

УТВЕРЖДАЮ

Первый проректор – проректор по научной
работе ФГАОУ ВО «ЮУрГУ (НИУ)»

доктор технических наук, доцент

А.В. Коржов

2025 г.



ЗАКЛЮЧЕНИЕ

федерального государственного автономного образовательного учреждения
высшего образования «Южно-Уральский государственный университет
(национальный исследовательский университет)»

Министерства науки и высшего образования Российской Федерации

Диссертация «Методы и алгоритмы анализа динамики и эволюции фильтрующей жидкости в области и на ее границе» на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 2.3.1. Системный анализ, управление и обработка информации, статистика выполнена на кафедре уравнений математической физики федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Южно-Уральский государственный университет (национальный исследовательский университет)».

В период подготовки диссертации соискатель Гончаров Никита Сергеевич работал в федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего образования «Южно-Уральский государственный университет (национальный исследовательский университет)» на кафедре уравнений математической физики в должности инженера-исследователя с 2019 года по 2022 год, в должности ассистента с 2022 года по 2024 год. В настоящее время работает на кафедре уравнений математической физики в должности старшего преподавателя.

В 2018 году с отличием окончил бакалавриат Уральского федерального университета имени первого Президента России Б.Н. Ельцина по направлению 01.03.01 Математика кафедры математического анализа, в 2020 году с отличием окончил магистратуру Южно-Уральского государственного университета по направлению 01.04.01 Математика кафедры уравнений математической физики, в 2024 году окончил аспирантуру Южно-Уральского государственного университета

по направлению 01.06.01 Математика и механика кафедры уравнений математической физики.

Справка о сдаче кандидатских экзаменов выдана в 2024 году федеральным государственным автономным образовательным учреждением высшего образования «Южно-Уральский государственный университет (национальный исследовательский университет)».

Научный руководитель – доктор физико-математических наук, профессор Свиридюк Георгий Анатольевич, заведующий лабораторией «Неклассические уравнения математической физики» федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Южно-Уральский государственный университет (национальный исследовательский университет)».

Тема диссертации утверждена на заседании совета института естественных и точных наук Южно-Уральского государственного университета 23 сентября 2024 г., протокол № 1.

По результатам рассмотрения диссертации Гончарова Никиты Сергеевича «Методы и алгоритмы анализа динамики и эволюции фильтрующейся жидкости в области и на ее границе» принято следующее **заключение:**

Актуальность исследования. Среди большого количества задач фильтрации жидкости (минимизации потерь полезных компонентов, обеспечения экологической безопасности, продление сроков службы фильтрующих элементов и др.) важное место занимает обеспечение автомобильного и городского строительства. Для городского обывателя автомобильная дорога это только лежащий сверху асфальт. Если он начал разрушаться, то срабатывает шаблон – асфальт некачественный или положили его с нарушением технологии. Зачастую проблема лежит намного глубже. Основной враг дорог – вода, переувлажняющая грунты дорожных оснований. При наличии дождеприемника, вода отводится туда, при отсутствии, впитывается в прилегающие газоны и проникает через трещины в асфальте, переувлажняя и без того нестабильное основание дороги. Еще одним дестабилизирующим фактором является городское подземное хозяйство: водопроводные, канализационные и водосточные сети труб, коллекторы и т.п., что вносит изменения в водно-тепловой режим подстилающих грунтов, чего не имеется на загородных трассах. Осенью и

зимой в связи с переувлажнением грунта особо заметно образуются дефекты дорожного покрытия при высокой интенсивности движения: в течении зимы кристаллы льда постепенно растут и образуют в земляном полотне целые ледяные прослойки, которые раздвигают грунт, вызывая поднятие (пучение) дорожной одежды.

С другой стороны, немаловажной проблемой для южных регионов в рамках дорожного строительства являются оползни. Они представляют собой смещение грунта под действием силы тяжести; они наблюдаются как в откосах насыпей, так и выемок. В частности, неправильная эксплуатация систем водоотведения приводит к движению поверхностных вод и провоцирует возникновения оползней, затрагивая федеральные трассы и железнодорожные пути.

Для изучения этих процессов необходимо специальное математическое обеспечение. Поскольку ранее полученные результаты не позволили рассмотреть фильтрацию в области и на ее границе, потребовалась разработка специальных методов и алгоритмов анализа динамики фильтрующейся жидкости и эволюции поверхности фильтрующейся жидкости. В качестве решения данной проблемы, позволяющей избавиться от морозного пучения и выпучивания дороги путем изучения процессов фильтрации и от возникновения оползней путем изучения процессов диффузии, в диссертационной работе предложено рассмотреть стохастические динамическую и эволюционную системы Вентцеля, состоящие из уравнений Баренблатта – Желтова – Кочиной и из уравнений Дзекцера, соответственно.

