

ЗАКЛЮЧЕНИЕ
ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА 24.2.417.03, СОЗДАННОГО
НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
БЮДЖЕТНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «ТУЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ» МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ
КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № _____
решение диссертационного совета от 10 июня 2025 года № 6

О присуждении НЕПОМНЯЩЕМУ Валерию Юрьевичу, гражданину Российской Федерации, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Информационно-измерительная система для дистанционного мониторинга изоляторов воздушных линий электропередач» по специальности 2.2.11. Информационно-измерительные и управляющие системы принята к защите 04 апреля 2025 года (протокол заседания № 4) диссертационным советом 24.2.417.03, созданным на базе федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Тульский государственный университет» Минобрнауки России (300012, г. Тула, пр. Ленина, д. 92), приказ о создании диссертационного совета № 384/нк от 29 июля 2013 года.

Соискатель Непомнящий Валерий Юрьевич, 15 января 1986 года рождения. В 2009 году окончил ГОУ ВПО «Московский энергетический институт (технический университет)». Работает в ПАО «Россети Московский регион», филиал «Московские высоковольтные линии» первым заместителем директора-главным инженером.

Диссертация выполнена на кафедре охраны труда и окружающей среды ФГБОУ ВО «Тульский государственный университет» Минобрнауки России.

Научный руководитель – доктор технических наук, доцент МАСЛОВА Анна Александровна, ФГБОУ ВО «Тульский государственный университет», кафедра «Охрана труда и окружающей среды», профессор.

Официальные оппоненты:

ЛАЧУГИН Владимир Федорович, доктор технических наук, Акционерное общество «Россети Научно-технический центр» (г. Москва), Департамент НТС и научно-технической информации, ведущий научный сотрудник, дал положительный отзыв с замечаниями:

1. В названии диссертации не отражены классы напряжения ВЛ, для которых проводились выполненные исследования. Судя по тексту и приведенным иллюстрациям, класс напряжения ограничивается ВЛ 6-220 кВ.

2. Содержание первой главы перегружено материалами информационного характера, не используемыми в дальнейших главах диссертации.

3. Утверждение, сформулированное на странице 34, о возможности передачи «дополнительной мощности» по ВЛ, не коррелируется с требованиями об обеспечении требований к устойчивости энергосистемы, в структуре которой функционирует данная ВЛ.

4. Описание методологии определения места повреждения на ВЛ, приведенное в разделе 1.4, носит несколько поверхностный характер.

5. При выводе расчетных выражений (2.3.1) – (2.3.4) следовало сделать ссылки на методы теории массового обслуживания.

6. Необходимо отметить, что блок предупреждения для отработки аварийных сигналов (рис. 2.2.2 и 2.2.3) должен действовать обязательно с учетом данных срабатывания релейной защиты ВЛ.

7. Было бы желательно дать рекомендации по оптимизации размещения отдельных устройств информационно-измерительной системы дистанционного мониторинга изоляторов ВЛ по длине ВЛ с учетом минимизации капитальных и эксплуатационных расходов.

САЦУК Евгений Иванович, доктор технических наук, Акционерное общество «Системный оператор Единой энергетической системы» (АО «СО ЕЭС») (г. Москва), Служба внедрения противоаварийной и режимной автоматики, начальник, дал положительный отзыв с замечаниями:

1. В разделе 1.3 приведен обзор систем мониторинга воздушных линий, при этом, к сожалению, не рассмотрены отечественные системы мониторинга, хотя они достаточно широко применяются в ЕЭС России, например, в ОЭС Юга установлено более 400 пунктов контроля состояния линий различного класса напряжения от 10 кВ до 500 кВ.

2. В разделе 3.3 указано, что частичные разряды фиксируются при превышении током утечки порогового значения, но при этом не указана величина этого порогового значения. Далее параметры частичных разрядов сравниваются с допустимыми пределами, опять же не указаны численные значения этих пределов и не понятно, зависят ли величины допустимых максимальных значений характеристик частичных разрядов от класса напряжения или от погодных условий.

3. Заголовок раздела 4.2 – Метод измерения механической нагрузки на изолятор, при этом в разделе описывается метод математической обработки данных измерений, сам же метод измерения не описан. Каким способом измеряется механическая нагрузка на гирлянду изоляторов в предлагаемой системе мониторинга?

4. В разделе 4.2 нагрузка сравнивается с предельно допустимым максимальным значением веса гололеда. Как определить эту величину для конкретного места установки датчика с учетом типа провода, длины пролета и т.д.?

