

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА 24.2.437.02,
СОЗДАННОГО НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
АВТОНОМНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО
ОБРАЗОВАНИЯ «ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ (НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ)» МИНИСТЕРСТВА НАУКИ И ВЫСШЕГО
ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ, ПО ДИССЕРТАЦИИ НА
СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № _____
решение диссертационного совета от 20.05.2025 г. № 27

О присуждении Япарову Дмитрию Даниловичу, гражданину Российской Федерации, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Методы обработки динамических измерений на основе регуляризации» по специальности 2.3.1 – «Системный анализ, управление и обработка информации, статистика» принята к защите 4 марта 2025 г. (протокол заседания № 27/п) диссертационным советом 24.2.437.02, созданным на базе федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Южно-Уральский государственный университет (национальный исследовательский университет)» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации, 454080, г. Челябинск, проспект В.И. Ленина, д. 76, приказ о создании диссертационного совета № 105/нк от 11.04.2012 г.

Соискатель Япаров Дмитрий Данилович, 21.08.1994 года рождения, в 2019 г. с отличием окончил ФГАОУ ВО «Южно-Уральский государственный университет (национальный исследовательский университет)» по направлению подготовки 09.04.01 «Информатика и вычислительная техника»

(магистратура). В период с 2019 по 2023 гг. проходил обучение в очной аспирантуре ФГАОУ ВО «Южно-Уральский государственный университет (национальный исследовательский университет)» по направлению подготовки 09.06.01 «Информатика и вычислительная техника».

С 2018 года по настоящее время работает инженером кафедры математического обеспечения информационных технологий ФГАОУ ВО «Южно-Уральский государственный университет (национальный исследовательский университет)», Министерство науки и высшего образования Российской Федерации.

Диссертация выполнена на кафедре информационно-измерительной техники ФГАОУ ВО «Южно-Уральский государственный университет (национальный исследовательский университет)», Министерство науки и высшего образования Российской Федерации.

Научный руководитель – доктор технических наук, профессор Шестаков Александр Леонидович, профессор кафедры информационно-измерительной техники ФГАОУ ВО «Южно-Уральский государственный университет (национальный исследовательский университет)».

Официальные оппоненты:

Дилигенская Анна Николаевна, доктор технических наук, доцент, профессор кафедры «Автоматика и управление в технических системах» ФГБОУ ВО «Самарский государственный технический университет»;

Иванова Наталья Дмитриевна, кандидат физико-математических наук, доцент, заведующий лабораторией комплексных цифровых решений ФГБОУ ВО «Югорский государственный университет»,

дали положительный отзыв на диссертацию.

Ведущая организация – федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Национальный

исследовательский университет «МЭИ», г. Москва, – в своем положительном отзыве, подписанном Качаловым Василием Ивановичем, доктором физико-математических наук, заведующим кафедрой высшей математики ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский университет «МЭИ», Абрамовой Еленой Владимировной, кандидатом физико-математических наук, доцентом кафедры высшей математики ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский университет «МЭИ», утвержденном Комаровым Иваном Игоревичем, доктором технических наук, проректором по науке и инновациям ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский университет «МЭИ», указала, что диссертационная работа Япарова Дмитрия Даниловича является завершенной научно-квалификационной работой. Диссертация содержит совокупность новых теоретических результатов, имеет последовательное изложение материала, отличается практической применимостью. Полученные результаты диссертации соответствуют паспорту специальности 2.3.1 «Системный анализ, управление и обработка информации, статистика». Основное содержание работы опубликовано в 7 статьях, 4 из которых в журналах, рекомендованных ВАК, и 3 статьи в Scopus. Также по результатам работы зарегистрированы 3 программы для ЭВМ. Таким образом, диссертационная работа удовлетворяет требованиям, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук в соответствии с пунктом 9 «Положения о порядке присуждения ученых степеней» №842 от 24.09.2013, а ее автор, Япаров Дмитрий Данилович, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук. Диссертация и отзыв были обсуждены и одобрены на заседании кафедры высшей математики ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский университет «МЭИ».

