

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА 44.2.003.01,  
созданного на базе федерального государственного бюджетного  
образовательного учреждения высшего образования  
«Омский государственный университет путей сообщения»,  
по диссертации на соискание ученой степени доктора наук**

аттестационное дело № \_\_\_\_\_

решение диссертационного совета от 20 февраля 2024 г., протокол № 332/1

О присуждении Незеваку Владиславу Леонидовичу, гражданину Российской Федерации, ученой степени доктора технических наук.

Диссертация «Разработка научных основ построения систем накопления электрической энергии в тяговом электроснабжении» по специальности 2.9.3. Подвижной состав железных дорог, тяга поездов и электрификация принята к защите 31 октября 2023 г., протокол № 330/4 диссертационным советом 44.2.003.01, созданным на базе федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Омский государственный университет путей сообщения» Федерального агентства железнодорожного транспорта, 644046, г. Омск, пр. Маркса, 35, в соответствии с приказами Федеральной службы по надзору в сфере образования и науки от 11 апреля 2008 г. № 737-484, Министерства образования и науки Российской Федерации от 11 апреля 2012 г. № 105/нк, Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 03 июня 2021 г. № 561/нк, от 15 декабря 2021 г. № 1366/нк и от 14 февраля 2023 г. № 255/нк.

Соискатель Незевак Владислав Леонидович, 1975 года рождения, диссертацию на соискание ученой степени кандидата технических наук «Оптимизация взаимодействия железных дорог с энергоснабжающими организациями (на примере Западно-Сибирской железной дороги)» защитил в 2000 году в диссертационном совете при государственном образовательном учреждении высшего профессионального образования «Омский государственный университет путей сообщения».

Работает доцентом на кафедре «Электроснабжение железнодорожного транспорта» в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Омский государственный университет путей сообщения» Федерального агентства железнодорожного транспорта Министерства транспорта Российской Федерации.

Диссертация выполнена на кафедре «Электроснабжение железнодорожного транспорта» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Омский государственный университет путей сообщения» Федерального агентства железнодорожного транспорта Министерства транспорта Российской Федерации.

Официальные оппоненты:

– Бурков Анатолий Трофимович – доктор технических наук, профессор, профессор кафедры «Электроснабжение железных дорог» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I»;

– Крюков Андрей Васильевич – доктор технических наук, профессор, профессор кафедры «Электроэнергетика транспорта» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Иркутский государственный университет путей сообщения»;

– Шевлюгин Максим Валерьевич – доктор технических наук, доцент, заведующий кафедрой «Электроэнергетика транспорта» федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Российский университет транспорта» дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Уральский государственный университет путей сообщения», г. Екатеринбург в своем положительном отзыве, подписанном Ковалевым Алексеем Анатольевичем, кандидатом технических наук, доцентом, заведующим кафедрой «Электроснабжение транспорта» и Аржанниковым Борисом Алексеевичем, доктором технических наук, профессором, профессором кафедры «Электроснабжение транспорта» и утвержденном проректором по научной работе, кандидатом технических наук, доцентом Бушуевым Сергеем Валентиновичем, указала, что диссертация является научно-квалификационной работой, в которой изложены новые научно обоснованные технические и технологические решения и разработки, позволяющие обеспечить повышение нагрузочной способности и энергетической эффективности систем тягового электроснабжения, внедрение которых вносит значительный вклад в развитие страны. По степени научной новизны, объему выполненных исследований и их практической ценности работа соответствует критериям, которым должна

отвечать диссертация на соискание ученой степени доктора наук, установленным «Положением о присуждении ученых степеней», утвержденным постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 № 842, а ее автор заслуживает присуждения ученой степени доктора технических наук по специальности 2.9.3. Подвижной состав железных дорог, тяга поездов и электрификация.

Соискатель имеет 77 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации опубликовано 77 работ, из них 31 статья в рецензируемых научных изданиях, рекомендованных ВАК при Минобрнауки России, 12 работ в изданиях, индексируемых в международных реферативных базах данных и системах цитирования Scopus и Web of Science, девять патентов РФ на полезные модели и восемь патентов РФ на изобретения, три свидетельства РФ о государственной регистрации программ для ЭВМ.

В диссертации отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных соискателем работах, в которых изложены основные научные результаты диссертации.

Общий объём публикаций – 31,5 п.л., в т.ч. авторских 15,1 п. л.; в т. ч. опубликованных в ведущих рецензируемых научных журналах и изданиях, рекомендованных ВАК при Минобрнауки России, – 14,5 п. л., в т. ч. авторских – 7,9 п. л.; в материалах международных и всероссийских научных конференций – 14,7 п. л., в т. ч. авторских – 7,1 п. л.

