

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА 24.1.162.02, СОЗДАННОГО  
НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО  
УЧРЕЖДЕНИЯ НАУКИ ИНСТИТУТА ЯДЕРНОЙ ФИЗИКИ им. Г.И. БУДКЕРА  
СИБИРСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК,  
подведомственного Минобрнауки России, ПО ДИССЕРТАЦИИ  
НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № \_\_\_\_\_  
решение диссертационного совета от 09.12.2022 № 23

О присуждении **Кузьмину Евгению Игоревичу**, гражданину Российской Федерации, ученой степени **кандидата физико-математических наук**.

Диссертация **«Генерация плазмы геликонного ВЧ разряда в неоднородном магнитном поле»** по специальности **1.3.9. Физика плазмы** принята к защите 30.09.2022 (протокол заседания № 17) диссертационным советом 24.1.162.02, созданным на базе Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института ядерной физики им. Г.И. Будкера Сибирского отделения Российской академии наук, подведомственного Минобрнауки России, 630090, г. Новосибирск, проспект академика Лаврентьева, д. 11, приказ о создании диссертационного совета № 105/нк от 11.04.2012.

**Соискатель** Кузьмин Евгений Игоревич, «23» апреля 1994 года рождения, работает младшим научным сотрудником в Федеральном государственном бюджетном учреждении науки Института ядерной физики им. Г.И. Будкера Сибирского отделения Российской академии наук, подведомственном Минобрнауки России.

В 2018 году соискатель окончил Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Новосибирский национальный исследовательский государственный университет», а в 2022 году – аспирантуру Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института ядерной физики им. Г.И. Будкера Сибирского отделения Российской академии наук.

Диссертация выполнена в лаборатории 9-0 Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института ядерной физики им. Г.И. Будкера Сибирского отделения Российской академии наук, подведомственного Минобрнауки России.

**Научный руководитель** – кандидат физико-математических наук, Шиховцев Игорь Владимирович, старший научный сотрудник лаборатории 9-0 Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института

ядерной физики им. Г.И. Будкера Сибирского отделения Российской академии наук.

**Официальные оппоненты:**

1. Бурдовицин Виктор Алексеевич, доктор технических наук, профессор, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники», профессор кафедры физики;
2. Изотов Иван Владимирович, кандидат физико-математических наук, Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный исследовательский центр Институт прикладной физики Российской академии наук», заведующий лабораторией ионных источников

дали **положительные** отзывы на диссертацию.

**Ведущая организация** Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Физико-технический институт им. А.Ф. Иоффе Российской академии наук, г. Санкт-Петербург, в своем положительном отзыве, подписанном Дмитриевым Артемом Михайловичем, кандидатом физико-математических наук, научным сотрудником лаборатории физики высокотемпературной плазмы, и Гусаковым Евгением Зиновьевичем, доктором физико-математических наук, профессором, заведующим лабораторией физики высокотемпературной плазмы, указала, что диссертация соискателя является законченным научным исследованием по актуальной теме, выполненным автором на высоком научном уровне. Представленные в работе результаты являются достоверными, выводы и заключение аргументированы и обоснованы. Диссертационная работа Кузьмина Евгения Игоревича «Генерация плазмы геликонного ВЧ разряда в неоднородном магнитном поле», представленная на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук, удовлетворяет всем критериям, установленным п. 9 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842. Диссертация достойна положительной оценки, а ее автор – Кузьмин Е.И. заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.9. Физика плазмы.

Соискатель имеет 4 опубликованные работы, в том числе по теме диссертации опубликовано 4 работы, из них в рецензируемых научных изданиях опубликовано 4 работы:

1. Studies of the Helicon Plasma Source with Inhomogeneous Magnetic Field / I. V. Shikhvotsev, E. I. Kuzmin, V. I. Davydenko [et al.]. – Текст : электронный // AIP Conference Proceedings (Novosibirsk, Russia, August 2016). – 2016. – Vol. 1771. – P. 070006-1–070006-4.
2. Optimization of power matching and transfer in the helicon plasma discharge / I. D. Maslakov, A. V. Chesnokov, E. I. Kuzmin, I. V. Shikhovtsev. – Текст :



электронный // Journal of Physics: Conference Series. – 2021. – Vol. 2055, nr 1. – P. 012010.

