

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 212.173.01,  
СОЗДАННОГО НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО  
БЮДЖЕТНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ» МИНОБРНАУКИ РОССИИ ПО ДИССЕРТАЦИИ НА  
СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № \_\_\_\_\_

решение диссертационного совета от 25 июня 2020 г. протокол №4

О присуждении Финашину Роману Андреевичу, гражданину Российской Федерации, ученой степени кандидата технических наук.

**Диссертация** «Исследование и разработка импульсно-резистивного заземления и устройства глубокого ограничения перенапряжений для электрических сетей 6-35 кВ» по специальности: 05.14.12 – «Техника высоких напряжений» принята к защите 22 апреля 2020 г., протокол №6 диссертационным советом Д.212.173.01 на базе Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Новосибирский государственный технический университет», Минобрнауки России, 630073, г. Новосибирск, пр. К. Маркса, 20, приказ о создании диссертационного совета №156/нк от 01 апреля 2013 г.

**Соискатель** Финашин Роман Андреевич, 1992 года рождения. В 2014 году соискатель получил квалификацию бакалавра техники и технологии по направлению «Электроэнергетика», окончив Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Новосибирский государственный технический университет», Минобрнауки России. В 2016 году соискатель получил квалификацию магистра по направлению 13.04.02 - «Электроэнергетика и электротехника» (профиль: «Техника высоких напряжений»), окончив Федеральное

государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Новосибирский государственный технический университет», Минобрнауки России. В том же году поступил в аспирантуру Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Новосибирский государственный технический университет», Минобрнауки России на очное отделение. Нормативный срок обучения заканчивается 31.08.2020 г.

Диссертация выполнена на кафедре Техники и электрофизики высоких напряжений в Федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Новосибирский государственный технический университет», Минобрнауки России.

**Научный руководитель** – доктор технических наук, доцент Качесов Владимир Егорович, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Новосибирский государственный технический университет» кафедра Техники и электрофизики высоких напряжений, профессор.

**Официальные оппоненты:**

**Рыжкова Елена Николаевна**, доктор технических наук, профессор, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский университет «МЭИ», г. Москва, кафедра «Электроснабжения промышленных предприятий и электротехнологий»,

**Кажекин Илья Евгеньевич**, кандидат технических наук, доцент Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Калининградский государственный технический университет», г. Калининград, кафедра «Электрооборудования судов и электроэнергетики»

**дали положительные отзывы на диссертацию.**

**Ведущая организация**, Федеральное государственное бюджетное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский Томский политехнический университет»,

г. Томск в своем положительном заключении, подписанном Ивашутенко Александром Сергеевичем, руководителем отделения электроэнергетики и электротехники Инженерной школы энергетики, Вайнштейном Робертом Александровичем доктором технических наук, профессором, профессором-консультантом отделения электроэнергетики и электротехники Инженерной школы энергетиков, и утвержденном доктором химических наук, профессором, проректором по научной работе Юсубовым Мехманом Сулейманом оглы указали, что диссертация Финашина Романа Андреевича является законченной научно-исследовательской работой, в которой на основании выполненных автором исследований представлено решение актуальной задачи разработка и создание средств повышения надёжности передачи электроэнергии, в частности снижения опасных перенапряжений при дуговых замыканиях на землю в сетях СН 6-35 кВ, соответствует требованиям ВАК РФ, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.14.12 – Техника высоких напряжений.

Соискатель имеет 12 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации – 12, опубликовано в рецензируемых научных изданиях из перечня ВАК РФ – 2, а также в патентах РФ на изобретение и полезную модель – 2 работы. В международных наукометрических базах, индексируемых базами SCOPUS – 1 работа.

Остальные публикации опубликованы в материалах международных и всероссийских научных конференциях. Недостоверные сведения об опубликованных работах отсутствуют. Авторский вклад в опубликованных работах составляет не менее 60%. Общий объем публикаций – 4,62 п. л.

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

*Публикации в рецензируемых научных изданиях, рекомендованных ВАК*

1. Качесов, В. Е. Импульсно-резистивное заземление нейтрали в распределительных сетях [Текст] / В. Е. Качесов, Р. А. Финашин // Электричество. – 2017. – № 12. – С. 12–18.

2. Качесов В. Е. Импульсно-резистивный способ заземления нейтрали трехфазной электрической сети и физическая модель, его реализующая [Текст] / В. Е. Качесов, **Р. А. Финашин** // Электроэнергия. Передача и распределение. - №1(58) - 2020 - С.90-95.

