

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА 24.1.262.04,
СОЗДАННОГО 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 19 мая 2025 года № 44

О присуждении Якупову Эдуарду Олеговичу, гражданину Российской Федерации, учёной степени кандидата физико-математических наук.

Диссертация «Исследование механизмов формирования пространственно-временных структур, возникающих на движущемся фронте реакции» по специальности 1.3.3. — Теоретическая физика принята к защите 10 марта 2025 года (протокол заседания № 42) диссертационным советом 24.1.262.04 созданным 18 октября 2023 года приказом № 1975/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 Якупов Эдуард Олегович, 15 августа 1991 года рождения, в 2016 году окончил Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина» по направлению подготовки 03.04.02 — Физика. С 2016 года обучался в аспирантуре ФИАН по направлению «Физика и астрономия» и закончил её в 2020 году. Справка об обучении и сдаче кандидатских экзаменов выдана ФИАН в 2020 году. С 2020 г. работает в ФИАН в должности высококвалифицированного младшего

научного сотрудника в Лаборатории нелинейной динамики и теоретической биофизики Отделения теоретической физики им. И.Е. Тамма (ОТФ).

Диссертационная работа Э.О. Якупова выполнена в Лаборатории нелинейной динамики и теоретической биофизики отделения «Отдел теоретической физики им. И.Е. Тамма» ФИАН.

Научный руководитель: доктор физико-математических наук, Полежаев Андрей Александрович, высококвалифицированный главный научный сотрудник ОТФ ФИАН.

Официальные оппоненты:

1. Киверин Алексей Дмитриевич, доктор физико-математических наук, заведующий Лабораторией вычислительной физики Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Объединенный институт высоких температур Российской академии наук» (ОИВТ РАН);
2. Дмитричев Алексей Сергеевич, кандидат физико-математических наук, старший научный сотрудник отдела нелинейной динамики ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр Институт прикладной физики им. А.В. Гапонова-Грехова Российской академии наук»

дали положительные отзывы о диссертации.

Ведущая организация – Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова», в своем положительном отзыве, составленном доктором физико-математических наук, профессором Смирновым Николаем Николаевичем и утвержденным доктором физико-математических наук Федяниным Андреем Анатольевичем, проректором МГУ, указала, что диссертация удовлетворяет требованиям, изложенным в Положении о присуждении ученых степеней, утвержденном постановлением Правительства Российской Федерации № 842 от 24 сентября

2013 г., а соискатель заслуживает присуждения учёной степени кандидата физико-математических наук.

Соискатель имеет 10 работ, опубликованных в рецензируемых научных журналах. По теме диссертации опубликовано 6 работ, в том числе 6 работ, индексируемых в базе данных Web of Science.

В диссертации отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных соискателем Э. О. Якуповым работах.

Наиболее значимые результаты по теме диссертацию опубликованы в работах:

1. Якупов Э. О., Полежаев А. А. Исследование механизма возникновения автоволновых структур на фронте реакции. //Краткие сообщения по физике Физического института им. П.Н. Лебедева Российской Академии Наук. – 2018. – Т. 45. – С. 3—10.
2. Yakupov E. O. et al. Investigation of the mechanism of emergence of autowave structures at the reaction front //Physical Review E. – 2019. – Т. 99. – №. 4. – С. 042215.
3. Yakupov E. O., Gubernov V. V., Polezhaev A. A. Mathematical modeling of spatiotemporal patterns formed at a traveling reaction front //Chaos: An Interdisciplinary Journal of Nonlinear Science. – 2020. – Т. 30. – №. 8.
4. Якупов Э. О., Губернов В. В., Полежаев А. А. Моделирование волновых структур на фронте горения //Известия вузов. ПНД. – 2021. – Т. 29, – № 4. – С. 538—548.
5. Якупов Э. О., Губернов В. В., Полежаев А. А. Теоретическое исследование образования неоднородных структур на фронте горения на основе редуцированной модели. //Краткие сообщения по физике Физического института им. П.Н. Лебедева Российской Академии Наук. – 2022. – Т. 49. – №. 10. – С. 35—46.

6. Yakupov E. O., Gubernov V. V., Polezhaev A. A. Formation of spiral structures in rich-hydrogen air flames at elevated pressures //International Journal of Hydrogen Energy. – 2024. – Т. 49. – С. 784-795.

На автореферат диссертации поступил отзыв от доктора физико-математических наук, заведующего кафедры высшей математики ФГАОУ ВО Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого, профессора Сысоева Ильи Вячеславовича. Отзыв подчеркивает значимость полученных соискателем результатов для углубления понимания процесса зарождения и распространения структур. В отзыве указывается на необходимость большего внимания к типу устойчивой точки при проведении анализа системы. За исключением указанного замечания, подчеркивается, что представленные материалы достаточны и обоснованы, следовательно, соискатель заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.3. — Теоретическая физика.