3. Kuzmin, E. I. High-Density Helicon Plasma Source for Linear Plasma Generators / E. I. Kuzmin, I. V. Shikhovtsev. – Текст : электронный // Plasma Physics Reports. – 2021. – Vol. 47, nr 6. – P. 526–535.

4. Conceptual design of the ALIANCE-T mirror experiment / D. Yakovlev, Z. Chen, P. Bagryansky [et al.]. – Текст : электронный // Nuclear Fusion. – 2022. – Vol. 62, nr 7. – P. 16.

Вклад соискателя ученой степени в работы по теме диссертации является определяющим. В диссертации соискателя ученой степени Кузьмина Е.И. отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных им работах, в которых изложены основные научные результаты диссертации.

На диссертацию и автореферат поступили отзывы от:

1. **Бурдовицина Виктора Алексеевича**, доктора технических наук, профессора кафедры физики Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники». В отзыве подчеркивается актуальность работы и новизна подхода к исследованию ВЧ разряда, кратко перечислены основные результаты работы. Оппонент отмечает, что рекомендации, сформулированные автором по итогам исследований по согласованию генератора с плазменной нагрузкой, полезны для разработчиков широкого класса установок с ВЧ-генерацией плазмы, что несомненно указывает на практическую ценность рассматриваемой диссертационной работы. Оппонентом отмечено, что достоверность результатов не вызывает сомнения, имеющиеся замечания не затрагивают сущности научных положений, выносимых на защиту, диссертация соответствует требованиям п. 9 «Положения о присуждении научных степеней», предъявляемым к кандидатским диссертациям.

2. **Изотова Ивана Владимировича**, кандидата физико-математических наук, заведующего лабораторией ионных источников Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный исследовательский центр Институт прикладной физики Российской академии наук». В отзыве перечислены актуальность, содержание и основные результаты работы. Отмечена хорошая структурированность и логическая завершенность работы. Подчеркнута не вызывающая сомнений достоверность полученных результатов. Отмечено, что диссертация является научно-квалификационной работой, совокупность результатов которой можно квалифицировать как решение важных научных проблем, связанных с разработкой источников плазмы на основе геликонного ВЧ разряда и их применения для материаловедческих исследований в области

термоядерного синтеза. В заключительной части отзыва отмечено, что диссертационная работа Е.И. Кузьмина полностью соответствует требованиям п. 9 «Положения о присуждении 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 заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.9. Физика плазмы.

3. На автореферат диссертации поступил отзыв от **Лабусова Владимира Александровича**, доктора технических наук, заведующего лабораторией оптических информационных систем Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института автоматизации и электрометрии Сибирского отделения Российской академии наук. В отзыве приведен краткий обзор основных результатов диссертации, отмечена актуальность и значимость проведенного исследования, также перечислены незначительные замечания. Рецензент подчеркивает, что указанные замечания не снижают общую положительную оценку представленной диссертационной работы, и считает, что ее автор – Кузьмин Е.И. заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.9. Физика плазмы.

**Выбор официальных оппонентов и ведущей организации** обосновывается их высокой компетентностью в области диагностики плазмы, многочисленными исследованиями по теме ВЧ разряда в плазме, работами по ЭЦР нагреву плазмы и значительным количеством научных публикаций по данным темам.

**Диссертационный совет** отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований разработан прототип экспериментальной установки по исследованию плазмы геликонного разряда с неоднородным магнитным полем. Предложена конструкция источника с пробочной конфигурацией магнитного поля с системой из пяти магнитных катушек и увеличенным расстоянием между катушками, находящимися вблизи антенны, что создает в ее области градиент магнитного поля и позволяет проводить исследования влияния неоднородности внешнего поля на параметры геликонного разряда.

**Теоретическая значимость исследования** обоснована тем, что эксперименты по изучению плазмы геликонного разряда в неоднородном магнитном поле позволяют сопоставить теоретические работы по данной теме с реальными результатами. Так, в работе подтверждено изменение области локализации электронного нагрева, зафиксированы существенное увеличение электронной температуры в разряде и влияние направления и величины градиента магнитного поля на плотность плазмы, что было предположено ранее в ряде теоретических работ по теме геликонного разряда в неоднородном магнитном поле.



