

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА ГУ.6
ПО ДИССЕРТАЦИИ
НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА (ДОКТОРА)
НАУК

аттестационное дело № _____
решение диссертационного совета от 25.09.2025 № 27

О присуждении Абу Ршид Аисар, гражданину Сирийской Арабской Республики, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Обоснование структуры, параметров и алгоритмов работы дистанционной защиты электротехнических комплексов с распределенной генерацией» по специальности 2.4.2. Электротехнические комплексы и системы принята к защите 21.07.2025, протокол заседания № 23, диссертационным советом ГУ.6 федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет императрицы Екатерины II» Минобрнауки России, 199106, Санкт-Петербург, линия 21-я В.О., дом 2, приказ ректора Санкт-Петербургского горного университета о создании диссертационного совета от 06.02.2023 № 154 адм., с изменениями от 31.08.2023 №1193 адм, с изменениями от 30.07.2024 №1212 адм.

Соискатель, Абу Ршид Аисар, 01 января 1991 года рождения, в 2021 году окончил федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет» по направлению подготовки 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника.

В период подготовки диссертации с 01.10.2021 г. по настоящее время является аспирантом очной формы обучения кафедры электроэнергетики и электромеханики федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет императрицы Екатерины II» Минобрнауки России.

Диссертация выполнена на кафедре электроэнергетики и электромеханики федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет императрицы Екатерины II» Минобрнауки России.

Научный руководитель – Устинов Денис Анатольевич, кандидат технических наук, доцент, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет императрицы Екатерины II», энергетический факультет, декан.

Официальные оппоненты:

Попов Максим Георгиевич – доктор технических наук, профессор, федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого», высшая школа высоковольтной энергетики, профессор;

Насыров Ринат Ришатович – кандидат технических наук, доцент, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский университет «МЭИ», кафедра электроэнергетических систем, доцент; дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация – **федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина»**, г. Иваново, в своем положительном отзыве, подписанном Яблоковым Андреем Анатольевичем, кандидатом технических наук, доцентом, доцентом кафедры автоматического управления электроэнергетическими системами, Гусенковым Алексеем Васильевичем, кандидатом технических наук, доцентом, заведующим той же кафедрой, и утвержденном Сулыненковым Ильей Николаевичем, кандидатом технических наук, доцентом, проректором по научной работе, указала, что результаты диссертационного исследования обладают как значительной теоретической ценностью, так и выраженной практической направленностью. В теоретической части работы автором разработан алгоритм действия дистанционной защиты в электротехническом комплексе с распределенной генерацией с обеспечением требуемой чувствительности и селективности действия с помощью искусственных нейронных сетей. Практическая значимость подтверждается разработанным устройством дистанционной защиты в системе с распределенной генерацией на основе нейронных сетей, позволяющее обеспечить отстроенность от нагрузочных режимов.

Соискатель имеет 5 опубликованных работ, все они по теме диссертации, из них в рецензируемых научных изданиях опубликовано 5 работ, в том числе в 2 статьях - в изданиях из перечня рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук (далее – Перечень ВАК), в 3 статьях - в изданиях, входящих в международные базы данных и системы цитирования Scopus. Получен 1 патент на изобретение.

Общий объем – 5,89 печатных листов, в том числе 2.95 печатных листов - соискателя.

Публикации в изданиях из Перечня ВАК:

1. Устинов, Д.А. Оценка ветропотенциала для электроснабжения горнодобывающих предприятий в Аль-Хайджана (Сирия) / Д.А. Устинов, **А.Р. Айсар** // Интеллектуальная электротехника. – 2023. – № 2(22). – С. 121-134. – DOI: 10.46960/2658-6754_2023_2_121. (ВАК № 1327 ред. 27.06.2023).

Соискателем проведена оценка потенциала энергии ветра для выработки электроэнергии для горнодобывающих предприятий в Аль-Хайджана – промышленной зоне Адра, расположенной к юго-западу от Дамаска, выбрана схема расположения турбин и способ соединения с электроподстанцией. Показано, что электростанция способна обеспечить достаточный объем электроэнергии для промышленности региона, тем самым подтвердив возможность реализации принципов распределенной генерации в республике Сирия.

2. Устинов, Д.А. Исследование алгоритмов работы дистанционной защиты в системах распределенной генерации / Д.А. Устинов, **А.Р. Айсар** // Доклады Академии наук высшей школы Российской Федерации. – 2023. – № 2(59). – С. 41-55. – DOI: 10.17212/1727-2769-2023-2-41-55. (ВАК №1063 ред. 27.06.2023).

