

## **ОТЗЫВ**

официального оппонента – доктора технических наук, профессора Папкова Бориса Васильевича на диссертационную работу **Илюшина Павла Владимировича «СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПРОТИВОАВАРИЙНОГО И РЕЖИМНОГО УПРАВЛЕНИЯ ЭНЕРГОРАЙОНОВ С РАСПРЕДЕЛЕННОЙ ГЕНЕРАЦИЕЙ»**, представленную на соискание учёной степени доктора технических наук по специальности 05.14.02 – Электрические станции и электроэнергетические системы

На отзыв представлены: диссертация «Совершенствование противоаварийного и режимного управления энергорайонов с распределённой генерацией», общим объёмом 499 стр., содержащая введение, 7 глав, заключение, список литературы из 435 наименований, 3 приложения; автореферат диссертации на 48 стр.

### **Актуальность темы диссертационной работы**

Основным направлением развития мировой и российской энергетики является появление новых и совершенствование существующих технологий производства, преобразования, транспорта, управления режимами, распределения и потребления энергоресурсов в энергосистемах, как с традиционными объектами, так и в условиях развивающихся систем распределённой генерации (РГ), в том числе с возобновляемыми источниками энергии (ВИЭ). Переход к интеллектуальным электроэнергетическим системам и широкое внедрение энергосберегающих и энергоэффективных технологий требует значительных финансовых средств, расходов на строительство и эксплуатацию оборудования; создаёт, значительные сложности в управлении режимами; обеспечивает возросшие требования потребителей к качеству и надёжности электроснабжения.

Всё это создаёт основу оптимизации технических решений, реализуемых в секторах генерации, передачи и распределения электроэнергии, чем обеспечивается эффективность её использования в промышленных, транспортных, жилищно-коммунальных (ЖКХ) системах и сфере услуг, сохраняя устойчивую и стабильную работу энергетической отрасли.

Внедрение систем с объектами РГ позволяет компенсировать рост нагрузки в промышленных районах и мегаполисах, а интеграция их в дефицитные узлы сети снижает перетоки мощности и потери электроэнергии, содействуя ограничению роста тарифов, обеспечению надёжности и энергетической безопасности, способствуя максимально быстрому восстановлению работы потребителей после внешних и внутренних возмущений в системе электроснабжения.

Относительно малые сроки строительства и мобильность объектов РГ может быть альтернативой строительству объектов традиционной энергетики, эффективным инструментом оптимизации инвестиций в их модернизацию.

В этой связи тема диссертационной работы П.В. Илюшина является актуальной. Перспективность выполненных исследований подтверждается отчётами по

отдельным этапам НИР в соответствии с двумя Государственными контрактами Министерства образования и науки РФ.

### **Цель и задачи работы**

Разработка и внедрение современных технологий создания, развития и эксплуатации систем РГ должна обеспечить повышение надёжности, безопасности и эффективности управления режимами ЭЭС.

В этой связи целью работы, как отмечено в диссертации и автореферате, является разработка способов и средств противоаварийного и режимного управления в энергорайонах с РГ для обеспечения надёжного функционирования ГУ и электроснабжения потребителей в различных схемно-режимных условиях с жёсткими временными ограничениями. Для её достижения поставлен и решён ряд задач, связанных с

- развитием теории управления режимами ЭЭС применительно к противоаварийному и режимному управлению энергорайонов с объектами РГ;
- анализом особенностей режимов, алгоритмов работы и параметров настройки устройств сетевой, противоаварийной и режимной автоматики в энергорайонах с объектами РГ;
- разработкой новых способов определения параметров режима и развитием принципов принятия решений с целью повышения быстродействия, точности идентификации классов и границ режимных областей, надёжности срабатывания автоматики в условиях быстрых переходных процессов с флуктуациями;
- разработкой эффективного способа выделения энергорайонов с объектами РГ в островной режим, а также предотвращения излишних отключений ГУ при внешних возмущениях и расширения области допустимых режимов ГУ за счёт накопителей электроэнергии (НЭЭ);
- разработкой усовершенствованных алгоритмов устройств противоаварийной автоматики: АЧР, АОСН, а также АОПО применительно к кабельным линиям электропередачи и силовым трансформаторам;
- разработкой схемных решений по совершенствованию устройств АВР и способов адаптации зарубежных АРЧВ и АРВ к особенностям режимов энергорайонов с объектами РГ;
- разработкой методики проведения натуральных испытаний и измерений, а также методики выполнения расчетов электрических режимов с учётом особенностей современных ГУ и нагрузки;
- созданием программно-аппаратного комплекса автоматики управления нормальными и аварийными режимами энергорайонов с объектами РГ.

