

УТВЕРЖДАЮ

Проректор НГТУ по научной работе
д.т.н., профессор



Восстретцов А.Г.

“ 29 ” августа 2014 г.



ОТЗЫВ

ведущей организации – ФГБОУ ВПО «Новосибирский государственный технический университет» на диссертационную работу Корнеевой Анны Анатольевны «Непараметрические модели и алгоритмы управления для многомерных систем с запаздыванием», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.01 – Системный анализ, управление и обработка информации (космические и информационные технологии)

Результаты диссертационной работы Корнеевой Анны Анатольевны были обсуждены ведущими специалистами кафедры программных систем и баз данных и Центра статистических технологий НГТУ. По результатам обсуждения диссертационной работы Корнеевой Анны Анатольевны принято следующее заключение.

1. Актуальность темы исследований

Управление сложными многомерными системами и технологическими процессами в условиях неполной информации представляют собой сложнейшие и актуальные задачи, от решения которых в немалой степени зависит эффективность работы систем и сопровождение процессов. Диссертационная работа посвящена исследованию и разработке моделей и алгоритмов управления для процессов «трубчатого» типа, которые на сегодняшний день являются малоизученными. Многие реальные процессы в различных отраслях промышленности (цветной и черной металлургии, процессов нефтепереработки и др.) укладываются в рамки процессов с «трубчатой» структурой, понятие которых ранее было введено А.В. Медведевым, и которые рассматриваются, в том числе, в данной диссертации. Несомненную важность представляет исследование вопросов управления дискретно-непрерывными безынерционными процессами с «трубчатой» структурой с запаздыванием. А вопросы анализа данных, содержащих пропуски и выбросы, всегда будут актуальны.

2. Научная новизна исследований и полученных результатов

Результаты, полученные в диссертационной работе, являются новыми, опубликованы в 30 работах автора, среди которых 7 статей в журналах из списка, рекомендованного ВАК, остальные работы в трудах международных конференций и сборниках трудов. Получено 3 свидетельства о регистрации программ для ЭВМ.

Диссертация объемом 176 страниц включает введение, 5 глав основного содержания, заключение, список использованных источников из 105 наименований, список публикаций автора по теме диссертации и приложение на 4-х страницах, включающее, в том числе, 2 справки об использовании результатов исследований.

В **первой главе** диссертации (самой большой по объему), посвященной идентификации дискретно-непрерывных объектов в условиях неполной информации, рассматривается постановка задачи идентификации в условиях неполной информации. Рассматриваются параметрические и непараметрические модели безынерционных объектов с запаздыванием. Рассматриваются вопросы анализа данных в задаче идентификации, алгоритмы заполнения матрицы наблюдений с пропусками. Описывается непараметрическая методика восстановления пропусков “входных-выходных” переменных матрицы наблюдения процесса. Рассматривается идентификация безынерционных объектов с запаздыванием по выборкам с выбросами. Приводятся результаты вычислительных экспериментов на модельных задачах с применением методики восстановления пропусков “входных-выходных” переменных матриц наблюдений с использованием непараметрических алгоритмов. Основные результаты связаны с первичным анализом данных, включающим восстановление пропусков “входных-выходных” переменных матрицы наблюдений и выделение выбросов.

Во **второй главе** диссертации рассмотрены асимптотические свойства непараметрических оценок функции регрессии, доказываемая, что непараметрическая оценка функции регрессии является асимптотически несмещенной, и доказываемая сходимость этой оценки в среднеквадратическом. Рассматривается задача восстановления оценки функции регрессии на границах области изменения входных переменных процесса. Аналогичным образом доказываемая асимптотическая несмещенность и сходимость в среднеквадратическом оценки функции регрессии на границе.

