УТВЕРЖДАЮ

Врио ректора федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I»,

кандидат экономических наук

_____ Воронина Анна Александровна

_____ 2026 г.

ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I» (ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ) на диссертационную работу Псарева Александра Ивановича на тему «Повышение надежности электроснабжения сельских потребителей посредством разработки пунктов секционирования с функцией резервирования линий электропередачи 0,4 кВ», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 4.3.2. Электротехнологии, электрооборудование и энергоснабжение агропромышленного комплекса

Актуальность темы диссертации

Актуальность темы исследования определяется необходимостью повышения надежности и безопасности электроснабжения сельских потребителей. Радиальное исполнение большинства сельских линий 0,4 кВ при их значительной протяженности приводит к необоснованным перерывам электроснабжения, экономическим ущербам потребителей и повышенным затратам на устранение отключений. Отсутствие средств секционирования создает опасность поражения людей и животных электрическим током вследствие недостаточной чувствительности защитных аппаратов к удаленным однофазным коротким замыканиям, а повреждение на любом участке линии отключает всех потребителей. Существующие средства секционирования, применяемые для электрической сети 0,4 кВ, не обеспечивают дистанционного управления, интеграции в системы

диспетчерского управления и в интеллектуальные сети. Электросетевые организации заинтересованы в разработке пунктов секционирования с функциями автоматического ввода резерва, однако методики выбора их количества и мест установки, учитывающие чувствительность защиты, надежность и технико-экономические критерии, не проработаны, как и решения по автоматическому возврату в исходное состояние и согласованию работы устройств. Поэтому научная задача повышения надежности электроснабжения сельских потребителей и защищенности сельских линий электропередачи посредством разработки пунктов секционирования с функцией автоматического резервирования 0,4 кВ, решаемая в диссертационной работе Псарева А.И., является актуальной.

Достоверность результатов и обоснованность выводов

Автором в ходе диссертационного исследования был использован комплексный подход, включающий методы математической статистики, математического и физического моделирования, экспертных оценок, инженерного эксперимента, фундаментальные основы электротехники.

Достоверность результатов обеспечивается: четкой формулировкой задач исследования, основанной на глубоком анализе нормативных документов и литературных источников; сопоставимостью результатов теоретических изысканий с экспериментальными данными; использованием классических методов современной науки и проверенных способов анализа и синтеза; логичностью и непротиворечивостью математических выкладок и преобразований.

Личный вклад соискателя в разработку научной задачи

Вклад автора в проведенные исследования заключается в следующем: формулирование целей и задач исследования; непосредственное участие в теоретических изысканиях; разработка экспериментальных образцов; планирование и проведение лабораторных и производственных испытаний;

обработка результатов испытаний; опытная эксплуатация и апробация результатов; написание диссертации; подготовка публикаций по итогам выполненной работы.

Научная и практическая ценность диссертации

Научная значимость исследования заключается в разработанной методике определения количества и мест установки пунктов секционирования и резервирования сельских линий электропередачи 0,4 кВ, позволяющих выбирать количество и места установки секционирующих пунктов, автоматического ввода резерва и пунктов секционирования, оснащенных функциями автоматического ввода резерва, с учетом критериев чувствительности защитных аппаратов, надежности электроснабжения потребителей и технико-экономических показателей. Кроме того, теоретическую ценность представляют разработанные способы согласования работы пунктов секционирования и резервирования линий электропередачи 0,4 кВ, обеспечивающие отключение пункта автоматического ввода резерва при восстановлении нормального режима работы сети и запрет автоматического ввода резерва на короткое замыкание на резервируемом участке линии.

Практическая ценность работы состоит в том, что применение разработанных пунктов секционирования и резервирования пунктов секционирования, оснащенных функциями автоматического ввода резерва, позволяет совместить в одном устройстве функции секционирования и резервирования линий 0,4 кВ, что сокращает номенклатуру устройств автоматизации электрических сетей и упрощает проектные решения в части автоматизации. Внедрение пунктов секционирования, оснащенных функциями автоматического ввода резерва, повышает надежность электроснабжения сельских потребителей, сокращает недоотпуск электроэнергии и снижает ущербы от недовыпуска и порчи продукции. Разработанные способы и технические средства позволяют выявлять участки,