5. В разделе 4.2 указано, что сигнал выдается только если вес гололеда превышает максимально допустимый. Сигнал должен выдаваться сразу при об-

наружении гололеда, так как для реализации мероприятий по борьбе с гололедообразованием необходимо достаточно большое количество времени, если вовремя не сигнализировать о начале образования гололеда, то при достижении максимально допустимого веса будет уже поздно, и может произойти механическое повреждение линии (обрыв или провисание провода, повреждение гирлянды изоляторов, повреждение опоры и т.п.).

Ведущая организация – ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский университет «МЭИ», г. Москва – в своем положительном отзыве, подписанном заведующим кафедрой ТОЭ, канд. техн. наук, доц. Тульским В.Н. и утвержденном проректором по науке и инновациям, докт. техн. наук Комаровым И.И., указала, что диссертация Непомнящего В.Ю. является самостоятельной, законченной научно-квалификационной работой, в которой изложены новые научно обоснованные технические решения и разработки по расширению функциональных возможностей информационно-измерительной системы для дистанционного мониторинга изоляторов воздушных линий электро-передач, обеспечивающей фиксирование токов утечки, динамику изменения токов утечек во времени и частичных разрядов, а также проведение косвенной оценки состояния изоляторов и принятие мер по проведению предиктивных действий для предотвращения проявления нештатных и аварийных ситуаций, что имеет существенное значение для развития предприятий электроэнергетической отрасли.

Диссертационная работа по своему содержанию, научному уровню и завершенности исследования соответствует критериям, установленным в пунктах 9-11,13,14 «Положения о присуждении учёных степеней», утверждённым Постановлением Правительства РФ от 24 сентября 2013 № 842, а её автор, Непомнящий В.Ю., заслуживает присуждения учёной степени кандидата технических наук по специальности 2.2.11. Информационно-измерительные и управляющие системы.

Отзыв содержит следующие замечания:

1. В первой главе рассматриваются существующие информационно-измерительные и управляющие системы для дистанционного мониторинга воздушных линий электропередач. При этом, несмотря на проведенный анализ, не все недостатки известных систем детально освещены, а именно каким образом они будут устраняться предлагаемой в диссертационном исследовании информационно-измерительной системой.

2. В работе представлена обобщенная структура информационно-измерительной системы диагностики и предиктивного обслуживания высоковольтных линий электропередач (глава 2). Но не достаточно четко определено, каким образом в системе формируются рекомендации для принятия управленческих решений и какие преимущества, и недостатки имеет данная система по сравнению с традиционными методами обслуживания высоковольтных линий электропередачи?

3. В третьей главе разработаны математическая модель измерения тока утечки, учитывающая фиксацию динамики нарастания тока утечки изоляторов.

Не указано, как измеряются токи утечки в условиях высокой влажности и загрязненности изоляторов? Как система отслеживает динамику изменения токов утечек во времени?

4. В диссертации говорится, что метод измерения механической нагрузки на изолятор ВЛ реализуется на микропроцессоре блока дистанционной диагностики изоляторов ВЛ и на сервере ЦУ ЭО. Но не уточняется, каким образом функции измерительного процесса распределяются между микропроцессором блока дистанционного мониторинга и сервером центра управления энергосистемы?

5. В работе четко не определено, какова архитектура программного обеспечения на микропроцессоре и сервере? Какие технические характеристики микропроцессора используются для выполнения измерений?

6. Желательно было бы описать, каким образом осуществляется интеграция системы с существующими системами управления электросетями?

7. В диссертации представлены акты внедрения результатов исследования в нескольких организациях. Для более полного представления их эффективности и практической пользы было бы уместно продемонстрировать результаты их промышленной эксплуатации.

Соискатель имеет 19 опубликованных работ, все по теме диссертации, в том числе: 1 монография, 7 статей в изданиях, рекомендованных ВАК РФ, 5 – в сборниках трудов международных и всероссийских научно-технических конференций, 3 патента РФ на изобретение и 3 свидетельства на программы для ЭВМ Роспатента РФ, общим объемом 18,6 п.л., авторский вклад 5,2 п.л.

Наиболее значимые научные работы по теме диссертации:

1. Математическая модель измерения тока в системе дистанционной диагностики проводов ВЛ / В.О. Акуличев, В.Ю. Непомнящий, А.Д. Дудин, С.Г. Висич, В.М. Степанов, М.В. Панарин, А.А. Маслова // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. 2020. Вып.12. – С.405-410.

