

# ОТЗЫВ

официального оппонента – кандидата технических наук  
Илюшина Павла Владимировича на диссертационную работу  
Мышкиной Людмилы Сергеевны на тему: «Моделирование и анализ надежности  
при развитии региональных электрических сетей на основе новых технологий»,  
представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук  
по специальности: 05.14.02 «Электрические станции и  
электроэнергетические системы»

## 1. АКТУАЛЬНОСТЬ ТЕМЫ

В настоящее время в распределительном сетевом комплексе России наблюдается многолетняя тенденция к росту параметра потока отказов первичного и вторичного оборудования, что нередко связано с его моральным и физическим старением, а также неправильной организацией его технического обслуживания и ремонта (ТОиР). По данным АО «Техническая инспекция ЕЭС» основными замечаниями к организации ТОиР оборудования распределительных сетей являются:

- дефектация оборудования выполняется некачественно;
- допускается эксплуатация ВЛ с отступлениями от требований НТД к содержанию просек (зауженные просеки; деревья, угрожающие падением на провода ВЛ; поросль, превышающая 4 м.; наличие незаконных строений в охранной зоне ВЛ);
- допускается эксплуатация опор ВЛ с наклоном сверх допустимых значений, отсутствием элементов опор, обеспечивающих их устойчивость (раскосов, ветровых связей), недопустимыми дефектами фундаментов опор;
- имеются недостатки в организации ТОиР силовых трансформаторов, оборудования ВЛ 110 кВ и выше, коммутационного оборудования подстанций;
- допускаются нарушения требований НТД при выполнении работ по техническому освидетельствованию силовых трансформаторов, оборудования ВЛ напряжением 110 кВ и выше, зданий и сооружений;
- на подстанциях (ПС) имеются неработоспособные блокировки и сохраняется риск ошибочных операций и травмирования персонала при проведении оперативных переключений;
- не в полном объеме выполняются регламентированные НТД измерения, испытания и работы по оценке технического состояния оборудования после проведения текущих и капитальных ремонтов;
- оборудование принимается из ремонта с недопустимыми дефектами;
- при проведении плановых ремонтов оборудования не обеспечивается

своевременная поставка запасных частей и материалов.

Повышение уровня надежности оборудования распределительных сетей только за счет реализации мероприятий по ТОиР невозможно, необходимо планирование и реализация мероприятий по техническому перевооружению и реконструкции (ТПиР), которые направлены на ввод нового современного оборудования с улучшенными характеристиками.

Значения индекса технического состояния (ИТС) оборудования, расчет которого осуществляется в системе управления производственными активами (СУПА) не позволяет определить приоритеты повышения работоспособности элементов сети и, согласно им, распределять ограниченные финансовые и человеческие ресурсы на реализацию мероприятий по ТОиР, а также ТПиР.

Очевидна необходимость решения задачи, связанной с определением участков и конкретного оборудования в распределительных сетях, оказывающих существенное влияние на надежность электроснабжения потребителей, и установлением связи между структурной и функциональной надежностью. Ее решение позволит определить оптимальное соотношение между затратами на ТОиР и ТПиР и дополнительными доходами, связанными с повышением надежности распределительных сетей, с учетом рисков нарушения электроснабжения конечных потребителей.

Для распределительных сетей России напряжением 110-220 кВ основными повреждениями являются однофазные КЗ на ВЛ с долей 70% от общего числа, при этом на двухфазные и трехфазные КЗ приходится 20% и 10% соответственно. Следовательно, устранение причин отказов на питающих ВЛ позволит существенно повысить надежность распределительных сетей.

Технологическое присоединение ГУ малой распределенной генерации (МРГ) к распределительным сетям может также содействовать повышению надежности электроснабжения потребителей, однако это зависит от множества факторов, в том числе от свойств генерирующих установок, проявляющихся в различных схемно-режимных условиях прилегающей сети.

