

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА 24.2.310.02,
СОЗДАННОГО НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
БЮДЖЕТНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО
ОБРАЗОВАНИЯ «КАЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ» МИНИСТЕРСТВА НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ, ПО ДИССЕРТАЦИИ
НА СОИСКАНИЕ УЧЁНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от 19 сентября 2023 г., № 10

О присуждении Романовой Виктории Викторовны, гражданке Российской Федерации, учёной степени кандидата технических наук.

Диссертация «Совершенствование методов оценки срока службы низковольтных асинхронных электродвигателей электротехнического комплекса» по специальности 2.4.2 – «Электротехнические комплексы и системы» принята к защите 27 июня 2023 г. (протокол заседания № 7) диссертационным советом 24.2.310.02, созданным на базе Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Казанский государственный энергетический университет», Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, 420066, г. Казань, ул. Красносельская, д. 51, приказ № 1181/нк от 12.10.2022 г.

Соискатель Романова Виктория Викторовна, 01.04.1981 года рождения, в 2007 г. окончила Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Читинский государственный университет» по специальности «Электроснабжение», Министерство образования Российской Федерации (диплом ВСГ № 0882488).

В 2017 г. окончила очную аспирантуру при ФГБОУ ВО «Забайкальский государственный университет». В 2023 году обучалась в качестве экстерна в ФГБОУ ВО «Казанский государственный энергетический университет» по

специальности 2.4.2 – «Электротехнические комплексы и системы».

Работает в должности старшего преподавателя кафедры «Энергетики» энергетического факультета Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Забайкальский государственный университет», Министерство науки и высшего образования Российской Федерации.

Диссертация выполнена на кафедре «Энергетики» Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Забайкальский государственный университет», Министерство науки и высшего образования Российской Федерации.

Научный руководитель – Батухтин Андрей Геннадьевич, доктор технических наук, доцент ФГБОУ ВО «Забайкальский государственный университет», кафедра «Энергетики», декан энергетического факультета.

Официальные оппоненты:

1. **Назарычев Александр Николаевич**, доктор технических наук, профессор, ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский горный университет», кафедра «Базовая научная компетенция», заведующий кафедрой;

2. **Булатов Юрий Николаевич**, кандидат технических наук, доцент, ФГБОУ ВО «Братский государственный университет», кафедра «Энергетики», заведующий кафедрой.

дали **положительные** отзывы на диссертацию.

Ведущая организация: ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева», г. Нижний Новгород, в своём положительном заключении, подписанном доктором технических наук, профессором, директором образовательно-научного института Электроэнергетики Дарьенковым Андреем Борисовичем, кандидатом технических наук, доцентом, заведующим кафедрой «Электроэнергетика, электроснабжение и силовая электроника» Севостьяновым Александром Александровичем указали, что диссертация является законченной научно-квалификационной работой, содержащей новые научно обоснованные

технические решения, имеющие существенное значение для развития электроэнергетической отрасли.

Диссертационная работа по своему теоретическому уровню и практическому значению соответствует предъявляемым требованиям п.п. 9-14 «Положения о порядке присуждения учёных степеней», утверждённого Постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. №842 (ред. от 18.03.2023 г.), а её автор, Романова Виктория Викторовна, заслуживает присуждения ей учёной степени кандидата технических наук по специальности 2.4.2 – «Электротехнические комплексы и системы».

Соискатель имеет 48 опубликованных работ по теме диссертации общим объёмом 19,38 печатных листа и авторским вкладом 9,37 печатных листа; работ, опубликованных в рецензируемых научных изданиях, индексируемых в базах данных Web of Science и Scopus – 6, объёмом 2,31 печатных листа и авторским вкладом 1,06 печатных листа; в рецензируемых научных изданиях, входящих в перечень ВАК по специальности диссертации – 6, объёмом 4,5 печатных листа и авторским вкладом 2,43 печатных листа; в рецензируемых научных изданиях, входящих в перечень ВАК по другим специальностям – 6, объёмом 2,5 печатных листа и авторским вкладом 1,09 печатных листа; свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ – 1, объёмом 0,06 печатных листа и авторским вкладом 0,04 печатных листа; работ, опубликованных в материалах и тезисах международных научных конференций – 27, общим объёмом 9,08 печатных листа и авторским вкладом 4,58 печатных листа.