В патентах на изобретение и полезную модель:

3. Патент 2640033 РФ, МПК Н 02 Н 9/00. Устройство заземления нейтрали трехфазной электрической сети/ В. Е. Качесов, **Р. А. Финашин** ; № 2015155475 ; заяв. 23.12.2015; опубл. 26.12.2017, Бюл. № 36.

4. Патент на полезную модель № 194369 РФ, МПК Н 02 Н 3/20. Устройство заземления нейтрали трехфазной электрической сети/ В. Е. Качесов, **Р. А. Финашин** ; № 2019118852 ; заяв. 17.06.2019; опубл. 09.12.2019, Бюл. № 34.

*Публикации в изданиях, входящих в наукометрические базы данных SCOPUS*

5. Kachesov, V. E. Pulse-resistive neutral grounding of three-phase power network and its physical model [Текст] / V. E. Kachesov, **R. A. Finashin**, L. I. Tolstobrova // Actual problems of electronic instrument engineering (APEIE–2018). В 8 т. : тр. 14 междунар. науч.-техн. конф., Новосибирск, 2–6 окт. 2018 г. – Новосибирск : Изд-во НГТУ, 2018. – Т. 1, ч. 2. – С. 259–263.

*Публикации в научно-технических журналах, трудах Всероссийских и Международных конференций:*

6. Качесов, В. Е. Исследование разрядных характеристик управляемых вакуумных разрядников [Текст] / В. Е. Качесов, А. Е. Петухов, **Р. А. Финашин** // Энергетика, электромеханика и энергоэффективные технологии глазами молодежи : материалы 2 Рос. молодеж. науч. шк.-конф., Томск, 29–31 окт. 2014 г. – С. 259–261.

7. Качесов В. Е. Исследование управляемых вакуумных разрядников для импульсного резистивного заземления нейтрали [Текст] / В. Е. Качесов, А. Е. Петухов, **Р. А. Финашин** // Оперативное управление в электроэнергетике. Подготовка персонала и поддержание его квалификации. - 2015. - № 3. - С. 28-32.

8. Качесов, В. Е. Импульсно-резистивное заземление нейтрали в

распределительных сетях [Текст] / В. Е. Качесов, **Р. А. Финашин** // Состояние и перспективы развития электро- и теплотехнологии : материалы междунар. науч.-техн. конф. (18 Бенардосовские чтения), Иваново, 27–29 мая 2015 г. Т. 1. Электроэнергетика. – Иваново : ИГЭУ, 2015. – С. 90–93.

9. **Финашин, Р. А.** Модель заземления нейтрали для распределительных сетей [Текст] / **Р. А. Финашин** ; науч. рук. В. Е. Качесов // М атериалы 54 международной научной студенческой конференции (МНСК-2016). Энергетика = Proceedings of the 54 international students scientific conference (ISSC-2016). Energetics, Новосибирск, 16–20 апр. 2016 г. – Новосибирск : РИЦ НГУ, 2016. – С. 53.

10. **Finashin, R. A.** Economic effect of implementing a new method of neutral grounding in medium voltage distribution networks = Экономический эффект от внедрения нового способа заземления нейтрали в распределительных сетях среднего напряжения [Текст] / **R. A. Finashin** ; sci. ed. V. J. Kachesov // Актуальные проблемы современного общества = Urgent Problems of Modern Society : сб. материалов 13 междунар. науч.-практ. конф. молодых ученых, Новосибирск, 17–18 нояб. 2016 г. – Новосибирск : Изд-во НГТУ, 2016. – С. 259–263.

11. **Финашин, Р. А.** Устройство импульсного резистивного заземления сетей 6-35 кВ [Текст] / **Р. А. Финашин** ; науч. рук. В. Е. Качесов // Энергия –2018 : 13 междунар. науч.-техн. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых, Иваново, 3–5 апр. 2018 г. : материалы конф. В 6 т. Т. 3. Электроэнергетика. – Иваново : ИГЭУ, 2018. – С. 154.

12. **Финашин, Р. А.** Низковольтная лабораторная модель сети 6–35 кВ [Текст] / **Р. А. Финашин** ; науч. рук. В. Е. Качесов // Энергия–2018 : 13 междунар. науч.-техн. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых, Иваново, 3–5 апр. 2018 г. : материалы конф. В 6 т. Т. 3. Электроэнергетика. – Иваново : ИГЭУ, 2018. – С. 155.

**На диссертацию и автореферат поступило 6 отзывов, все положительные:**

1. **ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный**

**университет имени императора Петра I»,** Афоничев Дмитрий Николаевич, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой Электротехники и автоматики. Вопрос и замечание: о сущности теории и способа глубокого ограничения дуговых перенапряжений.

