

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА
Д 218.010.01 на базе федерального государственного бюджетного
образовательного учреждения высшего образования
«Ростовский государственный университет путей сообщения» (РОСЖЕЛДОР)
по диссертации на соискание ученой степени кандидата наук
аттестационное дело № _____
решение диссертационного совета от 23.09.2019 № 4

О присуждении Талахадзе Темуру Зурабовичу, Россия, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Повышение энергетической эффективности магистральных автономных локомотивов за счет перехода к модульным силовым установкам» по специальности 05.22.07 – «Подвижной состав железных дорог, тяга поездов и электрификация» принята к защите 05.06.2019 г., протокол № 3, диссертационным советом Д 218.010.01, созданным на базе Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Ростовский государственный университет путей сообщения» (РОСЖЕЛДОР, 344038, г. Ростов-на-Дону, пл. Ростовского Стрелкового Полка Народного Ополчения, д. 2. Приказ Минобрнауки РФ № 714/нк от 02.11.2012), далее – ФГБОУ ВО РГУПС.

Соискатель Талахадзе Темур Зурабович, 1991 года рождения, в 2014 году окончил с отличием Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Ростовский государственный университет путей сообщения» (ФГБОУ ВПО РГУПС) по специальности «Локомотивы». В 2018 г. окончил очную аспирантуру ФГБОУ ВО РГУПС по специальности 05.22.07 – «Подвижной состав железных дорог, тяга поездов и электрификация». Работает в должности доцента кафедры «Тяговый подвижной состав» ФГБОУ ВО РГУПС с 2018 г. и по настоящее время.

Диссертация выполнена на кафедре «Тяговый подвижной состав» ФГБОУ ВО РГУПС.

Научный руководитель – доктор технических наук, профессор Зарифьян Александр Александрович, профессор кафедры «Тяговый подвижной состав» ФГБОУ ВО РГУПС.

Официальные оппоненты: Балабин Валентин Николаевич – доктор технических наук, доцент, профессор кафедры «Электропоезда и локомотивы» Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Российский университет транспорта» (МИИТ); Балакин Андрей Юрьевич – кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой «Локомотивы» Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Самарский государственный университет путей сообщения» – дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация – Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I» (ФГБОУ ВО ПГУПС), г. Санкт-Петербург, в своем положительном отзыве, подписанном заведующим кафедрой «Локомотивы и локомотивное хозяйство» к.т.н., доцентом Курилкиным Дмитрием Николаевичем и профессором кафедры «Локомотивы и локомотивное хозяйство» Кручком Виктором Александровичем и утвержденном первым проректором – проректором по научной работе д.т.н., профессором Титовой

Тамилой Семеновной, указала, что диссертация Талахадзе Т.З. по актуальности, научной новизне, значимости для науки и практики результатов проведенных исследований соответствует требованиям п. 9-14 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации № 842 от 24.09.2013 г., представляет собой завершённую научно-квалификационную работу, в которой решена научно-техническая задача, имеющая большое значение для железнодорожного транспорта, заключающаяся в разработке и совершенствовании теоретических и практических рекомендаций по повышению энергетической эффективности магистральных автономных локомотивов за счет перехода к модульным силовым установкам. Представленные в работе исследования достоверны, выводы и рекомендации обоснованы. Диссертационная работа содержит достаточное количество исходных данных, имеет пояснения, рисунки, графики и расчеты. Результаты работы апробированы на международных, всероссийских, национальных и отраслевых симпозиумах и конференциях, в полном объеме опубликованы. Основные положения работы, выводы и результаты представлены в автореферате. Диссертация написана соискателем Талахадзе Т.З. самостоятельно, обладает внутренним единством, а также содержит новые научные результаты и технические решения, которые свидетельствуют о личном вкладе соискателя в науку.

