

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА

44.2.005.03, созданного на базе федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Ростовский государственный университет путей сообщения» (РОСЖЕЛДОР), по диссертации на соискание ученой степени кандидата наук

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от 13.10.2023 №12

О присуждении Осиповой Анне Ивановне, Российская Федерация, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Повышение эффективности системы заземления опор контактной сети на железных дорогах постоянного тока на основе интеграции с волоконно-оптической линией связи» по специальности 2.9.3. Подвижной состав железных дорог, тяга поездов и электрификация принята к защите 30.06.2023 г. (протокол заседания № 10) диссертационным советом 44.2.005.03, созданным на базе федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Ростовский государственный университет путей сообщения», РОСЖЕЛДОР, 344038, г. Ростов-на-Дону, пл. Ростовского Стрелкового Полка Народного Ополчения, д. 2., Приказ Минобрнауки России № 227/нк от 14.02.2023, далее – ФГБОУ ВО РГУПС.

Соискатель Осипова Анна Ивановна, 7 сентября 1979 года рождения, в 2001 г. с отличием окончила Ростовский государственный университет путей сообщения. С 2001 г. по 2004 г. обучалась в очной аспирантуре Ростовского государственного университета путей сообщения по специальности 05.22.07 – «Подвижной состав железных дорог, тяга поездов и электрификация». В настоящее время работает старшим преподавателем в ФГБОУ ВО РГУПС на кафедре «Автоматизированные системы электроснабжения».

Диссертация выполнена на кафедре «Автоматизированные системы электроснабжения» ФГБОУ ВО РГУПС, РОСЖЕЛДОР.

Научный руководитель – доктор технических наук, профессор Жарков Юрий Иванович, ФГБОУ ВО РГУПС, РОСЖЕЛДОР, кафедра «Автоматизированные системы электроснабжения», профессор.

Официальные оппоненты:

– Митрофанов Александр Николаевич, доктор технических наук, профессор кафедры «Электроснабжение железнодорожного транспорта» ФГБОУ ВО «Самарский государственный университет путей сообщения» (ФГБОУ ВО СамГУПС);

– Ковалёв Алексей Анатольевич, кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой «Электроснабжение транспорта» ФГБОУ ВО «Уральского государственного университета путей сообщения» (ФГБОУ ВО УрГУПС) – дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация – федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Российский университет транспорта» (ФГАОУ ВО РУТ (МИИТ), г. Москва – в своем положительном заключении, подписанном Шевлюгиным Максимом Валерьевичем, доктором технических наук, доцентом, заведующим кафедрой «Электроэнергетика

транспорта» и утвержденном Розенбергом Игорем Наумовичем, проректором ФГАОУ ВО РУТ (МИИТ), доктором технических наук, профессором, членом-корреспондентом РАН указала, что диссертация Осиповой Анны Ивановны «Повышение эффективности системы заземления опор контактной сети постоянного тока на основе интеграции с волоконно-оптической линией связи» выполнена на высоком научном и практическом уровне, на актуальную тему и является научно-квалификационной работой, в которой изложены новые научно обоснованные технические и технологические решения и разработки, повышающие эффективность работы системы электроснабжения электрифицированных железных дорог, имеющие существенное значение для развития страны. Диссертация отвечает критериям, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а её автор, Осипова Анна Ивановна, заслуживает присуждения учёной степени кандидата технических наук по специальности 2.9.3. Подвижной состав железных дорог, тяга поездов и электрификация.

Соискатель имеет 19 опубликованных работ, общим объемом 6,1 п. л., в том числе по теме диссертации опубликовано – 19 работ (авторский вклад – 3,5 п. л.), из них 7 работ опубликовано в рецензируемых научных изданиях, рекомендованных ВАК Минобрнауки России, 1 статья в издании, индексируемом в международной базе данных Scopus. Все публикации достаточно полно отражают основные результаты исследований и посвящены комплексному решению проблем распознавания релейной защитой удаленных токов короткого замыкания на сети железных дорог постоянного тока Российской Федерации. В диссертации отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных соискателем учёной степени работах, в которых изложены основные научные результаты диссертации, имеются ссылки на авторов и источники заимствования.

