

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА 24.2.415.02,
СОЗДАННОГО НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
БЮДЖЕТНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО
ОБРАЗОВАНИЯ «ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ» (ТУСУР)
МИНИСТЕРСТВА НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ
ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ
КАНДИДАТА НАУК**

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от 24 марта 2022 г. № 2

О присуждении Макарову Георгию Валентиновичу, гражданину Российской Федерации, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Развитие методов и алгоритмов теории подобия для систем управления» по специальности 2.3.3 – «Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами (промышленность)» принята к защите 18 ноября 2021 г. (протокол № 8) диссертационным советом 24.2.415.02, созданным на базе ТУСУРа (634050, г. Томск, пр. Ленина, 40; приказ № 561/нк от 03.06.2021 г.). Дата защиты перенесена на 24.03.2022 в соответствии с протоколом № 1 от 4.02.2022 заседания диссертационного совета 24.2.415.02.

Соискатель Макаров Георгий Валентинович 16.05.1989 года рождения, в 2011 г. окончил Сибирский государственный индустриальный университет, г. Новокузнецк (СибГИУ). В 2014 г. соискатель окончил аспирантуру СибГИУ, работает старшим преподавателем кафедры менеджмента качества и инноваций СибГИУ.

Диссертация выполнена на кафедре автоматизации и информационных систем СибГИУ. **Научный руководитель – Мышляев Леонид Павлович**, д.т.н., проф., директор ООО «Научно-исследовательский центр систем управления» (ООО «НИЦ СУ»), г. Новокузнецк.

Официальные оппоненты: Лавров Владислав Васильевич, д.т.н., доц., профессор кафедры «Теплофизика и информатика в металлургии» Уральского федерального университета имени первого Президента России Б.Н. Ельцина, г. Екатеринбург; **Майстренко Андрей Васильевич**, к.т.н., доц., доцент кафедры компью-

терных систем в управлении и проектировании ТУСУРа.

Ведущая организация – Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева», г. Кемерово, в своем положительном отзыве, подписанном д.т.н. проф. Федосенковым Б. А., профессором кафедры информационных и автоматизированных производственных систем и к.т.н. доц. Чичериным И.В., зав. кафедрой информационных и автоматизированных производственных систем, утвержденном и.о. ректора, к.т.н. Костиковым К.С., указала, что диссертация Макарова Г.В. является завершенной научно-квалификационной работой, в которой на основании проведенных автором исследований представлен актуальный новый подход к созданию и исследованию систем автоматизации управления, основанный на применении разработанных им методов и алгоритмов теории подобия.

Соискатель имеет 96 опубликованных работ, в том числе 46 по теме диссертации, из них в рецензируемых научных изданиях из списка ВАК опубликовано 5 работ, 7 статей в базе данных Scopus, 32 статьи в научно-технических сборниках. Получено 2 свидетельства о государственной регистрации программы для ЭВМ. Наиболее значимые работы по теме диссертации:

1. Мышляев, Л.П. Понятия и условия подобия систем управления [Текст] / Л. П. Мышляев, В.Ф. Евтушенко, Д.Г. Березин, Г.В. Макаров, К.А. Ивушкин // Известия высших учебных заведений. Черная металлургия. Журнал. №12 за 2012 г. с. 56-58.

2. Евтушенко, В.Ф. О подобии натурной и модельной систем при управлении с физической прогнозирующей моделью [Текст] / В.Ф. Евтушенко, Л.П. Мышляев, Г.В. Макаров // Известия высших учебных заведений. Черная металлургия. Журнал. №12 за 2013 г. с. 64-66

3. Myshlyayev, L.P. Similarity of control systems / Myshlyayev L.P., Evtushenko V.F., Berezin D.G., Makarov G.V., Ivushkin K.A. // Steel in Translation. 2012. T. 42. № 12. С. 823-824.

4. Evtushenko V.F. Adjustment of automatic control systems of production facilities at coal processing plants using multivariate physico-mathematical models / V.F. Evtushenko, L.P. Myshlyaev, G.V. Makarov, K.A. Ivushkin and E.V. Burkova // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 2016, vol. 45, conference 1, 012010. <http://iopscience.iop.org>

5. Myshlyaev, L.P. Development of similarity theory for control systems / Myshlyaev L.P., Evtushenko V.F., Makarov G.V., Ivushkin K.A. // В сборнике: IOP Conference Series: Materials Science and Engineering 11, Automation Systems in Education, Science and Production. Сер. "XI All-Russian Scientific and Practical Conference "Automation Systems in Education, Science and Production, 2017"" 2018. С. 012005.