Соискатель имеет 23 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации опубликовано 10 работ, из них рецензируемых научных изданиях

опубликовано 7 работ. По результатам работы получены 3 свидетельства на программы для ЭВМ.

В диссертацию включены результаты, полученные автором лично. В диссертации отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных соискателем ученой степени работах.

Наиболее значимыми работами по теме диссертации являются:

1. Япаров Д.Д. Саморегуляризирующий метод динамических измерений / Д.Д. Япаров, А.Л. Шестаков // Автоматика и телемеханика. 2024. № 4. С. 112-124. *(авторская доля: 8 стр.)*

2. Япаров Д.Д. Метод восстановления входного сигнала в динамических системах на основе дискретной модели с исключением корректирующих обратных связей / Д.Д. Япаров, А.Л. Шестаков // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Компьютерные технологии, управление, радиоэлектроника. 2022. Т. 22. № 4. С. 56-66. *(авторская доля: 7 стр.)*

3. Япаров Д.Д. Оценка метода восстановления входного сигнала по зашумленным данным / Д.Д. Япаров // Вестник УрФО. Безопасность в информационной сфере. 2022. № 4 (46). С. 32-38.

4. Япаров Д.Д. Численный метод обработки результатов динамических измерений / Д.Д. Япаров, А.Л. Шестаков // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Компьютерные технологии, управление, радиоэлектроника. 2021. Т.21. №4. С.115-125. *(авторская доля: 7 стр.)*

5. Yaparov D.D. New approach to processing of dynamic measuring data based on self-regularization / D.D. Yaparov, A.L. Shestakov // Measurement: Sensors 2025, 101735. DOI:10.1016/j.measen.2024.101735 *(авторская доля: 8 стр.)*

6. Yaparov D. Computational method for solving differential equations in dynamic systems// AIP Conference Proceedings. 2022/ D.Yaparov // 2522. 100015. DOI:10.1063/5.0101572.

7. Yaparov D. Numerical method processing data related with dynamic measurements / D. Yaparov, A. Shestakov // Proceedings - 2020 Global Smart Industry Conference, glosic 2020. 2020. С. 187-191. *(авторская доля: 4 стр.)*

На диссертацию и автореферат поступили отзывы:

1. Ведущей организации ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский университет «МЭИ» (г. Москва). Отзыв на диссертацию положительный, из замечаний отмечено: 1) В работе замечены некоторые опечатки, о которых было сообщено автору; эти опечатки не имеют принципиального характера. 2) В работе было бы уместно привести порядок аппроксимации используемых разностных схем. 3) В приведенных дифференциальных задачах имеет смысл указать используемые начальные условия.

2. Официального оппонента, доктора технических наук, доцента, профессора кафедры «Автоматика и управление в технических системах» ФГБОУ ВО «Самарский государственный технический университет» (г. Самара) Дилигенской Анны Николаевны. Отзыв на диссертацию положительный, из замечаний отмечено: 1) Учёт инерционных свойств датчика при задании его передаточной функции желательно производить с учетом динамических характеристик исследуемого процесса. Обычно при моделировании свойств датчиков не требуется использовать передаточные функции высокого порядка. Поэтому желательно очертить предметную область и класс исследуемых процессов, и показать необходимость применения передаточных функций высокого порядка. 2) Основные результаты по валидации метода со стабилизирующим функционалом (глава 2) и метода с эффектом саморегуляризации (глава 3) получены на основе

сравнения с базовой моделью с обратными связями. Существует ли возможность проводить этап валидации без использования базовой модели? Например, на основе минимизации отклонения полученных результатов от зашумленных экспериментальных данных? 3) Не понятно, в каких единицах измерения оценивается точность восстановления входного сигнала (таблицы 1-6). 4) На рисунках 14, 18, 29, 49 при изображении функциональных схем информационно-измерительных систем, реализующих разработанные методики, допущены некоторые неточности в последовательности следования функциональных блоков и связей между ними. 5) Так как валидация разработанных моделей осуществляется на основе использования модели с корректирующими обратными связями, то желательно представить сравнительный анализ представленных методов и указанного базового метода.

