

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА 24.1.129.01, СОЗДАННОГО
НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО
УЧРЕЖДЕНИЯ НАУКИ ИНСТИТУТА ТЕПЛОФИЗИКИ ИМ. С.С. КУТАТЕЛАДЗЕ
СИБИРСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК
ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № _____
решение диссертационного совета от 03.09.2025 № 8/2025

О присуждении Родионову Алексею Александровичу, гражданину Российской
Федерации, учёной степени кандидата физико-математических наук

Диссертация «Плазменно-индуцированные эффекты при наносекундной лазерной абляции и их роль в формировании супергидрофильных структур» по специальности 1.3.14. Теплофизика и теоретическая теплотехника принята к защите 04.06.2025, протокол № 6/2025 диссертационным советом 24.1.129.01, созданным на базе Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института теплофизики им. С.С. Кутателадзе Сибирского отделения Российской академии наук (ИТ СО РАН) Министерства науки и высшего образования Российской Федерации, 630090, г. Новосибирск, проспект Академика Лаврентьева, 1, приказы Минобрнауки России от 11.04.2012 № 105/нк, от 03.06.2021 № 561/нк.

Соискатель Родионов Алексей Александрович, 27.12.1995 года рождения, на момент защиты диссертации работает в должности младшего научного сотрудника в лаборатории физико-химических процессов в энергетике ИТ СО РАН. В 2021 году соискатель с отличием окончил магистратуру НГУ по направлению 03.04.02 – Физика, в 2025 году окончил очную аспирантуру Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института теплофизики им. С.С. Кутателадзе Сибирского отделения Российской академии наук Министерства науки и высшего образования Российской Федерации по научной специальности 1.3.14. Теплофизика и теоретическая теплотехника.

Диссертация выполнена в лаборатории физико-химических процессов в энергетике Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института теплофизики им. С.С. Кутателадзе Сибирского отделения Российской академии наук. Научный руководитель – Старинский Сергей Викторович, доктор физико-математических наук основное место работы: Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт теплофизики им. С.С. Кутателадзе Сибирского отделения Российской академии наук, заведующий лабораторией физико-химических процессов в энергетике.

Официальные оппоненты:

Феоктистов Дмитрий Владимирович, кандидат технических наук (05.14.04 – Промышленная теплоэнергетика), доцент, заместитель директора Исследовательской

школы физики высокоэнергетических процессов федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский Томский политехнический университет»;

Жуков Владимир Петрович, доктор физико-математических наук (01.02.05 – Механика жидкости, газа и плазмы), ведущий научный сотрудник лаборатории вычислительных технологий Федерального государственного бюджетного научного учреждения "Федеральный исследовательский центр информационных и вычислительных технологий" – дали положительные отзывы на диссертацию Родионова Алексея Александровича.

Ведущая организация:

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт теплофизики Уральского отделения Российской академии наук, г. Екатеринбург, в своем положительном заключении, подписанном Виноградовым Андреем Владимировичем, доктором физико-математических наук, заведующим лабораторией фазовых переходов и неравновесных процессов Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института теплофизики Уральского отделения Российской академии наук, указала, что «диссертация является законченной научно-квалификационной работой, в которой последовательно исследованы сложные процессы тепломассообмена при наносекундном лазерном синтезе функциональных материалов в вакууме, фоновом газе и жидкости. Практическая значимость работы обусловлена возможностью использования полученных данных для создания покрытий, применяемых для задач сепарации водонефтяных эмульсий, интенсификации теплообмена, плазмоники (оптические фильтры), самоочистки. К важным практическим результатам можно отнести демонстрацию возможности создания супергидрофильных покрытий, обладающих высокой прозрачностью в видимом и ИК диапазонах, а также супергидрофильных поверхностей с повышенным коэффициентом поглощения».

Соискатель имеет 15 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации опубликовано 6 работ, из них в рецензируемых научных изданиях, рекомендованных ВАК, опубликовано 5 работ, общим объемом 41 страниц. Проведена хорошая апробация работы на международных и всероссийских конференциях.

Наиболее значимые научные работы по теме диссертации Родионова Алексея Александровича:

1. Родионов А. А., Старинский С. В., Шухов Ю. Г., Булгаков А. В. Осаждение оксидных наноструктур наносекундной лазерной абляцией кремния в кислородсодержащем фоновом газе // Теплофизика и аэромеханика. –2021. – Т. 28, № 4. – С. 585-590.

