

УТВЕРЖДАЮ:

Проректор по научной работе и
инновациям

ФГАОУ ВО «Пермский государственный
национальный исследовательский
университет»,

кандидат физико-математических наук
Ирха Владимир Александрович



«28» ноября 2025 г.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

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

Диссертация **Петросяна Рубена Нверовича** «Моделирование геоэлектрических разрезов и локальных геоплотностных неоднородностей методами интеллектуального анализа данных», 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 2021 по 2025 г.

В 2021 г. соискатель окончил университет по специальности «Геология», профиль «Геофизика». С 2021 по 2024 г. обучался в очной аспирантуре на кафедре геофизики ПГНИУ по направлению 05.06.01 – «Науки о Земле», специальность 25.00.10 «Геофизика, геофизические методы поисков полезных ископаемых», соискателю присвоена квалификация «Исследователь. Преподаватель – исследователь». Сдал кандидатский экзамен по специальности 1.6.9 «Геофизика» с оценкой «Отлично».

Справка о сдаче кандидатских экзаменов соответствующей научной специальности выдана федеральным государственным автономным образовательным учреждением высшего образования «Пермский государственный национальный исследовательский университет» в 2025 г.

Научный руководитель: доктор физико-математических наук, профессор Долгаль Александр Сергеевич – ведущий научный сотрудник лаборатории электромагнитных и геопотенциальных полей Горного института Уральского отделения Российской академии наук.

По итогам обсуждения диссертации «Моделирование геоэлектрических разрезов и локальных геоплотностных неоднородностей методами интеллектуального анализа данных» принято следующее заключение.

Личное участие соискателя в получении результатов, изложенных в диссертации

Теоретическое обоснование и разработка технологии выполнены соискателем лично, реализация и внедрение в производственную деятельность осуществлялась при его непосредственном участии на этапах проведения полевых и опытно-методических работ, обработки и интерпретации материалов 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 (с изменениями и дополнениями).

Степень достоверности результатов исследований

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

Результаты, полученные при использовании нейросетевых технологий, методов оптимизации и пространственно-статистического анализа для решения обратной задачи вертикального электрического зондирования и гравиразведки, согласуются с материалами лабораторных анализов, а также с результатами, полученными другими методами количественной интерпретации. Методы апробированы на синтетических материалах и данных геофизических наблюдений, полученных при решении практических задач.

Научная новизна и практическая значимость

Разработана методика повышения устойчивости решения 1D обратной задачи вертикального электрического зондирования (ВЭЗ), базирующаяся на использовании регуляризирующего оператора, построенного на основе нейросетевой аппроксимации.

Создана методика повышения достоверности количественной интерпретации моногеничных гравитационных аномалий на основе пространственно-статистического анализа результатов многократного решения нелинейной обратной задачи.

Впервые использован пространственно-статистический анализ репрезентативного множества допустимых решений обратной задачи при построении субгоризонтально-слоистых моделей геоэлектрической среды по данным ВЭЗ.

Созданные алгоритмы позволяют увеличить информативность количественной интерпретации геофизических данных за счет повышения устойчивости решения обратной задачи, учета априорной информации, подавления шумовой компоненты сигнала и обеспечивают оценку разрешающей способности методов в конкретных физико-геологических условиях.

Использование представленных компьютерных технологий позволяет улучшить качество результатов автоматизированной количественной интерпретации данных ВЭЗ и значительно ускорить процесс решения обратной задачи. Созданные технологии могут быть использованы при экспресс-интерпретации геофизических материалов с минимальным привлечением априорной информации.

Разработанные алгоритмы применялись для интерпретации полевых материалов ВЭЗ, полученных ООО «Противокаровая и береговая защита» при инженерно-геологических изысканиях и данных средне- и крупномасштабной гравиметрической съемки.

Ценность научных работ соискателя

Созданные алгоритмы и реализующие их компьютерные технологии позволяют повысить достоверность результатов количественной интерпретации геофизических данных и сократить затраты времени на получение устойчивых геологически-содержательных решений обратных задач электроразведки и гравиразведки.

