

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА 24.2.347.05,
СОЗДАННОГО НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
БЮДЖЕТНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО
ОБРАЗОВАНИЯ «НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ» МИНОБРНАУКИ РФ, ПО
ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА
НАУК

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от 16 мая 2024 г. протокол № 1

О присуждении Кузнецовой Юлии Александровне, гражданке Республики Казахстан, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация на тему « Моделирование предпробивных процессов в полярных жидкостях с помощью эффекта Керра» по специальности 2.4.3 – «Электроэнергетика» принята к защите 11 марта 2024 г. (протокол заседания №3) диссертационным советом 24.2.347.05, созданным на базе Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Новосибирский государственный технический университет», Минобрнауки РФ, 630073, г. Новосибирск, пр. К. Маркса, 20, приказ о создании диссертационного совета №525/нк от 24.03.2023 г.

Соискатель Кузнецова Юлия Александровна, 18 августа 1969 года рождения. В 2015 году соискатель окончила магистратуру республиканского государственного предприятия «Карагандинский Государственный Университет имени академика Е.А. Букетова», г. Караганда по специальности 6M060400 «Физика», присуждена академическая степень «Магистр естественных наук». В 2016 г. Кузнецова Ю. А. прикреплена к кафедре Безопасности Труда Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Новосибирский государственный технический университет» для выполнения диссертационной работы. Тема диссертации «Моделирование

предпробивных процессов в полярных жидкостях с помощью эффекта Керра» утверждена решением ученого совета факультета Энергетики Новосибирского государственного технического университета (протокол № 8 от 23.09.2020 г.).

С 2006 года и по настоящее время соискатель работает в Карагандинском государственном техническом университете на кафедре физики в должности старшего преподавателя, г. Караганда, Республика Казахстан.

Диссертация выполнена на кафедре Безопасности труда Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Новосибирский государственный технический университет», Минобрнауки РФ.

Научный руководитель – доктор физико-математических наук, профессор, Коробейников Сергей Миронович, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Новосибирский государственный технический университет», кафедра Безопасности труда, заведующий кафедрой.

Официальные оппоненты:

Ерин Константин Валерьевич, доктор физико-математических наук, доцент, Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Северо-Кавказский федеральный университет», г. Ставрополь, профессор кафедры Экспериментальной физики;

Дрожжин Алексей Петрович, кандидат технических наук, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Институт гидродинамики им. М.А. Лаврентьева» Сибирского отделения Российской академии наук, г. Новосибирск, научный сотрудник лаборатории динамики гетерогенных систем

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация Федеральное государственное бюджетное

образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет», г. Санкт-Петербург **в своем положительном отзыве**, подписанном заведующим кафедрой радиофизики Санкт-Петербургского государственного университета, профессором, доктором физико-математических наук Тюхтиным Андреем Викторовичем и доцентом кафедры радиофизики Санкт-Петербургского государственного университета, кандидатом физико-математических наук Чирковым Владимиром Александровичем, и утвержденном Микушевым Сергеем Владимировичем, проректором по научной работе ФГБОУ ВО «СПбГУ», кандидатом физико-математических наук, указала, что диссертация Кузнецовой Юлии Александровны является законченной научно-квалификационной работой, соответствует требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.4.3 – «Электроэнергетика».

Соискатель имеет 13 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации опубликованы 13 работ, из них 2 статьи в рецензируемых научных изданиях, входящих в перечень рекомендованных ВАК РФ, 3 статьи в научных изданиях, индексируемых Scopus/Web of Science, 7 публикаций в прочих изданиях. Получено свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ в Республике Казахстан.

Недостоверные сведения об опубликованных работах отсутствуют. Авторский вклад в опубликованных в соавторстве работах составляет не менее 60%. Общий объем научных изданий по теме диссертации – 4,75 п.л.

