

## СВЕДЕНИЯ О РЕЗУЛЬТАТАХ ПУБЛИЧНОЙ ЗАЩИТЫ ДИССЕРТАЦИИ

Диссертационный совет Д 003.031.02, созданный на базе Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института сильноточной электроники Сибирского отделения Российской академии наук, извещает о результатах состоявшейся 19 декабря 2019 года публичной защиты диссертации Кожевниковым Василием Юрьевичем «Теория быстропротекающих процессов взаимодействия сильных электрических полей с неравновесными потоками электронов в плотных газах, полупроводниках и вакууме», представленной на соискание ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 01.04.13 – электрофизика, электрофизические установки.

Время начала заседания: 15.00

Время окончания заседания: 17.45.

На заседании диссертационного совета присутствовали 18 человек из 20 членов диссертационного совета, из них 5 докторов наук по специальности 01.04.13 – электрофизика, электрофизические установки.

1. Коваль Николай Николаевич – председатель диссертационного совета, д.т.н., 01.04.13;
2. Орешкин Владимир Иванович – зам. председателя диссертационного совета, д.ф.-м.н., 01.04.13;
3. Юшков Георгий Юрьевич – ученый секретарь диссертационного совета, д.т.н., 01.04.13;
4. Абдуллин Эдуард Нуруллоевич – член совета, д.т.н., 01.04.13;
5. Бурдовицин Виктор Алексеевич – член совета, д.т.н., 01.04.13;
6. Ким Александр Андреевич – член совета, д.т.н., 01.04.13;
7. Королёв Юрий Дмитриевич – член совета, д.ф.-м.н. 01.04.13;
8. Кошелев Владимир Иванович – член совета, д.ф.-м.н. 01.04.13;
9. Лосев Валерий Фёдорович – член совета, д.ф.-м.н. 01.04.13;
10. Орловский Виктор Михайлович – член совета, д.ф.-м.н. 01.04.13;
11. Панченко Алексей Николаевич – член совета, д.ф.-м.н. 01.04.13;
12. Пегель Игорь Валериевич – член совета, д.ф.-м.н. 01.04.13;
13. Ратахин Николай Александрович – член совета, д.ф.-м.н. 01.04.13;
14. Ремнев Геннадий Ефимович – член совета, д.т.н. 01.04.13;
15. Ростов Владислав Владимирович – член совета, д.ф.-м.н. 01.04.13;
16. Тарасенко Виктор Федотович – член совета, д.ф.-м.н. 01.04.13;
17. Ушаков Василий Яковлевич – член совета, д.т.н. 01.04.13;
18. Чайковский Станислав Анатольевич – член совета, д.ф.-м.н. 01.04.13.

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

По результатам защиты диссертации тайным голосованием (результаты голосования: за присуждение ученой степени –17, против –1, недействительный бюллетеней – нет) диссертационный совет принял решение присудить Кожевникову В. Ю. учёную степень доктора физико-математических наук.

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 003.031.02,  
СОЗДАННОГО НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО  
БЮДЖЕТНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ НАУКИ ИНСТИТУТ  
СИЛЬНОТОЧНОЙ ЭЛЕКТРОНИКИ СИБИРСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ  
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК, ПО ДИССЕРТАЦИИ НА  
СОИСКАНИЕ УЧЁНОЙ СТЕПЕНИ ДОКТОРА НАУК**

**аттестационное дело № \_\_\_\_\_**

**решение диссертационного совета от 19.12.2019 г. № 1**

**О присуждении Кожевникову Василию Юрьевичу, гражданину Российской Федерации, учёной степени доктора физико-математических наук.**

**Диссертация** «Теория быстропротекающих процессов взаимодействия сильных электрических полей с неравновесными потоками электронов в плотных газах, полупроводниках и вакууме» **по специальности** 01.04.13 – «Электрофизика, электрофизические установки» **принята к защите** 13 сентября 2019 г., **протокол заседания № 2, диссертационным советом 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 Кожевников Василий Юрьевич, 1980 года рождения, диссертацию на соискание учёной степени кандидата физико-математических наук «Теоретические модели электрического разряда в газе и взаимодействие импульсного магнитного поля с электропроводящей частицей» защитил в 2008 году в диссертационном совете, созданном на базе Государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Томский государственный университет» (ТГУ) Федерального агентства по образованию, работает старшим**

лаборантом в Федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего образования «Национальный исследовательский Томский государственный университет» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации.

**Диссертация выполнена** в лаборатории теоретической физики Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института сильноточной электроники Сибирского отделения Российской академии наук, Министерство науки и высшего образования Российской Федерации.

**Научный консультант – доктор физико-математических наук,** профессор Козырев Андрей Владимирович, заведующий лабораторией теоретической физики ИСЭ СО РАН.

