

## СВЕДЕНИЯ О РЕЗУЛЬТАТАХ ПУБЛИЧНОЙ ЗАЩИТЫ ДИССЕРТАЦИИ

Диссертационный совет 24.1.115.01 (Д 003.031.02), созданный на базе Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института сильноточной электроники Сибирского отделения Российской академии наук, извещает о результатах состоявшейся 15 декабря 2023 года публичной защиты диссертации Коковиним Александром Олеговичем «Динамика электрического пробоя в газах повышенного давления в условиях высокой пространственной неоднородности электрического поля», представленной на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.13 - электрофизика, электрофизические установки.

Время начала заседания: 15:00

Время окончания заседания: 17:10

На заседании диссертационного совета присутствовали 15 человек из 19 членов диссертационного совета, из них 9 докторов наук по специальности 1.3.13 – электрофизика, электрофизические установки:

- |  |           |        |
|--|-----------|--------|
| 1. Коваль Николай Николаевич – председатель диссертационного совета      | д.т.н.    | 1.3.13 |
| 2. Орешкин Владимир Иванович – зам. председателя диссертационного совета | д.ф.-м.н. | 1.3.13 |
| 3. Юшков Георгий Юрьевич – ученый секретарь диссертационного совета      | д.т.н.    | 1.3.13 |
| 4. Бурдовицин Виктор Алексеевич – член совета                            | д.т.н.    | 1.3.13 |
| 5. Королёв Юрий Дмитриевич – член совета                                 | д.ф.-м.н. | 1.3.13 |
| 6. Кошелев Владимир Ильич – член совета                                  | д.ф.-м.н. | 1.3.13 |
| 7. Кривобоков Валерий Павлович – член совета                             | д.ф.-м.н. | 1.3.13 |
| 8. Озур Григорий Евгеньевич – член совета                                | д.т.н.    | 1.3.13 |
| 9. Орловский Виктор Михайлович – член совета                             | д.ф.-м.н. | 1.3.13 |
| 10. Панченко Алексей Николаевич – член совета                            | д.ф.-м.н. | 1.3.13 |
| 11. Пегель Игорь Валериевич – член совета                                | д.ф.-м.н. | 1.3.13 |
| 12. Ратахин Николай Александрович – член совета                          | д.ф.-м.н. | 1.3.13 |
| 13. Ростов Владислав Владимирович – член совета                          | д.ф.-м.н. | 1.3.13 |
| 14. Тарасенко Виктор Федотович – член совета                             | д.ф.-м.н. | 1.3.13 |
| 15. Ушаков Василий Яковлевич – член совета                               | д.т.н.    | 1.3.13 |

**Заседание вел председатель диссертационного совета, доктор технических наук Коваль Николай Николаевич.**

По результатам защиты диссертации тайным голосованием (результаты голосования: за присуждение ученой степени – 15, против – нет, недействительных бюллетеней – нет) диссертационный совет принял решение **присудить** Коковину А.О. учёную степень кандидата физико-математических наук.

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА 24.1.115.01  
(Д 003.031.02), СОЗДАННОГО НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО  
ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ НАУКИ  
ИНСТИТУТ СИЛЬНОТОЧНОЙ ЭЛЕКТРОНИКИ СИБИРСКОГО  
ОТДЕЛЕНИЯ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК,  
ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ  
КАНДИДАТА НАУК**

аттестационное дело № \_\_\_\_\_  
решение диссертационного совета от 15.12.2023 г. № 3

О присуждении Коковину Александру Олеговичу, гражданину Российской Федерации, учёной степени кандидата физико-математических наук.

Диссертация «Динамика электрического пробоя в газах повышенного давления в условиях высокой пространственной неоднородности электрического поля» по научной специальности 1.3.13 - электрофизика, электрофизические установки принята к защите (протокол заседания № 2 от 05.10.2023 г.) диссертационным советом 24.1.115.01 (Д 003.031.02), созданным на базе Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института сильноточной электроники Сибирского отделения Российской академии наук (ИСЭ СО РАН), Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, 634055, Томск, просп. Академический, д. 2/3, приказ о создании совета № 714/нк от 02.11.2012 г.