Соответствие диссертации требованиям, установленным пунктом 14 «Положения о присуждении ученых степеней»

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 19 печатных работах, 6 из которых в рецензируемых журналах: 1 статья в журнале SCOPUS, 6 публикаций в журналах ВАК, в которых публикуются основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук. Зарегистрировано 5 программ для ЭВМ в Роспатент.

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

Публикации в журналах ВАК и Scopus

1. Долгаль А.С. Моделирование геоэлектрического разреза на основе множества допустимых решений обратной задачи вертикального электрического зондирования / Долгаль А.С., **Петросян Р.Н.** // Вестник Воронежского государственного университета. Геология. – 2025. – № 3. – С. 31-40 (вклад автора 50%).

2. Долгаль А.С. Решение обратной задачи гравиразведки для 2D призматических тел методом статистических испытаний / Долгаль А.С., **Петросян Р.Н.** // Вестник Пермского университета. Геология. – 2021, – Т. 20, – № 4. – С. 334-343 (вклад автора 40%).

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

4. **Петросян Р.Н.** Возможности искусственных нейронных сетей при решении обратных задач электроразведки методом вертикального электрического зондирования / **Петросян Р.Н.**, Рыжов Н.В. // Вестник КРАУНЦ. Серия: Науки о Земле. – 2024. – Т. 62. – № 2. – С. 109-119 (вклад автора 80%).

5. **Петросян Р.Н.** Генетический алгоритм решения обратной задачи электроразведки методом вертикального электрического зондирования / **Петросян Р.Н.**, Рыжов Н.В. // Геофизика. – 2024. – № 5. – С. 48-54 (вклад автора 80%).

6. Рыжов Н.В. Гибридный подход к решению обратной задачи электроразведки методом вертикального электрического зондирования / Рыжов Н.В., **Петросян Р.Н.** // Геофизика. – 2025. – № 5. – С. 21-27 (вклад автора 20%).

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

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

8. Долгаль А.С. Решение 2D обратной задачи гравиразведки методом роя частиц / Долгаль А.С., **Петросян Р.Н.**, Рыжов Н.В. // 50-я юбилейная сессия Международного семинара им. Д.Г. Успенского – В.Н. Страхова «Вопросы теории и практики геологической интерпретации гравитационных, магнитных и электрических полей». – М., – 2024. – С. 149-152 (вклад автора 30 %).

9. **Петросян Р.Н.** Гарантированный подход к решению обратной задачи электроразведки методом вертикального электрического зондирования /

Петросян Р.Н. // Вопросы теории и практики геологической интерпретации гравитационных, магнитных и электрических полей. Сборник научных трудов. – Пермь, – 2025. – С. 241-244.

10. **Петросян Р.Н.** Применение метода ВЭЗ при исследовании карстовых зон / **Петросян Р.Н.** // Геология в развивающемся мире. Сборник научных трудов по материалам XV Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. – Пермь, – 2022. – С. 146-149.

11. **Петросян Р.Н.** Комплексный подход к решению обратной задачи вертикального электрического зондирования на основе нейросетевой аппроксимации и эволюционных алгоритмов оптимизации / **Петросян Р.Н.**, Бухтеев Е.М. // Геология в развивающемся мире. Сборник научных трудов по материалам XVIII Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. – Пермь, – 2025. – С. 150-154 (вклад автора 50 %).

12. **Петросян Р.Н.** Применение метода ВЭЗ при решении карстологических задач (на примере поселка Вышков) / **Петросян Р.Н.**, Гильманов М.И. // Теория и практика разведочной и промысловой геофизики. Сборник научных трудов X Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. – Пермь, – 2022. – С. 150-154 (вклад автора 50 %).

13. **Петросян Р.Н.** Оценка разрешающей способности метода ВЭЗ при картировании кровли коренных пород с использованием имитационного моделирования / **Петросян Р.Н.**, Гинзбург Е.А. // Геология и полезные ископаемые Западного Урала. – Пермь, – 2023. – С. 155-160 (вклад автора 50 %).

14. **Петросян Р.Н.** Определение удельного электрического сопротивления при решении карстологических задач в условиях урбанизированных территорий пермского края / **Петросян Р.Н.**, Гинзбург Е.А., Зотин Н.А. // Двадцать четвертая уральская молодежная научная школа по геофизике. Сборник научных материалов научной школы. – Пермь, – 2023. – С. 181-185 (вклад автора 30 %).

