

ОТЗЫВ

официального оппонента

на диссертацию **Ярещенко Дарьи Игоревны**

**«Непараметрические алгоритмы моделирования и управления
многомерными безынерционными системами с запаздыванием»,**

представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.01 – Системный анализ, управление и обработка информации (космические и информационные технологии)

1. Актуальность темы диссертационной работы

Диссертация Ярещенко Д.И. посвящена важной и актуальной проблематике, связанной с построением моделей и применением алгоритмов управления безынерционными объектами с запаздыванием в условиях неполной информации. Подобные задачи возникают в различных областях промышленности в связи с необходимостью анализировать многомерные объекты, детальное математическое описание которых построить затруднительно. В таких случаях представляется целесообразным применять непараметрические методы идентификации и управления.

В первой главе рассмотрены многомерные безынерционные системы с запаздыванием. Подобные системы характерны для целого ряда научно-технических задач, в том числе, для добывающих или перерабатывающих отраслей промышленности. Особенностью таких систем является то, что исследуемые объекты имеют, по сути, стохастические зависимости выходных переменных от входных. В этом случае модели можно представлять как некоторые аналоги неявных функций; в многомерной системе модель будет задаваться в виде системы нелинейных неявных уравнений. Для решения этой системы предлагается применить алгоритмическую методику, которая позволяет найти прогноз выходных переменных по известным входным. Эта идея и используется диссертантом для решения поставленных в работе задач идентификации.

Вторая глава посвящена алгоритмам идентификации многомерных дискретно-непрерывных процессов в условиях непараметрической неопределенности. Оригинальным научным результатом является разработка и исследование двушагового непараметрического алгоритма идентификации многомерного объекта. На первом этапе алгоритм позволяет найти область, в которой содержатся значения выборки, близко лежащие к точке, для которой находится прогнозное значение; на втором этапе вычисляется само

прогнозное значение. Предложенный алгоритм позволяет, в частности, повысить качество прогноза для многомерной системы, в которой выходные переменные стохастически зависимы.

Третья глава посвящена алгоритмам управления многомерными системами. Предложен и изучен многошаговый алгоритм управления для многомерной системы со стохастическими зависимостями выходных переменных. Показано, что рассматриваемый алгоритм может существенно повысить качество управления в условиях неполной информации.

Актуальность работы подчеркивается решением практической задачи идентификации и управления процессом на нефтеперерабатывающем заводе, которая описывается в четвертой главе диссертации.

2. Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций

В тексте диссертационной работы автор уделил достаточное внимание обзору известных результатов, полученных в данной области – список использованной литературы включает 116 наименований. Научные положения диссертации можно считать в должной степени обоснованными в связи с использованием непараметрических систем, эффективность применения которых подтверждается как модельными примерами, так и реальными задачами, возникающими на промышленных предприятиях и заводах. Представлены результаты многочисленных вычислительных экспериментов, показывающих эффективность предлагаемых алгоритмов идентификации и управления.

По теме диссертационной работы опубликовано 20 печатных работ, в том числе 8 статей в научных изданиях, рекомендуемых ВАК, 2 – в изданиях, индексируемых в международной базе Scopus. Основные результаты исследования обсуждались на различных Всероссийских и Международных конференциях. Можно считать, что научные положения, выводы и рекомендации в диссертации полностью обоснованы.

3. Научная новизна

Автором диссертационной работы получены следующие новые научные результаты:

1) предложена двушаговая алгоритмическая методика идентификации многомерных безынерционных систем с запаздыванием, отличающаяся от

известных непараметрических алгоритмов тем, что учитывает связи между выходными переменными процесса, и работает в условиях непараметрической неопределенности, т.е. в условиях, когда модель процесса отсутствует с точностью до вектора параметров;

2) разработан и исследован непараметрический алгоритм в виде многошаговой цепочки по управлению многомерными дискретно-непрерывными процессами, позволяющий находить управляющие воздействия в условиях недостатка априорной информации;

3) показана эффективность непараметрических алгоритмов для решения задач идентификации и управления многомерными объектами со стохастической зависимостью выходных переменных на основе многовариантных вычислительных исследований;

4) предложено использование непараметрических алгоритмов для решения задач идентификации и управления многомерными технологическими процессами гидроочистки и гидродепарафинизации.

