

## ОТЗЫВ

официального оппонента, кандидата технических наук, доцента  
Булатова Юрия Николаевича  
на диссертацию Романовой Виктории Викторовны на тему  
**«Совершенствование методов оценки срока службы низковольтных  
асинхронных электродвигателей электротехнического комплекса»**  
на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности  
2.4.2 – Электротехнические комплексы и системы

### **Актуальность выбранной темы**

Решение проблем, связанных с обеспечением качества электрической энергии, является актуальным не только в электрических сетях России, но и в мире. Электротехнические комплексы (ЭТК), рассматриваемые в диссертационной работе, подключены к Забайкальской электроэнергетической системе (ЭЭС), отличительной особенностью которой является наличие несимметричных режимов работы, возникающих в результате электромагнитной несовместимости системы тягового электроснабжения электрифицированных железных дорог переменного тока с другой частью ЭЭС 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 эксплуатируемого электрооборудования.

Эффективное функционирование электротехнических комплексов промышленных предприятий зависит от безаварийной работы отдельных его элементов, таких как асинхронные электродвигатели (АД). Измерения и исследования, проведенные для АД, работающих на предприятиях Забайкальского края, показывают, что высокая аварийность электродвигателей связана с условиями эксплуатации. Комплексное решение обозначенной проблемы невозможно без совершенствования методов, ориентированных на оценку и увеличение срока службы АД, работающих в условиях низкого качества электроэнергии.

Таким образом, тема диссертационной работы Романовой В.В., посвященная совершенствованию методов оценки срока службы низковольтных асинхронных электродвигателей электротехнического комплекса, является актуальной.

### **Структура диссертационной работы**

Диссертационная работа состоит из введения, четырех глав, заключения, приложений и списка литературы. Общий объем работы составляет 179



страниц. Работа содержит 47 рисунков и 23 таблицы.

*Во введении* представлена общая характеристика работы, обоснована актуальность темы диссертации, сформулированы цель и решаемые задачи исследования, изложены научная новизна, теоретическая и практическая значимость работы, основные научные положения, выносимые на защиту, представлена структура работы.

*Первая глава* посвящена анализу фактического состояния несимметрии напряжений в электрических сетях Забайкальского края. Согласно проведённым исследованиям и их анализу высокая аварийность электродвигателей обусловлена особенностями их эксплуатации, связанная с низким качеством электроэнергии. Показана целесообразность совершенствования методов оценки срока службы низковольтных асинхронных электродвигателей электротехнического комплекса, направленных на улучшение эффективности и технико-экономических показателей работы, посредством обеспечения безаварийной эксплуатации АД.

*Вторая глава* посвящена разработке метода оценки совместного воздействия параметров эксплуатации ( $K_{2U}$ ,  $K_3$ ) на режимы работы АД различных серий и мощностей, основанного на компьютерном моделировании. Исследование режимов работы АД проведено на компьютерной модели, реализованной на основе пакета «SimPowerSystems» интерактивной среды программирования MATLAB/Simulink.

*В третьей главе* приведены результаты исследований эксплуатационных факторов, влияющих на работоспособность АД. Выявлены эксплуатационные режимы работы асинхронных электродвигателей разных серий и мощностей, способствующих продлению их срока службы.

*В четвертой главе* представлена реализации метода определения рациональных мест установки технических средств симметрирования в электротехническом комплексе с электродвигательной нагрузкой. Приводится усовершенствованная методика технико-экономического обоснования применения средств симметрирования в электротехническом комплексе.

*В заключении* представлены обобщающие выводы по диссертационной работе.

### **Новизна исследований и полученных результатов**

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.

### **Степень обоснованности и достоверности научных положений, выводов и рекомендаций**

Обоснованность научных положений и выводов подтверждается корректным использованием положений теоретической электротехники, электрических машин, теории вероятности и математической статистики, теории надёжности, методов экономической теории, средств объектно-ориентированного программирования и методов компьютерного моделирования в пакете «SimPowerSystems» среды программирования MATLAB/Simulink.

Достоверность представленных результатов подтверждена 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.

### **Значимость для науки и практики**

Теоретическая значимость результатов работы заключается в развитии методического подхода комплексной системы методов, направленного на оценку и увеличение срока службы низковольтных асинхронных электродвигателей электротехнического комплекса.

Практическая значимость результатов работы заключается в следующем:

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».

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.».

Результаты проведенных 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».