на которых произошло повреждение, и за счет этого сокращать время поиска повреждений на линиях 0,4 кВ. Разработанные методики выбора количества и мест установки пунктов секционирования и резервирования упрощают процесс проектирования электрических сетей 0,4 кВ. Получены три патента на способы и устройство секционирования и резервирования, получено одно свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ. Устройство, разработанное в рамках научно-исследовательских работ внедрено в учебный процесс в ФГБОУ ВО Орловский ГАУ, компьютерная программа по определению места установки пунктов секционирования, оснащенных функциями автоматического ввода резерва, внедрена в ООО «ЭнерГарант», Ливенские районные электрические сети филиала ПАО «Россети Центр» – «Орелэнерго».

Рекомендации по использованию результатов и выводов диссертации

Результаты, полученные в ходе исследования, могут быть использованы организациями, эксплуатирующими сельские электрические сети напряжением 0,4 кВ, при проектировании, реконструкции и техническом обслуживании таких сетей. Разработанные устройства пунктов секционирования, оснащенных функциями автоматического ввода резерва, рекомендуется устанавливать в линиях электропередачи, в которых не выполняется критерий чувствительности защитных аппаратов к удаленным коротким замыканиям и которые обеспечивают электроснабжение сельских населенных пунктов и сельскохозяйственных предприятий, поскольку именно в этих линиях установка пунктов секционирования, оснащенных функциями автоматического ввода резерва, дает наибольший эффект повышения надежности и электробезопасности.

Перспективы дальнейших исследований связаны с разработкой новых и совершенствованием уже предложенных способов и технических средств секционирующих пунктов с функцией автоматического ввода резерва 0,4 кВ,

а также разработка новых и дальнейшее совершенствование предложенных методов управления секционирующими пунктами с функцией автоматического ввода резерва 0,4 кВ.

Значимость полученных автором диссертации результатов для развития науки и практики в инженерной сфере АПК

Значимость результатов диссертационного исследования для развития науки и практики в инженерной сфере в агропромышленного комплекса заключается в том, что разработанные автором способы позволяют разрабатывать новые технические средства секционирования и резервирования, повышающие надежность электроснабжения сельских потребителей и защищенность сельских электрических сетей. Разработанная автором методика выбора мест установки средств секционирования и резервирования развивает и дополняет методы рационального построения конфигураций сельских электрических сетей.

Оценка содержания диссертационной работы

Диссертационная работа характеризуется логическим построением. Правильно выбраны объект и предмет исследования, качественно применены методы исследования для решения поставленных научных и практических задач, связанных с выполнением поставленной цели – решение научной задачи повышения надежности электроснабжения сельских потребителей посредством разработки пунктов секционирования с функцией резервирования линий электропередачи 0,4 кВ.

Полнотой выполнения поставленных цели и задач определяется завершенность работы в целом. В диссертации достаточно подробно представлены проведенные исследования, содержится достаточное количество текстовых и графических материалов. Диссертация состоит из введения, пяти разделов, заключения, списка литературы и шести приложений. Содержание диссертации изложено на 250 страницах и

содержит 52 рисунка, 29 таблиц, список литературы включает 123 наименования.

Диссертационная работа оформлена качественно, в соответствии с действующими требованиями. Автореферат отражает основные идеи и выводы диссертационной работы и оформлен в соответствии с требованиями. Содержание автореферата дает представление о постановке проблемы, методах ее решения и полученных результатах, в полной мере отражает идеи и результаты диссертации.

Полнота опубликования основных результатов диссертации в научных изданиях

Результаты исследований отражены в 20 печатных работах, из них 16 статей, 3 патента на изобретения и 1 свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ. Четыре статьи опубликованы в журналах, рекомендованных Высшей аттестационной комиссией Российской Федерации по соответствующей специальности, и четыре статьи индексируются в базе данных Scopus и Web of Science.

Результаты исследований, проведенных в рамках диссертационной работы, представлены и получили одобрение на международных научно-практических конференциях ФГБОУ ВО Орловский ГАУ в 2015–2024 годах, ФГБОУ ВО Дальневосточный ГАУ в 2018, 2019 годах, ФГБНУ ФНАЦ ВИМ в 2019–2024 годах, ФГБОУ ВО Российский ГАУ – МСХА имени К.А. Тимирязева в 2025, 2026 годах, на научных семинарах и круглых столах в филиале ПАО «Россети Центр» – «Орелэнерго» в 2015–2025 годах.