На диссертацию и автореферат поступило 8 положительных отзывов. Отзывы предоставили: **Горюнов А.Г.**, д.т.н, руководитель отделения ядерно-топливного цикла Инженерной школы ядерных технологий Национального исследовательского Томского политехнического университета; **Ахтулов А.Л.**, д.т.н, проф., профессор кафедры двигателей Омского автобронетанкового инженерного института; **Мочалов С.П.**, д.т.н., проф., директор по науке и инновациям АО «ЭНЕРГИЯ ХОЛДИНГ», г. Новокузнецк; **Верёвкин В.И.**, д.т.н., проф., профессор кафедры «Инженерная механика и технология материалов» Калининградского государственного технического университета; **Шаврин В.А.**, к.т.н, доц., доцент кафедры общей и экспериментальной физики Кемеровского государственного университета; **Купчик М.Б.**, к.т.н., доц., директор представительства Международной компании «Делипери Ворлд Лимитед» (ОАЭ), г. Москва; **Пестунов А.И.**, к.т.н., доц., зав. кафедрой информационных технологий Новосибирского государственного университета экономики и управления «НИНХ»; **Сазыкин Г.П.**, к.т.н., доц., директор по обогащению углей ООО «Горный институт по проектированию угольных предприятий», г. Новосибирск.

В отзывах на диссертацию и автореферат указаны следующие основные замечания: не указан и не обоснован объем эмпирических данных, используемый для апробации предлагаемых методов и алгоритмов управления подобием на натуральных системах автоматизации управления технологическими процесса-

ми и производствами углеперерабатывающих предприятий; из автореферата не понятно, каким образом определено значение 0,05 в соотношении приближенного равенства целевых критериев эффективности подобных систем автоматического регулирования (стр. 12, формула 15); не даны рекомендации, в каких случаях следует применять метод оценивания подобия по показателям эффективности, а в каких по соотношениям; в чем преимущество предлагаемых методов от традиционных методов расчета параметров законов регулирования на основе математических моделей; каким образом на стр. 21 автореферата осуществлена оценка эффективности применения предлагаемых новых методов и алгоритмов; недостаточно внимания уделено патентованию полученных решений и, как следствие, отсутствие патентов на изобретения и полезные модели; не ясно, проводились ли исследования для других известных структур систем управления – например, для систем регулирования по возмущениям, или систем регулирования для объектов с большим запаздыванием; не представлено описание технических средств и программного обеспечения разработанного имитационного моделирующего комплекса; недостаточно описана схема цепей и аппаратов главного корпуса углеобогадательной фабрики, что не дает полного представления об относительном количестве автоматизированных объектов; пересчетные зависимости переноса модельных и натурно-модельных решений даны только для типовых законов регулирования; для более сложных ситуаций, в том числе и в целом для производственных участков, представлены только общие схемы получения такого рода зависимостей; неточности в названиях рисунков 1, 3, 4, 5, 6 автореферата.

Выбор официальных оппонентов обосновывается тем, что д.т.н. доц. Лавров В.В. является признанным специалистом в области автоматизации технологических процессов, применения современных информационно-моделирующих систем для управления металлургическими процессами, а также их идентификации и моделирования; к.т.н. доц. Майстренко А.В. является специалистом в области автоматизации технологических процессов, а также синтеза и исследования методов автоматического регулирования процессов. У оппонентов имеются публикации, близкие

по тематике с тематикой диссертации.

Выбор Кузбасского государственного технического университета имени Т.Ф. Горбачева в качестве ведущей организации обоснован тем, что в нем имеются квалифицированные специалисты в области автоматизации управления и моделирования технологических процессов, а также в области технологии и агрегатов углеобогащения. Высокий квалификационный уровень сотрудников университета подтверждается научными публикациями в отечественных и зарубежных изданиях.

Официальные оппоненты и сотрудники ведущей организации имеют достаточный объем публикаций по тематике диссертации в ведущих изданиях и способны аргументированно оценить и обосновать научную и практическую значимость диссертационной работы.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

– **представлены** развитие и применение методов и алгоритмов теории подобия для систем управления при проектировании и настройке систем автоматизации;

– **сформулированы** утверждения подобия систем управления и их классификация, составляющие основу для оценивания и управления подобием систем управления;

– **предложены** методы и общие структуры системы оценивания и управления подобием потенциально подобных систем;

– **разработаны** соотношения подобия для систем автоматического регулирования в виде равенств и неравенств характеристик внешних воздействий, параметров объектов регулирования, позволяющих осуществлять пересчет настроечных коэффициентов регуляторов на основе подобия систем;

