

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА 24.1.223.02, СОЗДАННОГО
НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО
УЧРЕЖДЕНИЯ НАУКИ ФЕДЕРАЛЬНОГО ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОГО
ЦЕНТРА «ИНСТИТУТ ОБЩЕЙ ФИЗИКИ ИМ. А.М. ПРОХОРОВА
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК» ПО ДИССЕРТАЦИИ НА
СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от 26 сентября 2023 г. № 266

О присуждении Баймлеру Илье Владимировичу, гражданину РФ,
ученой степени кандидата физико-математических наук.

Диссертация «Физико-химические процессы в коллоидах наночастиц металлов при лазерно-индуцированном пробое» по специальности 1.3.19. Лазерная физика принята к защите «06» июля 2023 г. (протокол заседания № 258) диссертационным советом 24.1.223.02 на базе Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Институт общей физики им. А.М. Прохорова Российской академии наук» (119991 Москва, ул. Вавилова, 38, приказ о возобновлении деятельности совета по защите диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук Д 002.063.03 от 18.11.2020 г. № 683/нк).

Соискатель Баймлер Илья Владимирович 1995 года рождения. В 2019 году соискатель окончил магистратуру в Федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего образования «Московский физико-технический институт (национальный исследовательский университет)» (МФТИ) по направлению 03.04.01 Прикладные математика и физика. В 2023 году соискатель окончил очную аспирантуру Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Московский физико-технический институт (национальный исследовательский университет)» (МФТИ) по

направлению 03.06.01 «Физика и астрономия» по специальности 01.04.21 – Лазерная физика.

Соискатель работает в должности младшего научного сотрудника в Центре биофотоники Федерального государственного бюджетного учреждения науки Федерального исследовательского центра «Институт общей физики им. А.М. Прохорова Российской академии наук» (ИОФ РАН).

Диссертация выполнена в Центре биофотоники ИОФ РАН.

Научный руководитель – Гудков Сергей Владимирович, доктор биологических наук, профессор, профессор РАН, главный научный сотрудник, руководитель Центра биофотоники Федерального государственного бюджетного учреждения науки Федерального исследовательского центра «Институт общей физики им. А.М. Прохорова Российской академии наук».

Официальные оппоненты:

Кудряшов Сергей Иванович, доктор физико-математических наук, профессор, ведущий научный сотрудник, заведующий лабораторией лазерной нанофизики и биомедицины Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Физический институт им. П.Н. Лебедева Российской академии наук»,

Новаковская Юлия Вадимовна, доктор физико-математических наук, профессор кафедры физической химии Химического факультета Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова»,

дали положительные отзывы о диссертации.

Ведущая организация Федеральное государственное учреждение «Федеральный научно-исследовательский центр «Кристаллография и фотоника» Российской академии наук в своем положительном заключении, подписанном доктором физико-математических наук, главным научным сотрудником лаборатории лазерной химии Института фотонных технологий

ФНИЦ «Кристаллография и фотоника» РАН Свиридовым Александром Петровичем, кандидатом физико-математических наук, старшим научным сотрудником лаборатории биофотоники Института фотонных технологий ФНИЦ «Кристаллография и фотоника» РАН Омельченко Александром Ивановичем, и утвержденном Алексеевой О.А., доктором физико-математических наук, директором ФНИЦ «Кристаллография и фотоника» РАН, указала, что диссертация Баймлера Ильи Владимировича на тему «Физико-химические процессы в коллоидах наночастиц металлов при лазерно-индуцированном пробое» полностью отвечает критериям, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук в соответствии с п.9 и п.13 Положения, утвержденного Правительством РФ «О присуждении ученых степеней» от 24.09.2013 г. № 842, а ее автор Баймлер И.В. заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.19. Лазерная физика.

Соискатель имеет 33 опубликованных работы, в том числе по теме диссертации опубликовано 12 работ в рецензируемых научных изданиях, Рекомендованных ВАК РФ.