Получена серебряная медаль в конкурсе «За производство высокоэффективной сельскохозяйственной техники», проводимой в рамках 22-ой Российской агропромышленной выставки «Золотая осень – 2020», «За разработку микроконтроллерного блока управления секционирующими пунктами и устройствами сетевого АВР».

Основные результаты теоретических и экспериментальных исследований

Основные результаты теоретических и экспериментальных исследований Псарева А.И. сформулированы следующим образом.

1. Анализ параметров конфигурации сельских электрических сетей 0,4 кВ и надежности электроснабжения сельских потребителей на примере Орловского района электрических сетей. Показано, что более 95 % линий электропередачи выполнены радиальными с отпайками, средняя протяженность линии 0,4 кВ составляет 0,965±0,07 км, количество линий, подключенных к одной секции шин трансформаторной подстанции 10/0,4 кВ, – 3±1, преимущественно линии выполнены сечением провода 25…35 мм². Поток отказов линий 0,4 кВ за анализируемый период достигает 23–38 год$^{-1}$/100 км, что свидетельствует о повышенной аварийности и необходимости секционирования и резервирования сельских сетей.

2. Разработана методика выбора количества и мест установки пунктов секционирования и резервирования, позволяющая определять максимальное расстояние до места установки пунктов секционирования, оснащенных функциями автоматического ввода резерва, по критерию чувствительности защитных аппаратов, рационализировать выбор места по критериям надежности и обосновывать его по технико-экономическим критериям. Создан программный продукт для автоматизации расчетов. Расчеты показали сокращение перерывов в электроснабжении и времени плановых отключений на 15…50 % – до 0,4…1,07 ч/год и 0,21….0,73 ч/год соответственно. Получено свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ.

3. Проведен анализ необходимости разработки новых способов совершенствования секционирования и резервирования сельских линий электропередачи 0,4 кВ. Разработаны оригинальные способы и алгоритмы, позволяющие отключать пункт автоматического ввода резерва (пункт секционирования, оснащенный функциями автоматического ввода резерва, в

режиме устройства автоматического ввода резерва) при восстановлении нормального режима сети и запрещать включение на короткое замыкание на резервируемом участке линии. Способы основаны на контроле параметров сети в точке установки устройств секционирования, включая направление потока мощности через пункт секционирования, оснащенный функциями автоматического ввода резерва. Получены два патента на способы.

4. Разработан экспериментальный образец пункта секционирования и резервирования сельских линий электропередачи 0,4 кВ, оснащенный микроконтроллерным блоком управления секционирующим пунктом (МБУСП-1). Устройство обеспечивает двухстороннюю связь с обслуживающим персоналом, интегрируется в систему телемеханики электрических сетей и ведет контроль режимов работы линий 0,4 кВ и самого устройства. Лабораторные испытания показали работоспособность образца и применимость разработанных способов секционирования и резервирования линий 0,4 кВ. Получен патент на устройство.

5. Выполнено технико-экономическое обоснование внедрения пунктов секционирования, оснащенных функциями автоматического ввода резерва, в электрические сети. Получена зависимость срока окупаемости от величины ликвидируемого ущерба от недоотпуска электроэнергии потребителям при капитальных вложениях в размере 100228,7 руб. и эксплуатационных издержках 6194 руб. Показано, что срок окупаемости в семь лет достигается при ликвидируемом ущербе более 20512 руб/год.

Выводы, сделанные по работе, соответствуют решению поставленных задач и отражают основные результаты проведенных исследований.

Замечания по диссертационной работе

1. В первой задаче диссертационной работы обозначен анализ параметров конфигурации сельских электрических сетей 0,4 кВ. В работе приводятся данные исследования статистических характеристик электрических сетей 0,4 кВ на примере Орловского района электрических

сетей. Не ясно, насколько представленные данные справедливы для Орловской области в целом и для других регионов России.