Личное участие соискателя ученой степени в получении результатов, изложенных в диссертации. Все основные результаты диссертации получены автором самостоятельно. В совместных работах научному руководителю Г.А. Свиридюку и соавтору С.А. Загребинной принадлежат постановки задач и общая схема их исследования, формулировки и доказательства результатов принадлежат автору диссертации.

Научная новизна. В области системного анализа: в результате проведенного структурного системного анализа впервые была построена контекстная диаграмма различных аспектов исследования систем уравнений Вентцеля. Она позволяет

сделать вывод о том, что в детерминированном случае системы уравнений Вентцеля частично изучены (не исследован вопрос о единственности полученного решения), и ставит вопрос о начале системного исследования в стохастическом случае. Впервые разработаны методы анализа условий однозначной разрешимости стохастической динамической и эволюционной систем Вентцеля с учетом протекающих процессов в рассматриваемой области и на ее границе. Впервые разработаны алгоритмы для нахождения траекторий приближенных решений стохастической динамической и эволюционной систем Вентцеля при сгенерированных наборах начальных данных в рассматриваемой области и на ее границе.

В области обработки информации: впервые разработан алгоритм для обработки информации и анализа состояния стохастической динамической и эволюционной систем Вентцеля при различных значениях их параметров.

Теоретическая значимость заключается в том, что разработанные методы анализа однозначной разрешимости стохастических динамических и эволюционных систем Вентцеля могут быть использованы: в рамках изучения процессов фильтрации и диффузии в рассматриваемой области и на ее границе; в рамках дальнейшего развития теории стохастического анализа, теории фильтрации и диффузии жидкости, методов системного анализа.

Практическая значимость заключается в том, что полученные результаты могут быть использованы в гидродинамических задачах, что расширяет возможности оценки состояния сложных систем и их параметров в областях гидродинамики и геологии, например, при исследовании процессов фильтрации воды в почве. Реализация программных комплексов выполнена на базе разработанных численных методов, а интерфейс программных решений обеспечивает их возможность интеграции в вычислительные среды для решения прикладных задач.

Степень достоверности результатов проведенных соискателем исследований. Достоверность научных результатов и выводов обеспечены корректным использованием методов системного анализа, полученные результаты подтверждаются строгими математическими доказательствами, согласованием результатов вычислительных экспериментов с теоретическими положениями. Все

результаты представлены и апробированы на научных конференциях и семинарах. Результаты и выводы не противоречат ранее полученным результатам других авторов. Все результаты, выносимые на защиту, опубликованы.

Материалы диссертации полно представлены в работах, опубликованных соискателем.

**Статьи в изданиях, входящих в перечень рецензируемых научных изданий
или приравненных к ним**

*Статьи, опубликованные в ведущих российских рецензируемых научных журналах,
рекомендованных ВАК при Министерстве науки и высшего образования РФ,
и в рецензируемых научных журналах и изданиях, индексируемых Scopus*

1. Goncharov, N.S. The Barenblatt – Zheltov – Kochina Model on the Segment with Wentzell Boundary Conditions / N.S. Goncharov // Bulletin of the South Ural State University. Series: Mathematical Modeling, Programming and Computer Software. – 2019. – V. 12, № 2. – P.136–142. (Scopus, WoS, BAK K1)
2. Goncharov, N.S. Numerical Research of the Barenblatt – Zheltov – Kochina Model on the Interval with Wentzell Boundary Conditions / N.S. Goncharov // Journal of Computational and Engineering Mathematics. – 2019. – V. 6, № 3. – P. 14–25. (BAK K1)
3. Goncharov, N.S. Stochastic Barenblatt – Zheltov – Kochina Model on the Interval with Wentzell Boundary Conditions / N.S. Goncharov // Global and Stochastic Analysis. – 2020. – V. 7, № 1. – P. 11–23. (Scopus, BAK K2)
4. Goncharov, N.S. Non-Uniqueness of Solutions to Boundary Value Problems with Wentzell Condition / N.S. Goncharov, S.A. Zagrebina, G.A. Sviridyuk // Bulletin of the South Ural State University. Series: Mathematical Modeling, Programming and Computer Software. – 2021. – V. 14, № 4. – P. 102–105. (WoS, Scopus, BAK K1) (авторская доля 4 с. / 2 с.)
5. Свиридюк, Г. А. Задачи Шоуолтера – Сидорова и Коши для линейного уравнения Джексона с краевыми условиями Вентцеля и Робена в ограниченной области / Г.А. Свиридюк, Н.С. Гончаров, С.А. Загребина // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Математика. Механика. Физика. – 2022. – Т. 14, № 1. – С. 50–63. (RSCI, BAK K1) (авторская доля 14 с. / 10 с.)