Соискатель Коковин Александр Олегович, 1996 г. р., в 2023 году окончил очную аспирантуру ИСЭ СО РАН с выдачей диплома об окончании аспирантуры по направлению подготовки 11.06.01 Электроника, радиотехника и системы связи

и присуждением квалификации «Исследователь. Преподаватель-исследователь». Работает младшим научным сотрудником в ИСЭ СО РАН.

Диссертация выполнена в лаборатории теоретической физики ИСЭ СО РАН. Научный руководитель – доктор физико-математических наук, профессор Козырев Андрей Владимирович, заведующий лабораторией теоретической физики ИСЭ СО РАН.

**Официальные оппоненты:**

1. Пушкарев Александр Иванович, доктор физико-математических наук, профессор Отделения материаловедения Инженерной школы новых производственных технологий ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский Томский политехнический университет», гор. Томск;

2. Рагимханов Гаджимирза Балагланович, кандидат физико-математических наук, доцент кафедры общей физики, заместитель декана физического факультета по учебной работе ФГБОУ ВО «Дагестанский государственный университет», гор. Махачкала;

дали положительные отзывы на диссертацию.

**Ведущая организация:** Акционерное общество «Государственный научный центр Российской Федерации Троицкий институт инновационных и термоядерных исследований» (АО «ГНЦ РФ ТРИНИТИ»), гор. Москва, в своём положительном отзыве, подготовленном и подписанном начальником лаборатории кинетики слабоионизированной плазмы доктором физико-математических наук, профессором Акишевым Юрием Семеновичем, утвержденным генеральным директором АО «ГНЦ РФ ТРИНИТИ», кандидатом технических наук Ильиным Кириллом Игоревичем, указала, что исследования, изложенные в диссертации, проведены на высоком научном уровне и свидетельствуют о высокой научной квалификации автора; диссертация Коковина А.О. является законченной научно-квалификационной работой, в которой методом теоретического моделирования решен ряд задач по физике высоковольтного пробоя газоразрядных промежутков и достигнуто более глубокое понимание электрофизических процессов, протекающих в газоразрядной плазме; полученные решения имеют важное практическое значение для широкого круга проблем электрофизики и развития

принципов конструирования электрофизических установок, что соответствует требованиям п. 9 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. № 842, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук, а ее автор Коковин А.О. заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.13 - электрофизика, электрофизические установки.

Соискатель имеет 33 опубликованные работы, в том числе по теме диссертации - 21 работу, из них в рецензируемых научных изданиях, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертации - 7 работ. Публикации соискателя по теме диссертации полностью отражают содержание представленной работы. Диссертация не содержит недостоверных сведений об опубликованных соискателем работах. Общий объем публикаций 12,7 уч.-изд. листов, из них личный вклад автора диссертации 9,0 уч.-изд. листов.

Наиболее значимые работы по диссертации:

1. Kozhevnikov V. Yu., Kozyrev A. V., Kokovin A. O., Sitnikov A. G., Sosnin E. A., Panarin V. A., Skakun V. S., Tarasenko V. F. Apokamp-type gas discharge phenomenon: Experimental and theoretical backgrounds // *Europhysics Letters*. 2020. vol. 129. № 1. Art. Number 15002. doi: 10.1209/0295-5075/129/15002.
2. Козырев А. В., Кожевников В. Ю., Коковин А. О., Панарин В. А., Семенюк Н. С., Ситников А. Г. Электрополевой механизм формирования тонкой плазменной струи в открытом атмосферном разряде // *Известия вузов. Физика*. 2019. Т. 62. № 11. С. 55–58. doi: 10.17223/00213411/62/11/55.
3. Козырев А. В., Коковин А. О., Кожевников В. Ю., Тарасенко В. Ф., Бакшт Е. Х., Виноградов Н. П. Эволюция отрицательной короны в режиме ограничения тока разряда: переход от импульсно-периодического режима к стационарному горению // *ЖЭТФ*. 2023. Т. 163. № 2. С. 284–292. doi: 10.31857/S004445102302013X.
4. Kozhevnikov V. Yu., Kozyrev A. V., Tarasenko V. F., Kokovin A. O., Baksht E. Kh., Vinogradov N. P. Key Modes of Ignition and Maintenance of Corona Discharge in Air // *Energies*. 2023. Vol. 16. No. 13. P. 4861. doi: 10.3390/en16134861.