4. Значимость для науки и практики

В диссертации предложены алгоритмы для решения задач идентификации и управления многомерными системами в условиях недостатка априорной информации об управляемом объекте. Использование непараметрического алгоритма, позволяющего находить прогнозные значения выходных переменных по известным входным, обеспечивает более точный прогноз, что подтверждено проведенными вычислительными экспериментами. Применение непараметрического алгоритма управления для многомерной системы с недетерминированными зависимостями выходных переменных позволяет находить наиболее точные управляющие воздействия в условиях непараметрической неопределенности.

Результаты работы опробованы на предприятии АО «Таймырская топливная компания» и используются в институте нефти и газа СФУ. Разработанные алгоритмы идентификации и управления могут найти широкое применение при автоматизации многомерных дискретно-непрерывных процессов в различных отраслях промышленности, в частности, металлургии, нефтепереработке, электроэнергетике и других.

5. Замечания по диссертационной работе

По содержанию диссертационной работы следует сделать несколько замечаний.

- В силу сложности рассматриваемого класса моделей следует детальнее отразить особенности построения обучающей выборки при наличии запаздывания в исследуемых многомерных процессах. Какова структура взаимосвязи входных параметров и выходных переменных в этом случае? Является ли наличие стохастической зависимости выходных переменных обязательным условием, характерным для моделей исследуемого класса?
- Описание системы неявных стохастических уравнений (1.4.1) и (1.4.2) в общем виде не позволят отразить наличие стохастической зависимости компонентов вектора выходов, это отражено только на рисунках и в соответствующих комментариях в тексте работы.
- В главе 1 (п. 1.4) приводятся графики выходных переменных, характерные для лавинообразных процессов. Приходилось ли сталкиваться с подобными эффектами при численном исследовании процесса гидродепарафинизации? Как преодолевались возникающие вычислительные трудности?
- Выводы по первой главе в большей степени отражают актуальность и обоснование необходимости проведенного исследования. Стоило бы обобщить представленные материалы как в последующих главах.
- Размерности исследованных тестовых задач, решенных с целью демонстрации работоспособности предложенных многошаговых алгоритмических цепочек, сравнительно небольшие – 5 входных и 3 выходных переменных; в прикладной задаче – 7 входов и 6 выходов. Возможно ли эффективное применение предложенного подхода в задачах большей размерности?

6. Заключение

Указанные выше замечания не снижают научной и практической значимости диссертационной работы. Диссертация Яреценко Д.И. является завершенным научным исследованием, полностью удовлетворяет всем требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям. Текст диссертации полно отражает результаты проведенных исследований, каждая глава включает выводы. Автореферат верно отражает содержание диссертации. Цель и задачи диссертационной работы соответствуют полученным результатам.

Диссертационная работа «Непараметрические алгоритмы моделирования и управления многомерными безынерционными системами с

запаздыванием» соответствует требованиям ВАК РФ, предъявляемым к кандидатским диссертациям по специальности 05.13.01 – Системный анализ, управление и обработка информации (космические и информационные технологии), а ее автор, Ярещенко Дарья Игоревна, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук.

Официальный оппонент,
доктор технических наук,
главный научный сотрудник
ИДСТУ СО РАН

А.Ю. Горнов

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт динамики систем и теории управления имени В.М. Матросова Сибирского отделения Российской академии наук (ИДСТУ СО РАН)

Адрес места работы:
664033, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 134, а/я 292
Тел. +7(3952)453004
E-mail: gornov@icc.ru



Подпись заверяю
Нач. отдела делопроизводства
и организационного обеспечения
ИДСТУ СО РАН

Г.Б. Кононенко
14.09.2020