

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА 24.2.347.05,  
СОЗДАННОГО НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО  
БЮДЖЕТНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО  
ОБРАЗОВАНИЯ «НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ» МИНОБРНАУКИ РФ, ПО  
ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ ДОКТОРА НАУК

аттестационное дело № \_\_\_\_\_

решение диссертационного совета от 23 апреля 2026 г. протокол № 1

О присуждении Осинцеву Анатолию Анатольевичу, гражданину Российской Федерации, ученой степени доктора технических наук.

**Диссертация** на тему «Интеллектуальное децентрализованное управление режимами и релейная защита оборудования электрических сетей с распределённой (малой) генерацией» по специальности 2.4.3 – «Электроэнергетика» принята к защите 29 декабря 2025 г. (протокол заседания № 14) диссертационным советом 24.2.347.05, созданным на базе Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Новосибирский государственный технический университет», Минобрнауки РФ, 630073, г. Новосибирск, пр. К. Маркса, 20, приказ о создании диссертационного совета № 525/нк от 24.03.2023 г.

**Соискатель** Осинцев Анатолий Анатольевич, «22» ноября 1986 года рождения. Диссертацию на соискание ученой степени кандидата технических наук на тему «Разработка методов и средств повышения устойчивости функционирования дифференциальной защиты генератора» защитил в 2013 г. по специальности 05.14.02 – «Электрические станции и электроэнергетические системы» в диссертационном совете Д212.173.01, созданном на базе федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Новосибирский государственный технический университет».

С 2009 года по настоящее время соискатель работает в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Новосибирский государственный технический университет», Минобрнауки РФ, на кафедре Электрических станций, должность с сентября

2017 года по настоящее время – доцент.

В 2020 году приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации Осинцеву А.А. присвоено ученое звание доцента по специальности «Электрические станции и электроэнергетические системы».

С 01.05.2021 г. по 30.04.2024 г. Осинцев А.А. обучался в докторантуре федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Новосибирский государственный технический университет», Минобрнауки РФ.

Диссертация выполнена на кафедре Автоматизированных электроэнергетических систем федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Новосибирский государственный технический университет», Минобрнауки РФ.

**Научный консультант** – доктор технических наук, профессор Фишов Александр Георгиевич, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Новосибирский государственный технический университет», кафедра Автоматизированных электроэнергетических систем, профессор кафедры.

#### **Официальные оппоненты:**

**Паздерин Андрей Владимирович**, доктор технических наук, профессор, федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина», г. Екатеринбург, кафедра «Автоматизированные электрические системы», заведующий кафедрой;

**Куликов Александр Леонидович**, доктор технических наук, профессор, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева», г. Нижний Новгород, кафедра «Электроэнергетика, электроснабжение и силовая электроника», профессор;

**Лачугин Владимир Федорович**, доктор технических наук, старший научный сотрудник, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский университет «МЭИ», г. Москва, кафедра релейной защиты и автоматизации энергосистем, профессор,

**дали положительные отзывы на диссертацию.**

**Ведущая организация** федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт систем энергетики им. Л.А. Мелентьева Сибирского отделения Российской академии наук (ИСЭМ СО РАН), г. Иркутск, **в своем положительном отзыве**, подписанном Колосок Ириной Николаевной, ведущим научным сотрудником лаборатории управления функционированием электроэнергетических систем №43 отдела электроэнергетических систем № 40 ИСЭМ СО РАН, доктором технических наук, ст.н.с., и утвержденном Подковальниковым Сергеем Викторовичем, доктором технических наук, и.о. директора ИСЭМ СО РАН, указала, что: диссертационная работа Осинцева Анатолия Анатольевича на тему «Интеллектуальное децентрализованное управление режимами и релейная защита оборудования электрических сетей с распределённой (малой) генерацией» является законченной научно-квалификационной работой, содержащей комплексное решение проблемы управления и защиты электрических сетей с распределённой малой генерацией, обладающей внутренним единством, содержащей новые научно обоснованные технические и технологические решения (алгоритмы, прототипы устройств, методологию), внедрение которых имеет важное социально-экономическое и хозяйственное значение, способствуя цифровой трансформации, повышению надёжности энергоснабжения и развитию распределённой энергетики в России. Диссертация представляет собой целостное самостоятельное исследование, обладает внутренним единством, содержит новые научные результаты и положения, заслуживающие публичной защиты. Автореферат полностью соответствует содержанию диссертации. На основании вышеизложенного можно констатировать, что рассмотренная диссертация соответствует требованиям п.п.9-14 «Положения о присуждении ученых степеней», утверждённого постановлением правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. № 842 (в актуальной редакции), предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени доктора технических наук, а её автор Осинцев Анатолий Анатольевич заслуживает присуждения ученой степени доктора технических наук по специальности 2.4.3 – Электроэнергетика.