Соискатель имеет 25 опубликованных печатных работ, в том числе по теме диссертации 25 работ, опубликованных в изданиях из перечня ВАК – 3 работы, в издании, включенном в базу данных Web of Science и Scopus – 3 работы. Объем опубликованных работ составляет 13,94 п.л. Авторский вклад – 10,45 п.л. Публикации отражают содержание диссертации, посвящены проблеме повышения энергетической эффективности локомотивной тяги, вопросам анализа эксплуатационных показателей энергетической эффективности локомотивов, разработке метода, позволяющий находить полезную работу, совершаемую локомотивом в реальных условиях движения. В диссертации отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных соискателем ученой степени работах, в которых изложены основные научные результаты диссертации. Основные публикации:

1 Определение полезной работы, совершаемой локомотивом при тяге поезда / А.А. Зарифьян, Н.В. Гребенников, Т.З. Талахадзе, В.В. Сироткин // Вестник Ростовского государственного университета путей сообщения. – 2018. – № 1 (69). – С.40-49.

2 Зарифьян, А.А. Анализ эксплуатационных показателей энергетической эффективности грузовых тепловозов / А.А. Зарифьян, Т.З. Талахадзе // Вестник Ростовского государственного университета путей сообщения. – 2018. – № 3 (71). – С.46-53.

3 Зарифьян, А.А. Концепция повышения энергетической эффективности тепловозной тяги / А.А. Зарифьян, Н.В. Гребенников, Т.З. Талахадзе, // Интернет-журнал «НАУКОВЕДЕНИЕ» Том 9. – 2017. – № 6. – URL статьи: <https://naukovedenie.ru/PDF/122TVN617.pdf>

4 An experimental setup to study a hybrid drive train for a shunting locomotive (Conference Paper) / S. Le Ballois, T. Talakhadze, L. Vido, A. Zarifyan // 2016 Eleventh International Conference on Ecological Vehicles and Renewable Energies (EVER). Publisher: Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc. – 2016. – DOI: 10.1109/EVER.2016.7476355.

5 Grebennikov, N. Equivalent Magnetic Circuit for Switched Reluctance Motor with Strong Mutual Coupling between Phases (Conference Paper) / N. Grebennikov, T.

Talakhadze, A. Kashuba // 2019 26th International Workshop on Electric Drives: Improvement in Efficiency of Electric Drives (IWED). Publisher: IEEE – 2019. – DOI: 10.1109/IWED.2019.8664226.

6 Increasing the Energy Efficiency of Rail Vehicles Equipped with a Multi-Motor Electrical Traction Drive (Conference Paper) / T. Talakhadze, N. Grebennikov, A. Zarifyan, A. Zarifyan (jr.), N. Romanchenko, A. Shapshal // 2019 26th International Workshop on Electric Drives: Improvement in Efficiency of Electric Drives (IWED). Publisher: IEEE. – 2019. DOI: 10.1109/IWED.2019.8664283.

На диссертацию поступили отзывы:

- **ведущей организации** – ФГБОУ ВО «Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I» г. Отзыв положительный. Замечания: **1.** Параметры энергетической эффективности получены для Южного полигона эксплуатации. Таким образом, полученные в диссертации количественные оценки экономии дизельного топлива в результате применения модульной структуры СЭУ должны быть уточнены применительно к другим полигонам эксплуатации. **2.** В работе выполнен сравнительный анализ моторесурса моноблочной и модульной силовой установки, показано, что при прочих равных условиях ресурс модульной СЭУ не уменьшается. Для уточнения данного факта необходимы дополнительные практические исследования. **3.** Диссертацию следовало бы дополнить расчетом экономической эффективности применения модульной силовой энергетической установки на автономных грузовых магистральных локомотивах.

