической системы дробного порядка на основе разностей дробного порядка и операторов сдвига назад целого порядка, обобщающая известные модели на произвольное число разностей и операторов сдвига назад.

– Модель дискретной билинейной динамической системы дробного порядка на основе разностей дробного порядка и операторов сдвига целого порядка, обобщающая модель дискретной билинейной динамической системы для случая разностей дробного порядка.

– Впервые предложен комплекс моделей дискретных динамических систем дробного порядка со следующими моделями шума:

– Модель ARX (Autoregression with exogenous input – авторегрессионная с экзогенными входными данными) дробного порядка с ошибками в переменных, обобщающая модели ошибки в переменных и модели ошибки в уравнении.

– Линейная модель дробного порядка с дробно-дифференцированными ошибками в переменных, обобщающая известную модель, где ошибки в переменных моделируются белым шумом.

– ARX-модель Винера дробного порядка с шумом во входном сигнале, обобщающая ARX-модель Винера дробного порядка.

2. Создан и теоретически обоснован метод на основе обобщенных полных наименьших квадратов для идентификации параметров моделей линейных и некоторых классов нелинейных (Гаммерштейна, Винера, билинейных) систем, описываемых уравнениями с разностями дробного

порядка, для шумов различных классов: мартингал-разностей, белого шума, автокоррелированных помех, дробного шума.

Созданы методы для различных частных случаев данных систем и помех. Доказана сильная состоятельность получаемых оценок параметров.

Предложенный метод позволяет с помощью единого подхода проводить идентификацию различных классов моделей динамических систем дробного порядка с разными моделями шума, в том числе для ранее не рассматриваемых моделей.

3. Создан и теоретически обоснован метод на основе обобщенных инструментальных переменных для идентификации моделей линейных динамических систем, описываемых уравнениями с разностями дробного порядка, при неполной информации об автокорреляционных функциях помех. Доказана сильная состоятельность получаемых оценок параметров.

Предложенный метод позволяет проводить идентификацию параметров моделей динамических систем дробного порядка с ранее не рассматриваемыми моделями шума.

4. Впервые разработан алгоритм для идентификации параметров авторегрессии с разностями дробного порядка с аддитивным шумом в наблюдениях при отсутствующей информации о дисперсии аддитивного шума и отношении дисперсий помех.

5. Разработаны рекуррентные алгоритмы идентификации моделей динамических систем на основе обобщенных полных наименьших квадратов. Доказана сильная состоятельность получаемых оценок параметров.

6. Созданы численно устойчивые алгоритмы для разработанных методов идентификации на основе новой расширенной системы уравнений, эквивалентной смещенной нормальной системе уравнений, отличающейся от известной расширенной системы меньшей размерностью и отсутствием комплексных коэффициентов.

7. Разработана неявная итерационная схема регуляризации задачи полных наименьших квадратов, имеющая меньшее число обусловленности, чем регуляризация Тихонова, для задачи полных наименьших квадратов.

Предложенный подход позволяет заменить задачу полных наименьших квадратов на последовательность задач, обусловленных лучше, чем задача обыкновенных наименьших квадратов. Исследованы условия сходимости метода.

8. Разработан программный комплекс, реализующий предложенные модели и методы идентификации моделей динамических систем дробного порядка.

Считаю, что диссертация является законченной научно-квалификационной работой, обладающей научной новизной и практической значимостью, и удовлетворяет требованиям ВАК, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени доктора физико-математических наук, а Иванов Д.В. заслуживает присуждения ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 1.2.2 – «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ».

Научный консультант,
профессор кафедры прикладная математика и информатика
Самарского государственного
технического университета
д.ф.-м.н., проф.



4. 0 3, 2026

А.И. Жданов

Подпись д.ф.-м.н., профессора Жданова А.И. заверяю:
Ученый секретарь Самарского государственного
технического университета,
доктор технических наук, доцент



Ю.А. Малиновская