Соискатель имеет всего 48 опубликованных научных работ, в том числе

по теме диссертации опубликовано 18 работ, из них 13 статей в рецензируемых научных изданиях, входящих в перечень рекомендованных ВАК РФ (из них 9 – в изданиях категории K1, K2), 2 – в периодических научных журналах (Q1), индексируемых в международных базах Scopus /Web of Science. Соискателем получены 2 патента РФ на изобретение, 3 свидетельства о государственной регистрации программы для ЭВМ.

Недостоверные сведения об опубликованных работах отсутствуют. Авторский вклад в опубликованных в соавторстве работах составляет не менее 60%. Общий объём научных изданий – 14 п.л.

### **Наиболее значимые научные работы по теме диссертации:**

*Научные статьи в рецензируемых изданиях, рекомендованных ВАК*

1. **Осинцев, А.А.** Активные распределительные электрические сети с децентрализованным мультиагентным управлением режимом. Ч. 1 / А. Г. Фишов, А. А. Осинцев, Ю. В. Какоша, М. З. Одинабеков // *Электричество*. – 2022. – № 10. – С. 14-24 (*категория K1, RSCI*).

2. **Осинцев, А.А.** Активные распределительные электрические сети с децентрализованным мультиагентным управлением режимом. Ч. 2 / А. Г. Фишов, А. А. Осинцев, Ю. В. Какоша, М. З. Одинабеков // *Электричество*. – 2022. – № 11. – С. 29-45 (*категория K1, RSCI*).

3. **Осинцев, А.А.** Разработка и испытание прототипов устройств децентрализованной мультиагентной системы режимного и противоаварийного управления в активных распределительных электрических сетях / А.А. Осинцев // *Энергетик*. – 2025. – № 10. – С. 46-51 (*категория K2*).

4. **Осинцев, А.А.** Автоматическая настройка регуляторов частоты и обменной мощности в энергосистемах малой мощности / А.Г. Фишов, А.А. Осинцев, М.Ю. Фролов, Д.В. Армеев, И.С. Мурашкина // *iPolytech Journal*. – 2022. – Т. 26. – № 1. – С. 102-116 (*категория K1*).

5. **Осинцев, А.А.** Синхронизация частей электрических сетей с распределёнными источниками энергии после аварийного или противоаварийного разделения / А. Г. Фишов, А. А. Осинцев, А. Х. Гуломзода // *Электрические станции*. – 2022. – № 11. – С. 21-29 (*категория K2*).

6. **Осинцев, А.А.** Исследование применимости генетического алгоритма для решения задачи обеспечения необходимого резерва мощности в активном энергетическом комплексе / В. Е. Глазырин, А. А. Осинцев, Д. А. Пехота // Электрические станции. – 2024. – № 6. – С. 51-59 (*категория К2*).

7. **Осинцев, А.А.** О пригодности трансформаторов тока в радиальных сетях 6 – 35 кВ с односторонним питанием при использовании цифровых токовых защит / А. А. Осинцев, Е. И. Фролова // Электрические станции. – 2022. – № 2. – С. 26-30 (*категория К2*).

8. **Осинцев, А.А.** Анализ устойчивости функционирования дифференциальной защиты генератора при соединении обмоток статора в треугольник / А.А. Осинцев // Релейная защита и автоматизация. – 2022. – № 1. – С. 28-35 (*категория К2*).

9. **Осинцев, А.А.** Сравнение архитектур искусственных нейронных сетей в задачах восстановления тока в цепях защит генератора / И.И. Литвинов, А.А. Осинцев // Релейная защита и автоматизация. – 2022. – № 4. – С. 30-37 (*категория К2*).

10. **Осинцев, А.А.** Критерии определения переходных режимов для анализа поведения дифференциальной защиты / А.А. Осинцев, И.И. Литвинов // Вестник Казанского государственного энергетического университета. – 2021. – Т. 13. – № 2. – С. 78-88.