Список наиболее значительных работ:

1. **Baimler I.V.**, Simakin A.V., Gudkov S.V. (2021). Investigation of the laser-induced breakdown plasma, acoustic vibrations and dissociation processes of water molecules caused by laser breakdown of colloidal solutions containing Ni nanoparticles. *Plasma Sources Science and Technology*, 30(12).
2. **Baimler I.V.**, Simakin A.V., Chevokin V.K., Podvyaznikov V.A., Gudkov S.V. (2021). Features of optical breakdown of aqueous colloidal solutions of ferric oxide (Fe₂O₃) nanoparticles occurring on individual or on two closely located nanoparticles. *Chemical Physics Letters*, 776.
3. **Baimler I.V.**, Lisitsyn A.B., Gudkov S.V. (2020). Influence of gases dissolved in water on the process of optical breakdown of aqueous solutions of Cu nanoparticles. *Frontiers in Physics*, 8.

4. **Baimler I.V.**, Simakin A.V, Uvarov O.V, Volkov M.Y., Gudkov S.V. (2020). Generation of hydroxyl radicals during laser breakdown of aqueous solutions in the presence of Fe and Cu nanoparticles of different sizes. *Physics of Wave Phenomena*, 28(2), 107–110.
5. **Baimler I.V.**, Lisitsyn A.B., Gudkov S.V. (2020). Water decomposition occurring during laser breakdown of aqueous solutions containing individual gold, zirconium, molybdenum, iron or nickel nanoparticles. *Frontiers in Physics*, 8.
6. Gudkov S.V., **Baimler I.V.**, Uvarov O.V., Smirnova V.V., Volkov M.Y., Semenova A.A., Lisitsyn A.B. (2020). Influence of the Concentration of Fe and Cu Nanoparticles on the Dynamics of the Size Distribution of Nanoparticles. *Frontiers in Physics*, 8.
7. Gudkov S.V., Astashev M.E., **Baimler I.V.**, Uvarov O.V., Voronov V.V., Simakin A.V. (2022). Laser-Induced Optical Breakdown of an Aqueous Colloidal Solution Containing Terbium Nanoparticles: The Effect of Oxidation of Nanoparticles. *The Journal of Physical Chemistry B*, 126(30), 5678-5688.
8. Simakin A.V, Astashev M.E., **Baimler I.V.**, Uvarov O.V, Voronov V.V, Vedunova M.V, Sevost'yanov M.A., Belosludtsev K.N., Gudkov S.V. (2019). The Effect of Gold Nanoparticle Concentration and Laser Fluence on the Laser-Induced Water Decomposition. *The Journal of Physical Chemistry B*, 123(8), 1869–1880.

На автореферат поступило 3 отзыва:

1. От Козлова Валерия Анатольевича, кандидата физико-математических наук, доцента кафедры ФН-4 «Физика» Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана (Национальный исследовательский университет)». Отзыв положительный. Содержит одно замечание: В тексте автореферата нет информации о том, на каком расстоянии от акустического датчика происходил оптический пробой.

2. От Чирикова Сергея Николаевича, кандидата физико-математических наук, доцента, старшего научного сотрудника отдела лазерных и плазменных технологий офиса образовательных программ Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ». Отзыв положительный, есть замечание: в тексте автореферата присутствует общее описание методики получения наночастиц, использовавшихся в работе, однако не приводятся данные описывающих полученные наночастицы, например, распределение по размерам или изображения с просвечивающего электронного микроскопа.

3. От Гурбатова Сергея Николаевича, доктора физико-математических наук, профессора, главного научного сотрудника, заведующего кафедрой акустики Радиофизического факультета Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского». Отзыв положительный, есть два замечания: 1) при описании результатов третьей главы указано, что различное содержание окисленных наночастиц тербия на оптический пробой изменяет интенсивность наблюдаемых при пробое процессов, однако в тексте автореферата отсутствуют рисунки или графики, описывающие этот эффект. 2) в тексте автореферата не указано, при какой температуре проводились эксперименты, поддерживалась ли постоянная температура коллоидов, и если да, то каким образом это осуществлялось.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается высокой степенью их компетентности в вопросах лазерной физики и широко известными достижениями в соответствующей области науки, что позволяет им подтвердить достоверность полученных результатов, а также оценить научно-практическую значимость рассматриваемой в диссертации проблемы.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

изучено влияние наночастиц и их параметров на динамику развития плазмы пробоя и интенсивность акустических сигналов при оптическом пробое коллоидов наночастиц;

исследовано влияние наночастиц и их параметров на процессы генерации химических продуктов при оптическом пробое коллоидов наночастиц;

установлена взаимосвязь физических и химических процессов, наблюдаемых при оптическом пробое коллоидов наночастиц;

исследовано влияние типа растворителя и растворенных газов на интенсивность физико-химических процессов при оптическом пробое коллоидов наночастиц.