Наиболее значимые научные работы по теме диссертации:

1 Осипова, А.И. Моделирование и расчёт токов короткого замыкания в системе постоянного тока с дополнительным тросом группового заземления опор контактной сети / А.И. Осипова, В.А. Осипов // Вестник Ростовского государственного университета путей сообщения. – 2019. – №4. – С. 127–133. – ISSN 0201-727X.

2 Осипова, А.И. Определение показателей надёжности двухуровневой системы группового заземления опор / А.И. Осипова, В.А. Осипов // Вестник Ростовского государственного университета путей сообщения. – 2020. – №4 (80). – С. 145–150. – DOI:10.46973/0201-727X_2020_4_145.

3 Осипова, А.И. Организация плавки гололёда на резервном тресе двухуровневой системы заземления опор на примере участка Лазаревская-Якорная щель / А.И. Осипова, В.А. Осипов // Вестник Ростовского государственного университета путей сообщения. – 2021. – №1 (81). – С. 161–168. – DOI:10.46973/0201-727X_2021_1_161.

4 Осипова, А.И. Варианты подключения волоконно-оптической линии связи к тросу группового заземления / А.И. Осипова, В.А. Осипов, В.Н. Носков // Вестник Ростовского государственного университета путей сообщения. – 2022. – №1(85). – С. 153–159. – DOI: 10.46973/0201-727X_2022_1_153.

5 Осипова, А.И. Сопrotивление системы группового заземления и его влияние на чувствительность релейной защиты / А.И. Осипова, В.А. Осипов // Вестник Ростовского государственного университета путей сообщения. – 2022. – №4 (88). – С. 161–169. – DOI: 10.46973/0201-727X_2022_4_161.

6 Осипова, А.И. Обеспечение термической стойкости волоконно-оптического кабеля, входящего в систему двухуровневого заземления опор // Вестник Ростовского государственного университета путей сообщения. – 2023. – №1 (89). – С. 274–281. – DOI: 10.46973/0201-727X_2023_1_274.

7 Осипова, А.И. Расчёт токов короткого замыкания в тяговой сети постоянного тока при использовании двухуровневой системы группового заземления опор / А.И. Осипова, Ю.И. Жарков // Инженерный вестник Дона. – 2023. – №6. – ivdon.ru/ru/magazine/archive/n6y2023/8489.

8 A.I. Osipova Modeling and calculation of SC currents for alternative group grounding system for the dc contact line supports / A.I. Osipova, V.A. Osipov //Journal of physics Conference series. "Intelligent Information Technology and Mathematical Modeling 2021, ITMM 2021- Mathematical Modeling in the Socio-Economic and Informational Spheres" Том 2131. 2021. – DOI: 10.1088/1742-6596/2131/4/042067

На диссертацию и автореферат поступили отзывы:

– **ведущей организации** – ФГАОУ ВО «Российского университета транспорта» (ФГАОУ ВО РУТ (МИИТ)). Отзыв положительный. Замечания: 1. В диссертации приведена оценка эффективности предлагаемой системы заземления опор при условии заземления ОКГТ на рельс через 5 км, не ясно, как изменятся эти показатели при ином размещении точек заземления? 2. Нет объяснения, почему исследования, проводимые в работе, ограничены рассмотрением только двух типов кабелей ОКГТ? 3. В диссертационной работе целесообразно было бы рассмотреть вопрос влияния токов короткого замыкания, протекающих при коротком замыкании по металлической части ОКГТ, на возможное снижение качества связи в ВОЛС? 4. В диссертации построение модели в программном комплексе «Matlab Simulink» приведено только для случая одностороннего питания. 5. При расчете напряжения прикосновения к опоре контактной сети автор ограничивается расчетом разности потенциалов между металлической арматурой опоры и рельсом. 6. Не рассмотрено, как изменятся токи переходного режима при внедрении предлагаемой системы заземления опор?

