

ОТЗЫВ

Кулдина Николая Александровича

на автореферат **Реуцкого Ивана Сергеевича**

«Разработка модели интеллектуальной автоматики регулирования напряжения и реактивной мощности на основе мультиагентных систем и машинного обучения», представленный на соискание ученой степени кандидата технических наук по научной специальности

2.4.3 Электроэнергетика

Актуальность темы

Рассматриваемые в данной диссертации вопросы разработки интеллектуальной автоматики регулирования напряжения и реактивной мощности на основе мультиагентных систем и машинного обучения, являются актуальными. Устойчивость энергосистем – ключевой фактор в обеспечении их надежности, особенно в условиях роста распределенной генерации и увеличения нагрузки. Проблемы, связанные с нарушением устойчивости по напряжению, требуют решений, способных адаптироваться к динамическим изменениям в энергосистемах. Автор обоснованно указывает на недостатки существующих систем противоаварийного управления (ПАУ) и необходимость их совершенствования, что соответствует современным тенденциям цифровизации энергетики.

Научная новизна

Научная новизна диссертации Реуцкого И.С. отражена в автореферате и состоит в следующих аспектах:

1. Предложены новые подходы к совершенствованию существующей системы ПАУ ЕЭС России в части обеспечения устойчивости по напряжению.

2. Предложен новый принцип координированного регулирования СКРМ в ЭЭС на базе алгоритмов роевого интеллекта и градиентного бустинга, сочетающая в себе централизованное и распределенное управление, который обеспечивает высокое быстродействие и адаптивность к множеству схемно-режимных ситуаций.

3. Усовершенствован мультиагентный принцип координированного регулирования уставок АРВ синхронных генераторов и отключения нагрузок потребителей в рамках решения задачи ПАУ ЭЭС.

4. Разработана оригинальная концепция внедрения ИАРН в структуру ПАУ ЕЭС России, позволяющая применять интеллектуальные комплексы с

сохранением существующих иерархических принципов на действующей инфраструктуре ПАУ.

Основные результаты работы

Автором достигнуты следующие значимые результаты:

- Разработана модель децентрализованной мультиагентной системы для управления реактивной мощностью, обеспечивающая отказоустойчивость и адаптивность.

- Проведены успешные испытания на моделях энергосистемы Иркутской области, подтвердившие повышение устойчивости по напряжению и быстродействие системы.

- Обоснована возможность интеграции ИАРН в существующую структуру ПАУ ЕЭС России с сохранением иерархических принципов противоаварийного управления.

Основные результаты работы, связанные с разработкой моделей и методов, реализацией и тестированием методов в программно-вычислительных комплексах получены автором самостоятельно, либо под его научным руководством и при его непосредственном участии. Постановка решаемых в диссертации задач, планирование экспериментов и подготовка научных публикаций проводились совместно с научным руководителем.

Практическая и теоретическая значимость

Практическая значимость работы заключается в разработке ИАРН, которая может быть внедрена в реальные энергосистемы для повышения их устойчивости. Результаты испытаний на модели Северобайкальского энергетического кольца в энергосистеме Иркутской области показали, что предложенные методы позволяют эффективно предотвращать аварийные ситуации. Использование алгоритмов машинного обучения и оптимизации значительно ускоряет процесс принятия решений, что критически важно для ПАУ. Теоретическая значимость работы заключается в создании новых научных подходов к управлению устойчивостью энергосистем, которые могут стать основой для дальнейших исследований в области адаптивных и интеллектуальных систем автоматики.

Достоверность полученных результатов

Материалы диссертации представлены на международных и всероссийских конференциях и семинарах, включая Международные научные семинары им. Ю.Н. Руденко и конференцию «Электроэнергетика глазами молодежи». По теме диссертации опубликовано 6 работ, в том числе 2 в рецензируемых изданиях ВАК и 1 в журнале, индексируемом в Scopus и Web of Science, что свидетельствует о признании научного вклада автора.

Автореферат написан ясно и логически стройно. Публикации в достаточной степени отражают основное содержание работы.

Соответствие паспорту специальности

Название диссертационной работы, её цели и задачи включают основные понятия и ключевые слова, соответствующие паспорту заявленной научной специальности. По тематике, объекту и области исследования, разработанные автором положения о научной новизне, теоретической и практической значимости соответствуют пунктам 8, 14, 20 научной специальности 2.4.3 Электроэнергетика.

Вопросы и замечания по работе

При ознакомлении с авторефератом диссертации Реуцкого И.С. возникли следующие вопросы и замечания:

1. Отмечены недостатки автоматики ограничения снижения напряжения (АОСН). Были ли автором сформулированы предложения по доработке ГОСТ Р 70411-2022 и (или) утверждённых методик по настройке АОСН?

2. Отмечена целесообразность декомпозиции энергосистем на энергорайоны. Какие критерии разделения (определения границ энергорайонов) разработаны и (или) используются автором?

3. В качестве управляющих воздействий ВЭ-СКРМ предложены СКРМ и АРВ генерирующего оборудования. Рассматривалась ли интеграция в систему устройств регулирования коэффициента трансформации трансформаторного оборудования, АРЧМ в части изменения перетока активной мощности во влияющих контролируемых сечениях?

4. Использован метод градиентного бустинга на деревьях. Предложенный метод требует значительных вычислительных ресурсов, чувствителен к обучающей выборке, а также сложен для интерпретации, как и другие ансамблевые методы. Как автор предлагает минимизировать недостатки предлагаемого метода?

5. Каковы перспективы масштабирования предложенной ИАРН на другие энергосистемы, какими характерными особенностями должны обладать эти энергосистемы?

6. Как планируется учитывать возможные угрозы информационной безопасности при внедрении мультиагентных систем в критическую инфраструктуру?

Заключение по работе

С учетом изложенного считаю, что представленная диссертационная работа Реуцкого Ивана Сергеевича «Разработка модели интеллектуальной автоматики регулирования напряжения и реактивной мощности на основе мультиагентных систем и машинного обучения» является законченной научно-квалификационной работой, содержащей решение научной и практической задачи, имеющей существенное значение для развития электроэнергетической отрасли страны, выполненной автором самостоятельно на актуальную тему. В диссертации Реуцкого И.С. соблюдены требования пп. 9-14 Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. N 842 «О порядке присуждения ученых степеней», предъявляемые к кандидатским диссертациям, а ее автор, Реуцкий Иван Сергеевич, заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.4.3 Электроэнергетика.

Заведующий кафедрой

энергообеспечения предприятий и
энергосбережения

Физико-технического института

Петрозаводского государственного университета

кандидат физико-математических наук, доцент,
специальность 1.3.5. – физическая электроника

Кулдин
Николай
Александрович

Контактные данные:

Тел. (моб): +7 (911) 400-63-77

E-mail: kuldin@petsu.ru

Федеральное государственное бюджетное учреждение высшего образования
«Петрозаводский государственный университет»

Адрес: 185910, Республика Карелия, г. Петрозаводск, пр. Ленина, д. 33

Телефон: +7 (8142) 71-10-01

E-mail: rectorat@petsu.ru



10 ff
10
0.