Соискателем выполнен анализ алгоритмов работы дистанционной защиты электротехнических комплексов в системе с распределенной генерацией по критериям стоимости реализации, точности функционирования, количества необходимых входных данных. Установлено влияние изменения параметров защищаемых присоединений в условиях работы электротехнических комплексов в сети с распределенной генерацией на эффективность действия дистанционной защиты.

Публикации в изданиях, входящих в международную базу данных и систему цитирования Scopus:

3. Устинов, Д.А. Анализ влияния объектов распределенной генерации на системы защиты и режим напряжения: обзор / Д.А. Устинов, **А.Р. Айсар** // Безопасность труда в промышленности. - 2023. - № 2. - С. 15–20. – DOI: 10.24000/0409-2961-2023-2-15-20. (ВАК-МБД (Scopus) №361 ред. 30.12.2022).

Соискателем выполнен обзор различных типов систем распределенной генерации и выполнен анализ проблем, возникающих при наличии данных систем в электрических сетях. Установлено, что установки распределенной генерации воздействуют на ток повреждения, при этом оказывая влияние чувствительность и селективность системы защиты. Показано, что традиционные системы защиты электротехнических комплексов в системе с распределенной генерацией могут работать с недостаточной чувствительностью и селективностью.

4. Устинов, Д.А. Разработка нового рабочего алгоритма для повышения эффективности удаленной защиты в сетях распределенной генерации / Д.А. Устинов, **А.Р. Айсар** // Безопасность труда в промышленности. – 2023. – № 5. – С. 20-27. – DOI: 10.24000/0409-2961-2023-5-20-27. (БАК-МБД (Scopus) №361 ред. 30.12.2022).

Соискателем разработан алгоритм определения повреждения для электротехнических комплексов систем с распределенной генерацией, использующий нейронные сети и основанный на зонировании сети, в которой каждая зона представляет собой самостоятельную линию. После разделения системы распределения на несколько независимых зон реле, установленное на подстанции, диагностирует точное место повреждения с помощью нейронных сетей, которые обучаются посредством своих автономных вычислений.

5. Ustinov, D. Anatolevich. Using Artificial Neural Network Methods to Increase the Sensitivity of Distance Protection / D. Ustinov Anatolevich, **A. Abou Rashid** // International Journal of Engineering, Transactions B: Applications. – 2024. Vol. 37, Issue 11. – pp. 2192-2199. DOI: 10.5829/IJE.2024.37.11B.06.

Устинов, Д. Анатольевич. Использование методов искусственных нейронных сетей для повышения чувствительности дистанционной защиты / Д. Устинов Анатольевич, А. Абу Рашид // Международный инженерный журнал, Приложение В. – 2024. Vol. 37, Issue 11. – pp. 2192–2199. DOI: 10.5829/IJE.2024.37.11B.06

Соискателем установлено, что растущее внедрение блоков распределенной генерации создало ряд проблем и изменило характер системы распределения электроэнергии, например, повышение напряжения в узлах системы, увеличение тока короткого замыкания из-за подпитки источниками распределенной генерации, изменение направления потоков мощности. Разработана модель дистанционной защиты электротехнических комплексов в системе с распределенной генерацией в программе Matlab. Соискателем проведено исследование функционирования защиты электротехнических комплексов распределительных сетей, в которых чувствительность дистанционной защиты увеличена с использованием многослойной нейронной сети для различных значений переходного сопротивления замыкания и различных видов электрических неисправностей. Установлено, что в 97% случаев нейросеть в сочетании с дистанционной защитой определяет место и тип повреждения.

Патенты/свидетельства на объекты интеллектуальной собственности:

6. Патент на изобретение № 2821418 Российская Федерация, МПК H02H 3/40 (2006.01). Устройство дистанционной защиты линий электропередач в сети

с распределенной генерацией. Заявка № 2023131514: заявл. 01.12.2023: опубл. 24.06.2024 / Д.А. Устинов, **А.Р. Аисар**; заявитель/патентообладатель федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет императрицы Екатерины II». - 13 с.: 1 ил.

Соискателем проанализировано и предложено устройство дистанционной защиты линий электропередач в сети с распределенной генерацией. Данное устройство за счет установки дополнительного комплекта элементов в противоположном конце защищаемой линии для определения сопротивления, а также блока нейронных сетей позволяет повысить чувствительность дистанционной защиты к коротким замыканиям.