С учетом изложенного, в диссертационной работе Мышкиной Л.С. выполнена разработка моделей и методов для задач управления надежностью при управлении развитием и функционированием региональных электрических сетей с использованием новых технологий. Этими факторами определяется актуальность и практическая значимость выбранной темы диссертационной работы.

Объектом исследования в диссертационной работе Мышкиной Л.С. является региональная электрическая сеть, представляющая собой электросетевую комплекс под управлением территориальной сетевой организации. Предметом исследования является надежность региональной

электрической сети и влияние на нее новых технологий.

В рамках диссертационной работы были выполнены непосредственно соискателем: анализ состояния вопроса, формулировка цели и задач исследования, участие в разработке теоретических и методических положений работы, проведение численных экспериментов, анализ результатов расчетов, а также обобщение полученных научных результатов, формирование выводов по работе, подготовка научных публикаций.

## **2. НАУЧНАЯ НОВИЗНА ИССЛЕДОВАНИЙ И ПОЛУЧЕННЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ**

В диссертационной работе Мышкиной Л.С. проведен анализ состояния проблемы, четко сформулированы цель и задачи, в полном объеме изложены методы, применяемые для решения поставленных задач, представлены результаты выполненных исследований, приведены результаты анализа полученных результатов, показана их практическая значимость и применимость в региональных электрических сетях, функционирующих под управлением территориальных сетевых организаций (ТСО).

Разработаны модели и метод анализа надежности региональных электрических сетей, позволяющие оценить степень бесперебойности электроснабжения потребителей электроэнергии, которые применимы для обоснования мероприятий по повышению их технической эффективности, с учетом экономических ограничений.

Разработаны подходы к оценке состояния технического потенциала сети и степени его освоения с позиций надежности, позволяющие повысить обоснованность мероприятий по ТОиР и ТПиР, ориентированных на внедрение современных технологий, и открывающие возможность реализации клиентоориентированного подхода к формированию тарифов ТСО.

Представленная диссертационная работа Мышкиной Л.С., несомненно, является завершенным трудом.

## **3. ПРАКТИЧЕСКАЯ ЗНАЧИМОСТЬ И РЕАЛИЗАЦИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ**

Предложенные модели и метод анализа надежности региональных электрических сетей позволяют определять область применения новых технологий для повышения надежности сети на стадии управления развитием региональной электроэнергетики.

Разработанные метод анализа и модели региональных электрических сетей, а также воздушных линий электропередачи позволяют повысить обоснованность принятия решений в СУПА в части выбора мероприятий по ТОиР и ТПиР.

Расчет предложенных показателей по разработанному методу позволяет производить оценку и осуществлять корректное сопоставление, с позиции надежности, различных участков сетей внутри ТСО, различных ТСО между собой, а также дочерних зависимых обществ ПАО «Россети» на уровне Федеральных органов исполнительной власти.

Следует особо отметить, что результаты диссертационных исследований включены в три отчета по итогам выполнения НИР в период 2015-2018 гг.:

– «Коммерциализация технологии и устройств автоматики для обеспечения устойчивости режимов электрических сетей с распределенной генерацией», № АААА-Б15-215120930049-6, 2015 г.;

– «Разработка технологии управления режимами электрических сетей с распределенной малой генерацией», № АААА-Б17-217022140026-7, 2017 г.;

– «Методика упрощенной оценки надежности электроснабжения узлов нагрузки», № АААА-Б18-218030290074-6, 2018 г.

Разработанная автором методика оценки бесперебойности электроснабжения узлов нагрузки была использована ООО «Современные системы реформирования» при выполнении НИР «Разработка методики оценки последствий отказа производственных активов в стоимостном выражении, методики прогнозирования изменения надежности электроснабжения потребителей в зависимости от располагаемых ресурсов на проведение ТОиР и ТПиР для нужд ПАО «МРСК Северо-Запада», с проведением апробации в филиале «Псковэнерго», с целью выявления и оценки рисков, обусловленных отказами электросетевого оборудования.