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

Наиболее значимые научные работы по теме диссертации:

1. Романова В.В. Исследование влияния несимметрии фазных напряжений на режимы работы асинхронных двигателей в среде имитационного моделирования MATLAB/SIMULINK / В.В. Романова, С.В.

Хромов, И.Ф. Суворов // Вестник ЮУрГУ. Серия «Энергетика», 2016. – Т. 16, № 3. С. 72 – 83.

2. Романова В.В. Применение методов математической статистики для прогнозирования возникновения несимметрии напряжений в электрических сетях / В.В. Романова, С.В. Хромов // Вестник ЮУрГУ. Серия «Энергетика», 2017. – Т. 17, № 4. С. 59 – 71. DOI: 10.14529/power170407.

3. Романова В.В. Анализ воздействующих факторов, влияющих на эксплуатационную надёжность низковольтных асинхронных электродвигателей / В.В. Романова, К.В. Суслов, С.В. Хромов // «Известия высших учебных заведений. Проблемы энергетики», 2021. – Т.23, № 3. С. 80 – 89. DOI:10.30724/1998-9903-2021-23-3-80-89.

4. Романова В.В. Разработка метода определения рационального места установки технических средств симметрирования в электротехническом комплексе с наличием электродвигательной нагрузки / В.В. Романова, К.В. Суслов, С.В. Хромов, А.Г. Батухтин, М.В. Кобылкин // Вестник Самарского государственного технического университета. Серия «Технические науки», 2022. – Т.30, № 3. С.141 – 157. DOI: 10.14498/tech.2022.3.10.

5. Романова В.В. Анализ степени влияния несимметрии питающего напряжения на эксплуатационную надёжность низковольтных асинхронных электродвигателей / В.В. Романова, К.В. Суслов, С.В. Хромов, А.Г. Батухтин // «Известия высших учебных заведений. Проблемы энергетики», 2022. – Т.24, № 4. С.131 – 141. DOI:10.30724/1998-9903-2022-24-4-131-141.

На диссертацию и автореферат поступило 9 отзывов. Из них положительных – 9. С замечаниями – 9.

Отзывы прислали:

1. Доктор технических наук, доцент кафедры «Электроснабжения» НАО «Казахский агротехнический университет им. С. Сейфуллина» Ахметбаев Даурен Садыкович.

Замечания:

1) Контрольное значение допустимого тока перегрузки, в проводимых исследованиях, принято равным 1,1 номинального тока АД, чем обусловлен выбор такого значения?

2) На с.10 автореферата указано использование линейной аппроксимации данных, для выявления аналитических зависимостей, однако не ясно что будет, если использовать нелинейную аппроксимацию.

2. Доктор технических наук, декан факультета «Энергетики и автоматике» Азербайджанского технического университета Гулиев Гусейнгулу Байрам оглы.

Замечания:

1) Из автореферата не понятно почему асинхронные электродвигатели серии АИ обладают большей устойчивостью к воздействию несимметрии напряжений, чем АД серии 4А, наименьшему воздействию K_{2U} подвержены электродвигатели большей мощности?

2) В формуле 7 автореферата не совсем понятна роль скидки по тарифу за электрическую энергию в оценке технико-экономического эффекта от симметрирования напряжений в ЭТК за счёт установки симметрирующих устройств.

3. Доктор технических наук, учёный секретарь НТС Департамента НТС и НТИ, действительный член Академии Электротехнических наук МАНЭБ, заслуженный член СИГРЭ. Акционерное общество «Научно-технический центр Федеральной сетевой компании Единой энергетической системы» Россети (АО «НТЦ ФСК ЕЭС» Россети) Хренников Александр Юрьевич.

Замечания:

1) На рис.2 автореферата не понятно наличие планок на изображенных кривых. Требуется обосновать данные графические отображения.

2) Из содержания автореферата не совсем ясен принцип выбора средства моделирования Matlab/Simulink в проводимых исследованиях режимов работы асинхронных электродвигателей. Автору следует пояснить, почему использовался программный продукт Matlab и чем он предпочтительнее

аналогов.

4. Доктор технических наук, профессор кафедры «Электрификация и автоматизация» ГБОУ ВО «Нижегородский государственный инженерно-экономический университет» Папков Борис Васильевич.

Замечания:

1) На стр. 7 отмечено, что «... повреждаемость АД достигает 45% и более от общего числа повреждений электрооборудования», но нет информации о том, какова повреждаемость АД в результате воздействия несимметрии напряжения в питающей их сети.