В **третьей главе** диссертации исследуются процессы со стохастической зависимостью между компонентами вектора входных переменных (процессы “трубчатого” типа). Поясняется понятие “трубчатого” объекта. Приводятся примеры процессов “трубчатой” структуры, рассматриваются адаптивные модели “трубчатых” процессов. Показываются проблемы при параметрической идентификации “трубчатых” процессов. Предлагается модификация параметрического алгоритма идентификации с использованием индикаторной функции, которая определяет область протекания такого процесса. Предложено два вида индикаторных функций. Проводятся

вычислительные эксперименты с использованием параметрических алгоритмов идентификации и с использованием непараметрических оценок регрессии. Показывается, что модели “трубчатых” процессов позволяют при относительно малом объеме данных давать хорошие прогнозы при большой размерности задачи.

В **четвёртой главе** диссертации рассматриваются непараметрические алгоритмы управления “трубчатыми” процессами, проблема дуального управления многомерными безынерционными процессами в условиях непараметрической неопределенности. Предлагаются непараметрические алгоритмы дуального управления, представляющие собою последовательность покомпонентного вычисления управляющих воздействий при измеряемых неуправляемых входных переменных. Рассматривается случай введения в систему управления внешнего контура, который позволяет улучшить качество управления объектом.

В **пятой главе** диссертации рассматривается адаптивная модель процесса выплавки стали. Кратко описывается технологический процесс. Формулируется задача идентификации для процесса выплавки стали. Осуществляется обработка и анализ данных технологического процесса. Предлагается схема управления процессом кислородно-конвертерной плавки стали, включающая в себя внешний контур управления.

В **заключении** формулируются основные результаты, полученные в работе.

В **приложении** приводится таблица корреляционного анализа по данным процесса выплавки стали и представлены справки о внедрении результатов исследований.

Все основные результаты диссертации опубликованы, апробированы на ряде научных конференций и семинаров, в том числе международных.

Диссертация написана в хорошем математическом стиле, изложение достаточно четкое и грамотное.

Автореферат отражает основное содержание диссертации.

3. Обоснованность и достоверность полученных результатов

Теоретические результаты базируются на применении ряда известных и доказательстве новых теорем. Достоверность полученных соискателем результатов подтверждается строгостью применения математического аппарата при доказательстве утверждений, подтверждением теоретических результатов результатами численного (статистического) моделирования.

Результаты автора не противоречат и согласуются с результатами других исследователей, полученными при моделировании процессов.

4. Научная и практическая ценность основных положений диссертации

Научная и практическая ценность диссертации заключается в следующем:

- предложена методика восстановления пропусков «входных-выходных» переменных матрицы наблюдений и исключения случайных выбросов при измерении переменных, позволяющая повысить точность решения задачи идентификации дискретно-непрерывных безынерционных процессов с запаздыванием;
- предложена модель, опирающаяся на модификацию параметрического алгоритма идентификации процессов, имеющих «трубчатую» структуру в пространстве «входных-выходных» переменных, использующая индикаторные функции, что позволяет получать более точные модели дискретно-непрерывных безынерционных процессов с запаздыванием;
- предложена модификация непараметрического алгоритма дуального управления дискретно-непрерывными процессами «трубчатого» типа, в которой при управлении многомерным объектом каждая компонента вектора управляющего воздействия формируется с учетом значений предыдущих компонент, что повышает точность управления.

Практическая ценность результатов диссертационной работы заключается:

- в создании системы управления с внешним контуром, который является надстройкой по отношению к действующей системе «объект-регулятор», обеспечивающей более качественное ведение технологического процесса, при которой ранее действующая система управления остается неизменной;
- в разработанных моделях и алгоритмах управления, которые могут найти широкое применение при автоматизации процессов дискретно-непрерывного типа, доминирующих в черной и цветной металлургии, нефтепереработке, стройиндустрии и др.;
- в результатах исследования процесса кислородно-конвертерной плавки, которые показали, что управление процессом ведётся не достаточно качественно и что качество управления можно повысить.

