

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 24.12.2019 г. протокол № 5

О присуждении Киселеву Дмитрию Сергеевичу, гражданину РФ, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Разработка методов моделирования геоэлектромагнитных полей и восстановления трехмерных сред с искривленными границами геоэлектрических слоев» по специальности 05.13.18 – Математическое моделирование численные методы и комплексы программ принята к защите от 22.10.2019 г., протокол № 13 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 Киселев Дмитрий Сергеевич 1990 года рождения.

В 2015 году соискатель окончил магистратуру по направлению «Прикладная математика и информатика» Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Новосибирский государственный технический университет», Министерство науки и высшего образования РФ.

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 Соловейчик Юрий Григорьевич, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Новосибирский государственный технический университет», заведующий кафедрой прикладной математики.

Официальные оппоненты:

Пушкарев Павел Юрьевич, д.г.-м.н., доцент, 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, к.т.н., АО «СНИИГГиМС», заведующая лабораторией математического моделирования отдела инновационных технологий, 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, утвержденным врио директора 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 Виктором Митрофановичем Свешниковым, д.ф.-м.н., г.н.с. лаборатории вычислительной физики, указала, что диссертация удовлетворяет всем требованиям ВАК, а ее автор, Киселев Дмитрий Сергеевич, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.18.

Соискатель имеет 22 научных работы, 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 Scopus, 6 публикаций, индексируемых в Scopus, получено 12 свидетельств о государственной регистрации программ для ЭВМ. Получено 2 акта о внедрении результатов работы на предприятиях ООО "Геоинверсия" и ООО ГП "Сибгеотех". Перечень наиболее значимых работ автора, в которых отражено основное содержание диссертационной работы и ее результатов:

1. О параметризации геоэлектрической модели в задачах аэроэлектроразведки в средах с рельефом и слоями переменной толщины / Д.С. Киселев, Н.В. Кондратьев, Ю.И. Кошкина, М.Г. Персова, Ю.Г. Соловейчик // Доклады Академии наук высшей школы Российской Федерации. – 2018. – № 4 (41). – С. 77-92. – DOI: 10.17212/1727-2769-2018-4-77-92

Соискателем были разработаны средства для восстановления формы поверхностей геоэлектрических слоев в ходе инверсии, средства для подготовки модели и данных с их визуализацией.

2. 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. Вагин, Д.С. Киселев, Н.В. Кондратьев, Ю.И. Кошкина, О.С. Трубачева // Доклады Академии наук высшей школы Российской Федерации. – 2018. – № 1 (38). – С. 64–79. – DOI: 10.17212/1727-2769-2018-1-64-79.

Соискателем были разработаны средства учета криволинейной формы поверхностей между геоэлектрическими слоями и трехмерных неоднородностей сложной формы в них при автоматическом построении конечноэлементных сеток.

3. Kondratyev N.V., Kiselev D.S., Vagin D.V., Persova M.G., Soloveichik Yu.G. A study of equivalence of influences of varying thickness and conductivity in 3D-processing of airborne electromagnetic data in complex media. Nauchnyi vestnik Novosibirskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta – Science bulletin of the Novosibirsk state technical university, 2018, no. 4 (73), pp. 59–78. doi: 10.17212/1814-1196-2018-4-59-78. [Исследование эквивалентности влияний переменной толщины и проводимости при трехмерной обработке данных аэроэлектроразведки в сложных средах / Н.В. Кондратьев, Д.С. Киселев, Д.В. Вагин, М.Г. Персова, Ю.Г. Соловейчик // Научный вестник НГТУ. – 2018. – № 4 (73). – С. 59–78. – Яз. англ. – doi: 10.17212/1814-1196-2018-4-59-78.]

Соискателем были получены результаты 3D инверсии для истинных моделей с разными перепадами высоты границ верхнего слоя для поиска модели эквивалентной истинной с постоянной толщиной верхнего слоя и измененным распределением сопротивления.

