

## **ОТЗЫВ**

официального оппонента доктора технических наук, доцента

Дилигенской Анны Николаевны

на диссертационную работу 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 (промышленность)

### **1. Актуальность темы диссертации**

Диссертация Япарова Д.Д. посвящена решению важной научно-практической задачи повышения точности обработки экспериментально полученной информации в современных автоматизированных системах управления технологическими процессами. Процесс цифровизации производства включает, в том числе, внедрение большого количества средств измерений в АСУ ТП для обеспечения высокой точности контроля и прогнозирования результатов производственных процессов, что невозможно без применения современных методик в сфере обработки результатов динамических измерений. Неотъемлемый этап обработки экспериментальной информации в современных АСУ ТП обуславливает существенное прикладное значение исследуемой проблемы.

Один из наиболее эффективных подходов к обработке результатов динамических измерений основывается на теории регуляризации. В диссертации на основе проведенного анализа литературных источников показано, что существующие подходы к обработке результатов динамических измерений зачастую сопровождаются усложнением вычислительной процедуры обработки и потерей некоторой части данных.

В такой ситуации создание новых методов и алгоритмов обработки информации, обеспечивающих требуемый уровень точности, удобных для применения в АСУ ТП, представляет значительный научный и практический интерес.

В связи с этим диссертационная работа Япарова Д.Д., посвященная разработке методов обработки динамических измерений на основе регуляризации, направленная на повышение точности результатов динамических измерений и эффективности функционирования АСУ ТП, является актуальной.

### **2. Структура и содержание диссертации**

Диссертационная работа имеет четкую структуру и состоит из введения, четырех глав, выводов и библиографического списка, содержащего 90 источников. Работа изложена на 130 страницах, включает 8 таблиц, 57 рисунков и приложения.

Диссертация выполнена в соответствии с требованиями, предъявляемыми ВАК при Минобрнауки РФ к кандидатским диссертациям.

Структура и содержание диссертации соответствуют целям и задачам исследования, в работе прослеживается логическая связанность. Автореферат соответствует основным положениям диссертационной работы.

### **3. Научная новизна, достоверность и обоснованность результатов диссертационного исследования**

Научная новизна результатов диссертационного исследования заключается в разработке моделей информационно-измерительных систем и методов обработки информации, основанных на их структурном представлении на базе передаточных функций и дифференциальных уравнений, что позволяет сохранить информацию о динамике технологического процесса.

В диссертации получены следующие результаты, являющиеся новыми:

- Разработана структурная модель без обратных связей для информационно-измерительной системы, представленной динамическим звеном произвольного порядка.

- Разработаны вычислительные алгоритмы валидации модели без обратных связей для информационно-измерительной системы, представленной динамическим звеном произвольного порядка, использующие решение прямой задачи, характеризующей связь входного и выходного сигналов.

- Разработаны методы восстановления входного сигнала для информационно-измерительных систем, заданных динамическими звеньями произвольного порядка по зашумленному выходному сигналу, основанные на решении обратных задач, использующих связь входного и выходного сигналов и представленных дифференциальными уравнениями высших порядков.

Достоверность и обоснованность результатов диссертационной работы обеспечивается корректным применением теории системного анализа, методов решения обратных задач, аппарата конечно-разностных уравнений и экспериментальными исследованиями. Все научные положения, выводы и результаты хорошо аргументированы.

Результаты диссертационного исследования опубликованы в 4 статьях в изданиях из перечня ВАК и в 3 статьях в изданиях, входящих в международные базы цитирования Scopus, по результатам получено 3 свидетельства о регистрации программ для ЭВМ, зарегистрированные в государственном Реестре.

### **4. Теоретическая и практическая значимость результатов исследования**

Теоретическая значимость результатов исследования заключается:

- В создании новых моделей без обратных связей, представленных задачами Коши для дифференциальных уравнений высших порядков, служащих основой

для методов обработки информации в информационно-измерительных системах произвольного порядка с регулируемым интервалом измерений;

- В разработке методов валидации моделей без обратных связей и методов восстановления входного сигнала по зашумленному выходному сигналу, позволяющих обеспечивать контролируемый уровень погрешности восстановления входного сигнала регулированием интервала измерений для систем произвольного порядка;

- В разработке методов валидации моделей без обратных связей и методов восстановления входного сигнала по зашумленному выходному сигналу, позволяющих обеспечивать контролируемый уровень погрешности восстановления входного сигнала выбором параметра регуляризации в стабилизирующем функционале для информационно-измерительных систем второго порядка с фиксированным интервалом измерений.

Практическая значимость результатов исследования заключается в разработанном алгоритмическом обеспечении для обработки результатов динамических измерений. Предлагаемые методы обработки информации отличаются низкой вычислительной сложностью и могут быть реализованы в программном обеспечении для микроконтроллеров в измерительных системах. Приведенные свидетельства о промышленном использовании результатов работы подтверждают прикладное значение диссертационных исследований.

## **5. Замечания по диссертационной работе**

В качестве недостатков работы следует отметить:

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.

**6. Заключение о соответствии диссертационной работы критериям, установленным Положением о присуждении ученых степеней**

Замечания не снижают общего высокого научного и практического уровня диссертации.

В целом, диссертация Д.Д. Япарова является законченной научно-квалификационной работой, содержащей новые научно-обоснованные технические решения, имеющие большое значение в области разработки методов обработки результатов динамических измерений.

Диссертация выполнена на высоком качественном уровне, содержит достаточно полные содержательные и формальные обоснования предлагаемых подходов к решению исследуемых задач, сопровождается необходимыми ссылками на используемые литературные источники.

Полученные в диссертации результаты полностью соответствуют поставленным целям и задачам работы, содержание автореферата в полном объеме отражает содержание диссертации.

Диссертационная работа полностью соответствует требованиям, установленным пунктом 9 «Положением о присуждении ученых степеней» №842 от 24.09.2013 к диссертациям на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.3.1 – «Системный анализ, управление и обработка информации, статистика (промышленность)», а ее автор, Япаров Дмитрий Данилович, заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук.

Официальный оппонент  
профессор кафедры «Автоматика и  
управление в технических  
системах» ФГБОУ ВО  
«Самарский государственный  
технический университет»,  
д.т.н., доцент

Дилигенская Анна Николаевна

07.04.2025



*Дилигенская А.Н.*  
Учёный секретарь федерального  
государственного бюджетного  
образовательного учреждения высшего  
образования «Самарский государственный  
технический университет»  
Ю.А. Малиновская