11. **Осинцев, А.А.** О расчётных переходных режимах дифференциальной защиты генератора / А.А. Осинцев, И.И. Литвинов // Вестник Казанского государственного энергетического университета. – 2020. – Т. 12. – № 3. – С. 49-56.

12. **Осинцев, А.А.** Влияние погрешностей трансформаторов тока на работу цифровых токовых защит / В.Е. Глазырин, А.А. Осинцев, Е.И. Фролова, А.А. Ледовских // Вестник Казанского государственного энергетического университета. - 2019. – Т. 11, № 2. – С. 83–90.

13. **Осинцев, А.А.** Быстродействующая автоматика ограничения повышения частоты / В.В. Васильев, А.А. Осинцев, Д.Н. Бородин, Е.И. Фролова // Релейная защита и автоматизация. - 2016. - № 2. - С. 22-27.

*Публикации в научных изданиях, индексируемых международными наукометрическими базами Web of Science и Scopus*

14. **Osintsev, A.** Decentralized emergency control of AC power grid modes

with distributed generation / A. Fishov, A. Osintsev, A. Ghulomzoda, A. Marchenko, S. Kokin, M. Safaraliev, S. Dmitriev, I. Zicmane // Energies. – 2023. – Vol. 16, iss. 15. – Art. 5607. (*входит в Q1*).

15. **Osintsev, A.A.** OUT–OF–STEP protection in rotating generation networks for hydrogen fuel production. Modeling conditions to test its algorithms / A. A. Osintsev, E. I. Frolova // International Journal of Hydrogen Energy. – 2024. – Vol. 91. – P. 574-583 (*входит в Q1*).

*Патенты на изобретение:*

1. Патент № 2784610 РФ, МПК H02J 3/08, H02H 7/22. Способ децентрализованной синхронизации и восстановления нормального режима аварийно разделенной электрической сети с генераторами: № 2022116180: заявл. 16.06.2022: опубл. 28.11.2022 / А.Г. Фишов, **А.А. Осинцев**; заявитель НГТУ.

2. Патент № 2811559 РФ, МПК H02H 3/06. Способ защиты линий электропередачи и противоаварийного управления в электрических сетях с распределенной генерацией: № 2023114653: заявл. 05.06.2023: опубл. 15.01.2024 / А.Г. Фишов, **А.А. Осинцев**; заявитель НГТУ.

*Свидетельства о государственной регистрации программ для ЭВМ:*

1. Свидетельство № 2021665978 РФ. Программа выбора минимально необходимого объема отключения управляемой нагрузки в локальной системе электроснабжения с малой генерацией: опубл. 06.10.2021 / **А.А. Осинцев**, А.И. Марченко; НГТУ.

2. Свидетельство № 2025619358 РФ. Программа для обучения искусственных нейронных сетей задачам восстановления вторичного тока трансформатора тока: опубл. 16.04.2025 / **А.А. Осинцев**, И.Г. Манько; НГТУ.

**На автореферат диссертации поступило 13 отзывов, все отзывы положительные:**

1. **НАО «Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева»**, Республика Казахстан, подготовлен профессором кафедры «Электроэнергетика», доктором технических наук Ахметбаевым Дауреном Садыковичем. *Замечания:* 1) о неполном раскрытии в автореферате вопросов обеспечения синхронизации временных тактов у агентов АРЧМ в отсутствие общей сети и допустимой степени рассинхронизации; 2) об отсутствии в автореферате пояснений по обеспечению устойчивости процесса

самонастройки ПИ-регуляторов при одновременном изменении параметров в нескольких параллельно работающих ЛИЭС.

**2. ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский Томский политехнический университет»**, подготовлен профессором отделения электроэнергетики и электротехники Инженерной школы энергетики, доктором технических наук, профессором Ушаковым Василием Яковлевичем, доцентом отделения электроэнергетики и электротехники Инженерной школы энергетики, кандидатом технических наук, доцентом Суворовым Алексеем Александровичем. *Замечания:* 1) об исключении из рассмотрения объектов на основе ВИЭ (солнечных, ветровых электростанций), подключаемых через силовые инверторы; 2) о недостаточной детализации функций агента администрирования по начальному конфигурированию и запуску системы. *Вопрос:* о пояснении особенностей учёта и влияния разброса характеристик конкретных ТТ, остаточной намагниченности и нагрузки на точность восстановления сигнала нейросетью.

