

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертацию Макарова Георгия Валентиновича на тему «Развитие методов и алгоритмов теории подобия для систем управления», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.3.3 – Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами

Актуальность темы исследования

Разработка и широкое внедрение автоматизированных систем управления в промышленности вызывает необходимость совершенствования известных и развитие новых методов и средств создания таких систем, отвечающих современным требованиям по эффективности и срокам разработки. Одним из путей совершенствования методов может служить обоснованный перенос наиболее эффективных решений с одних, уже реализованных, комплексов на вновь создаваемые. Для этого необходимо обеспечение подобия таких комплексов. К настоящему времени методы подобия для систем управления не рассматривались. Поэтому разработка условий, методов и алгоритмов подобия для систем управления является актуальной задачей.

Научная новизна полученных результатов

В диссертационной работе получены следующие новые научные результаты:

– утверждения подобия систем управления и их классификация, формирующие основу для оценивания и управления подобием систем управления;

– методы и общие структуры систем оценивания и управления подобием потенциально подобных систем с введением функций формирования целенаправленных воздействий на изменения динамических свойств внешних воздействий, каналов их преобразования в объекте управления, структуры и настроечных коэффициентов алгоритмов управления потенциально подобных систем;

– соотношения подобия для типовых систем автоматического регулирования в виде равенств и неравенств характеристик внешних воздействий, параметров объектов регулирования, позволяющих осуществлять пересчет настроечных коэффициентов алгоритмов регулирования для обеспечения подобия систем;

– многовариантная физико-математическая модельная система управления, состоящая из физической модели объекта и конечного числа контуров управления, в которых объектом является информационное отображение физической модели в комбинации с математическими моделями пересчета разницы управляющих воздействий разных алгоритмов управления и вариантов сгенерированных внешних воздействий, что позволяет одновременно моделировать конечное множество систем управления;

– методика настройки конечного множества систем управления на основе физико-математической модели, позволяющая для промышленных систем существенно уменьшить время их разработки и испытания и повысить точность настройки систем.

Обоснованность и достоверность научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации

В диссертации рассматривается весь комплекс вопросов, соответствующих научному исследованию. Из анализа предшествующих работ логично следует вывод о необходимости введения понятия подобия систем управления и формулируются оригинальные утверждения об оценивании и управлению этим подобием.

В последующем проводятся обоснования высказанных положений, в частности, аналитическое и имитационное моделирование, конкретизация выдвинутых положений и их практическая реализация при проектировании, испытаниях и пуско-наладке реальных систем автоматизации технологических объектов углеобогатительных фабрик.

Обоснованность и достоверность полученных в диссертационной работе научных результатов, выводов и рекомендаций подтверждена корректным использованием применяемого математического аппарата теории систем автоматического управления, подтверждается соответствием модельных и натурно-модельных испытаний, и главное, эффективностью применения при

решении задач проектирования, пуско-наладки и совершенствования в начальный период эксплуатации промышленных систем автоматизации управления. Утверждения о подобии систем управления, алгоритмы оценивания и управления подобием выдвинуты впервые и всесторонне обоснованы.

Основные научные результаты опубликованы в 42-х рецензируемых научно-технических изданиях, в том числе 5 в изданиях рекомендованных ВАК, 7 – в изданиях, индексируемых в международных цитатно-аналитических базах Scopus и Web of Science. В совместных публикациях соискателем указаны все соавторы работы, доклады автора на 14-ти конференциях различного уровня подтверждают личный вклад соискателя.

Полученные на всех этапах выполнения диссертации результаты, публикации автора, положительные оценки на конференциях и выставках различного уровня подтверждают обоснованность выдвинутых научных положений, выводов и рекомендаций.

Теоретическая и практическая значимость полученных автором результатов

Сформулированные утверждения подобия систем управления дают основания для создания методов и алгоритмов оценивания и управления подобием для широкого класса объектов. Методы и общие структуры систем оценивания и управления подобием с введением целенаправленных воздействий на динамические свойства и внешние воздействия объектов расширяют возможности достижения подобия систем управления. Конкретизированные соотношения подобия для типовых систем управления дают инструментарий для настройки коэффициентов алгоритмов управления.

Предложенные решения рекомендуется применять на этапе предпроектных исследований, при проектировании, реализации, эксплуатации и развитии систем управления, что дает сокращение времени разработки и внедрения систем до 50 % и увеличение точности настройки до 35 % по сравнению с традиционными подходами и методами.

Оценка содержания диссертации и её оформления

Диссертация состоит из введения, трех глав, заключения, библиографического списка, приложения и содержит 135 страниц основного текста, в том числе 34 рисунков и таблиц.

В первой главе диссертации «Развитие теории подобия для систем управления» дается детальный анализ основных положений теории подобия и критериев подобия для различных природных явлений. Делается вывод о необходимости развития теории подобия применительно к системам управления, внешних и внутренних воздействий, а также управляющих подсистем. Одним из основных предлагаемых положений является постулирование подобия как управляемого процесса. То есть фактически в обобщённые системы управления вводится еще один тип воздействий, а за показатель(критерий) подобия предложено брать эффективность функционирования систем управления. Для решения задач управления подобием сделана классификация систем управления по степени их подобия, предложены методы оценивания подобия с использованием аналитических зависимостей, либо с полученными для конкретного класса систем соотношений подобия.