**Официальные оппоненты:**

Волков Николай Борисович, доктор физико-математических наук, старший научный сотрудник, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт электрофизики Уральского отделения Российской академии наук, лаборатория нелинейной динамики, главный научный сотрудник;

Паперный Виктор Львович, доктор физико-математических наук, профессор, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования Иркутский государственный университет, кафедра общей и космической физики, заведующий кафедрой;

Потылицын Александр Петрович, доктор физико-математических наук, профессор, Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования Национальный исследовательский Томский политехнический университет, исследовательская школа физики высокоэнергетических процессов, ведущий научный сотрудник,

**дали положительные отзывы на диссертацию.**

**Ведущая организация** Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт теоретической и прикладной механики им. С.А. Христиановича Сибирского отделения Российской академии наук, г. Новосибирск, **в своём положительном заключении, подписанном Швейгерт Ириной Вячеславовной, доктором физико-математических наук, ведущим научным сотрудником лаборатории вычислительной аэродинамики, указала, что** исследования, изложенные в диссертации, проведены на высоком научном уровне и свидетельствуют о высокой квалификации автора. Главным результатом работы явилось создание и развитие нового научного направления гибридного кинетического моделирования быстропротекающих неравновесных процессов в физике электрического пробоя газов. Диссертация Кожевникова В.Ю. отвечает всем требованиям ВАК, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени доктора наук, а ее автор заслуживает присуждения степени доктора физико-математических наук по специальности 01.04.13 – электрофизика, электрофизические установки.

Соискатель имеет 74 опубликованные работы, в том числе по теме диссертации 64 работы, из которых 23 опубликованы в рецензируемых научных изданиях из перечня ВАК, рекомендованных для публикации

результатов диссертаций. Общий объем публикаций – 12,4 п.л., из них личный вклад автора диссертации – 10,1 п.л.

**Наиболее значимые работы по теме диссертации:**

1. E.Kh. Baksht, A.G. Burachenko, V.Yu. Kozhevnikov, A.V. Kozyrev, I.D. Kostyrya, and V.F. Tarasenko — Spectrum of fast electrons in a subnanosecond breakdown of air-filled diodes at atmospheric pressure // J. Phys. D: Applied Physics, vol. 43, no. 30, pp. 305201, 2010 (DOI: 10.1088/0022-3727/43/30/305201)
2. V.Yu. Kozhevnikov, A.V. Kozyrev, and N.S. Semeniuk — 1D simulation of runaway electrons generation in pulsed high-pressure gas discharge // EPL (Europhysics Letters), vol. 112, no. 1, p. 15001, Oct. 2015. (DOI: 10.1209/0295-5075/112/15001)
3. A.V. Kozyrev, V.Yu. Kozhevnikov, M.S. Vorobyov, E.Kh. Baksht, A.G. Burachenko, N.N. Koval and V.F. Tarasenko. — Reconstruction of electron beam energy spectra for vacuum and gas diodes // Laser and Particle Beams, 2015, Vol. 33, Issue 2, pp. 183-192. (DOI: 10.1017/S0263034615000324)
4. A.V. Kozyrev, V.Yu. Kozhevnikov, M.I. Lomaev, D.S. Sorokin, N.S. Semeniuk, and V.F. Tarasenko — Theoretical simulation of the picosecond runaway-electron beam in coaxial diode filled with SF<sub>6</sub> at atmospheric pressure // EPL (Europhysics Letters), vol. 114, no. 4, p. 45001, May 2016 (DOI: 10.1209/0295-5075/114/45001)

**На диссертацию и автореферат поступили отзывы:**

1. Отзыв на автореферат профессора кафедры Автоматики, телемеханики и связи Иркутского государственного университета путей сообщения, доктора физико-математических наук Бардакова Владимира Михайловича.

Отзыв положительный, имеются замечания:

«... замечание заключается в том, что в тексте автореферата я не обнаружил обобщающих физических соображений по поводу скорости фронта волны ионизации.»

2. Отзыв на автореферат заведующего лабораторией ФГБУН Института общей физики им. А.М. Прохорова Российской академии наук, доктора физико-математических наук Баренгольца Сергея Александровича.

Отзыв положительный, имеются замечания:

«Небольшое замечание по тексту автореферата связано с тем обстоятельством, что, поскольку специальность, по которой защищается диссертация - «электрофизика, электрофизические установки», на мой взгляд, в автореферате должно быть уделено большее внимание сравнению полученных результатов с экспериментальными данными, несмотря на справедливо отмеченные трудности экспериментального исследования быстропротекающих процессов в газовых разрядах.»

