

«УТВЕРЖДАЮ»

Проректор по науке и инновациям  
федерального государственного  
автономного образовательного учреждения  
высшего образования  
«Пермский национальный исследовательский  
политехнический университет»

д-р физ.-мат. наук, доцент Швейкин А.И.



« 23 » апреля 2026 г.

## ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

на диссертационную работу Тихонова Алексея Валерьевича

«Обоснование и разработка научно-технических решений по ограничению коммутационных перенапряжений для повышения эффективности функционирования систем электроснабжения 10 кВ предприятий по производству алюминия»

представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.4.2 – Электротехнические комплексы и системы

### **Актуальность темы диссертационной работы.**

На современном этапе развития в системах электроснабжения (СЭС) 10 кВ предприятий по производству алюминия широко используются быстродействующие вакуумные и элегазовые выключатели, коммутирующие мощные выпрямительные агрегаты тиристорными преобразователями. Это обуславливает возникновение коммутационных перенапряжений (КП), величина которых может превышать номинальное напряжение сети в 4 раза.

Опыт эксплуатации электрооборудования 10 кВ предприятий по производству алюминия показывает, что основной объем аварийных отключений связан с

пробоями изоляции. По статистике в системах электроснабжения 10 кВ 27% аварийных отключений возникают при ОЗЗ, а 67% при КЗ.

После внедрения вакуумных и элегазовых выключателей вопросы защиты изоляции при коммутационных перенапряжениях преобразовательных трансформаторов от КП стали особенно актуальными.

Наряду с применением нелинейных ограничителей перенапряжений, проводились исследования и интенсивно разрабатывались средства ограничения КП в виде РС-гасителей и гасителей-компенсаторов, что позволило в определенной мере снизить аварийность из-за пробоев изоляции кабельных линий и электродвигателей. Вместе с этим интенсивность пробоев изоляции обмоток преобразовательных трансформаторов остается на уровне вопросов, касающихся эффективного ограничения перенапряжений при коммутации преобразовательных трансформаторов.

В связи с этим тема диссертации, связанная с исследованием коммутационных перенапряжений с целью их эффективного ограничения и снижения аварийности преобразовательных трансформаторов, является актуальной.

#### **Научная новизна диссертационной работы**

Научная новизна диссертационной работы заключается в: установлении влияния коэффициента загрузки быстродействующих выключателей, суммарного коэффициента гармонических составляющих тока нагрузки преобразовательных трансформаторов на коммутационные перенапряжения; получении эмпирических зависимостей кратности коммутационных перенапряжений от угла коммутации и коэффициента загрузки вакуумных и элегазовых выключателей; научном обосновании решения для создания средств эффективного ограничения коммутационных перенапряжений преобразовательных трансформаторов электролизного производства.

Вышеуказанные результаты представляют теоретическую значимость диссертационного исследования.

Практическая значимость результатов диссертационной работы заключается в: получении оценок показателей режимов коммутационных перенапряжений преобразовательных трансформаторов; разработке усовершенствованного гасителя-компенсатора для эффективного ограничения коммутационных перенапряжений преобразовательных трансформаторов; внедрении гасителя-компенсатора в производственную практику АО «РУСАЛ Саяногорск», АО «РУСАЛ Новокузнецк» и ООО «НПП „РУТАС“».

Достоверность научных положений, выводов и рекомендаций диссертационной работы подтверждается корректным применением апробированных методов теории электроснабжения промышленных предприятий электротехнических комплексов и систем, адекватностью расчётных и экспериментальных данных с достаточной (на уровне 0,95) сходимостью результатов экспериментальных и аналитических исследований коммутационных перенапряжений преобразовательных трансформаторов предприятий АО «РУСАЛ Саяногорск» и АО «РУСАЛ Новокузнецк», а также положительным опытом применения усовершенствованных гасителей-компенсаторов.

### **Соответствие паспорту научной специальности**

Область исследований диссертации соответствует основным научным направлениям паспорта специальности 2.4.2 – «Электротехнические комплексы и системы», а именно:

п.1 «Развитие общей теории электротехнических комплексов и систем, анализ системных свойств и связей, физическое, математическое, имитационное и компьютерное моделирование компонентов электротехнических комплексов и систем, включая электромеханические, электромагнитные преобразователи энергии и электрические аппараты, системы электропривода, электроснабжения и электрооборудования» (осуществлен анализ свойств коммутационных перенапряжений преобразовательных трансформаторов электролизного производства, проведено математическое и физическое моделирование режимов коммутационных перенапряжений преобразовательных трансформаторов);

п.2 «Разработка научных основ проектирования, создания и эксплуатации электротехнических комплексов, систем и их компонентов» (разработка технического решения и схемы усовершенствованного гасителя-компенсатора для эффективного ограничения коммутационных перенапряжений преобразовательных трансформаторов).