2. Родионов А.А., Мельник А.В., Суляева В.С., Шухов Ю.Г., Васильев М.М., Старинский С.В. Осаждение прозрачных покрытий Al_2O_3 с экстремальными свойствами смачивания методом наносекундной лазерной абляции алюминия в фоновом кислороде // Письма в ЖТФ. – 2023. – Т. 17. – С. 25-28.

3. Starinskiy S. V., Rodionov A. A., Shukhov Yu. G., Safonov A. I., Maximovskiy E. A., Sulyaeva V. S., Bulgakov A. V. Formation of periodic superhydrophilic microstructures by infrared nanosecond laser processing of single-crystal silicon // Appl. Surf. Sci. – 2020. – Vol. 512, Article No. – 145753.

4. Starinskiy S.V., Starinskaya E.M., Miskiv N.B., Rodionov A.A., Ronshin F.V., Safonov A.I., Lei M.K., Terekhov V.V. Spreading of impacting water droplet on surface with fixed microstructure and different wetting from superhydrophilicity to superhydrophobicity // Water. – 2023. – Vol. 15, №. 4, P. 719.

На автореферат диссертации поступило 4 отзыва. Все отзывы положительные. В отзывах отмечено, что исследование является законченным и выполнено на высоком научном уровне, тема работы является актуальной, полученные результаты обладают научной новизной и способствуют развитию представлений о плазменно-индуцированных эффектах, сопровождающих наносекундную лазерную абляцию, а также пониманию механизмов формирования супергидрофильных и высокопоглощающих структур на основе кремния и оксида алюминия, что обеспечивает новые возможности управления оптическими и смачивающими свойствами материалов.

В отзыве на автореферат к.ф.-м.н. **Достовалова А. В.**, ведущего научного сотрудника лаборатории волоконной оптики Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института автоматики и электрометрии Сибирского отделения Российской академии наук содержится одно замечание: «В тексте автореферата отсутствует упоминание или сравнение представленного метода и результатов с ранее полученными в группе проф. Eric Mazur из Гарвардского университета с использованием лазерного воздействия фемтосекундной длительности импульсов [Tsing-Hua Her, Richard J. Finlay, Claudia Wu, Shrenik Deliwala, Eric Mazur; Microstructuring of silicon with femtosecond laser pulses. Appl. Phys. Lett. 21 September 1998; 73 (12): 1673–1675]».

В отзыве на автореферат д.ф.-м.н. **Ковалева О. Б.**, профессора, главного научного сотрудника, заведующего лабораторией «Физика плазменно-дуговых и лазерных процессов» ФГБУН Института теоретической и прикладной механики им. С.А. Христиановича СО РАН, замечаний нет.

В отзыве на автореферат к.т.н. **Пушкарева А. В.**, доцента, заведующего кафедрой медицинской техники ФГБОУ ДПО "Российская медицинская академия непрерывного

профессионального образования" Министерства здравоохранения Российской Федерации, замечаний нет.

В отзыве на автореферат д.ф.-м.н. **Ряполова П. А.**, доцента, декана естественно-научного факультета ФГБОУ ВО «Юго-Западный государственный университет» замечаний нет.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается их высокой квалификацией в областях науки, непосредственно связанных с темой диссертации. Ведущая организация является одним из лидеров в области теплофизики и гидрогазодинамики; наряду с традиционными исследованиями развиты работы по высокотемпературной теплофизике, двухфазным теплопередающим устройствам, энергетике и энергосбережению, а также по неравновесным процессам, в ней работают специалисты, которые могут дать полноценную экспертную оценку научной и практической значимости результатов работы (д.ф.-м.н. Скрипов П. В., д.ф.-м.н. Виноградов А. В., к.т.н. Шангин В. В. и др.). Официальные оппоненты д.ф.-м.н. Жуков В.П. и к.т.н. Феоктистов Д.В. являются признанными специалистами в области теплофизики и механики газа и жидкости, что подтверждается наличием у них публикаций научных работ в данной области исследований, в том числе соответствующих тематике диссертационного исследования соискателя, опубликованных в рецензируемых научных изданиях.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований установлено, что наличие наночастиц Ag и Au не влияет на степень окисления покрытий, тогда как повышение температуры подложки от 20 до 600 °C приводит к росту стехиометрического коэффициента с 1,4 до 2; впервые показана возможность синтеза прозрачных (коэффициент пропускания свыше 60% в видимом и ИК диапазонах) супергидрофильных покрытий на основе Al_2O_3 методом лазерной абляции в фоновом кислороде; выявлена взаимосвязь между массовым потоком аблированного кремния и диапазоном плотности энергии лазерного излучения (1–4 Дж/см²), при котором формируется конусообразная микроструктура «чёрного кремния»; впервые обнаружена и объяснена немонотонная зависимость массового потока кремния на длине волны 532 нм вблизи порога модификации (~0,5 Дж/см²).

