

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ЭКСПЕРТНОЙ КОМИССИИ

по защите диссертации Алексея Валерьевича Тихонова «Обоснование и разработка научно-технических решений по ограничению коммутационных перенапряжений для повышения эффективности функционирования систем электроснабжения 10 кВ предприятий по производству алюминия», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.4.2. «Электротехнические комплексы и системы» и состоявшейся в НИТУ МИСИС 02.06.2026 г.

Диссертация принята к защите Диссертационным советом НИТУ МИСИС 16.03.2026 г., протокол № 37.

Диссертация выполнена на кафедре «Энергетика и энергоэффективность горной промышленности» НИТУ МИСИС.

Научный руководитель – доктор технических наук Ляхомский Александр Валентинович, НИТУ МИСИС, кафедра «Энергетика и энергоэффективность горной промышленности», профессор.

Экспертная комиссия утверждена Диссертационным советом НИТУ МИСИС (протокол № 37 от 16.03.2026_ г.) в составе:

1. Шевырев Юрий Вадимович – доктор технических наук, профессор, НИТУ МИСИС, кафедра «Энергетика и энергоэффективность горной промышленности», профессор – председатель комиссии.

2. Ершов Михаил Сергеевич – доктор технических наук, профессор, ФГАОУ ВО «Российский государственный университет нефти и газа (национальный исследовательский университет) имени И. М. Губкина», кафедра «Теоретическая электротехника и электрификация нефтяной и газовой промышленности», профессор.

3. Гуляев Игорь Васильевич – доктор технических наук, профессор, ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Мордовский государственный университет им. Н. П. Огарева», кафедра электроники и нанoeлектроники, профессор.

4. Сычев Юрий Анатольевич – доктор технических наук, доцент, ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский горный университет императрицы Екатерины II», кафедра электроэнергетики и электромеханики, профессор.

5. Малафеев Сергей Иванович – доктор технических наук, профессор, ФГБОУ ВО «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых», кафедра вычислительной техники и систем управления, профессор.

В качестве ведущей организации утверждено федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Пермский национальный исследовательский политехнический университет», г. Пермь.

Экспертная комиссия отмечает, что на основании проведенных исследований соискателем:

- предложено новое решение актуальной научно-технической задачи повышения эффективности функционирования систем электроснабжения 10 кВ предприятий по производству алюминия, заключающееся в научно-техническом обосновании и техническом решении по ограничению коммутационных перенапряжений в преобразовательных трансформаторах на основе RC-цепей;
- разработана методика экспериментального исследования коммутационных перенапряжений в сетях 10 кВ с включением и отключением преобразовательных трансформаторов в режимах холостого хода и под нагрузкой в условиях предприятий по производству алюминия;
- выполнены экспериментальные исследования режимов коммутационных перенапряжений в электрических сетях 10 кВ предприятий в условиях АО «РУСАЛ Саяногорск» и АО «РУСАЛ Новокузнецк», позволившие получить статистические характеристики коммутационных перенапряжений, токов нагрузки преобразовательных трансформаторов и их гармонического состава;
- установлены эмпирические зависимости кратности коммутационных перенапряжений от коэффициента загрузки преобразовательных трансформаторов и коэффициента загрузки быстродействующих выключателей;
- установлены эмпирические зависимости кратности коммутационных перенапряжений от угла коммутации и коэффициентов загрузки выключателя

без средств ограничения коммутационных перенапряжений и со средствами ограничения коммутационных перенапряжений на базе RC-цепей;

- установлено, что вакуумные выключатели формируют более высокие коммутационные перенапряжения по сравнению с элегазовыми выключателями;

- разработана математическая модель коммутационных перенапряжений преобразовательных трансформаторов в системе «выключатель – кабельная линия – трансформатор», учитывающая влияние 5-й и 11-й гармоник тока нагрузки на перенапряжения и позволяющая определять условия возникновения опасных перенапряжений;

- выполнено физическое моделирование схем соединения RC-цепей для эффективного ограничения коммутационных перенапряжений для обоснования рациональных параметров и схемы устройства защиты преобразовательных трансформаторов;

- разработано устройство для эффективного ограничения коммутационных перенапряжений преобразовательных трансформаторов электролизного производства в виде усовершенствованного гасителя-компенсатора.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

- получены эмпирические зависимости кратности коммутационных перенапряжений от тока нагрузки преобразовательного трансформатора, коэффициента загрузки выключателя и угла коммутации, позволяющие обосновывать опасные для изоляции электрооборудования режимы перенапряжения;

- установлено влияние коэффициента загрузки быстродействующих вакуумных и элегазовых выключателей, коэффициента загрузки преобразовательного трансформатора и суммарного коэффициента гармонических составляющих тока нагрузки на кратность коммутационных перенапряжений;

- установлено определяющее влияние 5-й и 11-й гармоник тока нагрузки на формирование опасных коммутационных перенапряжений преобразовательных трансформаторов.