– **официального оппонента** – Митрофанова Александра Николаевича, доктора технических наук, профессора кафедры «Электроснабжение железнодорожного транспорта» ФГБОУ ВО «Самарский государственный университет путей сообщения» (ФГБОУ ВО СамГУПС). Отзыв положительный. Замечания: 1. В каких местах и через какое расстояние должна быть заземлена оболочка ВОЛС, используемая в качестве дополнительного заземления опор? На рис. 2.3-2.6 заземление оболочки ВОЛС отсутствует, на рис. 2.8-2.10 – имеется в одной крайней точке, а на схемах рис. 2.16 и далее – заземление выполняется по краям участка к контуру ТП. 2. Как повлияет на надежность заземления установка дополнительных спусков на существующие ТГЗ? Возможно, что такое решение будет проще и не менее эффективно? 3. Следует ли при реализации предложенной схемы заземления предусматривать дополнительную защиту провода ВОЛС на случай длительного несрабатывания защиты на ТП, чтобы не повредить ВОЛС? 4. Заземление оболочки ВОЛС на рельс будет только через диод или с использованием искровых промежутков? Во втором случае в конце линии ВОЛС в районе ТП при удаленном коротком замыкании может оказаться потенциал, в

пределах уровня срабатывания искрового промежутка и создающий опасность для персонала. Учитывалось ли это при составлении математической модели?

– **официального оппонента Ковалёва Алексея Анатольевича**, кандидата технических наук, доцента, заведующего кафедрой «Электроснабжение транспорта» ФГБОУ ВО «Уральский государственный университет путей сообщения» (ФГБОУ ВО УрГУПС). Отзыв положительный. Замечания: 1. На стр. 24-25 отсутствует график вклада каждого элемента в формирование итогового значения петли короткого замыкания (максимальные значения). 2. Стр. 100, первый абзац: «Определение токов КЗ возможно выполнить альтернативным способом – путем моделирования электрических схем, показанных на рисунках 3.1, 3.2...». Далее, в работе на стр. 101 приводится модель в программном комплексе Matlab Simulink только для расчета КЗ при одностороннем питании контактной сети. Как изменится модель в программном комплексе Matlab Simulink для двухстороннего питания контактной сети? 3. Стр. 104. «ОКГТС–1–24, с удельным сопротивлением 0,254 Ом/км и кабель ОКГТ–1–1, с удельным сопротивлением 0,607 Ом/км». Требуется пояснения, на основании каких данных выбраны удельные сопротивления кабелей. Рекомендуется приводить обозначение диаметра применяемых кабелей, а также представлять при какой температуре кабель обладает указанным сопротивлением. 4. Стр. 123, раздел 4.3 «Оценка снижения потенциала прикосновения к опоре при коротком замыкании». В работе не приведен расчет потенциала при двухстороннем питании, а также при условии, когда точка короткого замыкания расположена правее заземляющего спуска. 5. В диссертации не представлена статистика и анализ количества неправильной работы устройств РЗА (ложная работа) на железной дороге. 6) В диссертации используются термины, не соответствующие ГОСТ 32895-2014 «Электрификация и электроснабжение железных дорог. Термины и определения». 7) В диссертации не рассматривается вопрос влияния дополнительного снижения сопротивления троса группового заземления на опоры соединенные в группу в нормальном и аварийном режимах: при соединении опор тросом группового заземления создаются условия для протекания блуждающих токов от опор с большим потенциалом к опорам с меньшим потенциалом, находящимся в одной группе. Это может приводить к их электрокоррозионным повреждениям.

На автореферат поступило 7 отзывов. Все отзывы положительные.