### **Оценка содержания диссертации и автореферата**

Для достижения поставленной цели автором решён ряд взаимосвязанных задач. Анализ постановок задач, методов и алгоритмов их решения, выводы и рекомендации свидетельствуют о единстве структуры и содержания диссертации.

**Во введении** дано обоснование актуальности проблемы управления энерго-районов с объектами РГ; сформулированы основные цели и задачи диссертации; определены объект и предмет исследования, приведены положения, выносимые на защиту; обоснованы научная новизна и практическая значимость результатов, полученных в диссертации; представлены результаты апробаций и публикационной активности.

**В первой главе** дан критический анализ современного состояния и проблем управления нормальными и аварийными режимами энергорайонов с объектами РГ, включая ВИЭ. Рассмотрены особенности электрических режимов и измерений их параметров в энергорайонах с ГУ объектов РГ и задачи совершенствования принципов построения делительной автоматики и алгоритмов устройств сетевой и противоаварийной автоматики, с учётом особенностей внутреннего электроснабжения.

Показано, что в распределительных сетях низкого напряжения предполагается массовое подключение объектов микрогенерации на основе ВИЭ, что приведёт к существенному изменению схемно-режимных условий, сопровождающихся отказами, излишними и ложными срабатываниям устройств автоматики особенно при функционировании объектов РГ в островном режиме.

Для совершенствования методических основ проектирования сетей энерго-районов с объектами РГ и учётом их особенностей, необходима разработка методик проведения натуральных испытаний, измерений и расчётов электрических режимов на принципиально новом научно-технологическом уровне в соответствии с протоколом обмена данными по требованиям МЭК 61850.

**Вторая глава** посвящена применению статистических методов для определения параметров режима в условиях быстрых переходных процессов с флуктуациями и идентификации режимных областей в энергорайонах с объектами РГ. В ней даны принципы формирования дискриминаторных методов оценки параметров аварийного режима и вариант схемного решения измерителя его параметров, решена статистическая задача последовательного принятия решений при идентификации нормального и аварийного режимов, реализован алгоритм АЧР на основе процедуры последовательного анализа Вальда.

Обоснована целесообразность применения методов оценки параметров аварийного режима, обладающих высокими динамическими характеристиками; применения последовательного анализа Вальда; выбора и реализации оптимального состава и объёмов управляющих воздействий (УВ), позволяющих предотвратить отключения ГУ и электроустановок потребителей.

Доказаны преимущества применения последовательного критерия отношения вероятностей Вальда для распознавания режимов, идентификации режимной области и островного режима работы в условиях снижения частоты, переходных процессов, несинусоидальности токов и напряжений, способствующих большим ошибкам оценки параметров.

Предложенные новые методы оценки параметров режима и метод последовательного принятия решений позволяют обеспечить быстроедействие, надёжность

срабатывания и точность идентификации режимной области для оптимального выбора видов, объёмов и мест реализации УВ.

**В третьей главе** исследованы режимные особенности выделения энергорайонов, электроприемников потребителей и способ реализации многопараметрической делительной автоматики (МДА) энергорайонов с объектами РГ; определены ограничения допустимых режимов работы, допустимость перехода ГУ в островной режим работы и возможность сохранения их в работе при кратковременных отклонениях напряжения; выявлены особенности расчёта параметров режима, устанавливающегося после выделения энергорайона и переходных процессов, требующих срабатывания МДА при плавном снижении и провалах напряжения с угрозой развития лавины напряжения; произведена оценка эффективности быстрогодействия МДА и влияния выбора уставки АРВ на результат выделения энергорайона.