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

- разработана полунатурная физическая модель, позволяющая исследовать режимы коммутации преобразовательных трансформаторов и оценивать эффективность различных схем защиты от коммутационных перенапряжений;
- разработано устройство эффективного ограничения коммутационных перенапряжений преобразовательных трансформаторов, обеспечивающее снижение кратности коммутационных перенапряжений до уровней, не представляющих опасности для изоляции преобразовательных трансформаторов;
- опытная эксплуатация устройства ограничения кратности коммутационных перенапряжений на Новокузнецком алюминиевом заводе показывает эффективное снижение перенапряжений, не превышающих 1,25 для элегазовых выключателей и 1,35 для вакуумных выключателей;
- усовершенствованная схема гасителя-компенсатора принята к производству в ООО «НПП «РУТАС» г. Красноярск;
- эффективность применения усовершенствованных гасителей-компенсаторов подтверждена ООО «Инжиниринг Строительство Обслуживание», в условиях эксплуатации, ремонта и модернизации систем электроснабжения предприятий АО «РУСАЛ».

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

- методика исследования построена на использовании апробированных положений теории теоретической электротехники электроснабжения промышленных предприятий, математической статистики, математического и физического моделирования;
- идея, цели и задачи исследования базируются на анализе аварийности в сетях 10 кВ предприятий по производству алюминия, на обобщении известных научных результатов в области коммутационных перенапряжений и защиты высоковольтного оборудования;

- экспериментальные исследования выполнены в условиях эксплуатации предприятий АО «РУСАЛ Саяногорск» и АО «РУСАЛ Новокузнецк» с использованием аттестованной измерительной аппаратуры;

- установлена сходимость результатов моделирования с результатами экспериментальных и аналитических исследований, которая не ниже значения, равного 0,95.

Личный вклад соискателя состоит в:

- обосновании цели исследования и решения задач повышения эффективности функционирования систем электроснабжения 10 кВ предприятий по производству алюминия;

- разработке методики экспериментального исследования режимов коммутационных перенапряжений преобразовательных трансформаторов в сетях 10 кВ предприятий по производству алюминия;

- выполнении экспериментальных измерений, формировании статистических выборок, обработке и анализе экспериментальных данных по коммутационным перенапряжениям, токам нагрузки и гармоническому составу токов;

- установлении эмпирических зависимостей кратности коммутационных перенапряжений от параметров коммутационных режимов, включая ток нагрузки, коэффициенты загрузки трансформатора и выключателя, угол коммутации и гармонический состав тока;

- разработке математической модели коммутационных перенапряжений и проведении физического моделирования схем соединения RC-цепей для ограничения коммутационных перенапряжений;

- анализе результатов опытной эксплуатации разработанного устройства, апробации результатов исследования и подготовке основных публикаций по выполненной работе.

Соискатель представил 3 опубликованные работы, в том числе две статьи в рецензируемых научных изданиях из перечня, утвержденного ВАК Минобрнауки России.

Пункт 2.6 Положения о порядке присуждения ученых степеней в НИТУ МИСИС соискателем ученой степени не нарушен.

Диссертация Тихонова Алексея Валерьевича соответствует критериям п.2 Положения о порядке присуждения ученых степеней в НИТУ «МИСИС», так как в ней на основании выполненных автором исследований дано новое решение актуальной научно-технической задачи ограничения коммутационных перенапряжений для повышения эффективности функционирования систем электроснабжения 10 кВ предприятий по производству алюминия, обеспечивающее повышение надежности и снижение аварийности.

Экспертная комиссия приняла решение о возможности присуждения Тихонову Алексею Валерьевичу ученую степень кандидата технических наук по специальности 2.4.2. «Электротехнические комплексы и системы».

Результаты голосования: при проведении тайного голосования экспертная комиссия в количестве 4 человек, участвовавших в заседании, из 5 человек, входящих в состав комиссии, проголосовала: за 4, против нет, недействительных бюллетеней нет.

Председатель Экспертной комиссии



Ю.В. Шевырев

02.06.2026