



КГУ

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«КАЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «КГУ»)

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по науке и
коммерциализации



Ившин И.В.

25.12.2023

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения
высшего образования
«Казанский государственный энергетический университет»
(ФГБОУ ВО «КГУ»)

Диссертация «Повышение эффективности работы электрических сетей 0,4 кВ за счёт симметрирования фазных нагрузок» выполнена на кафедре «Электроэнергетические системы и сети».

Диссертант Лыу Куок Кыонг в 2007 г. окончил «Технологический университет Тайнгуен», Социалистическая Республика Вьетнам (СРВ), по направлению подготовки «Мастер-инженер (автоматизация)», ему присвоена квалификация магистра.

В 2022 г. окончил очную аспирантуру ФГБОУ ВО «Казанский государственный энергетический университет» по направлению подготовки 13.06.01 «Электро- и теплотехника».

Научный руководитель – Маклецов Александр Михайлович, кандидат технических наук, доцент, ФГБОУ ВО «Казанский государственный энергетический университет», кафедра «Электроэнергетические системы и сети», доцент.

По итогам обсуждения диссертации «Повышение эффективности работы электрических сетей 0,4 кВ за счёт симметрирования фазных нагрузок» принято следующее заключение.

1. Актуальность темы диссертационного исследования

Основными приоритетами развития и эффективности функционирования электрических сетей являются внедрение энергосберегающих технологий, повышение надежности электроснабжения

потребителей качественной электроэнергией и безопасности обслуживания электрооборудования, включая электроприемники потребителей.

Все перечисленные выше приоритеты существенным образом зависят от симметрии фазных нагрузок, особенно в сельских и пригородных сетях напряжением 0,4 кВ. Несимметрия нагрузок велика в сетях, имеющих в своем составе однофазные потребители, что характерно для коммунально-бытовых нагрузок. Причем, в сельской местности и пригородах эти нагрузки распределены вдоль линий 0,4 кВ, и, как правило, неравномерно.

Суммарные потери электроэнергии в электрических сетях РФ сильно отличаются по регионам, но в среднем составляют около 7 % отпущенной в сеть электроэнергии. Известно, что до 60% общих потерь электроэнергии приходится на сети 0,4 кВ. В состав общих потерь в сетях 0,4 кВ входят дополнительные потери от несимметрии фазных нагрузок, которые, в некоторых случаях оставляют до 50% общих потерь. Поэтому симметрирование фазных нагрузок является важным фактором повышения эффективности функционирования электрических сетей.

Несимметрия фазных нагрузок может вызвать недопустимое нарушение показателей качества электроэнергии, регламентируемых ГОСТ 321144-2013, например, может привести к недопустимому снижению напряжения сильно нагруженных фаз.

Необходимость симметрирования электрических сетей 0,4 кВ обуславливается также повышенной опасностью эксплуатации несимметричных сетей при обрыве нулевого провода. При несимметричной нагрузке и обрыве нулевого провода напряжения отдельных фаз могут существенно превышать допустимые, что может вызвать выход из строя электроприемников. Появление опасных перенапряжений, кроме выхода из строя электроприемников потребителей, может привести к пожарам и поражения людей электрическим током, то есть оказывает существенное влияние на обеспечение безопасности жизнедеятельности населения и эксплуатационного персонала сетевых предприятий.

До внедрения интеллектуальных устройств измерения передачи и обработки информации о параметрах режима электрических сетей информацию о несимметрии нагрузок эксплуатационный персонал электроснабжающих организаций получал, как правило, 2 раза в год в дни контрольных замеров (один день в июне и один день в декабре), что приводило к редкому, часто несвоевременному и неправильному симметрированию нагрузок.

Основной причиной сложившейся ситуации является степень наблюдаемости электрических сетей 0,4 кВ, то есть возможности корректного расчета параметров режима по данным измерений. До настоящего времени такая возможность практически отсутствовала из-за отсутствия измерений параметров режима всех подключенных к ЛЭП потребителей.

