

Заключение диссертационного совета 44.2.006.01 (Д 218.011.02),  
созданного на базе федерального государственного бюджетного  
образовательного учреждения высшего образования  
«Самарский государственный университет путей сообщения» (Федеральное  
агентство железнодорожного транспорта) (ФГБОУ ВО СамГУПС),  
по диссертации на соискание ученой степени кандидата наук

аттестационное дело № \_\_\_\_\_

решение диссертационного совета от 28.12.2021 г., протокол № 9

О присуждении Авсиевичу Владимиру Викторовичу, гражданину Российской Федерации, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Повышение эффективности работы силовой установки тепловоза путем усовершенствования цифровой системы управления газодизеля» по специальности 2.9.3. Подвижной состав железных дорог, тяга поездов и электрификация (технические науки) принята к защите 27 октября 2021 г., протокол № 7 диссертационным советом 44.2.006.01, на базе федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Самарский государственный университет путей сообщения» (Федеральное агентство железнодорожного транспорта) (443066, г. Самара, ул. Свободы, 2В), созданным в соответствии с приказом Министерства образования и науки Российской Федерации № 126/нк от 17.02.2021 г. с изменением в приказе от 03.06.2021 г. № 561/нк.

Соискатель Авсиевич Владимир Викторович 23 марта 1983 года рождения, в 2005 году окончил Братский государственный университет по направлению и специальности «Профессиональное обучение (информатика, вычислительная техника и компьютерные технологии)». Справка об обучении (о периоде обучения) и сдаче кандидатских экзаменов в аспирантуре № 120 выдана 06 октября 2021 года Федеральным государственным бюджетным образовательным учреждением высшего образования «Самарский государственный университет

путей сообщения» по научной специальности 05.22.07 «Подвижной состав железных дорог, тяга поездов и электрификация».

В настоящее время работает в ФГБОУ ВО «Самарский государственный университет путей сообщения» в должности старшего преподавателя кафедры «Мехатроника, автоматизация и управление на транспорте».

Диссертация выполнена на кафедре «Мехатроника, автоматизация и управление на транспорте» Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Самарский государственный университет путей сообщения» и на кафедре «Вычислительная техника» Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Самарский государственный технический университет».

Научный руководитель – доктор технических наук Иващенко Антон Владимирович, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Самарский государственный технический университет», кафедра «Вычислительная техника», заведующий кафедрой.

Официальные оппоненты:

Балабин Валентин Николаевич, гражданин Российской Федерации, доктор технических наук, доцент, Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Российский университет транспорта», профессор кафедры «Электропоезда и локомотивы»;

Пляскин Артем Константинович, гражданин Российской Федерации, кандидат технических наук, доцент, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Дальневосточный государственный университет путей сообщения», доцент кафедры «Транспорт железных дорог»,

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация – акционерное общество «Научно-исследовательский институт железнодорожного транспорта» (АО «ВНИИЖТ»), г. Москва, в своем положительном отзыве, подписанном Мурзиным Романом Вилорьевичем, кандидатом технических наук, заместителем генерального директора –

директором научного центра «Тяга поездов», и утвержденном первым заместителем генерального директора, доктором технических наук, профессором Косаревым Александром Борисовичем, указала, что диссертация Авсиевича В.В. на соискание ученой степени кандидата технических наук является научно-квалификационной работой, в которой изложены новые научно обоснованные технические и технологические решения по сокращению расхода топливно-энергетических ресурсов и повышения надежности автономного подвижного состава, имеющие определенное значение для развития железнодорожного транспорта Российской Федерации.

Соискатель имеет 29 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации опубликовано 8 работ общим объемом 4,5 печатных листа – авторский вклад составляет 2,5 печатных листа, из них в рецензируемых научных изданиях опубликовано 3 работы, в изданиях индексируемых в международных базах данных Scopus и Web of Science 2 работы, получено свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ. В диссертации отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных соискателем ученой степени работах.

Наиболее значимые работы по теме диссертации:

1. Авсиевич, В. В. Разработка рекуррентных алгоритмов управления газодизельным двигателем силовой установки магистрального тепловоза / А.В. Авсиевич, А.В. Иващенко, В.В. Авсиевич // Вестник транспорта Поволжья, № 3 (87). – Самара, 2021. - С. 12-21.