Апробация работы проведена на 5 научно-практических мероприятиях с докладами, в том числе на 2 международных:

- XVII Международная научно-техническая конференция «Современные проблемы машиностроения» (25-29.11.2024 г., г. Томск);
- 2-я Международная конференция по возобновляемым источникам энергии ICRE-24 Университет Алеппо – Сирия (27-28.08.2024 г., г. Алеппо);
- I Всероссийская научно-практическая конференция «Цифровые технологии и платформенные решения для управления развитием электроэнергетики» (23 марта 2023 г., г. Севастополь);
- Всероссийская научно-практическая конференция «ЭЛЭТ-2022: Электроэнергетика и электротехника» (21-23 декабря 2022 г., г. Саратов);
- Научная конференция студентов и молодых ученых «Полезные ископаемые России и их освоение» (1 мая 2023 г., г. Санкт-Петербург).

В диссертации Абу Ршид Аисар отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных соискателем работах, в которых изложены основные научные результаты диссертации.

На диссертацию и автореферат поступили отзывы от: технического директора ООО «Академия КЭТ», к.т.н. **К.В. Бабыря**; генерального директора ООО «ЭИС», к.т.н. **С.Е. Лозовского**; руководителя проектного блока ООО "Берингугольинвест", к.т.н. **Н.М. Безносенко**; доцента кафедры «Релейной защиты и автоматики электрических станций сетей и систем» ФГАОУ ДПО «Петербургский энергетический институт повышения квалификации», к.т.н. **В.В. Полищука**; начальника испытательной лаборатории АО «Хакель» **Ю.М. Боромянского**.

В отзывах дана положительная оценка диссертационного исследования, отмечена актуальность выбранной темы, научная новизна, теоретическая и практическая значимость диссертационного исследования, логическое

построение работы с использованием актуальной научной и статистической информации, однако отмечен ряд замечаний:

1. В автореферате не достаточно раскрыты возможные ограничения предлагаемого метода, такие как зависимость от качества и скорости передачи данных в системах связи (к.т.н. К.В. Бабырь);

2. Экономическое обоснование могло бы быть более подробным, с приведением сравнительного анализа затрат и эффектов от внедрения системы (к.т.н. К.В. Бабырь);

3. Хотя работа имеет прикладной характер, углубление в теоретические аспекты обучения ИНС могло бы усилить фундаментальность исследования (к.т.н. К.В. Бабырь);

4. Требуется уточнение степени влияния защиты электротехнических комплексов на основе нейронных сетей в системе с распределенной генерацией на показатели надежности (к.т.н. С.Е. Лозовский);

5. Автором выполнена экономическая оценка, которая показала, что инвестиции в современные системы дистанционной защиты для сетей распределенной генерации экономически оправданы. Необходимо пояснить количественные критерии оцениваемых показателей (к.т.н. С.Е. Лозовский);

6. Автором для обеспечения безопасности и повышения эффективности функционирования электротехнических комплексов с сильным проникновением распределенной генерации предлагается усовершенствовать дистанционную защиту. Почему именно этот тип защиты, а, например, не дифференциальную или максимально токовую? (к.т.н. Н.М. Безносенко);

7. Также требует уточнения, дистанционная защита, выполненная на основе нейронных сетей, рассматривается в качестве основной защиты или резервной? (к.т.н. Н.М. Безносенко);

8. Из автореферата не ясно, как предложенная автором система влияет на время отключения аварийного участка сети? (к.т.н. В.В. Полищук);

9. Насколько устойчиво поведение системы при изменениях внешних условий, в частности, электромагнитных воздействий? Возможны ли нестабильные режимы блока нейронных сетей при внешних электромагнитных воздействиях, например при коммутационных или грозовых перенапряжениях? (Ю.М. Бородянский);

10. Были ли определены допустимые пределы отклонения при варьировании параметров среды, и проводилась ли экспериментальная верификация предложенных моделей на физических установках? (Ю.М. Бородянский).