- **официального оппонента** – д.т.н., доцента Балабина Валентина Николаевича (профессор кафедры «Электропоезда и локомотивы» Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Российский университет транспорта») Отзыв положительный. Замечания: **1.** Не следует вводить новые аббревиатуры, типа СЭУ, АГМЛ (стр. 6) или ЭПМ (стр.28), ВЭГ (стр.122), которые усложняют восприятие основного текста. В соответствии с разделом 5.4. ГОСТ Р 7.0.11-2011 желательно дать расшифровку всех сокращений на отдельном листе. **2.** Каким образом учитываются затраты электроэнергии на привод вспомогательных машин тепловоза при описании методики анализа КПД электрической передачи тепловоза в разделе 2.3? (из текста диссертации это непонятно). **3.** Как учитывается работа поосного регулирования при анализе данных поездок в разделах 2.4.1 - 2.4.3? Судя по картам, там присутствуют подъёмы, на которых поосное регулирование так или иначе должно было работать. **4.** В разделе 3.1. не совсем понятно выражение: «... для оценки эффективности использования мощности, которую потребляет силовая энергетическая установка». **5.** Излишне частая расшифровка двух уровней: верхнего, представляющего собой дизель-генераторную установку, и нижнего – тяговый электропривод (стр.15, 21, 30, 37, 98-99, 102-103). **6.** Спорно высказывание о целесообразности применения высоко-оборотных двигателей (стр.105), обладающих сравнительно низкими показателями ресурса по сравнению со среднеоборотными (стр.117). Многолетний опыт эксплуатации высоко-оборотных двигателей 1Д12-400КС (размерность 15/18) (аналог М756Б размерность 18/20) на тепловозах ТГМ40 показал, что при паспортных данных в 18000 реально получались показатели не выше 11000 мото-ч (данные от оппонента В.Б.). **7.** Не ясно, зачем для питания 12 ТЭД необходимы 8 дизельных двигателей и как их разместить в машинных отделениях (рис.4.12)? Если это виртуальные данные, полученные при моделировании движения грузового поезд в зависимости от мощности, по-

требуемой тяговым приводом, то надо было об этом сказать отдельно. **8.** Отсутствует ссылка на докторскую диссертацию Бабела Марекса «Теоретические основы и методология выбора объёмов и технологий модернизации тепловозов по критерию стоимости жизненного цикла»: автореферат дис. ... доктора технических наук. - Москва, 2014. - 48 с., в которой рассмотрены аспекты создания двухдизельных тепловозов и негативные результаты их эксплуатации в определенных условиях.

- **официального оппонента** – к.т.н., доцента Балакина Андрея Юрьевича (заведующий кафедрой «Локомотивы» Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Самарский государственный университет путей сообщения»). Отзыв положительный. Замечания: **1.** Несоответствие – в первой главе поставлено 10 задач, в заключении сделано 11 выводов, на защиту выносятся 9 результатов. **2.** В первой главе не проанализирована возможность отключения цилиндров дизеля. **3.** Первая глава носит описательный характер, содержит необоснованные заключения. **4.** Во второй главе (пункт 2.3) приводится избыточная информация по МПСУ-ТП. **5.** При анализе мгновенное значение расхода топлива оценивалось по ПКМ, что не отображает действительного расхода топлива. **6.** Имеются отдельные неточности и опечатки (стр. 33). **7.** Целесообразно по всему тексту работы использовать систему измерения СИ (например, Работа или Энергия в джоулях (Дж), а не в кВт·ч, как в МКГСС). **8.** Страница 42: «Совершенная полезная работа $A_{пол}$, кВт·ч, направленная на тягу поезда, равна интегралу по времени от полезной мощности P_T (2.5): $A_{пол} = \int P_T dt$. (2.12) а полная потребленная энергия $E_{потр}$, кВт·ч, равна интегралу по времени от потребленной мощности $P_{потр}$ $E_{потр} = \int P_{потр} dt$. (2.13). **9.** Не указано, куда расходуется разность между полезной мощностью и потребленной мощностью. **10.** Вызывает сомнение рекомендуемый высокий уровень частоты вращения ротора микротурбины.

На автореферат поступило 5 отзывов. Все отзывы положительные.