3. Официального оппонента, кандидата физико-математических наук, доцента, заведующего лабораторией комплексных цифровых решений ФГБОУ ВО «Югорский государственный университет» (г. Ханты-Мансийск) Ивановой Натальи Дмитриевны. Отзыв на диссертацию положительный, из замечаний отмечено: 1) Во введении нет расширенного анализа предыдущих исследований: эта информация представлена в Главе 1, что, казалось бы, нельзя считать частью самостоятельного исследования, однако именно эта глава является основой новых методов, представленных в работе диссертанта. 2) Главы 2.5 и 3.6 содержат идентичный текст на протяжении трех страниц (это приблизительно 5% работы), что вызывает вопрос об информативности. Если повторы оправданы, то стоило заранее пояснить их необходимость. 3) Также имеется ряд замечаний стилистического и редакционного характера, перечисление которых не является принципиальным, поскольку претензии не отменяют главного в представленном исследовании.

4. Доктора физико-математических наук, профессора, члена-корреспондента РАН, главного научного сотрудника Института вычислительного моделирования Сибирского отделения Российской академии наук – обособленное подразделение ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр «Красноярский научный центр Сибирского отделения Российской академии наук» (г. Красноярск) Садовского Владимира Михайловича. Отзыв на автореферат положительный, замечаний нет.

5. Доктора физико-математических наук, ведущего научного сотрудника ФГБУН Институт математики и механики им. Н.Н. Красовского Уральского отделения Российской академии наук (г. Екатеринбург) Филимонова Михаила Юрьевича. Отзыв на автореферат положительный, из замечаний отмечено: 1) Для обеспечения устойчивости вычислительной схемы методов обработки динамических измерений в системах второго порядка используется стабилизирующий функционал, но в автореферате не приведено описание его структуры.

6. Кандидата физико-математических наук, ведущего системного разработчика ООО «СКАДА ПЛЮС» (г. Москва) Саламатова Евгения Александровича. Отзыв на автореферат положительный, из замечаний отмечено: 1) В автореферате приведены графики функции погрешности методов восстановления входного сигнала. Хотелось бы пояснить, чем объясняется большое значение функции погрешности (стр. 10, рис. 2) в момент времени, близкий к начальному.

7. Доктора технических наук, профессора, председателя диссертационного совета УрФУ 2.3.12.13 Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина»

(г. Екатеринбург) Поршнева Сергея Владимировича. Отзыв на автореферат положительный, замечаний нет.

8. Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого» (г. Санкт-Петербург), подписанный доктором технических наук, профессором, профессором ФГАОУ ВО «СПбПУ» Черноруцким Игорем Георгиевичем и кандидатом технических наук, доцентом ФГАОУ ВО «СПбПУ» Селиным Иваном Андреевичем. Отзыв на автореферат положительный, из замечаний отмечено: 1) В автореферате не приведено описание процедуры выбора параметра α . 2) Наличие незначительных ошибок оформления и опечаток.

9. Доктора физико-математических наук, старшего научного сотрудника, заведующего кафедрой «Суперкомпьютерное моделирование инженерно-физических процессов» института лазерных и плазменных технологий ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ» (г. Москва) Шаргатов Владимира Анатольевича. Отзыв на автореферат положительный, замечаний нет.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается тем, что ими осуществлялись исследования по тематике диссертации и получены весомые научные результаты в рассматриваемой предметной области, что подтверждается публикациями в научных изданиях.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

предложены: новые подходы к корректровке динамической погрешности, заключающиеся в создании новой модели и метода восстановления входного сигнала для измерительной системы второго порядка с фиксированным периодом дискретности, позволяющая корректировать

уровень динамической погрешности с помощью стабилизирующего функционала; а также в создании новой модели и метода восстановления входного сигнала для измерительных систем произвольного порядка с регулируемым интервалом измерений, позволяющая корректировать уровень динамической погрешности, с помощью эффекта саморегуляризации;

разработаны: вычислительные схемы метода валидации предложенной модели и метода восстановления входного сигнала, корректирующие динамическую погрешность посредством введенного стабилизирующего функционала; а также вычислительные схемы метода валидации построенной модели информационно-измерительной системы произвольного порядка и метода восстановления входного сигнала. Методы обладают эффектом саморегуляризации, обеспечивающем корректировку динамической погрешности.