4. «Floating Dipoles» Method for Magnetic Survey Data Processing / Yuri G. Soloveichik, Marina G. Persova, Denis V. Vagin, Dmitry S. Kiselev, Aleksandr G. Zadorozhny // Proceedings of IFOST-2016 Part 1: 2016 11th International Forum on Strategic Technology (IFOST), June 1-3, 2016 Novosibirsk, Russia. – pp. 414-418 - ISBN 978-1-5090-0853-7. - DOI: 10.1109/IFOST.2016.7884142.

Соискателем была разработана 3D инверсия для восстановления намагниченных 3D-объектов с помощью плавающих точечных источников магнитного поля.

5. The Topography Effect on the Airborne EM Data / M. G. Persova, Y. G. Soloveichik, D. V. Vagin, D. S. Kiselev, Y. I. Koshkina, I. I. Patrushev, E. I. Simon // Saint Petersburg 2018 : Saint Petersburg intern. conf. and exhibition: innovations in geosciences – time for breakthrough, Saint Petersburg 9–12 April 2018. – Saint Petersburg : EAGE, 2018. – Art. 44652. - ISBN 978-946282247-4. DOI: 10.3997/2214-4609.201800314.

Соискателем были проведены исследования влияния искривлений поверхностей слоев на сигналы, регистрируемые в приемниках, с разными способами учета искривлений.

6. Modeling of aerodynamic heat flux and thermoelastic behavior of nose caps of hypersonic vehicles / M. G. Persova, Y. G. Soloveichik, V. K. Belov, D. S. Kiselev, D. V. Vagin, P. A. Domnikov, I. I. Patrushev, D. N. Kurskiy // Acta Astronautica. - 2017. – Vol. 136. – P. 312–331. - DOI: 10.1016/j.actaastro.2017.02.021.

Соискателем были разработаны средства построения трехмерных конечноэлементных сеток с шестигранными ячейками, учитывающих сложную форму аппроксимируемых тел.

На диссертацию и автореферат поступили следующие отзывы (все положительные):

1. Могилатов Владимир Сергеевич, доктор технических наук, Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А.А. Трофимука Сибирского отделения Российской академии наук, главный научный сотрудник лаборатории геоэлектрики, г. Новосибирск. Рецензент отметил, что неясно, применимы ли предлагаемые соискателем методы для новых перспективных источников электромагнитного поля, например, в виде кругового электрического диполя.

2. Чернышев Антон Владимирович, кандидат технических наук, ЗАО "Аэрогеофизическая разведка", ведущий научный сотрудник, г. Новосибирск. Рецензент указывает на то, что структура программного комплекса явно подразумевает работу с некоторой вычислительной сетью, но в автореферате не представлены схемы распараллеливания расчетов и характеристики вычислительных узлов.

Разработаны и программно реализованы пре- и постпроцессор программного комплекса, позволяющего решать практические задачи обработки геофизических данных, с широкими функциональными возможностями в части задания сложных сред, систем наблюдений и визуального представления результатов прямых задач и инверсий с графическим отображением полной геометрии среды в трехмерном виде и в проекциях с возможностью построения сечений.

Разработаны модули программного комплекса, выполняющие аппроксимацию трехмерных объектов сложной формы при автоматическом построении конечноэлементных сеток в ходе инверсии для множества положений приемно-генераторной установки и с учетом сложной геометрии среды.

Показана корректность работы программных реализаций при выполнении трехмерных инверсий на модельных данных для технологий аэроэлектроразведки, морской электроразведки и магнитной аэроэлектроразведки.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что разработанные методы и алгоритмы позволяют расширить возможности геометрической 3D инверсии для обработки практических данных; применительно к проблематике диссертации результативно использован комплекс численных методов, включающий в себя метод конечных элементов для решения прямых задач с построением согласованного базиса на несогласованных шестигранных конечноэлементных сетках и метод Гаусса-Ньютона для решения обратных задач электро и магниторазведки; предложены схемы геометрической инверсии данных электроразведки и магниторазведки, алгоритмы группирования задач по положениям установки и во временной области с использованием прямых решателей СЛАУ, алгоритм аппроксимации трехмерных неоднородностей, имеющих сложную форму, алгоритм аппроксимации искривленных границ слоев с деформацией неоднородностей в них, алгоритм расстановки дополнительных точек в случае нехватки данных при построении сглаживающих сплайнов, структура программного комплекса и графического интерфейса к нему с описанием функциональных возможностей; изучены влияние искривлений геоэлектрических слоев переменной толщины на сигналы в приемниках, эффективность разных способов аппроксимации искривлений границ слоев для разных сред, эффективность методов группирования, способность 3D инверсии данных электроразведки выявлять целевые объекты при наличии