Результаты диссертационной работы Мышкиной Л.С. используются в учебном процессе по направлениям 13.03.02 и 13.04.02 на факультете энергетики Новосибирского государственного технического университета в рамках учебного курса «Моделирование надежности энергосистем», а также при выполнении бакалаврских дипломных работ и магистерских диссертаций. В соавторстве подготовлено и издано учебно-методическое пособие по указанному учебному курсу.

#### **4. ОБОСНОВАННОСТЬ И ДОСТОВЕРНОСТЬ НАУЧНЫХ ВЫВОДОВ, ПОЛОЖЕНИЙ И РЕКОМЕНДАЦИЙ**

Обоснованность и достоверность результатов достигается за счет применения системного подхода с корректным использованием методов теории надежности, теоретических основ электротехники, математического моделирования, оптимизации, математической статистики и теории вероятностей. Для проведения численных экспериментов и выполнения расчетов

электрических режимов были использованы программные комплексы и платформы RastrWin, Matlab Simulink.

## 5. ЗАКЛЮЧЕНИЕ О СООТВЕТСТВИИ ДИССЕРТАЦИИ УСТАНОВЛЕННЫМ КРИТЕРИЯМ

Диссертационная работа Мышкиной Л.С. в полном объеме отвечает критериям, которые установлены «Положением о присуждении ученых степеней», утвержденным Постановлением Правительства РФ от 24 сентября 2013 г. № 842 в редакции от 01.10.2018 г. В ней соблюдены следующие принципы соответствия:

5.1. Указанная соискателем *цель работы* – Разработка моделей и методов для задач управления надежностью при управлении развитием и функционированием региональных электрических сетей с использованием новых технологий – *реализована в рамках представленной диссертационной работы.*

5.2. *Автореферат* диссертации Мышкиной Л.С. соответствует *диссертационной работе* по всем квалификационным признакам: по цели, задачам исследования, основным положениям, актуальности темы исследования, научной новизне, практической значимости и др.

5.3. *Основные выводы и результаты* диссертационной работы *соответствуют поставленным задачам* исследований и сформулированы соискателем структурно содержательно.

5.4. *Научные публикации* Мышкиной Л.С., изданные в период с 2014 по 2018 гг., *соответствуют диссертационной работе* и с достаточной полнотой отражают ее суть, основные результаты и выводы по каждой из глав.

5.5. *Тема и содержание* диссертации Мышкиной Л.С. *соответствует паспорту* специальности 05.14.02 – «Электрические станции и электроэнергетические системы» (далее курсивом по тексту паспорта):

по формуле специальности – в части определения области эффективного применения новых технологий для повышения надежности распределительных сетей на стадии планирования их развития и выполнения работ по ТПиР, а также принятия обоснованных решений в части выбора мероприятий по ТОиР при организации их эксплуатации, направленных на повышение надежности электроснабжения потребителей, что соответствует «*исследованиям по связям и закономерностям при планировании развития, проектировании и эксплуатации электрических станций, электроэнергетических систем, электрических сетей и систем электроснабжения*»;

– по направлению исследования, в части разработки метода анализа и моделей региональных электрических сетей, а также воздушных линий

электропередачи для повышения обоснованности принятия решений в СУПА в части выбора мероприятий по ТОиР и ТПиР в условиях ограниченных финансовых и человеческих ресурсов, что соответствует *«развитию и совершенствованию теоретической и технической базы электроэнергетики с целью обеспечения экономичного и надежного производства электроэнергии, ее транспортировки и снабжения потребителей электроэнергией в необходимом для потребителей количестве и требуемого качества»;*

