

Заключение диссертационного совета МГУ.01.06
по диссертации на соискание ученой степени кандидата наук

Решение диссертационного совета от «24» ноября 2021 г. № 11

О присуждении Роопу Михаилу Дмитриевичу, гражданину Российской Федерации, ученой степени кандидата физико-математических наук.

Диссертация «Критические явления в решениях нелинейных дифференциальных уравнений механики сплошных сред» по специальности 01.01.03 — «математическая физика» принята к защите диссертационным советом 29 сентября 2021 г., протокол № 8.

Соискатель Рооп Михаил Дмитриевич, 1996 года рождения, в 2020 году окончил физический факультет ФГБОУ ВО «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова». С 1 октября 2020 г. по настоящее время соискатель является аспирантом кафедры физико-математических методов управления физического факультета ФГБОУ ВО «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова».

Диссертация выполнена на кафедре физико-математических методов управления физического факультета ФГБОУ ВО «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова».

Научный руководитель — доктор физико-математических наук Кушнер Алексей Гурьевич, профессор кафедры физико-математических методов управления физического факультета ФГБОУ ВО «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова».

Официальные оппоненты:

1. Алексеевский Дмитрий Владимирович, доктор физико-математических наук, профессор, ведущий научный сотрудник лаборатории № 13 «Алгебра и теория чисел» ФГБУН «Институт проблем передачи информации им. А.А. Харкевича Российской академии наук»;
2. Богаевский Илья Александрович, доктор физико-математических наук, профессор кафедры теории динамических систем механико-математического факультета ФГБОУ ВО «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова»;
3. Овчинников Алексей Витальевич, кандидат физико-математических наук, доцент кафедры математики физического факультета ФГБОУ ВО «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова»;

дали положительные отзывы на диссертацию.

Соискатель имеет 29 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации 16 работ, из них 11 статей, опубликованных в рецензируемых научных изданиях, рекомендованных для защиты в диссертационном совете МГУ по специальности 01.01.03 — «математическая физика»:

1. M. Roop. Singularities in one-dimensional Euler flows // J. Geom. Phys. 2021. Vol. 166. Article 104272. (импакт-фактор WoS: 1.056).
2. V. Lychagin, M. Roop. Phase transitions in filtration of Redlich-Kwong gases // J. Geom. Phys. 2019. Vol. 143. p. 33-40. (импакт-фактор WoS: 1.056)
3. V. Lychagin, M. Roop. Steady filtration of Peng-Robinson gases in a porous medium // Global and Stochastic Analysis. 2019. Vol. 6(2). p. 59-74. (импакт-фактор Scopus: 0.297).
4. V. Lychagin, M. Roop. Critical Phenomena in Filtration Processes of Real Gases // Lobachevskii Journal of Mathematics. 2020. Vol. 41, Iss. 3. p. 382-399. (импакт-фактор Scopus: 0.346)
5. V. Lychagin, M. Roop. Critical phenomena and singular solutions in non-stationary filtration of real gases // Global and Stochastic Analysis. 2020. Vol. 7, Iss. 1. p. 73-86. (импакт-фактор Scopus: 0.297).
6. Кушнер А.Г., Лычагин В.В., Рооп М.Д. Контактная геометрия в оптимальном управлении термодинамическими процессами в газах // Доклады Российской Академии Наук. 2020. Т. 493(1). С. 99-103; переводная версия - A. Kushner, V. Lychagin, M. Roop. Contact Geometry in Optimal Control of Thermodynamic Processes for Gases // Doklady Mathematics. Moscow: Pleiades Publishing Ltd, 2020. Vol. 102, No. 1. p. 346-349. (импакт-фактор WoS: 0.548).
7. A. Kushner, V. Lychagin, M. Roop. Optimal Thermodynamic Processes for Gases // Entropy. 2020. Vol. 22, Iss. 4. p. 448 (1-14). (импакт-фактор WoS: 2.494).
8. V. Lychagin, M. Roop. On Higher Order Structures in Thermodynamics // Entropy. 2020. Vol. 22, Iss. 10. p. 1147 (1-8). (импакт-фактор WoS: 2.494).
9. V. Lychagin, M. Roop. Real gas flows issued from a source // Analysis and Mathematical Physics. 2020. Vol. 10, Iss. 1. p. 3 (1-16). (импакт-фактор WoS: 2.056).
10. V. Lychagin, M. Roop. Shock Waves in Euler Flows of Gases // Lobachevskii Journal of Mathematics. 2020. Vol. 41, Iss. 12. p. 2466–2472. (импакт-фактор Scopus: 0.346)
11. V. Lychagin, M. Roop. Singularities in Euler Flows: Multivalued Solutions, Shockwaves, and Phase Transitions // Symmetry. 2021. Vol. 13, Iss. 1. p. 54 (1-11). (импакт-фактор WoS: 2.645).

