

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 999.086.03 НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО
ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО
УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «КОМСОМОЛЬСКИЙ-НА-
АМУРЕ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ», ФЕДЕРАЛЬНОГО
ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО
УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ПУТЕЙ СООБЩЕНИЯ»,
ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«АМУРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ» ПО
ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ
УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК

Аттестационное дело № _____

Решение диссертационного совета от 17 сентября 2020 г. № 65

О присуждении Трофимович Полине Николаевне, гражданке Российской Федерации, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Повышение эффективности системы тягового электроснабжения переменного тока напряжением 25 кВ на основе встречного интервального регулирования» по специальности 05.09.03 – «Электротехнические комплексы и системы» принята к защите 21 февраля 2020 г., протокол № 49 диссертационным советом Д 999.086.03 на базе Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Комсомольский-на-Амуре государственный университет», Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Дальневосточный государственный университет путей сообщения», Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего

образования «Амурский государственный университет», 681013, г. Комсомольск-на-Амуре, пр. Ленина, д. 27, созданный приказом Министерства образования и науки Российской Федерации № 773/нк от 24 июня 2016 г.

Соискатель – Трофимович Полина Николаевна 1983 года рождения, в 2011 году окончила аспирантуру Федерального государственного образовательного учреждения высшего образования «Дальневосточный государственный университет путей сообщения». В настоящее время работает в должности старшего преподавателя кафедры «Электротехника, электроника и электромеханика» в Федеральном государственном бюджетном учреждении высшего образования «Дальневосточный государственный университет путей сообщения».

Диссертация выполнена на кафедре «Системы электроснабжения» Федерального государственного образовательного учреждения высшего образования «Дальневосточный государственный университет путей сообщения».

Научный руководитель – кандидат технических наук, доцент Григорьев Николай Потапович, профессор кафедры «Системы электроснабжения» Федерального государственного образовательного учреждения высшего образования «Дальневосточный государственный университет путей сообщения».

Официальные оппоненты:

Герман Леонид Абрамович, доктор технических наук, профессор, профессор кафедры «Техника и технологии железнодорожного транспорта» филиала федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Самарский государственный университет путей сообщения» в г. Нижний Новгороде;

Гринкруг Мирон Соломонович, кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой «Общая физика» федерального государственного

бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Комсомольский-на-Амуре государственный университет».

Представили положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация – Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования (ФГБОУ ВО) «Иркутский государственный университет путей сообщения».

В своем положительном отзыве, подписанном кандидатом технических наук, доцентом Тихомировым Владимиром Александровичем и доктором технических наук, профессором Крюковым Андреем Васильевичем и утвержденным доктором технических наук, профессором Лившицем Александром Валерьевичем, проректором по научной работе ФГБОУ ВО «Иркутский государственный университет путей сообщения», указано, что диссертация является законченной научно-квалификационной работой, выполненной на актуальную тему, направленную на решение сложной, стратегически важной задачи развития железных дорог России в области повышения эффективности работы системы тягового электроснабжения переменного тока напряжением 25 кВ, соответствует паспорту специальности 05.09.03 – Электротехнические комплексы и системы (технические науки) и удовлетворяет требованиям Положения о присуждении ученых степеней, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор, Трофимович Полина Николаевна, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук.

Соискатель имеет 19 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации 11 работ, из которых 4 статьи в изданиях, рекомендованных для публикаций Высшей аттестационной комиссией (ВАК) РФ, 1 – в издании, входящем в международную систему цитирования Scopus, 3 патента на изобретения. Общий объем публикаций по теме диссертации составляет 3,03 п.л., авторских – 1,1 п.л.; публикаций в ведущих рецензируемых научных журналах и изданиях, определенных ВАК РФ – 1,79 п.л., авторских – 0,6 п.л.

Наиболее значимые работы:

1. Vlasevsky, S. V. Opposing Regulation of Performance Factors in an Alternating-Current Traction Power-Supply System / S. V. Vlasevsky, N. P. Grigoriev and P. N. Trofimovich // Russian Electrical Engineering ISSN 1068-3712. Vol. 90, No. 7, 2019. – pp.522-525.

2. Григорьев Н.П., Давыдов Ю.А., Парфианович А.П., Трофимович П.Н. Снижение потерь электрической энергии в системе тягового электроснабжения переменного тока // Электротехнические системы и комплексы. – 2018. – № 4(41). – С. 36-40.