2) Анализируя проблему влияния качества напряжения на повреждаемость и длительность эксплуатации АД, желательно было бы учесть не только несимметрию напряжений, а и, хотя бы, процентное отношение влияния других показателей, в частности: высших гармоник, несинусоидальности кривых напряжения, перенапряжений и др.

3) На стр. 13 в формуле (7) введены составляющие, определяющие скидки к тарифу и снижения ущерба. Однако никаких пояснений к методике их расчёта не приводится.

5. Доктор технических наук, профессор кафедры «Электрические машины» Ташкентский государственный технический университет им. И.А. Каримова» Пирматов Нурали Бердиярович.

Замечания:

1) Компьютерное моделирование режимов работы электродвигателей автором выполнялось с использованием пакета «SimPowerSystems» интерактивной среды программирования MATLAB/Simulink. Автору следует пояснить, можно ли использовать другие средства моделирования. Причина выбора программного комплекса MATLAB в качестве инструмента исследования?

2) Из автореферата неясен принцип выбора параметров эксперимента. На стр.9 автореферата указан параметр эксперимента: $K_{2U} = (0 - 5) \%$ с шагом изменения 1 %, требуется обосновать данный диапазон значений.

6. Доктор технических наук, профессор, член-корреспондент НАН КР. Заведующий лабораторией «Возобновляемых источников энергии» Института машиноведения и автоматики Национальной академии наук Кыргызской Республики Обозов Алайбек Джумабекович.

Замечания:

1) В заключительной части автореферата п. 1 автор утверждает, что основной причиной ускоренного износа и выхода из строя изоляции обмоток электродвигателей является тепловое воздействие. Однако в самой работе нет никаких исследований, связанных с этим явлением.

2) К сожалению, из текста автореферата трудно понять, каким образом и на основе какой методики определялось физическое состояние несимметрии напряжений в рассматриваемых электрических сетях 0,4; 6; 35 кВ, что вызывает определенную настороженность к полученным значениям K_{2U} (пределы от 2,22 % до 11,2%).

3) Автор претендует на разработку метода определения рациональных мест установки технических средств симметрирования в ЭТК с нагрузкой на двигателях. Было бы неплохо показать использование этого метода на каком-либо конкретном практическом примере.

7. Кандидат технических наук, доцент, и.о. заведующего кафедрой «Гидроэнергетики, гидроэлектростанций, электроэнергетических систем и электрических сетей» Саяно-Шушенский филиал ФГАОУ ВО «Сибирский федеральный университет» Ачитаев Андрей Александрович.

Замечания:

1) Рассматривались ли в диссертации влияние режимов работы исследуемых асинхронных двигателей.

2) Известно, что на износ и режим работы асинхронного двигателя оказывает влияние скольжение. Рассматривались ли условия изменения скольжения двигателей в ходе эксплуатации двигателей.

8. Кандидат технических наук, доцент кафедры «Автоматизированных электроэнергетических систем» ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный

технический университет» Бык Феликс Леонидович.

Замечания:

1) В автореферате на стр. 9 применены аббревиатуры RMSE и MAE без расшифровок.

2) На рисунке 2 – графической интерпретации сравнения значений токов в фазах АД от параметра K_{2U} , не совсем понятно, на каком электродвигателе проводились исследования, но возможно, ответ на вопрос можно найти в диссертации.

9. Кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой «Электрические станции» ФГБОУ ВО «Самарский государственный технический университет» Ведерников Александр Сергеевич.

Замечание:

1) В материалах автореферата (стр. 8) указано, что вторая глава посвящена разработке метода оценки совместного воздействия параметров эксплуатации на режимы работы асинхронных электродвигателей различных серий и мощностей, основанного на компьютерном моделировании. Однако, далее раскрываются стандартные методы компьютерного моделирования и физического моделирования с последующей верификацией, в связи с чем, остается не ясной сущность и новизна разрабатываемого метода.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается их известностью своими достижениями в данной отрасли науки, наличием публикаций в соответствующей сфере исследований и их квалификацией определять научную и практическую ценность диссертации.

Официальный оппонент Назарычев Александр Николаевич является доктором технических наук по специальности 05.14.02 – «Электрические станции и электроэнергетические системы», является специалистом в области оценки показателей надёжности, контроля технического состояния и диагностики оборудования энергообъектов, включая асинхронные электродвигатели, имеет соответствующие публикации в сфере исследований, которым посвящена диссертация.

