

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 212.268.03,
СОЗДАННОГО НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
БЮДЖЕТНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО
ОБРАЗОВАНИЯ «ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ» (ТУСУР)
МИНИСТЕРСТВА НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ
КАНДИДАТА НАУК**

аттестационное дело N _____
решение диссертационного совета от 02.12.2021 г. N 15

О присуждении Цавнину Алексею Владимировичу, гражданину РФ, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Синтез робастных регуляторов для систем с интервально-определенными параметрами, гарантирующих нулевое значение перерегулирования» по специальности 05.13.05 – Элементы и устройства вычислительной техники и систем управления принята к защите 01.10.2021 г. (протокол N 8) диссертационным советом Д 212.268.03, созданным на базе ТУСУРа (634050, г. Томск, пр. Ленина 40; приказ № 105/нк от 11.04.2012 г.).

Соискатель Цавнин Алексей Владимирович, 12 октября 1993 года рождения, в 2017 г. закончил Национальный исследовательский Томский политехнический университет (НИ ТПУ). С 2017 по 2020 год обучался в очной аспирантуре НИ ТПУ по направлению 09.06.01 «Информатика и вычислительная техника», специальность 05.13.01 «Системный анализ, управление и обработка информации». С 2020 года обучался в очной аспирантуре ТУСУРа по направлению 09.06.01 «Информатика и вычислительная техника», специальность 05.13.05 «Элементы и устройства вычислительной техники и систем управления». В настоящее время является ассистентом отделения автоматизации и робототехники (ОАР) инженерной школы информационных технологий и робототехники (ИШИТР) НИ ТПУ, а также младшим научным сотрудником лаборатории объектно-ориентированного моделирования информационных систем (ЛООМИС) кафедры автоматизации обработки информации (АОИ) ТУСУРа.

Диссертация выполнена на кафедре АОИ ТУСУРа.

Научный руководитель – кандидат технических наук доцент **Замятин Сергей Владимирович**, проректор по программам развития ТУСУРа.

Официальные оппоненты: **Воевода Александр Александрович**, д.т.н., проф., профессор кафедры автоматики Новосибирского государственного технического университета; **Иванчура Владимир Иванович**, д.т.н., проф., профессор научно-учебной лаборатории автоматизированных систем управления технологическими процессами Сибирского федерального университета (г. Красноярск) дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Комсомольский-на-Амуре государственный университет» в своем положительном отзыве, подписанном к.т.н. доц. **Гудимом А.С.**, председателем научно-технического совета факультета энергетики и управления, деканом факультета энергетики и управления, указала, что работа Цавнина Алексея Владимировича является законченной научно-квалификационной работой, выполненной на актуальную тему. Представленная диссертационная работа посвящена вопросам разработки методики синтеза ПИД-регуляторов для систем управления с интервально-определенными параметрами второго порядка, обеспечивающих отсутствие перерегулирования, что является актуальной, требующей решения задачей.

Соискатель имеет 25 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации – 10, из них 2 – в журналах из перечня, рекомендованного ВАК по специальности диссертации; 1 работа – в журнале из перечня, рекомендованного ВАК по специальности смежной к специальности диссертации, 1 работа в журнале, индексируемом в Scopus/Web of Science, а также в трудах всероссийских и международных научно-практических конференций. Общий объем – 7,1 п.л., авторский вклад – 3,5 п.л. Получено свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ. Наиболее значимые работы по теме диссертации:

1. Цавнин А.В. Корневой подход к синтезу параметров ПИД-регулятора, гарантирующий отсутствие перерегулирования в переходной характеристике

системы управления / А.В. Цавнин, С.В. Ефимов, С.В. Замятин // Доклады ТУ-СУР. – 2019. – Т. 22, № 2. – С. 77–82.

2. Цавнин А.В. Построение внешней границы области локализации полюсов передаточной функции с интервально-заданными параметрами / А.В. Цавнин, С.В. Ефимов, С.В. Замятин // Сибирский журнал науки и технологий. 2019. Т. 20, № 3. С. 327–332.

3. Tsavnin A.V. Overshoot Elimination for Control Systems with Parametric Uncertainty via a PID Controller / A.V. Tsavnin, S.V. Efimov, S.V. Zamyatin // Symmetry. – 2020.–Vol.12, №7.– P. 1–14. (Scopus Q2).