3. Власьевский, С.В. Григорьев, Н.П., Трофимович, П.Н. Встречное регулирование показателей работы в системе тягового электроснабжения переменного тока // Электротехника. – 2019. – № 7 –С. 50–53.

4. Григорьев, Н.П., Трофимович, П.Н. Повышение эффективности работы системы тягового электроснабжения устройствами продольной компенсации // Электромеханика. – 2019. – №3. – С. 64–68.

5. Патент на изобретение № 2694889 Российская Федерация, МПК H02B 5/00 (2006.01). Тяговая подстанция переменного тока : пат. Р.Ф. / Григорьев Н.П., Парфианович А.П., Трофимович П.Н.; заявитель и патентообладатель Дальневосточный гос. ун-т. путей сообщения. – № 2018114580 : заявл. 19.04.2018; опубл. 18.07.2019, Бюл. № 20. – 2 с. : ил.

6. Патент на изобретение № 2706634 Российская Федерация, МПК B60M 3/04 (2006.01). Устройство тяговой сети переменного тока : пат. Р.Ф. / Григорьев Н.П., Парфианович А.П., Трофимович П.Н.; заявитель и патентообладатель Дальневосточный гос. ун-т. путей сообщения. – № 2018135346 : заявл. 05.10.2018; опубл. 19.11.2019; Бюл. №32. – 2 с. : ил.

7. Патент на изобретение № 2710023 Российская Федерация, МПК H02N 7/045 (2006.01). Способ защиты силового трансформатора тяговых подстанций переменного тока от внутренних повреждений : пат. Р.Ф. / Григорьев Н.П., Дынькин Б.Е., Парфианович А.П., Трофимович П.Н.;

заявитель и патентообладатель АНО «Университет» – № 2018118911 : заявл. 22.05.2018; опубл. 24.12.2019, Бюл. № 36. – 2 с. : ил.

На диссертацию и автореферат поступили отзывы ведущей организации и официальных оппонентов (все положительные).

1. Отзыв ведущей организации – Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Иркутский государственный университет путей сообщения».

Отзыв положительный, подписан кандидатом технических наук, доцентом Тихомировым Владимиром Александровичем, заведующим кафедрой «Электроэнергетика транспорта» и доктором технических наук, профессором Крюковым Андреем Васильевичем, профессором кафедры «Электроэнергетика транспорта» и утвержденный проректором по научной работе ФГБОУ ВО «Иркутский государственный университет путей сообщения», доктором технических наук, профессором Лившицем Александром Валерьевичем.

Замечания: 1) Формулы (1.11) – (1.13) пригодны для определения потерь для одной мгновенной схемы, а полную картину можно получить только на основе моделирования движения поездов. Об этом в тексте работы не упоминается. 2) Одинаковые обозначения векторов для иллюстрации влияний активной и реактивной составляющих сопротивлений в разделе 2.1 затрудняют понимание. Падение напряжения на фазе обмотки трансформатора определяется в основном реактансом, а не активным сопротивлением, и векторы \dot{U}_1 и \dot{U}_2 не коллинеарны (рис. 2.2, формула (2.2)). 3) На рис. 2.12 для анализа выбрана подстанция второго типа по фазировке с инвертированием плеч питания. Об этом в тексте нет никаких пояснений. 4) Введение операторов поворота на с. 37 усложняет изложение. В формулах (2.13), (2.14) есть неточности в знаках, а формулах (2.15), (2.16) – лишние сомножители. 5) Утверждение о том, что наличие установок продольной

компенсации усугубляет проблему выравнивания напряжений по плечам питания, нуждается в дополнительном обосновании. б) В табл. 2.1 неточность: токи левого и правого плеч питания не должны совпадать по фазе.

2. Отзыв официального оппонента – доктора технических наук, профессора, профессора кафедры «Техника и технологии железнодорожного транспорта» филиала федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Самарский государственный университет путей сообщения» в г. Нижний Новгороде Германа Леонида Абрамовича.

