

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА 24.1.262.03 НА БАЗЕ
ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ
НАУКИ ФИЗИЧЕСКОГО ИНСТИТУТА ИМ. П.Н. ЛЕБЕДЕВА
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК ПО ДИССЕРТАЦИИ НА
СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от 14 апреля 2025 г. № 10

О присуждении Байдину Ивану Сергеевичу, гражданину Российской Федерации, учёной степени кандидата физико-математических наук.

Диссертация «Генерация высокочастотного радиоизлучения в начальной фазе высоковольтного протяженного искрового разряда в воздухе» по специальности 1.3.2 – «Приборы и методы экспериментальной физики» принята к защите 10 февраля 2025 года (протокол заседания № 9) диссертационным советом 24.1.262.03, созданным 18 октября 2023 года приказом № 1973/нк на базе Федерального государственного бюджетного учреждения науки Физического института им. П.Н. Лебедева Российской академии наук (ФИАН), 119991 ГСП-1 Москва, Ленинский проспект, д. 53.

Соискатель Байдин Иван Сергеевич, 23 мая 1994 года рождения, с 2011 по 2017 год учился в НИЯУ МИФИ на факультете «А», который успешно окончил с дипломом по специальности инженер-физик по направлению «электроника и автоматика физических установок». В 2021 году окончил аспирантуру ФИАН по направлению «Физика и астрономия» с присвоением квалификации «Исследователь. Преподаватель-исследователь» по профилю «Приборы и методы экспериментальной физики». Справка о сдаче кандидатских экзаменов выдана ФИАН в 2024 году.

В период подготовки диссертации с 2015 г. по настоящее время соискатель Байдин Иван Сергеевич работает в отделе физики высоких плотностей энергии (ОФВПЭ) отделения ядерной физики и астрофизики (ОЯФА) Федерального государственного бюджетного учреждения науки Физического института имени П.Н. Лебедева Российской академии наук

(ФИАН), в настоящее время в должности высококвалифицированного научного сотрудника.

Диссертационная работа И.С. Байдина выполнена в отделе физики высоких плотностей энергии отделения ядерной физики и астрофизики ФГБУН Физического института имени П.Н. Лебедева Российской академии наук (ФИАН).

Научный руководитель: кандидат физико-математических наук Огинов Александр Владимирович, высококвалифицированный ведущий научный сотрудник Отдела физики высоких плотностей энергии отделения ядерной физики и астрофизики ФГБУН Физического института имени П.Н. Лебедева Российской академии наук (ФИАН).

Официальные оппоненты:

1. Андреев Степан Николаевич, доктор физико-математических наук, начальник отдела радиوفотоники НИЦ Телекоммуникаций МФТИ
2. Казаков Евгений Давидович, кандидат физико-математических наук, заместитель руководителя отделения плазменных технологий Национального исследовательского центра «Курчатовский институт»

дали положительные отзывы о диссертации.

Ведущая организация – Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ» (НИЯУ МИФИ), город Москва, в своем положительном отзыве, составленном и подписанном доктором физико-математических наук Школьниковым Эдуардом Яковлевичем, заведующим кафедрой электротехники НИЯУ МИФИ, доктором физико-математических наук Кудряшовым Николаем Алексеевичем, председателем совета по аттестации и подготовке научно-педагогических кадров НИЯУ МИФИ и кандидатом физико-математических наук Самарченко Дмитрием Александровичем заместителем директора института общей профессиональной подготовки НИЯУ МИФИ и утверждённом доктором физико-математических наук, профессором Нагорновым Олегом Викторовичем, врио ректора НИЯУ МИФИ, указала, что диссертация выполнена на высоком уровне и удовлетворяет всем требованиям, изложенным в Положении о присуждении учёных степеней, утверждённом постановлением Правительства Российской Федерации № 842 от 24 сентября 2013 г., а соискатель заслуживает присуждения учёной степени кандидата

физико-математических наук по специальности 1.3.2 – «Приборы и методы экспериментальной физики».

Соискатель имеет 16 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации 8 работ, в рецензируемых международных журналах, входящих в базы Web of Science и Scopus [1-8]. Материалы диссертации опубликованы как глава в коллективной монографии под ред. Г.А. Месяца [9]

В диссертации отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных соискателем И.С. Байдиным работах.

Наиболее значимые результаты по теме диссертации опубликованы в статьях:

