

Отзыв

официального оппонента доктора технических наук Лоскутова Алексея Борисовича на диссертацию Гвоздева Дмитрия Борисовича «Повышение эффективности систем управления электротехническими комплексами мегаполисов в условиях их цифровой трансформации», представленной на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 2.4.2 - Электротехнические комплексы и системы.

1. Актуальность темы

Актуальность темы диссертационной работы обусловлена тем, что надежная передача и распределение электроэнергии имеет для мегаполисов, самым значимым из которых в Российской Федерации является столица – город Москва определяющее значение.

Особенностью электротехнических комплексов мегаполиса является ограниченное пространство и при этом высокая плотность нагрузки, что обуславливает применение наиболее современных технических решений. Для мегаполисов - это чрезвычайно важные задачи в связи с высокой плотностью населения, сосредоточенностью системы электро- тепло- и газоснабжения, системы связи и транспортных коммуникаций. От надежности работы электротехнического комплекса мегаполиса зависят все системы жизнеобеспечения мегаполиса и его устойчивое функционирование, что в конечном счете определяется эффективностью работы его системы управления. В мегаполисе от электроэнергии зависит не только его функционирование, но и безопасность населения, именно это определяет максимально жесткие требования к передаче и распределению электроэнергии. Обеспечение бесперебойного электроснабжения и минимального времени его восстановления в случае аварии невозможно без создания современной высокоэффективной системы управления электротехническими комплексами системы электроснабжения мегаполиса.

Кроме того, актуальность работы обусловлена тем, что система управления сложным электротехническим комплексом, который составляет основу Единой энергетической системы России (ЕЭС России), в условиях рыночной экономики претерпела существенные изменения и приобрела множество новых функций. Среди этих функций выделяются важные аспекты, такие как учет рыночных параметров, осуществление покупки потерь электроэнергии на оптовом рынке сетевыми компаниями, а также оценка стоимости передачи электроэнергии для конечных потребителей. Это требует формирование новых современных подходов к созданию системы управления сетевого предприятия, обеспечивающего управление электротехническими комплексами мегаполиса.

Цифровая трансформация электротехнических комплексов мегаполисов предполагает непрерывный мониторинг состояния объектов, применение новых математических методов и алгоритмов искусственного интеллекта для обработки «больших данных», а также использование многокритериальной и многофакторной оптимизации. Это возможно путем внедрения новых

программно-технических комплексов, основанных на вышеупомянутых методах и алгоритмах, что предоставляет возможность для комплексного подхода к повышению эффективности работы электротехнических комплексов, оптимизации режимов энергосистем и их развития, а также созданию единых информационных моделей.

Для решения обозначенной выше проблемы предлагается использование онтологического моделирования путем создания онтологической модели деятельности (ОМД) сетевого предприятия.

Опыт внедрения таких технологий подчеркивает, что успешные результаты в эксплуатационных условиях в значительной степени зависят от оперативности, точности и объективности исходной информации о схемных и режимных параметрах, техническом состоянии электрических сетей, балансах, качестве и потерях электроэнергии, частоте и длительности перерывов в электроснабжении. Именно надежное предоставление такой информации обеспечивает эффективное функционирование систем управления, позволяя оперативно реагировать на изменения и принимать обоснованные решения для обеспечения стабильности и эффективности электротехнических комплексов мегаполисов.

2. Новизна исследований и полученных результатов

Новизна исследований обусловлена тем, что соискателем предложена совокупность методов и подходов к повышению эффективности системы управления электротехническими комплексами мегаполиса, которые включают как алгоритмические и программные решения, так и новую техническую реализацию. Новизна предлагаемых решений, в том числе подтверждается 3 свидетельствами о государственной регистрации программ для ЭВМ по теме диссертации.

Основная научная новизна работы отражена в следующих результатах, представленных в работе:

1. Разработана система оперативно-технологического управления электротехническими комплексами мегаполисов, отличительной особенностью которой является использование сетевидной двухконтурной масштабируемой территориально-распределенной совокупности задаче-ориентированных электронных оперативных журналов, с функциями системы поддержки принятия решений («Система ОЖУР»).

2. Разработан метод определения оптимального числа управляющих воздействий при регулировании напряжением и реактивной мощностью в мегаполисах, основанный на новых критерии и алгоритме определения экономически оптимального числа управляющих воздействий.

3. Создана система релейной защиты с дистанционным управлением функциями микропроцессорных терминалов из удаленного диспетчерского пункта Московских высоковольтных сетей и из диспетчерского центра АО «СО ЕЭС».

4. Разработана методика определения индекса готовности, отличающаяся от известных методик оценки состояния устройств релейной защиты

расширенными возможностями по своевременному выявлению и устранению неисправностей.