6. Goncharov, N.S. Analysis of the Stochastic Wentzell System of Fluid Filtration Equations in a Circle and on its Boundary / N.S. Goncharov, G.A. Sviridyuk // Bulletin of the South Ural State University. Series: Mathematics. Mechanics. Physics. – 2023. – V. 15, № 3. – P. 15–22. (RSCI, BAK K1) (авторская доля 8 с. / 6 с.)
7. Goncharov, N.S. Analysis of the System of Wentzell Equations in the Circle and on its Boundary / N.S. Goncharov, G.A. Sviridyuk // Journal of Computational and Engineering Mathematics. – 2023. – V. 10, № 1. – P. 12–20. (BAK K1) (авторская доля 9 с. / 7 с.)
8. Гончаров, Н.С. Анализ стохастической системы Вентцеля, составленной из уравнений фильтрации влаги в шаре и на его границе / Н.С. Гончаров, Г.А. Свиридюк // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Математическое моделирование и программирование. – 2023. – Т. 16, № 4. – С. 84–92. (WoS, Scopus, BAK K1) (авторская доля 9 с. / 7 с.)
9. Goncharov, N.S. Analysis of the Wentzell Stochastic System Composed of the Equations of Unpressurised Filtration in the Hemisphere and at Its Boundary / N.S. Goncharov, G.A. Sviridyuk // Bulletin of the South Ural State University. Series: Mathematical Modeling, Programming and Computer Software. – 2024. – V. 17, № 1. – P. 86–96. (WoS, Scopus, BAK K1) (авторская доля 12 с. / 10 с.)
10. Goncharov, N.S. The Stochastic System of Wentzell Moisture Filtration Equations on a Hemisphere and on its Edge / N.S. Goncharov, G.A. Sviridyuk // Global and Stochastic Analysis. – 2024. – V. 11, № 4. – P. 85–93. (Scopus, BAK K2) (авторская доля 9 с. / 7 с.)
11. Goncharov, N.S. Stochastic Wentzel System of Free Fluid Filtration Equations on a Hemisphere and on its Edge / N.S. Goncharov, G.A. Sviridyuk // Bulletin of the South Ural State University. Series: Mathematics. Mechanics. Physics. – 2024. – V. 16, № 4. – P. 24–28. (RSCI, BAK K1) (авторская доля 5 с. / 3 с.)

Свидетельства о регистрации программ для ЭВМ по теме диссертации

12. Гончаров, Н.С. Программный комплекс моделирования геохимического режима грунтовых вод при безнапорной фильтрации № 2024610315 / Н.С. Гончаров, Г.А. Свиридюк (RU); правообладатель Н.С. Гончаров, Г.А. Свиридюк. – 2023686500; заявл. 04.12.2023; зарегистр. 09.01.2024, реестр программ для ЭВМ.
13. Гончаров, Н.С. Программный комплекс по обработке информации в численном исследовании стохастической системы Вентцеля уравнений фильтрации жидкости

№ 2024680947 / Н.С. Гончаров, Г.А. Свиридюк (RU); правообладатель Н.С. Гончаров, Г.А. Свиридюк. – 2024680177; заявл. 30.08.2024; зарегистр. 03.09.2024, реестр программ для ЭВМ.

