

УТВЕРЖДАЮ:

Проректор по науке и инновациям
ФГБОУ ВО НИУ МЭИ

д.т.н.

Комаров Иван Игоревич

« 17 » МАРТА 2025 г.



ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский университет «МЭИ» на диссертацию Япарова Дмитрия Даниловича «Методы обработки динамических измерений на основе регуляризации», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.3.1 – «Системный анализ, управление и обработка информации, статистика».

Актуальность темы исследования

Диссертация Япарова Дмитрия Даниловича посвящена вопросам разработки и исследования методов обработки динамических измерений для восстановления входного сигнала в информационно-измерительных системах на основе регуляризации.

Современные сложные быстропротекающие процессы неразрывно связаны с совершенствованием систем автоматического управления технологическими процессами АСУ ТП. Разработка, исследование и совершенствование новых методов проектирования и реализации высококачественных интеллектуальных АСУ ТП на промышленных объектах направлены на обеспечение точности и надёжности получаемой информации от первичных измерительных преобразователей, проводящих измерения в динамическом режиме. Данные измерения характеризуются, в том числе, динамической погрешностью, которая зачастую оказывается существенно больше всех других составляющих погрешности. Поэтому разработка динамических моделей информационно-измерительных систем и методов обработки результатов динамических измерений, основанных на регуляризирующих подходах и сводящих к минимуму трудоёмкость процедуры коррекции динамической погрешности является актуальной научно-технической задачей.

В рамках выполнения диссертационной работы соискатель непосредственно участвовал в формулировке целей и задач исследования, определении путей их решения, проведении измерений, анализе результатов, постановке задач, поиске совре-

менных оптимизационных алгоритмов, анализе и обобщении полученных научных результатов, формировании выводов по работе.

Оценка содержания работы

Диссертация содержит введение, четыре главы, заключение, список литературы, содержащий 90 наименований, и 5 приложений. Основной текст работы изложен на 130 страницах, проиллюстрирован 62 рисунками и 10 таблицами.

Во введении содержится общая характеристика работы. Обоснована актуальность темы диссертации, сформулированы цель, задачи исследования, показана научная новизна, теоретическая и практическая значимость, основные результаты исследований, а также приведены сведения о публикациях, положениях, выносимых на защиту, апробации и реализации результатов исследования.

В первой главе содержится анализ существующих подходов к обработке информации в информационно-измерительных системах в условиях зашумленных и динамически изменяющихся исходных данных. Представлена предметная область исследования, выявлены особенности проведения измерений в технологическом оборудовании, в системах автоматического управления технологическим процессом, а также проведен анализ современных методов решения задач обработки результатов динамических измерений. По результатам анализа сформулированы цель и задачи исследования.

Во второй главе рассмотрена задача восстановления входного сигнала для измерительной системы, представленной динамическим звеном второго порядка. В работе предложена модель информационно-измерительной системы без обратных связей, базирующаяся на переходе к дискретной модели информационно-измерительной системы, метод ее валидации и метод восстановления входного сигнала, а для коррекции динамической погрешности вводится стабилизирующий функционал.

В третьей главе предложена модель информационно-измерительной системы без стабилизирующего функционала и обратных связей, метод ее валидации и метод восстановления входного сигнала, в которых коррекция динамической погрешности осуществляется путем регулирования шага дискретизации, являющегося параметром регуляризации, обеспечивающим эффект саморегуляризации. Сравнительный анализ показал, что метод со стабилизирующим функционалом наиболее эффективен при обработке информации в измерительных системах с фиксированным интервалом измерений, но использование этого метода в системах высших порядков затруднено из-за высокой сложности процедуры подбора значений параметра α для таких систем. Метод, обладающий эффектом саморегуляризации, позволяет восстанавливать входной сигнал с высокой точностью, его вычислительная процедура является более простой по сравнению с методом со стабилизирующим функционалом, но его применение возможно только в системах, допускающих регулирование интервала из-

мерений.

В четвёртой главе рассмотрена задача восстановления входного сигнала для измерительной системы произвольного порядка. В работе предлагается обобщённый подход к построению модели информационно-измерительной системы и метода восстановления входного сигнала. Подход базируется на переходе к дискретной модели информационно-измерительной системы с эффектом саморегуляризации для коррекции динамической погрешности.

В заключении приведены основные выводы и результаты работы.