В результате выполненных исследований установлено, что

- при проектировании МДА необходимо производить оценку возможности как успешного выделения энергорайона, так и обеспечения надёжного электроснабжения потребителей в островном режиме;
- основным показателем эффективности МДА является минимально необходимый объём отключения нагрузки (ОН), требуемый для успешного выделения энергорайона;
- время работы МДА от начала возмущения в сети внешнего электроснабжения рассматривается как допустимое, если ГУ не отключаются и не возникает лавина напряжения;
- повышение быстрогодействия МДА позволяет снизить объёмы ОН.

**Четвёртая глава** представлена способом расширения области допустимых режимов (ОДР) ГУ объектов РГ в различных схемно-режимных условиях с обоснованием применения НЭЭ и оценкой объёмов УВ на них; условиями предотвращения отключений ГУ при провалах напряжения в режиме параллельной работы с ЭЭС; результатами оценки успешности самозапуска АД после ликвидации КЗ; условиями функционирования энергорайона в островном режиме и предотвращения отключений ГУ при отклонениях частоты.

Выявление причин излишних отключений ГУ объектов РГ в не опасных режимах для ГУ позволило установить, что устройства РЗ зарубежных ГУ, уставки которых выбраны в соответствии с требованиями национальных стандартов производителя, отключают их раньше, чем повреждённый элемент сети. Реализация оптимального набора экономически обоснованных технических решений может существенно снизить количество излишних отключений ГУ при правильных действиях устройств РЗ в прилегающей сети.

Анализ вариантов применения комбинированного НЭЭ, с быстродействующей системой автоматического управления показал возможность реализации независимого управления выдачей активной и реактивной мощности для расширения ОДР ГУ объектов РГ, а выбор величины и длительности УВ на НЭЭ должен учитывать режимы самозапуска особо ответственных электродвигателей. Реализация

УВ по принципу форсировки позволяет избежать необходимость общей перенастройки САУ ГУ, предотвращая колебательную неустойчивость и обеспечивая демпфирование колебаний при кратковременных возмущениях, чем повышается эффективность управления реактивной мощностью НЭЭ.

Доказано, что при групповом пуске электродвигателей, сбросе 95 % мощности, трехфазном КЗ в сети внутреннего электроснабжения предложенный способ управления НЭЭ позволяет предотвратить отключение ГУ при одном и том же задании параметров УВ, что позволяет сделать вывод об отсутствии необходимости выбора способа управления НЭЭ в режиме on-line, исходя из величины отклонений параметров режима.

**В пятой главе** решаются задачи совершенствования алгоритмов функционирования устройств противоаварийной автоматики в энергорайонах с объектами РГ. В ней рассмотрены особенности переходных процессов с дефицитом мощности и снижением напряжения в энергорайонах с объектами РГ; предложены принципы формирования перечня потребителей, заводимых под АЧР, меры по предотвращению лавины напряжения, подходы к проектированию кабельных линий (КЛ) и обоснованию применения системы мониторинга температуры; усовершенствованы алгоритмы АЧР, АОПО кабельных линий и трансформаторов; определены необходимые объёмы и быстроедействие разгрузки.

Усовершенствован алгоритм АЧР, позволяющий предотвращать возникновение лавины частоты и напряжения в островном режиме работы энергорайонов и алгоритм АОПО КЛ выбора параметров срабатывания с учётом фактического состояния и полного использования перегрузочной способности КЛ.

Предложено схемно-алгоритмическое решение АОСН, позволяющее предотвращать лавину напряжения при аварийных возмущениях, отказавшись от ОН или минимизировав её объёмы и по совершенствованию АОПО силового трансформатора, позволяющее выбирать параметры срабатывания АОПО, с учётом фактического состояния и полного использования нагрузочной способности силового трансформатора.

Обоснована целесообразность интеграции систем мониторинга температуры кабельной линии в АОПО для учёта фактического технического состояния КЛ и систем мониторинга и диагностики в АОПО силового трансформатора для учёта фактического состояния кабеля и силового трансформатора, а также полного использования их нагрузочной способности.

Доказаны эффективность оснащения новых КЛ 110 кВ и выше системами мониторинга температуры, работающими в режиме on-line с целью своевременного принятия мер по предотвращению перегрева и эффективность реализации УВ, включая пуск неработающих ГУ, загрузку их по реактивной мощности и разгрузку по активной в пределах регулировочных диапазонов.

