

## ОТЗЫВ

научного руководителя на диссертационную работу Чулюковой Маргариты Валерьевны на тему «Разработка принципов и метода автоматического управления нагрузкой активных потребителей для обеспечения надежности электроснабжения» на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.4.3. Электроэнергетика

Чулюкова Маргарита Валерьевна, 15 октября 1975 года рождения, в 1999 г. окончила Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Иркутский государственный технический университет» (ФГБОУ ВО «ИрНТУ»). по программе специалитета по направлению подготовки Электроснабжение промышленных предприятий. В 2015 г. М.В. Чулюкова с отличием окончила Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Амурский государственный университет» (ФГБОУ ВПО «АмГУ») по программе магистратуры по направлению подготовки 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника, направленность образовательной программы: электроэнергетические сети и системы.

В период подготовки диссертации соискатель Чулюкова Маргарита Валерьевна обучалась в заочной аспирантуре в ФГБОУ ВПО «АмГУ», а также работала в Федеральном государственном бюджетном учреждении науки Институт систем энергетики им. Л.А. Мелентьева Сибирского отделения Российской академии наук в отделе электроэнергетических систем в должности младшего научного сотрудника. В 2021 г. окончила заочную аспирантуру в ФГБОУ ВПО «АмГУ» по направлению подготовки 13.06.01 «Электро- и теплотехника» по образовательной программе «Электрические станции и электроэнергетические системы». Основным местом работы Маргариты Валерьевны является АО «Дальневосточная распределительная сетевая компания».

Актуальность темы диссертационной работы Маргариты Валерьевны обусловлена тем, что в современных условиях развития электроэнергетики возрастает роль распределённых энергетических ресурсов (РЭР) и активных потребителей, а также усиливаются требования к надёжности электроснабжения и качеству предоставляемых сетевыми компаниями услуг. В аварийных ситуациях, связанных с выделением энергорайонов с РЭР (ЭР с РЭР) на изолированную работу, возникает риск дефицита мощности, нарушений устойчивости по частоте и напряжению и, как следствие, длительных перерывов электроснабжения социально значимых и технологически чувствительных потре-

бителей. В этой связи разработка и обоснование новых подходов к послеаварийному управлению режимами работы ЭР с РЭР, основанных на вовлечении активных потребителей и использовании технологии управления спросом, представляется своевременной и практически востребованной.

Целью диссертационной работы является разработка принципов и метода автоматического управления нагрузкой активных потребителей, предоставляющих собственную мощность, для обеспечения надёжности электроснабжения при аварийном выделении ЭР с РЭР на изолированную работу. Для достижения цели соискателем поставлен и решён комплекс взаимосвязанных задач, включающий анализ особенностей функционирования ЭР с РЭР в аварийных ситуациях, рассмотрение существующих способов обеспечения надёжной работы таких энергорайонов, обоснование необходимости новых подходов, разработку метода автоматического управления нагрузкой активных потребителей (АУНАП), разработку методических положений согласования действий АУНАП с действующими устройствами противоаварийного управления (ПАУ), а также разработку методического подхода к повышению энергетической гибкости и оценку эффективности предложенных решений на практических примерах.

Научная новизна диссертационной работы заключается в получении и обосновании следующих результатов. Во-первых, разработан новый метод АУНАП для обеспечения надёжности электроснабжения потребителей ЭР с РЭР в послеаварийных режимах. В отличие от распространённых практик применения технологии управления спросом, ориентированных преимущественно на задачи противоаварийного управления режимами работы энергосистемы в целом, в работе предложен новый вариант использования данной технологии для гарантированного восстановления электроснабжения и ликвидации дефицита мощности на уровне энергорайона за счёт дополнительной мощности активных потребителей. Во-вторых, разработаны методические положения согласования действий существующих устройств ПА в комплексе ПАУ и предлагаемой дополнительной автоматики АУНАП, направленные на исключение риска повторного нарушения устойчивости по частоте и напряжению в послеаварийном установившемся режиме и на сохранение селективности выполнения действий АУНАП. В-третьих, разработан методический подход к повышению энергетической гибкости для обеспечения надёжной работы ЭР с РЭР в аварийных ситуациях, позволяющий формировать мероприятия с оптимальным комплексным использованием источников гибкости и тем самым снижать негативные последствия аварийных событий для потребителей.

Теоретическая значимость работы состоит в теоретическом обосновании методического подхода к повышению энергетической гибкости для обеспечения надёжной работы ЭР с РЭР в аварийных ситуациях, а также в развитии теоретических основ применения технологии управления спросом в части решения задач оперативно-технологического управления и послеаварийного управления режимами в электроэнергетике. Отдельно следует отметить представленное в диссертации валидирование возможности применения разработанного метода АУНАП для повышения надёжности электроснабжения потребителей в аварийных ситуациях.

Практическая значимость выполненных исследований подтверждается тем, что результаты верифицированы на авариях, происходивших в реальных действующих энергорайонах Дальнего Востока (Амурская область, Приморский край, Республика Саха (Якутия)), что подтверждает актуальность и применимость предложенного метода АУНАП в комплексе ПАУ и методического подхода к повышению энергетической гибкости для минимизации последствий аварийных ситуаций для потребителей. Показано, что метод АУНАП за счёт автоматической реализации алгоритмов без дополнительного отключения мощности позволяет ускорить процесс восстановления электроснабжения потребителей, перерыв в электроснабжении которых может приводить к значимым социальным и экономическим последствиям.