2. Авсиевич, В. В. Разработка имитационной модели управления газодизельным двигателем силовой установки тепловоза / В.В. Авсиевич // Вестник транспорта Поволжья, № 4 (88). – Самара, 2021. - С. 7-14.

3. Авсиевич, В. В. Усовершенствование цифровой системы управления газодизелем силовой установки тепловоза / А.В. Авсиевич, А.В. Иващенко, В.В. Авсиевич // Вестник транспорта Поволжья, № 4 (88). – Самара, 2021. - С. 24-31.

4. Свидетельство об официальной регистрации программы для ЭВМ №2008634227 на разработку «Блок дробного ПИД регулирования» // А.В. Авсиевич, В.В. Авсиевич. – Москва: опубл. 4.09.2008.

В диссертации соискатель ссылается на всех авторов и источники заимствования материалов и отдельных результатов. Публикации в печати по теме диссертации достаточно для суждения о выполненной работе.

На диссертацию и автореферат поступило 8 (восемь) положительных отзывов:

1. Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Братский государственный университет», г. Братск, отзыв подписан кандидатом технических наук, доцентом кафедры «Управления в технических системах» Ульяновым Александром Дмитриевичем.

*Замечания:*

1. Не указано, каким образом получены настроечные характеристики ПИД регулятора, с которыми производилось сравнение;

2. Указана экономическая эффективность реализации данного метода, но не уточняется из чего именно она состоит. Сколько стоит модернизация системы уравнения для одного тепловоза и какой срок окупаемости при текущих ценах на топливо?

3. Не указан алгоритм нахождения настроечных коэффициентов блока диагностики системы (8).

2. Акционерное общество «НИИАС», г. Москва, отзыв подписан руководителем Центра перспективных разработок Научно-технического комплекса по разработке организации движения и общих проектных решений, кандидатом технических наук Ольшанским Алексеем Михайловичем.

*Замечания:*

1. Не ясно, как именно производится задание настроечных коэффициентов на первом шаге алгоритма управления;

2. На стр.10 автореферата сказано, что были получены передаточные функции объекта и проведен их анализ на устойчивость, однако результаты данного анализа в автореферате не приводятся;

3. В автореферате отсутствует описание схмотехнического решения для устройства диагностики закоксованности выпускных окон по косвенным признакам.

3. Филиал ФГБОУ ВО «Иркутский государственный университет путей сообщения» Красноярский институт железнодорожного транспорта – (КРИЖТ ИРГУПС), г. Красноярск, отзыв подписан кандидатом технических наук, доцентом Ратушняком Виктором Сергеевичем.

*Замечание:* отсутствие в автореферате пояснений о модифицированных критериях устойчивости Найквиста и Михайлова.

4. ФГБОУ ВО «Брянский государственный технический университет», г. Брянск, отзыв подписан директором Учебно-научного института транспорта, кандидатом технических наук, доцентом Дмитрием Яковлевичем Антипиным.

*Замечания:*

1. Как в предложенном устройстве диагностики закоксованности выпускных окон по косвенным признакам учитывается качество топлива? Будет ли зависеть получаемый результат от особенностей химического состава топлива?

2. Каким образом оценивалась надежность предложенной автором системы управления? Как повлияет на безопасность ее неисправность?

5. Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Пензенский государственный университет», г. Пенза, отзыв подписан профессором кафедры «Информационно-измерительная техника и метрология», доктором технических наук, доцентом Семеновым Анатолием Дмитриевичем.

*Замечания:*

1. В диссертации не доказано преимущество дробных ПИД регуляторов в целом по сравнению с классическими ПИД регуляторами, а рассмотрен лишь частный случай их применения для генераторной установки тепловоза;

2. Описанные в автореферате экспериментальные исследования проводились на базе лабораторного стенда, а результаты применения предложенного алгоритма в системе управления реального газодизельного двигателя локомотива отсутствуют.

6. Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева», г. Самара, отзыв подписан

заместителем заведующего кафедрой теплотехники и тепловых двигателей, доктором технических наук, профессором Бирюком Владимиром Васильевичем.

*Замечания:*

1. Недостаточно явно прослеживается обоснованность выбора дробного ПИД регулятора для решения поставленной задачи;

2. В диссертации непонятно как формируется запальная доза дизеля для воспламенения газодизельной смеси.

7. Приволжский центр метрологии – филиал ОАО «РЖД», г. Саратов, отзыв подписан начальником Приволжским центром метрологии, кандидатом технических наук Карповым Валерием Александровичем.