**В шестой главе** представлены результаты разработки схемных решений присоединения объектов РГ к сетям внутреннего электроснабжения энергорайонов; способов адаптации алгоритмов функционирования сетевой и режимной автоматики

в части оценки расчётных условий для анализа различных режимов работы устройств АВР при снижении напряжения; особенностей функционирования секционного АВР в энергорайонах с объектами РГ; анализа допустимости срабатывания устройств АВР; схемных решений для линейного и секционного АВР.

В этом разделе диссертации выявлены общие закономерности, позволяющие производить оценку эффективности применения модуля согласования нагрузки в АВР ГУ объектов РГ, в зависимости от состава нагрузки и значений механических постоянных инерции используемых АД.

Установлено, что снижение напряжения на выводах ГУ с приводом от ДВС, посредством применения модуля согласования нагрузки, является эффективной мерой, позволяющей уменьшить динамическое снижение частоты при набросах нагрузки на генератор, работающий в островном режиме.

Доказано, что повышение быстродействия АВР возможно за счёт применения дополнительных пусковых органов, осуществляющих контроль и фиксирующих текущее состояние коммутационных аппаратов как ГУ, так и основного оборудования в сети внешнего и внутреннего электроснабжения. Доказано также, что при набросе нагрузки на ГУ после бестоковой паузы модуль согласования нагрузки может провоцировать лавину напряжения в узлах с большой долей АД, что недопустимо по условиям электроснабжения потребителей.

На основе анализа различных схемно-режимных ситуаций объектов РГ по предложенным алгоритмам и параметрам настройки АВР выработаны рекомендации по их присоединению к сетям внутреннего электроснабжения энергорайонов. Отмечена необходимость проверки допустимости срабатывания устройств АВР и коммутаций, выполняемых дежурным персоналом при подключении объектов РГ к сетям внутреннего электроснабжения.

*Седьмая глава* посвящена особенностям разработки схем выдачи мощности ГУ объектов РГ и построения автоматики управления режимами, включая поведение натуральных испытаний и измерений, расчётов режимов в энергорайонах с объектами РГ, а также задачам, реализуемым автоматикой управления нормальными и аварийными режимами (АУНиАР), принципам построения и требованиям к быстродействию алгоритмов АУНиАР.

В данном разделе сформированы сводный перечень технических характеристик ГУ, подлежащих получению от заводов-изготовителей ГУ для обеспечения возможности выполнения расчётов электрических режимов и определены требования к ГУ объектов РГ для обеспечения надёжного электроснабжения потребителей в различных схемно-режимных ситуациях, включая островной режим.

Показано, что действующие нормативные документы практически не учитывают особенностей современных ГУ и возможностей их эффективного использования для обеспечения надёжного электроснабжения потребителей.

Предложен подход к разработке схем выдачи мощности объектов РГ, позволяющий осуществлять выбор вида и типа ГУ на проектируемый объект РГ для работы в конкретных схемно-режимных условиях энергорайона.

Обоснованы предпосылки создания АУНиАР энергорайонов с объектами РГ, позволяющие реализовать функции управления режимами на принципиально новом программно-аппаратном уровне, имеющем иерархическую структуру и предусматривающим наличие локального, координирующего и централизованного уровней управления.

Разработаны методики проведения натуральных испытаний, измерений, расчётов и анализа электрических режимов в энергорайонах с объектами РГ, позволяющие восполнять недостающую информацию (верифицировать исходные данные) и получать результаты достаточной точности, для последующего принятия обоснованных технических решений.

**Основные результаты диссертации** содержат научно обоснованные выводы, рекомендации по использованию предлагаемых методов и алгоритмов, схемных решений при решении задач совершенствования противоаварийного и режимного управления энергорайонов с распределённой генерацией.

**В приложениях** представлены: документы по внедрению; патенты на изобретения и полезные модели; особенности математического моделирования электроприемников в энергорайонах с объектами РГ в установившихся и переходных режимах.

**В автореферате диссертации** определена цель работы, представлено основное содержание работы по главам, приведены сведения об актуальности, научной новизне, теоретическом и практическом значении, реализации и использовании результатов работы, её апробации и публикациях, о соответствии диссертации паспорту научной специальности и личном вкладе автора. Автореферат в полной степени отражает содержание диссертации.