Теоретическая значимость исследований обоснована тем, что на сегодняшний момент не существует завершённой теоретической модели лазерного пробоя на наноразмерных объектах в жидкости, которая бы одновременно рассматривала и учитывала процессы образования лазерной плазмы, ударных волн, кавитационных пузырей, продуктов разложения молекул жидкости. Накопление экспериментальных данных позволит приблизиться к разработке такой модели.

Научная новизна диссертации заключается в следующем.

В работе впервые показано, что при облучении водных коллоидных растворов наночастиц импульсным излучением Nd:YAG лазера наносекундной длительности на длине волны 1064 нм существует значение концентрации ($n = 10^{10}$ НЧ/мл), при котором наблюдаемые при лазерном пробое физические и химические процессы происходят наиболее интенсивно. Впервые экспериментально продемонстрировано, что при высоких концентрациях наночастиц пробой может развиваться на близкорасположенных друг к другу центрах. Впервые показано, что присутствие в облучаемом коллоиде примесей с различными концентрациями может влиять на акустические и ультразвуковые сигналы, регистрируемые при пробое. Показано, что интенсивность физико-химических процессов определяются концентрацией, типом материала и

размерами частиц. Другими факторами, влияющими на процесс пробоя коллоидов наночастиц, являются тип растворенных в облучаемом коллоиде газов, а также тип жидкости, используемой в качестве растворителя.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается следующим.

Полученные в диссертационной работе результаты и выводы в перспективе могут послужить основой нового представления о физических и химических процессах, происходящих при оптическом пробое жидких сред в присутствии наноразмерных частиц. Полученные в исследовании данные об оптическом пробое коллоидных растворов металлических наночастиц также могут найти применение в некоторых областях технологии, в частности, могут быть использованы для решения задачи об увеличении эффективности технологий лазерного синтеза и функционализации наночастиц и наноматериалов методом лазерной абляции и фрагментации в жидкости, лазерно-индуцированной спектроскопии плазмы пробоя в присутствии наночастиц, технологии ударно-волновой обработки поверхностей, ряда методик дистанционного контроля и детектирования наличия примесей в жидкостях и экспресс-анализа их концентраций.

Оценка достоверности результатов исследования выявила, что все выводы диссертации обоснованы и подтверждены данными лабораторных и научных экспериментов, проведенных с применением специально разработанных методик при использовании современного научного оборудования, комплекса программного обеспечения и аналитическими расчетами. Работы отечественных и зарубежных авторов в области лазерной абляции в жидкости, лазерно-индуцированной эмиссионной спектроскопии, оптического пробоя в газах и жидкостях легли в основу теоретических и методологических разработок и исследований, представленных в работе. Анализ полученных результатов производился с использованием методов статистической обработки данных.

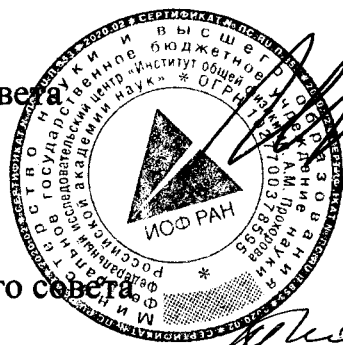
Личный вклад соискателя состоит в непосредственной разработке и создании экспериментальных систем и проведении экспериментов, анализе полученных результатов, написании текста публикаций.

Соискатель Баймлер И.В. ответил на задаваемые ему в ходе заседания вопросы, ответил на замечания и привел собственную аргументацию.

На заседании 26 сентября 2023 г. диссертационный совет принял решение присудить Баймлеру И.В. ученую степень кандидата физико-математических наук за решение научных задач, касающихся изучения физических и химических процессов, наблюдаемых при оптическом пробое коллоидных растворов металлических частиц под действием наносекундного лазерного излучения и определении влияния параметров наночастиц на эти процессы.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 19 человек, из них 8 докторов наук по специальности рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 24 человек, входящих в состав совета, дополнительно введены на разовую защиту «0» человек, проголосовали: за «18», против «нет», недействительных бюллетеней «1».

Председатель диссертационного совета
академик РАН



И.А. Щербаков
И.А. Щербаков

Ученый секретарь диссертационного совета
канд. физ.-мат. наук

Т.Б. Воляк
Т.Б. Воляк

27 сентября 2023 г.