Официальный оппонент Булатов Юрий Николаевич является кандидатом технических наук по специальности 05.13.06 – «Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами (промышленность)», занимается фундаментальными и прикладными исследованиями, направленными на разработку и создание новых методов, моделей управления режимами работы и качеством электрической энергии в системах электроснабжения, имеет соответствующие публикации.

Ведущая организация – Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева», г. Нижний Новгород, занимается научной деятельностью по приоритетным направлениям развития науки, техники, выполнением фундаментальных и прикладных научно-инновационных исследований в области электроэнергетики, электромеханики и силовой электроники. Одним из научных направлений деятельности сотрудников института Электроэнергетики является исследование в области обеспечения качества электрической энергии в системах электроснабжения, методов нормирования и контроля. Кроме того, решение задач, направленных на разработку технических воздействий повышения качества электроэнергии в электрических сетях. Сотрудники имеют соответствующие публикации.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

разработан метод определения параметров эксплуатационных режимов работы асинхронных электродвигателей (коэффициента несимметрии напряжений по обратной последовательности, коэффициента загрузки), позволяющий увеличить их срок службы;

разработан метод определения мест установки технических средств симметрирования в электротехническом комплексе, основанный на выборе оптимального состава и размещения устройств, позволяющих снизить величину несимметрии напряжений;

разработана усовершенствованная методика технико-экономического обоснования применения средств симметрирования в электротехническом комплексе, включающая оценку составляющих технико-экономического эффекта, обусловленного снижением потерь мощности в основных элементах электрической схемы ЭТК; увеличением фактического остаточного срока службы всех АД, находящихся в ЭТК; скидкой (надбавкой) по тарифу за электрическую энергию; снижением ущерба от повреждения и остановки технологического оборудования;

предложены научно-обоснованные решения снижения несимметрии напряжений в электротехническом комплексе, обеспечивающие увеличение срока службы низковольтных асинхронных электродвигателей;

доказана эффективность предложенных технических мероприятий, направленных на снижение уровня несимметрии напряжений, способствующих повышению эффективности эксплуатации ЭТК с электродвигательной нагрузкой, улучшению технико-экономических показателей работы. Применение технических средств симметрирования - симметрирующих трансформаторов ТСТ2 с $S_n = 25$ кВА на примере схемы электротехнического комплекса с. Таптугары Могочинского района Забайкальского края привело к устранению несимметрии напряжений. Дополнительные потери мощности в основных элементах электрической схемы ЭТК за счёт улучшения качества электрической энергии снизились на 94 %, продление фактического остаточного срока службы асинхронных электродвигателей составило 7 лет.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

доказана эффективность применения разработанных методов, направленных на повышение эффективности эксплуатации электротехнического комплекса с промышленной электродвигательной нагрузкой;

изучены закономерности изменения фазных токов АД при различных режимах работы в результате совместного воздействия эксплуатационных факторов (коэффициента несимметрии напряжений по обратной

последовательности, коэффициента загрузки);

применительно к проблематике диссертации результативно (эффективно, то есть с получением обладающих новизной результатов) **использовано** компьютерное моделирование на основе пакета «SimPowerSystems» интерактивной среды программирования MATLAB/Simulink;

раскрыты основные положения системы методов, направленных на оценку и увеличение срока службы низковольтных асинхронных электродвигателей электротехнического комплекса.

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

разработанный программный продукт «Программа для определения оптимального места установки средств симметрирования» (Свидетельство о регистрации № 2018665997) принят к использованию и **внедрён** в проектную деятельность РУП «Белэнергосетьпроект», АО «Татэлектромонтаж» и в учебный процесс ФГБОУ ВО «ЗабГУ» (г. Чита);

создана в программном комплексе MATLAB/Simulink компьютерная модель исследования совместного воздействия (коэффициента несимметрии напряжений по обратной последовательности, коэффициента загрузки) на асинхронные электродвигатели серии 4А и АИ, позволившая оценить влияние внешних факторов на работоспособность электродвигателей в различных режимах их работы и количественно оценить параметры эксплуатации, определяющие срок службы низковольтных асинхронных электродвигателей;

определены эксплуатационные режимы работы АД, способствующие продлению их срока службы, позволяющие осуществить эффективное функционирование электротехнического комплекса с промышленной электродвигательной нагрузкой;

разработан метод, позволяющий определить рациональные места установки технических средств симметрирования в электротехническом комплексе.