**3. ФГБОУ ВО «Иркутский государственный университет путей сообщения»**, подготовлен профессором кафедры электроэнергетики транспорта, доктором технических наук, профессором Крюковым Андреем Васильевичем. *Рекомендация:* об адаптации предложенных алгоритмов мультиагентного управления напряжением к работе с протяжёнными линиями с нелинейной тяговой нагрузкой с целью расширения области применения технологии.

**4. ООО «Релематика»**, подготовлен советником по научной работе, доктором технических наук, профессором Лямецом Юрием Яковлевичем, ведущим инженером-исследователем отдела разработок РЗА Департамента разработок, кандидатом технических наук Кочетовым Иваном Дмитриевичем. *Вопросы:* 1) О пояснении порядка восстановления энергосистемы после устранения повреждения - почему сначала подключается нагрузка и отключенная энергосистема, а затем осуществляется регулирование мощности на станциях? 2) Каким образом образуется район сети с аварийным отклонением параметров, в пределах которого выполняются различные переключения? *Замечание:* о наличии опечаток и неточностей в тексте.

**5. ФГБОУ ВО «Казанский государственный энергетический университет»**, подготовлен профессором кафедры «Электроснабжение промышленных предприятий», доктором технических наук, профессором Грачевой Еленой Ивановной. *Вопрос:* о способах отличия агентами РН РС и СВ тяжёлых пусковых режимов и самозапуска двигателей от аварийных ситуаций. *Рекомендация:* о добавлении нейросетевого подхода в алгоритмы агентов СВ для выявления характерных для кабельных сетей перемежающихся однофазных замыканий.

**6. ФГБОУ ВО «Югорский государственный университет»**, подготовлен руководителем Политехнической школы, доктором технических наук, доцентом Осиповым Дмитрием Сергеевичем, профессором Политехнической школы, доктором технических наук, доцентом Ивановой Еленой Васильевной. *Замечания:* 1) об отсутствии количественных оценок работоспособности ДМАУ при увеличении числа агентов до сотен или тысяч; 2) об отсутствии данных по поведению системы ДМАУ при каскадных отказах или целенаправленных кибератаках; 3) об отсутствии экономических показателей технологии по сравнению с традиционными решениями. *Вопрос:* как гарантируется детерминированность работы искусственных нейронных сетей в реальном времени при восстановлении вторичного тока ТТ?

**7. ГБОУ ВО «Нижегородский государственный инженерно-экономический университет»**, подготовлен профессором кафедры «Электрификация и автоматизация», доктором технических наук, профессором Папковым Борисом Викторовичем, профессором кафедры «Электрификация и автоматизация», доктором технических наук, доцентом Осокиным Владимиром Леонидовичем. *Вопросы:* 1) о возможности перехода действующих объектов малой генерации на ЛИЭС; 2) о сложностях согласования подключения ЛИЭС с газоснабжающими и сетевыми организациями, а также о реакции существующих систем тепло-электроснабжения при массовом переходе на малую генерацию.

**8. ПАО «Научно-производственное объединение «Алмаз» имени академика А.А. Расплетина»**, подготовлен начальником отдела электрических машин НТК ОКБ «ЛЭМЗ», кандидатом технических наук Коровиным Александром Владимировичем. *Замечания:* 1) об отсутствии

сведений о типе языковой модели, применённой для разработки «агентов»; 2) о непроработанности вопроса требуемых вычислительных мощностей для работы «агентов». *Вопрос:* как суммарная задержка всей системы управления повлияет на отработку переходных процессов в различных режимах?

**9. АО «Системный оператор Единой Энергетической Системы»,** подготовлен начальником службы внедрения противоаварийной и режимной автоматики, доктором технических наук, доцентом Сацуком Евгением Ивановичем. *Вопросы:* 1) о способе синхронизации тактов времени агентов АРЧМ и о наличии собственного источника синхронизации (GPS/ГЛОНАСС) в прототипах устройств; 2) о возможных рисках для систем противоаварийной автоматики более высокого иерархического уровня при опережающем отделении ЛИЭС агентом ЭО и о согласовании предлагаемой технологии с существующей иерархической структурой ПАУ. *Замечание:* об отсутствии в автореферате описания порядка действий агентов и изменения режима работы регуляторов частоты и мощности генераторов после синхронизации энергорайона с энергосистемой.