2. **ООО «Научно-производственное предприятие «ЭСТРА»,** Тимофеев Иван Петрович, кандидат технических наук, доцент, главный инженер.

Вопрос: о поведении устройства импульсного резистивного заземления в условиях феррорезонанса.

3. **ФГБОУ ВО «Омский государственный университет путей сообщения»,** Кандаев Василий Андреевич, доктор технических наук, профессор кафедры "Телекоммуникационные, радиотехнические системы и сети". Замечание: о достоверности полученных результатов на основании сравнения с результатами компьютерного моделирования.

4. **Саяно-Шушенский филиал ФГБОУ ВО «Сибирский федеральный университет»,** Ачитаев Андрей Александрович, кандидат технических наук, исполняющий обязанности заведующего кафедрой "Гидроэнергетики, гидроэлектростанций, электроэнергетических систем и электрических сетей". Вопрос: о реализации в лабораторном стенде механизма горения дуги по теориям Петерсена и Петерса - Слепяна.

5. **ФГБОУ ВО «Южно-Уральский государственный университет (национальный исследовательский университет)»,** Сидоров Александр Иванович, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой "Безопасность жизнедеятельности". Вопрос: о соответствии стандарту дугогасящей катушки.

6. **ФГБОУ ВО «Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова»,** кандидат технических наук, Прасол Дмитрий Александрович, кандидат технических наук, Жилин Евгений Витальевич, доценты кафедры «Электроэнергетика и автоматика». Вопросы и замечания: об отличиях, влиянии устройств импульсного резистивного заземления и устройства глубокого ограничения на качество электрической

энергии в электрических сетях 6-35 кВ.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации **обосновывается** следующим:

- научные интересы **Кажекина Ильи Евгеньевича** связаны с исследованиями феррорезонансных процессов и перенапряжений во время дуговых замыканий на землю, а также способами компенсации тока однофазного замыкания;

- сфера научных интересов и тематика исследований **Рыжковой Елены Николаевны** связана с аспектами применения резистивного заземления нейтрали. Елена Николаевна является, ученым, занимающимся разработкой и внедрением устройств для защиты от дуговых перенапряжений в распределительных сетях;

- в **Федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего образования «Национальный исследовательский Томский политехнический университет»**, проводятся исследования по влиянию режима заземления нейтрали сети на выполнение защиты от замыканий на землю (ОЗЗ), что связано с диссертационной работой **Финашина Р.А.**

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

**разработан** новый тип устройства, снижающий опасные перенапряжения при дуговых замыканиях на землю в сетях 6-35 кВ;

**предложены** оригинальные технические решения для импульсного резистивного заземления (ИРЗ) и глубокого ограничения перенапряжений (УГО), подключающее заземляющий резистор и фазный нелинейный ограничитель перенапряжений (ОПН) только при перемежающихся дуговых замыканиях;

**доказана** перспективность использования предложенных устройств для ограничения перенапряжений при однофазных замыканиях, вплоть до уровня  $1.8U_{\phi}$ .

**введено** новое понятие «Составной ОПН» - ОПН, верхнее плечо которого выполняет функции фазного ОПН, а нижнее – функции по защите устройства глубокого ограничения;

**Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:**  
**доказано**, что напряжение на нейтрали электрической сети на 1-ом начальном (волновом) этапе замыкания может быть определено по методике, в которой затухание волны напряжения нулевой последовательности, распространяющейся к центру питания от места замыкания, учитывается посредством расчета ее преломлений на распределительных ПС, а увеличение длительности фронта учитывается как произведение удельного метрического коэффициента  $t_d$  на полное расстояние до центра питания. На основе найденного напряжения НП на шинах центра питания напряжение на выходе дифференцирующе-запускающей цепи (ДЗЦ) определяется решением несложной системы дифференциальных уравнений, записанной для контура второго порядка.

**применительно к проблематике диссертации результативно** использовано математическое (аналитическое) моделирование исследуемых установившихся и переходных электромагнитных процессов с использованием теории электрических цепей;

**изложена** гипотеза о том, что вне зависимости от способа неэффективного заземления нейтрали электрических сетей 6-35 кВ (изолированная нейтраль, заземленная через ДГК или высокоомный резистор) производная напряжения в нейтрали подавляющего большинства таких ЭС при неустойчивых (перемежающихся) замыканиях на землю имеет большое значение, достаточное для классификации такого вида замыкания и запуска устройств, реализующих способ импульсно-резистивного заземления;