3. Обоснованность научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации

Основные научные положения, выдвигаемые на защиту, а именно: «Система оперативно-технологического управления электротехническими комплексами мегаполисов, реализованная на основе онтологической модели, направленная на автоматизацию и повышение эффективности диспетчерского управления в условиях цифровой трансформации», «Метод определения оптимального числа управляющих воздействий с целью совокупной минимизации расхода ресурса регуляторов электротехнических комплексов и потерь электроэнергии в мегаполисах», «Метод построения специальной системы цифровой релейной защиты мегаполисов, включающий дистанционное управление и мониторинг состояния устройств, направленный на разработку и реализацию цифровых районов электрических сетей», «Методика расчета индекса готовности устройств релейной защиты для проведения их технического обслуживания и ремонтов по техническому состоянию», «Технические требования и предложения по повышению эффективности управления отечественными электротехническими комплексами систем электроснабжения мегаполисов, внесенные в нормативные документы, «Техническую политику компании» и «Концепцию цифровой трансформации 2030» ПАО «Россети»», «Результаты внедрения и опытно-промышленной эксплуатации разработанных систем управления электротехническими комплексами мегаполисов в ПАО «Россети Московский регион»», являются обоснованными позициями диссертационной работы. Соискателем выполнен значительный объем исследований как теоретического, так и экспериментального плана. При этом использовались апробированный математический аппарат, расчетные модели и методы анализа. Это позволило соискателю разработать новые методы и методики расчета.

Предложенные конструктивные и алгоритмические меры по повышению эффективности как системы управления электротехническими комплексами мегаполиса в целом так, и по отдельным направлениям в области оптимизации режимов их работы и технических решений в области дистанционного управления и анализа результатов срабатывания и технического состояния устройств РЗА, характеризующие новизну разработок в данной квалификационной работе, прошли все этапы исследований. При этом теоретические исследования сопоставлены с экспериментальными, что позволяет сделать заключение о том, что полученные выводы и рекомендации являются научно обоснованными.

4. Практическая значимость и реализация результатов

Методы, методики и технические решения систем управления электротехническими комплексами мегаполисов, внедрены в отраслевые стандарты: СТО 34.01-4.1-005-2017 «Правила технического обслуживания устройств релейной защиты, автоматики, дистанционного управления и

сигнализации на объектах электросетевого комплекса»; СТО 34.01-4.1-007-2018 «Технические требования к автоматизированному мониторингу устройств РЗА, в том числе работающих по стандарту МЭК 61850»; «Техническую политику компании» и «Концепцию цифровой трансформации 2030» ПАО «Россети».

Разработаны и внедрены в ПАО «Россети», ПАО «Россети Московский регион» системы управления электротехническими комплексами мегаполисов, отличающиеся высокой экономической эффективностью. Оценка экономического эффекта от внедрения системы оперативно-технологического управления электротехническими комплексами на основе онтологической модели за период 5 лет составила 195 459 тыс. руб., а системы дистанционного управления и мониторинга состояния устройств релейной защиты мегаполисов, на 40 подстанциях в течение 10 лет, составит более 490 млн руб.

Кроме того, результаты работы могут эффективно использоваться и в других компаниях, управляющих электротехническими комплексами.

5. Замечания и вопросы по диссертационной работе

1) В рамках решения поставленных задач выполнен анализ и доработка отдельных приложений «Системы ОЖУР», а также разработаны алгоритмы их взаимодействия в общей структуре анализа и принятия решений (глава 2). К основным приложениям относятся приложения телеметрического контура и приложения контура мониторинга и анализа текстовых сообщений. Отмечено, что построение системы позволяет настраивать и использовать различные коммуникационные профили сети журналов, в зависимости от решаемых задач. После синтаксического анализа структурированные сообщения подвергаются семантическому анализу. Каким образом совмещаются информационные потоки телеметрического контура с мониторингом текстовых сообщений, какие критерии принятия решений вычисляются и какие решения принимаются диспетчером?

2) Для получения представления о взаимозависимостях величин напряжений в каждом узле электрической сети используется матрица коэффициентов чувствительности напряжений выражение 3.3 стр. 118, полученная с применением первого закона Кирхгофа. Приведены и проанализированы эволюции графиков нагрузки узлов, определены наиболее эффективные узлы. Иллюстрация проведена на 14-ти узловой схеме Рис.3.8 стр. 128. Однако, не во всех узлах есть регулятор напряжения способный обеспечить необходимую вольтодобавку или использование средств регулирования реактивной мощности. Поэтому метод использования матрицы коэффициентов чувствительности напряжений будет ограничен.

