

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д.212.173.06 НА БАЗЕ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «НОВОСИБИРСКИЙ  
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ», МИНОБРНАУКИ РФ ПО  
ДИССЕРТАЦИИ  
НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № \_\_\_\_\_

решение диссертационного совета от 29.12.2020 г. протокол № 2

О присуждении Трубачевой Ольги Сергеевны, гражданке РФ, ученой степени кандидата технических наук.

**Диссертация** «Разработка методов решения обратных задач вызванной поляризации на основе конечноэлементных аппроксимаций» по специальности 05.13.18 – Математическое моделирование численные методы и комплексы программ принята к защите 27.10.2020 г., протокол № 4, диссертационным советом Д 212.173.06 на базе Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Новосибирский государственный технический университет», Министерство науки и высшего образования РФ, 630073, г. Новосибирск, пр. Карла Маркса, 20, № 105/нк от 11.04.2012 г.

**Соискатель** Трубачева Ольга Сергеевна 1986 года рождения.

В 2013 году соискатель окончила магистратуру по направлению «Прикладная математика и информатика» Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Новосибирский государственный технический университет», Министерство науки и высшего образования РФ.

В период подготовки диссертации соискатель Трубачева Ольга Сергеевна обучалась в очной аспирантуре Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Новосибирский государственный технический университет» на кафедре Прикладной математики, нормативный период обучения с 01.09.2013 г. по 31.08.2016 г.

С 2016 года и по настоящее время работает в Федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Новосибирский государственный технический университет» на кафедре Прикладной математики в должности ассистента.

**Диссертация выполнена** на кафедре прикладной математики Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Новосибирский государственный технический университет», Министерство науки и высшего образования РФ.

**Научный руководитель** – доктор технических наук, профессор Персова Марина Геннадьевна, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Новосибирский государственный технический университет», кафедра прикладной математики, профессор.

Официальные оппоненты:

Куликов Виктор Александрович, доктор геолого-минералогических наук, «Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова», профессор кафедры геофизических методов исследования земной коры геологического факультета,

Белая Анастасия Александровна, кандидат технических наук, Закрытое акционерное общество «Аэрогеофизическая разведка», заведующая лабораторией математического моделирования дали положительные отзывы на диссертацию.

**Ведущая организация** Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Институт вычислительной математики и математической геофизики Сибирского отделения Российской академии наук», г. Новосибирск, в своем положительном заключении, утвержденном директором Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Институт вычислительной математики и математической геофизики Сибирского отделения Российской академии наук», профессором РАН, д.ф.-м.н. Марченко Михаилом Александровичем, подписанном Свешниковым Виктором Митрофановичем, д.ф.-м.н., г.н.с. лаборатории вычислительной физики, указала, что диссертация удовлетворяет всем требованиям, предъявляемым ВАК РФ к диссертациям на соискание ученой степени кандидата технических наук, а ее автор, Трубачева Ольга Сергеевна, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.18 - Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ.

Соискатель имеет 18 научных работ, в том числе 3 научные публикации, опубликованные в журналах, входящих в перечень ВАК, 6 научных публикаций, индексируемых в международных информационно-аналитических системах научного

цитирования Web of Science и/или Scopus, получено 2 свидетельства о государственной регистрации программ для ЭВМ. Получен акт о внедрении результатов работы на предприятии ООО "Гелиос". Перечень наиболее значимых работ автора, в которых отражено основное содержание диссертационной работы и ее результатов:

1. Персова М. Г., Трубачева О. С. О подходе к решению обратной задачи вызванной поляризации при восстановлении границ аномальных по поляризуемости объектов = On an approach to solving induced polarization inverse problems under recovery of boundaries of object with anomalous polarizability // Доклады Академии наук высшей школы Российской Федерации. - 2015. - № 3 (28). - С. 88-98. - DOI:10.17212/1727-2769-2015-3-88-98.

Соискателем был разработан алгоритм трехмерной геометрической инверсии данных вызванной поляризации, выполнена его программная реализация, проведено исследование, посвященное методике профильной съемки по одиночным профилям.

2. Математический аппарат и программное обеспечение конечноэлементного 3D-моделирования для сопровождения электромагнитных методов инженерной геофизики = Mathematical apparatus and software of 3D finite element modeling for supporting electromagnetic methods of engineering geophysics / Ю.Г. Соловейчик, М.Г. Персова, Д.В. Вагин, П.А. Домников, О.С. Трубачева // Инженерные изыскания. - 2015. – № 10-11. – С. 54–59.

