

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Забайкальский государственный университет»
(ФГБОУ ВО «ЗабГУ»)

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по науке и инновациям

ФГБОУ ВО «ЗабГУ»

канд. филос. наук

И.В.Купряшкин

«В» 03 2023 г.



ЗАКЛЮЧЕНИЕ

**Федерального государственного бюджетного образовательного
учреждения высшего образования
«Забайкальский государственный университет»**

Диссертация Романовой Виктории Викторовны «Совершенствование методов оценки срока службы низковольтных асинхронных электродвигателей электротехнического комплекса» выполнена на кафедре «Энергетики» Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Забайкальский государственный университет».

В период подготовки диссертации соискатель Романова Виктория Викторовна обучалась в очной аспирантуре Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Забайкальский государственный университет».

В 2007 г. окончила Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Читинский государственный университет» по специальности «Электроснабжение».

Справки об обучении в аспирантуре выданы в 2014 г. Федеральным государственным бюджетным образовательным учреждением высшего образования «Забайкальский государственный университет» по специальности «Электротехнические комплексы и системы» и в 2023 г. Федеральным государственным бюджетным образовательным учреждением высшего образования «Казанский государственный энергетический университет».

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

По итогам обсуждения диссертации «Совершенствование методов оценки срока службы низковольтных асинхронных электродвигателей электротехнического комплекса» Романовой Виктории Викторовны принято следующее заключение.

1. Актуальность

Качество электрической энергии, связанное с несимметрией напряжений, одна из актуальных проблем в электрических сетях России. Отличительной особенностью Забайкальской электроэнергетической системы (ЭЭС) является наличие несимметричных режимов работы электрических сетей, возникающих в результате электромагнитной несовместимости системы тягового электроснабжения электрифицированных железных дорог переменного тока с другой частью электроэнергетической системы региона. Экспериментальные исследования показали, что несимметрия напряжений имеет достаточно высокий уровень, преобладает как постоянно действующий фактор при работе электрических сетей Забайкальского края. Указанная ситуация, способствует повышению количества рисков технологических отказов, и главным образом, требует адаптивности эксплуатируемого электрооборудования.

Как известно, эффективное функционирование электротехнических комплексов (ЭТК) промышленных предприятий зависит от безаварийной работы отдельных его элементов, в частности асинхронных электродвигателей (АД). Исследования низковольтных асинхронных электродвигателей, работающих на предприятиях Забайкальского края, показывают, что высокая аварийность электродвигателей связана с условиями эксплуатации. Систематизация причин отказов АД позволяет судить о том, что большая часть отказов происходит вследствие некачественного питающего напряжения, при этом вероятность выхода из строя по причине такого типа отказа оценивается в 50% от всех возможных вариантов поломок. Стоит заметить, что экономический ущерб от поломок, потенциально связанный с низким КЭЭ, помимо затрат на восстановление оборудования, включает в себя ущерб от многочисленных остановок производственного процесса предприятия и упущенной прибыли.

Комплексное решение обозначенной проблемы невозможно без совершенствования методов, ориентированных на оценку и увеличение срока службы АД, их эффективной реализации с использованием программного обеспечения, учитывающих эксплуатационные режимы работы асинхронных электродвигателей.

Исследования в области разработки и внедрения методов оценки срока службы АД, главным образом, направлены на улучшение эффективности и технико-экономических показателей работы ЭТК, посредством обеспечения

безаварийной работы АД в условиях совместного воздействия эксплуатационных факторов. Данные исследования являются востребованными инновационными решениями, основанными на интегрированной информации различных методов исследования.

Исследованию и разработке эффективных методов оценки несимметрии напряжений посвящены работы известных авторов Т.П. Губенко, И.В. Жежеленко, И.И. Карташева, А.А. Ковзана, А.В. Крюкова, А.Д. Музыченко, И.В. Наумова, А.Л. Церазова, А.К. Шидловского, Л.Е. Эбина и др. В области изучения вопросов надёжности электрических машин стоит выделить следующие работы, выполненные такими учеными и специалистами, как: М.П. Александров, О.Д. Гольдберг, Н.П. Ермолин, И.П. Жерихин, В.Г. Кузнецов, Т.Е. Минакова, О.П. Муравлёв, А.М. Мусин, А.Н. Назарычев, Б.В. Папков, Ю.П. Похолков, Э.К. Стрельбицкий, И.А. Сыромятников, С.П. Хелемская, С.О. Хомутов, А.Н. Bonnett, F. Z. Dekhandji, S. Deleanu, T.G. Habetler, C. Nyberg, L. Refoufi, T.M. Soares, J.M. Tabora, M.E. Tostes, C. Yung, P. Zhang и др. Перечисленные авторы достигли существенных успехов в аспектах математического моделирования условий эксплуатации АД, развития методик его диагностирования, помимо этого в вопросах решения проблем безопасности и анализа рисков аварий. Однако, следует отметить, что вопросы совершенствования методов оценки срока службы АД в условиях постоянно действующей несимметрии напряжений в электрических сетях раскрыты недостаточно. Учитывая вышеизложенное аргументируем следующее, что совершенствование методов оценки срока службы низковольтных асинхронных электродвигателей электротехнического комплекса на основе комплекса исследований внешних воздействующих факторов, технологических параметров процесса эксплуатации, данных об отказах узлов электродвигателей является актуальной научно – технической задачей.