### **Методы исследования, обоснованность и достоверность выводов**

Исследование и обоснование проблем, возникающих в энергорайонах с РГ невозможно без применения методов теории систем и системного анализа, математического анализа и математической статистики, моделирования технических систем, теории принятия решений, общей и специальной теории надёжности, теории устойчивости ЭЭС и противоаварийного управления.

Особенность работы – использование последовательной процедуры Вальда, позволяющей повысить быстродействие устройств автоматики и органов управления, обеспечив высокую точность идентификации классов и границ режимных областей и метода максимального правдоподобия для оценки параметров аварийного режима.

Достоверность полученных результатов подтверждается их соответствием базовым законам электротехники и теории электрических цепей, корректностью и адекватностью моделей по критериям исследуемых процессов, соответствием теоретических положений и результатов, полученных при внедрении. Показана сходимость полученных теоретических результатов с данными экспериментов и результатами исследований других авторов.

### **Научная новизна работы и основные положения, вынесенные на защиту**

При организации режимного и противоаварийного управления энергорайонами с РГ необходим комплексный учёт факторов и условий, реализующих принципы и методы анализа, построения структуры, обеспечения надёжности, безопасности и устойчивости средств контроля, управления и автоматики с учётом множества факторов, влияющих как на предотвращение возможных аварийных ситуаций, так и на минимизацию их последствий. Выносимые на защиту алгоритмы, методы и способы повышения эффективности функционирования объектов РГ позволяют научно обосновать создание новых и необходимость совершенствования существующих систем управления режимами ГУ и нагрузки.

С этой целью развита общая теория управления режимами ЭЭС применительно к противоаварийному и режимному управлению энергорайонов с РГ, разработаны способы такого управления, методики проведения натурных испытаний и измерений, расчетов и анализа электрических режимов, обеспечивающие надёжное функционирование ГУ и электроустановок потребителей в условиях с жесткими временными ограничениями.

В диссертации разработаны и вынесены на защиту:

- способы определения параметров режима пусковыми органами АУНиАР, расширения области допустимых режимов ГУ объектов РГ за счёт применения накопителей электроэнергии, реализации многопараметрической делительной автоматики (МДА) энергорайонов с объектами РГ, блокировки системы переключения алгоритмов АРЧВ и выбора величины статизма регулирования частоты;
- предложения по совершенствованию алгоритмов АЧР и АОПО кабельной линии и силового трансформатора, схемно-алгоритмических решений по совершенствованию АОСН, линейного и секционного АВР;
- предложения по адаптации АРВ зарубежных ГУ к особенностям режимов энергорайонов с объектами РГ; применению последовательной процедуры Вальда для увеличения быстродействия и повышения точности идентификации классов и границ режимных областей;
- методики проведения натурных испытаний и измерений в энергорайонах с объектами РГ, расчётов и анализа режимов в энергорайонах с объектами РГ.

### **Практическая значимость и результаты внедрения**

Как отмечается в автореферате и диссертации, результаты исследований вошли в отчёты по отдельным этапам работ, проводимых в соответствии с двумя Государственными контрактами Министерства образования и науки РФ. По результатам диссертации получено 10 патентов.

Полученные результаты приняты к использованию, внедрены на ряде предприятий: ПАО «МОЭСК», ПАО «НК «РОСНЕФТЬ», ООО «ЛУКОЙЛ – энергоинжиниринг», ООО «Научно-инженерный центр «ВИНДЭК», АО «Техническая инспекция ЭЭС», (г. Москва); Ассоциация малой энергетики, ООО «МКС» (г. Челя-



бинск); ООО «ИСМ» и ООО «Энерган» (г. Санкт-Петербург); АО «Региональные электрические сети» (Новосибирская обл.), АО «Башкирская электросетевая компания» (Республика Башкортостан), АО «НИПОМ» (г. Дзержинск); ООО «НПП АЛИМП» (г. Нижний Новгород).

Результаты диссертации используются в учебном процессе ФГАОУ ДПО «ПЭИПК» и ИНЭЛ ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева».