15. **Петросян Р.Н.** Влияние кривизны питающей линии установки Шлюмберже на результаты электроразведочных исследований / **Петросян Р.Н.**, Зотин Н.А., Гинзбург Е.А. // Теория и практика разведочной и промысловой геофизики. Сборник научных трудов X Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. – Пермь, – 2022. – С. 145-149 (вклад автора 30 %).

16. **Петросян Р.Н.** Качественная интерпретация ВЭЗ с целью обнаружения карстовых полостей и зон дробления (на примере деревни Балаши) / **Петросян Р.Н.**, Рыжов Н.В. // Геология в развивающемся мире. Сборник научных трудов по материалам XVI Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. – Пермь, – 2023. – С. 293-297 (вклад автора 50 %).

17. **Петросян Р.Н.** Решение обратной задачи вертикального электрического зондирования с применением полносвязных нейронных сетей в условиях горизонтально-слоистой среды / **Петросян Р.Н.**, Рыжов Н.В. // XXV уральская молодежная научная школа по геофизике. Сборник научных материалов. – Екатеринбург, – 2024. – С. 111-115 (вклад автора 50 %).

18. Рыжов Н.В. Возможности 2D интерпретации данных, полученных методом вертикального электрического зондирования / Рыжов Н.В., **Петросян Р.Н.** // Теория и практика разведочной и промысловой геофизики. Сборник научных трудов. – Пермь, – 2023. – С. 183-188 (вклад автора 50 %).

19. Рыжов Н.В. Применение различных показателей качества при решении обратной задачи гравиразведки методом роя частиц / Рыжов Н.В., **Петросян Р.Н.** // Геология в развивающемся мире. Сборник научных трудов по материалам XVII Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. – Пермь, – 2024. – С. 217-222 (вклад автора 50 %).

Свидетельства о государственной регистрации программ для ЭВМ

1. Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ RU 2024664945. GA VES. Программа для решения обратной задачи электроразведки методом вертикального электрического зондирования с использованием генетических алгоритмов / **Петросян Р.Н.** Дата регистрации – 13.06.2024.

2. Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ RU 2024611388. ANN VES. Программа для решения обратной задачи электроразведки методом вертикального электрического зондирования с использованием нейронных сетей / **Петросян Р.Н.** Дата регистрации – 15.01.2024.

3. Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ RU 2025691780. PDBR ROI. Программа предназначена для решения нелинейной обратной задачи гравиразведки методом роя частиц для двухмерной горизонтальной призмы / **Петросян Р.Н.**, Долгаль А.С. Дата регистрации – 18.11.2025 (вклад автора 50 %).

4. Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ RU 2025692062. PODBOR ST. Программа предназначена для решения нелинейной обратной задачи гравиразведки для моногеничной аномалии, обусловленной 2D призмой, основанный на методе статистических испытаний (Монте-Карло) / **Петросян Р.Н.**, Долгаль А.С. Дата регистрации – 19.11.2025 (вклад автора 50 %).

5. Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ RU 2025692497. SSA VES. Программа предназначена для решения обратной задачи электроразведки методом вертикального электрического зондирования с использованием пространственно-статистического анализа конечного множества моделей / **Петросян Р.Н.** Дата регистрации – 21.11.2025.

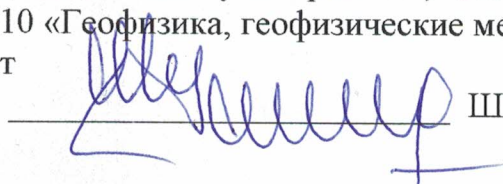
Пометка в диссертационной работе «Для служебного пользования» не требуется, так как полученные результаты и публикации по ней носят открытый характер.

Таким образом, диссертация посвящена решению актуальных задач, 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 (с изменениями и дополнениями), а её автор **Петросян Рубен Нверович** 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 – 14 чел. Результаты голосования: «за» – 14 чел., «против» – нет, «воздержалось» – нет, протокол № 5/783 от 27 ноября 2025 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

27 ноября 2025 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