В настоящее время, согласно постановлениям правительства РФ, электросетевые предприятия переходят на интеллектуальные системы учёта

электроэнергии с помощью интеллектуальных счетчиков электроэнергии. Такой переход с регистрацией и передачей данных о параметрах режима всех узлов нагрузок в режиме реального времени открывает новые возможности для оценки степени несимметрии сетей и выработки рекомендаций для ее оптимального симметрирования.

Последнее делает вопрос энергосбережения и повышения безопасности жизнедеятельности за счет оптимизации симметрирования работы сетей 0,4 кВ особенно актуальным.

2. Научная новизна результатов работы

1. Определен целесообразный способ задания исходной информации для расчетов режимов работы электрических сетей 0,4 кВ с распределенной вдоль длины ЛЭП нагрузкой в реальном времени по данным показаний интеллектуальных счетчиков электроэнергии.
2. Разработана методика расчета режимов ЛЭП при обрыве проводов, отличающаяся использованием информации о распределенных вдоль ЛЭП фазных нагрузках.
3. Разработана методика оптимального симметрирования с помощью метода «Роя частиц» по критерию минимума потерь мощности.

3. Научная и практическая значимость результатов

Получен новый подход к расчетам режимов четырехпроводных электрических сетей 0,4 кВ на основе использования в качестве исходной информации показаний интеллектуальных счетчиков электроэнергии. Использование указанной информации позволяет в реальном времени оценивать текущие потери электроэнергии за определенный промежуток времени и формировать графики потребления фазных нагрузок. Последующие расчеты потерь электроэнергии при виртуальном оптимальном симметрировании позволяют оценить целесообразность и порядок работ по симметрированию нагрузок. Кроме того, необходимость симметрирования может определяться по критерию недопустимых перенапряжений при обрыве нулевого провода. В конечном итоге, использование результатов работы позволит уменьшить величину потерь электроэнергии в электрических сетях, повысить безопасность жизнедеятельности населения и эксплуатационного персонала электрических сетей.

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

Результаты, представленные в диссертации и отраженные в публикациях, получены при непосредственном участии соискателя.

Автор проводил анализ существующих подходов к оценке степени несимметрии фазных нагрузок в сельских и пригородных электрических сетях. Автор проводил исследование возможностей интеллектуальных счетчиков для получения корректных расчетов режимов работы линий с

распределенной воль ее дины нагрузкой. Соискатель является автором, или соавтором разработанных методик, всех алгоритмов и программ, используемых для получения основных результатов работы

Он является основным автором методики оптимизации симметрирующих переключений методом «Роя частиц» и соответствующих алгоритма и программы.

5. Достоверность результатов проведенных исследований

Достоверность расчетов режимов ЛЭП 0,4 кВ обосновывается использованием хорошо известного метода определения режимов электрических сетей - метода контурных уравнений. Кроме того, полученные результаты перенапряжений при обрыве нулевого провода на любом участке ЛЭП хорошо согласуются с опубликованными результатами расчетов при обрыве нулевого провода в начале ЛЭП.

Прогнозируемая величина снижения дополнительных потерь от несимметрии распределенных нагрузок за счет оптимального симметрирования также находится в пределах опубликованных другими авторами экспериментальных данных для случаев ЛЭП со сосредоточенной нагрузкой.

Полученные результаты и их интерпретация не противоречат основным положениям науки и опубликованным результатам других авторов.

6. Соответствие диссертации научной специальности

Диссертация соответствует паспорту специальности 2.4.2. «Электротехнические комплексы и системы» и отвечает следующим пунктам паспорта специальности:

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 промышленного назначения.

3. Разработка, структурный и параметрический синтез, оптимизация электротехнических комплексов, систем и их компонентов, разработка алгоритмов эффективного управления.