**10. ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова»,** подготовлен заведующим кафедрой «Электроснабжение промышленных предприятий», доктором технических наук, профессором Хомутовым Станиславом Олеговичем. *Замечание:* о трудностях выделения частоты собственных колебаний генератора на фоне вынужденных колебаний при резкопеременной нагрузке и о нераскрытых методах фильтрации полезного сигнала в условиях реальных возмущений. *Рекомендация:* о расширении функциональных возможностей разработанных агентов путём включения в их алгоритмы процедур идентификации однофазных замыканий на землю.

**11. ФГБОУ ВО «Южно-Российский государственный политехнический университет (НПИ) имени М.И. Платова»,** подготовлен профессором кафедры «Электрические станции и электроэнергетические системы», доктором технических наук, профессором Нагаем Владимиром Ивановичем, доцентом кафедры «Электроснабжение и привод», кандидатом технических наук, доцентом Костинским Сергеем Сергеевичем. *Замечания:* 1) о необходимости повышенных требований к ресурсу выключателей в связи с необходимостью большого числа их коммутаций в предлагаемой

технологии при ликвидации аварии; 2) о неучете затухания периодической составляющей тока КЗ при анализе токовых отсечек и неудачном термине «мгновенная токовая отсечка». *Вопрос:* о пояснении особенностей настройки продольной дифференциальной защиты генератора с использованием искусственной нейронной сети и её работы в различных режимах.

**12. Институт социально-экономических и энергетических проблем Севера Коми научного центра Уральского отделения Российской академии наук**, подготовлен ведущим научным сотрудником лаборатории энергетических систем, кандидатом технических наук, старшим научным сотрудником Успенским Михаилом Игоревичем. *Замечания:* 1) о недостаточной ясности в вопросах надежности функционирования ДМАУ; 2) о необходимости экономического сравнения ДМАУ с традиционными вариантами энергоснабжения (длинные ЛЭП, дизель-генерация).

**13. ФГБОУ ВО «Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики»**, подготовлен доцентом кафедры Технической электроники, кандидатом технических наук, доцентом Смоленцевым Николаем Ивановичем. *Замечания:* 1) об отсутствии в автореферате рассмотрения сетевых технологий при описании трендов развития распределённой генерации; 2) об отсутствии в обзоре активно-адаптивных сетей упоминания патентов на пакетный способ передачи электрической энергии.

**Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается** тем что, область научных интересов доктора технических наук, профессора **Паздерина Андрея Владимировича** связана с моделированием режимов распределения потоков и потерь электроэнергии в электрических сетях, оценкой достоверности измерительной информации, цифровым моделированием режимов работы интеллектуальных электрических систем; основные направления научной деятельности доктора технических наук, профессора **Куликова Александра Леонидовича** связаны с разработкой новых решений в области автоматики для систем электроснабжения, использованием цифровых методов для точного определения мест повреждений высоковольтных ЛЭП, созданием технологий для повышения стабильности и управляемости цифровых сетей; сфера научных интересов и тематика научных работ доктора технических наук,

старшего научного сотрудника **Лачугина Владимира Федоровича** связаны с разработкой современных методов и средств релейной защиты, а также анализом режимов энергосистем с применением волновых методов. В ведущей организации по диссертации **Федеральном государственном бюджетном учреждении науки Институт систем энергетики им. Л.А. Мелентьева Сибирского отделения Российской академии наук (ИСЭМ СО РАН), г. Иркутск** активно занимаются проблематикой по теме диссертационной работы **Осинцева А.А.**, а именно развитием мультиагентных технологий управления централизованной энергосистемы с подключенными к ней объектами малой генерации, а также применением методов искусственного интеллекта в задачах электроэнергетики.

**Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:**

**разработана** новая научная концепция децентрализованного мультиагентного управления режимами и релейной защиты оборудования активных распределительных электрических сетей с распределённой малой синхронной генерацией, позволяющая комплексно решать системные задачи управления без использования централизованных диспетчерских центров, систем режимного и противоаварийного управления с развитой телекоммуникационной инфраструктурой;

**предложены** оригинальная гипотеза и модель экспертного роевого искусственного интеллекта применительно к задачам противоаварийной фрагментации активных электрических сетей и их последующего децентрализованного восстановления;

**доказана** экспериментально перспективность применения децентрализованного мультиагентного управления для обеспечения живучести и надёжности электроснабжения потребителей, использования зависимости частоты собственных колебаний генерирующих установок в сетях с распределённой малой генерацией для ограничения их предельной по статической устойчивости мощности;