доказано, что предложенные подходы к построению вычислительных схем обеспечивают ограниченность величины погрешности результатов обработки динамических измерений, а построенные методы устойчивы относительно динамической погрешности восстанавливаемого сигнала.

определены перспективы использования полученных результатов для решения широкого круга научных и прикладных проблем, связанных с созданием и совершенствованием методов обработки информации информационно-измерительными системами АСУ ТП

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

доказана корректность предложенных моделей, позволяющих восстанавливать входной сигнал по зашумленным, динамически изменяющимся данным, а также устойчивость относительно динамической погрешности методов валидации и методов восстановления входного сигнала для предложенных моделей информационно-измерительной систем;

применительно к проблематике диссертации результативно использованы основные положения и методы системного анализа, теории автоматического управления, численных методов, методов регуляризации и принципов имитационного моделирования;

изложены и теоретически обоснованы основные положения, преимущества и область применения предложенных моделей и методов восстановления входного сигнала для информационно-измерительных систем различных порядков;

раскрыты возможности численного восстановления входного сигнала из зашумленных, динамически изменяющихся выходных сигналов, влияние регуляризации на эффективность корректировки динамической погрешности, а также возможности установления рациональной дискретности измерений датчика на основе саморегуляризации;

изучены причинно-следственные связи между точностью восстановления входного сигнала, уровнем шума выходного сигнала и значениями параметров методов восстановления входного сигнала;

проведена модификация существующих моделей информационно-измерительных систем, способствовавшая снижению вычислительной сложности алгоритмов обработки динамических измерений и обеспечившая контролируемость уровня погрешности результатов обработки сигнала.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что:

разработаны и внедрены вычислительные схемы предложенных методов и валидации и восстановления входного сигнала, используемые при обработке информации в АСУ ТП информационно-измерительными системами с фиксированным периодом дискретности;

созданы вычислительные алгоритмы, реализованные в программных продуктах, предназначенных для валидации предложенных моделей и восстановления входного сигнала;

предложены и аргументированы критерии, регулирующие величину шага дискретизации, служащие ориентиром при выборе периода дискретности информационно-измерительных систем различных порядков, обеспечивающего высокую точность обработки динамических измерений.

определены перспективы широкого практического применения разработанных в диссертации новых подходов, моделей и методов восстановления входного сигнала для информационно-измерительных систем различных порядков АСУ ТП.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

теория, служащая основой для разработки методов и алгоритмов обработки информации, предложенная в диссертационной работе, базируется на основных положениях системного анализа, теории обратных задач, теории управления, математического аппарата конечно-разностных уравнений и численных методов;

идеи базируются на обобщении передового опыта и анализе основных подходов к решению обратных задач динамики измерений, на использовании принципов математического моделирования и теории управления для разработки и совершенствования моделей информационно-измерительных систем; на применении регуляризирующих подходов и использовании конечно-разностных аппроксимаций для построения вычислительных схем методов валидации предложенных моделей и методов восстановления входного сигнала; на использовании принципов анализа устойчивости и сходимости численных методов для формирования и обоснования критериев

регулирования шага дискретизации и получения оценки точности предлагаемых методов восстановления входного сигнала;

использование для верификации построенных моделей и методов апробированных методик численного и компьютерного моделирования, сертифицированных средств измерения, экспериментальных установок с апробированными методами сбора и обработки информации.

установлена обоснованность предложенных автором теоретических положений, выводов и рекомендаций результатами имитационного моделирования и результатами экспериментальных исследований, а также отсутствие логических противоречий между результатами, полученными в диссертации, и результатами, опубликованными другими авторами в рамках рассматриваемой тематики исследований.