Разработанные решения использованы при формировании технических концепций и алгоритмов диспетчеризации объектов распределённой генерации, в том числе компанией АО «Фонд Форсайт» (в задачах управления нагрузками и режимами работы микросети Международного аэропорта г. Петропавловск-Камчатский, а также при формировании алгоритмов диспетчеризации объектов распределённой генерации в ЭР с РЭР сельскохозяйственного назначения). Разработанный программный инструмент в среде Python для реализации метода АУНАП может быть интегрирован в программные комплексы оперативно-технологических служб электросетевых компаний и использован в практической деятельности оперативного персонала. Результаты диссертационной работы Маргариты Валерьевны получили внедрение в производственные процессы АО «Дальневосточная распределительная сетевая компания», АО «Фонд Форсайт», РУП «Белэнергосетьпроект» (Республика Беларусь).

Адекватность полученных результатов подтверждается корректностью применённых имитационных моделей и сопоставлением теоретических выводов с результатами вычислительных экспериментов. Для моделирования и анализа режимов использовались программно-вычислительные комплексы

RastrWin, RusTab, Pandapower, программная реализация алгоритмов выполнена средствами языка Python.

Основные результаты диссертационной работы прошли апробацию на профильных научно-практических конференциях, семинарах и симпозиумах, включая IX Международную научно-техническую конференцию «Энергетика: управление, качество и эффективность использования энергоресурсов» (Благовещенск, 2019), FarEastCon 2018 (Владивосток, 2018), International Workshop on Flexibility and Resiliency Problems of Electric Power Systems (Иркутск, 2019), 11th Symposium on Control of Power and Energy Systems (Москва, 2022), 95-е и 97-е заседания Международного научного семинара им. Ю.Н. Руденко «Методические вопросы исследования надежности больших систем энергетики» (ост. Ольхон, 2023; Новосибирск, 2025). По теме исследования опубликовано 13 печатных научных работ, в том числе 3 – в изданиях, рекомендованных ВАК РФ по специальности 2.4.3, 3 – в изданиях, индексируемых в Scopus и Web of Science.

Личный вклад Маргариты Валерьевны является существенным и включает обоснование актуальности разработки новых методов обеспечения надёжности электроснабжения, разработку математической модели и алгоритмов работы АУНАП, разработку методических положений согласования действий АУНАП с другими устройствами ПА, разработку алгоритма методического подхода повышения энергетической гибкости и критериев оценки его эффективности, а также построение моделей ЭР с РЭР и сценариев их аварийного выделения на изолированную работу с последующим анализом полученных результатов.

В качестве научного руководителя характеризую Маргариты Валерьевну как целеустремлённого, глубоко компетентного и трудоспособного исследователя, заинтересованного в получении практико-ориентированных результатов. В ходе работы над диссертацией она продемонстрировала умение быстро и качественно разобраться в сложной проблематике послеаварийного управления режимами ЭР с РЭР, критически анализировать существующие подходы и обосновывать предлагаемые решения. Следует особо отметить, что она обладает значительным практическим опытом в рассматриваемой области, поскольку работает диспетчером, и хорошо понимает реальные условия функционирования энергорайонов, требования оперативно-технологического управления и ограничения внедрения новых алгоритмов и автоматик в действующую практику. Это позволило ей формулировать задачи и предлагать решения с учётом практической применимости и технологической реализуемости.

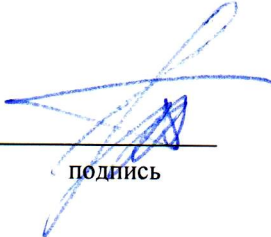
В процессе выполнения исследования Маргарита Валерьевна проявила высокий уровень самостоятельности и инициативности: сама прорабатывала и

уточняла постановки задач, последовательно доводила разработанные подходы до алгоритмической и программной реализации и добивалась воспроизводимости результатов. В целом её работа отличалась организованностью, ответственным отношением к срокам и умением эффективно работать даже в условиях высокой нагрузки и ограниченных ресурсов.

Считаю, что диссертационная работа «Разработка принципов и метода автоматического управления нагрузкой активных потребителей для обеспечения надежности электроснабжения» является законченной научно-квалификационной работой, соответствует выбранному шифру специальности и полностью отвечает требованиям, предъявляемым ВАК к кандидатским диссертациям, а Маргарита Валерьевна Чулюкова заслуживает присуждения учёной степени кандидата технических наук по специальности 2.4.3. Электроэнергетика.

Научный руководитель,  
Кандидат технических наук,  
Старший научный сотрудник отдела  
электроэнергетических систем ИСЭМ СО РАН

«20» 11 2024 г.  
(дата)

  
подпись

Томин Никита Викторович

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт систем энергетики им. Л.А. Мелентьева Сибирского отделения Российской академии наук

Почтовый адрес: 664033, Россия, г. Иркутск, ул. Лермонтова, д. 130, каб. 239

Электронная почта: [tomin.nv@gmail.com](mailto:tomin.nv@gmail.com), телефон: +7(3952) 500-646, доб. 239

