

ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА

доктора технических наук Чесалова Леонида Евгеньевича на диссертационную работу Мицына Сергея Валерьевича «Геоинформационный метод объёмного моделирования глубинного строения территории на основе данных геопотенциальных полей», представленную на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности 1.6.20 – Геоинформатика, картография

Оценка актуальности темы диссертации

Данная работа направлена на решение задач уточнения глубинного строения Земли, крайне важных для укрепления минерально-сырьевой базы необходимой для устойчивого экономического развития страны. Эти задачи определены в рамках стратегии развития минерально-сырьевой базы до 2035 года, утверждённой распоряжением Правительства РФ от 22 декабря 2018 г. N 2914-р. Отдельно следует упомянуть Федеральный проект «Геология: возрождение легенды», которым предусмотрено расширение поискового задела для углеводородного сырья и других видов полезных ископаемых.

В связи с исчерпанием фонда легкооткрываемых месторождений полезных ископаемых роль дистанционных методов, в том числе пассивных, связанных с потенциальными полями Земли, значительно возрастает. Геоинформационные технологии, к классу которых относятся методы, развиваемые Мицыным С.В., относятся к перечню критических технологий.

В связи с этим актуальность работы не вызывает сомнений.

Степень обоснованности и научных результатов, выводов и рекомендаций

Основными результатами работы являются модернизация существующих подходов к инверсии потенциальных полей (и алгоритмов) Кобрунова-Приезжева для регулярных сетей и развитие монтажного метода (Долгаль) для подбора эквивалентных тел. Важным практическим результатом является высокоэффективная программная реализация, позволяющая обрабатывать большие объёмы информации, что дает возможность широко использовать ее в массовой обработке геофизических данных.

Таким образом, разработана новая методика эффективного решения обратных задач разведочной геофизики для основных потенциальных полей – гравиразведки и магниторазведки для слоистых моделей среды, осложненных внедрением магматических (интрузивных) образований, имеющих резко отличающиеся петрофизические характеристики (плотность, магнитную восприимчивость). Полученные результаты имеют программную реализацию, интегрированную в отечественную геоинформационную среду ГИС Интегро, играющую важную роль в импортозамещении в геологической отрасли.

Обоснованность научных результатов подтверждается теоретической проработкой основ предлагаемого метода для сеточных моделей. Следует отметить детальный анализ предшествующих работ в исследуемой области, их особенностей и ограничений. Большое внимание уделено корректности переноса методики и алгоритмов с непрерывного представления на сеточные модели и соответствующие дискретные преобразования.

Достоверность научных результатов

Практическое подтверждение полученных теоретических результатов выполнено с помощью численных экспериментов, проведенных с использованием типовых модельных ситуаций для слоистой среды с внедрением осложняющих объектов (интрузивных тел). Критерием являлось отсутствие невязки между наблюдаемым полем и рассчитанным полем от полученной модели

Помимо экспериментов на моделях следует отметить широкую апробацию методики для различных территорий (Предуралье, Прикаспий и отдельные регионы Восточной Сибири), характеризующихся существенно различными геологическими обстановками и особенностями геологического строения. Проверка полученных эквивалентных моделей, кроме решения прямой задачи по потенциальным полям, осуществлялась помощью данных детальной сейсморазведки, проведенной в последующие периоды, и не участвовавшей в формировании начального приближения.

Новизна научных результатов

Работами предшественников (Кобрунов, Приезжев и др.) были получены результаты для непрерывного поля и нижнего полупространства, существенной новизной работы С.В. Мицына является модификация методов для поля, заданного дискретной равномерной сетью. Этот вариант методики хорошо подходит для решения обратной задачи при отсутствии априорной

геологической информации. В рамках методики также предложено новое решение для экстраполяции и заполнения пропусков значений поля, заданного дискретной равномерной сетью, по латерали, что необходимо для последующей его обработки преобразованиями Фурье, не сужающей область исследований (инверсии).

Для случаев наличия знаний об ожидаемой геологической обстановке в рамках монтажного метода разработана новая методика, позволяющая "выращивать" объекты с заданными свойствами (плотностью или магнитной восприимчивостью) на основе элементарных объемов, приближаемых точечными источниками. Механизм управляемых приоритетов оптимизации позволяет сохранять основные параметры модели, избегая неадекватных решений. Этот подход позволяет доводить предлагаемую геологами модель до соответствия наблюдаемым полям. При этом с помощью реализации параллельной работы на графических ускорителях удалось добиться высокой скорости подбора, что является значительным техническим достижением.

Таким образом разработанные методики охватывают решение обратной задачи для потенциальных полей как для случая наличия значительной априорной геологической информации, позволяющей построить начальные приближения исследуемой территории (в примере – слоистая среда), так и при ее отсутствии. Полученные новые научные результаты обладают большой практической значимостью.

Практическая значимость

Как отмечалось выше, исчерпание поискового задела связано с достаточно полным исследованием поверхности Земли. Все выходящие на поверхность или неглубоко залегающие месторождения полезных ископаемых уже найдены. Прямое исследование недр с помощью бурения или различных вариантов сейсморазведки достаточно дорого. Поэтому особую важность приобретает углубленная обработка и интерпретация данных естественных полей Земли, легко доступных для непосредственных измерений.