Наиболее значимые научные работы по теме диссертации:

Научные статьи в рецензируемых изданиях, рекомендованных ВАК

1. **Кузнецова Ю.А.** Определение предпробивного электрического поля вблизи катодного стримера в воде / Ю.А. Кузнецова, В.Б. Ясинский, С.М. Коробейников, Д.В. Вагин // *Электричество*. – 2022.– № 7 – С. 61-67. DOI:

10.24160/0013-5380-2022-7-61-67

2. **Кузнецова Ю.А.** Оптические методы исследования предпробивных явлений в жидких диэлектриках / Ю.А. Кузнецова, В.Б. Ясинский, С.М. Коробейников // *Электричество*. – 2022. – № 12. – С. 23-35. DOI: 10.24160/0013-5380-2022-12-23-35

Публикации в научных изданиях, индексируемых в базе данных Scopus

3. **Kuznetsova Yu.A.** Study of partial discharges in liquids / S.M. Korobeynikov, A.G. Ovsyannikov, A.V. Ridel, D.I. Karpov, M.N. Lyutikova, Yu.A. Kuznetsova, V.B. Yassinskiy // *Journal of Electrostatics*. – 2020. – Vol. 103.– p. 103412. – DOI: 10.1016/j.elstat.2019.103412

4. **Kuznetsova Yu.A.** Simulation of electrooptical experiments in liquids / S.M. Korobeynikov, Yu.A. Kuznetsova, V.B. Yassinskiy // *Journal of Electrostatics*. – 2020. –Vol. 106. – p. 103452. DOI: 10.1016/j.elstat.2020.103452.

5. **Kuznetsova Yu.A.** Simulation of electrooptical measurements of prebreakdown electric fields in water. Part 1. Electric field near the anode streamer / V.B. Yassinskiy, Yu.A. Kuznetsova, S.M. Korobeynikov, D.V. Vagin // *IEEE Transaction on Plasma Science*. – 2022. –Vol. 50, iss. 5. – pp. 1262-1268. DOI: 10.1109/TPS.2022.3166595

Свидетельства о государственной регистрации программ для ЭВМ:

1. Свидетельство № 19813 о внесении в госреестр Республики Казахстан программы для ЭВМ «Визуализация электрооптических расчётов аксиальных объектов» / Ясинский В.Б., Кузнецова Ю.А., Ковалёв И.А. // зарегистр. 22.06.2019.

На автореферат диссертации поступило 6 отзывов, все отзывы положительные:

1. **ФГАОУ ВО «Южно-Уральский государственный университет (национальный исследовательский университет)»,** Заведующий кафедрой «Безопасность жизнедеятельности», доктор технических наук, профессор Сидоров Александр Иванович. *Замечание:* об обосновании выбора метода конечных элементов с треугольными конечными элементами.

2. АОО «Назарбаев Университет», Республика Казахстан, Ассоциированный профессор кафедры Физики, PhD Тихонов Александр. *Замечания:* 1) о гомогенности объёмного приэлектродного заряда; 2) об обсуждении экспериментальных работ по исследованию предпробивных и пробивных электрических полей посредством эффекта Керра; 3) о недостаточно подробной геометрии расчётной модели на рисунке; 4) о влиянии эффектов дифракции света на пузырьках.

3. Институт физики Министерства науки и образования Азербайджанской Республики, генеральный директор, академик, доктор технических наук Ариф Мамед оглы Гашимов. *Замечания:* 1) об отсутствии упоминания об эффекте Керра в цели диссертационной работы; 2) об отсутствии упоминания об электрооптических эффектах Поггеля и Штарка; 3) о том, что одна из ссылок в материалах конференции неактивна.

4. ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого», Ведущий инженер института энергетики СПбГУ Петра Великого, кандидат технических наук Монастырский Александр Евгеньевич. *Замечания:* 1) об отсутствии в автореферате описания схемы экспериментальной измерительной ячейки; 2) о недостаточно подробном описании алгоритма визуализации керрограмм по матрице относительных интенсивностей.

5. ООО «ИТЦ УралЭнергоИнжиниринг», кандидат технических наук, доцент, главный специалист Осотов Вадим Никифорович. *Замечания:* о несоответствии рисунков заявленной нумерации.

