

О Т З Ы В

официального оппонента, д.т.н., профессора Попова Максима Георгиевича на диссертацию Абу Ршид Аисар на тему: «Обоснование структуры, параметров и алгоритмов работы дистанционной защиты электротехнических комплексов с распределенной генерацией», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.4.2. Электротехнические комплексы и системы

1. **Актуальность темы диссертации.** В настоящее время на предприятиях минерально-сырьевого комплекса (МСК) актуальными являются задачи повышения показателей надежности и энергоэффективности. Один из путей решения данных задач находится реорганизации систем электроснабжения электротехнических комплексов путем создания объектов распределенной генерации. К достоинствам систем распределенной генерации можно отнести максимальное приближение источников питания к потребителям, что приведет к сокращению протяженности распределительных сетей и потерь электроэнергии в них. Данные системы могут быть территориально рассредоточенными на промышленном объекте, состоять из источников питания разных типов и параметров. Их мощность может быть соизмерима с установленной мощностью нагрузки. Возможность осуществления электроснабжения установок предприятий МСК от разных источников, от разных комбинаций этих источников, влияние режимов нагрузки на режимы работы всего электротехнического комплекса приводит к сложности в обеспечении селективности и чувствительности защиты. Поэтому тема исследования, связанная с повышением чувствительности и обеспечением селективности систем релейной защиты электротехнических комплексов с распределенной генерацией, является актуальной. Автором предлагается применить релейные защиты в данных условиях на базе дистанционных защит, алгоритм действия которых основан на использовании искусственных нейронных сетей.

2. **Научная новизна диссертации**

Представленные положения, раскрывающие научную новизну диссертационного исследования, подтверждают, что автором получены новые, теоретически и практически значимые результаты в области действия защиты на основе нейронных сетей в условиях вариации параметров электротехнических комплексов с распределенной генерацией.

Первое положение, связанное с действием защит, работающих в системе с распределенной генерацией, является актуальным и значимым. Применение нейронных сетей в составе защит, учитывающих режимы работы источников питания и нагрузки, – это существенный вклад в повышение чувствительности и

ОТЗЫВ

ВХ. № 9-64 от 05.09.25
АУ УС

селективности защит электротехнических комплексов. Данный результат расширяет возможности применения искусственного интеллекта в системах защиты.

Во втором положении обращает на себя внимание разработанная структура дистанционной защиты электротехнических комплексов, что имеет значение для надежности функционирования объектов с распределенной генерацией. Это позволяет повысить точность определения места повреждения. Такое направление исследования решает важную задачу повышения эффективности действия защит, что подтверждает научную новизну полученного результата.

3. Степень обоснованности и достоверности научных положений, выводов и рекомендаций

Научные положения, выносимые на защиту, представляются достаточно обоснованными и достоверными, что подтверждается содержанием диссертационного исследования и представленной экспериментально-теоретической базой. Степень достоверности результатов исследования подтверждается использованием математических методов 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.

4. Научные результаты, их ценность

Результаты диссертации в достаточной степени освещены в 5 печатных работах, 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.

5. Теоретическая и практическая значимость результатов диссертации

Представленные результаты диссертационного исследования обладают высокой теоретической и практической значимостью, что делает вклад автора заметным как в развитие научной базы, так и в прикладную сферу защиты электротехнических систем.

Теоретическая значимость проявляется в разработке алгоритма действия дистанционной защиты в системе с распределенной генерацией с обеспечением требуемой чувствительности и селективности действия с помощью искусственных нейронных сетей.

Практическая значимость подтверждается предложенным устройством дистанционной защиты в системе с распределенной генерацией на основе нейронных сетей. Разработанная структура и реализация аппаратно-программной системы защиты электротехнических комплексов в сети с распределенной генерацией на

основе нейронных сетей позволяет обеспечить отстроенность от нагрузочных режимов.

6. Рекомендации по использованию результатов работы

Результаты диссертационной работы, обладающие выраженным прикладным характером, представляют значительный интерес для широкого круга предприятий и научных организаций, связанных с разработкой и эксплуатацией систем защиты электротехнических комплексов. Результаты работы целесообразно внедрять в проектно-эксплуатационную практику предприятий, имеющих в своем составе объекты распределенной генерации и организаций, разрабатывающих системы релейной защиты. Например, ООО «Академия КЭТ» специализированный учебный центр по подготовке высококвалифицированных кадров, который реализует программы повышения квалификации специалистов электроэнергетики по направлениям высокоавтоматизированная (цифровая) подстанция и релейная защита и автоматика, где уже получен положительный опыт внедрения устройства дистанционной защиты линий электропередач в сети с распределенной генерацией и способа настройки и тестирования работы нейронной сети в составе дистанционной защиты, установленной в сетях с объектами распределенной генерации.

7. Замечания и вопросы по работе

7.1. В главе 2 рассмотрен анализ алгоритмов работы защиты в системе с распределенной генерацией. В чем заключаются результаты представленных Вами методов?

7.2. В п.4.1. предложена структура устройства защиты электротехнических комплексов в системе с распределенной генерацией. Какими показателями обоснован выбор структуры предлагаемой защиты?

7.3. П.3.2. посвящен созданию модели исследования действия защиты электротехнических комплексов на основе нейронных сетей в системе с распределенной генерацией и сбор данных для обучения и тестирования. Необходимо уточнить какой вид нейронной сети лучше подходит для решения поставленных задач?

7.4. Эффективность функционирования предлагаемой защиты оценена только на примере трехлучевой схемы. Насколько полученные результаты можно перенести на более сложные, разветвленные схемы? Будет ли предлагаемая защита в таких сетях работать с необходимой селективностью и чувствительностью?

7.5. В главе 4 рассмотрена возможность применения беспроводной связи для передачи данных между реле и центральной системой управления. Необходимо уточнить, какими параметрами и характеристиками должна обладать данная система передачи данных, чтобы предлагаемая в диссертации защита электротехнических комплексов в системе с распределенной генерацией отвечала необходимым требованиям.

8. Заключение по диссертации

Диссертация «Обоснование структуры, параметров и алгоритмов работы дистанционной защиты электротехнических комплексов с распределенной генерацией», представленная на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.4.2. Электротехнические комплексы и системы полностью отвечает требованиям раздела 2 «Положения о присуждении ученых степеней» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет императрицы Екатерины II», утвержденного приказом ректора Санкт-Петербургского горного университета Екатерины II от 20.05.2021 № 953 адм, а ее автор Абу Ршид Аисар заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.4.2. Электротехнические комплексы и системы.

Официальный оппонент

Профессор высшей школы высоковольтной энергетики федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого», д.т.н., профессор



Попов Максим Георгиевич

28 Oct 2025

Подпись ФИО оппонента заверяю

M. J.



Подпись Лопова
УДОСТОВЕРЯЮ
Ведущий специалист Смирнов
по кадрам Смирнов
«28 08» 20 15 г.

Сведения об официальном оппоненте:

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого»

Почтовый адрес: 195251, г. Санкт-Петербург, вн. тер. г. Муниципальный округ Академическое, ул. Политехническая, д.29 литер Б

Полное наименование организации в соответствии с уставом

Почтовый адрес: индекс, субъект РФ, город, улица, дом

Официальный сайт в сети Интернет: <https://www.spbstu.ru>

эл. почта: Popovmg@eef.spbstu.ru

телефон: +7-911-212-28-39