Соискателем было выполнено моделирование трехмерных электромагнитных полей и проведено сравнение с практическими данными.

3. Применение неконформных сеток с шестигранными ячейками для 3D-моделирования технологий аэроэлектроразведки = Application of non-conforming meshes with hexahedral cells for 3D modelling of airborne electromagnetic technologies / М. Г. Персова, Ю. Г. Соловейчик, Д. В., Киселев Д.С., Кондратьев Н.В., Кошкина Ю.И., Трубачева О.С. // Доклады Академии наук высшей школы Российской Федерации. – 2018. – № 1 (38). – С. 64–79. – DOI: 10.17212/1727-2769-2018-1-64-7.

Соискателем было выполнено моделирование трехмерных электромагнитных полей на несогласованных сетках в сложных средах.

4. Application of the marine circular electric dipole method in high latitude Arctic regions using drifting ice floes / V. Mogilatov, M. Goldman, M. G. Persova, Y. G. Soloveichik, Y. I. Koshkina, O. S. Trubacheva, A. Zlobinskiy // Journal of Applied Geophysics. - 2016. – Vol. 135. – P. 17-31. - DOI: 10.1016/j.jappgeo.2016.08.007.

Соискателем были проведены исследования алгоритмов геометрической инверсии на данных с шумом.

5. Persova M. G., Trubacheva O. S., Soloveichik Y. G. Geometric 3D inversion application for recovering the polarizability of geoelectric-heterogeneous geological media // Актуальные проблемы электронного приборостроения (АПЭП–2016) = Actual problems of electronic instrument engineering (APEIE–2016): тр. 13 междунар. науч.-техн. конф., Новосибирск, 3–6 окт. 2016 г.: в 12 т. – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2016. – Т. 1, ч. 2. – С. 309-312. - ISBN 978-5-7782-2991-4.

Соискателем были проведены исследования разработанного алгоритма трехмерной геометрической инверсии данных вызванной поляризации для различных вариантов выбора разбиения исследуемой области.

6. Intelligent Scheduler for Solution of Forward and Inverse Geoelectrical Problems / Marina G. Persova, Yuri G. Soloveichik, Yulia I. Koshkina, Olga S. Trubacheva, Denis V. Vagin, Petr A. Domnikov // Proceedings of IFOST-2016 Part 1: 2016 11th International Forum on Strategic Technology (IFOST), June 1-3, 2016 Novosibirsk, Russia. – pp. 401-405.

Соискателем были разработаны средства взаимодействия модуля решения обратных задач вызванной поляризации с модулями решения прямых задач для выполнения геометрических инверсий в распределенных вычислительных системах.

На диссертацию и автореферат поступило 6 отзывов, все положительные:

1. Долгаль Александр Сергеевич, доктор физико-математических наук, «Горный институт Уральского отделения Российской академии наук» - филиал Федерального государственного бюджетного учреждения науки Пермского федерального исследовательского центра Уральского отделения Российской академии наук, главный научный сотрудник, г. Пермь. Без замечаний.

2. Богданович Денис Васильевич, кандидат физико-математических наук, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Иркутский национальный исследовательский технический университет», Институт информационных технологий и анализа данных, учебно-исследовательская лаборатория искусственного интеллекта и машинного обучения, доцент, г. Иркутск. Без замечаний.

3. Злобинский Аркадий Владимирович, кандидат технических наук, Общество с ограниченной ответственностью «Научно-техническая компания ЗаВеТ-

ГЕО», генеральный директор, г. Новосибирск. Рецензент отметил, что было бы интересно посмотреть, как будут работать предложенные методы геометрической инверсии для данных с источником в виде кругового электрического диполя.

4. Иванов Сергей Александрович, кандидат геолого-минералогических наук, Общество с ограниченной ответственностью "Сибирская геофизическая научно-производственная компания", заместитель генерального директора по геологии, г. Иркутск. Рецензент указал на то, что в работе рассмотрены две стратегии поиска аномальных по поляризуемости объектов: инверсии в ячейках и предложенной геометрической инверсии. Но сравнение этих подходов проведено на примере двух обособленных поляризующихся объектов. В то же время в работе есть пример инверсии в сложной реалистичной среде, когда целевой объект перекрыт латерально неоднородным слоем. Было бы интересно сравнить эти две стратегии на таком примере.