1. Отзыв к.т.н., доцента кафедры «Локомотивы» Белорусского государственного университета транспорта, **Френкеля С.Я.** Замечание: **1.** На с. 13 автореферата обозначения в выражении (18) и на рис. 9 не вполне соответствуют друг другу и положениям теории локомотивной тяги. Так использован термин сила инерции, не применяемый в теории локомотивной тяги. В механике под термином сила инерции понимают произведение массы тела на ускорение его движения, что соответствует левой части выражения (18). При этом направление действия силы принимают противоположным ускорению. Следовательно, направление вектора $F_{ин}$ на рис. 9 верно только для замедленного движения поезда.

2. Отзыв к.т.н., доцента, генерального директора ЗАО «НТЦ «ПРИВОД-Н» **Киреева А.В.** Замечания: **1.** В работе не конкретизированы предложения по экономии топливно-энергетических ресурсов с учетом расхода на вспомогательные нужды. **2.** Автор в четвертой главе рассматривает повышение энергетической эффективности автономной тяги за счет перехода к модульным силовым энергетическим установкам на примере шестиосного локомотива (рис. 11), а в пятой главе рассматривает применение микро-ГТУ на примере четырехосного локомотива (рис. 16), при таком подходе сложно оценить эффективности применения микро-ГТУ для повышения энергетической эффективности локомотива. **3.** Во втором пункте заключения указано «*2 Выделен и оценен вклад каждого из элементов системы преобразования энергии в конечные показатели энергетической эффективности – КИМ и КПД тепловоза.*», однако в тексте автореферата не дана количественная и качественная оценки вклада элементов

в конечные показатели энергетической эффективности, а также не указаны диапазоны изменения данных показателей отдельно для каждого элемента.

3. Отзыв начальника Северо-Кавказской Дирекции тяги – филиала ОАО «РЖД» Попова Д.В. Замечания: **1.** Имеются погрешности редакционного характера. **2.** В анализе энергоэффективности грузовых магистральных локомотивов не отражена зависимость от типа вагонов в составе поезда (цистерны, платформы и т.д.)

4. Отзыв д.ф.-м.н., научного руководителя лаборатории «Вычислительная механика» ФГБОУ ВО «Брянский государственный технический университет», доктора физико-математических наук, профессора **Погорелова Д.Ю.** и к.т.н, доцента кафедры «Подвижной состав железных дорог» ФГБОУ ВО БГТУ **Симонова В.А.** Замечания: **1.** Во второй главе автор производит исследование энергетической эффективности тепловоза на основании следующих параметров: линейное напряжение на выходе генератора и действующее значение фазного тока на выходе генератора. Но автор не приводит осциллограмм этих сигналов, полученных с МПСУ-ТП. **2.** Во второй главе автор указывает, что исследование энергетической эффективности основано на записях мгновенных значений. Система МПСУ-ТП регистрирует основные параметры с частотой 1 Гц, поэтому применение термина мгновенных значений не совсем корректно.

5. Отзыв к.т.н, старшего научного сотрудника ООО НПП «Донские технологии» **Рыжкова А.В.** Замечания: **1.** В автореферате нет информации о параметрах и характеристиках выбранного силового оборудования, позволяющего реализовать предлагаемые в работе технические решения по повышению энергетической эффективности локомотивов (грузовых магистральных тепловозов). **2.** В пятой главе целесообразно было бы более подробно рассмотреть вопрос о выборе мощности и энергетических параметров электроэнергетической установки на базе микро-ГТУ, оценить возможность применения накопителей электроэнергии различных типов. **3.** В автореферате на рис. 4 и 11 плохо читаются текстовые обозначения.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации, согласно «Положению о присуждении ученых степеней», обоснован достижением ими ряда значимых результатов в рассматриваемой области исследований, их непосредственной причастностью к специальности, по которой происходила защита диссертации, публикационной активностью, наличием опыта работы в области создания новой транспортной техники и подготовки научных кадров, наличием соответствующих ученых степеней.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

- **разработаны:** расчетный метод, позволяющий находить полезную работу, совершаемую автономным грузовым магистральным локомотивом с электрической передачей мощности и поосным регулированием силы тяги в реальных условиях движения и тем самым получать объективную основу для оценки энергетической эффективности автономных локомотивов; модульная структура силовой энергетической установки автономного грузового магистрального локомотива;