**введены** новые понятия: «децентрализованное мультиагентное управление (ДМАУ)» – способ управления режимами электрических сетей с распределённой малой генерацией, основанный на согласованном действии интеллектуальных агентов по принципам роевого интеллекта экспертного

типа; «агент ДМАУ» – цифровое интеллектуальное устройство, реализующее во взаимодействии с другими агентами функции регулирования частоты и напряжения, противоаварийного разделения, синхронизации и восстановления структуры и режима сети;

**Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:**

**доказана** возможность децентрализованного решения комплекса системных задач управления режимами активных распределительных сетей, включая регулирование частоты с самопереназначением станции, осуществляющей вторичное регулирование частоты, локальное регулирование напряжения с контролем режима прилегающей сети по прямым и косвенным измерениям режимных параметров, а также децентрализованную синхронизацию активных частей и восстановление целостности сети после ее аварийного разделения, вносящего вклад в расширение представлений об управляемости электроэнергетических систем на переменном токе;

**применительно к проблематике диссертации результативно использованы** взаимодополняющие методы исследования: теории устойчивости электроэнергетических систем, численные методы моделирования режимов, в том числе и с применением программно-аппаратного комплекса реального времени RTDS, методы цифровой обработки сигналов, методы теории распознавания образов, а также экспериментальные методы физического моделирования активной распределительной сети на специализированном цифро-физическом испытательном стенде;

**изложены** теоретические основы и принципы построения децентрализованных мультиагентных систем управления для активных распределительных сетей, включая систему аксиом и правил поведения агентов, классификацию состояний процесса регулирования частоты, а также формализованные процедуры распознавания системных событий по локально измеряемым параметрам;

**раскрыты** противоречия существующей централизованной парадигмы управления при её применении в сетях с распределённой малой генерацией, связанные с высокой динамикой электромеханических переходных процессов, вызванной малой инерционностью генерирующего оборудования, и экономической нецелесообразностью создания развитой

телекоммуникационной инфраструктуры;

**изучены** связи между контролируемыми локально параметрами режима (частота, напряжение, активная мощность) и системными событиями (отделение локально-интеллектуальной энергосистемы от сети и последующее подключение, короткое замыкание, достижение предела по статической устойчивости, потеря эффективности вторичного регулирования, выход напряжений за допустимые границы), а также факторы, влияющие на достоверность идентификации этих событий без использования каналов связи;

**проведена модернизация** существующих алгоритмов релейной защиты и противоаварийной автоматики применительно к объектам малой синхронной генерации, в том числе предложены быстродействующие ступени автоматики ограничения повышения частоты с блокирующим органом на основе реле сопротивления и нейросетевые алгоритмы восстановления вторичного тока трансформаторов тока для дифференциальной защиты генераторов;

**Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что:**

**разработаны и внедрены** прототипы интеллектуальных устройств (агентов) децентрализованного мультиагентного управления режимами в активных распределительных сетях, реализованные на промышленных контроллерах, обеспечившие уровень готовности технологии ДМАУ по единой шкале на уровне 7; технология ДМАУ применяется АО «ТЭСС» в рамках работ по проектированию интеллектуальных энергосистем; основы реализации подсистем децентрализованного регулирования частоты и напряжения использовались АО «ИАЭС» при разработке программного обеспечения шкафа автоматики ЛИЭС; алгоритмы автоматической самонастройки регуляторов частоты и обменной мощности реализованы ООО «Модульные Системы Торнадо» и проверены на комплексе RTDS;

**определены** границы практического использования разработанных решений для распределительных сетей классов напряжения 6–110 кВ с распределённой малой синхронной генерацией (газотурбинные, газопоршневые, дизельные установки);

**созданы** цифро-физический испытательный стенд для проверки

работоспособности технологии ДМАУ, обеспечивающий воспроизведение динамики реальной активной распределительной сети и высокую наблюдаемость её параметров, и алгоритмические модели поведения агентов, образующие систему практических рекомендаций для проектирования децентрализованных систем управления в сетях с распределённой малой генерацией;

**представлены** предложения по дальнейшему совершенствованию технологии ДМАУ по результатам экспериментальной апробации технологии на цифро-физическом стенде.