Другие публикации

14. Goncharov, N.S. Information Processing in a Numerical Study for Some Stochastic Systems of the Wentzell Hydrodynamic Equations in a Ball and on its Boundary / N.S. Goncharov, G.A. Sviridyuk // Journal of Computational and Engineering Mathematics. – 2024. – V. 11, № 3. – P. 3–15. (ВАК) (авторская доля 13 с. / 11 с.)
15. Гончаров, Н.С. О физической интерпретации модели Баренблатта – Желтова – Кочкиной в области с краевым условием Вентцеля / Н.С. Гончаров // Наука ЮУрГУ: сборник материалов 71-й научной конференции. Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Южно-Уральский государственный университет. – 2019. – С. 29–32.
16. Гончаров, Н.С. Numerical Investigation of the Barenblatt – Zheltov – Kochina Model on the Segment with Wentzell Boundary Conditions / Н.С. Гончаров // Ufa Autumn Mathematical School: book of abstracts of the International Scientific Conference, Ufa, October 16-19, 2019. – Ufa: Bashkir State University, 2019. – P.67–68.
17. Goncharov, N.S. The Heat Conduction Model Involving Two Temperatures on the Segment with Wentzell Boundary Conditions / N.S. Goncharov, G.A. Sviridyuk // The International Scientific and Practical Conference on Mathematical Modeling, Programming and Applied Mathematics: book of abstracts, Velikiy Novgorod, June 27-28, 2019. – Bristol: Institute of Physics Publishing, 2019. – С.1–5. (авторская доля 5 с. / 3 с.)
18. Гончаров, Н.С. Разрешимость задачи Коши – Вентцеля для обобщенного линеаризованного комплексного уравнения Гинзбурга – Ландау на отрезке / Н.С. Гончаров, Г.А. Свиридюк // Динамические системы и компьютерные науки: теория и приложения: сборник материалов 3-й Международной конференции, Иркутск, 13-17 сентября 2021 года. – Иркутск: Иркутский государственный университет, 2021. – С. 24–25. (авторская доля 2 с. / 1 с.)
19. Goncharov, N.S. The Non-Uniqueness of the Showalter – Sidorov Problem for the Barenblatt – Zheltov – Kochina Equation with Wentzell Boundary Conditions in a Bounded Domain / N.S. Goncharov, S.A. Zagrebina, G.A. Sviridyuk // O.A.

- Ladyzhenskaya centennial conference on PDE's: book of abstracts, St. Petersburg, July 16-22, 2022. – St. Petersburg, 2022. – P. 56. (авторская доля 1 с. / 1 с.)
20. Гончаров, Н.С. Разрешимость задачи Коши – Вентцеля – Робена для линейного уравнения Дзекцера в ограниченной области / Н.С. Гончаров, Г.А. Свиридюк, С.А. Загребина // Южно-Уральская молодежная школа по математическому моделированию: сборник трудов V всероссийской научно-практической конференции, Челябинск, 15-16 июня 2022 года. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2022. – С. 28–32. (авторская доля 5 с. / 3 с.)
21. Гончаров, Н.С. Начально – краевые задачи для уравнения Дзекцера с граничным условием Вентцеля / Н.С. Гончаров // Современные методы теории краевых задач: сборник материалов Международной конференции, Воронеж, 3-9 мая 2022 года. – Воронеж: Воронежский государственный университет, 2022. – С. 90–92. (авторская доля 2 с. / 2 с.)
22. Гончаров, Н.С. О разрешимости системы Вентцеля уравнений фильтрации жидкости в круге и на его границе / Н.С. Гончаров, Г.А. Свиридюк // Динамические системы и компьютерные науки: теория и приложения: сборник материалов 5-й Международной конференции, Иркутск, 18-23 сентября 2023 года. – Иркутск: Иркутский государственный университет, 2023. – С.15–16. (авторская доля 2 с. / 1 с.)
23. Гончаров, Н.С. Разрешимость системы уравнений Вентцеля в круге и на его границе / Н.С. Гончаров, Г.А. Свиридюк // Южно-Уральская молодежная школа по математическому моделированию: сборник трудов VI Всероссийской научно-практической конференции, Челябинск, 15-16 июня 2023 года. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2023. – С.12–17. (авторская доля 6 с. / 4 с.)
24. Гончаров, Н.С. Анализ стохастической системы Вентцеля уравнений свободной фильтрации жидкости в шаре и на его границе / Н.С. Гончаров, С.А. Загребина, Г.А. Свиридюк // Динамические системы и компьютерные науки: теория и приложения: сборник материалов 6-й Международной конференции, Иркутск, 16-20 сентября 2024 года. – Иркутск: Иркутский государственный университет, 2024. – С. 20–21. (авторская доля 2 с. / 1 с.)
25. Свиридюк, Г.А. О разрешимости системы Вентцеля уравнений фильтрации влаги в шаре и на его границе / Г.А. Свиридюк, Н.С. Гончаров // XIV Всероссийское

совещание по проблемам управления: сборник научных трудов, Москва, 17-20 июня 2024 года. – Москва: Институт проблем управления им. В.А. Трапезникова РАН, 2024. – С. 943–947. (авторская доля 5 с. / 3 с.)

Соответствие диссертации специальности. На защиту выносятся результаты диссертационного исследования, соответствующие специальности 2.3.1. Системный анализ, управление и обработка информации, статистика.