Теоретическая значимость работы обоснована развитием представлений о процессах, протекающих в ходе наносекундной лазерной абляции. Особое внимание уделено изучению влияния плазменной экранировки на массовый поток аблированного вещества. Совокупность накопленных данных позволит более точно управлять процессами, протекающими в ходе лазерной абляции, и, как следствие, улучшить

контроль над процессом осаждения материала. Представленные в диссертационной работе данные могут найти применение в исследовательских институтах, занимающихся проблемами лазерной обработки материалов и теплофизики (ФГБУН Институт теплофизики им. С.С. Кутателадзе Сибирского отделения Российской академии наук, ФГБУН Институт лазерной физики Сибирского отделения Российской академии наук, ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр Институт прикладной физики им. А.В. Гапонова-Грехова Российской академии наук» и др.).

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что полученные в работе данные позволяют разработать рекомендации по созданию функциональных покрытий для задач сепарации водонефтяных эмульсий, интенсификации теплообмена, плазмоники (оптические фильтры) и самоочистки; в работе продемонстрирована возможность синтеза супергидрофильных покрытий с высокой прозрачностью в видимом и ИК диапазонах, а также супергидрофильных поверхностей с повышенным коэффициентом поглощения.

Оценка достоверности результатов исследования выявила, что достоверность полученных результатов обеспечивается использованием современных методов диагностики и высокоточного оборудования. Экспериментальные режимы, выбранные для исследования, отличаются высокой воспроизводимостью и согласуются с результатами, полученными в работах других авторов. Достоверность полученных данных обусловлена также публикацией результатов исследований в жестко рецензируемых научных журналах.

Основные результаты, включенные в диссертацию и выносимые на защиту, получены соискателем лично. Личный вклад соискателя состоял в постановке и проведении эксперимента, обработке данных, анализе и интерпретации результатов. Все экспериментальные данные, представленные в диссертации, были получены лично автором или при непосредственном участии автора. Все демонстрационные эксперименты проведены на образцах, подготовленных автором. Соискатель принимал активное участие в разработке и модификации экспериментальных стендов. Разработка и создание блока управления, а также пользовательского интерфейса для системы трехкоординатного позиционирования выполнены автором лично. Постановка задач осуществлялась как совместно с научным руководителем д.ф.-м.н. Старинским С.В., так и соискателем самостоятельно.

Диссертационным советом 24.1.129.01 сделан вывод о том, что диссертация Родионова Алексея Александровича представляет собой научно-квалификационную работу, в которой решена научная задача исследования влияния плазменно-

индуцированных эффектов при наносекундной лазерной абляции на формирование супергидрофильных прозрачных и высокопоглощающих структур на основе оксида алюминия и кремния, имеющая существенное значение для развития теплофизики низкотемпературной плазмы применительно к задачам интенсификации тепломассообмена и солнечной энергетики. Представленная диссертационная работа соответствует критериям п. 9 Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации № 842 от 24.09.2013.

На заседании 03 сентября 2025 года диссертационный совет 24.1.129.01 принял решение присудить Родионову Алексею Александровичу ученую степень кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.14. Теплофизика и теоретическая теплотехника.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 21 человек, из них 9 докторов наук по профилю специальности 1.3.14. Теплофизика и теоретическая теплотехника, участвовавших в заседании, из 21 человек, входящих в состав совета, проголосовали за присуждение ученой степени – 20, против – 0, недействительных бюллетеней – 1.

03 сентября 2025 года

Председатель
диссертационного совета
академик РАН




Д.М. Маркович

Ученый секретарь
диссертационного совета
профессор РАН


В.В. Терехов