Наиболее значимые работы по теме диссертации:

1. Незевак, В. Л. Оптимизация графика движения поездов по критерию расхода электрической энергии на тягу на участках железных дорог в условиях применения рекуперативного торможения / В. Л. Незевак, А. П. Шатохин, О. В. Гателюк. – Текст : непосредственный // Известия Транссиба. – 2015. – № 1 (21). – С. 59–69.

2. Черемисин, В. Т. Повышение энергетической эффективности системы тягового электроснабжения в условиях работы постов секционирования с накопителями электрической энергии / В. Т. Черемисин, В. Л. Незевак, А. П. Шатохин. Текст непосредственный // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. – 2015. – Т. 326. – № 10. – С. 54–64.

3. Незевак, В. Л. Совершенствование способа определения энергетических показателей движения поезда и системы тягового электроснабжения / А. С. Вильгельм, В. Л. Незевак. Текст

непосредственный // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Энергетика. – 2016. – Т. 16. – № 3. – С. 32–40.

4. Черемисин, В. Т. Характеристики профилей пути на электрифицированных участках железных дорог в аспекте классификации типов / В. Т. Черемисин, В. Л. Незевак, А. Е. Перестенко. – Текст непосредственный // Вестник Ростовского государственного университета путей сообщения. – 2017. – № 2 (66). – С. 118–128.

5. Незевак, В. Л. Характеристика тяговой нагрузки для определения параметров накопителя электрической энергии / В. Л. Незевак, А. П. Шатохин. – Текст : непосредственный // Мир транспорта. – 2018. – Т. 16. – № 2 (75). – С. 84–94.

6. Незевак, В. Л. Анализ данных измерений в системе тягового электроснабжения постоянного тока с неуправляемыми выпрямителями / О. В. Гателюк, В. Л. Незевак, В. В. Эрбес. – Текст : непосредственный // Электротехника. – 2018. – № 12. – С. 66–72.

7. Незевак, В. Л. Моделирование процессов электропотребления на тягу при изменении параметров графика движения поездов на электрифицированных участках с III и IV типом профиля пути / В. Л. Незевак. – Текст : непосредственный // Современные технологии. Системный анализ. Моделирование. – 2019. – № 1 (61). – С. 156–166.

8. Черемисин, В. Т. Эффективность применения систем накопления электроэнергии на Московском центральном кольце / В. Т. Черемисин, В. Л. Незевак. DOI:10.30932/1992-3252-2019-17-5-58-77. Текст непосредственный // Мир транспорта. – 2019. – Т. 17, № 5(84). – С. 58–77.

9. Незевак, В. Л. Имитационная модель системы тягового электроснабжения для определения энергетических показателей в условиях работы систем накопления электроэнергии / В. Л. Незевак. – Текст непосредственный // Современные технологии. Системный анализ. Моделирование. – 2020. – № 3 (67). – С. 70–80.

10. Незевак, В. Л. Сравнение вариантов применения накопителей электроэнергии в системе тягового электроснабжения и на электроподвижном составе / В. Л. Незевак. – Текст : непосредственный // Транспорт: наука, техника, управление. Научный информационный сборник. – 2020. – № 9. – С. 17–23.

11. Незевак, В. Л. Условия работы системы накопления электроэнергии в тяговом электроснабжении постоянного тока однопутных участков железных

дорог / В. Л. Незевак. – Текст : непосредственный // Вестник научно-исследовательского института железнодорожного транспорта. – 2021. – Т. 80. – № 4. – С. 216–224.

12. Незевак, В. Л. Повышение эффективности рекуперации путем применения систем накопления электроэнергии для собственных нужд тяговых подстанций / В. Л. Незевак. – Текст : непосредственный // Мир транспорта. – 2021. – Т. 19. – № 3(94). – С. 82–95.

На диссертацию и автореферат поступили отзывы, размещенные на официальном сайте ОмГУПС, все они положительные.

Отзывы на диссертацию:

1. Отзыв федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Омский государственный университет путей сообщения», оформленный в виде заключения организации, в которой выполнена диссертационная работа, подписанный председательствующим на заседании постоянно действующего научно-технического семинара университета, заведующим кафедрой «Теоретическая электротехника», доктором технических наук, профессором А. А. Кузнецовым и ученым секретарем семинара, кандидатом технических наук, доцентом П. К. Шкодуном, утвержденный и. о. ректора, доктором технических наук, доцентом С. М. Овчаренко. Замечаний нет.