– по области исследования – в части разработки моделей и метода анализа надежности региональных электрических сетей, позволяющих оценить степень бесперебойности электроснабжения потребителей электроэнергии, для обоснования реализации мероприятий по повышению их технической эффективности, с учетом экономических ограничений *«разработке методов оценки надежности электрооборудования, структурных схем и схем распределительных устройств электростанций»* (п. 4); в части проведения математического моделирования для оценки влияния использования новых технологий на повышение технической эффективности питающей и распределительной сети, без снижения ее экономической эффективности, с выполнением расчетов электрических режимов в ПК RastrWin и ПК Matlab (в среде Simulink), что соответствует *«разработке методов математического и физического моделирования в электроэнергетике»* (п. 6); в части разработки метода анализа структурной и функциональной надежности питающей и распределительной сети для повышения обоснованности мероприятий ТОиР и ТПиР, что соответствует *«разработке методов анализа структурной и функциональной надежности электроэнергетических систем и систем электроснабжения»* (п. 11).

Диссертационная работа Мышкиной Л.С. написана в основном технически грамотным и доступным языком, корректным в научном отношении. Приводимые соискателем материалы и результаты исследований изложены в объеме, достаточном для понимания, сформулированы четко и репрезентативно. Результаты, полученные в процессе работы над диссертацией, являются вкладом соискателя в решение задач управления надежностью при планировании развития и обеспечении функционирования региональных электрических сетей за счет эффективного использования новых доступных технологий.

## **6. АНАЛИЗ СОДЕРЖАНИЯ ДИССЕРТАЦИИ**

Диссертационная работа Мышкиной Л.С. состоит из введения, четырех глав, заключения, списка сокращений, списка терминов, списка использованной литературы, включающего 121 наименование, 5 приложений, где приведены результаты расчетов и акты внедрения. Общий объем работы составляет 172

страницы и включает 27 рисунков и 36 таблиц.

Во введении обоснована актуальность темы диссертационной работы, сформулированы цель и задачи исследования, отражена структура диссертации, показана научная новизна и практическая значимость полученных результатов, представлены сведения об апробации результатов работы, перечислены основные научные положения, выносимые на защиту.

В первой главе *«Анализ надежности региональных электрических сетей»* представлен анализ факторов, влияющих на уровень технического состояния оборудования электросетевых объектов, и действующего порядка обеспечения структурной и функциональной надежности распределительных сетей. Показано, что развитие сетей, в соответствии с Единой технической политикой в электросетевом комплексе, должно осуществляться на основе применения новых технологий. Обоснована необходимость поиска компромисса между требованиями нормативных документов к показателям надежности оборудования, что во многом обеспечивает структурную надежность распределительных сетей, и требованиями регулирующих органов к их функциональной надежности. Сформулированы цель и задачи проведения исследования.

Во второй главе *«Предлагаемый метод анализа надежности региональной электрической сети территориальной сетевой организации для решения новых задач»* рассмотрены задачи системы управления производственными активами (СУПА), одной из которых является определение стратегий реализации мероприятий по ТОиР и ТПиР. Показано, что реализация мероприятий по ТОиР позволяет содействовать сохранению функциональной надежности сети, мероприятий по ТПиР – сохранению структурной надежности, а внедрение новых технологий служит для повышения технической эффективности распределительных сетей. Предложен метод оценки надежности и предложена модель распределительных электрических сетей, как подсистемы системы электроснабжения, позволяющие произвести сравнение участков сети и обосновать целесообразность применения различных технических решений по повышению их надежности. Показано, как предлагаемый метод позволяет снизить риски затрат за счет получения дополнительных доходов от повышения надежности электроснабжения и таким образом повысить обоснованность решений СУПА при выборе мероприятий по ТОиР или ТПиР.

В третьей главе *«Эффективность новых технологий для повышения надежности региональных электрических сетей»* приведены результаты проведения анализа эффективности применения новых для России технологий, направленных на повышения надежности сетей, рекомендованных для использования в «Единой технической политике в электросетевом комплексе» и

обусловленных реализуемой государственной энергетической политикой, направленной на энергосбережение и повышение энергетической эффективности. Выполнены численные расчеты для двух выбранных наиболее перспективных технологий: использование композитных конструктивных элементов (ККЭ) на воздушных линиях электропередачи питающей сети напряжением 110 кВ, а также осуществление технологического присоединения объектов малой распределенной генерации к распределительным сетям 10 кВ.