5. Тарасенко В. Ф., Бакшт Е. Х., Виноградов Н. П., Козырев А. В., Коковин А. О., Кожевников В. Ю. О механизме генерации импульсов Тричела в воздухе атмосферного давления // Письма в ЖЭТФ. 2022. Т. 115. № 11. С. 710–716. doi: 10.31857/S1234567822110064.

**На автореферат диссертации поступили отзывы** (все поступившие отзывы - положительные):

**1.** Отзыв из ФГБУН Институт полупроводников им. А.В. Ржанова Сибирского отделения Российской академии наук, гор. Новосибирск, подписан главным научным сотрудником, д.ф.-м.н. Боханом Петром Артемовичем, содержит замечания:

1. Защищаемые положения сформулированы излишне пространно и их можно считать скорее результатами работы.
2. В некоторых случаях отсутствует необходимая конкретика. Например, на странице 9 говорится о высоком давлении, однако не уточняется какое. В подписи к рисунку 1 и в изложении третьей главы не указаны ток и напряжение горения.
3. В автореферате утверждается, что результаты моделирования совпадают с экспериментом, однако не даны ссылки на эти экспериментальные работы, хотя их можно найти как в списке работ автора, так и в других публикациях.

**2.** Отзыв из ФГБОУ ВО Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева, подписан заведующим кафедрой общей физики д.ф.-м.н., профессором Тимеркаевым Борисом Ахуновичем и доцентом кафедры общей физики д.ф.-м.н. Сайфутдиновым Алмазом Ильгизовичем, содержит вопросы:

«Чем был обусловлен вывод о минимальности и достаточности набора элементарных процессов в воздухе, используемого при моделировании коронного разряда?»

В чем заключалась гибридность модели при описании субнаносекундного пробоя в газовой диоде с сетчатым катодом?»

**3.** Отзыв на автореферат из ФГБУН Институт ядерной физики Сибирского отделения Российской академии наук, гор. Новосибирск, подписан старшим

научным сотрудником, к.ф.-м.н. Синицким Станиславом Леонидовичем, содержит замечания:

В автореферате есть отдельные опечатки, которые не влияют на его оценку.

В автореферате не указано, кем сформулированы цели и задачи диссертационной работы соискателя, а также не отмечена роль его научного руководителя.

**4. Отзыв на автореферат из ФГБУН Институт электрофизики Уральского отделения Российской академии наук, гор. Екатеринбург, подписан младшим научным сотрудником лаборатории физической электроники, к.ф.-м.н. Мамонтовым Юрием Игоревичем не содержит критических замечаний.**

**Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается компетентностью как оппонентов, так и сотрудников ведущей организации в тематике диссертационной работы, их известностью и наличием публикаций в данной отрасли науки, способностью определить научную и практическую ценность диссертации, дать рекомендации по использованию её результатов.**

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

**разработана** оригинальная физико-математическая модель газоразрядной плазмы, в рамках которой были проведены исследования слаботочных режимов горения разряда высокого давления с резко неоднородным распределением электрического поля;

**предложена** оптимальная схема плазмохимических реакций для искусственного воздуха, которая позволяет адекватно описать пространственно-временную динамику разряда в воздухе в широком диапазоне давлений без включения в расчеты колебательно-вращательной кинетики молекулярных частиц;

**доказана** применимость минимальной схемы плазмохимических реакций к описанию нестационарного газового разряда с высокой неоднородностью электрического поля.