На диссертацию и автореферат поступило 2 дополнительных отзыва, все положительные.

Выбор официальных оппонентов обосновывался высоким уровнем их компетентности в области математической физики, а также наличием публикаций в соответствующей сфере исследования, в частности публикаций за последние пять лет, список которых был представлен диссертационному совету.

Диссертационный совет отмечает, что представленная диссертация на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук является научно-квалификационной работой, в которой исследованы новые оптимальные термодинамические процессы для идеального газа, а также уточнена область применимости модели газа Ван дер Ваальса. Также в работе решены задачи стационарной фильтрации газов в пористых средах и стационарного истечения газа из источника для произвольной модели термодинамического состояния среды, что позволило установить область фазовых переходов для различных моделей фильтрации реальных газов и области существования решений. Для уравнений нестационарной фильтрации найдены конечномерные динамики, что позволило найти новые классы решений, разрушающихся за конечное время. Получены новые классы точных решений нестационарных уравнений Эйлера для произвольной модели термодинамического состояния среды, произведены расчеты ударной волны и фазовых переходов. Также построены дифференциальные связи, добавление которых к уравнениям Эйлера не приводит к нарушению совместности и сводит их интегрирование к нахождению интегралов вполне интегрируемого распределения.

Результаты, полученные в диссертации, являются новыми, и отличаются общностью моделей термодинамических состояний сред. Результаты, полученные соискателем, открывают возможности для применения методов дифференциальной геометрии для исследования критических явлений в газовой динамике. Результаты работы М.Д. Роопа представляют интерес как с практической, так и с теоретической точки зрения и могут быть использованы при построении моделей разработки газовых месторождений с учетом фазовых переходов, для построения численных методов, а также для построения новых точных сингулярных решений уравнений механики сплошных сред.

Диссертация представляет собой самостоятельное законченное исследование, обладающее внутренним единством. Положения, выносимые на защиту, содержат новые научные результаты и свидетельствуют о личном вкладе автора в науку:

1. Решена задача оптимального управления термодинамическими процессами в идеальных газах. Доказана теорема об управляемости рассматриваемой динамической системы.
2. Решена задача стационарной фильтрации для произвольной модели

термодинамического состояния среды. Найдены области фазовых переходов. Установлено, что в окрестности стоков наблюдается конденсация газа.

3. Найдены новые классы многозначных точных решений уравнений Эйлера для произвольной модели термодинамического состояния среды. Получено фактор-уравнение для уравнений Эйлера относительно группы трансляций вдоль пространственной оси x , установлено условие его приводимости к волновому уравнению. Для найденных решений получены области возникновения фазового перехода (в модели Ван дер Ваальса) и возникновения ударных волн.

На заседании 24 ноября 2021 г. диссертационный совет принял решение присудить Роопу М. Д. ученую степень кандидата физико-математических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 14 человек, из них 5 докторов наук по специальности рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 20 человек, входящих в состав совета (дополнительно введены на разовую защиту 0 человек), проголосовали: за — 14, против — 0, недействительных бюллетеней — 0.

Зам. председателя

диссертационного совета МГУ.01.06

профессор

Н. Н. Нефедов

Ученый секретарь

диссертационного совета МГУ.01.06

профессор

П. А. Поляков

24 ноября 2021 г.