Цель работы

Цель исследования заключается в разработке и исследовании методов обработки динамических измерений для восстановления входного сигнала в информационно-измерительных системах на основе регуляризации.

Научная новизна исследований

Научная новизна результатов диссертационного исследования заключается в разработке модели без обратных связей для информационно-измерительной системы, представленной динамическим звеном произвольного порядка; разработке вычислительных алгоритмов валидации модели без обратных связей для информационно-измерительной системы, представленной динамическим звеном произвольного порядка, основанные на решении прямой задачи, характеризующей связь входного и выходного сигналов, и разработке методов восстановления входного сигнала для информационно-измерительных систем, представленных динамическими звеньями произвольного порядка по зашумленному выходному сигналу, основанные на решении обратных задач, характеризующих связь входного и выходного сигналов и представленных дифференциальными уравнениями высших порядков.

Теоретическая значимость

Теоретическая значимость проведенного исследования заключается в разработке новых моделей без обратных связей, основанных на решении задачи Коши для дифференциальных уравнений высоких порядков. Эти модели служат базой для методов обработки информации в информационно-измерительных системах произвольного порядка. Важное внимание уделено созданию методов валидации моделей без обратных связей, которые позволяют контролировать уровень ошибки восстановления входного сигнала за счёт выбора параметра регуляризации в стабилизирующем функционале. Для информационно-измерительных систем второго порядка с

фиксированным интервалом измерений предложены подходы к регулированию уровня ошибок восстановления сигнала посредством управления интервалом измерений для систем произвольного порядка. Также разработаны новые методы восстановления входного сигнала по зашумленному выходному сигналу для систем как второго порядка, так и произвольного.

Методология и методы диссертационного исследования. Теоретическая и методологическая основа диссертационного исследования включает системный анализ, методы решения некорректных задач и аппарат конечно-разностных уравнений.

Практическая значимость работы

Практическая значимость диссертационного исследования заключается в применении предложенных моделей, методов и алгоритмов для обработки данных динамических измерений в системах контроля технических процессов. Полученные результаты могут быть использованы при разработке рекомендаций по выбору и настройке интервала измерений в информационно-измерительных системах произвольного порядка, что способствует повышению точности динамических измерений. Кроме того, применение данных методик способствует повышению безопасности технологических процессов за счёт фиксации пиковых сигналов.

Обоснованность научных положений, выводов и заключений диссертации подтверждается приведенными в главах 3 и 4 результатами теоретических и экспериментальных исследований.

Содержание автореферата полностью соответствует материалам, изложенным в диссертации.

Замечания по работе

В целом диссертационная работа Япарова Дмитрия Даниловича заслуживает положительной оценки, однако по ней имеются следующие замечания:

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.

Отмеченные недостатки носят частный характер и, в целом, не влияют на высокое качество представленной на отзыв диссертационной работы.

Заключение

Диссертационная работа Япарова Дмитрия Даниловича «Методы обработки динамических измерений на основе регуляризации» является завершённой 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, четыре из которых в журналах, рекомендованных ВАК, и три статьи в Scopus и Web of Science. Также по результатам работы зарегистрированы 3 программы для ЭВМ. Диссертация соответствует пп. 9-14 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842, в актуальной редакции от 25.01.2024 № 62.

Япаров Дмитрий Данилович заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.3.1 «Системный анализ, управление и обработка информации, статистика».

Отзыв заслушан и обсужден на заседании кафедры Высшей математики НИУ МЭИ 14 марта 2025 года (протокол заседания № 2), «за» — 45 чел., «против» — 0 чел., «воздержалось» — 0 чел.

Отзыв подготовили:

Доцент кафедры высшей математики
ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ», к.ф.-м.н.

Заведующий кафедрой высшей математики
ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ», д.ф.-м.н.



Абрамова Е.В.

Качалов В.И.

Сведения о ведущей организации:

Полное наименование вуза на русском языке: федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский университет «МЭИ»

Адрес: 111250, Россия, г. Москва, ул. Красноказарменная, д. 14, стр. 1

Телефон: +7 495 362-70-01 (ректор), +7 495 362-75-60 (справочная)

Адрес электронной почты: universe@mpei.ac.ru



Людмила Александровна

ЗАМЕСТИТЕЛЬ НАЧАЛЬНИКА
УПРАВЛЕНИЯ ПО РАБОТЕ С ПЕРСОНАЛОМ
Л.Н. ПОЛЕВАЯ