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается наличием исследований и публикаций по теме диссертационной работы и их компетентностью в области диссертационного исследования.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

определены факторы, влияющие на эффективность действия дистанционной защиты электротехнических комплексов с распределенной генерацией на основе нейронных сетей;

предложена структура дистанционной защиты в составе электротехнического комплекса в системе с распределенной генерацией;

разработан метод определения зон чувствительности для дистанционной защиты, реагирующей на изменение параметров электротехнических комплексов и топологии сети с распределенной генерацией;

доказана эффективность применения предложенной структуры дистанционной защиты с разработанным алгоритмом действия в системе с распределенной генерацией.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

доказана эффективность применения разработанного алгоритма действия дистанционной защиты электротехнических комплексов с использованием нейронных сетей в системе с распределенной генерацией для обеспечения чувствительности и селективности;

разработана математическая модель дистанционной защиты электротехнических комплексов с использованием нейронных сетей в системе с распределенной генерацией;

определены показатели надежности защиты электротехнических комплексов на основе нейронных сетей в системе с распределенной генерацией;

установлены зависимости, характеризующие влияние переходного сопротивления в точке КЗ, режимов работы нагрузки, уровня генерации источников распределенной генерации на погрешность при определении точки КЗ.

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

разработаны и внедрены в деятельность ООО «Академия «КЭТ» (акт внедрения №03-А от 12.02.2024 г.) устройство дистанционной защиты линий электропередач в сети с распределенной генерацией (подтверждена выдачей патента на изобретение № 2821418);

определены уровни повышения коэффициента чувствительности до 6,8 при средней нагрузке и до 4,2 при максимальной нагрузке;

создана компьютерная имитационная модель дистанционной защиты электротехнических комплексов с использованием нейронных сетей в системе с распределенной генерацией;

представлены метод функционирования дистанционной защиты, основанный на применении искусственных нейронных сетей, разработанный в диссертации, развития и практического внедрения предложенного алгоритма, направленного на повышение селективности и чувствительности защиты в системе с распределенной генерацией.

Оценка достоверности результатов исследования выявила, что:

теория построена на современных исследованиях в области релейной защиты электротехнических комплексов в системе с распределенной генерацией, которым посвящены актуальные публикации авторитетных учёных, и согласуется с опубликованными научными трудами по теме диссертационной работы;

идея базируется на повышении чувствительности и селективности дистанционной защиты на основе нейронных сетей в условиях вариации параметров электротехнических комплексов с распределенной генерацией;

установлено соответствие полученных результатов поставленной цели исследования, а также отсутствие противоречий между выводами и рекомендациями соискателя и положениями теоретико-методологической базы, относящейся к теме диссертационной работы;

использованы математические методы обработки статистических данных, применением лицензионного программного обеспечения для проведения расчетов, а также данными экспериментальных исследований, направленных на определение параметров электротехнических комплексов в системе с распределенной генерацией на эффективность действия дистанционной защиты на основе нейронных сетей.

Личный вклад соискателя состоит в анализе зарубежной и отечественной научной литературы по теме исследования, разработке алгоритмов действия дистанционной защиты в сети с распределенной генерацией с обеспечением требуемой чувствительности и селективности с помощью ИНС, оценке влияния изменения параметров электрической нагрузки на эффективность защиты, разработка метода интеграции технологии нейронных сетей в системы дистанционной защиты для повышения чувствительности и селективности, проведении теоретических и экспериментальных исследований, в результате которых продемонстрировано повышение эффективности дистанционной защиты и снижение погрешности определения места повреждения.

В ходе защиты диссертации критических замечаний высказано не было.

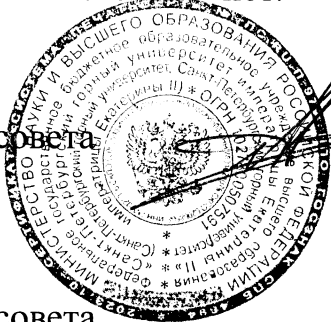
Соискатель Абу Ршид Аисар ответил на задаваемые ему в ходе заседания вопросы и привел собственную аргументацию по обоснованию положений диссертационной работы.

На заседании 25 сентября 2025 года диссертационный совет принял решение присудить **Абу Ршид Аисар** учёную степень кандидата технических наук за решение научно-технической задачи, направленной на повышение селективности и чувствительности защиты электротехнических комплексов с распределенной генерацией, что имеет существенное значение для обеспечения надежной и безопасной эксплуатации предприятий минерально-сырьевого сектора.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 16 человек, из них 8 докторов наук (по научной специальности рассматриваемой диссертации), участвовавших в заседании, из 17 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за – 16, против – нет, недействительных бюллетеней – нет.

Председатель
диссертационного совета

Ученый секретарь
диссертационного совета



Назарычев
Александр Николаевич

Жуковский
Юрий Леонидович

25.09.2025 г.