В четвертой главе *«Валидация предлагаемого метода анализа надежности»* произведена валидация разработанных моделей и метода анализа на примере питающих сетей 110 кВ филиала «Восточные электрические сети» АО «РЭС» (ПО «ВЭС»). Показана эффективность реализации мероприятий по ТПиР с применением ККЭ (композитных изолирующих траверс; композитного провода) на ВЛ 110 кВ, питающих ряд ПС 110 кВ, характеризующихся низким значением индекса готовности и высоким значением индекса эффективности. Определены точки технологического присоединения и обоснован выбор суммарной мощности генерирующих установок МРГ для повышения бесперебойности электроснабжения потребителей, что позволит снизить неоднородность распределения индексов готовности центров питания сети в 2,6 раз, с учетом возможности сбалансированного выделения энергорайона на островной режим работы.

**Заключение** содержит основные выводы по работе и показывает, как реализация предложенных соискателем подходов может содействовать внедрению клиентоориентированного подхода при регулировании тарифов на передачу и распределение электроэнергии ТСО, учитывая уровень структурной и функциональной надежности сети.

В автореферате диссертации представлено краткое содержание работы по главам, а также сведения: об актуальности работы, о поставленной цели работы, о научной новизне и практической ценности, об основных положениях, выносимых на защиту, апробации и публикациях по результатам проведенных исследований. Автореферат представлен на 23 страницах и полностью отражает содержание диссертации.

## **7. ВОПРОСЫ И ЗАМЕЧАНИЯ ПО СОДЕРЖАНИЮ ДИССЕРТАЦИИ**

Несмотря на очевидные достоинства диссертационной работы Мышкиной Л.С., в ней обнаруживаются и отдельные недостатки, а именно:

1. Использование индекса готовности, отражающего степень освоения технического потенциала оборудования и схемы сети, а также индекса эффективности, указывающего на размер последствий при прерывании поставок электроэнергии к центрам питания и трансформаторным пунктам, позволяет



оценить ожидаемые эффекты от реализации мероприятий по ТОиР и ТПиР единократно, на момент их расчета. Однако, после реализации нескольких мероприятий по ТОиР и ТПиР данные коэффициенты необходимо пересчитывать, планируя к реализации следующую группу мероприятий, однако к этому моменту получить объективные статистические данные по объектам, на которых реализованы предыдущие мероприятия, не представляется возможным. *Каким образом предполагается осуществлять планирование следующих воздействий на оборудование до момента получения статистической информации в годовом разрезе?*

2. В работе предложено эффективное использование ГУ МРГ для повышения структурной и функциональной надежности региональной электрической сети, с целью получения дополнительных доходов ТСО от повышения надежности электроснабжения, однако отсутствуют предложения по разработке экономических механизмов, стимулирующих оптимальное развитие и функционирование МРГ в составе региональных электрических сетей. *Каким образом, помимо определения оптимальных точек для технологического присоединения и необходимых суммарных мощностей ГУ (102 ГУ суммарной мощность 255 МВт для ПО «ВЭС» АО «РЭС»), предполагается привлекать собственников ГУ МРГ к взаимодействию?*

3. При выполнении математического моделирования указывается, что распределительная сеть обеспечивает постоянное одностороннее питание нагрузки, поэтому исключается наличие замкнутых контуров (стр. 42). Кроме того, направленность электрического тока в сети имеет однозначный характер, что важно для учета режимного фактора при расчете показателей надежности. Нумерация узлов расчетной схемы и эквивалентирование ветвей происходит по направлению токораспределения в электрической схеме: начиная от узла источника питания к узлам нагрузки (стр. 44). Однако, при технологическом присоединении ГУ МРГ возможно изменение направлений потоков мощности, в зависимости от режимов генерации и потребления в течение суток. *Как изменение направления потоков мощности будет влиять на процесс моделирования и получаемые результаты расчетов?*

