

УТВЕРЖДАЮ:

И.о. проректора по научной работе и инновациям
ФГАОУ ВО «Пермский государственный
национальный исследовательский университет»,
кандидат географических наук, доцент



Ветров Андрей Леонидович

«26» июня 2026 г.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

федерального государственного автономного образовательного учреждения
высшего образования «Пермский государственный национальный
исследовательский университет» (ПГНИУ), в котором выполнена диссертация

Диссертация **Рыжова Никиты Валерьевича** «Технологии интерпретации геофизических данных на основе методов эволюционной оптимизации и истокообразной аппроксимации», представленная на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 1.6.9 «Геофизика», выполнена на кафедре геофизики геологического факультета федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Пермский государственный национальный исследовательский университет» в период с 2023 по 2026 г.

В 2023 г. соискатель окончил университет по направлению «Геология», направленность (профиль) «Геофизические методы исследования земной коры». С 2023 по 2026 г. обучался в очной аспирантуре на кафедре геофизики ПГНИУ по направлению 1.6 «Науки о Земле и окружающей среде», специальность 1.6.9 «Геофизика».

Справка № 565 от 11 июня 2026 г. о сдаче кандидатских экзаменов по дисциплинам «История и философия науки», «Английский язык», «Геофизика» выдана федеральным государственным автономным образовательным учреждением высшего образования «Пермский государственный национальный исследовательский университет».

Научный руководитель: доктор физико-математических наук, профессор Долгаль Александр Сергеевич – профессор кафедры геофизики геологического факультета федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Пермский государственный национальный исследовательский университет».

По итогам обсуждения диссертации «Технологии интерпретации геофизических данных на основе методов эволюционной оптимизации и истокообразной аппроксимации» принято следующее заключение.

Личное участие соискателя в получении результатов, изложенных в диссертации

Теоретическое обоснование, программно-алгоритмическая реализация и тестирование компьютерных технологий выполнены соискателем лично, внедрение программного обеспечения в производственную деятельность осуществлялась при его непосредственном участии на этапах обработки и интерпретации материалов полевых геофизических наблюдений.

В работе отсутствует заимствованный материал без ссылок на авторов и источники заимствования. Результаты научных работ, выполненные соискателем лично и в соавторстве, отмечены в диссертации. Диссертация соответствует требованиям, изложенным в п. 14 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденном Постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. № 842 (в действующей редакции).

Степень достоверности результатов исследований

Достоверность научных положений, выводов и рекомендаций подтверждена использованием современных математических методов обработки и интерпретации геолого-геофизической информации, согласованностью полученных результатов исследований с теоретическими положениями и практическими результатами других авторов. Результаты, представленные в диссертации, прошли апробацию на международных и всероссийских научных конференциях и опубликованы в журналах, включенных в рекомендованный ВАК Перечень рецензируемых научных изданий.

Результаты, полученные при количественной интерпретации данных вертикального электрического зондирования (ВЭЗ) и гравиразведки с применением методов эволюционной оптимизации, согласуются с априорной информацией о геологическом строении исследуемых территорий (в т.ч. данными бурения скважин), а также не противоречат материалам проводимых ранее исследований и дополняют их. Разработанные методы апробированы на синтетических моделях и данных полевых наблюдений, полученных при проведении геофизических работ.

Научная новизна и практическая значимость

Обоснована перспективность использования методов эволюционной оптимизации при количественной интерпретации геофизических данных с целью моделирования субгоризонтально-слоистых геоэлектрических сред и геоплотностных неоднородностей в однородной вмещающей среде.

Проведен анализ множества ϵ -эквивалентных решений обратной задачи ВЭЗ и гравиразведки в разных постановках, на основе которого выявлены основные особенности формирования апостериорных интерпретационных моделей при использовании различных методов эволюционной оптимизации.

Предложен гибридный двухэтапный алгоритм инверсии данных ВЭЗ, основанный на синтезе эволюционных и детерминистских методов оптимизации, повышающий достоверность результирующих геоэлектрических моделей.

Разработана модификация монтажного метода решения нелинейной обратной задачи гравиразведки с применением бинарных эволюционных алгоритмов, повышающая достоверность результативных моделей источников аномального гравитационного поля.