Сказанное выше определяет актуальность проблемы и основных направлений диссертации Романовой Виктории Викторовны.

2. Научная новизна результатов работы

Научная новизна характеризуется тем, что получены следующие результаты:

1. Разработан метод определения эксплуатационных режимов работы АД серий 4А, АИ, способствующих продлению их срока службы в зависимости от параметров эксплуатации (коэффициента несимметрии напряжений по обратной последовательности, коэффициента загрузки), позволяющие обеспечить длительную безаварийную эксплуатацию электродвигателей в ЭТК предприятий.

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

3. Разработана усовершенствованная методика технико-экономического обоснования применения средств симметрирования в электротехническом комплексе.

3. Научная и практическая значимость результатов работы

Практическая значимость результатов работы.

1. Результаты проведённых исследований, внедрённые в проектную и эксплуатационную практику, способствуют решению задач снижения несимметрии напряжений в ЭТК, обеспечивают увеличение срока службы низковольтных асинхронных электродвигателей.

2. Разработана и зарегистрирована «Программа для определения оптимального места установки средств симметрирования» (Свидетельство о регистрации № 2018665997).

3. Результаты диссертационной работы приняты к использованию и внедрены в проектной деятельности РУП «Белэнергосетьпроект», АО «Татэлектромонтаж».

4. Результаты и рекомендации диссертационной работы включены в проект «Стратегии социально-экономического развития Забайкальского края до 2035 г.».

5. Результаты проведённых в диссертационной работе исследований используются в учебном процессе Забайкальского государственного университета при подготовке студентов, обучающихся по направлению 13.04.02 – «Электроэнергетика и электротехника» направленность (профиль) «Энергосбережение и энергоэффективность» в рамках курсов «Перспективные направления развития электротехнических комплексов», «Оптимизация режимов работы электроэнергетических систем».

Теоретическая значимость результатов работы.

Проведенные, в диссертационной работе исследования, позволили разработать методический подход комплексной системы методов, направленный на оценку и увеличение срока службы низковольтных асинхронных электродвигателей электротехнического комплекса.

4. Личное участие автора в получении результатов научных исследований, изложенных в диссертации

Личный вклад автора состоит в постановке и реализации научно-исследовательских и практических задач, в создании алгоритмов и методов их решения, кроме того, в разработке и реализации мероприятий по повышению эффективности эксплуатации электротехнического комплекса с промышленной электродвигательной нагрузкой, путём обеспечения симметрирования напряжений. Проведена интерпретация и формализация полученных результатов исследования с последующим формированием соответствующих выводов.

5. Степень достоверности результатов проведённых исследований

Достоверность и обоснованность результатов работы подтверждается репрезентативной выборкой исходных данных, полученных на основе экспериментальных исследований и аналитических расчётов; корректным и методологически обоснованным применением специализированного математического аппарата и вычислительных программных продуктов; принятые допущения обоснованы путём экспериментальной верификации результатов теоретических исследований.

6. Соответствие диссертации научной специальности

Диссертационная работа соответствует следующим областям исследования паспорта научной специальности 2.4.2 «Электротехнические комплексы и системы»:

П.1 «Развитие общей теории электротехнических комплексов и систем, анализ системных свойств и связей, физическое, математическое, имитационное и компьютерное моделирование компонентов электротехнических комплексов и систем, включая электромеханические, электромагнитные преобразователи энергии и электрические аппараты, системы электропривода, электроснабжения и электрооборудования», в диссертационной работе представлено компьютерное и физическое моделирование режимов работы АД, с целью исследования совместного воздействия эксплуатационных параметров (K_{2U} , K_3) на работоспособность электродвигателей различных серий и мощностей.

П.2 «Разработка научных основ проектирования, создания и эксплуатации электротехнических комплексов, систем и их компонентов» в диссертационной работе представлена разработанная прикладная программа, позволяющая автоматизировать расчётные процедуры определения рациональных мест установки технических средств симметрирования в электротехническом комплексе.