Личный вклад соискателя состоит в:

проведении анализа проблемы обработке результатов динамических измерений и предлагаемых решений для восстановления входного сигнала измерительной системы;

разработке новых моделей и методов валидации моделей измерительных систем и методов обработки информации для восстановления входного сигнала

теоретическом обосновании критерия определения значения шага дискретизации для возникновения эффекта саморегуляризации;

реализации предложенной имитационной модели и методов обработки информации в виде программного продукта;

проведении экспериментальных исследований и апробации результатов исследования на конференциях различного уровня, подготовке публикаций по результатам выполненного исследования.

В ходе защиты диссертации были высказаны следующие критические замечания и заданы вопросы: 1. В работе приведены схемы электронных устройств, которые реализуют данную передаточную функцию. Не совсем понятно, для чего использовать такую сложную реализацию, если такая передаточная функция воспроизводится на одном операционном усилителе, есть такой усилитель Саллена-Ки? Непонятно, почему верхняя часть выполнена в европейском или российском стандарте, а самая нижняя схема в американском, обозначение резисторов, которые используются в Соединенных Штатах. 2. Параметром регуляризации является интервал дискретизации сигнала? 3. Если взять классическую теорию Тихонова, то параметр регуляризации это фактически множитель Лагранжа между функционалом точности и регуляризующим функционалом. В каком соотношении находится интервал дискретизации и этот множитель Лагранжа? 4. Интервал дискретизации исполняет роль фильтра, то есть там усредняется и помехи в этом случае отфильтровываются? 5. Прошу пояснить структуру стабилизирующего функционала.

Соискатель Япаров Дмитрий Данилович ответил на высказанные замечания и задаваемые ему в ходе заседания вопросы и привел собственную аргументацию:

1. Представленная на рисунке схема формировалась с использованием нескольких программных продуктов. Этим объясняется разница в обозначениях. В результате функционал полученного решения обеспечивает взаимно-однозначное соответствие между входным и выходным сигналами, что гарантирует стабильную реализацию передаточной функции и позволяет полностью контролировать процесс формирования экспериментальных данных. 2. В методе с эффектом саморегуляризации, да. 3. Данное исследование опиралось на регуляризацию по Лаврентьеву по которой как раз-

таким допуская что внутренние параметры системы могут выступать в качестве параметров регуляризации, что позволяет не задействовать как дополнительный аддитивный функционал, так и множитель Лагранжа. Если же сравнивать метод со стабилизирующим функционалом, который основывается на модифицированной регуляризации Тихонова, то там оценка проводилась и критерий выбора параметра основывается на стандартном методе оценки невязки. 4. Да, абсолютно верно. 5. В этом методе параметр α является параметром регуляризации. В данном случае регуляризация обеспечивается аддитивным стабилизирующим функционалом с параметром α , позволяющим контролировать динамическую погрешность.

Диссертационный совет пришел к заключению, что рассматриваемая диссертация является самостоятельной законченной научно-квалификационной работой, соответствующей требованиям п. 9, 10, 11, 13, 14 «Положения о присуждении ученых степеней», предъявляемых ВАК к кандидатским диссертациям, а ее автор, Япаров Дмитрий Данилович, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.3.1 – «Системный анализ, управление и обработка информации, статистика».

На заседании 20 мая 2025 года диссертационный совет принял решение за разработку методов обработки динамических измерений на основе регуляризации, имеющей существенное значение для развития измерительной техники, присудить Япарову Дмитрию Даниловичу ученую степень кандидата технических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 15 человек, из них 5 докторов наук по специальности рассматриваемой диссертации, из 20 человек, входящих в состав совета,

дополнительно введены на разовую защиту – 0 человек, проголосовали:
«за» – 15, «против» – 0, недействительных бюллетеней – 0.

Заместитель председателя

диссертационного совета 24.2.437.02,

доктор технических наук,

профессор

Логиновский Олег Витальевич

Ученый секретарь

диссертационного совета 24.2.437.02,

доктор технических наук,

доцент



Голлай Александр Владимирович

20.05.2025 г.