7. Полнота изложения результатов диссертации в работах, опубликованных автором

По рассматриваемой в диссертации тематике имеется 6 публикаций автора и получено одно свидетельство о государственной регистрации программы ЭВМ, в том числе:

Статьи в рецензируемых научных изданиях, входящих в перечень ВАК:

1. Маклецов А.М. Мониторинг несимметрии нагрузок в электрических сетях 0,4 кВ / Маклецов А.М., Галиев И.Ф., Галиев Р.И., **Лыу Куок Кыонг** // Энергетик. – 2019. – № 5. – С. 27-29 (вклад соискателя 50%).

2. **Лыу Куок Кыонг**. Разработка алгоритмов симметрирования нагрузок в сетях 0,4 кВ при распределенной нагрузке вдоль линии / Лыу Куок Кыонг, Маклецов А.М., В. В. Максимов, А. Альзакар // Известия высших учебных заведений. Проблемы энергетики – 2022. – Том 24, № 2. – С. 87 – 97 (вклад соискателя 70%).

3. **Лыу Куок Кыонг**. Оптимальное симметрирование фазных нагрузок ЛЭП 0,4 кВ с использованием интеллектуальной системы измерений / Лыу Куок Кыонг, Казка М.В., Маклецов А.М., Максимов В.В., Гизатуллин А.Р. // Вестник Казанского государственного энергетического университета. – 2023. – Т. 15 №3 (59). – С. 31-44 (вклад соискателя 70%).

Публикации в материалах докладов международных и всероссийских научных конференциях:

4. **Лыу Куок Кыонг**. Мониторинг сетей 0,4 кВ / Лыу Куок Кыонг, Маклецов А.М. // В сборнике материалов XIV Международной молодежной научной конференции «Тинчуринские чтения» Казань, КГЭУ, апреля 2019 г. Том 2. – С. 98-101 (вклад соискателя 60%).

5. **Лыу Куок Кыонг**. Расчет четырехпроводной сети методом узловых потенциалов с помощью Матлаба / Лыу Куок Кыонг, Тамсир Анн, Маклецов А.М. // В сборнике материалов XVII Международной молодежной научной конференции «Тинчуринские чтения». – Казань: КГЭУ, 2022. – Том 2. – С. 89-92 (вклад соискателя 75%).

6. Казка М.В. Симметрирование фазных токов и напряжений в сетях 0,4 кВ./ Казка М.В., Маклецов А.М, **Лыу Куок Кыонг** // Материалы третьей Республиканской научно-практической конференции «Современные технологии в электроэнергетике и промышленности». Хунджанд (Таджикистан): ХПИТТУ, 2022. – С. 90-93 (вклад соискателя 60%).

Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ.

7. Свидетельство № 2022619532 Российская Федерация. Свидетельство о официальной государственной регистрации программы для ЭВМ. Программа оптимизации работы трехфазной четырехпроводной электрической сети / Маклецов А.М., Максимов В.В., Куракина О.Е. (RU), **Лыу Куок Кыонг**, Нгуен Дык Хоан (VN), Казка М.В (KG). - № 2022619532; заявл. 06.05.2022; опубл. 23.05.2022. Реестр программ для ЭВМ. –1 с. (вклад соискателя 60%).

В перечисленных работах Лыу Куок Кыонг лично получил следующие результаты:

– в работах [1, 2, 4] дано обоснование необходимости расширения состава исходных данных для корректной оценки степени несимметрии электрических сетей 0,4 кВ;

– в работах [2, 3, 5,] представлены методы расчета режимов ЛЭП 0,4 кВ с распределенной вдоль линии нагрузкой.;

– в работе [6] представлен метод симметрирования фазных нагрузок.

Все основные положения и результаты, выносимые на защиту, отражены в публикациях автора: по главе 2 – в [1, 2, 4,], по главе 3 – в [2, 3], по главе 4-в [3].