2. Отзыв ведущей организации федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Уральский государственный университет путей сообщения», подписанный заведующим кафедрой «Электроснабжение транспорта», кандидатом технических наук, доцентом А. А. Ковалевым; профессором кафедры «Электроснабжение транспорта», доктором технических наук, профессором Б. А. Аржанниковым и утвержденный проректором по научной работе, кандидатом технических наук, доцентом С. В. Бушуевым. Замечания: 1) В формуле 2.3 (стр. 62) описаны потери электроэнергии в СТЭ постоянного тока, входящие в электропотребление на тягу. Осталось неясным учтены ли потери в регулирующих устройствах преобразовательных трансформаторах, применяемых на ТП; 2) Согласно ГОСТ 32895-2014 система (тягового железнодорожного) электроснабжения постоянного тока (напряжением) равна 3 кВ. На рисунке 2.1 (а) (стр. 60) в наименовании указано «для систем тягового электроснабжения постоянного тока напряжением 3,3 кВ». Такое же описание и на стр. 61, 107; 3) Некоторые рисунки в главах 2, 4, 5, 6 и 7 глав имеют низкое

качество, из чего возникают затруднения с его прочтением; 4) При выполнении сравнительной оценки по техническому результату для базового варианта (стр. 407 п. 8.7) осталось неясным при каком уровне стабилизации напряжения системой БАРН выполнялись расчеты нагрузочной способности СТЭ. Изменение уровня стабилизации напряжения системой БАРН на шинах тяговой подстанции также не учитывалось при сравнении расчетов пропускной способности; 5) В чем недостаток регулирования напряжения системой БАРН, раз рекомендуется применение накопителей на Свердловской железной дороге?

3. Отзыв официального оппонента Буркова Анатолия Трофимовича, доктора технических наук, профессора, профессора кафедры «Электроснабжение железных дорог» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I». Замечания: 1) Диссертационная работа перегружена включенными в нее материалами исследований автора данной работы и другими исследователями. Диссертация превышает достаточный объем для обоснования вклада автора в науку и практику. Так, в первой и второй главах, изложенных на 100 страницах текста (20% объема диссертационной работы), излишне детально описаны общие направления совершенствования и усиления устройств тягового электроснабжения, а также известные схемы замещения, используемые для имитационного моделирования; 2) В рукописи в ряде разделов использована терминология, отличающаяся от общепринятой в информационных технологиях. Например, «способ расчета» вместо «алгоритм расчета» и т.д., в том числе, в основных положениях, выносимых на защиту. В этих понятиях отсутствует логика как наука о законах и формах мышления; 3) Литературный стиль некоторых научных положений автора теряет такие логические качества как доказательность, достоверность, логичность, связность, точность. Например, очень часто используется такое выражение: «система накопления ... в системах тягового электроснабжения». Или: «Целью диссертационной работы является... места размещения с целью повышения...». Встречаются целые параграфы, в которых нарушена логическая структура мыслей и искажен фонд научных понятий, что затрудняет чтение и понимание основной мысли автора работы. От этого снижается оценка структуры научной работы, точность логической соподчиненности частей текста, например, параллельное описание систем накопления электрической энергии электротяговой сети постоянного и однофазного переменного тока;

4) Графическая часть диссертационной работы содержит значительное количество временных зависимостей электрических показателей простейших элементов электроэнергетических устройств, но отсутствуют совмещенные временные диаграммы, характеризующие совместную работу силовых цепей тягового электроснабжения и устройств накопления для характерных режимов и профилей пути. Это не позволяет верифицировать результаты моделирования; 5) Имеются другие, менее значительные недостатки в содержании и оформлении диссертации, о которых указано автору в личной беседе.

4. Отзыв официального оппонента Крюкова Андрея Васильевича, доктора технических наук, профессора, профессора кафедры «Электроэнергетика транспорта» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Иркутский государственный университет путей сообщения». Замечания: 1) В разделе 3 (п. 3.2, 3.5, с. 122, с. 153) рассмотрено влияние параметров графика движения поездов на энергетические показатели системы тягового электроснабжения. Представленные в этом разделе результаты могут использоваться для оценки энергетических показателей при реализации интервального движения поездов, но в явном виде это не представлено; 2) При определении мест размещения накопителей электроэнергии в СТЭ не рассмотрена перспективная система тягового электроснабжения переменного тока 94 кВ (раздел 4, п. 4.4, с. 197); 3) В разделе 5 (п. 5.1, с. 203) при анализе влияния удельного веса видов грузового и пассажирского движения не учитывается смешанное движение с использованием локомотивов на автономной тяге; 4) Для обработки результатов исследований автором разработаны программы анализа, реализованные в среде Excel на алгоритмическом языке VBA (Basic) (раздел 5, п. 5.1.1, с. 214), при этом нет обоснования причин отказа от стандартных пакетов; 5) В разделе 5, п. 5.3, с. 259 показано, что работа систем накопления электроэнергии приводит к увеличению коэффициента загрузки, однако, не описано, в каких случаях возможно его снижение; 6) При статистическом анализе продолжительности работы систем накопления не учтены технологические окна, которые могут повлиять на указанную продолжительность (раздел 5, пп. 5.1.3., с. 237); 7) При разработке математической модели определения параметров гибридной системы накопления электроэнергии на тяговых подстанциях (раздел 5, п. 5.4, с. 271) не рассмотрены тепловые процессы; 8) Результаты имитационного и физического

