

ОТЗЫВ

официального оппонента, кандидата технических наук
Самойленко Владислава Олеговича на диссертационную работу
Семендяева Родиона Юрьевича на тему:
«Разработка подсистемы восстановления нормального режима комплексной
автоматики управления локальной системой энергоснабжения»,
представленную на соискание учёной степени кандидата технических наук
по специальности 05.14.02 - Электрические станции и
электроэнергетические системы

1. Актуальность темы

В настоящее время распределительные сети в РФ испытывают усиливающуюся технико-экономическую конкуренцию за полезный отпуск электроэнергии потребителям со стороны объектов локальной (собственной) генерации установленной мощностью до 25 МВт на основе газопоршневых, реже газотурбинных установок. Объекты локальной генерации служат основным источником электрической энергии как при параллельной работе с Единой энергосистемой, так и при автономном от сети электроснабжении нагрузок. При этом выбор автономного режима работы объекта, вопреки технико-технологическим соображениям, диктуется административными барьерами, несовершенством тарифного регулирования, пробелами в законодательной и нормативной базе электроэнергетики.

В силу своих конструктивных особенностей, равно как и в силу повышенного уровня аварийности в распределительных сетях и системах электроснабжения, генерирующие агрегаты объектов локальной генерации подвержены отключениям с частотой один раз в несколько сотен часов. Во избежание длительного перерыва электроснабжения электрической нагрузки предусматриваются варианты резервирования как при отказах генерирующих агрегатов, так и, наоборот, при отказах питающих элементов внешней сети. При этом характеристики маневренности газопоршневых и газотурбинных установок позволяют осуществить быстрый повторный пуск, ресинхронизацию и повторный набор нагрузки за время от нескольких десятков секунд до нескольких минут. Возникает сложная оптимизационная задача разработки

стратегии восстановления электроснабжения в условиях возможного схемно-режимного многообразия работы системы электроснабжения.

2. Структура и объем диссертации

Диссертационная работа состоит из введения, четырех глав, заключения и пяти приложений. Работа изложена на 180 страницах, содержит 61 рисунок и 15 таблиц, список литературы включает 101 наименование.

Во введении обоснована актуальность темы исследования, цели и задачи диссертационной работы.

В первой главе представлен обзор теоретических и практических основ восстановления нормального режима в традиционных и «интеллектуальных» электроэнергетических системах, в рассматриваемых локальных системах энергоснабжения. Выполнен анализ наиболее близких по тематике международных публикаций. Отмечено, что традиционное оперативно-диспетчерское и оперативно-технологическое управление не способны решать задачи восстановления режима работы перспективных локальных систем энергоснабжения с требуемыми быстродействием и безошибочностью.

Во второй главе задача восстановления нормального режима работы локальной системы энергоснабжения рассмотрена как задача динамического программирования. Разработаны траектории перехода локальных систем энергоснабжения внутри режимной области на основе маршрутных карт смены состояний отдельных элементов системы в сочетании со стратегиями (в работе применительно к оптимизационной постановке задачи – «критериями») восстановления нормального режима. Показана возможность многокритериальной постановки задачи, а также возможность применения принципа Парето для выбора альтернатив и принципа оптимальности Беллмана для успешного решения оптимизационной задачи.

Третья глава посвящена выбору эффективного состава генерирующего оборудования по результатам перехода локальной системы энергоснабжения в автономный режим и обратно на параллельную работу с Единой энергосистемой. Важной составляющей практической значимости диссертации явля-

ются разработанные и представленные в третьей главе алгоритмы, которые позволяют совмещать вторичное регулирование мощности группы генерирующих агрегатов по сечению обмена с энергосистемой без ущерба для первичного регулирования частоты и мощности, первичного резерва. Также разработанные алгоритмы позволяют осуществлять третичное регулирование мощности в границах локальной системы энергоснабжения с поддержанием технико-экономической эффективности работы генерирующего оборудования и его вторичного резерва мощности.

В четвертой главе проведено физическое моделирование режимной области локальной системы энергоснабжения. Верифицирована физическая модель энергосистемы с учетом рассмотренных в работе особенностей режимов локальных систем энергоснабжения. Предложенные теоретические положения подтверждены практически и оформлены как результаты разработки в виде набора функций автоматики управления режимами локальной системы энергоснабжения.

К работе прилагается направленный адресатам в установленные сроки автореферат диссертации на 23 страницах.