П.4 «Исследование работоспособности и качества функционирования электротехнических комплексов, систем и их компонентов в различных режимах, при разнообразных внешних воздействиях, диагностика электротехнических комплексов» в диссертационной работе представлены экспериментальные исследования влияния параметров эксплуатации (K_{2U} , K_3) на электродвигатели серии 4А и АИ, с целью определения эксплуатационных режимов работы АД, способствующих продлению их срока службы.

7. Полнота изложения результатов диссертации в работах, опубликованных автором

Полученные в диссертационной работе результаты достаточно полно отражены в публикациях. По теме исследования опубликовано 48 печатных

работ, в том числе в рецензируемых изданиях, рекомендованных ВАК – 12, в коллективных монографиях – 1, в изданиях, входящих в базу данных Web of Science и Scopus – 6, свидетельство о регистрации программы для ЭВМ – 1. В частности, основными публикациями являются:

- статьи в изданиях из перечня, рекомендованного ВАК РФ:

Статьи, опубликованные в научных журналах из Перечня ВАК РФ по специальности 2.4.2:

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. Методика расчёта экономической эффективности внедрения технических средств симметрирования в электротехнический комплекс с электродвигательной нагрузкой / В.В. Романова, С.В. Хромов, В.Н. Гонин // Вестник ЮУрГУ. Серия «Энергетика», 2020. – Т. 20, № 2. С. 15 – 27. DOI:10.14529/power200202.

4. 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.

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.

6. 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.

Статьи, опубликованные в научных журналах из Перечня ВАК РФ по другим специальностям:

7. Романова В.В. Оценка влияния несимметрии системы питающих напряжений на режимы работы асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором / В.В. Романова, С.В. Хромов, И.Ф. Суворов, Д.А. Дейс // Современные технологии. Системный анализ. Моделирование, 2016. – №3 (51). С. 222 – 227.

8. Романова В.В. Сравнение режимов работы двух разных серий асинхронных двигателей в условиях несимметрии напряжений / В.В. Романова, С.В. Хромов, И.Ф. Суворов // Вестник Восточно-Сибирского государственного университета технологий и управления, 2016. – № 6 (63). С.74 – 83.

9. Романова В.В. Оценка достоверности результатов компьютерного моделирования влияния несимметрии напряжений на режимы работы асинхронного двигателя / В.В. Романова, С.В. Хромов // Современные технологии. Системный анализ. Моделирование, 2016. – №4 (52). С.155 – 163.

10. Романова В.В. Новый подход к нормированию коэффициента несимметрии напряжений по обратной последовательности для узлов нагрузок систем электроснабжения с асинхронными двигателями / В.В. Романова, С.В. Хромов, И.Ф. Суворов // Современные технологии. Системный анализ. Моделирование, 2017. – №1 (53). С. 209 – 214.

11. Romanova V.V. Development of procedures for determining the optimal placement of symmetrization devices for electrical supply systems 0.4 kV with motor-actuated load / V.V. Romanova, S.V. Khromov, I.F. Suvorov // Journal of Siberian Federal University. Engineering & Technologies, 2018. – 11(5). С. 528 – 535.

12. Romanova V.V. The program for determining the optimal location for installation of symmetry facilities in 0.4 kV power supply systems with a motor-drive load / V.V. Romanova // Journal of Siberian Federal University. Engineering & Technologies, 2020. – 13(5). С. 643 – 651. DOI: 10.17516/1999 - 494X - 0253.

• статьи, опубликованные в научных журналах, включенных в базы данных Web of Science и Scopus:

1. Romanova V.V. Software for optimal selection of places for installation of balancing devices in 0,4 kV electric power systems loaded with electric motors / V.V. Romanova, S. V. Khromov, I.F. Suvorov, K.S. Balbekina // E3S Web of Conferences, 2017, Vol. 25 (04002), 8 p. DOI: <https://doi.org/10.1051/e3sconf/20172504002>.

2. Romanova V.V. Effect of asymmetry of supply voltages on asynchronous motor operation modes / V.V. Romanova, S. V. Khromov // E3S Web of Conferences, 2018, Vol.58 (03013), 6 p. DOI: <https://doi.org/10.1051/e3sconf/20185803013>.

3. Romanova V.V. Determination of optimal location for installation of symmetry facilities in 0.4 kV power supply systems with motor-drive load / V.V. Romanova // E3S Web of Conferences, 2018, Vol. 58 (03014), 6 p. DOI: <https://doi.org/10.1051/e3sconf/20185803014>.

4. Romanova V.V. Operational reliability of low-voltage induction motors in conditions of voltage asymmetry / V.V. Romanova, S. V. Khromov // E3S Web of Conferences, 2019, Vol. 139 (01053), 9 p. DOI: <https://doi.org/10.1051/e3sconf/201913901053>.