### **Апробация результатов диссертационной работы**

Основные результаты и выводы диссертационного исследования докладывались и обсуждались на международных и всероссийских конференциях: Международном научном симпозиуме НЕДЕЛЯ ГОРНЯКА 2022, 2023 (г. Москва) XVI Международной научно-практической конференции (г. Уфа).

### **Замечания по диссертационной работе**

Утверждение о том, что «применение RC-цепей для защиты преобразовательных трансформаторов до настоящего времени практически не исследовалось» не является точным.

Недостаточно раскрыт физический механизм влияния коэффициента загрузки быстродействующего выключателя на величину среза тока и кратность коммутационных перенапряжений.

В пятой главе, посвящённой опытной эксплуатации разработанного устройства, не рассмотрены вопросы надёжности, касающиеся тепловой стойкости и ресурса элементов РС-цепей в условиях длительной промышленной эксплуатации.

В тексте диссертационной работы имеются орфографические и стилистические неточности.

Приведенные замечания не снижают ценности диссертационной работы.

### **Заключение**

Диссертация является законченной научно-квалификационной работой и содержит решение актуальной научно-практической задачи, направленной на повышение эффективности функционирования систем электроснабжения 10 кВ электролизного производства алюминия на основе эффективного ограничения коммутационных перенапряжений в сетях 10 кВ предприятий по производству алюминия.

Диссертационная работа обладает внутренним единством, содержит новые научные результаты и сведения о практическом использовании полученных автором результатов.

Предложенные автором решения и полученные эмпирические зависимости аргументированы, экспериментально обоснованы и сопоставлены с известными подходами, что подтверждает их достоверность и практическую применимость.

Работа выполнена на высоком научно-техническом уровне, а полученные автором результаты отличаются научной новизной и обладают теоретической и практической значимостью. Диссертационная работа «Обоснование и разработка научно-технических решений по ограничению коммутационных перенапряжений для повышения эффективности функционирования систем электроснабжения 10 кВ предприятий по производству алюминия», представленная на соискание ученой степени кандидата технических наук, соответствует требованиям Положения о порядке присуждения ученых степеней в НИТУ МИСИС, а ее автор, Тихонов Алексей Валерьевич, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация и отзыв обсуждены и утверждены на заседании кафедры «Микропроцессорные средства автоматизации» федерального государственного

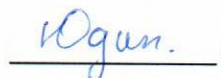
автономного образовательного учреждения высшего образования «Пермский национальный исследовательский политехнический университет»

Протокол № 20 от «15» апреля 2026 г.

И.о. заведующего кафедрой  
«Микропроцессорные средства автоматизации»  
Кандидат технических наук  
Тел./факс +7(342)2-391-822  
e-mail: [romodin\\_av@pstu.ru](mailto:romodin_av@pstu.ru)

 /А.В. Ромодин/

Доцент кафедры «Микропроцессорные средства автоматизации»  
Кандидат технических наук  
Тел./факс +7(342)2-391-822  
e-mail: [rjujudin@pstu.ru](mailto:rjujudin@pstu.ru)

 /Р.Ю. Юдин/

«15» апреля 2026 г.

Подписи Ромодина А.В. и Юдина Р.Ю. удостоверяю: ученый секретарь Ученого совета ФГАОУ ВО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет»  
доцент, канд. ист. наук

 Макаревич Владимир Иванович

Сведения о ведущей организации:

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Пермский национальный исследовательский политехнический университет» (ФГАОУ ВО «ПНИПУ»)

Адрес: Россия, 614990, Пермский край, г. Пермь, Комсомольский проспект, д. 29

Телефон: +7 (342) 219-80-67; +7(342) 212-39-27

E-mail: [rector@pstu.ru](mailto:rector@pstu.ru)

<https://pstu.ru/>

Кандидатская диссертация Ромодина А.В. защищена по специальности 05.13.06 – Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами (в промышленности)

Кандидатская диссертация Юдина Р.Ю. защищена по специальности 2.4.2 – Электротехнические комплексы и системы