3) Функции дистанционного управления РЗА подстанций (Глава 4) между диспетчерскими центрами Системного оператора и ЦУС сетевых организаций, права предоставляются оперативному персоналу ЦУС и подстанций при реализации этих функций. Данные РЗА имеют три условные категории: - соответствующие требованиям; - частично соответствующие и - не соответствующие. Кроме того, устройства РЗА различных производителей

имеют собственные конфигурации внутренних настроек. Поэтому даже в условиях реализации архитектуры протокола МЭК 61850 функции дистанционного мониторинга и управления уставками РЗА может быть ограничена.

4) Кибербезопасность дистанционного управления РЗА является сферой особого внимания. Схема взаимодействия между защищаемыми сегментами должна соответствовать всем регламентам ФСТЭК. Приведенную структуру подсистемы защиты информации следует пояснить.

5) Автоматизированная система мониторинга устройств РЗА является одной из важных задач функционирования. Разработана и успешно внедрена на объектах ПАО «Россети Московский регион». Система имеет много компонент и многие разработчики занимаются совершенствованием как устройств РЗА так и их мониторингом и диагностикой. В чем новизна или отличие предлагаемой разработки?

6. Заключение по диссертационной работе

6.1. Диссертационная работа Д.Б. Гвоздева «Повышение эффективности систем управления электротехническими комплексами мегаполисов в условиях их цифровой трансформации» является законченной научно-исследовательской квалификационной работой, в которой решена важная научно-техническая проблема – повышение эффективности электроснабжения мегаполисов в условиях их цифровой трансформации путем исследования и внедрения методов и средств автоматизации управления электротехническими комплексами.

6.2 Содержание диссертации соответствует её названию и специальности 2.4.2 - «Электротехнические комплексы и системы».

6.3. Основные положения диссертации в достаточной мере отражены в научных трудах соискателя, среди них 48 научных статей по теме диссертации, из которых 30 опубликовано в изданиях, рекомендованных ВАК РФ.

6.4. Автореферат достаточно подробно отражает основные положения и содержание диссертации.

6.5. На основании изложенного считаю, что данная диссертационная работа удовлетворяет требованиям ВАК РФ в части п. 9-14 Положения о порядке присуждения ученых степеней, а её автор Гвоздев Дмитрий Борисович заслуживает присуждения ему ученой степени доктора технических наук по специальности 2.4.2 - Электротехнические комплексы и системы.

Официальный оппонент,

Д.т.н., профессор, профессор кафедры «Электроэнергетика, электроснабжение и силовая электроника», ФГБОУ ВО «Нижегородского государственного технического университета им. Р.Е. Алексеева», доктор технических наук, профессор

Алексей Борисович Лоскутов

23.05.2024 г.

Подпись Лоскутова Алексея Борисовича заверяю

Тел. +7 (910) 790 34 46

E-mail: loskutovab@mail.ru

И.И. Мерзашев



**Сведения об официальном
оппоненте**

ФИО	Лоскутов Алексей Борисович
Ученая степень и наименование отрасли науки, научных специальностей, по которым защищена диссертация	Д.т.н., 05.09.03 – Электротехнические комплексы
Ученое звание	профессор
Полное наименование местом работы, должность	Федеральное государственное автономное образовательное организации, учреждение высшего образования «Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е.Алексеева».
Почтовый адрес организации	ул. Минина, д. 24, Нижний Новгород
Телефон	+7 (910) 790 34 46
Адрес электронной почты	loskutovab@mail.ru
Основные публикации по теме диссертации в рецензируемых научных изданиях за 5 лет	<ol style="list-style-type: none"> RESEARCH OF EXPERIMENTAL HYBRID ENERGY COMPLEX WITH FUEL CELLS OPERATING ON BIOGAS <i>Loskutov A.B., Sosnina E.N., Chivenkov A.I., Kryukov E.V., Shashkin A.P.</i> В сборнике: E3S Web of Conferences. 2019 International Scientific and Technical Conference Smart Energy Systems, SES 2019. 2019. С. 01044. СХЕМА ЗАМЕЩЕНИЯ ДЛЯ РАСЧЕТА ТОКОВ КОРОТКОГО ЗАМЫКАНИЯ В СИСТЕМЕ ТЯГОВОГО ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ ПРИ ДВУХСТОРОННЕМ ПИТАНИИ <i>Герман Л.А., Серебряков А.С., Лоскутов А.Б., Осокин В.Л., Субханвердиев К.С.</i> Электротехника. 2020. № 4. С. 44-48. APPLICATION OF CORRELATION METHODS FOR TRAVELING WAVE FAULT LOCATING AND AUTOMATION OF INTELLIGENT ELECTRICAL NETWORKS <i>Kulikov A., Loskutov A.B., Loskutov A.A., Pelevin P.</i> В сборнике: 2019 International Multi-Conference on Industrial Engineering and Modern Technologies, FarEastCon 2019. 2019. С. 8934339.