### **Апробация и публикации по работе**

Теоретические и практические выводы и результаты исследований, докладывались (110 докладов) и положительно оценены на зарубежных (15 докладов), международных (44 доклада) и российских (51 доклад) симпозиумах, конференциях и семинарах.

Основные положения диссертации и её отдельные результаты опубликованы в 2-х монографиях и 104 научных статьях. Из них 42 – в журналах по списку, рекомендованному ВАК, 12 – в рецензируемых научных изданиях, входящих в базы научного цитирования Web of Science и Scopus, 50 – в других журналах, сборниках докладов и тезисов. Результаты интеллектуальной деятельности представлены 10 патентами, из них 6 на изобретения, 4 на полезные модели.

### **Соответствие работы паспорту научной специальности**

Диссертация П.В. Илюшина соответствует паспорту научной специальности 05.14.02 – Электрические станции и электроэнергетические системы.

*По формуле специальности* – в части разработки и совершенствования методов и средств автоматики управления нормальными и аварийными режимами энергорайонов с объектами РГ при планировании развития, проектировании и эксплуатации электрических станций, электроэнергетических систем, электрических сетей и систем электроснабжения.

*По направлению исследования* – в части развития и совершенствования теоретической и технической базы электроэнергетики с целью обеспечения экономического и надёжного производства электроэнергии и снабжения потребителей электроэнергией в необходимом количестве и требуемого качества.

*По области исследования* – в части разработки методов анализа режимных параметров основного оборудования электростанций» (п. 2), разработки методов математического моделирования в электроэнергетике (п. 6), разработки методов анализа и синтеза систем автоматического регулирования, противоаварийной автоматики (п. 9).

### **Замечания по диссертации и автореферату**

1. Известно, что объектом РГ может производиться не только электрическая, но и тепловая энергия, причём в отдельных случаях объем тепловой энергии преобладает. Поскольку в диссертации анализируются только электрические ре-

жимы, непонятно, возможен ли учёт влияния теплового режима с применением предлагаемых методик и алгоритмов?

2. Зоны расположения объектов РГ отличаются различными климатическими условиями. Учитывают ли это обстоятельство в предлагаемых решениях по противоаварийному и режимному управлению энергорайонов с РГ?

3. В процессе эксплуатации изменяются не только режимные параметры, но и параметры ГУ, сетевого оборудования и оборудования потребителей, вследствие естественных изменений, связанных с соответствующей стадией жизненного цикла. Потребуется ли при учёте этого изменения существенная коррекция предлагаемых алгоритмов и параметров настройки систем управления энергорайоном?

4. Аварийные ситуации в энергорайонах с РГ могут сопровождаться многомашинным асинхронным режимом. Возможна ли его эффективная ликвидация быстродействующей делительной автоматикой или другими предлагаемыми методами?

5. Отмечено, что для эффективного противоаварийного и режимного управления необходимы индивидуальные динамические характеристики нагрузки. В условиях множества потребителей энергорайона получение их достоверных значений чрезвычайно затруднительно.

6. Недостаточно полно раскрыт механизм «активности» потребителей, питающихся от сетей с объектами РГ. Рассматривая «активных потребителей» желательно было бы количественно оценить экономическую составляющую оптимизации графика нагрузки и использования предлагаемых систем ПА, так как управляемый спрос может резко менять электропотребление, снижая его до технологической (аварийной) брони, влияя на режим генерации.

7. Возможные нарушения электроснабжения потребителей при отказах основного оборудования, ложном срабатывании (отказе в срабатывании) устройств ПА приводят к технико-экономическим ущербам. Для обоснования необходимости разработки предлагаемых алгоритмов и систем противоаварийного управления, необходимо было бы привести и их экономическое обоснование.

8. Предлагая принципы формирования перечня потребителей, заводимых под действие АЧР, кроме устройств и алгоритмов необходимо введение критерия «важности» этих потребителей для технологического процесса производства.

9. Подробно анализируя и решая проблему качества электроэнергии, в основном рассматриваются условия, обеспечивающие необходимые уровни напряжения и частоты, а возможность несимметричного распределения нагрузки, относительно часто встречающаяся в распределительных сетях, не учитывается.

10. Основное внимание в работе уделено устойчивой работе асинхронной нагрузки. Однако на шинах низкого напряжения (РП, ТП) могут присутствовать и другие ответственные потребители, чувствительные к колебаниям, отклонениям и провалам напряжения.