- **предложены:** качественные и количественные результаты обработки массивов записей бортовых регистраторов, которые позволили выделить и оценить вклад каждого из элементов системы преобразования энергии в конечные показатели энергетической эффективности – коэффициент использования мощности и

коэффициент полезного действия тепловоза; зависимости (в виде таблиц и гистограмм), показывающие распределение потребляемой энергии от коэффициента использования мощности в различных режимах движения; характеристики энергетической эффективности автономных грузовых магистральных локомотивов с электрической передачей мощности переменного-постоянного тока и поосным регулированием силы тяги в различных условиях эксплуатации в зависимости от веса поезда, профиля участка пути и условий движения; инновационный способ повышения энергетической эффективности за счет перехода к модульным силовым установкам, основанный на принципе приведения мгновенной мощности, генерируемой силовой установкой, в соответствие с полезной мощностью локомотива, необходимой на тягу поезда, путем отключения/подключения отдельных модулей;

- **доказаны:** корректность и информативность расчетных моделей; возможность использования методологического аппарата диссертационного исследования структурными подразделениями ОАО «РЖД» и проектно-конструкторскими организациями при подготовке, оценке и реализации мероприятий по повышению энергетической эффективности локомотивной тяги;

- **введены** понятия: «баланс сил», «баланс мощностей», «энергетический баланс», «мощность сил инерции».

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

- **доказана:** необходимость разработки способа повышения энергетической эффективности за счет перехода к модульным силовым установкам, основанный на принципе приведения мгновенной мощности, генерируемой силовой установкой, в соответствие с полезной мощностью локомотива, необходимой на тягу поезда, путем отключения/подключения отдельных модулей; возможность повышения энергетической эффективности автономных магистральных локомотивов за счет предлагаемого способа;

- **применительно к проблематике диссертации результативно использованы:** существующие методы статистической обработки, расчета и моделирования с применением специализированных программных комплексов, теория локомотивной тяги, структурный анализ, системы аналитических вычислений;

- **изложены:** расчетный метод, позволяющий определить полезную работу, совершаемую тепловозом на тягу поезда в реальных условиях движения и тем самым получать объективную основу для оценки энергетической эффективности тепловозной тяги; научно-технические предложения по повышению энергетической эффективности магистральных автономных локомотивов за счет перехода к модульным силовым установкам; результаты сравнительного анализа моторесурса моно-блочной и модульной силовой энергетической установки подтверждающего, что при прочих равных условиях ресурс модульной силовой энергетической установки не уменьшается;

- **раскрыты:** особенности и перспективы дальнейшей разработки темы диссертационного исследования, которые связаны с повышением энергетической эффективности автономной локомотивной тяги путем перехода к модульным силовым энергетическим установкам;

- **изучены:** вопросы развития методов повышения энергетической эффективности тепловозной тяги, которые требуют разработки теоретико-методологических и практических рекомендаций по совершенствованию конструкции тягового подвижного состава, направленных на стабилизацию мгновенных значений коэффициента полезного действия тепловоза при работе с неполной нагрузкой на уровне его номинального значения, имеющего место при полной нагрузке;

- **проведена модернизация** тяговой системы автономного локомотива, позволяющая реализовать предлагаемый способ повышения энергетической эффективности.

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

- **разработаны и внедрены:** рекомендации по использованию результатов научных исследований в работе Северо-Кавказской Дирекции тяги – филиала ОАО «РЖД» и ОП ООО «ТМХ-Инжиниринг», что подтверждается актами внедрения. Результаты диссертации используются в учебном процессе при разработке учебно-методических комплексов для студентов по дисциплинам: «Теория тяги поездов», «Математическое моделирование систем подвижного состава», «Подвижной состав и тяга поездов», «Спецкурс (на основе профессионального стандарта)», в научно-исследовательской работе ФГБОУ ВО «Ростовский государственный университет путей сообщения». Также результаты исследования были использованы при выполнении научно-исследовательской работы по заказу Министерства образования и науки РФ и при выполнении гранта Российского научного фонда;