4. **ОБЕСПЕЧЕНИЕ КОГЕРЕНТНОСТИ ЦИФРОВОЙ ОБРАБОТКИ СИГНАЛОВ ТОКОВ И НАПРЯЖЕНИЙ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СИСТЕМ ПРИ СНИЖЕНИИ ЧАСТОТЫ ДИСКРЕТИЗАЦИИ**
Куликов А.Л., Лоскутов А.Б., Илюшин П.В., Севостьянов А.А.
Электричество. 2020. № 8. С. 5-16.
5. **ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ХАРАКТЕРИСТИК И КОНСТРУКЦИИ НАКОПИТЕЛЕЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ НА РАБОТУ СИСТЕМ БЕСПЕРЕБОЙНОГО ПИТАНИЯ**
Белов Д.В., Воронай А.Н., Кузьмин И.Н., Лоскутов А.Б.
Электричество. 2020. № 10. С. 4-11.
6. **ОТ ПЛАНА ГОЭЛРО К ЦИФРОВИЗАЦИИ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА СТРАНЫ**
Лоскутов А.Б., Куликов А.Л., Илюшин П.В.
Электричество. 2020. № 12. С. 14-30.
7. **AN EQUIVALENT SCHEME FOR CALCULATING SHORT-CIRCUIT CURRENTS IN A TRACTION POWER SUPPLY SYSTEM WITH TWO-WAY POWER SUPPLY**
German L.A., Serebryakov A.S., Osokin V.L., Loskutov A.B., Subkhanverdiev K.S.
Russian Electrical Engineering. 2020. Т. 91. № 4. С. 274-278.
8. **АНАЛИЗ УСТОЙЧИВОСТИ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ 110 КВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МАЛОГАБАРИТНЫХ УСТРОЙСТВ ПРОДОЛЬНОЙ КОМПЕНСАЦИИ ДЛЯ ВОЗДУШНЫХ ЛЭП**
Лоскутов А.А., Лоскутов А.Б., Шальнов Ю.С.
Интеллектуальная электротехника. 2021. № 3 (15). С. 4-22.
9. **СОЗДАНИЕ ГИБРИДНОГО ИСТОЧНИКА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ НА ОСНОВЕ ТВЕРДОКСИДНЫХ ТОПЛИВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ**
Лоскутов А.Б., Куркин А.А., Дарьенков А.Б., Соснина Е.Н., Крюков Е.В.
Экологические системы и приборы. 2021. № 11. С. 44-55.
10. **МЕТОД АВТОМАТИЗИРОВАННОГО СИНТЕЗА ЛОГИЧЕСКОЙ ЧАСТИ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ УСТРОЙСТВ РЕЛЕЙНОЙ ЗАЩИТЫ**
Куликов А.Л., Лоскутов А.А., Лоскутов А.Б.
Интеллектуальная электротехника. 2021. № 4 (16). С. 4-16.
11. **ВЫБОРОЧНЫЙ КОНТРОЛЬ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ В РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ СЕТЯХ С БОЛЬШОЙ ДОЛЕЙ ГЕНЕРАЦИИ НА ОСНОВЕ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ**
Куликов А.Л., Илюшин П.В., Лоскутов А.Б., Севостьянов А.А.
Электричество. 2022. № 7. С. 11-23.
12. **ИСТОЧНИК ПИТАНИЯ ДЛЯ АВТОНОМНЫХ СИСТЕМ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ НА БАЗЕ ПРОТОЧНОЙ АККУМУЛЯТОРНОЙ БАТАРЕИ**
Воронай А.Н., Кузьмин И.Н., Лоскутов А.Б., Осетров Е.С.
Электричество. 2022. № 9. С. 45-52.
13. **ИССЛЕДОВАНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК ПОМТЭ В УСТАНОВИВШИХСЯ И ДИНАМИЧЕСКИХ РЕЖИМАХ РАБОТЫ**
Лоскутов А.Б., Липужин И.А., Бедретдинов Р.Ш.
Интеллектуальная электротехника. 2022. № 4 (20). С. 53-77.
14. **АНАЛИЗ КОНСТРУКЦИИ И МОДЕЛИРОВАНИЕ ПЛАВУЧЕЙ ВОЛНОВОЙ ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ В ПРИБРЕЖНОЙ ЗОНЕ С ПОМОЩЬЮ МОДУЛЯ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ ГИДРОДИНАМИКИ**