Выявлены закономерности распределения глубинных геоплотностных неоднородностей в районе Курильской островной дуги и прилегающих акваторий в результате применения разработанных алгоритмов.

Алгоритмы геологического редуцирования и трансформации гравитационного поля больших территорий, учитывающие влияние сферичности Земли, позволяют решать широкий круг геологических задач в процессе региональных исследований.

Ценность научных работ соискателя

Разработанные алгоритмы количественной интерпретации геофизических данных, базирующиеся на методах эволюционной оптимизации, позволяют уменьшить неоднозначность определения искомых параметров результативных интерпретационных моделей. Созданная методика редуцирования и трансформации гравиметрических данных с применением сеточных двухуровневых аппроксимационных конструкций (эквивалентных источников поля) значительно повышает точность расчета различных трансформант и минимизирует краевые искажения.

Соответствие содержания диссертации специальности, по которой она рекомендуется к защите

Диссертация соответствует п. 16, 17 и 18 Паспорта научной специальности 1.6.9 «Геофизика», технические науки:

п.16. *Методы обработки и интерпретации результатов измерений геофизических полей;*

п.17. *Компьютерные системы обработки, численной инверсии и комплексной интерпретации геолого-геофизических данных, включая ГИС-технологии;*

п.18. *Использование геолого-геофизических данных для построения цифровых геологических, гидродинамических, геодинамических и иных моделей геологической среды и месторождений.*

Полнота изложения материалов диссертации в работах, опубликованных соискателем

Результаты исследований по теме диссертации опубликованы в 22 печатных работах, 7 из которых в рецензируемых журналах: 1 статья в журнале SCOPUS, 7 публикаций в журналах ВАК, в которых публикуются основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук. Зарегистрировано 3 программы для ЭВМ в Роспатент.

**Основное содержание диссертации отражено в следующих
опубликованных работах**

Публикации в журналах ВАК и Scopus

1. Долгаль, А.С. Оценка параметров источника гравитационной аномалии методом роя частиц / А.С. Долгаль, Р.Н. Петросян, **Н.В. Рыжов** // Вестник Пермского университета. Геология. – 2024. – Т. 23. – № 1. – С. 85-92 (вклад автора 30%).

2. Долгаль, А.С. Моделирование аномалий силы тяжести эквивалентными источниками в полярных областях Земли / А.С. Долгаль, И.В. Огородова, **Н.В. Рыжов**, Христенко Л.А. // Вестник Пермского университета. Геология. – 2025. – Т. 24. – № 3. – С. 226-235 (вклад автора 25%).

3. Долгаль, А.С. Подавление помех геологической природы при трансформации региональных аномалий силы тяжести / А.С. Долгаль, В.И. Костицын, П.Н. Новикова, **Н.В. Рыжов**, В.В. Хохлова // Геофизика. – 2024. – № 5. – С. 24-29 (вклад автора 20%).

4. Долгаль, А.С. Трансформация аномалий силы тяжести в высокоширотных областях Земли / А.С. Долгаль, В.И. Костицын, А.В. Пугин, **Н.В. Рыжов** // Геофизика. – 2025. – № 5. – С. 34-39 (вклад автора 25%).

5. Петросян, Р.Н. Генетический алгоритм решения обратной задачи электроразведки методом вертикального электрического зондирования / Р.Н. Петросян, **Н.В. Рыжов** // Геофизика. – 2024. – № 5. – С. 48-54 (вклад автора 20%).

6. **Рыжов Н.В.** Гибридный подход к решению обратной задачи электроразведки методом вертикального электрического зондирования / **Н.В. Рыжов**, Р.Н. Петросян // Геофизика. – 2025. – № 5. – С. 21-27 (вклад автора 80%).

7. Dolgal, A.S. Algorithmic and Methodological Aspects of Transforming Regional Gravity Anomalies (on the Example of the Kuril Island Arc) / A.S. Dolgal, V.A. Rashidov, **N.V. Ryzhov**, V.V. Khokhlova // Russian Journal of Pacific Geology. – 2025. – Vol. 19. – № S2. – P. S109-S119 (вклад автора 25%).