4. Для выполнения расчетов по предложенному методу используются данные по средней частоте отказов, отказ/год для всего оборудования. Однако, текущие значения среднего времени восстановления и частоты отказов для каждого типа оборудования сети должны отражать статистику этих событий, сбор и анализ которой возлагается на ТСО, как правило, данная информация отсутствует, поэтому данные для расчетов могут основываться на представляемых в открытых источниках (стр. 47). Следует отметить, что официальные статистические данные по новым видам оборудования, которые

предполагается применять при ТПиР (высоковольтные выключатели; КРУЭ; ГУ МРГ; композитные опоры, изолирующие композитные траверсы; композитный провод) в России отсутствуют. Зарубежные статистические данные по данным видам оборудования использовать некорректно. Это обосновано тем, что основная часть высокотехнологичного оборудования (ГУ, КРУЭ) не производится на территории России, запасные части к ним не производятся на отечественных предприятиях, отсутствует персонал необходимой квалификации в достаточном количестве для своевременного проведения диагностических мероприятий и т.п. Это приводит к значительному ухудшению статистических показателей, приводимых в зарубежных источниках, применительно к одному и тому же оборудованию, но эксплуатируемому в России. *Как данный фактор повлияет на точность получаемых результатов расчетов и обоснованность принятия решений по реализации мероприятий по ТОиР и ТПиР?*

5. В диссертационной работе указывается, что питающие сети предназначены для передачи электроэнергии от подстанций единой национальной электрической сети к центрам питания региональных электрических сетей (стр. 51). Однако, если предполагается возможность сбалансированного выделения энергорайонов для работы в островном режиме, то все предлагаемые показатели необходимо рассчитывать для двух вариантов электроснабжения потребителей и планировать мероприятия по ТОиР и ТПиР для объектов МРГ. *Предполагается ли выполнение таких расчетов и организация взаимодействия с собственниками объектов МРГ, с целью разработки и реализации мероприятий по ТОиР и ТПиР?*

6. В тексте принимается допущение, что распределительное устройство ЦП, выбранное еще на этапе проектирования, является максимально «надежным» для соответствующей структуры подключаемых линий, поэтому при построении эквивалента сети распределительное устройство может моделироваться в виде узла (стр. 52). *Необходимо пояснить, если распределительное устройство имеет две секции шин, а секционный выключатель в нормальном режиме разомкнут (применено устройство АВР), но можно ли его рассматривать при моделировании как один узел?*

7. При выполнении расчетов показателей, отражающих структурную надежность сети, принято допущение (стр. 56), что потоки отказов оборудования сети считаются стационарными (постоянны и независимы от времени), но, как указано в тексте диссертации, доля распределительных сетей, выработавших свой нормативный срок, составляет около 50 %; 7 % электрических сетей выработало 2 нормативных срока, общий износ электрических сетей достигает 70 %, более 75 % ПС 35-110 кВ эксплуатируются более 25 лет (стр. 17). *Можно ли в указанных условиях использовать такое допущение, когда внезапные и*

*деградационные отказы оборудования преобладают в общем количестве отказов?*

8. В тексте диссертационной работы указывается, что применение изолирующих композитных траверс (ИКТ) на воздушных линиях 110 кВ позволяет исключить гирлянду изоляторов, как отдельный конструктивный элемент в линии. Следовательно, среди причин отказа ВЛ исключается 31 %, зависящий от изоляции, а также уменьшается время восстановления линии на время, связанное с восстановлением изоляторов. Таким образом, эффект от применения ИКТ для повышения работоспособности ВЛ очевиден. Принимается, что безотказность и восстанавливаемость ИКТ сохраняется на уровне, которым обладают применяемые сегодня металлические траверсы (стр. 83). Необходимо отметить, что ИКТ, используемые для крепления проводов фаз ВЛ, содержат стержневые изоляторы с металлическими оконцевателями, поэтому выполняют одновременно 2 функции – изоляции и конструкционного элемента. *Корректно ли исключать из рассмотрения причины отказов, связанных с нарушением полимерной изоляции ИКТ, и перекрытием на тело опоры (железобетонной; металлической)?*