Оценка достоверности результатов исследований выявила:

идея базируется на разработке технических мероприятий, направленных на повышение эффективности эксплуатации электротехнического комплекса, содержащего в своём составе низковольтные асинхронные электродвигатели, путём установки симметрирующих устройств;

установлено соответствие полученных при компьютерном моделировании результатов исследования изменения срока службы АД с экспериментальными данными изменения срока службы асинхронных электродвигателей на предприятиях Забайкальского края при различных значениях параметра K_{2U} .

Личный вклад соискателя состоит в непосредственном участии во всех этапах получения результатов, представленных в диссертации, в разработке метода определения эксплуатационных режимов работы асинхронных электродвигателей серий 4А, АИ, способствующих продлению их срока службы, основанный на выявлении значений параметров эксплуатации (коэффициента несимметрии напряжений по обратной последовательности, коэффициента загрузки), позволяющих осуществить эффективное функционирование ЭТК с электродвигательной нагрузкой; метода определения рациональных мест установки технических средств симметрирования, позволяющего повысить эффективность и улучшить технико-экономические показатели работы электротехнического комплекса с электродвигательной нагрузкой за счёт изменения напряжений; усовершенствованной методики технико-экономического обоснования применения средств симметрирования в электротехническом комплексе. В самостоятельном проведении теоретических и натурных экспериментов, в анализе и сравнении теоретических и экспериментальных результатов исследования, подготовке докладов, выступлениях на конференциях и написании статей.

В ходе защиты диссертации были высказаны следующие критические замечания:

1. Из автореферата неясен принцип выбора параметров эксперимента. На стр.9 автореферата указан параметр эксперимента: $K_{2U} = (0 - 5) \%$ с шагом изменения 1 %, требуется обосновать данный диапазон значений.

2. В материалах автореферата стр. 8 указано, что вторая глава посвящена разработке метода оценки совместного воздействия параметров эксплуатации на режимы работы асинхронных электродвигателей различных серий и мощностей, основанного на компьютерном моделировании. Однако, далее раскрываются стандартные методы компьютерного моделирования и физического моделирования с последующей верификацией, в связи с чем, остается неясной сущность и новизна разрабатываемого метода.

3. Как автором диссертации обосновывается новизна разработанного метода определения рациональных мест установки технических средств симметрирования в электротехническом комплексе с электродвигательной нагрузкой, чем этот метод отличается от существующих подходов, и чем, по мнению автора, отличается рациональное и оптимальное размещение в сети устройств симметрирования напряжения, или это одно и то же?

4. Анализируя проблему влияния качества напряжения на повреждаемость и длительность эксплуатации АД, желательно было бы учесть не только несимметрию напряжений, а и, хотя бы, процентное отношение влияния других показателей, в частности: высших гармоник, несинусоидальности кривых напряжения, перенапряжений и др.

Соискатель Романова В.В. ответила на задаваемые ей в ходе заседания вопросы и привела собственную аргументацию.

Диссертационный совет рекомендует использовать результаты диссертационного исследования Романовой В.В. в научно-исследовательских учреждениях и лабораториях, занимающихся проектированием систем электроснабжения с наличием низковольтных асинхронных электродвигателей, в научно-образовательном процессе профильных учебных заведений. Полученные результаты диссертационной работы могут быть использованы в проектной деятельности ЗАОР «НП Читагражданпроект», ПИИ

«Забайкалжелдорпроект», ООО «Забайкалзолотопроект», ООО «КЭР-инжиниринг», АО «Гипрониаавиапром».

На заседании 19 сентября 2023 года диссертационный совет за решение научной задачи повышения эффективности эксплуатации электротехнического комплекса с промышленной электродвигательной нагрузкой, имеющей существенное значение для развития отрасли знаний, занимающейся проектированием и эксплуатацией электротехнических комплексов и систем, принял решение присудить Романовой В.В. учёную степень кандидата технических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 13 человек, из них 7 докторов наук по специальности рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 16 человек, входящих в состав совета, дополнительно введены на разовую защиту 0 человек, проголосовали: за 13, против 0, недействительных бюллетеней 0.

Председатель

диссертационного совета

Ваньков Юрий Витальевич

Ученый секретарь

диссертационного совета

Зиганшин Шамиль Гаязович

19 сентября 2023 г.



Ванькова Ю.В. Зиганшина Ш.Г.
Подпись _____
Специалист ОК. *А.А. Хабибжанова*