5. Каледин Валерий Олегович, доктор технических наук, профессор, Новокузнецкий институт (филиал) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования "Кемеровский государственный университет", Факультет информатики, математики и экономики, научно-исследовательская лаборатория математического моделирования, заведующий лабораторией, г. Новокузнецк. Рецензент отметил, что недостаточно полно описана стратегия поиска минимума невязки с изменением размеров подобластей.

6. Тригубович Георгий Михайлович, доктор технических наук, профессор, Закрытое акционерное общество «Аэрогеофизическая разведка», технический директор, г. Новосибирск. Без замечаний.

**Выбор официальных оппонентов** и ведущей организации обосновывается их достижениями в данной отрасли науки, наличием публикаций в соответствующей сфере исследования и способностью определить научную и практическую ценность диссертации.

**Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:**

Разработаны метод и алгоритмы трехмерной геометрической инверсии данных вызванной поляризации. Предложен новый способ параметризации геоэлектрической модели в зависимости от системы наблюдений. Разработана математическая модель для расчета поля вызванной поляризации при изменении геометрических параметров,

построена вычислительная схема для расчета полей влияния параметров геоэлектрической модели при выполнении трехмерной геометрической инверсии данных вызванной поляризации.

Разработан программный комплекс, позволяющий моделировать поле вызванной поляризации в трехмерных средах и выполнять трехмерную инверсию данных вызванной поляризации с возможностью подбора геометрических параметров поляризующихся объектов и поляризуемости этих объектов.

Показана корректность работы разработанного программного комплекса и подтверждена возможность применения разработанного программного комплекса для решения практических задач.

Теоретическая значимость исследования заключается в том, что разработанный метод и алгоритмы позволяют расширить возможности трехмерной инверсии для обработки данных вызванной поляризации. Применительно к проблематике диссертации результативно использован комплекс численных методов, включающий в себя метод конечных элементов для решения прямых задач и метод Гаусса-Ньютона для решения обратных задач вызванной поляризации, проведена адаптация существующих подходов к регуляризации при использовании геометрических параметров. Обоснованы преимущества геометрической инверсии по сравнению с широко используемыми способами инверсии данных вызванной поляризации, основанными на поиске поляризуемости в ячейках сетки. Изучено влияние мешающих факторов на результаты трехмерной геометрической инверсии данных вызванной поляризации: наличие шума в сигналах вызванной поляризации, неточное восстановление проводимости в исследуемой среде.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что разработанные метод и алгоритмы инверсии данных вызванной поляризации внедрены на предприятии ООО "Гелиос", где они применялись для обработки данных геофизических исследований по методу ЭМЗ-ВП, проведенных на территории северного Казахстана на участке «Кызыл-Сор» для восстановления поляризуемости среды, о чем свидетельствует акт об использовании результатов научных исследований, выполненных соискателем.

Достоверность результатов исследований подтверждена следующим: теория согласована с фундаментальными моделями электромагнетизма; идея предложенных подходов базируется на анализе практики и устранении выявленных недостатков

существующих методов инверсии данных; проведено сравнение результатов решений прямой задачи с результатами работы программ других авторов; процедуры трехмерной геометрической инверсии протестированы на синтетических аналогах полевых данных, полученных для различных трехмерных геоэлектрических моделей; для расчета электромагнитных полей использованы современные методы численного моделирования.

Личный вклад соискателя состоит в: разработке и программной реализации средств для расчета полей вызванной поляризации в сложных трехмерных средах и для восстановления геометрических и электрофизических параметров таких сред; разработке алгоритмов трехмерной инверсии данных вызванной поляризации, включая параметризацию геоэлектрической модели в зависимости от системы наблюдений и адаптивную регуляризацию; исследовании корректности результатов инверсии с использованием синтетических данных, полученных конечноэлементным моделированием для сложных геоэлектрических моделей; анализе влияния шума в сигналах вызванной поляризации, а также неточного восстановления проводимости в исследуемой среде на результаты трехмерной геометрической инверсии данных вызванной поляризации.

На заседании 29.12.2020 г. диссертационный совет принял решение присудить Трубачевой О.С. ученую степень кандидата технических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 18 человек, из них 5 докторов наук (отдельно по каждой специальности рассматриваемой диссертации), участвовавших в заседании, из 25 человек, входящих в состав совета, дополнительно введены на разовую защиту - нет, проголосовали: за 18, против 0, недействительных бюллетеней 0.

Председатель  
диссертационного

Ученый секретарь  
диссертационного

 Лемешко Борис Юрьевич

Фаддеенков Андрей Владимирович