

## ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертацию

Макарова Георгия Валентиновича

на тему «Развитие методов и алгоритмов теории подобия для систем управления» по специальности 2.3.3 «Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами (промышленность)»  
на соискание ученой степени кандидата технических наук

Создание современных систем управления сталкивается с рядом проблем, связанных с задачами идентификации, анализа и синтеза объектов управления в замкнутом контуре в условиях неопределенности и ограниченного времени. Хорошо проработанные вопросы исследования объектов вне замкнутого контура сталкиваются с принципиально неразрешимыми проблемами в системах регулирования. Особенно остро стоит вопрос настройки систем управления промышленными объектами при выводе их на проектные показатели. Эффективным решением этих проблем в условиях ограниченного времени являются инструменты теории подобия систем управления – использование процедур моделирования систем управления на этапах проектирования и разработки с последующим переносом полученных результатов на реальные (натурные) объекты на этапах пусконаладки и ввода в эксплуатацию.

С этой точки зрения диссертация Макарова Г.В., направленная на развитие методов и алгоритмов теории подобия для систем управления, несомненно *актуальна*.

В диссертации охвачен широкий круг проблем, которые всегда возникают при создании систем управления различными объектами. Положительной чертой исследования является то, что при постановке и решении задач четко прослеживается научный стержень: теория подобия систем управления, объединяющая математические модели традиционной теории подобия и натурно-модельный подход теории управления.

*В первой главе* диссертационной работы представлен анализ известных теоретических разработок и практических методов подобия, опирающихся на математические модели фундаментальных дисциплин.

Весьма убедительно показано, что возможности применения существующих методов подобия, опирающихся на математические модели фундаментальных дисциплин, существенно ограничены при создании

современных систем управления различными объектами по следующим основным причинам:

1) существующие математические модели фундаментальных дисциплин (химия, электротехника, физика и т.п.) эффективны лишь в ограниченной области и применимы только к неуправляемым объектам;

2) математические модели традиционной теории подобия не включают в себя управляющие элементы;

3) не учитывается динамика каналов преобразования внешних воздействий объекта и свойства этих воздействий.

Что касается управления подобием систем управления, как важнейшего фактора сокращения сроков создания систем управления промышленными объектами, вполне резонно отмечено, что существующие методические разработки в этой области оперируют упрощенными представлениями и моделями и не могут дать приемлемых результатов.

В результате анализа делается вывод о необходимости развития существующих методов управления подобием применительно к системам управления различными объектами с учетом управляющих элементов, свойств внешних воздействий объекта и каналов их преобразования.

Определено основное направление развития методов решения перечисленных задач – расширение возможностей по извлечению и переносу информации из модельных систем управления на натурные системы управления различными объектами с использованием комбинированных методов, в частности, натурно-модельного подхода. Представленные постулаты (утверждения) подобия и обобщенная структура системы управления подобием систем управления определяют основные цели и задачи разработки и исследования комплекса методов и алгоритмов теории подобия для систем управления, рассматриваемые во второй и третьей главах, как средства ускорения и повышения точности настройки систем управления промышленными объектами при выводе их на проектные показатели.

Представленные *во второй главе* методы и алгоритмы управления подобием систем управления на основе полупромышленных физических моделей позволяют эффективно решать задачу сокращения сроков и повышения точности настройки систем управления промышленными объектами за счет сокращения времени выполнения настройки алгоритмов управления систем автоматизации и опережающего ввода их в действие.

Одно из направлений решения этой задачи – инструментальное обеспечение, позволяющее выполнить значительную часть настройки на имитационном моделирующем комплексе (ИМК) на ранних стадиях создания автоматизированных промышленных комплексов и существенно сократить сроки настройки алгоритмов управления системы автоматизации на натурном объекте на промплощадке.

Автор не ограничился проведением исследований только на математических моделях объектов управления и элементов управляющих систем. Развивая основные положения натурно-модельного подхода в части комбинированного имитационного моделирования им разработана многовариантная физико-математическая модель системы управления (МвМСУ), позволяющая реализовать многие практически важные структуры промышленных объектов управления.