***Публикации в научных журналах, сборниках статей,
индексируемых в РИНЦ***

8. Долгаль, А.С. Интерпретация моногеничных гравитационных аномалий методами Монте-Карло и роя частиц / А.С. Долгаль, Р.Н. Петросян, **Н.В. Рыжов** // Инженерная и рудная геофизика 2024. Материалы 20-й научно-практической конференции и выставки. – М.: ООО «Геомодель Развитие», 2024. – С. 363-367 (вклад автора 30%).

9. Долгаль, А.С. Решение 2D обратной задачи гравиразведки методом роя частиц / А.С. Долгаль, Р.Н. Петросян, **Н.В. Рыжов** // Вопросы теории и практики геологической интерпретации гравитационных, магнитных и электрических полей. Сборник научных трудов. – М.: Перо, 2024. – С. 149-152 (вклад автора 30%).

10. Долгаль, А.С. Расчет трансформант с использованием региональных и глобальной моделей гравитационного поля / А.С. Долгаль, **Н.В. Рыжов** // Геология и полезные ископаемые Западного Урала. – 2024. – № 7 (44). – С. 20-27 (вклад автора 50%).

11. Долгаль, А.С. Истокообразная аппроксимация аномалий силы тяжести с использованием SVD / А.С. Долгаль, **Н.В. Рыжов** // Тринадцатые научные чтения памяти Ю.П. Булашевича. Материалы всероссийской конференции с международным участием. – Екатеринбург: Институт геофизики им. Ю.П. Булашевича УрО РАН, 2025. – С. 65-69 (вклад автора 50%).

12. Долгаль, А.С. Применение матричной факторизации в методе эквивалентного источника / А.С. Долгаль, **Н.В. Рыжов** // Вопросы теории и практики геологической интерпретации геофизических полей. Сборник научных трудов. – Воронеж: ООО Издательско-полиграфический центр «Научная книга», 2026. – С. 100-104 (вклад автора 50%).

13. Долгаль, А.С. Синтез монтажного подхода и эволюционной оптимизации при решении обратной задачи гравиметрии / А.С. Долгаль, **Н.В. Рыжов** // Вестник АГГИ. – 2026. – № 1 (5). – С. 56-66 (вклад автора 50%).

14. Долгаль, А.С. Граф обработки гравиметрических данных при региональных исследованиях (на примере листа 0-40, Пермь) / А.С. Долгаль, **Н.В. Рыжов**, В.В. Хохлова // Теория и практика разведочной и промысловой геофизики. Сборник научных трудов по материалам XII Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. – Пермь: Пермский государственный национальный исследовательский университет, 2024. – С. 95-100 (вклад автора 30%).

15. Долгаль, А.С. Повышение точности трансформации региональных гравитационных аномалий: учет влияния масс, находящихся за пределами изучаемой площади / А.С. Долгаль, **Н.В. Рыжов**, В.В. Хохлова // Вестник АГГИ. – 2025. – № 2 (2). – С. 23-34 (вклад автора 30%).

16. Долгаль, А.С. Трансформация региональных аномалий силы тяжести Сибирской платформы / А.С. Долгаль, **Н.В. Рыжов**, В.В. Хохлова // Вопросы теории и практики геологической интерпретации гравитационных, магнитных и электрических полей. Сборник научных трудов. – Пермь: Горный институт УрО РАН, 2025. – С. 105-110 (вклад автора 30%).

17. Долгаль, А.С. Учет влияния расположенных за пределами площади исследований масс при трансформации региональных гравитационных аномалий / А.С. Долгаль, **Н.В. Рыжов**, В.В. Хохлова // Инженерная и рудная геофизика 2025. Материалы научно-практической конференции и выставки. – М.: ООО «Геомодель Развитие», 2025. – С. 43-46 (вклад автора 30%).

18. **Рыжов, Н.В.** Экспериментальная оценка помехоустойчивости эволюционных алгоритмов при решении обратной задачи ВЭЗ / **Н.В. Рыжов** //

Двадцать шестая уральская молодежная научная школа по геофизике. Сборник научных материалов. – Пермь: ГИ УрО РАН, 2025. – С.140-144 (вклад автора 100%).