**Значение полученных соискателем результатов исследования для практики** подтверждается тем, что получены знания о методах согласования нагрузки генератора и импеданса плазмы на высоких мощностях. Также в эксперименте достигнуты высокие параметры плотности плазмы и продемонстрировано эффективное поглощение ВЧ мощности в разряде. Проведенные эксперименты с различными типами ВЧ антенн дают ценные знания об оптимизации геликонной плазмы для прикладных исследований.

**Оценка достоверности результатов исследования** выявила, что для экспериментов, представленных в диссертации, показана высокая воспроизводимость измерений, которые получены с использованием средств диагностики, основанных на различных методах исследования плазмы. Также экспериментальные результаты работы во многом согласуются с исследованиями других авторов по данной тематике.

**Личный вклад соискателя** в получении научных результатов, лежащих в основе диссертации, является определяющим. При участии автора разработаны и внедрены диагностики по измерению электронной температуры и плотности плазмы. Под руководством автора проведены все эксперименты, представленные в диссертации, предложена идея по варьированию тока отдельных катушек. При активном участии соискателя введен в эксплуатацию и согласован генератор мощности, обеспечивающий генерацию плазмы, доработано согласующее устройство. В результате работы автора оптимизирована генерация плазмы, увеличены показатели плотности плазмы и достигнут стабильный режим геликонного ВЧ разряда в источнике, позволяющий проведение материаловедческих экспериментов.

В ходе защиты диссертации д.ф.-м.н., чл.-корр. РАН Левичев Е.Б. задал вопрос о зависимости полученных эффектов от используемой частоты; д.ф.-м.н., академик РАН Кулипанов Г.Н. попросил пояснить терминологию, связанную с разрядом, а также спросил о системе ввода, типе разряда и мощности; д.ф.-м.н. П.А. Багрянский задал уточняющий вопрос о нижнегибридном резонансе; д.ф.-м.н., с.н.с. Кубарев В.В. задал вопрос о компонентах плазмы и температуре ионов в разряде; д.ф.-м.н., профессор РАН Мучной Н. Ю. попросил пояснить характер зависимости графика на 11 слайде и описать природу эффекта; д.ф.-м.н., профессор Котельников И.А. задал вопрос по четвертому слайду, попросив уточнить рекордные плотности и причины их ограничения, спросил о том, достигнуты ли все цели исследования; д.ф.-м.н., Кубарев В. В. дополнил ранее заданный вопрос, спросив о характерной температуре ионов в линейных материаловедческих установках; к.ф.-м.н. Полосаткин С. В. задал вопрос об энергии частиц в разряде и о методах их ускорения.

Соискатель Кузьмин Е.И. согласился с замечаниями, ответил на задаваемые ему в ходе заседания вопросы и привел собственную аргументацию, обосновав свою точку зрения.

Диссертация Кузьмина Е.И. «Генерация плазмы геликонного ВЧ разряда в неоднородном магнитном поле» соответствует всем критериям, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук, установленным в Положении о присуждении ученых степеней, утвержденном постановлением Правительства РФ от 24 сентября 2013 года № 842 с изменениями и дополнениями от 20 марта 2021 года № 426.

На заседании 09.12.2022 диссертационный совет принял решение за разработку ВЧ источника с пробочной конфигурацией магнитных катушек и изучение плазмы геликонного разряда в неоднородном магнитном поле, имеющее большое значение для материаловедческих исследований взаимодействия плазмы с поверхностью материалов на линейных плазменных установках, присудить **Кузьмину Е.И.** ученую степень **кандидата физико-математических наук.**

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 20 человек, из них 7 докторов наук по специальности рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 23 человек, входящих в состав совета, дополнительно введены на разовую защиту 0 человек, проголосовали: за - 19, против - 1.

Председатель диссертационного  
совета 24.1.162.02,  
д.ф.-м.н.

 / Багрянский Петр Андреевич /

Ученый секретарь диссертационного  
совета 24.1.162.02,  
д.ф.-м.н., профессор РАН

 / Лотов Константин Владимирович /

12.12.2022