1. Baidin, I. S., Rodionov, A. A., Oginov, A. V., Shpakov, K. V., Localization of radio emission source in the initial phase of the spark discharge //Bulletin of the Lebedev Physics Institute. – 2021. – Т. 48. – С. 349-352.
2. Байдин И. С., Огинов А. В., Паркевич Е. В., Сверхширокополосная антенна для регистрации радиоизлучения в начальной фазе высоковольтного лабораторного атмосферного разряда //Журнал технической физики. – 2021. – Т. 91. – №. 12. – С. 1910-1915.
3. Parkevich E.V., Shpakov K.V., Baidin I.S., Rodionov A.A., Khirianova A.I., Khirianov T.F., Bolotov Ya.K., Medvedev M.A., Ryabov V.A., Kurilenkov Yu.K., and Oginov A.V., Streamer formation processes trigger intense x-ray and high-frequency radio emissions in a high-voltage discharge //Physical Review E. – 2022. – Т. 105. – №. 5. – С. L053201.
4. Parkevich E. V., Khirianova A. I., Khirianov T. F., Baidin I. S., Shpakov K. V., Rodionov A. A., Bolotov Ya. K., Ryabov V. A., Kurilenkov Yu. K., Samoylov I. S., Ambrozevich S. A., Oginov A. V., Electromagnetic emissions in the MHz and GHz frequency ranges driven by the streamer formation processes //Physical Review E. – 2022. – Т. 106. – №. 4. – С. 045210.
5. Parkevich E. V., Khirianova A. I., Khirianov T. F., Baidin I. S., Shpakov K. V., Tolbukhin D. V., Rodionov A. A., Bolotov Ya. K., Ryabov V. A., Ambrozevich S. A., Oginov A. V., Natural sources of intense ultra-high-frequency radiation in high-voltage atmospheric discharges //Physical Review E. – 2023. – Т. 108. – №. 2. – С. 025201.
6. Parkevich E. V., Khirianova A. I., Khirianov T. F., Baidin I. S., Shpakov K. V., Rodionov A. A., Bolotov Ya. K., Ryabov V. A., Ambrozevich S. A., Oginov A. V., Spectral and Temporal Characteristics of UHF Radiation Generated by a Miniature Electric Spark //Bulletin of the Lebedev Physics Institute. – 2023. – Т. 50. – №. 11. – С. 480-485.

7. Parkevich E. V., Khirianova A. I., Khirianov T. F., Baidin I. S., Shpakov K. V., Rodionov A. A., Bolotov Ya. K., Ryabov V. A., Ambrozevich S. A., Oginov A. V., Temporal correlation between hard x rays and radio emissions in the MHz and GHz frequency ranges generated by a laboratory high-voltage discharge // *Journal of Applied Physics*. – 2023. – Т. 134. – №. 15.

8. Байдин И. С., Огинов А. В., Паркевич Е. В., Хирьянова А. И., Шпаков К. В. Высокоэффективный метод калибровки системы локализации точечных источников СВЧ-излучения // *Письма в ЖТФ*, 2024, том 50, вып. 18 – С. 32-35.

Глава в монографии:

9. И.С. Байдин, Е.В. Паркевич, А.И. Хирьянова, Т.Ф. Хирьянов, К.В. Шпаков, А.А. Родионов, Я.К. Болотов, В.А. Рябов, Ю.К. Куриленков, А.В. Огинов. «Радио-вспышки в МГц и ГГц диапазонах частот, обусловленные процессами формирования стримеров». Глава в коллективной монографии «Быстропротекающие электровзрывные, электронные и электромагнитные процессы импульсной электроники и оптоэлектроники» под ред. Г.А. Месяца. — Москва: РУСАЙНС, 2022. — 290 с., стр. 34-53. ISBN 978-5-466-02607-8

Выбор официальных оппонентов обосновывается их высокой квалификацией и наличием достижений мирового уровня в области радиофизики и физике плазмы газового разряда, а ведущей организации – её репутацией признанного научного центра, проводящего экспериментальные исследования в физике газового разряда.

Диссертация Байдина И.С. посвящена детальному изучению спектральных, пространственных и временных характеристик радиоизлучения, генерирующегося в процессе развития искрового разряда в лабораторных условиях в воздухе.

Актуальность работы обусловлена ее важностью для развития методов диагностики и совершенствования высокочастотной аппаратуры для решения экспериментальных задач в физике газового разряда. Процессы, протекающие в разряде и приводящие к генерации излучений (высокочастотное радиоизлучение, рентгеновское и др.), носят фундаментальный характер. В этом плане исследование формирования разрядов в малых воздушных промежутках в лабораторных условиях, сопровождающихся эмиссией СВЧ, может пролить свет на механизмы генерации других сопутствующих излучений. Разработка методов анализа этого излучения позволит создать, в частности, грозопеленгаторы нового типа, работающие в диапазоне от сотен МГц до десяти ГГц в отличие от современных образцов (10–60 кГц). Это позволит точнее определять области

грозовой активности, что имеет важное значение, например, в безопасности авиасообщений. Таким образом, тема работы И.С. Байдина по изучению генерации высокочастотного радиоизлучения в начальной фазе высоковольтного протяженного искрового разряда в воздухе безусловно является актуальной.