11. Широкое применение микропроцессорных устройств управления режимами и защиты элементов объектов РГ увеличивает вероятность несанкциониро-

ванных внешних воздействий (кибератак). Каковы возможности их предотвращения и возможна ли, хотя бы экспертная оценка их последствий?

12. Несколько редакционных замечаний:

- разделы «Научная новизна» и «Теоретическая и практическая значимость» перегружены перечнем из 14 задач;
- текст диссертации и автореферата содержит длинноты, встречаются повторы, большое количество аббревиатур;
- в содержании главы 2 большое внимание уделено теоретическим положениям байесовских оценок и метода максимального правдоподобия, основы которых общеизвестны;
- не совсем удачно сформулированы названия разделов 1.7 и 7.2, так как конкретным вопросам «разработки схем выдачи мощности ...» в них отводится лишь п.1 раздела 7.2.3, а основное содержание составляют требования к исходной информации, методики проведения натуральных испытаний и измерений, а также расчётов и анализа режимов;
- библиографический список представлен в последовательности ссылок, приведённых в работе, а не в алфавитном порядке, что затрудняет поиск работ конкретного автора.

### **Общее заключение**

Диссертация П.В. Илюшина «Совершенствование противоаварийного и режимного управления энергорайонов с распределенной генерацией» соответствует критериям, предъявляемым ВАК к докторским диссертациям, паспорту специальности 05.14.02 – Электрические станции и электроэнергетические системы, отвечает требованиям п.п. 9–14 «Положения о присуждении учёных степеней», является законченной научно-квалификационной работой, в которой автором предложен ряд новых научно обоснованных технических решений, связанных с развитием и совершенствованием противоаварийного и режимного управления энергорайонов с распределённой генерацией.

Диссертация содержит новые научные результаты и положения, свидетельствующие о личном вкладе её автора в науку. В ней представлены сведения о внедрении и практической полезности результатов, даны рекомендации по использованию научных выводов.

Диссертация соответствует требованию по указанию ссылок на заимствованные материалы и (или) отдельные результаты, написана автором самостоятельно, основные результаты опубликованы в рецензируемых научных изданиях.

Совокупность выполненных исследований и их результаты доказывают разработку автором нового научного направления, связанного с повышением эффективности функционирования развивающихся систем с объектами РГ, в котором поставлен и решён ряд актуальных задач современной электроэнергетики, имеющих большое научное и практическое значение.

В связи с новизной, большим объёмом и сложностью задач противоаварийного и режимного управления в энергорайонах с РГ, естественно, возникают вопросы, выходящие за пределы проведённого исследования. В этой связи сделанные замечания, отмеченные неясности и поставленные вопросы не снижают научной и практической значимости диссертации и носят характер уточнений, рекомендаций и пожеланий.

Основываясь на вышеизложенном, считаю, что диссертация «Совершенствование противоаварийного и режимного управления энергорайонов с распределённой генерацией» является законченной научно-квалификационной работой, выполненной на актуальную тему и содержащей значимые научные и практические результаты, а её автор Илюшин Павел Владимирович заслуживает присуждения учёной степени доктора технических наук по специальности 05.14.02 – Электрические станции и электроэнергетические системы.

Профессор кафедры  
«Электрификация и автоматизация»  
ГБОУ ВО «Нижегородский государственный  
инженерно-экономический университет»,  
доктор технических наук по специальности  
05.14.02 – Электрические станции и  
электроэнергетические системы, профессор

  
23.01.2023



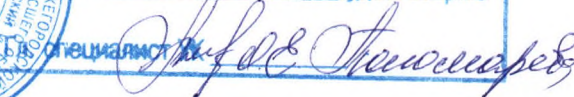
Папков Борис Васильевич

Государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
«Нижегородский государственный инженерно-экономический университет»  
606340, Россия, Нижегородская обл., г. Княгинино, ул. Октябрьская, д. 22-А.  
Тел. +7 (83166) 4-15-50 (доп. 212),  
E-mail: boris.papkov@gmail.com