9. В диссертационной работе под малой распределенной генерацией понимается совокупность генерирующих установок (ГУ) мощностью до 25 МВт с генераторным напряжением 10 кВ, работающих на углеводородных энергоресурсах (стр. 94). Однако, хотя в России и отсутствует в настоящее время национальный стандарт по терминам и определениям в области распределенной генерации (РГ), под РГ следует понимать более широкое понятие, относящееся к ГУ, подключаемым к сетям напряжением 0,4-110 кВ и функционирующим на базе различных видов энергоресурсов, в т.ч. возобновляемых (биогаз на очистных сооружениях; солнечная микрогенерация; ветровая микрогенерация и т.п.). *Как предполагается учитывать нестационарность выработки электроэнергии на таких объектах МРГ, с учетом режима их работы (поступления первичного энергоресурса)?*

10. В работе принимается, что в режиме минимума загрузка ЦП составляет 50 % присоединенной нагрузки, поэтому мощность МРГ не должна превышать 50 % от мощности подключенных к ЦП нагрузок. При этом в расчетах используется дополнительное условие присоединения МРГ к сетям: возможность выделения энергорайона на изолированную работу по принципу самобаланса. Таким образом, не рассматривается вариант присоединения дефицитных энергорайонов к электрической сети (стр. 99). *Не возникает ли в данном случае противоречия между ограничиваемой суммарной мощностью ГУ МРГ и принципом самобалансирования энергорайонов во всех режимах работы сети, включая режим максимальных нагрузок?*

Указанные выше вопросы и замечания обоснованы тем обстоятельством, что диссертационные исследования Мышкиной Л.С. посвящены актуальному вопросу повышения надежности региональных электрических сетей, функционирующих под управлением территориальных сетевых организаций. Они не умаляют достоинств полученных научных и практических результатов представленной соискателем диссертационной работы, а раскрывают новые грани для проведения дальнейших научных исследований и разработок.

## 8. ОБЩЕЕ ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Представленная диссертационная работа Мышкиной Людмилы Сергеевны является самостоятельной, законченной научно-квалификационной работой, обладающей как признаками актуальности и новизны, так и практической значимостью полученных результатов. Тема диссертации – актуальна и представляет особый интерес для руководства и персонала территориальных сетевых организация, ПАО «Россети» и их дочерних зависимых обществ (ДЗО), Министерства энергетики Российской Федерации, реализующего государственную политику в области электроэнергетики, Федеральной антимонопольной службы, осуществляющей методологическую поддержку региональных энергетических комиссий (РЭК), а также самим РЭК, осуществляющих регулирование тарифов на передачу и распределение электроэнергии в субъектах Российской Федерации.

В диссертационной работе Мышкиной Л.С. разработаны метод анализа и модели региональных электрических сетей, а также воздушных линий электропередачи позволяющие содействовать повышению обоснованности принятия решений в СУПА, в части выбора мероприятий по ТОиР и ТПиР, согласования годовых программ по ТОиР и ТПиР в ПАО «Россети» (применительно к ДЗО), а также Региональных и Федеральных органах исполнительной власти. Предложенный соискателем способ управления надежностью региональных электрических сетей при их развитии и функционировании за счет применения новых технологий: композитных конструктивных элементов на воздушных линиях электропередачи и генерирующих установок малой распределенной генерации, позволяет содействовать повышению надежности электроснабжения конечных потребителей и получать ТСО от этого дополнительные доходы. Предложенный соискателем подход позволяет проводить сравнительный анализ эффективности работы различных сетевых компаний (бенчмаркинг), что выполняется как в Региональных, так и на Федеральных органах исполнительной власти.