4. Цавнин А.В. Метод синтеза регулятора робастного по перерегулированию для АСУ ТП с параметрической неопределенностью / А.В. Цавнин, А.Ю. Зарницын, С.В. Ефимов, И.А. Подковыров, С.В. Замятин // Промышленные АСУ и контроллеры. 2021. № 4. С. 3-11.

5. Tsavnin A.V. Providing real closed-loop transfer functions poles for plant with interval-given parameters for overshoot elimination / A.V. Tsavnin, S.V. Efimov, S.V. Zamyatin // The 11th International Congress On Ultra Modern Telecommunications And Control Systems 2019 October 28 - 30, 2019, Dublin, Ireland.

На диссертацию и автореферат поступило 6 положительных отзывов. Отзывы предоставили: **Солёный С.В.**, к.т.н., зав. кафедрой электромеханики и робототехники Санкт-Петербургского государственного университета аэрокосмического приборостроения; **Федосенков Б.А.**, д.т.н., профессор кафедры информационных и автоматизированных производственных систем, **Чичерин И.В.**, к.т.н., зав. кафедрой информационных и автоматизированных производственных систем Кузбасского государственного технического университета им. Т. Ф. Горбачёва (г. Кемерово); **Дьяченко А.Н.**, д.х.н., зав. кафедрой химии и технологии редких элементов Российского технологического университета МИРЭА (г. Москва); **Тараканов Д.В.**, к.т.н., доцент кафедры автоматизи- ки и компьютерных систем Сургутского государственного университета; **Лосев В.В.**, к.т.н., начальник управления программы развития Сибирского государственного университета науки и технологий им. академика М.Ф. Решетнёва

(г. Красноярск); **Головин Н.М.**, к.т.н., директор МАЦК «Политехник-SAP» Санкт-Петербургского политехнического университета.

В отзывах на автореферат и диссертацию указаны следующие замечания: методика сформулирована для объекта низкого порядка без нулей, что упрощает получение аналитических результатов, но ограничивает применимость данной методики; непонятно, почему два аналитических выражения (2) записаны отдельно, если, используя знаки « \pm », можно легко вычлениить из единого выражения две функциональные зависимости; отсутствует объяснение аperiodичности ИМ системы (см. рис. 7, 8); список публикаций содержит 10 научных трудов, хотя в общей характеристике работы упомянуты 11 публикаций; не приведен сравнительный анализ разработанной методики с другими методами синтеза регуляторов той же структуры; на рис. 7 в автореферате интервальная величина, соответствующая площади сечения пропускного отверстия, записана в обратном порядке, т.е. от большего значения к меньшему; для схемы на рис. 5 не составлено пояснение о принципе работы и режимах функционирования; для разработанной методики, на основе которой было разработано программное обеспечение, отсутствует блок-схема, наличие которой, хотя бы в упрощенном виде, необходимо; несмотря на то, что результаты для ПИ-регулятора получены абсолютно аналогичным образом, общие аналитические выкладки должны были бы быть представлены; имеются недостатки в оформлении текста диссертации и автореферата, в обозначениях на рисунках, есть небольшие грамматические ошибки и неточности, в виде пропущенных запятых и стилистических описок.

Выбор официальных оппонентов обусловлен тем, что **д.т.н., проф. Воевода А.А.** является признанным специалистом в области теории автоматического управления, а также теории модального синтеза систем управления и интервальных систем; **д.т.н., проф. Иванчура В.И.** является специалистом в области САУ, теории управления и методов синтеза регуляторов, в частности в разрезе задач устранения перерегулирования, что подтверждается списками научных публикаций за авторством официальных оппонентов.