моделирования позволяют считать активную топологию наиболее эффективной для решения задач стабилизации напряжения и выравнивания графика нагрузки (раздел 6, п. 6.4, с. 310). Пассивная топология является менее затратной и ее можно рассматривать для решения целого ряда задач, однако этот вопрос в диссертации не рассмотрен; 9) В разделе 8 (п. 8.2, с. 408) выполнен расчет срока окупаемости. Однако, при его определении не учтены затраты, связанные с отказом отдельных элементов накопителя электроэнергии.

5. Отзыв официального оппонента Шевлюгина Максима Валерьевича, доктора технических наук, доцента, заведующего кафедрой «Электроэнергетика транспорта» федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Российский университет транспорта». Замечания: 1) При рассмотрении задач, стоящих перед накопителями электроэнергии в цифровых системах тягового электроснабжения (с. 54, гл. 1), следует рассматривать широкий перечень эффектов, включая повышение качества электроэнергии, не ограничиваясь эффектами от решения поставленных в диссертации задач; 2) В общем виде при определении технических потерь в выражениях (2.3) и (2.4) (с. 62, гл. 2) следует учитывать и другое оборудование для усиления систем тягового электроснабжения, например, вольт-добавочные устройства или др.; 3) В предлагаемой методике определения параметров систем накопления электроэнергии (с. 198, гл. 3) ресурс работы накопителей электроэнергии оценивается на основе результатов показателей работы устройств. Непонятно, следует ли в данном случае учитывать присущие различным видам систем и накопителей электроэнергии характеристики, например, время отклика и др.?. 4) При рассмотрении влияния на работу систем накопления электроэнергии параметров инфраструктуры рассмотрены условия для двух- и однопутных участков (гл.5). В работе не рассмотрены о том, повлияет ли на работу систем накопления электроэнергии увеличение главных путей на участках железных дорог до трех и более путей; 5) При определении параметров гибридной системы накопления электроэнергии рассматривается устройство, состоящее из аккумулятора и суперконденсатора (с. 262, гл. 5). Не рассмотрено решение задачи для других комбинаций накопителей, например, с учетом устройств гравитационного или кинетического типа; 6) В работе (гл. 7) показано влияние пороговых напряжений смены режимов для системы накопления электроэнергии на пропускную и провозную способность участка железной дороги. Не рассмотрен вопрос о том, как и по какому алгоритму следует

изменять данные уставки; 7) При рассмотрении вопросов циклируемости (с. 396, гл. 8) показано какие технологии хранения энергии являются предпочтительными по данному показателю. Однако, при рассмотрении потенциального технико-экономического эффекта рассматривается только накопитель электрохимического типа, при этом замена вида накопителя может повлиять на сроки окупаемости.

Отзывы на автореферат (приводятся в редакции авторов отзывов):

1. Отзыв доктора технических наук, профессора, профессора кафедры «Системы электроснабжения» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Дальневосточный государственный университет путей сообщения» Ли Валерия Николаевича. Замечания: 1) Не показано каковы критерии по применению либо аккумуляторных батарей, либо конденсаторных, либо их совместное применение; 2) Не понятно, решались ли вопросы усиления сечения контактной подвески в связи с увеличением электропотребления и нужно ли заниматься такой проблемой в условиях применения накопителей электроэнергии.

2. Отзыв доктора технических наук, доцента, профессора кафедры гидроэнергетики и возобновляемых источников энергии федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский университет "МЭИ"» Сулова Константина Витальевича. Замечания: 1) В автореферате на стр. 16 указывается на диапазоны изменения объемов электроэнергии при изменении параметра  $x_i$ . Непонятно, в данном случае речь идет о коэффициентах интенсивности для оценки пакетной части графика движения? 2) При построении зарядной характеристики СНЭЭ учитывается нагрузочная характеристика контактной сети без учета энергии рекуперации (стр. 21). Как повлияет учет энергии рекуперации на зарядную характеристику СНЭЭ?