6. АО «Научно-технический центр Федеральной сетевой компании Единой энергетической системы», ведущий научный сотрудник Департамента НТС и научно-технической информации, доктор технических наук, старший научный сотрудник Лачугин Владимир Фёдорович. *Замечания:* 1) о взаимосвязи результатов, приведённых в диссертации, с данными исследований импульсного пробоя жидкости, полученными В.С. Комельковым; 2) о более подробном освещении возможного применения

результатов работы «в различных областях».

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обоснован тем, что доктор физико-математических наук, профессор **Ерин Константин Валерьевич** является одним из признанных специалистов в области экспериментальных электрооптических исследований жидких материалов в постоянных, переменных и импульсных полях, разработке эффективных методик и создании экспериментальных установок для исследования оптических эффектов в магнитных коллоидах в стационарных и нестационарных электрическом и магнитном полях, а также разработке оптического способа определения электрофоретической подвижности коллоидных частиц на основе анализа кинетики изменения прозрачности приэлектродных слоев магнитных коллоидов. Он имеет большое количество публикаций по тематике, близкой к представленной к защите диссертационной работе; сфера научных интересов и тематика исследований кандидата технических наук, научного сотрудника **Дрожжина Алексея Петровича** связана в значительной степени с исследованиями механизмов формирования и развития многоочагового разряда в воде с высокой проводимостью, развития парогазовых пузырьков с последующим электрическим разрядом в них, а также с разработкой двигателей, принцип работы которых основан на разрядах в пузырьках, он также имеет значительное количество публикаций, близких по тематике к представленной к защите диссертационной работе.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет», г. Санкт-Петербург – один из крупнейших ВУЗов России, готовящих ученых и выпускающих специалистов в области электроэнергетики и электротехники, «Кафедра радиофизики» активно занимается исследованием электрофизических свойств жидкостей в области сильных полей, а также исследованиями свойств полярных жидкостей оптическими методами и компьютерным моделированием этих

процессов, что подтверждается трудами ведущих ученых и специалистов отделения.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

разработана новая экспериментально-расчетная методика изучения процессов, происходящих под действием высокого напряжения в приэлектродной зоне, посредством визуализации результатов расчетов экспериментальных керрограмм, использующие результаты экспериментов и цифровые модели реальных измерительных ячеек; геометрические, оптические и электрофизические характеристики цифровых моделей максимально полно воспроизводят реальные условия;

предложена оригинальная процедура обработки оптической информации керрограмм путём составления и расчёта матриц относительных интенсивностей и дальнейшей визуализации приэлектродных возмущений;

доказана перспективность применения предложенной экспериментально-расчётной методики обработки экспериментальных данных электрооптических измерений для получения информации о напряжённости электрического поля, при которой возникают анодные и катодные стримеры в объёме полярной жидкости;

введены новые понятия - не введены.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

доказана необходимость учёта нелинейности диэлектрической проницаемости жидкости для оценки предпробойной напряженности электрического поля;

применительно к проблематике диссертации результативно использованы методы получения расчетных керограмм посредством компьютерного моделирования, рассмотрены возможные условия возникновения микропузырьков, что с фундаментальной точки зрения способствует улучшению понимания физики пробоя полярных жидкостей в микросекундном и наносекундном диапазонах и дальнейшему развитию

теоретических моделей;

изложены аргументы и доказательства, подтверждающие, что предложенная экспериментально-расчётная методика может быть применена для получения информации о значениях напряжённости электрического поля с учетом нелинейности диэлектрической проницаемости;

раскрыты основные несоответствия между существующими методиками расшифровки керрограмм и предложенной соискателем методикой, которая основана на создании цифровой копии объекта исследования. Такая копия позволяет не только получать значительно больше информации из экспериментальных керрограмм, но и изучать возможные изменения в них, путём внесения различного рода возмущений в разрядный промежуток и варьирования шага сканирования

изучены отдельные режимные и диагностические факторы, которые необходимо учитывать при расчёте распределения электрических полей в приэлектродных зонах, а также факторы, оказывающие влияние на расхождение экспериментальных и расчётных данных;

проведена модернизация существующих методов оценки напряженности электрического поля, а также значений отрицательных давлений в области возникновения объёмного заряда, которые непосредственно влияют на кавитационный механизм возникновения пузырьков.