С привлечением положений теории управления сделана постановка задачи синтеза системы управления подобием, предложена структура такой системы с активным воздействием в основном на модельную (физическую или математическую) часть системы.

Вторая глава «Модельные и натурно-модельные исследования подобных систем управления» выводятся соотношения подобия для систем управления с типовыми законами регулирования и приведенными случайными возмущениями с различным интервалом спада корреляционной функции. Особенно полезными разработками этой главы следует считать результаты по соотношению подобия для типовых САР (табл. 1), а также отмеченные особенности и конкретные примеры влияния управляющих воздействий на свойства объектов управления. Для численных исследований разработан и реализован имитационный моделирующий комплекс, полезный как для исследований, так и обучения методам анализа и синтеза систем управления.

В третьей главе диссертации «Применение методов подобия в задачах проектирования и настройки систем автоматизации» представленные результаты применения полученных решений при проектировании, испытании и настройки систем автоматизации управления, внедрения полученных решений на углеобогачительных предприятиях.

Автореферат соответствует основному содержанию диссертации. Диссертация и автореферат соответствуют требованиям ГОСТ Р 7.011 – 2011 Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. «Диссертация и автореферат диссертации. Структура и правила оформления.»

Диссертационная работа соответствует паспорту научной специальности 05.13.06 – Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами (промышленность):

– п. 3 – методология, научные основы и формализованные методы построения автоматизированных систем управления технологическими процессами (АСУТП) и производствами (АСУП), а также технической подготовкой производства (АСТПП) и т.д.;

– п. 5 – теоретические основы, средства и методы промышленной технологии создания АСУТП, АСУП, АСТПП и др.;

– п. 11 – методы планирования и оптимизации отладки, сопровождения, модификации и эксплуатации задач функциональных и обеспечивающих подсистем АСУТП, АСУП, АСТПП и др., включающие задачи управления качеством, финансами и персоналом;

– п. 13 – теоретические основы и прикладные методы анализа и повышения эффективности, надежности и живучести АСУ на этапах их разработки, внедрения и эксплуатации;

– п. 15 – теоретические основы, методы и алгоритмы интеллектуализации решения прикладных задач при построении АСУ широкого назначения (АСУТП, АСУП, АСТПП и др.);

– п. 18 – средства и методы проектирования технического, математического, лингвистического и других видов обеспечения АСУ.

Диссертация обладает внутренним единством, содержит новые научные результаты и положения, результаты диссертации использованы при

проектировании, реализации и внедрении систем автоматизации на промышленных предприятиях.

Исследовательская работа изложена грамотным научно-техническим языком, в полной мере отвечает требованиям по актуальности, научной новизне, практической значимости, личному вкладу автора, отражению результатов в публикациях.

Замечания и вопросы по диссертации

1. Во введенных критериях подобия учитываются только показатели эффективности систем управления и не учитываются, например, показатели программно-технических средств.

2. Не приведены в работе временные и материальные затраты на создание и применение имитационного моделирующего комплекса в сопоставлении с затратами на создание самих систем автоматизации управления.

3. Общие схемы и методы настройки систем управления сложны для практического использования в проектных и образовательных учреждениях.

4. На с. 12 отмечено, что «Регулирование – частный случай управления, цель которого заключается в поддержании на заданном уровне одной или нескольких регулируемых величин.». Но, как известно, регулятор осуществляет также изменение по заданному закону отдельных регулируемых параметров (температура, давление, расход и т.д.) в объекте управления. На наш взгляд, лучше было бы построить фразу следующим образом: «Регулирование – частный случай управления, цель которого заключается в поддержании на заданном уровне *или изменении по заданному закону* одной или нескольких регулируемых величин».

5. Замечания по оформлению диссертации:

– имеются грамматические погрешности при оформлении упорядоченных маркированных списков (с. 15, 16);

– на с. 116, рис. 3.10 не расшифровано сокращение «ф-та».

Высказанные замечания имеют дискуссионный характер, не влияют на основные теоретические и практические результаты диссертации и могут служить как рекомендации к дальнейшему исследованию.

Заключение по работе

Диссертация является научно-квалификационной работой, выполненной на высоком научном уровне, в которой изложены новые научно обоснованные технические решения и разработки в области автоматизации и управления технологическими процессами и производствами, имеющие существенное значение для развития страны. Работа полностью соответствует паспорту специальности и требованиям п.9 «Положения о присуждения ученых степеней ВАК РФ», предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор, Макаров Георгий Валентинович, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.3.3 – Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами.

Официальный оппонент:

доктор технических наук, доцент,
профессор кафедры теплофизики и информатики в металлургии
института новых материалов и технологий
ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет
имени первого Президента России Б.Н. Ельцина»



Лавров Владислав Васильевич

Адрес: 620002, Россия, г. Екатеринбург, ул. Мира, 28.

Телефон: +7 (343) 375-44-51; e-mail: v.v.lavrov@urfu.ru.

17 января 2022 года

ПОДПИСЬ
ЗАВЕРЯЮ.

УЧЕНЫЙ СЕКРЕТАРЬ У.
МОРОЗОВА