**раскрыта** проблема, связанная с тем, что симисторы с большими временами включения в устройствах ИРЗ могут приводить к перегреву их защитных варисторов и, в итоге, к повреждению всего ключа. Для защиты «медленных» симисторов рекомендовано применение варисторов повышенной энергоемкости (мощности);



**изучена** возможность применения управляемых вакуумных разрядников (РВУ) в качестве высоковольтного ключа в устройствах ИРЗ, однако, область их устойчивых рабочих разрядных токов начинается с 80А. При меньших разрядных токах происходит нестабильная работа РВУ. Значительные разрядные токи разрядников ограничивают их применение в электрических сетях с нормируемыми ПУЭ емкостными токами замыкания на землю;

**проведена модернизация** существующих алгоритмов импульсного резистивного заземления нейтрали сети 6-35 кВ, обеспечивающих получение новых результатов по теме диссертации.

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

**разработаны и внедрены:** в учебный процесс лабораторный стенд – электрофизическая установка, моделирующая замыкания на землю в сетях с неэффективно заземленной нейтралью и использующая новый импульсно-резистивный способ;

**определены** перспективы практического использования импульсного резистивного заземления в распределительных сетях 6-35кВ АО «РЭС» и ОАО «РЖД»

**созданы** полноценные математические и компьютерные модели распределительных электрических сетей с импульсно резистивным заземлением нейтрали, детально учитывающие работу полупроводниковых приборов, включая временной разброс включения симисторов, и позволяющие оптимизировать конструкции устройств ИРЗ на стадиях их проектирования и модернизации;

**представлены** методические рекомендации для определения зоны чувствительности и определения порога срабатывания устройств ИРЗ и УГО.

**Оценка достоверности результатов исследования выявила:**

**Для экспериментальных работ** показана воспроизводимость результатов о коммутационных процессах в высоковольтных управляемых ключах, а также переходных процессов при физическом моделировании дуговых перенапряжений;

**теория** построена на корректном использовании математического аппарата, теоретических основ электротехники, соответствием результатов теоретического анализа и вычислительных экспериментов, а полученные с их помощью результаты согласуются с опубликованными экспериментальными данными соискателя и других авторов по теме диссертации;

**идея базируется** на анализе и обобщении результатов исследования переходных дуговых процессов при однофазном замыкании, а также существующих способах ограничения дуговых перенапряжений;

**использованы** опубликованные данные исследований об применении резистивного заземления нейтрали, его достоинствах и недостатках, скорости изменения напряжения на нейтрали, а также частоты свободных колебаний в перезарядном контуре электрической сети при однофазном дуговом замыкании;

**установлено** совпадение полученных результатов и выводов, с результатами исследований других авторов в этой области;

**использованы** современные вычислительные методы компьютерного моделирования, сбора и статистической обработки информации переходных процессов при коммутации полупроводниковых ключей;

**Личный вклад соискателя состоит** в соавторстве в постановке целей и задач диссертационных исследований; разработке математических моделей переходных процессов, сопровождающих однофазные замыкания на землю в сетях с разветвленной топологией; постановке и проведении экспериментальных исследований, связанных с разработкой устройств ИРЗ и ГО ДП; обработке результатов лабораторных и компьютерных экспериментов и формировании технических требований к системе запуска полупроводникового ключа устройств ИРЗ и ГО дуговых перенапряжений; участии в разработке оригинальной конструкции устройств ИРЗ и ГОДП; участии в разработке устройств управления полупроводниковыми составными симисторными ключами; экспериментальном исследовании основных характеристик разрядника вакуумного управляемого (РВУ). Диссертация охватывает основные вопросы поставленной научной задачи и

соответствует критерию внутреннего единства, что подтверждается наличием последовательного плана исследования, основной идейной линии. В публикациях соискателя, опубликованных в соавторстве, личный вклад составляет 60%.

Диссертация представляет собой научно-квалификационную работу, в которой на основании выполненных автором исследований разработаны устройства импульсного резистивного заземления и глубокого ограничения перенапряжений для электрических сетей 6-35 кВ, что можно квалифицировать как научное достижение в области развития способов ограничения дуговых перенапряжений, и соответствует пп. 9-14 Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. №842.

На заседании 25 июня 2020 г. диссертационный совет принял решение присудить Финашину Роману Андреевичу ученую степень кандидата технических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 15 человек, из них 6 докторов наук по специальности защищаемой диссертации, участвовавших в заседании, из 21 человек, входящих в состав совета, дополнительно введенных на разовую защиту нет, проголосовали: за 14, против нет, недействительных бюллетеней 1.

Председатель диссертационного совета

А.Г. Фишов

Ученый секретарь диссертационного совета

А.А. Осинцев

25 июня 2020 г.