**введена** классификация четырех стадий горения коронного разряда в воздухе атмосферного давления.

**Теоретическая значимость** исследования обоснована тем, что:

- доказан** стримерный механизм формирования плазменного филамента на изгибе канала разряда;
- применительно к проблематике диссертации эффективно, то есть с получением обладающих новизной результатов, использован** комплекс вычислительных алгоритмов, реализующих численные решения уравнений, описывающих самосогласованную динамику ансамблей заряженных частиц в электромагнитном поле;
- изложены** условия реализации различных режимов горения коронно-стримерного разряда в воздухе атмосферного давления;
- раскрыт** физический механизм, определяющий зарождение плазменного филамента;
- изучено** влияние геометрических параметров острейного катода на характеристики импульсов Тричела;
- проведена модернизация** схемы плазмохимических реакций без включения в расчёты колебательно-вращательной кинетики молекулярных частиц.

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

- разработана и внедрена** в практику прикладных вычислений универсальная математическая модель газового разряда в условиях высокой неоднородности электрического поля;
- определены** пределы применимости и перспективы практического использования теоретической модели газового разряда;
- создана** вычислительная программа для расчёта параметров стационарного коронного разряда в высоковольтных искровых разрядниках;
- представлены** научно обоснованные рекомендации по оптимизации искрового разрядника высокого давления, работающего в режиме самопробоя;

**Оценка достоверности** результатов исследования выявила, что:

- теория** построена на базе известного математического аппарата, результаты теоретических прогнозов согласуются с опубликованными экспериментальными данными;

**идея** описания плазмы основывается на проверенных знаниях об элементарных процессах, протекающих в ней;

**использованы** сопоставления авторских расчётов с данными, полученными ранее другими авторами в экспериментальных и теоретических исследованиях коронного разряда;

**установлено** качественное и количественное соответствие полученных соискателем результатов с данными, представленными в независимых публикациях, когда такое сравнение является обоснованным;

**использованы** современные методы численного решения уравнений математической физики.

**Личный вклад соискателя состоит в** подготовке и тестировании вычислительных программ, проведении расчетов по ним, систематизации, обработке и интерпретации полученных данных, подготовке публикаций по теме диссертации, апробации результатов на научных конференциях.

В ходе защиты диссертации были высказаны следующие критические замечания по методике отбора плазмохимических реакций, по границе применимости теоретической модели и прикладной значимости проделанной работы.

Соискатель Коковин А. О. ответил на все задаваемые ему в ходе заседания вопросы, согласился с рядом обоснованных замечаний и привел собственную аргументацию по формированию и применению схемы плазмохимических реакций в воздухе.

На заседании 15 декабря 2023 года диссертационный совет **принял решение присудить Александру Олеговичу Коковину ученую степень кандидата физико-математических наук** по научной специальности 1.3.13. - электрофизика, электрофизические установки за решение научной задачи численного моделирования электрического пробоя в газах повышенного давления в сильно неоднородном электрическом поле, имеющей значение для развития электрофизики в части расширения представлений об инициировании и развитии электрического разряда в газообразных средах.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 15 человек, из них 9 докторов наук по научной специальности 1.3.13. – электрофизика, электрофизические установки, участвовавших в заседании, из 19 человек, входящих в состав совета, дополнительно введены на разовую защиту 0 человек, проголосовали: за – 15, против – нет, недействительных бюллетеней – нет.

Председатель диссертационного совета,

доктор технических наук



Коваль Николай Николаевич

Учёный секретарь диссертационного совета,

доктор технических наук



Юшков Георгий Юрьевич

15 декабря 2023 г.