3. Отзыв на автореферат научного сотрудника научно-исследовательской лаборатории СВЧ-технологии ФГАОУ ВО Национальный исследовательский Томский политехнический университет, кандидата физико-математических наук Игумнова Владислава Сергеевича.

Отзыв положительный, замечаний нет.

4. Отзыв на автореферат заведующего кафедрой ФГБОУ ВО Новосибирский государственный технический университет, профессора, доктора физико-математических наук Коробейникова Сергея Мироновича.

Отзыв положительный, имеются замечания:

«1. Некоторые пункты научной новизны сформулированы декларативно. В частности, второй и пятый пункты. На наш взгляд должны быть сформулированы утверждения, к которым можно применить термин «впервые». И второй и пятый пункты новизны были, по моему мнению, сформулированы без необходимой конкретики.

2. Имеются замечания редакционного характера. В частности, в главе 2 не указано, какой газ использовался в газонаполненном диоде. Кроме того, в ряде мест следовало бы вместо «величины» использовать «значение».»

5. Отзыв на автореферат главного научного сотрудника ФГБУН Институт электрофизики Уральского отделения Российской академии наук, профессора, доктора физико-математических наук, академика Российской академии наук Яландина Михаила Ивановича.

Отзыв положительный, имеются замечания:

«Вместе с тем, замечу, что для восприятия результатов расчёта спектров электронов на рисунках 1б и 2б требуется понимать, каковы были разбросы величин заряда на рис. 1а и 2а, так как эти кривые получены явно не за один импульс. Также любопытен вопрос - насколько устойчива фаза осцилляций на рис. 3б при изменении амплитуды/фронта питающего диод импульса?»

**Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается** их широкой известностью своими достижениями в области физики газового разряда и низкотемпературной плазмы, включая теоретические работы по исследованию пучков заряженных частиц и плазмы, наличием публикаций в соответствующей сфере исследования и способностью определить научную и практическую ценность диссертации.

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

**разработана** новая научная концепция гибридного описания процессов взаимодействия сильных электрических полей с неравновесными потоками электронов в плазме газовых разрядов субнаносекундных длительностей; **предложены** оригинальные теоретические подходы к моделированию субнаносекундных газовых разрядов, основанные на сочетании методов вычислительной физической кинетики и методов гидродинамического описания низкотемпературной плазмы;

**доказана** перспективность использования идеи гибридного моделирования для

расчета процесса формирования пучков убегающих электронов в плазме газового

разряда высокого давления;

**введено** новое понятие гибридного подхода к моделированию динамики электронов в сильных электрических полях.

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

**доказаны** методика восстановления энергетических спектров пучков убегающих электронов по данным кривых ослабления и теоретические положения о структуре газовых разрядов субнаносекундных временных длительностей и закономерности генерации потоков убегающих электронов в таких разрядах;

**применительно к проблематике диссертации результативно (эффективно, то есть с получением обладающих новизной результатов) использован** комплекс теоретических методов физической кинетики плазмы газового разряда и современных численных методов, направленных на решение систем уравнений переноса и кинетического уравнения Больцмана; **изложены** стадии и факторы формирования субнаносекундных газоразрядных явлений и ассоциированных с ними явлений генерации пучков убегающих электронов;

**раскрыты** существенные проявления теории взаимосвязи параметров пучков убегающих электронов с условиями протекания газового разряда высокого давления, формирующего условия эффективной генерации убегающих электронов;

**изучены** факторы, оказывающие влияние на формирование характера энергетического спектрального распределения пучка убегающих электронов и формы импульса тока пучка;

**проведена модернизация** существующих математических моделей субнаносекундных газовых разрядов высокого давления.

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

**разработаны и внедрены** методика восстановления исходных спектров убегающих электронов по дискретным экспериментальным данным об ослаблении их потока в металлических фольгах различной толщины, методика построения гибридных теоретических моделей, сочетающих кинетическое и макроскопическое описания быстропротекающих газовых разрядов высокого давления;

**определены** пределы применимости и перспективы использования гибридных и кинетических теоретических моделей газовых разрядов;

**создана** модель эффективного применения знаний, сочетающих математический аппарат физической кинетики и широкий инструментарий макроскопического рассмотрения параметров плазмы газового разряда;

**представлены** методические рекомендации по расширению функциональных возможностей гибридного кинетического моделирования явлений газоразрядной плазмы и предложения по дальнейшему совершенствованию указанных новейших методов.

**Оценка достоверности результатов исследования выявила:** для экспериментальных работ исследования имеют систематический характер, результаты восстановления спектров получены с учётом имеющейся сертифицированной экспериментальной базы, а выявленная тенденция подтверждается результатами численных расчётов в рамках предложенных гибридных и кинетических теоретических моделей;