В диссертационной работе не выявлено использования материалов или отдельных результатов без ссылок на автора или источник заимствования, включая работы, выполненные соискателем лично и/или в соавторстве.

8. Апробация работы

Основные результаты работы представлялись и докладывались на следующих конференциях:

Результаты, полученные в ходе научных исследований, и основные тезисы диссертационной работы представлялись на обсуждение и получили одобрение на:

- Международной молодежной научной конференции Тинчуринские чтения –2019, г. Казань;
- Международной молодежной научной конференции Тинчуринские чтения – 2022, г. Казань;
- Третьей Республиканской научно-практической конференции «Современные технологии в электроэнергетике и промышленности» – 2022, г. Худжанд (Таджикистан).

9. Ценность научных работ соискателя

Полученная в результате работы новая методика определения фазных напряжений при обрыве нулевого провода ЛЭП 0,4 кВ с произвольно распределенной вдоль линии нагрузкой позволяет развивать мероприятия, направленные на повышение безопасности жизнедеятельности и снижения финансовых рисков потребителей и сетевых предприятий.

Разработанная методика оптимизации симметрирующих переключений определяет возможности повышения эффективности функционирования электрических сетей за счет снижения потерь электроэнергии.

10. Характер результатов

Характер результатов диссертации соответствует п. 9 Положения о присуждении ученых степеней ВАК Министерства науки и высшего образования Российской Федерации.

11. Выводы

Диссертация Лыу Куок Кыонг на тему «Повышенне эффективности работы электрических сетей 0,4 кВ за счёт симметрирования фазных нагрузок» является законченной научно-квалификационной работой,

выполненной на актуальную тему, в которой содержится решение следующих задач:

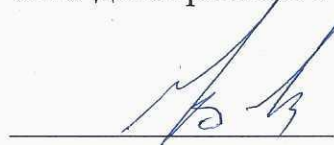
1. Оптимизация симметрирования ЛЭП 0,4 кВ, позволяющая обоснованно производить переключения фазных нагрузок перед началом характерных нагрузочных сезонов в целях снижения потерь электроэнергии.
2. Определение и передача в базу данных диспетчера информацию о возможности появления опасных перенапряжений в узлах нагрузки ЛЭП 0,4 кВ при обрыве нулевого провода в целях повышения безопасности жизнедеятельности и снижения финансовых рисков потребителей и электроснабжающих организаций.

Диссертация обобщает самостоятельные исследования автора, обладает внутренним единством, содержит новые научные результаты и положения, выдвигаемые на защиту, свидетельствует о личном вкладе автора в науку.

Работа соответствует критериям Положения о присуждении ученых степеней Российской Федерации, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук, включая требования п. 14.

Диссертация «Повышение эффективности работы электрических сетей 0,4 кВ за счет симметрирования фазных нагрузок», автор Лыу Куок Кыонг, рекомендуется к защите на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.4.2. «Электротехнические комплексы и системы». Заключение принято на расширенном заседании кафедры «Электроэнергетические системы и сети» Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Казанский государственный энергетический университет».

Присутствовало на заседании 21 чел. Результаты голосования: «за» – 21 чел., «против» – 0 чел., «воздержалось» – 0 чел., протокол №15 от «20» декабря 2023 г.



Максимов Виктор Владимирович,
канд. техн. наук, доцент, кафедра
«Электроэнергетические системы и сети»
ФГБОУ ВО «КГЭУ», заведующий кафедрой

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Казанский государственный энергетический университет»,
420066, Республика Татарстан, г. Казань, ул. Красносельская, 51.
Тел. (843)519-42-72, e-mail: esis.kgeu@bk.ru

Ившин Игорь Владимирович: доктор технических наук, профессор
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Казанский государственный энергетический университет», проректор по науке и коммерциализации,
420066, Республика Татарстан, г. Казань, ул. Красносельская, 51.
Тел. (843)519-43-72, e-mail: ivshin.iv@kgeu.ru