– **разработана** многовариантная физико-математическая модельная система управления и методика настройки конечного множества систем управления на её основе, позволяющая для промышленных систем уменьшить время их разработки и испытания на 40-50% и повысить точность настройки систем на 15-35%.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

– **результативно использован** аппарат натурно-модельного подхода, численного моделирования и аналитических исследований для формирования основ теории подобия систем управления, на базе которых были разработаны методы и алгоритмы проектирования и настройки промышленных систем.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что предложенные в диссертационной работе методы и алгоритмы теории подобия систем управления были положены в основу многовариантной физико-математической модельной системы управления и методики настройки конечного множества систем управления, которые были использованы при выполнении научно-исследовательских, опытно-конструкторских и пусконаладочных работ в ООО «Научно-исследовательский центр систем управления» и ООО ОК «Сибшахтострой» для пяти объектов углеобогатительной промышленности. Представленные на Международной выставке-ярмарке «Уголь и Майнинг 2016» результаты работы были удостоены Гран-При и Золотой медали.

Результаты диссертационного исследования используются в СибГИУ в виде разделов учебного материала для дисциплин «Управление в технических системах», «Автоматизация технологических процессов и производств» и «Микроконтроллеры» по направлениям подготовки 05.13.04 «Автоматизация технологических процессов и производств» и 27.03.02 «Управление качеством», профиль «Управление производственными системами».

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

– теоретические разработки основываются на трудах, посвященных вопросам подобия В.А. Веникова и М.В. Кирпичева, а также аналитических исследованиях систем автоматического регулирования, изложенных в работах В.Я. Ротача и В.Н. Пугачева;

– результаты математического и натурно-математического моделирования на основе предложенных методов и алгоритмов совпадают с результатами натуральных экспериментов;

– результативность использования новых научных основ подтверждается результатами проектирования, внедрения и многолетней эксплуатации созданных промышленных систем автоматизации управления и полупромышленных моделей.

Личный вклад соискателя состоит в выполнении теоретических изысканий, моделировании, разработке алгоритмов и программного обеспечения. Постановка цели и задач исследования осуществлялась автором лично под руководством научного руководителя Мышляева Л.П. Проектирование и внедрение систем автоматизации управления, а также проведение экспериментов осуществлялось автором как лично, так и в качестве руководителя коллектива разработчиков. Личный вклад соискателя состоит в разработке алгоритмического и программного обеспечения, осуществлении расчётов и применении их внедренных системах.

В ходе защиты диссертации были высказаны следующие критические замечания:

1. Не доказано, что аппарат структурных преобразований классической ТАУ не позволяет привести системы к подобию.

2. Эффективность рассмотренных систем регулирования сравнивалась только с системами, настроенными по методу профессора Ротача.

3. В теории подобия как раз говорится, сколько критериев подобия должно быть и зависит это только от количества параметров задачи, есть специальные теоремы.

4. Есть определенные замечания, связанные с выбором используемых параметров – АКФ, ВКФ и так далее, чтобы подобрать потенциально подобные системы.

5. В работе недостаточно использованы знания из области классической теории подобия. Запись условий в виде неравенств с допустимыми пределами не совсем корректна, лучше заменить на равенства.

Соискатель Макаров Г.В. ответил на задаваемые ему в ходе заседания вопросы и привел собственную аргументацию.

1. Математический аппарат классической ТАУ подходит для исследований на математических моделях, но его недостаточно для выполнения переноса результатов на натурные системы.

2. Сравнивалась эффективность систем, разработанных и настроенных различными способами без применения предлагаемых методов, результаты сравнения с ними отражены в справках об эффективности внедрении. В работе для конкретики приведены примеры только с настройками по Ротачу.

3. В классической теории подобия критерии учитывают физические и геометрические особенности. В теории подобия систем управления используются критерии их эффективности.

4. С замечаниями 4 и 5 согласился.

На заседании 24 марта 2022 г. диссертационный совет принял решение: за решение научно-технической задачи развития методов и алгоритмов теории подобия для систем управления, имеющей значение в области автоматизации и управления технологическими процессами и производствами, присудить Макарову Георгию Валентиновичу ученую степень кандидата технических наук по специальности 2.3.3 – «Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами (промышленность)».

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 15 человек, из них 7 докторов наук по специальности рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 21 человека, входящего в состав совета, проголосовали: за – 15, против – 0, недействительных бюллетеней – 0.

Председатель
диссертационного совета



Ученый секретарь
диссертационного совета

 Шурыгин Юрий Алексеевич

 Зайченко Татьяна Николаевна

25 марта 2022 г.