Выбор Комсомольского-на-Амуре государственного университета в каче-

стве ведущей организации обосновывается тем, что его сотрудники являются высококвалифицированными специалистами в области различного рода систем управления, синтеза корректирующих устройств и их аппаратной реализации. Высокий уровень сотрудников подтверждается патентами и статьями в авторитетных отечественных и зарубежных изданиях.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

введены аналитические выражения, связывающие параметры объекта управления и параметры регулятора, формирующие ограничения на значения настроечных коэффициентов регулятора;

предложены оригинальные суждения о представлении интервального корневого годографа в плоскости параметров регулятора с дальнейшим аналитическим ограничением области значений параметров регулятора, обеспечивающих нулевое перерегулирование системы управления;

разработана новая методика синтеза регуляторов как ключевого элемента систем управления для класса систем с интервально-определенными параметрами для устранения перерегулирования, позволяющего расширить существующий набор методов настройки регуляторов с дальнейшей реализации данной методики в форме программного обеспечения.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

применительно к проблематике диссертации изложена методика параметрического синтеза ПИД-регулятора, позволяющего гарантировать нулевое значение перерегулирования в условиях интервального характера параметров системы управления;

изложены аргументы о выборе конкретных значений настроечных коэффициентов регулятора из аналитически ограниченной области значений приведенных настроечных коэффициентов с учетом величины интервально-определенного коэффициента усиления передаточной функции объекта управления.

Оценка достоверности результатов исследования выявила, что:

для экспериментальных работ результаты подтверждаются использова-

нием сертифицированных средств измерения и контроля, теория построена на известных, проверяемых данных и фактах, согласуется с опубликованными результатами по теме диссертации, а также согласованием экспериментальных данных с модельными;

идея базируется на анализе и обобщении передового теоретического и практического опыта в области синтеза регуляторов для систем с интервально-определенными параметрами;

использованы современные лицензированные программные средства для проведения математических расчетов и разработки программного обеспечения для последующего использования в сертифицированном аппаратном обеспечении.

Значение полученных соискателем результатов исследования для **практики** подтверждается тем, что разработанная методика параметрического синтеза регуляторов внедрена в «АО «НИИ электрофизической аппаратуры» (г. Санкт-Петербург) при разработке и эксплуатации роботизированной установки ультразвукового контроля, а также в учебный процесс НИ ТПУ для дисциплины «Моделирование систем управления».

Личный вклад соискателя состоит во включенном участии на всех этапах процесса, в том числе непосредственном участии в получении представленных аналитических соотношений, обработке модельных и экспериментальных данных, разработке и отладке программной аппаратной части установок, разработке программной реализации методики. Совместно с научным руководителем производилась интерпретация экспериментальных данных и проверка теоретических выкладок, подготовка основных публикаций по выполненной работе и окончательное завершение отладки и разработки программной реализации методики.

В ходе защиты диссертации были высказаны следующие критические замечания: в работе представлены довольно объемные формулы, однако процесс их получения представлен крайне куце в тексте диссертации; в докладе прозвучало, что обеспечение вещественности полюсов передаточной функции замкнутой системы является необходимым и достаточным условием обеспечения нулевого пе-

ререгулирования, это не совсем точная формулировка; во втором пункте научной новизны написано, что представлена методика, т.е. некоторая последовательность действий, приводящая к желаемому результату, однако никакая методика ни в автореферате, ни в докладе не обнаружены в явном виде; не представлен анализ нейросетевых регуляторов; слово «робастных» в названии диссертации является избыточным; область практического применения представленной методики будет достаточно ограниченной ввиду того, что она основывается на передаточной функции объекта второго порядка.

Соискатель Цавнин А.В. ответил на заданные вопросы, частично согласился с замечаниями и привел собственную аргументацию в ответ на последнее замечание, обозначив применимость методов редуцирования модели объекта для приведения к передаточной функции второго порядка с нивелированием неточностей за счет интервальности параметров.

На заседании 02.12.2021 г. диссертационный совет принял решение за решение научной задачи, имеющей значение в области теории автоматического управления, синтеза робастных регуляторов с их дальнейшей имплементацией в системы управления, присудить Цавнину А.В. ученую степень кандидата технических наук по специальности 05.13.05 – «Элементы и устройства вычислительной техники и систем управления».


При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 18 человек, из них 8 докторов наук по специальности рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 26 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за 18, против 0, недействительных бюллетеней 0.

Заместитель председателя
диссертационного совета

Ученый секретарь
диссертационного совета



 Юрий Алексеевич Шурыгин

 Евгений Юрьевич Костюченко

03.12.2021 г.