3. Отзыв заместителя начальника дороги по Новосибирскому территориальному управлению Западно-Сибирской железной дороги – филиала ОАО «РЖД», кандидата технических наук Дербилова Евгения Михайловича. Замечания: 1) В автореферате на с. 12 указано, что метод имитационного моделирования основан на расчетном графике движения и схемах пропуска поездов, однако, из текста непонятно, требуется ли изменение метода при изменении расчетного графика или схем пропуска поездов? 2) При сравнении показателей для различных вариантов электротяговой нагрузки используется коэффициент приращения требующейся мощности для снижения минимального

межпоездного интервала (с. 21). Из текста непонятно, как в данном случае отсутствие рекуперативного торможения может оказать влияние на зарядную характеристику? 3) В таблице 3 (с. 33) приведены результаты определения параметров систем накопления электроэнергии для грузового движения. В тексте автореферата не отмечено, окажет ли влияние на указанные параметры изменение таких факторов, как масса поезда и скорость движения поездов?

4. Отзыв доктора технических наук, доцента, профессора кафедры «Электрическая тяга» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I» Колпахчяна Павла Григорьевича. Замечания: 1) Из приведенных в автореферате материалов не ясно, использовались ли для анализа оценки влияния электротяговой нагрузки и условий ее формирования на энергетические показатели системы тягового электроснабжения данные реальной статистики движения поездов или только расчетные данные? 2) В автореферате диссертации нет сведений о схемных решениях преобразователей, используемых в системах накопления электроэнергии, параметрах, входящих в их состав трансформаторов, которые используются для определения схем замещения. Это затрудняет анализ предоставленных результатов; 3) Как следует из материалов, приведенных в автореферате, анализ эффективности применения систем накопления электроэнергии в системе тягового электроснабжения проводился с учетом существующего парка локомотивов с системами рекуперативного торможения на базе выпрямительно-инверторных преобразователей. Целесообразно было бы рассмотреть вопрос о том, насколько изменятся показатели эффективности применения накопителей электроэнергии при переходе к подвижному составу с бесколлекторными тяговыми двигателями, использующих преобразователи нового поколения? 4) Плохо читается надпись на рисунках 13 и 14.

5. Отзыв доктора технических наук, профессора, заведующего кафедрой «Электрическая техника» федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Омский государственный технический университет» Бубнова Алексея Владимировича. Замечания: 1) При рассмотрении задачи выбора параметров СНЭЭ для развития систем тягового электроснабжения указывается на то, что уровень напряжения на шинах объектов является одним из ключевых показателей (стр. 10 автореферата). Почему не отмечены другие показатели (перегрузка оборудования, показатели графика

нагрузки и др.)? 2) При решении задачи по определению параметров СНЭЭ (стр. 25 автореферата) отмечается, что применение рекуперативного торможения может приводить к увеличению номинальной энергоемкости, при этом результаты приведены для начальной степени заряженности на уровне 75 %. Будет ли оказывать начальная степень заряженности влияние на данный вывод?

6. Отзыв начальника технического отдела Трансэнерго – филиала ОАО «РЖД», кандидата технических наук Карабанова Максима Александровича. Замечания: 1) На стр. 28 автореферата указано, что мощность заряда может многократно превышать мощность разряда применительно к собственным нуждам тяговых подстанций постоянного тока? Из текста непонятно, чем обусловлено данное превышение? 2) В соответствии с полученными результатами утверждается, что стационарное применение СНЭЭ имеет ряд преимуществ перед бортовыми на грузовых локомотивах (стр. 34). Указанный вывод справедлив для малодеятельных участков?

7. Отзыв заведующего кафедрой электропривода и автоматизации промышленных установок федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Новосибирский государственный технический университет», кандидата технических наук, доцента Котина Дениса Алексеевича и кандидата технических наук, доцента кафедры электропривода и автоматизации промышленных установок «Новосибирского государственного технического университета» Домахина Евгения Александровича. Замечания: 1) В автореферате диссертационной работы отсутствуют рекомендации к выбору топологии силовых схем преобразователей, применяемых в СНЭ тягового электроснабжения. А также не указаны критерии определения уставок релейной системы автоматического управления СНЭ. 2) В автореферате не представлена структурная схема системы автоматического управления СНЭ для нужд тягового электроснабжения. Какое преимущество видит автор диссертационной работы в релейных регуляторах напряжения по сравнению с динамическими (непрерывными) регуляторами? 3) Как по мнению автора применение разработанных СНЭ тягового электроснабжения повлияет на организацию расписания движения поездов на выбранном участке железной дороги? Может ли автор сформулировать общие рекомендации к составлению расписания движения электропоездов при наличии СНЭ в системе тягового электроснабжения? 4) Для оценки энергопотребления на тягу для различных

участков и профилей железнодорожного пути автором были применены методы искусственного интеллекта. Какая глубина статистического анализа и исходных данных была использована автором, и достаточна ли она для полученных в диссертационной работе выводов по энергопотреблению?