Замечания: 1) В диссертации в расчетах УПК применяются формулы с $1/3$ от суммарного сопротивления трансформатора и системы внешнего электроснабжения (например, формула 16 в автореферате). Это неправильно, так как коэффициент $1/3$ следует убрать. По ГОСТ Р 52735-2007 приведенное сопротивление трансформатора определяется по напряжению КЗ и не зависит от схемы соединения трансформатора. Например, для трансформатора 40 МВА сопротивление фазы около 2 Ом (приведено к напряжению 27,5 кВ). В диссертации правильно ориентируются на сопротивление УПК 2,5 Ом (например, у формулы (13) в автореферате). Как видно, здесь не надо коэффициент $1/3$. Поэтому все расчеты УПК в диссертации – сомнительны. 2) Автор, ссылаясь на формулы (12) и (13) (в автореферате) утверждает, что разность напряжений по плечам питания с одинаковыми нагрузками и с УПК в “отсосе” – 3,5 кВ. Это неправильно, так как эта разность около нуля, что известно по соответствующим учебникам. Ещё раз подтверждается сомнительность всех расчетов по УПК. 3) В работе не доказана технико-экономическая эффективность включения УПК в питающих и обратного тока фидерах, на тяговых подстанциях напряжением 25 кВ вместо общепринятой схемы включения УПК в “отсасывающий” фидер. 4) Содержание диссертации не раскрывает роль современной технологии автоматизации электроснабжения в тяговой сети железных дорог

при встречном интервальном управлении показателей работы.

5) Применение поста секционирования, выполненного по схеме четырехугольника, и петлевой схемы питания тяговой сети не рассматривает схему включения КУ на посту секционирования, хотя современная политика в тяговом электроснабжении – повышение пропускной способности за счет включения КУ на посту секционирования. Поэтому не понятно назначение блок-схемы по рис.5 (в автореферате) с блоком КУ.

6) Как учитывать в интервалах времени неплановые окна, предоставляемые для технического обслуживания и ремонта устройств железной дороги?

7) Порядок выбора ступеней устройств регулирования и положений коммутационных аппаратов в диссертационной работе определен блок-схемами алгоритмов выбора устройств поперечной и продольной компенсации, а также ступеней РПН. В работе не представлено доказательство предлагаемой последовательности выбора устройств регулирования?

8) В работе не рассмотрены критерии применения новой схемы поста секционирования.

9) Каким образом связан ресурс коммутационных аппаратов и оборудования с применением встречного интервального регулирования?

10) Непонятно, как учитываются прогнозные графики нагрузок систем тягового и внешнего электроснабжения при выборе положения коммутационных аппаратов и устройств регулирования напряжения в системе тягового электроснабжения?

3. Отзыв официального оппонента – кандидата технических наук, доцента, заведующего кафедрой «Общая физика» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Комсомольский-на-Амуре государственный университет» Гринкруга Мирона Соломоновича.

Замечания: 1) В работе не понятно назначение коэффициента эффективности формирования интервалов? 2) Содержание диссертации не раскрывает наименование исходных данных, для которых применение интервалов времени обеспечит встречное интервальное управление интегральных показателей в системе тягового электроснабжения?

3) Применение третьей формы для нормальных схем (стр. 25 диссертации, стр. 8 автореферата) представляется не совсем целесообразным. Эта форма является ограничением числа суточных переключений коммутационных аппаратов. Может случиться, что на протяжении длительного времени число суточных переключений будет не велико, а затем оно резко возрастет и превзойдет суточный лимит. При общем достаточном ресурсе коммутационных аппаратов возникнут не обоснованные ограничения. Целесообразнее было бы учитывать общее накопленное, а не суточное количество переключений в алгоритме. 4) При формировании интервалов (стр. 47 диссертации, стр. 9 автореферата) введена величина a_k - значение рассматриваемой мгновенной схемы. Однако в тексте нет пояснения, что это за величина, каков ее физический смысл. 5) В диссертации показаны потери электрической энергии от уравнительных токов в системе тягового электроснабжения, однако, нет оценки влияния уравнительных токов на показатели работы системы внешнего электроснабжения. 6) При расчете потерь мощности в схемах питания для определения сопротивления обмоток с учетом температуры (стр. 72 диссертации формула 3.28, стр. 16 автореферата формула 30) указана, что $\Delta R_{обм20}$ в одном случае:

- это коэффициент трансформации (автореферат);
- в другом добавочное приращение сопротивления обмотки (диссертация).

Считаю, что в автореферате неточность.

Отзывы на автореферат (все положительные).

1. Отзыв Поповой Наталии Андреевны, кандидата технических наук, доцента, заведующего кафедрой «Автоматизированные системы электроснабжения» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Ростовский государственный университет путей сообщения» и Дынькина Бориса Евгеньевича, доктора технических наук, профессора, профессора кафедры

«Автоматизированные системы электроснабжения» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Ростовский государственный университет путей сообщения», Заслуженного энергетика РФ. Замечания: 1) Какой может быть схема взаимодействия организации движения поездов и оперативной работы в системе тягового электроснабжения с целью выполнения встречного интервального управления? 2) Каким образом предусматривается встречное интервальное управление показателями работы системы тягового электроснабжения с работой РЗА? 3) В автореферате не рассмотрена экономическая эффективность внедрения поста секционирования, выполненного по новой схеме.