1. Отзыв Сидорова Олега Алексеевича, доктора технических наук, профессора кафедры «Электроснабжение железнодорожного транспорта» ФГБОУ ВО «Омский государственный университет путей сообщения» и **Кремлева Ивана Александровича**, кандидата технических наук, доцента кафедры «Электроснабжение железнодорожного транспорта» ФГБОУ ВО ОмГУПС. Замечания: 1. Из текста не понятно, проводились ли экспериментальные исследования предложенной системы заземления на действующих участках железной дороги? 2. Как скажется введение дополнительного проводника на изменение параметров переходного процесса в начальный момент времени?

2. Отзыв Крюкова Андрея Васильевича, доктора технических наук, профессора кафедры «Электроэнергетика транспорта» ФГБОУ ВО «Иркутский государственный университет путей сообщения» (ФГБОУ ВО ИрГУПС). Отзыв положительный. Замечание: 1. Предлагаемая методика расчета токов короткого

замыкания не учитывает возможность изменения конструкции тяговой сети и наличия двухпутных вставок в пределах одной межподстанционной зоны.

3. Отзыв Игнатенко Ивана Владимировича, кандидата технических наук, доцента, заведующего кафедрой «Системы электроснабжения» ФГБОУ ВО «Дальневосточный государственный университет путей сообщения» (ФГБОУ ВО ДВГУПС) и **Власенко Сергея Анатольевича**, доцента кафедры «Системы электроснабжения» ФГБОУ ВО ДВГУПС. Замечания: 1. На стр. 12 вместо термина «рельсовая цепь» лучше было бы использовать термин «рельсовая сеть». 2. На рис. 8 автореферата неясно, для какого участка либо сети железных дорог проведены исследования отказов заземляющих спусков.

4. Отзыв Терёхина Ильи Александровича, кандидата технических наук, доцента, кафедры «Электроснабжение железных дорог», проректора по воспитательной работе и связям с производством ФГБОУ ВО «Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I» (ФГБОУ ВО ПГУПС). Замечания: 1. В диссертации предложено применение ОКГТ для вновь сооружаемых или реконструированных участках железных дорог постоянного тока, однако при новом строительстве применяют только системы тягового электроснабжения переменного тока, в то время, как в диссертации речь идёт о системе постоянного тока. 2. Также исследование допустимого нагрева для ОКГТ в своём выводе говорит о высокой скорости нагрева до значений, превышающих предельно допустимое, вследствие чего возникает вопрос о экономической целесообразности ОКГТ более крупного сечения для конкретных случаев. 3. Организация плавки гололёда является технологически затруднительной и требует индивидуального подхода для каждой МПЗ. 4. В диссертации отсутствует оценка электромагнитных влияний на рельсовые цепи и иные смежные линии и сооружения, не проведено исследование влияния процесса плавки гололёда на условия работы ВОЛС. 5. Следовало бы дать оценку эффективности применения предлагаемой системы заземления в вынужденном режиме работы. 6. Дополнительно к моделированию в различных средах хорошо бы смотрелись результаты эксплуатационных исследований на действующем участке железной дороги постоянного тока.

5. Отзыв Буркова Анатолия Трофимовича, доктора технических наук, профессора кафедры «Электроснабжение железных дорог» ФГБОУ ВО «Петербургского государственного университета путей сообщения Императора Александра I» (ПГУПС). Замечаний нет.

6. Отзыв Смердина Александра Николаевича, доктора технических наук, профессора, проректора по научной работе, заведующего кафедрой «Электроснабжение железнодорожного транспорта» ФГБОУ ВО «Омский государственный университет путей сообщения» (ФГБОУ ВО ОмГУПС) и **Черткова Ивана Евгеньевича**, кандидата технических наук, доцента кафедры «Электроснабжение железнодорожного транспорта» ФГБОУ ВО ОмГУПС. Замечания: 1. Проводился ли анализ причин повреждений заземляющих спусков и заземляющий устройств? Как скажется на надёжность работы устройств контактной сети увеличение количества заземляющих устройств? Кто будет обслуживать предлагаемую систему заземления опор контактной сети? 2. Проводились ли экспериментальные исследования предлагаемой схемы заземления опор контактной

сети? 3. Как скажется нагрев металлической оболочки оптического кабеля на работе оптоволокна в результате протекания токов короткого замыкания? 4. Из текста автореферата не ясно, требуется ли секционирование металлической оболочки волоконно-оптической линии при реализации предлагаемого технического решения?