Подпись д.т.н., профессора Б.В. Папкова удостоверяю



Подпись Папкова Б.В. удостоверяю

  
Специалист

**Сведения об официальном оппоненте**  
по диссертационной работе Илюшина Павла Владимировича  
«Совершенствование противоаварийного и режимного управления энергорайонов  
с распределенной генерацией», представленной на соискание ученой степени  
доктора технических наук по специальности 05.14.02 – Электрические станции  
и электроэнергетические системы

ФИО	Папков Борис Васильевич
Ученая степень и наименование отрасли науки, научных специальностей, по которым защищена диссертация	Доктор технических наук 05.14.02 – Электрические станции и электроэнергетические системы
Ученое звание	Профессор
Полное наименование организации, являющейся основным местом работы, должность	Государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Нижегородский государственный инженерно-экономический университет», профессор кафедры «Электрификация и автоматизация»
Почтовый адрес организации	606340, Россия, Нижегородская область, г. Княгинино, ул. Октябрьская, д. 22-А
Телефон	+7 (960) 172-48-55
Адрес электронной почты	boris.parkov@gmail.com
Основные публикации по теме диссертации в рецензируемых научных изданиях за последние 5 лет (не более 15)	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Вуколов В.Ю., Колесников А.А., Пнев Е.Р., Папков Б.В. Управление конфигурацией распределительных электрических сетей 6-35 кВ // Электричество. 2019. № 2. С. 10-17.</li> <li>2. Папков Б.В., Куликов А.Л., Осокин В.Л. Вероятности редких случайных событий в электроэнергетике // Электричество. 2019. № 2. С. 4-9.</li> <li>3. Майстренко Г.В., Куликов А.Л., Папков Б.В., Обалин М.Д. Способы адаптации алгоритмов определения места повреждения линий электропередачи по параметрам аварийного режима к отклонениям показателей качества электроэнергии // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2019. № 4 (174). С. 171-177.</li> <li>4. Папков Б.В., Осокин В.Л., Куликов А.Л. Об особенностях малой и распределенной генерации в интеллектуальной электроэнергетике // Вестник Уфимского государственного авиационного технического университета. 2018. Т. 22. № 4 (82). С. 119-131.</li> </ol>

5. Куликов А.Л., Осокин В.Л., Папков Б.В. Проблемы и особенности распределённой электроэнергетики // Вестник НГИЭИ. 2018. № 11 (90). С. 123-136.
6. Куликов А.Л., Осокин В.Л., Папков Б.В., Шилова Т.В. Расширение понятия «надёжность» в современной электроэнергетике // Вестник НГИЭИ. 2018. № 3 (82). С. 88-98.
7. Осокин В.Л., Папков Б.В. Экспертное оценивание показателей последствий управления нагрузкой в сельскохозяйственном производстве // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2017. № 5 (151). С. 175-181.
8. Крюков О.В., Папков Б.В., Серебряков А.В. Надёжность функционирования резервированных систем объектов электроэнергетики газовой промышленности // Газовая промышленность. 2016. № 4 (736). С. 96-100.
9. Папков Б.В., Савельев В.А. Об анализе последствий от нарушений электроснабжения // Вестник Ивановского государственного энергетического университета. 2016. № 3. С. 46-50.
10. Papkov B., Gerhards J., Mahnitko A. System problems of power supply reliability analysis formalization // Proceedings International conference on power engineering, energy and electrical drives (POWERENG 2015). С. 225-228.
11. Папков Б.В., Шарьгин М.В. Требования к решению проблемы надёжности электроснабжения // Энергетическая политика. 2015. № 2. С. 47-54.
12. Вуколов В.Ю., Папков Б.В. Повышение эффективности электроснабжения потребителей коммунально-бытового сектора // Вестник Ивановского государственного энергетического университета. 2015. № 2. С. 35-41.
13. Папкина М.Д., Папков Б.В. Оценка технологических рисков в электроэнергетике // Приволжский научный журнал. 2015. № 3 (35). С. 218-225.
14. Вуколов В.Ю., Осокин В.Л., Папков Б.В. Повышение эффективности электрических сетей 6-35 кВ // Вестник НГИЭИ. 2015. № 12 (55). С. 28-36.

Официальный оппонент,  
д.т.н., профессор



Папков Борис Васильевич



Папков Б.В. *Подпись*  
14