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

разработаны и внедрены методика расчёта предпробивных полей и программа «Визуализация результатов электрооптических расчетов аксиальных объектов», использованные при разработке и оптимизации элементов высоковольтного электрооборудования в НТЦ «Альтернатива», что подтверждают соответствующий акт внедрения;

определены перспективы практического использования предложенных способов мониторинга электрофизических процессов при проектировании мощных высоковольтных импульсных ёмкостных накопителей энергии с

жидкой изоляцией;

создан и верифицирован расчётный алгоритм визуализации керрограмм и даны рекомендации по использованию его и программного продукта для моделирования и диагностики предпробивных процессов в полярных диэлектриках, позволяющий достоверно производить оценку вида и характера развивающихся в жидких диэлектриках предпробивных процессов; **представлены** предложения по дальнейшему совершенствованию разработанных моделей и алгоритмов учёта дополнительных факторов при возникновении приэлектродных возмущений различного типа, ведущих к пробоем жидкого диэлектрика.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

вычислительные экспериментальные работы выполнялись при условиях, тождественных экспериментальным. Сопоставление экспериментальных данных и данных, полученных на модели, показало их соответствие;

теория построена на использовании фундаментальных научных положений, известных и проверяемых данных и фактах, теоретических основ применения эффекта Керра, строгости применяемых математических методов, согласуется с результатами опубликованных исследований других авторов по теме диссертации; а достоверность разработанных моделей подтверждается совпадением полученных результатов с результатами опубликованных исследований других авторов;

идея базируется на анализе практики и обобщении опыта электрооптических исследований приэлектродных процессов, наблюдаемых при высоких импульсных напряжениях; на привлечении априорной информации о структуре и параметрах наблюдаемого объекта, а также всей доступной информации, представленной в виде регистрируемых керрограмм и осциллограмм напряжения, полученных экспериментальным путём.

использованы данные современных исследований, опубликованные в международных журналах, индексируемых в Scopus и Web of Science, по методам интерпретации результатов анализа получаемых керрограмм для

сравнения с проведенными расчётами при верификации полученных **установлено** качественное совпадение полученных автором результатов и выводов, сделанных на их основании, с результатами, представленными в независимых источниках по данной тематике;

использованы современные методы компьютерного моделирования, методы сбора, обработки и анализа информации;

Личный вклад соискателя состоит в разработке и реализации алгоритма восстановления керрограмм, программы визуализации результатов расчётов, а также в построении математических моделей, расчётах и анализе керрограмм.

Постановка цели работы и задач выполнены совместно с научным руководителем. Вклад соискателя в разработку математической модели, программы «Визуализация электрооптических расчётов аксиальных объектов», и в подготовку выполненных в соавторстве докладов и статей, составляет не менее 60%.

В ходе защиты диссертации были высказаны следующие критические замечания:

1. Анализ проводился по экспериментальным данным, полученным на оборудовании, обладающем меньшей точностью по сравнению с современными зарубежными аналогами.

2. В докладе не отражены технические характеристики ёмкостных накопителей энергии, для которых возможно применение предлагаемой методики.

Соискатель Кузнецова Юлия Александровна аргументировано ответила на все заданные ей в ходе заседания вопросы.

Диссертация представляет собой научно-квалификационную работу, в которой изложены новые научно обоснованные технические решения и разработки, имеющие существенное значение для развития электроэнергетических систем, и соответствует пп. 9-14 Положения о присуждении учёных степеней, утвержденного постановлением

Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842.

На заседании 16 мая 2024 г. диссертационный совет принял решение за новые научно обоснованные технические решения и разработки, имеющие существенное значение для развития электроэнергетической отрасли России, присудить Кузнецовой Юлии Александровне ученую степень кандидата технических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 9 человек, из них 8 докторов наук по специальности защищаемой диссертации, участвовавших в заседании, из 11 человек, входящих в состав совета, дополнительно введенных на разовую защиту нет, проголосовали: за 8 против нет, недействительных бюллетеней 1.

Председатель диссертационного совета

А.Г. Фишов

Учёный секретарь диссертационного

А.А. Осинцев

16 мая 2024 г.