2. Математическая модель дистанционного мониторинга изоляторов ВЛ по каналу измерения тока утечки/ Акуличев В.О., Непомнящий В.Ю., Висич С.Г., Степанов В.М., Панарин М.В., Панарин В.М., Маслова А.А.// Известия Тульского государственного университета. Технические науки. 2021. № 4. С. 159-165.

3. Математическая модель модуля дистанционного мониторинга проводов по каналам измерения механических воздействий на провод воздушной линии/ Акуличев В.О., Непомнящий В.Ю., Висич С.Г., Панарин М.В., Маслова А.А.// Энергобезопасность и энергосбережение. 2021. № 2. С. 41-45.

4. Математическая модель модуля дистанционного мониторинга проводов по каналу измерения температуры провода воздушной линии/ Акуличев В.О., Непомнящий В.Ю., Висич С.Г., Панарин М.В., Маслова А.А.// Энергобезопасность и энергосбережение. 2021. № 3. С. 46-51.

5. Структура системы неразрушающего контроля параметров высоковольтных ЛЭП/ Степанов В.М., Ершов С.В., Непомнящий В.Ю., Шарлай А.О.// Известия Тульского государственного университета. Технические науки. 2021. № 12. С. 16-20.

6. Информационное обеспечение при разработке системы управления режимами работы энергосистем/ Степанов В.М., Ершов С.В., Непомнящий В.Ю., Акулинин Г.Н.// Известия Тульского государственного университета. Технические науки. 2021. № 12. С. 3-7.

7. Непомнящий В.Ю. Математическая модель канала измерения механической нагрузки на изолятор/ В.Ю. Непомнящий, В.М. Панарин, А.А. Маслова [и др.]// Моделирование, оптимизация и информационные технологии. 2024;12(2). <https://moitvivi.ru/ru/journal/pdf?id=1550>.

В диссертации отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных соискателем ученой степени работах.

На автореферат диссертации поступило 6 отзывов из следующих организаций:

1. ФГБОУ ВО «Российский химико-технологический университет имени Д. И. Менделеева», г. Москва.

2. Филиал ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский университет «МЭИ», г. Смоленск.

3. Публичное акционерное общество «Интер РАО ЕЭС», г. Москва.

4. ФГБОУ ВО «Донской государственный технический университет», г. Ростов-на-Дону.

5. ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет», г. Москва.

6. ООО «СервисНейро», г. Тула.

Все отзывы положительные, в них отмечаются актуальность, научная новизна, теоретическая значимость работы. В отзывах имеются замечания, связанные, в основном, с ограниченным объемом автореферата, не позволившем достаточно глубоко и подробно осветить все вопросы и сводящиеся к следующим:

- в автореферате не описаны перспективы развития информационно-измерительных систем с целью улучшения точности диагностики и эффективности предиктивного обслуживания ВЛ (ФГБОУ ВО «Российский химико-технологический университет имени Д. И. Менделеева», г. Москва);

- в автореферате не указано, есть ли механизмы фильтрации или предварительной обработки данных на уровне микропроцессора (филиал ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский университет «МЭИ», г. Смоленск);

- не определено, какие аналитические модели применяются для прогнозирования состояния оборудования и предотвращения аварийных ситуаций

(ФГБОУ ВО «Донской государственный технический университет», г. Ростов-на-Дону);

- для решения задачи дистанционного мониторинга изоляторов воздушных линий электропередач в исследовании соискателем применяются радиоканалы и сеть GSM, но не уточнено какие механизмы резервирования предусмотрены для предотвращения потерь данных при сбоях связи (ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет», г. Москва);

- из автореферата не ясно, разработанная информационно-измерительная система работает при каких условиях, есть ли ограничения (Публичное акционерное общество «Интер РАО ЕЭС», г. Москва).

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается их компетентностью в рассматриваемой отрасли наук, наличием публикаций в соответствующей сфере исследований и способностью определить научную и практическую ценность диссертации. Согласие на оппонирование диссертации от ведущей организации и оппонентов имеется.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

разработана обобщенная структура информационно-измерительной системы для дистанционного мониторинга изоляторов воздушных линий электропередач;

построена математическая модель измерения тока утечки;

разработан метод фиксации разрядов на изоляторах ВЛ;

разработан метод измерения механической нагрузки на изолятор (гололедообразование);

проведены экспериментальные исследования по оценке соответствия выходных параметров математических моделей и методов и промышленного образца блока дистанционного мониторинга изоляторов ВЛ.