Выбор Киверина Алексея Дмитриевича в качестве оппонента обоснован его высокой квалификацией и наличием достижений мирового уровня в области газодинамики высокотемпературных процессов.

Выбор Дмитричева Алексея Сергеевича в качестве оппонента обоснован его высокой квалификацией и наличием достижений мирового уровня в области нелинейной динамики и структурообразования.

Выбор ведущей организации обосновывается высокой научной квалификацией сотрудников МГУ, полученными ими научными результатами мирового уровня и многолетним опытом проведения научных исследований по сходной тематике.

Диссертационная работа Якупова Э.О. посвящена решению задач в области нелинейной динамики, описанию автоволновых и диссипативных структур, возникающих на движущемся фронте реакции.

Актуальность данной работы обусловлена тем, что изучение автоволновых и диссипативных структур на движущемся фронте реакции в

нелинейных динамических системах важно как с теоретической, так и с прикладной точек зрения, но при этом остаётся в значительной степени нерешённой научной проблемой. Особый интерес представляют химические системы, особенно процессы горения в предварительно смешанных газовых смесях, где структуры возникают за счёт диффузионно-тепловой неустойчивости фронта пламени. Это исследование открывает возможности для понимания пространственно-временной самоорганизации в реальных физико-химических процессах.

На основании выполненных соискателем исследований были получены следующие основные результаты:

1. Разработан новый методологический подход к описанию пространственно-временных структур через блочные иерархические модели, что позволяет комплексно анализировать механизмы их формирования.
2. Впервые получено детальное описание условий возникновения автоволновых и тьюринговских структур на распространяющемся фронте реакции с учётом его характеристик.
3. Разработана редуцированная модель горения водород-воздушной смеси при высоких давлениях, позволившая выделить ключевые механизмы формирования спиральных волн на фронте горения.
4. Установлены количественные критерии образования различных типов структур (автоволновых, диссипативных и хаотических) в зависимости от параметров системы.

Научная новизна диссертационной работы заключается в том, что в ней впервые сформулирован единый подход к объяснению широкого класса сложных пространственно-временных структур, возникающих в распределённых динамических системах, основанный на учёте иерархической природы механизмов, ответственных за формирование таких структур. Полученные в диссертации результаты существенно расширяют возможности

теоретического описания процессов структурообразования в химических и физических системах, а также открывают новые возможности для управления процессами горения и могут быть использованы при разработке эффективных технологий сжигания топлива в энергетических установках, что определяет не только теоретическую, но и практическую значимость работы.

Представленные в диссертационной работе результаты могут быть использованы в научных и образовательных учреждениях, таких как МГУ, Нижегородский государственный университет, Саратовский государственный Университет, МФТИ, Институт химической физики РАН, Институт прикладной физики РАН, ИВТАН, ИТПМ СО РАН, НИЦ «Курчатовский институт».

Достоверность приведенных в диссертации результатов обусловлена использованием современных методов математического моделирования и численного анализа. Достоверность полученных результатов подтверждается их согласованностью с экспериментальными данными и успешной апробацией на научных конференциях.

Основные результаты, включённые в диссертацию Якупова Э.О., были получены им лично либо при непосредственном участии. Совместно с научным руководителем разработаны модели формирования структур на фронте реакции. Автор самостоятельно создан комплекс программ и алгоритмов для исследования этих моделей, проведены численные эксперименты. Автор принимал активное участие в подготовке статей по теме диссертации, а также в представлении результатов на конференциях и семинарах.

В ходе защиты соискатель Якупов Э.О. аргументированно ответил на заданные ему вопросы членов диссертационного совета, а также на замечания ведущей организации и оппонентов.

Диссертационная работа Якупова Э.О. соответствует паспорту специальности 1.3.3. — Теоретическая физика, в частности, пункту 10

«Развитие теории и исследования общих свойств и закономерностей неравновесных систем. Разработка теории хаоса и турбулентности».

На заседании 19 мая 2025 года диссертационный совет принял решение присудить Якупова Э.О. учёную степень кандидата физико-математических наук за разработку нового методологического подхода к описанию пространственно-временных структур на основе блочных иерархических моделей, детальное описание условий возникновения автоволновых и тьюринговских структур на распространяющемся фронте реакции, установление количественных критериев образования структур и разработку универсального подхода к моделированию сложных динамических процессов.

При проведении тайного голосования члены диссертационного совета в количестве **10** человек, из них **9** докторов наук по специальности рассматриваемой диссертации (1.3.3. — Теоретическая физика), участвовавшие в заседании, из **14** человек, входящих в состав совета, проголосовали:

за присуждение учёной степени **10**,
против присуждения учёной степени **0**,
недействительных бюллетеней **0**.

Председатель диссертационного совета,
доктор физико-математических наук,
член-корреспондент Российской академии наук

Арсеев Петр Иварович

Ученый секретарь диссертационного совета,
кандидат физико-математических наук

Чернышов Дмитрий Олегович

19 мая 2025 г.