#### **Соответствие содержания диссертации указанной специальности**

Представленная диссертационная работа соответствует следующим пунктам паспорта научной специальности 2.4.2 «Электротехнические комплексы и системы»:

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;

2. Разработка научных основ проектирования, создания и эксплуатации электротехнических комплексов, систем и их компонентов;

4. Исследование работоспособности и качества функционирования электротехнических комплексов, систем и их компонентов в различных режимах, при разнообразных внешних воздействиях, диагностика электротехнических комплексов.

#### **Соответствие содержания автореферата содержанию диссертации**

Автореферат соответствует содержанию диссертации и достаточно полно отражает основные результаты выполненных исследований.

#### **Дискуссионные положения и замечания по диссертационной работе и автореферату**

К замечаниям по диссертационной работе и автореферату можно отнести следующее:

1. В 1 главе диссертационной работы проводится анализ качества электроэнергии в ЭЭС Забайкальского края. Согласно проведенным исследованиям доминирующим фактором отказов электродвигателей является повреждение изоляции обмоток статора вследствие низкого качества питающего напряжения. При это выделен только показатель,



характеризирующий несимметрию напряжения, и не рассмотрено влияние высших гармоник питающего напряжения.

2. В главе 2 диссертации на рис.2.2 (с.47) и на рис.1 автореферата не подписаны блоки модели, описание которых приводится в работе. Это несколько затрудняет понимание состава модели, выполненной в системе MATLAB.

3. При проведении экспериментов на компьютерной и физической моделях коэффициент несимметрии напряжения по обратной последовательности  $K_{2U}$  изменялся от 0 до 4%, что находится в пределах допустимых значений. При этом результаты измерений этого показателя в ЭЭС Забайкальского края показали, что  $K_{2U}=8-9\%$ .

4. В полученных зависимостях срока службы АД, представленных на с.93, 94 диссертации и на с.10, 11 автореферата, не учитывается влияние высших гармоник, когда в реальных условиях эксплуатации электротехнических комплексов Забайкальской ЭЭС существует также проблема с несинусоидальностью питающего напряжения.

5. На с.121 диссертации в таблице 4.2 присутствует опечатка «P=11 кВ». Та же опечатка присутствует на с.122 перед таблицей 4.3.

### **Направления дальнейших исследований и их применение**

Целесообразно дальнейшее развитие и совершенствование методов и средств оценки технического состояния низковольтных асинхронных электродвигателей с учётом параметров эксплуатации; развитие системы технических воздействий, направленных на поддержание технического состояния и уровня надёжности асинхронных электродвигателей электротехнического комплекса, учитывая условия их эксплуатации.

Результаты диссертационной работы могут быть использованы в организациях, занимающихся вопросами проектирования, эксплуатации и управления режимами электротехнических комплексов.

### **Заключение о соответствии диссертационной работы критериям положения о порядке присуждения ученых степеней**

Диссертационная работа Романовой Виктории Викторовны на тему «Совершенствование методов оценки срока службы низковольтных асинхронных электродвигателей электротехнического комплекса» актуальна, обладает элементами научной новизны, имеет практическое значение и является законченной научно-исследовательской работой.

Диссертация отвечает пп.9 - 14 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства РФ от 24.09.2013 №842 (в последней редакции), и представляет собой завершённую научно-квалификационную работу, в которой предложены усовершенствованные



методы оценки параметров эксплуатации, определяющих срок службы низковольтных асинхронных электродвигателей и методика технико-экономического обоснования применения средств симметрирования в электротехническом комплексе.

Общее количество работ соискателя по теме исследования – 48. Из них соискателем опубликовано 12 статей в журналах, входящих в перечень ведущих рецензируемых изданий ВАК Российской Федерации, 6 статей – в научных изданиях, индексируемых в наукометрических базах данных Scopus и Web of Science, 1 монография. Получено 1 свидетельство о регистрации программы для ЭВМ. Публикации автора в полной мере отражают основные результаты исследований, которые были апробированы на научных международных и всероссийских конференциях.

Таким образом, представленная научная работа соответствует требованиям Высшей аттестационной комиссии РФ, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор, Романова Виктория Викторовна, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.4.2 – Электротехнические комплексы и системы.

Автор отзыва: кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой энергетики Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Братский государственный университет»



Булатов Юрий Николаевич



Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Братский государственный университет"  
665709, Иркутская область, г. Братск, ул. Макаренко 40,  
тел.: 8 (3953) 344-000, доб. 354, 355, e-mail: feia@brstu.ru