19. **Рыжов, Н.В.** Сравнительный анализ различных методов оптимизации для решения обратной задачи вертикального электрического зондирования / **Н.В. Рыжов**, Е.М. Бухтеев, Р.Н. Петросян // Теория и практика разведочной и промысловой геофизики. Сборник научных трудов по материалам XIII Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. – Пермь: Пермский государственный национальный исследовательский университет, 2025. – С. 187-194 (вклад автора 40%).

20. **Рыжов, Н.В.** Применение алгоритма стаи серых волков при решении обратной задачи гравirazведки / **Н.В. Рыжов**, А.С. Долгаль // Вопросы теории и практики геологической интерпретации гравитационных, магнитных и электрических полей. Сборник научных трудов. – Пермь: Горный институт УрО РАН, 2025. – С. 264-268 (вклад автора 50%).

21. **Рыжов, Н.В.** Решение обратной задачи гравиметрии рудного типа в классе конечноэлементных моделей методом эволюционной оптимизации / **Н.В. Рыжов**, А.С. Долгаль // Вопросы теории и практики геологической интерпретации геофизических полей. Сборник научных трудов. – Воронеж: ООО Издательско-полиграфический центр «Научная книга», 2026. – С. 200-204 (вклад автора 50%).

22. **Рыжов, Н.В.** Влияние детальности интерпретационной модели при геологическом редуцировании региональных аномалий силы тяжести (на примере Уральского региона) / **Н.В. Рыжов**, В.В. Хохлова // Теория и практика разведочной и промысловой геофизики. Сборник научных трудов по материалам XII Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. – Пермь: Пермский государственный национальный исследовательский университет, 2024. – С. 183-189 (вклад автора 50%).

Свидетельства о государственной регистрации программ для ЭВМ

1. Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ RU 2024617068. GravPSO. Программа решения обратной задачи гравirazведки методом роя частиц / **Н.В. Рыжов**, Долгаль А.С. Дата регистрации – 28.03.2024 (вклад автора 50 %).

2. Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ RU 2024683144. SP_FORWARD. Программа решения прямой задачи гравirazведки от набора сферических параллелепипедов / Долгаль А.С., **Рыжов Н.В.**, Хохлова В.В. Дата регистрации – 09.10.2024 (вклад автора 30 %).

3. Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ RU 2024685961. TRANSF_VR. Программа для трансформации региональных аномалий силы

тяжести / Долгаль А.С., **Рыжов Н.В.**, Хохлова В.В. Дата регистрации – 02.11.2024 (вклад автора 30 %).

Пометка в диссертационной работе «Для служебного пользования» не требуется, так как полученные результаты и публикации по ней носят открытый характер.

Таким образом, диссертация посвящена решению актуальных задач в области прикладной геофизики, обладает научной новизной, имеет практическое значение и соответствует требованиям, изложенным в п. 9-14 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденном Постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. № 842 (в действующей редакции), а её автор **Рыжов Никита Валерьевич** заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 1.6.9 «Геофизика».

Заключение принято на расширенном заседании кафедры геофизики геологического факультета федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Пермский государственный национальный исследовательский университет» (ФГАОУ ВО ПГНИУ).

Присутствовало на заседании кафедры геофизики – 22 чел. Результаты голосования: «за» – 19 чел., «против» – 1 чел., «воздержалось» – 2 чел., протокол № 8/786 от 24 июня 2026 г.

Заведующий
кафедрой геофизики геологического факультета
федерального государственного автономного образовательного учреждения
высшего образования «Пермский государственный национальный
исследовательский университет», доктор технических наук по специальности
25.00.10 «Геофизика, геофизические методы поисков полезных ископаемых»,
доцент

ШУМИЛОВ Александр Владимирович

26 июня 2026 г.

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Пермский государственный национальный исследовательский университет»

614068, Пермский край, г. Пермь, ул. Букирева, 15,
сайт: <http://www.psu.ru>,
тел. 8 (342) 2-396-217, e-mail: science@psu.ru



А.В. Шумилов заверяю
секретарь совета
С.Т. Антонов