5. Romanova V.V. Multi-factor analysis of external effects influencing the operational reliability of asynchronous electric motors / V.V. Romanova, K.V.

Suslov, S.V. Khromov // E3S Web of Conferences, 2020, Vol. 216 (01084), 5 p. DOI: <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202021601084>.

6. Romanova V.V. Ensuring the reliability of power supply systems by improving the quality of electrical energy / V.V. Romanova, K.V. Suslov, S.V. Khromov // AIP Conference Proceedings, 2023, Vol. 2552 (070017), 7 p. DOI: <https://doi.org/10.1063/5.0117210>.

- монография

Качество электрической энергии, современное состояние, проблемы, предложения по их решению / отв. ред. Н.И. Воропай. – Новосибирск: Наука, 2017. 219 с.

8. Апробация работы

Апробация диссертационной работы проведена на всероссийских и международных конференциях и семинарах: Всероссийской конференции «Энергетика России в XXI веке. Инновационное развитие и управление» (г. Иркутск, 2015 г.); Международной научной конференции МНСК-2016» (г. Новосибирск, 2016 г.); Всероссийской научно – практической конференции «Электроэнергетика байкальского региона: проблемы и перспективы» (г. Улан – Удэ, 2016 г.); Международной научно-практической конференция «Транссиб: на острие реформ» (г. Чита, 2016 г.); Всероссийской научной конференции «Наука. Технологии. Инновации» (НТИ-2016)» (г. Новосибирск, 2016 г.); Международном научном семинаре им. Ю.Н. Руденко «Методические вопросы исследования надёжности больших систем энергетики» (Кыргызская Республика, г.Чолпон-Ата, 2017 г.; г. Иркутск, 2018 г.; г. Ташкент, 2019 г.; г. Казань, 2020 г.; г. Волжский, 2021 г.).

9. Ценность научных работ соискателя

Ценность научных работ соискателя состоит в проведении исследований, результаты которых направлены на повышение эффективности эксплуатации электротехнического комплекса с промышленной электродвигательной нагрузкой. По результатам проведённых исследований предложен методический подход комплексной системы методов, ориентированный на оценку и увеличение срока службы низковольтных асинхронных электродвигателей, главным образом, направленный на улучшение эффективности и технико-экономических показателей работы ЭТК промышленных предприятий, посредством обеспечения безаварийной эксплуатации АД в условиях совместного воздействия эксплуатационных факторов.

10. Характер результатов

Характер результатов соответствует п. 9 Положения о присуждении ученых степеней ВАК Министерства образования и науки РФ.

11. Выводы

Диссертационная работа Романовой Виктории Викторовны «Совершенствование методов оценки срока службы низковольтных асинхронных электродвигателей электротехнического комплекса» является завершённой научно-квалификационной работой. Работа выполнена на высоком уровне по актуальной тематике, обладает научной новизной, содержит оригинальные результаты, имеет теоретическое и практическое значение и, безусловно, вносит большой вклад в решение актуальных задач повышения эффективности эксплуатации электротехнического комплекса с промышленной электродвигательной нагрузкой, путём обеспечения симметрирования напряжений.

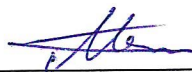
Работа соответствует критериям Положения о присуждении учёных степеней, принятого Постановлением Правительства РФ от 24 сентября 2013 г. № 842 (ред. от 26.01.2023), предъявляемым к диссертациям на соискание учёной степени кандидата технических наук.

Диссертация «Совершенствование методов оценки срока службы низковольтных асинхронных электродвигателей электротехнического комплекса» Романовой Виктории Викторовны рекомендуется к защите на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности 2.4.2 – «Электротехнические комплексы и системы».

Заключение принято на заседании кафедры «Энергетики» Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Забайкальский государственный университет».

Присутствовало на заседании 13 человек. Результаты голосования: «за» – 13 чел., «против» – 0 чел., «воздержалось» – 0 чел. Протокол заседания № 8 от 10 марта 2023 г.

Председатель заседания:
Басс Максим Станиславович,
канд. техн. наук, доцент,
заведующий кафедрой «Энергетики»
ФГБОУ ВО «ЗабГУ»



Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Забайкальский государственный университет»
672039, Забайкальский край, г. Чита, ул. Александро-Заводская, д. 30
Тел. (302-2) 41-64-44, 41-66-00
Факс: (302-2) 41-64-44
Web-server: www.zabgu.ru
E-mail: mail@zabgu.ru

Сведения о лице, утвердившем заключение

Купряшкин Илья Владимирович: кандидат философских наук Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Забайкальский государственный университет», проректор по науке и инновациям

672039, Забайкальский край, г. Чита, ул. Александро-Заводская, д. 30

Тел. (302-2) 41-66-66

E-mail: kupryashkiniv@zabgu.ru