**Оценка достоверности результатов исследования выявила:**

**для экспериментальных работ** результаты получены на разработанном цифро-физическом испытательном стенде, включающем физическую модель электрической сети с синхронными генераторами, управляемыми коммутационными аппаратами, активными нагрузками и независимыми цифровыми устройствами управления (агентами ДМАУ).

Воспроизводимость результатов подтверждена испытаниями в различных конфигурациях сети и режимах (нормальных, аварийных, послеаварийных);

**теория** построена на использовании фундаментальных положений теоретических основ электротехники, теории электромагнитных и электромеханических переходных процессов, теории распознавания образов, а также методов математического анализа, цифровой обработки сигналов и искусственного интеллекта (роевый интеллект, нейронные сети, генетические алгоритмы);

**идея базируется** на анализе современного состояния и тенденций развития распределительных электрических сетей с малой генерацией, обобщении результатов отечественных и зарубежных исследований в области мультиагентного управления, роевого интеллекта и интеллектуальных систем релейной защиты, а также на опыте проектирования локальных интеллектуальных энергосистем и активных энергетических комплексов;

**использованы** результаты ранее выполненных исследований в области управления малой генерацией внутри ЛИЭС, что позволило автору принять обоснованные решения при создании технологии децентрализованного мультиагентного управления для объединения нескольких ЛИЭС в активную распределительную сеть;

**установлено** качественное и количественное совпадение результатов вычислительных экспериментов с данными физического моделирования на разработанном стенде, а также согласованность теоретических выводов с результатами испытаний прототипов агентов в нормальных, аварийных и послеаварийных режимах;

**использованы** современные методы вычислительного и физического моделирования, включая промышленный комплекс RTDS и созданный цифро-физический испытательный стенд, что обеспечило верификацию разработанных алгоритмов и прототипов агентов технологии ДМАУ;

**Личный вклад соискателя** состоит: в определении назначения, принципов работы агентов и технологии децентрализованного мультиагентного управления в целом; разработке теоретических основ противоаварийного управления режимами и релейной защиты оборудования активных распределительных сетей; разработке технологических основ ДМАУ; реализации прототипов агентов на промышленных контроллерах, их отладке и совершенствовании алгоритмов по результатам испытаний на физической модели; разработке графических интерфейсов агентов для визуализации режима контролируемого объекта; проведении физических экспериментов и испытаний, анализе и обобщении результатов. В совместных с научным консультантом и соавторами работах соискатель участвовал в постановке задач, разработке математических моделей, проведении экспериментов и подготовке публикаций. Вклад соискателя в публикациях, выполненных в соавторстве, составляет не менее 60%.

В ходе защиты диссертации были высказаны следующие критические замечания: 1) предложенные алгоритмы и технология ДМАУ не учитывают влияние накопителей и возобновляемых источников на режимы ЛИЭС и ТИЛИЭС, доля которых в распределительных сетях неуклонно растёт; 2) недостаточно внимания уделено вопросам влияния качества электроэнергии на результаты косвенных измерений и идентификации системных событий.

Соискатель Осинцев Анатолий Анатольевич аргументировано ответил на все заданные ему в ходе заседания вопросы и сделанные замечания.

Диссертация представляет собой научно-квалификационную работу, в которой изложены новые научно обоснованные теоретические положения, алгоритмы и технические решения в области интеллектуального

децентрализованного управления режимами и релейной защиты оборудования электрических сетей с распределённой малой генерацией, имеющие существенное значение для развития электроэнергетики, и соответствует пп. 9-14 Положения о присуждении учёных степеней, утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842.

На заседании 23 апреля 2026 г. диссертационный совет принял решение за разработку технологии децентрализованного мультиагентного управления режимами и релейной защиты оборудования электрических сетей с распределённой малой генерацией, которую можно квалифицировать как решение научной проблемы комплексного управления режимами в таких сетях, имеющее важное социально-экономическое и хозяйственное значение для электроэнергетики РФ, присудить Осинцеву Анатолию Анатольевичу ученую степень доктора технических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 10 человек, из них 10 докторов наук по специальности защищаемой диссертации, участвовавших в заседании, из 11 человек, входящих в состав совета, дополнительно введенных на разовую защиту нет, проголосовали: за 10, против нет, недействительных бюллетеней нет.

Заместитель председател  
диссертационного совета

А.Г. Овсянников

И.о. ученого секретаря  
диссертационного совета

А.Г. Русина

23 апреля 2026 г.