7. Отзыв Соколова Владислава Николаевича, кандидата технических наук, заместителя директора – главного инженера Ростовского филиала АО «НИИАС». Замечания: 1. Как обеспечивается защита волоконно-оптического кабеля от негативного термического воздействия при возникновении длительного короткого замыкания вследствие отказа релейной защиты? 2. Каким образом при организации плавки гололеда обеспечивается необходимое и в тоже время безопасное для ОКГТ значение тока плавки?

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации, согласно «Положению о присуждении ученых степеней», обоснован проводимыми ими исследованиями в рассматриваемой области, а также их причастностью к специальности, по которой происходила защита диссертации, наличием соответствующих ученых степеней, опубликованных научных трудов, опыта работы в области электроснабжения железнодорожного транспорта и подготовки научных кадров.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

– **разработаны** принципы организации дополнительного заземления опор контактной сети на участках постоянного тока и методика расчета токов короткого замыкания для двухуровневой системы заземления опор для различных схем питания межподстанционной зоны;

– **предложена** система двухуровневого группового заземления опор на металлическую оболочку волоконно-оптической линии связи на участках постоянного тока, позволяющая повысить чувствительность релейной защиты и снизить напряжение прикосновения к опорам контактной сети в момент короткого замыкания;

– **доказана** перспективность применения методики расчета токов короткого замыкания для выбора уставок релейной защиты на участках постоянного тока и алгоритма определения токов, протекающих по металлической оболочке волоконно-оптической линии связи в аварийном режиме.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

– **доказана** возможность применения разработанной математической модели для оценки работы системы заземления опор с использованием металлической оболочки волоконно-оптической линии связи в качестве дополнительного проводника;

– **применительно к проблематике диссертации результативно (эффективно, то есть с получением обладающих новизной результатов) использованы методы** математического и компьютерного моделирования, анализа, сравнения и модельного эксперимента;

– **изложены** принципы реализации системы группового заземления опор, отличающейся от традиционной наличием точек соединения троса группового заземления с металлической оболочкой волоконно-оптической линии связи, позволяющие снизить сопротивление петли короткого замыкания и потенциал прикосновения к опоре контактной сети при коротком замыкании;

– **раскрыты** принципы и способы организации группового заземления опор с использованием металлической оболочки волоконно-оптической линии связи для дополнительного заземления;

– **изучены** вопросы влияния параметров элементов системы группового заземления опор контактной сети постоянного тока на чувствительность работы релейной защиты и надежность отключения коротких замыканий;

– **проведена модернизация** существующих математических моделей и алгоритмов, обеспечивающая получение новых результатов при проведении оценки работы системы заземления опор с использованием в качестве дополнительного проводника металлической оболочки волоконно-оптической линии связи.

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

– **разработаны и внедрены** принципы реализации системы группового заземления опор и методика расчета токов короткого замыкания для выбора уставок релейной защиты, которые применяются при проектировании новых и модернизации существующих участков электрифицированных железных дорог постоянного тока (АО «Росжелдорпроект» – Ростовский проектно-изыскательский институт «КАВЖЕЛДОРПРОЕКТ») и в учебном процессе ФГБОУ ВО «Ростовский государственный университет путей сообщения»;

– **определены** перспективы применения методики расчета токов короткого замыкания для выбора уставок релейной защиты на участках постоянного тока, алгоритмов определения токов, протекающих по металлической оболочке в аварийном режиме;

– **создана** модель режимов работы системы двухуровневого группового заземления опор на участках постоянного тока с использованием в качестве дополнительного проводника металлической оболочки волоконно-оптической линии связи;