8. Отзыв доктора технических наук, доцента, профессора образовательного кластера «Институт высоких технологий» федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Балтийский федеральный университет им. Иммануила Канта» Чижмы Сергея Николаевича. Замечания: 1) В п. 4. на стр. 21 автореферата указывается на преобладание заряда или разряда в графике степени заряженности. Как это может повлиять на определение энергоемкости? 2) Построение зарядных характеристик (рис. 12, стр. 26) для системы накопления электроэнергии зависит от вида направления движения поездов. Указанные результаты получены для наиболее тяжелых расчетных режимов движения поездов?

9. Отзыв заведующей кафедрой «Автоматизированные системы электроснабжения» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Ростовский государственный университет путей сообщения», кандидата технических наук, доцента Заруцкой Татьяны Алексеевны и доктора технических наук, профессора, профессора кафедры «Автоматизированные системы электроснабжения» Ростовского государственного университета путей сообщения Жаркова Юрия Ивановича. Замечания: 1) В автореферате на с. 13 указаны основные параметры, характеризующие график движения поездов и используемые в дальнейшем для оценки тягового электропотребления. Из текста непонятно, почему в качестве параметров для оценки тягового электропотребления не используется средний межпоездной интервал? 2) При выборе вариантов размещения систем накопления электроэнергии на объектах системы тягового электроснабжения на с. 21 предлагается учитывать энергетические показатели и укрупненные показатели стоимости устройств (мощности и энергоемкости). Учитываются ли здесь показатели работы систем накопления электроэнергии (динамика изменения степени заряженности, глубина разряда, циклируемость и др.)? 3) На стр. 34 в таблице 4 приведены результаты определения параметров систем накопления электроэнергии на участках постоянного тока. Приведенные значения являются унифицированными или они определяются на основе характеристик электротяговой нагрузки, особенности которых для тяговых

подстанций рассмотрены на примере выбора функций распределения (вторая глава)?

10. Отзыв доктора технических наук, профессора Политехнической школы федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Югорский государственный университет» Осипова Дмитрия Сергеевича. Замечания: 1) На стр. 26 автореферата приводятся результаты оценки энергоемкости СНЭЭ для условий МЦК. Не окажет ли влияния ограничение на энергоемкость СНЭЭ на эффективность работы устройства и эффективность рекуперации? 2) При сравнении энергоемкости и мощности СНЭЭ для систем тягового электроснабжения постоянного и переменного тока указывается (стр. 34 автореферата), что параметры устройств в удельном выражении будут сопоставимы. Вероятно, что в данном случае речь идет о расчетах на единицу длины межподстанционной зоны?

11. Отзыв доктора технических наук, ученого секретаря акционерного общества «Научно-исследовательский институт железнодорожного транспорта» (АО «ВНИИЖТ») Науменко Сергея Николаевича. Замечания: 1) Важнейшим показателем энергоэффективности систем тягового электроснабжения является удельный расход электроэнергии. В тексте автореферата не отражено влияние на него при использовании накопителей электроэнергии. 2) В формуле 17 не ясно как определяется  $R_{пр}$ .

Соискатель Незевак В. Л. дал аргументированные ответы на приведенные в отзывах вопросы и замечания.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается:

- 1) компетентностью в областях повышения эксплуатационных характеристик систем тягового электроснабжения, совершенствования тяговых и трансформаторных подстанций, тяговых сетей, включая накопители электроэнергии, улучшения эксплуатационных показателей систем тягового электроснабжения, устройств электроснабжения, повышающих пропускную способность железных дорог ученых, давших свое письменное согласие быть официальными оппонентами, наличием у них публикаций в данной сфере исследования в рецензируемых научных изданиях;
- 2) известными достижениями организации в области повышения эксплуатационных характеристик систем тягового электроснабжения и устройств электроснабжения, повышающих пропускную способность железных дорог, наличием профильной кафедры и компетентных специалистов, работающих в данной области исследования и способных определить научную и практическую ценность диссертации.

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

**разработана** новая научная концепция повышения эффективности систем тягового электроснабжения железных дорог с помощью накопителей электроэнергии на тяговых подстанциях и линейных устройствах контактной сети;

**предложен** нетрадиционный подход к определению параметров систем накопления электроэнергии для повышения нагрузочной способности устройств тягового электроснабжения;

**доказана** перспективность использования предложенных новых научно обоснованных технических и технологических решений и разработок, позволяющих обеспечить повышение нагрузочной способности и энергетической эффективности систем тягового электроснабжения;

**введены** новые технологические приемы и способы, повышающие точность и информативность результатов расчетов.

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

**доказаны** положения, вносящие вклад в расширение представлений о теоретических аспектах методологии усиления тягового электроснабжения посредством применения систем накопления электроэнергии для повышения пропускной и провозной способности железных дорог и энергетической эффективности перевозочного процесса;