Определены положения, выносимые на защиту, обладающие **научной новизной**:

1. Разработана структура информационно-измерительной системы диагностики и предиктивного обслуживания ВЛ 6-220 кВ в соответствии с системой удовлетворения требований по реализации запросов на выполняемое техническое обслуживание.

2. Разработана математическая модель системы измерения тока утечки по поверхности изоляторов ВЛ 6-220 кВ, с помощью которой повышается качество оценки динамики изменения этих токов с целью определения состояния изоляторов.

3. Разработан метод предиктивной фиксации частичных разрядов по поверхности изоляторов ВЛ 6-220 кВ для повышения точности определения этих явлений с целью принятия соответствующих мер эксплуатационного характера.

4. Разработан метод измерения механической нагрузки на изолятор ВЛ 6-220 кВ, позволяющего фиксировать динамику нарастания механической нагрузки на изоляторы, в частности при образовании гололеда на проводах ВЛ.

Теоретическая значимость работы заключается в развитии теории информационно-измерительных систем для дистанционного мониторинга изоляторов воздушных линий электропередач на основе математических моделей измерения тока утечки и методов фиксации частичных разрядов и измерения механической нагрузки на изолятор.

Практическая ценность работы состоит в технической реализации информационно-измерительной системы для диагностики и предиктивного обслуживания высоковольтных линий электропередач, а также в выработке рекомендаций по распределению вычислительной реализации математической модели измерения тока утечки, метода фиксации частичных разрядов и метода измерения механической нагрузки на изолятор на микропроцессоре, а также на сервере центра управления электросетевой компании. Разработано конструктивное исполнение и описаны основные функции промышленного образца блока дистанционного мониторинга изоляторов ВЛ, оснащенного датчиком тока, позволяющего проводить моделирование взаимодействия блока дистанционного мониторинга изоляторов ВЛ с математической моделью двойника, а также исследование динамических, статических и точностных характеристик промышленного образца блока дистанционного мониторинга изоляторов ВЛ.

Степень достоверности результатов.

Достоверность результатов проведенных исследований подтверждена экспериментальной частью исследования. Результаты работы внедрены на ООО НПО «ЭнергоСистемы» и ООО «СервисСофт Инжиниринг», а также в учебный процесс на кафедре охраны труда и окружающей среды ТулГУ.

Личный вклад автора состоит в непосредственном участии во всех этапах исследований, направленных на общую формулировку и обоснование целей и задач исследований, выбора методов их решения; на разработку обобщенной структуры информационно-измерительной системы для диагностики и предиктивного обслуживания высоковольтных линий электропередач, рекомендаций по использованию информационно-измерительной системы для дистанционного мониторинга изоляторов воздушных линий электропередач; построение математической модели измерения тока утечки, разработку метода фиксации частичных разрядов на изоляторах ВЛ и метода измерения механической нагрузки на изолятор; экспериментальные исследования по оценке соответствия выходных параметров математических моделей и промышленного образца блока дистанционного мониторинга изоляторов ВЛ.

В ходе защиты диссертации были высказаны критические замечания. Соискатель Непомнящий В.Ю. ответил на задаваемые ему вопросы и привел собственную аргументацию.

На заседании 10 июня 2025 года диссертационный совет принял решение: за решение актуальной научной задачи расширения функциональных возможностей информационно-измерительной системы для дистанционного мониторинга изоляторов воздушных линий электропередач, обеспечивающей фиксирование токов утечки, динамику изменения токов утечек во времени и частичных разрядов, а также проведение косвенной оценки состояния изоляторов и принятие мер по проведению предиктивных действий для предотвращения проявления нештатных и аварийных ситуаций, соответствующей специальности 2.2.11. Информационно-измерительные и управляющие системы, а также критериям п.п. 9-11, 13, 14 «Положения о присуждении ученых степеней», присудить Непомнящему Валерию Юрьевичу ученую степень кандидата технических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 16 человек, из них 6 докторов наук по специальности рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 22 человек, входящих в состав совета, проголосовал: за - 16, против - нет, недействительных бюллетеней - нет.

**Председатель
диссертационного совета**

**Ученый секретарь
диссертационного совета**



**Минаков
Евгений Иванович**

**Маслова
Анна Александровна**

10 июня 2025 года