осложняющих факторов, способность 3D инверсии данных магниторазведки восстанавливать целевые объекты с помощью точечных источников магнитного поля в присутствии объектов-помех; проведена модернизация существующих схем геометрической инверсии, позволяющая восстанавливать формы границ неоднородных геоэлектрических слоев переменной толщины в трехмерных средах.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что разработанные методы и алгоритмы инверсии данных электромагнитных зондирований внедрены на предприятии ООО "Геоинверсия", где они применяются для создания программных систем обработки данных электромагнитных зондирований с источником в виде заземленной электрической линии, и ООО ГП "Сибгеотех", где они применялись для обработки данных аэроэлектромагнитных зондирований, выполненных с использованием вертолетной платформы "Импульс-Аэро", для восстановления многомерной проводимости среды и в дальнейшем будут использоваться при проведении 3D-интерпретаций данных аэро- и наземных зондирований становлением поля, о чем свидетельствуют акты об использовании результатов научных исследований, выполненных соискателем.

Оценка достоверности результатов исследования выявила: показана воспроизводимость результатов исследования многомерной геометрической инверсии данных морской и аэроэлектроразведки и магнитной аэроразведки; теория согласована с фундаментальными моделями электромагнетизма; идея предложенных подходов базируется на анализе практики и устранении выявленных недостатков существующих методов инверсии данных; проведено сравнение решений прямых задач в разных постановках, сравнение результатов моделирования электромагнитных полей с результатами, опубликованных зарубежными авторами (С. Yin, Y. Qi, Y. Liu, J. Cai, K. Key); процедуры многомерной геометрической инверсии протестированы на синтетических данных, полученных с использованием конечноэлементного моделирования электромагнитных полей; установлено высокое соответствие авторских результатов, полученных при решении прямой задачи с результатами, представленными в независимых источниках; использованы современные методы численного моделирования для решения задач электроразведки.

Личный вклад соискателя состоит в: разработке и программной реализации средств для расчета геоэлектромагнитных полей в сложных трехмерных средах,

включающих искривленные границы геоэлектрических латерально неоднородных слоев переменной толщины, и для восстановления геометрических и электрофизических параметров таких сред, в том числе средств, позволяющих выполнять параметризацию искривленных границ слоев в ходе решения обратных задач, средств аппроксимации трехмерных неоднородностей, имеющих сложную форму, средств построения сплайнов, описывающих форму границ геоэлектрических слоев; разработке и программной реализации группирования прямых задач по положениям установки и во временной области; разработке алгоритмов многомерной инверсии данных магнитной разведки с учетом градиентометрии; исследовании корректности результатов инверсии с использованием синтетических данных, полученных конечноэлементным моделированием для сложных геоэлектрических моделей; анализе влияния искривленных границ слоев на сигналы, измеряемые в приемниках, и возможных ошибок, возникающих, при недостаточно адекватном учете сложной геометрии среды; разработке и программной реализации модуля загрузки практических данных и пре- и постпроцессора программного комплекса для решения прямых и обратных задач электроразведки и магниторазведки.

На заседании 24.12.2019 г. диссертационный совет принял решение присудить Киселеву Д.С. ученую степень кандидата технических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 19 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 19, против 0, недействительных бюллетеней 0.

Председатель
диссертационн

Лемешко Борис Юрьевич

Ученый секретар
диссертационног

Фаддеенков Андрей Владимирович