3. Степень обоснованности и достоверности научных выводов, положений и рекомендаций

Исследования выполнены с применением теоретических основ электротехники, теории графов, теории динамического программирования и теории электромеханических переходных процессов. Разработанные алгоритмы тестировались на физической модели электроэнергетической системы с программной реализацией на промышленных компьютерах типа Gridex II в составе промышленного шкафа режимной и сетевой автоматики локальной системы энергоснабжения. Степень обоснованности и достоверности научных положений, выводов и рекомендаций, содержащихся в диссертации, отвечает требованиям, предъявляемым к научным квалификационным работам.

4. Новизна научных результатов

Соискателем предложен новый метод восстановления нормального режима локальной системы энергоснабжения, который заключается в использовании маршрутных карт структурно-режимных состояний такой системы. Метод позволяет автоматически выстраивать траекторию возврата локальной системы энергоснабжения в режимной области к точке, характеризующей нормальный режим работы, в условиях схемно-режимного многообразия.

Также соискателем разработан способ управления составом и загрузкой генерирующих агрегатов локальной системы энергоснабжения для параллельной с сетью и автономной работы, позволяющий учитывать общесистемные требования к регулированию частоты и мощности в совокупности с сетевыми ограничениями на регулирование перетока мощности по обменному сечению.

5. Практическая значимость работы

Разработанные и протестированные в рамках диссертационной работы алгоритмы высоко востребованы для применения в серийных устройствах автоматики, регуляторах активной мощности и системах автоматического управления технологическим процессом локальных систем энергоснабжения на основе топливной генерации, массово возникающих в настоящее время в России и за рубежом.

6. Апробация работы и подтверждение опубликования основных положений работы

Результаты исследований апробированы участием автора на одной международной и одной всероссийской научно-практических конференциях. По результатам исследования опубликовано 9 научных работ, в том числе две работы в русскоязычных изданиях из перечня ВАК РФ, и одна работа в международном издании, индексируемом в наукометрических базах цитирования Web of Science и Scopus. Получен патент Российской Федерации на изобретение.

На практике разработанные алгоритмы реализованы как набор функций в составе реального промышленного шкафа режимной и сетевой автоматики локальной системы энергоснабжения. Имеется акт о внедрении результатов диссертационной работы в учебный процесс учреждения высшего образования и акт о внедрении результатов диссертационной работы в технологический процесс организации по производству электрической энергии.

7. Соответствие диссертации научной специальности и критериям Положения о присуждении ученых степеней

Анализ содержания диссертационной работы позволяет констатировать его соответствие паспорту специальности 05.14.02 – Электрические станции и электроэнергетические системы.

Диссертация Семендяева Родиона Юрьевича «Разработка подсистемы восстановления нормального режима комплексной автоматики управления локальной системой энергоснабжения» как научно-квалификационная работа полностью отвечает требованиям 9-14 действующей редакции Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. №842. На основе разработки методов управления режимами локальных систем энергоснабжения автором предложено новое научно обоснованное техническое решение.

Диссертация написана автором самостоятельно, обладает внутренним единством, содержит новые научные результаты и положения, выдвигаемые для публичной защиты, что свидетельствует о личном вкладе автора диссертации в науку. В диссертации имеются сведения о практической полезности результатов и рекомендации по использованию научных выводов. Полученные решения и выводы обстоятельно аргументированы и подтверждаются результатами практического внедрения.

8. Основные замечания по работе

8.1. Заявленная область определения диссертации включает системы энергоснабжения с установленной мощностью генерации до 25 МВт. Воз-

возможные классы напряжения и протяженность таких систем не уточнены. В то же время, отсылки к объектам установленной мощностью свыше 25 МВт и сетям напряжением свыше 110 кВ, крупному паротурбинному оборудованию, транзитным линиям электропередачи и т.д. по тексту работы несколько затрудняют понимание читателем области определения работы.

8.2. Допущение о возможности восстановления электроснабжения с помощью автоматики ввода резерва или автоматики повторного включения (раздел 1.3) справедливо для нагрузок I категории надежности электроснабжения. Для нагрузок II и III категорий в общем случае необходимо вмешательство оперативного персонала. На возможных для локальной системы энергоснабжения классах напряжения может применяться быстродействующая, с проверкой наличия напряжения на линии, с контролем отсутствия напряжения на шинах, с ожиданием или улавливанием синхронизма и др. автоматика, вид которой также окажет существенное влияние на построение маршрутной карты режимной области и продвижение по ней.