*Замечания:*

1. В автореферате недостаточно раскрыта тема по исследованию дробном пропорционально-интегрально-дифференциальном законе управления;

2. Не ясно как получали оптимальные настройки коэффициентов алгоритма управления;

3. Допущены не точности в рисунке 1, топливная форсунка находится перед ТНВД.

8. Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.», г. Саратов, отзыв подписан доктором технических наук, профессором Львовым Алексеем Арленовичем.

*Замечания:*

1. Предложенное усовершенствование ПИД регулятора незначительно по сравнению с прочими факторами, влияющими на эффективность цифровых алгоритмов управления;

2. В автореферате слабо представлены результаты сравнительного анализа разработок автора и существующих работ в выбранной области.

Выбор официальных оппонентов обосновывается тем, что они соответствуют п. 22 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительством РФ от 24.09.2013 г. № 842, являются признанными специалистами в области систем автоматического

управления силовых установок тепловозов и в области предиктивной диагностики. Оппоненты имеют соответствующие публикации в журналах, входящих в перечень рецензируемых научных изданий ВАК РФ и дали согласие на оппонирование диссертации.

Выбор ведущей организации обосновывается тем, что она соответствует п. 24 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительством РФ от 24.09.2013 г. № 842, широко известна достижениями в соответствующей отрасли науки, имеет компетентных специалистов, работающих в области модернизации и проведении эксплуатационных испытаний маневровых локомотивов для работы по газодизельному циклу с использованием сжиженного природного газа в качестве моторного топлива, переводе на работу по газодизельному циклу силовой установки тепловоза, способны определить научную и практическую ценность диссертации. Сотрудники структурных подразделений ведущей организации являются авторами публикаций в журналах, входящих в перечень рецензируемых научных изданий Российской Федерации, по тематике диссертации и организация дала свое согласие на рецензирование диссертации.

**Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований**

**разработан** цифровой рекуррентный алгоритм дробного пропорционально-интегрально-дифференциального (ПИД) управления газодизельным двигателем силовой установки тепловоза, отличающийся дополнительными настроечными коэффициентами, реализация которого позволяет, в отличие от классических ПИД регуляторов, не допустить увеличения выброса частоты вращения коленчатого вала над целевым значением (перерегулирования) при сокращении времени переходного процесса.

**предложена** структура системы автоматизации управления газодизельным двигателем силовой установки тепловоза, позволяющая реализовать управление подачей топлива на основе дробного ПИД алгоритма управления и результатов диагностики закоксованности выпускных окон, и обеспечить тем самым преимущество по технико-эксплуатационным показателям надежности и

экономичности;

**доказана** перспективность использования дробного ПИД регулятора газодизельной генераторной установки тепловоза для снижения расхода топлива при повышении маневренности и надежности за счет сокращения времени переходного процесса;

**введены** адаптированные частотные критерии устойчивости Михайлова и Найквиста, в результате чего впервые получена возможность производить анализ устойчивости дробных систем управления без определения корней характеристических уравнений.

**Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:**

**доказана** результативность повышения экономичности силовой установки тепловоза путем совершенствования системы управления газодизеля;

**применительно к проблематике диссертации результативно использован** комплекс существующих численных методов реализации автоматической системы управления подачей топлива в электронном блоке управления на базе микроконтроллера и датчиков, контролирующей работу двигателя.

**изложены** новые научно обоснованные технические и технологические решения по сокращению расхода топливно-энергетических ресурсов и повышения надежности автономного подвижного состава, имеющие существенное значение для развития железнодорожного транспорта Российской Федерации;

**раскрыты** проблемы сокращения времени переходного процесса без перерегулирования при переходе от одного нагрузочно-скоростного режима к другому и повышенного расхода топлива в связи с отсутствием технологий прямой диагностики закоксованности выпускных окон.

**изучены** факторы, влияющие на повышенный расход топлива газодизеля силовой установки тепловоза при сокращении времени переходного процесса;

**проведена модернизация** системы автоматического управления подачей смесового топлива газодизельных двигателей тепловозов.

**Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что:**

**разработаны и внедрены:** цифровой рекуррентный алгоритм дробного ПИД управления и устройство корректировки параметров системы управления газодизельным двигателем силовой установки тепловоза с учетом закоксованности выпускных окон в ООО «ППП Дизельавтоматика», в научно-исследовательской межотраслевой лаборатории «Газомоторное и водородное топливо» кафедры «Локомотивы» ФГБОУ ВО «Самарский государственный университет путей сообщения» в виде действующей лабораторной установки, а также в учебный процесс ФГБОУ ВО «Самарский государственный технический университет» и ФГБОУ ВО «Самарский государственный университет путей сообщения»;

**определены** перспективы практического использования системы автоматизации управления на основе дробного ПИД регулятора для снижения расхода топлива газодизеля силовой установки тепловоза при сокращении времени переходного процесса;

**создана** имитационная модель управления газодизельного двигателя силовой установки тепловоза, позволяющая осуществлять моделирование переходных процессов поддержания частоты вращения коленчатого вала газодизельного двигателя, и отличающаяся возможностью проведения исследований с различными ПИД алгоритмами управления, что позволяет проводить анализ данных с разными алгоритмами управления;

**представлены** рекомендации по корректировке параметров системы управления газодизельным двигателем силовой установки тепловоза с учетом закоксованности выпускных окон, определяемой по косвенным признакам (расход топлива, воздуха, температура выхлопных газов).

**Оценка достоверности результатов исследования выявила:**

**для экспериментальных работ** достоверность подтверждается сравнением результатов моделирования и экспериментальных исследований в реальных эксплуатационных условиях для газодизеля модели Д50 (6 ЧН 31,8/33) маневрового тепловоза;

**теория** построена с использованием методов современной теории управления, дифференциального и интегрального исчислений, цифровой обработки сигналов, математического и имитационного моделирования;

**идея базируется** на обобщении передового опыта по модернизации систем управления подачи топлива в двигатели, работающие на смеси дизельного топлива и природного газа;

**использованы** данные нормативно-правового регулирования и технические основы применения газомоторного топлива на транспорте;

**установлено** качественное и количественное преимущество предложенного алгоритма управления по выбросу частоты вращения коленчатого вала над целевым значением на 45, 5%, времени переходного процесса на 33,3 %, интегральной оценке качества на 6,8 % по сравнению с классическим ПИД регулятором, а испытания на базе лабораторного стенда показали экономию топлива 7,02 % при повышении маневренности и надежности.

**использован** лабораторный стенд, оборудованной автоматической системой управления топливоподачи газодизеля СУДМ.03 от компаний ООО «ППП Дизельавтоматика», а также имитационная среда Simulink Matlab.

**Личный вклад соискателя** состоит в формулировке цели и научной задачи исследований, обосновании путей ее решения, разработке цифрового рекуррентного алгоритма дробного ПИД управления, разработке устройства корректировки параметров системы управления газодизельным двигателем силовой установки тепловоза с учетом закоксованности выпускных окон, разработке структуры цифровой системы автоматизации управления газодизельным двигателем тепловоза, проведении исследования цифровой системы управления газодизельным двигателем тепловоза, реализующей дробный ПИД регулятор, в ходе имитационного моделирования и на базе лабораторного стенда, подготовке публикаций по тематике работы.

В ходе защиты диссертации были высказаны следующие критические замечания: все замечания, высказанные в ходе защиты диссертации имеют рекомендательный характер.

Соискатель Авсиевич В.В. ответил на задаваемые ему в ходе заседания вопросы и частично согласился с замечаниями.

На заседании 28 декабря 2021 г. диссертационный совет пришел к выводу о том, что диссертация представляет собой законченную научно-квалификационную работу, в которой изложены новые научно обоснованные технические и технологические решения и разработки по модернизации тепловозов для работы по газодизельному циклу силовой установки с использованием сжиженного природного газа, имеющие существенное значения для развития железнодорожного транспорта страны, которая соответствует критериям, установленным п. 9-14 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденном Постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. №842, и принял решение присудить Авсиевичу Владимиру Викторовичу ученую степень кандидата технических наук по специальности 2.9.3. Подвижной состав железных дорог, тяга поездов и электрификация (технические науки).

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 13 человек, из них 4 доктора наук по специальности 2.9.3. Подвижной состав железных дорог, тяга поездов и электрификация (технические науки), участвовавших в заседании, из 19 человек, входящих в состав совета, проголосовали: «за» – 12, «против» – 1.

Председатель

диссертационного совета

д.т.н., профессор

Андрончев Иван Константинович

Ученый секретарь

диссертационного совета

к.т.н., доцент

Исайчева Алевтина Геннадьевна

Дата оформления заключения: 29 декабря 2021 года.