**применительно к проблематике диссертации результативно** использованы методы расчета систем тягового электроснабжения, теории тяги поездов, математической статистики, планирования и обработки данных эксперимента, математического программирования, имитационного и физического моделирования, корреляционный и регрессионный анализ, аппарат искусственных нейронных сетей для моделирования процессов электропотребления и работы систем накопления электроэнергии в тяговых сетях;

**изложены** научно обоснованные методики оценки влияния параметров электротяговой нагрузки на электропотребление и потери электроэнергии в системе тягового электроснабжения, выбора мест размещения и определения параметров систем накопления электроэнергии в системе тягового электроснабжения постоянного и переменного тока;

**изучены** факторы, влияющие на энергетические и нагрузочные показатели устройств тягового электроснабжения, в том числе с учетом систем накопления электроэнергии.

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

**разработаны и внедрены** методики определения параметров литий-ионного накопителя электроэнергии и энергетических показателей системы тягового электроснабжения при работе накопителей электроэнергии с заданными ограничивающими параметрами; способы определения зарядной характеристики в зависимости от потерь напряжения в контактной сети (в ООО «Русэнергосбыт») и энергетических показателей системы тягового электроснабжения железной дороги (в Западно-Сибирской дирекции по энергообеспечению Трансэнерго – филиале ОАО «РЖД»), формирования зарядной характеристики и определения энергетических показателей системы тягового электроснабжения для оценки эффективности работы устройств накопления электроэнергии в системе тягового электроснабжения (в Свердловской дирекции по энергообеспечению Трансэнерго – филиале ОАО «РЖД»); технические решения в части применения гибридных систем накопления на постах секционирования переменного тока (в Красноярской дирекции по энергообеспечению Трансэнерго – филиале ОАО «РЖД»); методика определения параметров накопителей электрической энергии, проектируемых для систем тягового электроснабжения, и энергетических показателей системы тягового электроснабжения железной дороги (в ООО «ЦПТ ТМХ»); способы определения энергетических показателей системы тягового электроснабжения с устройствами накопления электроэнергии и зарядной характеристики (в ООО «Энергетик»), применение которых направлено на сокращение на 50 – 70 % затрат времени при проектировании систем накопления электрической энергии;

**определены** перспективы практического применения разработанных технических и технологических решений по построению систем накопления электроэнергии на тяговых подстанциях и постах секционирования контактной сети тягового электроснабжения;

**создана** система практических рекомендаций, направленных на повышение нагрузочной способности и энергетической эффективности тягового электроснабжения за счет применения систем накопления электроэнергии;

**представлены** способы и технические решения, обеспечивающие развитие систем тягового электроснабжения с использованием технологии хранения электроэнергии.

**Оценка достоверности результатов исследования выявила:**

**для экспериментальных работ** результаты получены на сертифицированном и поверенном оборудовании; достоверность результатов работы подтверждается экспериментальными исследованиями энергетических показателей тягового электроснабжения, практической реализацией и основана на положениях математической статистики и математического моделирования. Расхождения результатов математического и физического моделирования составляют не более 10 %;

**теория** построена на известных, проверяемых данных, которые согласуются с опубликованными материалами по теме диссертационной работы;

**идея базируется** на анализе практики проектирования и эксплуатации устройств тягового электроснабжения, совершенствовании способов определения энергетических показателей, на обобщении передового опыта моделирования работы систем накопления электроэнергии;

**использованы** основные выводы и результаты исследований российских и зарубежных ученых в области улучшения эксплуатационных показателей устройств тягового электроснабжения с помощью применения систем накопления электроэнергии;

**установлено,** что основные выводы и результаты диссертации, полученные автором в ходе исследования, не противоречат результатам, представленным в современных работах по проблемам повышения эффективности работы электроэнергетических систем с помощью технологий хранения электроэнергии, расширяют и дополняют работы других исследователей.

**Личный вклад соискателя состоит в:**

непосредственном участии автора в экспериментальных исследованиях, сборе и анализе данных на электроподвижном составе эксплуатируемого корпоративного парка и тяговых подстанциях Московской, Октябрьской, Свердловской и Западно-Сибирской железных дорог;

личном участии автора в обработке и интерпретации экспериментальных данных и расчетных параметров систем накопления электроэнергии;

непосредственном участии автора в апробации и внедрении разработанных технических и технологических решений построения систем накопления электроэнергии;

непосредственном участии автора в расширении классификации профилей пути для оценки энергетических затрат движения поезда на электрифицированных участках за счет учета дополнительных характеристик профиля пути;

личном участии автора в создании математических моделей процессов электропотребления на электрифицированных участках железных дорог, систем тягового электроснабжения с устройствами накопления электроэнергии;

непосредственном участии автора в разработке имитационной и физической моделей системы тягового электроснабжения с гибридными системами накопления электроэнергии;

непосредственном участии автора в разработке усовершенствованной методики определения параметров и мест размещения систем накопления электроэнергии;

непосредственном участии автора в подготовке основных публикаций по выполненной диссертационной работе.