В рамках формализации и постановки задач системного анализа, оптимизации, управления, принятия решений и обработки информации и искусственного интеллекта (пункт 2):

1. Контексная диаграмма различных аспектов исследования разрешимости стохастических систем уравнений Вентцеля.

В рамках разработки специального математического и алгоритмического обеспечения систем анализа, оптимизации, управления, принятия решений, обработки информации и искусственного интеллекта (пункт 5):

2. Метод анализа условий однозначной разрешимости стохастической динамической системы Вентцеля с учетом протекающих процессов на границе рассматриваемой области.

3. Алгоритм нахождения траекторий приближенных решений стохастической динамической системы Вентцеля при сгенерированных наборах начальных данных в рассматриваемой области и на ее границе.

4. Метод анализа условий однозначной разрешимости стохастической эволюционной системы Вентцеля с учетом протекающих процессов на границе рассматриваемой области.

5. Алгоритм нахождения траекторий приближенных решений стохастической эволюционной системы Вентцеля при сгенерированных наборах начальных данных в рассматриваемой области и на его границе.

В рамках методов и алгоритмов прогнозирования и оценки эффективности, качества, надежности функционирования сложных систем управления и их элементов (пункт 11):

6. Алгоритм для обработки информации, получаемой в результате вычислительных экспериментов, и анализа состояния стохастической динамической

и эволюционной системы Вентцеля при различных значениях их параметров.

Диссертационная работа соответствует требованиям, установленным п. 14 Положения о присуждении ученых степеней. Текст диссертации представляет собой самостоятельную научно-квалификационную работу, не содержит заимствованного материала без ссылки на автора и (или) источник заимствования.

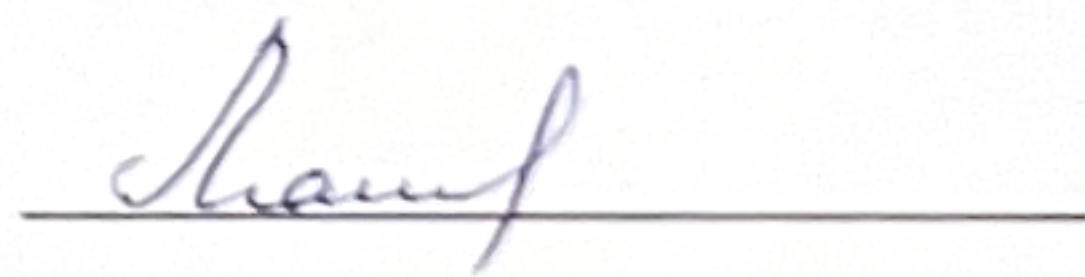
Диссертация Гончарова Никиты Сергеевича «Методы и алгоритмы анализа динамики и эволюции фильтрующейся жидкости в области и на ее границе» рекомендуется к защите на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 2.3.1. Системный анализ, управление и обработка информации, статистика.

Заключение принято на заседании кафедры уравнений математической физики Южно-Уральского государственного университета.

ПРИСУТСТВОВАЛИ: Манакова Н.А., д-р физ.-мат. наук, проф., зав. кафедрой; Свиридюк Г.А., д-р физ.-мат. наук, проф.; Загребин М.А., д-р физ.-мат. наук, доц.; Гаврилова О.В., канд. физ.-мат. наук, доц.; Китаева О.Г., канд. физ.-мат. наук, доц.; Шафранов Д.Е., канд. физ.-мат. наук, доц.; Цыпленкова О.Н., канд. физ.-мат. наук, доц.; Бычков Е.В., канд. физ.-мат. наук, доц.; Корицова М.А., канд. физ.-мат. наук, доц.; Табаринцева Е.В., канд. физ.-мат. наук, доц.; Гончаров Н.С., ст. преп.; Николаева Н.Г., ассист.

Результаты голосования: «за» – 12 чел., «против» – 0 чел., «воздержались» – 0 чел., протокол № 11 от «07» июня 2025 г.

Доктор физико-математических наук,
профессор, заведующий кафедрой
уравнений математической физики
Манакова Наталья Александровна



Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Южно-Уральский государственный университет (национальный исследовательский университет)», Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

454080, г. Челябинск, проспект Ленина, д. 76

Тел.: +7 (351) 267-99-00 ; эл. почта: info@susu.ru <https://www.susu.ru>

Подпись Манакова удостоверяю
Начальник управления
по работе с кадрами Н.С. Минакова