5. Рекомендации по возможности использования результатов и выводов диссертации

Результаты диссертационной работы Корнеевой А.А. могут быть использованы в системах технической диагностики, идентификации и моделирования, в которых целесообразно использовать предложенную методику заполнения матрицы наблюдений с пропусками и выбросами. В таких системах могут найти применение предлагаемые алгоритмы управления безынерционными дискретно-непрерывными процессами, в том числе и “трубчатыми” процессами (Н-процессами).

Интересной для промышленного использования является идея системы управления с внешним контуром, при котором ранее действующая система «объект-регулятор» остается неизменной. Подобная схема должна обеспечить более качественное управление технологическим процессом за счет учета при управлении важнейших выходных переменных.

6. Замечания по диссертационной работе

По представленной диссертации Корнеевой А.А. могут быть сделаны следующие замечания:

1. К сожалению, в тексте диссертации встречаются опечатки, чаще всего связанные с пропуском букв или с несогласованностью окончаний.
2. На стр. 12. не поясняется встречающийся термин “постоянная времени объекта θ ”.
3. На стр. 43-44 по поводу применения критерия Граббса с приведенной статистикой говорится “... Если оно признается выбросом, то его удаляют из выборки, и критерий, применяется к следующему по величине и т.д. до тех пор, пока не будет признано, что выбросов больше нет”. Это не совсем так. При повторном применении критерия распределение статистики будет другое. В таких ситуациях может использоваться критерий с другого вида статистикой, распределения которой зависят от комбинаций анализируемых экстремальных значений.
4. На стр. 146 в приводимых соотношениях (5.3.1) – (5.3.3) в обозначениях следовало учесть, что находятся оценки всех коэффициентов парной корреляции между выходными переменными $x_1, x_2, \dots, x_{35}$, введением необходимых двойных индексов в оценках коэффициентов корреляции.
5. На стр. 49 рассматривается вычислительный эксперимент с помехой, распределенной по равномерному закону. Вызывает интерес, а что будет, если помеха принадлежит нормальному закону? Или закону с “тяжёлыми хвостами”? Не отразится ли это как-то на результатах?
6. В главе 2 доказаны теоремы об асимптотических свойствах непараметрических оценок функции регрессии. Очень желательна серия экспериментов, показывающая, при каких объемах выборок (в зависимости от размерности задачи) можно пренебречь отличием действительных свойств непараметрических оценок от асимптотических.

Сделанные замечания не снижают научной и практической ценности диссертации, носят в основном характер пожеланий и не влияют на общую положительную оценку результатов исследований.

7. Заключение о работе

Представленная диссертация является завершенной научно-квалификационной работой, содержит подходы к решению важной научной задачи, имеющей большую практическую значимость, и выполнена на высоком научном уровне. Представленные в работе исследования обладают научной новизной и достоверностью, все полученные выводы научно обоснованы. Основные положения диссертационной работы достаточно полно освещены в научных публикациях автора. Автореферат соответствует содержанию диссертации.

Вышесказанное позволяет утверждать, что диссертационная работа Корнеевой Анны Анатольевны соответствует требованиям п.9 «Положения о порядке присуждения ученых степеней» ВАК, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.01 – Системный анализ, управление и обработка информации (космические и информационные технологии).

Отзыв заслушан, обсужден и одобрен на заседании кафедры программных систем и баз данных НГТУ (протокол № 5 от 29 августа 2014 г.)

Г.н.с., профессор кафедры программных систем и баз данных, научный руководитель Центра статистических технологий,
д.т.н., профессор

Stellen-

Б.Ю. Лемешко

Подпись профессора Б.Ю. Лемешко заверяю.

Начальник ОК НГТУ



О.К. Пустовалова

Лемешко Борис Юрьевич

lemeshko@ami.nstu.ru

8 (383) 346-37-54

630073, г. Новосибирск, пр. К. Маркса, 20

Федеральное государственное бюджетное общеобразовательное учреждение
высшего профессионального образования «Новосибирский государственный
технический университет»