**Рекомендации об использовании результатов диссертационного исследования:**

научным и проектным организациям, осуществляющим деятельность в области проектирования и разработки устройств тягового электроснабжения, – методики оценки влияния параметров электротяговой нагрузки на электропотребление и потери электроэнергии в системе тягового электроснабжения и выбора мест размещения и определения параметров систем накопления электроэнергии в системе тягового электроснабжения постоянного и переменного тока;

организациям, ведущим разработку и осуществляющим производство оборудования для систем тягового электроснабжения, – способы определения энергетических показателей системы тягового электроснабжения железной дороги и формирования зарядных характеристик систем накопления электроэнергии, технические решения в части применения гибридных систем накопления на постах секционирования контактной сети и на тяговых подстанциях постоянного и переменного тока;

предприятиям, осуществляющим монтаж и эксплуатацию систем тягового электроснабжения, – способы определения энергетических показателей системы тягового электроснабжения железной дороги и формирования зарядных характеристик систем накопления электроэнергии;

высшим учебным заведениям, осуществляющим подготовку инженеров по специальностям 23.05.05 «Системы обеспечения движения поездов» и 23.05.03 «Подвижной состав железных дорог», – методологию определения

параметров систем накопления электроэнергии в тяговом электроснабжении для применения в учебном процессе.

#### **Соответствие диссертации критериям Положения о присуждении ученых степеней (п. 10, п. 14)**

Диссертация написана автором самостоятельно, обладает внутренним единством, содержит новые научные результаты и свидетельствует о личном вкладе автора диссертации в науку.

В диссертации приводятся сведения о практическом использовании полученных автором научных результатов.

Предложенные автором решения аргументированы и оценены по сравнению с другими известными решениями.

В диссертации имеются ссылки на авторов, источники заимствования материалов и отдельных результатов. Отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных соискателем работах, в которых изложены основные научные результаты диссертации.

В диссертации соискателем отмечается использование результатов научных работ, выполненных лично и в соавторстве, имеются ссылки на соавторов.

#### **Оценка диссертации в соответствии с требованиями п. 9 Положения о присуждении ученых степеней**

Диссертация «Разработка научных основ построения систем накопления электрической энергии в тяговом электроснабжении» является научно-квалификационной работой, в которой изложены новые научно обоснованные технические и технологические решения, позволяющие обеспечивать повышение нагрузочной способности и энергетической эффективности систем тягового электроснабжения, внедрение которых вносит значительный вклад в развитие страны.

В ходе защиты диссертации были высказаны следующие критические замечания:

1. Как учитываются в методе выбора вида накопителя электроэнергии средняя степень заряженности, глубина заряда и количество циклов работы?
2. При проектировании системы накопления электроэнергии учитывалось ли техническое состояние подвижного состава?
3. Учитывается ли в расчетах снижение эффективности системы накопления электроэнергии с течением времени?

4. Разработана математическая модель гибридной системы накопления электроэнергии. Почему в модели используется именно аккумуляторная батарея и суперконденсатор?

5. В докладе указана разработка научных основ построения систем накопления электроэнергии. Сформулируйте новизну Вашего нового подхода.

6. Указан метод решения с применением искусственной нейронной сети с 12 влияющими факторами. Какие факторы включены?

7. Совместимы ли накопители на подвижном составе и на тяговой подстанции?

8. Как была выполнена проверка на адекватность аппроксимирующей функции? Какой критерий использовали?

Соискатель Незевак В. Л. ответил на заданные ему в ходе заседания вопросы и привел собственную аргументацию в ответах на высказанные замечания и рекомендации.

На заседании 20 февраля 2024 г. диссертационный совет принял решение: за новые научно обоснованные технические и технологические решения, внедрение которых вносит значительный вклад в развитие страны, присудить Незеваку В. Л. ученую степень доктора технических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 14 человек, из них 14 докторов наук по специальности рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 15 человек, входящих в состав совета, проголосовали за 13, против нет, недействительных бюллетеней – один.

**Председатель**

**диссертационного совета 44.2.003.01,  
доктор технических наук, профессор,  
Заслуженный деятель науки и  
техники РФ**



**Галиев Ильхам Исламович**

**Ученый секретарь**

**диссертационного совета 44.2.003.01,  
доктор технических наук,  
профессор**

**Кузнецов Андрей Альбертович**

20 февраля 2024 г.