Научная новизна разработанных методов и алгоритмов, на наш взгляд, заключается в механизме интеграции традиционных методов подобия с методами имитационного полунатурного моделирования, позволившем получить качественно новые результаты в виде методов и алгоритмов подобия для систем управления.

Полнота описания и простота изложения материалов настоящей главы позволяет рассматривать их как основу методики планирования, которая после незначительных доработок может быть рекомендована для практического применения.

*Третья глава* диссертационной работы посвящена апробации разработанных методов и алгоритмов подобия систем управления в задачах проектирования и настройки систем автоматизации управления промышленными объектами.

Работоспособность разработанных методов и алгоритмов подобия продемонстрирована на модельных примерах и на натурно-модельных данных технологических агрегатов комплексов углеобогажительных фабрик.

Достаточно подробно дано в главе и описание алгоритмов управления, испытания и наладку которых осуществлял автор. Не вызывают сомнения и полученные результаты настройки систем автоматического регулирования. Диссертант убедительно показал, что испытания и наладка систем управления промышленными объектами на специальном ИМК с использованием МвМСУ существенно облегчает выполнение настроечных и пусконаладочных работ непосредственно на промплощадке и ощутимо сокращает сроки их проведения.

*Достоверность* полученных в диссертации результатов подтверждена большим количеством практических данных и внедрением при создании углеобогачительных фабрик.

Диссертация имеет *практическое значение*, так как методы и алгоритмы подобия систем управления могут применяться и применяются при создании промышленных систем автоматизации управления.

*Научная новизна* отвечает современным требованиям. Особенно следует выделить: во-первых, методы, алгоритмы и общие структуры системы оценивания и управления подобием систем; во-вторых, многовариантную физико-математическую модельную систему управления, позволяющую одновременно моделировать конечное множество систем управления.

*Замечания по диссертационной работе.* 1. Основной недостаток работы связан с широким охватом большого количества материалов. Это повлекло за собой достаточно краткое изложение некоторых вопросов, в частности, приведены только результаты настройки систем автоматического регулирования технологических агрегатов углеобогачительных фабрик без детального освещения процедуры настройки. Поэтому для изучения материала требуется обращение к публикациям автора, что, конечно, вызывает определенные неудобства. 2. Автор использует термины, введенные им в тексте работы, без их внесения в специально выделенный раздел. Например, «многовариантная физико-математическая модель системы управления (МвМСУ)» (стр. 8), «имитационный моделирующий комплекс (ИМК)» (стр. 77), «система управления физической моделью (СУФМ)» (с. 96), «многовариантная система управления физической моделью (МвСУФМ)» (с. 97). Следовало бы дать расшифровки этих терминов в разделе «Основные понятия, сокращения и обозначения».


Структура и оформление диссертации и автореферата соответствуют требованиям ГОСТ Р 7.0.11-2011. Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Диссертация и автореферат диссертации. Структура и правила оформления. М.: Стандартинформ. - 2012.

Диссертационная работа *соответствует паспорту специальности 2.3.3* – «Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами (промышленность)» по пунктам 3, 5, 11, 13, 15, 18.

Оценивая диссертационную работу Макарова Георгия Валентиновича в целом, отметим, что она *соответствует* специальности 2.3.3, в полной мере отвечает современным требованиям по актуальности проблемы, новизне,

практической значимости, личному вкладу, апробации и отражению результатов в публикациях. Автореферат *достоверно отражает* содержание диссертации. Автор диссертации Макаров Георгий Валентинович *заслуживает* присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.3.3 «Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами (промышленность)».

Официальный оппонент –  
кандидат технических наук, доцент,  
доцент кафедры компьютерных систем в управлении и проектировании  
Томского государственного университета систем управления и  
радиоэлектроники, г. Томск

 А.В. Майстренко

10.01.2022 г.

Почтовый адрес:  
634050, РФ, Томская обл., г. Томск, пр. Ленина, 40  
Телефон: +7-952-885-3760  
E-mail: maestro67@mail.ru

Подпись А.В. Майстренко удостоверяю

Подпись

**УДОСТОВЕРЯЮ**

Ученый секретарь

Е.В. Прокопчук