8.3. Для современных генерирующих агрегатов, работающих в режиме непрерывной выработки электроэнергии, самосинхронизация запрещена заводами-изготовителями и нормативно-технической документацией, вопреки описанию в разделе 1.4.

8.4. В разделе 1.7 при анализе возможных схем подключения локальных систем энергоснабжения упущены ситуации наличия вводов от разных центров питания с ограничениями по замыканиям схемы и перераспределению нагрузки, а также ситуации вводов разных классов напряжения.

8.5. Тезис о преимущественно автономной работе локальных систем энергоснабжения на стр. 33 не подкреплен статистикой или ссылками на авторитетные источники.

8.6. Ключевым ограничением принципа Беллмана, принимаемого в главе №2, является работа с системами, не содержащими звено обратной связи. В то же время, на практике это звено важно для ухода от воздействия неучтенных внешних факторов, которые могут приводить к «зависанию» си-

стемы в промежуточной точке маршрутной карты вследствие невозможности выполнения управляющих воздействий (прежде всего, из-за скрытых неисправностей). Во избежание подобных ситуаций, маршрутную карту следовало бы дополнить, например, эмпирическими правилами, в ряде случаев разрешающими прохождение по «резервным» неоптимальным маршрутам.

8.7. При рассмотрении нагрузочной способности газопоршневых установок в главе №3 не рассмотрены требования соответствующего международного стандарта ISO 8528 и российского ГОСТ ISO 8528-5-2017.

8.8. В главе №4 при рассмотрении требований к физической модели не указано соответствие реальным объектам по относительным постоянным инерции, моментным характеристикам первичного привода и «гладкости» графиков нагрузки. В пограничных состояниях несоответствие при его наличии может приводить к излишне оптимистичному результату моделирования.

Приведенные выше замечания не подвергают сомнению теоретические и практические положения диссертационной работы, не снижают ее научной ценности и могут рассматриваться автором в качестве пожеланий по направлениям дальнейшей научной работы за рамками диссертации.

9. Общее заключение

Представленная диссертационная работа Семендяева Родиона Юрьевича является самостоятельной, законченной научно-квалификационной работой, в которой содержится новое научно обоснованное техническое решение задачи управления режимами работы и генерирующим оборудованием локальных систем энергоснабжения, имеющее существенное значение для развития электроэнергетики. Работа имеет научную новизну, внутреннее единство и практическую значимость.

Содержание диссертации полностью соответствует поставленным задачам и отражает последовательность их решения. В работе сделаны чёткие и аргументированные выводы. Представленные замечания не снижают качества полученных автором научных и теоретических результатов диссертации.

Апробация, публикации и автореферат с достаточной полнотой отражают основное содержание диссертации и полностью соответствуют разработанным в ней теоретическим положениям, научной новизне и их практической значимости.

Это даёт основание утверждать, что диссертационная работа на тему: «Разработка подсистемы восстановления нормального режима комплексной автоматики управления локальной системой энергоснабжения» полностью соответствует требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям, соответствует требованиям п. 9-14 Положения о присуждении ученых степеней, а её автор Семендяев Родион Юрьевич заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.14.02 – Электрические станции и электроэнергетические системы.

Официальный оппонент:

Самойленко Владислав Олегович,
доцент кафедры
Автоматизированных электрических систем
Уральского энергетического института
Уральского федерального университета,
кандидат технических наук



22.11.2021

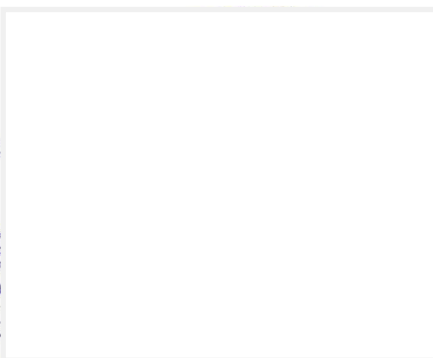
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования «Уральский федеральный университет имени первого
Президента России Б.Н. Ельцина»
620002, г. Екатеринбург, ул. Мира, д. 19
E-mail: v.o.samoylenko@urfu.ru

ПОДПИСЬ
ЗАВЕРЯЮ.

Самойленко

УЧЕНЫЙ СЕКРЕТАРЬ УРФУ
МОРОЗОВА В.А.

*Отзыв получен 07.12.2021 г.
Проф. Семендяев Р.Ю.*



*С отзывом
ознакомлен*

07.12.2021 г.

Проф. Семендяев

8 Р/о.1