

## **Отзыв научного руководителя и научного консультанта**

о диссертации Белоплотова Дмитрия Викторовича

«Оптическое излучение плазмы высоковольтных наносекундных разрядов, формируемых в неоднородном электрическом поле в условиях генерации убегающих электронов» по специальности 01.04.05 – Оптика, представленной на соискание учёной степени кандидата физико-математических наук

Белоплов Д. В. в 2012 г. окончил радиофизический факультет федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Национальный исследовательский Томский государственный университет» по направлению «Фотоника и оптоинформатика». С 05.07.2012 г. по 04.06.2015 г. и с 01.06.2016 г. по 30.06.2016 г. очно обучался в аспирантуре федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский Томский государственный университет». С 01.09.2012 г. по 29.12.2014 г. Белоплов Д. В. работал в Федеральном государственном бюджетном учреждении науки Институте сильноточной электроники Сибирского отделения Российской академии наук, в лаборатории оптических излучений, в должности инженера, а с 01.01.2015 г. по настоящее время работает в должности младшего научного сотрудника. С 01.06.2016 г. по настоящее время по совместительству работает в Сибирском физико-техническом институте имени академика В. Д. Кузнецова Томского государственного университета, в лаборатории оптической электроники, в должности младшего научного сотрудника.

В рамках диссертационной работы Белоплов Д. В. занимался исследованием оптического излучения плазмы высоковольтных наносекундных разрядов в неоднородном электрическом поле в условиях генерации убегающих электронов. По теме диссертации опубликовано 16 работ: 11 статей в журналах, входящих в Перечень рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук (из них 2 статьи в журналах, индексируемых Web of Science, 3 статьи в российских научных журналах, переводные версии которых индексируются Web of Science, 4 статьи в российском научном журнале, переводная версия которого индексируется Scopus), 1 монография (соавтор главы), 2 публикации в сборниках докладов материалов конференций (из них 1 публикация в сборнике, индексируемом Scopus), 2 статьи в неиндексируемом иностранном научном журнале. Участвовал в работе 6 научных конференций (из них 5 международных, 1 всероссийская).

В аспирантуре перед ним была поставлена задача – изучить спектральный состав и амплитудно-временные характеристики излучения плазмы высоковольтного наносекундного разряда, инициируемого убегающими электронами, и динамику развития ионизационных процессов в предпробойной стадии. Конкретные цели данной научно-исследовательской работы были следующие: разработать и апробировать оптический метод исследования

динамики ионизационных процессов в предпробойной стадии разряда, инициируемого убегающими электронами, при характерном времени запаздывания пробоя  $\sim 1$  нс; измерить спектральные и амплитудно-временные характеристики излучения плазмы наносекундного импульсно-периодического разряда, инициируемого убегающими электронами, в условиях образования паров материала электродов; определить условия получения наибольшей интенсивности и длительности излучения паров различных металлов (железо, алюминий, медь) при наносекундном импульсно-периодическом разряде.

Данные исследования являются актуальными в связи с перспективностью использования разрядов, инициируемых убегающими электронами, в химии, биологии, медицине, системах контроля аэродинамических потоков и поджига топливных смесей, в технологиях модификации поверхности различных материалов, а также для создания источников спонтанного и вынужденного излучения.

Белоплов Д. В. провел исследования в заданном направлении и решил поставленную задачу. Во время работы Белоплов Д. В. проявил себя как грамотный специалист, который может подготовить и провести эксперименты, а также интерпретировать полученные данные.

По завершению работы были получены следующие важные результаты:

1. Предложен оптический метод исследования динамики ионизационных процессов, протекающих при наносекундном пробое промежутка, заполненного азотом либо азотосодержащей смесью при высоких давлениях, на основе регистрации временного хода интенсивности излучения полос перехода  $C^3\Pi_u - B^3\Pi_g$  молекулы азота из зон, расположенных вдоль промежутка.

2. Показано, что при наносекундном импульсно-периодическом разряде в промежутке с неоднородным распределением напряжённости электрического поля интенсивность излучения полос перехода  $C^3\Pi_u - B^3\Pi_g$  молекулы азота в центре разрядного промежутка выше в 2 и более раз, чем в приэлектродных областях. При этом температура газа в центральной части промежутка в 2–4 раза меньше, чем в приэлектродных областях.

3. Установлено, что в наносекундном импульсно-периодическом разряде в промежутке с неоднородным распределением напряжённости электрического поля при условиях, обеспечивающих согласованный режим нагрузки, люминесценция атомов и ионов металлов не регистрируется.

4. Показано, что при наносекундном импульсно-периодическом разряде в азоте в условиях образования паров меди наблюдается длительная ( $\sim 1-2$  мс) люминесценция атомов меди, возбуждаемых при резонансной передаче энергии с метастабильного  $A^3\Pi_u^+$ -состояния молекулы азота на уровень  $3d^{10}4d$  атома меди. При этом излучение атомов меди сопровождает и визуализирует происходящий в межимпульсном интервале времени процесс разлёта продуктов плазмы разряда в радиальном направлении.

В целом Белоплова Д. В. отличает знание физики, умение проводить расчеты и способность к научно-исследовательской работе. Он проявил себя грамотным экспериментатором и провел уникальные исследования. Это позволило Белоплову Д. В. получить важные научные результаты и подготовить диссертацию.

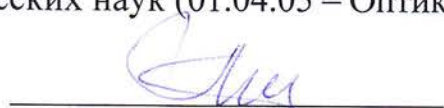
Считаем, что диссертационная работа Белоплотова Д. В. «Оптическое излучение плазмы высоковольтных наносекундных разрядов, формируемых в неоднородном электрическом поле в условиях генерации убегающих электронов» выполнена на высоком уровне и удовлетворяет всем требованиям ВАК. Белоплотов Д. В. достоин присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.05 – Оптика.

Научный руководитель  
заведующий лабораторией оптических излучений  
Института сильноточной электроники СО РАН,  
по совместительству – профессор кафедры квантовой электроники и фотоники  
Томского государственного университета,  
доктор физико-математических наук (01.04.03 – Радиофизика, включая квантовую радиофизику), профессор



Тарасенко Виктор Федотович

Научный консультант  
старший научный сотрудник лаборатории оптических излучений  
Института сильноточной электроники СО РАН,  
по совместительству – ведущий научный сотрудник  
лаборатории интеллектуальных диагностических  
радиационных и лазерно-оптических систем и технологий  
Томского государственного университета,  
доктор физико-математических наук (01.04.05 – Оптика)



Ломаев Михаил Иванович

29 июня 2016 г.

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт сильноточной электроники Сибирского отделения Российской академии наук, 634055, Россия, г. Томск, пр. Академический, 2/3; тел. (3822) 492-392, <http://hcei.tsc.ru>, e-mail: [contact@hcei.tsc.ru](mailto:contact@hcei.tsc.ru)

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский Томский государственный университет», 634050, г. Томск, пр. Ленина, 36; тел. (3822) 529-585, <http://tsu.ru>, e-mail: [rector@tsu.ru](mailto:rector@tsu.ru)

Подписи В. Ф. Тарасенко и М. И. Ломаева удостоверяю:  
Ученый секретарь ИСЭ СО РАН,  
доктор физико-математических наук




И. В. Пегель