На основании выполненных соискателем исследований были получены и вынесены на защиту следующие результаты:

1. Разработана линейно поляризованная сверхширокополосная антенна (типа Вивальди) с экспоненциальным раскрытием щели, регистрирующая радиоизлучение в диапазоне частот 1,6–9,7 ГГц при коэффициенте стоячей волны по напряжению 1–2 и максимальным абсолютным усилением 7–10 дБ. Разработанная антенна подходит для использования в лабораторных экспериментах по регистрации и изучению свойств радиоизлучения, генерирующегося в начальной фазе высоковольтного протяженного искрового разряда в воздухе.
2. Разработана система радио-регистрации на основе четырех сверхширокополосных антенн для локализации источников СВЧ-излучения во времени и в пространстве с точностью не хуже 100 пс и 12 см.
3. С использованием компактного генератора микроволнового излучения проведена калибровка системы радио-регистрации и достигнута сантиметровая точность локализации источников СВЧ-излучения в пространстве.
4. Эмиссия СВЧ-излучения (1-6 ГГц) наблюдается на предпробойной стадии развития разряда, когда первые встречные стримеры с анода контактируют с катодом. Эмиссия носит затухающий характер. Источники СВЧ-излучения локализованы вблизи поверхности катода или на расстоянии около 10-20 см от его поверхности.

Все результаты, представленные автором, являются новыми. Научная новизна обусловлена тем, что:

1. Вспышки СВЧ излучения, испускаемые натурными и лабораторными искровыми разрядами, наблюдались и ранее, но регистрировались узкополосными антеннами и за времена порядка единиц микросекунд. Автором впервые проведено исследование СВЧ излучения на предпробойной стадии развития разряда, длящегося от единиц до сотен наносекунд в различных условиях протекания искрового разряда.

2. Для калибровки системы локализации был использован нестандартный, но наглядный и практичный метод калибровки и исправления систематических ошибок локализации источника вспышек СВЧ излучения.

3. Впервые проведена локализация источника радиоизлучения, наблюдаемого в высоковольтном протяженном искровом разряде в воздухе, в полосе частот до 6 ГГц.

4. Впервые определены пространственные и временные характеристики источников СВЧ излучения искрового разряда в воздухе с точностями не хуже 100 пс и 12 см.

Достоверность и обоснованность результатов, полученных в диссертационной работе, подтверждена многократным их воспроизведением во многих экспериментах с использованием современного оборудования и современных методов статистической обработки результатов измерений.

Научная и практическая значимость полученных соискателем результатов исследования состоит в первую очередь в определении параметров СВЧ излучения протяженных атмосферных разрядов, что позволяет использовать полученные данные для диагностики такого типа разрядов. Описанные методы анализа СВЧ сигналов могут быть использованы для создания новых методов защиты от грозовых явлений. Понимание процесса плазмообразования, приводящего к генерации вспышек СВЧ, позволит в будущем учитывать эти эффекты в других мощных электрофизических устройствах и системах, востребованных во многих практических приложениях. Регистрация и локализация источника высокочастотного радиоизлучения сверхширокополосными антеннами является новым и эффективным методом, дополняющим комплексную диагностику в связке с другими методами регистрации излучений газового разряда.

Все основные результаты, включенные в диссертацию Байдина Ивана Сергеевича, получены лично или при его непосредственном участии. Автором лично проведен расчет и моделирование сверхширокополосных антенн типа Вивальди и их модификаций, приведённых в данной работе. Все экспериментальные результаты, приведенные в данной работе, были получены либо лично самим автором, либо при его определяющем участии. Автором лично разработан компактный генератор микроволн для калибровки системы регистрации и локализации источника СВЧ излучения. Автором предложен метод восстановления местоположения источника вспышек СВЧ излучения при помощи четырёх сверхширокополосных антенн. Автором проведена локализация источника радиоизлучения, рассчитаны погрешности

и представлена визуализация расположения источника в пространстве внутри разрядного промежутка.

В работе [3] (см. стр. 3) Байдин И. С. и Родионов А. А. являются соавторами. Данная статья приведена в оборе литературы на странице 47 в главе 3 диссертационной работы Родионова А.А., показывающей результаты исследований угловой анизотропии параметров жесткого рентгеновского излучения. Таким образом, результаты, описанные в статье [3] и используемые каждым из упомянутых авторов в своих диссертационных работах, не пересекаются, так как относятся к разным диапазонам электромагнитного излучения.

В ходе защиты соискатель Байдин И. С. аргументированно ответил на заданные ему вопросы членов диссертационного совета, а также на замечания ведущей организации и оппонентов.

На заседании 14 апреля 2025 года диссертационный совет принял решение присудить Ивану Сергеевичу Байдину учёную степень кандидата физико-математических наук за развитие методов диагностики и высокочастотной аппаратуры для решения экспериментальных научных задач в физике газового разряда.

При проведении тайного голосования члены диссертационного совета в количестве 11 человек, из них 5 докторов наук по специальности рассматриваемой диссертации (1.3.2 – «Приборы и методы экспериментальной физики»), участвовавшие в заседании, из 14 человек, входящих в состав совета, проголосовали:

за присуждение учёной степени – 11,
против присуждения учёной степени – 0,
недействительных бюллетеней – 0.

Председатель диссертационного совета

академик РАН, д.ф.-м.н.,

профессор

Данилов Михаил Владимирович

Учёный секретарь диссертационного совета

д.ф.-м.н.

Баранов

Баранов Сергей Павлович

14 апреля 2025 г.