- **определены** перспективы использования научно-технических предложений по повышению энергетической эффективности магистральных автономных локомотивов структурными подразделениями ОАО «РЖД» и проектно-конструкторскими организациями;

- **представлены** направления дальнейшего развития научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ по внедрению силовых энергетических установок нового типа (энергетического кластера на основе газовых микротурбин) на автономном тяговом подвижном составе.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

- **для экспериментальных работ** результаты получены с использованием официальных статистических данных, научных трудов российских ученых, методов статистического анализа, публикаций специалистов железнодорожного транспорта, посвященных проблемам повышения энергетической эффективности тягового подвижного состава. Использованы цифровые средства обработки информации и математического моделирования в среде программных комплексов «Универсальный механизм» и Matlab Simulink;

- **теоретические методы и подходы** построены на известных, проверяемых данных и фактах, согласуются с ранее опубликованными источниками по теме диссертации;

- **идея базируется:** на анализе практики и технологий в области повышения энергетической эффективности локомотивной тяги, результатах обработки массивов записей бортовых регистраторов локомотивов;

- **использованы** методы статистической обработки больших массивов экспериментальных данных, теории локомотивной тяги, структурного анализа и имитационного компьютерного моделирования.

Личный вклад соискателя состоит в:

- получении характеристик энергетической эффективности автономных грузовых магистральных локомотивов в различных условиях эксплуатации в зависимости от веса поезда, профиля участка пути и условий движения; качественных и количественных результатов обработки массивов записей бортовых регистраторов; зависимостей (в виде таблиц и гистограмм), показывающих распределение потребляемой энергии от КИМ в различных режимах движения;

- разработке способа повышения энергетической эффективности за счет перехода к модульным силовым установкам, основанного на принципе приведения мгновенной мощности, генерируемой силовой установкой, в соответствие с полезной мощностью локомотива, необходимой на тягу поезда;

- обосновании модульной структуры силовой энергетической установки автономного грузового магистрального локомотива, позволяющей реализовать предлагаемый способ повышения энергетической эффективности;

- формулировании предложений по дальнейшему развитию научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ по внедрению силовых энергоустановок нового типа на автономном тяговом подвижном составе.

- подготовке основных публикаций по выполненной работе и апробации полученных результатов исследования на международных, всероссийских, национальных и отраслевых симпозиумах и конференциях.

Диссертация охватывает основные вопросы поставленных научных задач, обладает внутренним единством, что подтверждается корректной постановкой цели и задач исследований; содержит новые научные результаты, а также свидетельства личного вклада автора в науку.

На заседании 23 сентября 2019 года диссертационный совет пришел к выводу о том, что диссертация Талахадзе Темура Зурабовича представляет собой законченную научно-квалификационную работу, в которой изложены новые научно обоснованные технические решения, заключающиеся в разработке и совершенствовании теоретических и практических рекомендаций по повышению энергетической эффективности магистральных автономных локомотивов за счет перехода к модульным силовым установкам, соответствует требованиям п. 9-14 «Положения о присуждении ученых степеней» постановления Правительства РФ от 24.09.2013 № 842 (ред. от 02.08.2016) к кандидатским диссертациям, и принял решение присудить Талахадзе Темуру Зурабовичу ученую степень кандидата технических наук по специальности 05.22.07 – «Подвижной состав железных дорог, тяга поездов и электрификация».

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 17 человек, из них 8 докторов наук по профилю рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 21 человека, входящего в состав совета, проголосовали: за – 17, против – 0, недействительных бюллетеней – 0.

Заместитель председателя диссертационного
совета Д 218.010.01
д.т.н., профессор



Жарков Юрий Иванович

Ученый секретарь диссертационного
совета Д 218.010.01
д.т.н., профессор

Соломин Владимир Александрович

«23» сентября 2019 г.