2. Отзыв Афанасьева Александра Петровича, кандидата технических наук, доцента, заведующего кафедрой «Технических дисциплин» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Приамурский государственный университет имени Шолом-Алейхема».

Замечания: 1) Автореферат диссертации не раскрывает в полной мере назначение коэффициента эффективности формирования интервалов. 2) Из содержания автореферата не ясно, как осуществляется проход ЭПС по разделу тяговой сети при петлевой схеме питания тяговых нагрузок посредством предлагаемой схемы поста секционирования?

3. Отзыв Данилюка Андрея Валентиновича, начальника Уссурийской дистанции электроснабжения Дальневосточной дирекции инфраструктуры – структурного подразделения Центральной дирекции инфраструктуры – филиала открытого акционерного общества «Российские железные дороги».

Замечания: 1) Содержание автореферата не раскрывает очередность внедрения разработанных мероприятий для выполнения графика движения поездов и снижения потерь электрической энергии в системе тягового электроснабжения.

4. Отзыв Титова Владимира Георгиевича, Заслуженного деятеля науки РФ, доктора технических наук, профессора, профессора кафедры «Электрооборудование, электропривод и автоматика» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева» и Плехова Александра Сергеевича, кандидата технических наук, доцента, доцента кафедры «Электрооборудование, электропривод и автоматика» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева».

Замечания: 1) Как утверждает автор, основное преимущество новой схемы управления показателями электроснабжения заключается в меньшем числе выключателей и повышении работоспособности СТЭ, но при этом не приводится заключение об их средне суточном ресурсе, который определяется числом переключений коммутационных аппаратов. 2) Переключения, выполняемые устройством РПН тяговых трансформаторов, и секционирование тяговой сети с нейтральной вставкой, усложняет как сеть, так и процесс управления её топологией. Надёжность работы схемы организации движения поездов по нейтральной вставке будет зависеть от человеческого фактора. Однако оценок таких зависимостей не сделано.

5. Отзыв Сидорова Олега Алексеевича, доктора технических наук, профессора, заведующего кафедрой «Электроснабжение железнодорожного транспорта» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования Омский государственный университет путей сообщения, Заслуженного изобретателя РФ и Незевака Владислава Леонидовича, кандидата технических наук, доцента, доцента кафедры «Электроснабжение железнодорожного транспорта» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования Омский государственный университет путей сообщения.

Замечания: 1) Из текста автореферата непонятно, почему в работе рассматривается только один метод регулирования напряжения – «встречное интервальное регулирование» и не рассматриваются другие. 2) Из описания основных результатов, полученных в главе 2, непонятно какие методы прогнозирования использует автор для получения прогнозных интервалов. 3) На рисунке 7 автореферата не приведена расшифровка цифровых обозначений элементов, что затрудняет понимание технического решения.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается компетентностью официальных оппонентов в соответствующей отрасли науки, наличием у них публикаций по теме диссертационной работы и сферы исследования, наличием их согласия; широкой известностью ведущей организации своими достижениями в соответствующей отрасли науки и способностью определить научную и практическую ценность диссертационной работы, наличием ее согласия.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

разработана новая научная идея встречного интервального управления показателями работы системы тягового электроснабжения посредством выбора ступеней устройств регулирования напряжения и положений коммутационных аппаратов в интервалах времени на расчетный период;

предложено оригинальное техническое решение способа защиты силовых трансформаторов от внутренних повреждений, основанного на балансе мощностей;

доказана возможность повышения эффективности работы системы тягового электроснабжения посредством выбора схем питания тяговых нагрузок на прогнозных интервалах времени движения поездов.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

доказана возможность повышения энергоэффективности работы системы тягового электроснабжения посредством применения встречного интервального регулирования интегральных показателей её работы нормализацией схем питания тяговых нагрузок с целью выполнения графика движения поездов и минимального расхода электрической энергии;

использованы методы математической статистики, анализа сложных систем и теории электроснабжения системы электрифицированных железных дорог переменного тока;

изложены основные положения теории встречного интервального регулирования в системе тягового электроснабжения 25 кВ, обеспечивающей выбор рациональных схем питания тяговых нагрузок;

раскрыты особенности расчета потерь электрической энергии в силовых трансформаторах тяговых подстанций переменного тока 25 кВ, обеспечивающие учёт действительных значений несимметрии напряжений и токов, температуры обмоток и коэффициента трансформации;

изучено влияние продольной компенсации в фидере обратного тока на напряжение плеч питания, потери электрической энергии в системах тягового и внешнего электроснабжения, вызванные уравнительными токами;

проведена модернизация схем питания тяговой сети, обеспечивающая повышение эффективности работы системы тягового электроснабжения применением нового поста секционирования тяговой сети.