– **представлены** предложения по дальнейшему совершенствованию применения системы дополнительного заземления опор с использованием металлической оболочки волоконно-оптических линий связи, которые могут быть использованы при решении вопроса повышения эффективности системы заземления на переменном токе с исследованием влияния электромагнитных полей на работу кабеля ОКГТ, а также применение кабеля ОКГТ в качестве канала связи для передачи технологической информации между объектами тягового электроснабжения.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

– **для экспериментальных работ** результаты получены на сертифицированном программном обеспечении и показывают достаточную воспроизводимость при различных условиях;

– **теория** построена на известных и проверенных данных и фактах, согласуется с ранее опубликованными материалами по теме диссертации;

– **идея базируется** на анализе существующей практики, обобщении передового опыта и основана на результатах многолетней эксплуатации и проведении исследований в области электроснабжения железнодорожного транспорта;

– **использованы** современные апробированные методики сбора и обработки информации, связанные с функционированием элементов и устройств систем энергоснабжения железных дорог.

Личный вклад соискателя состоит в обосновании актуальности темы научного исследования, в оценке влияния существующей системы группового заземления на значения токов короткого замыкания; в разработке принципов подключения существующего троса группового заземления к металлической оболочке оптоволоконного кабеля в грозозащитном тросе для нормального и вынужденного режимов; в анализе показателей надёжности и существующей, и предлагаемой системах заземления опор контактной сети; в разработке методики расчёта токов короткого замыкания в случае группового заземления опор контактной сети для различных схем питания межподстанционной зоны; в анализе и интерпретации выполненных расчётов токов короткого замыкания и организации системы группового заземления опор контактной сети на железных дорогах постоянного тока; в разработке методики оценки влияния токов в металлической оболочке волоконно-оптической линии связи на его деградацию; в постановке задач и проведении экспериментальных исследованиях, а также в подготовке основных публикаций по выполненной работе и апробации полученных результатов исследования на конференциях.

В ходе защиты диссертации были высказаны следующие критические замечания, связанные с тем, что в диссертационной работе не рассматривается вопрос возможного снижения качества связи ВОЛС, вызванное влиянием токов короткого замыкания, протекающих по металлической части ОКГТ; в диссертации не рассматривается вопрос возможности возникновения блуждающих токов и их электрокоррозионного влияния на опоры; предлагаемая методика расчета токов короткого замыкания не учитывает возможность изменения конструкции тяговой сети в пределах одной межподстанционной зоны.

Соискатель Осипова А.И. ответила на задаваемые ей в ходе заседания вопросы и привела собственную аргументацию. Токи короткого замыкания имеют электрическую физическую природу и не влияют на качество связи, однако косвенное влияние оказывается при длительном протекании токов, вызывающих нагрев структуры кабеля, который может влиять на качество передачи информации. Эти вопросы рассмотрены в главе 4, где приведена методика проверки термической стойкости кабеля от действия тока короткого замыкания, протекающего в металлической оболочке ВОЛС. В работе предлагается диодное разделение путей тока, которое исключает влияние токораспределения соседних участков. Выбор расчетных схем и режимов осуществлялся на основе СТО РЖД 07.021.1–2019 Стандарт ОАО «РЖД». «Защита систем электроснабжения железной дороги от коротких замыканий и перегрузки. Ч.5. Методика выбора уставок защит в системе тягового электроснабжения постоянного тока». Расчет проводился в виде усредненного значения сопротивления контактной сети в виде погонного сопротивления Ом/км. В дальнейшем методика может быть усовершенствована в части уточнения неоднородности контактной сети.

Диссертация охватывает основные вопросы поставленных научных задач, обладает внутренним единством, что подтверждается корректной постановкой цели и задач исследований; содержит новые научные результаты, а также свидетельствует о личном вкладе автора в науку. В диссертации отсутствуют недостоверные сведения