Научные положения, выводы и рекомендации, сформулированные в диссертационной работе Мышкиной Л.С., имеют достаточное обоснование.

Достоверность результатов проведенных соискателем исследований подтверждена результатами математического моделирования и расчетами электрических режимов в ПК RastrWin и ПК Matlab (в среде Simulink) для оценки влияния использования новых технологий на повышение технической эффективности питающей и распределительной сети, без снижения ее экономической эффективности. Разработанные метод и модели были апробированы на примерах двух региональных электрических сетей: филиал «Псковэнерго» ПАО «МРСК Северо-Запада», а также в филиале «Восточные электрические сети» АО «РЭС», при формировании годовых программ ТОиР и ТПиР, с учетом располагаемой величины финансовых ресурсов на их реализацию. Следует отметить, что в диссертационной работе проведен тщательный анализ значительного количества отечественных и зарубежных публикаций, включая современные, по рассматриваемой теме.

Основные научные выводы и практические рекомендации сделаны соискателем на основе глубокого анализа принципов построения и особенностей функционирования региональных электрических сетей, корректного использования статистических данных при проведении математического моделирования, правильного применения принципов тарифного регулирования, а также обоснованного выбора новых технологий для проведения анализа, которые могут дать максимальный технико-экономический эффект, что позволяет сделать вывод о том, что содержание представленной диссертационной работы полностью соответствует паспорту специальности 05.14.02 – «Электрические станции и электроэнергетические системы».

Основные научные результаты диссертационной работы Мышкиной Людмилы Сергеевны подробно изложены в 13 публикациях, из которых 4 в рецензируемых научных изданиях, включенных в Перечень рекомендованных ВАК РФ, 4 статьи в изданиях, индексируемых международными наукометрическими базами *Web of Science* и *Scopus*, а также 5 статей в прочих изданиях. Результаты диссертационной работы докладывались и обсуждались на более чем 20 научно-технических конференциях и семинарах, в том числе имеющих статус международных.

Содержание диссертационной работы Мышкиной Л.С. полностью соответствует поставленным задачам и подробно отражает последовательность их решения. Текст диссертационной работы написан в основном логичным, понятным языком, выводы и рекомендации, к которым пришел соискатель, аргументированы. В диссертационной работе и автореферате встречаются смысловые неточности, произвольные сокращения и грамматические ошибки, которые не являются критичными для понимания сути рассматриваемых вопросов. Содержание автореферата диссертационной работы соответствует

основным положениям, результатам и выводам, представленным в основном тексте диссертации.

Диссертационная работа Мышкиной Людмилы Сергеевны «Моделирование и анализ надежности при развитии региональных электрических сетей на основе новых технологий» соответствует критериям пунктов 9–14 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842 (в редакции от 01.10.2018), а её автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.14.02 – «Электрические станции и электроэнергетические системы».

#### ОФИЦИАЛЬНЫЙ ОППОНЕНТ

Проректор по научной работе ФГАОУ ДПО «ПЭИПК»,  
кандидат технических наук, действительный член  
Академии электротехнических наук РФ

Павел Владимирович Илюшин

Контактные данные автора отзыва:


Тел. (моб): +7(915) 092-98-33

E-mail: ilyushin.pv@mail.ru

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
дополнительного профессионального образования «Петербургский  
энергетический институт повышения квалификации» (ФГАОУ ДПО «ПЭИПК»)  
Адрес: 196135, г. Санкт-Петербург, ул. Авиационная, 23  
Телефон: +7 (812) 373-90-10  
Факс: +7 (812) 373-90-11  
E-mail: rector@peipk.spb.ru

Подпись Илюшина

*Илюшин*

 В.В. Одокосников

*Отзыв на отзыв*  
*21.11.2018*  
*Илюшина А.Т.*

*С отзывом ознакомлена*  
*21.11.2018*  
*Мышкина Л.С.*