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

разработаны и внедрены научно-технические решения, обеспечивающие снижение уравнительных токов, вызванных разностью напряжений на шинах смежных тяговых подстанций (патент на изобретение № 2706634 Российская Федерация «Устройство тяговой сети переменного тока»); алгоритм и методика определения прогнозных интервалов времени с

целью выбора схем питания тяговых нагрузок, обеспечивающих выполнение графика движения поездов с минимальными потерями электрической энергии;

определен алгоритм расчета интервалов времени по критерию минимальной дисперсии прогнозных данных в расчетном периоде с целью выбора нормальных схем питания тяговых нагрузок с учётом технической возможности оборудования;

представлены методические рекомендации по определению рациональных схем включения продольной компенсации и расчету потерь электрической энергии в силовых трансформаторах тяговых подстанций. Данное решение используется в учебном процессе кафедры «Системы электроснабжения» при подготовке специалистов, обучающихся по направлению 23.05.05 «Системы обеспечения движения поездов» (специализация «Электроснабжение железных дорог»).

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

для экспериментальных работ результаты исследований по определению напряжений плеч питания тяговой подстанции получены с использованием сертифицированного оборудования и поверенных в установленном порядке измерительных приборов;

теория построена на известных общепринятых положениях электротехники, электроснабжения железных дорог, математической статистики, математического моделирования систем тягового электроснабжения переменного тока 25 кВ;

идея базируется на анализе общепринятых схем питания тяговых нагрузок, обеспечивающих минимальные потери электрической энергии при условии выполнения графика движения поездов и работ отечественных и зарубежных учёных по повышению эффективности работы системы тягового электроснабжения переменного тока 25 кВ;

установлено, что качественное и количественное совпадение авторских результатов с результатами, представленными в публикациях в открытых источниках, является обоснованным;

использованы экспериментальные статистические данные показателей работы реальной системы тягового электроснабжения железной дороги Дальневосточного и других регионов России.

Личный вклад соискателя состоит в:

постановке задачи, формулировке гипотезы, получении исходных данных, выполнении научных экспериментов и получении результатов исследования показателей работы системы тягового электроснабжения;

разработке алгоритма и методики определения прогнозных интервалов времени для встречного интервального управления интегральных показателей работы системы тягового электроснабжения;

разработке схемы питания тяговой сети для межподстанционных зон, со значительными потерями электрической энергии от уравнительных токов, применением схемы предлагаемого поста секционирования;

разработке нового способа защиты силового трансформатора тяговой подстанции от внутренних повреждений, позволяющего повысить надёжность работы системы тягового электроснабжения;

разработке методики определения рациональной схемы включения и сопротивлений устройств продольной компенсации, обеспечивающей выполнение графика движения поездов и снижение расхода электрической энергии;

уточнении методики расчета потерь электрической энергии в тяговых трансформаторах, заключающегося в учёте действительных значений несимметрии напряжений, токов, температуры обмоток и ступени РПН силовых трансформаторов тяговых подстанций переменного тока 25 кВ.

На заседании 17 сентября 2020 года диссертационный совет принял решение присудить Трофимович П.Н. ученую степень кандидата

технических наук.

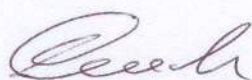
При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 16 человек, из них 9 докторов наук по специальности 05.09.03 – «Электротехнические комплексы и системы», участвовавших в заседании, из 23 человек, входящих в состав совета, дополнительно введены на разовую защиту 0 человек, проголосовали: за 16 , против 0 , недействительных бюллетеней нет.

Председатель

диссертационного совета

Д 999.086.03,

д.т.н., профессор



Соловьев Вячеслав Алексеевич

Временно исполняющий

обязанности учёного секретаря

диссертационного совета

Д 999.086.03,

член совета,

д.т.н., доцент



Сериков Александр Владимирович

17 сентября 2020 г.