2. В технических характеристиках разработанного блока управления пункта секционирования, оснащенного функциями автоматического ввода резерва, (приложение Б к диссертации) указана возможность настройки задержки срабатывания максимальной токовой защиты от 1 с до 300 с. В ходе предварительных лабораторных испытаний (подраздел 4.5) указано, что задержка задавалась равной 5 с, однако в работе нет обоснования задержек срабатывания максимальной токовой защиты для реальных электрических сетей с учетом селективности пункта секционирования, оснащенного функциями автоматического ввода резерва, с другими защитными коммутационными аппаратами, установленными в сети.

3. Экспериментальный образец пункта секционирования, оснащенного функциями автоматического ввода резерва, содержит как микроконтроллерный блок управления МБУСП-1, так и схему управления им посредством электромеханических реле. Указано, что данное решение позволяет создать две взаимозаменяемые схемы управления секционирующим пунктом для испытаний, что позволяет сравнить их работу, оценить правильность работы МБУСП-1. После этого приводятся испытания пункта секционирования, оснащенного функциями автоматического ввода резерва, при работе МБУСП-1 и отсутствуют испытания с применением электромеханических реле. Не ясно, на чем тогда основано сравнение данных решений и вывод (с. 130), что необходимость в схеме с электромеханическими реле отпала.

4. В методике выбора мест установки пунктов секционирования, оснащенных функциями автоматического ввода резерва, следовало дополнительно учесть критерий отклонения напряжения на резервируемом участке линии после включения такого пункта. Это могло скорректировать условия установки пункта секционирования, оснащенного функциями автоматического ввода резерва, в линии.

5. В подразделе 5.3 определен экономический эффект от применения пунктов секционирования, оснащенных функциями автоматического ввода резерва, за счет повышения надежности электроснабжения потребителей с учетом сокращения числа отключений потребителей и соответствующего сокращения недоотпуска электроэнергии им. Однако, применение пунктов секционирования, оснащенных функциями автоматического ввода резерва, может дополнительно обеспечить сокращение времени перерывов в электроснабжении за счет ускорения поиска повреждений в сети, ведь пункт оснащен средствами телеметрии и телемеханики. Этот эффект в работе не оценивался. Также не обоснован не учет эффекта от повышения электробезопасности при использовании пунктов секционирования, оснащенных функциями автоматического ввода резерва, хотя этот эффект обозначен в цели работы.

Заключение

Автором проделано качественное исследование, связанное с повышением надежности электроснабжения сельских потребителей посредством разработки пунктов секционирования с функцией резервирования линий электропередачи 0,4 кВ. Приведенные замечания не снижают ценности выполненного исследования.

Диссертационная работа Псарева Александра Ивановича представляет собой научное исследование, выполненное самостоятельно, на актуальную тему.

Диссертация «Повышение надежности электроснабжения сельских потребителей посредством разработки пунктов секционирования с функцией резервирования линий электропередачи 0,4 кВ», представленная Псаревым Александром Ивановичем на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 4.3.2. Электротехнологии, электрооборудование и энергоснабжение агропромышленного комплекса, является научно-квалификационной работой, в которой изложены новые

научно обоснованные технические решения и разработки по повышению надежности электроснабжения сельских потребителей, имеющие существенное значение для развития сельской инфраструктуры.

Диссертационная работа соответствует критериям, изложенным в пунктах 9, 10, 11, 13 и 14 Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. № 842, и паспорту научной специальности 4.3.2. Электротехнологии, электрооборудование и энергоснабжение агропромышленного комплекса, а ее автор, Псарев Александр Иванович, заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация, автореферат и отзыв ведущей организации на диссертационную работу рассмотрены, обсуждены и одобрены на заседании кафедры электротехники и автоматики ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ (протокол от 10 ноября 2026 г. № 03).

Заведующий кафедрой
электротехники и автоматики,
доктор технических наук, профессор Афоничев Дмитрий Николаевич

Доцент кафедры
электротехники и автоматики,
кандидат технических наук, доцент Извеков Евгений Александрович

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I» (ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ). Почтовый адрес: Россия, 394087, Воронежская область, г. Воронеж, ул. Мичурина, д. 1. Телефоны: +7 (473) 253-75-11, +7 (473) 224-39-39; e-mail: et@agroeng.vsau.ru.

ПОДПИСЬ ЗАВЕРЯЮ
НАЧАЛЬНИК ОТДЕЛА ДЕЛОПРОИЗВОДСТВА
Стародубцева Н.В.