Бурное развитие технологий беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) в геологии приводит к резкому удешевлению измерений естественных полей с воздуха, в том числе на малых и сверхмалых высотах, а также в повысотном варианте. Совершенствуются методы исследований и на традиционных летательных аппаратах, включая сверхлегкие. Уже сейчас при геологическом картировании масштаба 1:200 000 распространяется практика покрытия комплексной аэрогеофизической съемкой всей площади работ в

значительно более крупном масштабе (1:25 000). При этом детальность и качество получаемой информации значительно превосходит традиционно используемые геофизические основы масштаба 1:200 000, основанные на наземных съемках. Этот подход дает существенный прирост геофизической информации, в том числе для решения задач выделения площадей, перспективных на поиски полезных ископаемых.

Учитывая развитие технологий датчиков потенциальных полей, можно ожидать бурного роста объемов работ, в том числе аэрогравиразведки. Для обработки полученной информации большую значимость могут иметь полученные С.В.Мицыным результаты и их программная реализация. Даже для ограниченного класса моделей, реализованных в работе (горизонтально-слоистая модель с возмущающими объектами) возможны применение разработанной методики не только для поисков углеводородного сырья, но и других видов полезных ископаемых, в том числе золота, алмазов и других, для которых модели месторождений хорошо соответствуют реализованным в работе С.В.Мицына классам моделей геологического строения.

Замечания

1. Соискатель работает в классе алгоритмов и методик, развиваемых различными исследователями много десятков лет, используя модели с эквивалентным распределением эффективного физического параметра. Кроме того, дискретное представление физических полей в виде регулярных сетей страдает значительными недостатками, существенно искажая наблюдаемые исходные данные. Хотелось бы видеть новые подходы к решению обратных задач разведочной геофизики, основанные на иных, в том числе смешанных моделях (В.Н.Страхов), которые потенциально должны дать качественный скачок интерпретации потенциальных полей.
2. Класс моделей, для которых разработана и апробирована методика в рамках монтажного метода достаточно ограничен – горизонтально (или косо) слоистая модель среды с отдельными возмущающими объектами с начальным приближением в виде вертикального эллипсоида. Данный класс моделей фактически применим только для ограниченного количества геологических обстановок, соответствующих, например, нефтегазоносным регионам с традиционными терригенными коллекторами. Тем самым не охватываются месторождения нефти и газа в карбонатных и

трещинных коллекторах. Для большей части генетических типов рудных месторождений такие модели также мало применимы. Сложный настраиваемый механизм приоритетов оптимизации не позволяет отличить без визуального контроля специалистом-геологом неадекватные решения от сложных по морфологии, но имеющих геологический смысл моделей. Все это естественным образом ограничивает применение разработанной методики.

Сделанные замечания не снижают общей положительной оценки диссертационной работы и являются до некоторой степени рекомендациями для дальнейших исследований.

Соответствие требованиям

Диссертация состоит из введения, пяти глав и заключения. Список литературы включает 78 наименований. По своей теме, содержанию и результатам работа соответствует паспорту специальности 1.6.20 – Геоинформатика. Сформулированные соискателем тема, задачи и результаты работы изложены последовательно, логически взаимосвязаны друг с другом.

Основные результаты с достаточной полнотой изложены в 6 печатных работах из перечня изданий, рекомендованных ВАК. Автореферат отражает основные положения диссертационной работы. Результаты работы внедрены во всероссийском научно-исследовательском геологическом нефтяном институте (ВНИГНИ) и использованы в работах по государственному заданию Федерального агентства по недропользованию (Роснедра).

Заключение

Диссертационная работа С.В. Мицына на тему «Геоинформационный метод объёмного моделирования глубинного строения территории на основе данных геопотенциальных полей» является самостоятельно выполненной, законченной квалификационной работой. В ней решена актуальная научно-техническая задача разработки моделей и методик решения обратной задачи разведочной геофизики для потенциальных полей для среды с возмущающими объектами. Работа имеет важное народнохозяйственное значение, поскольку, в отличие от известных подходов, позволяет решать обратные задачи с применением современных массовых технических средств за приемлемое

время с требуемым качеством. Отмеченные в отзыве недостатки не снижают общий высокий уровень выполнения работы, не препятствуют уяснению сути, новизны и достоверности полученных автором научных и практических результатов.

Диссертационная работа Мицына Сергея Валерьевича соответствует критериям, установленным положением ВАК «О порядке присуждения учёных степеней» № 842 от 24 сентября 2013 года, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а её автор заслуживает присуждения ему учёной степени кандидата технических наук по специальности 1.6.20 – «Геоинформатика, картография».

Официальный оппонент

Чесалов Леонид Евгеньевич

доктор технических наук, 25.00.35 – «Геоинформатика»

Ученое звание - профессор

Должность – начальник управления информационных технологий и защиты информации

Структурное подразделение – управление информационных технологий и защиты информации

Полное наименование организации: Федеральное государственное бюджетное учреждение «Гидроспецгеология»

Вышестоящая организация: Федеральное агентство по недропользованию

Адрес: 123060, г.Москва, ул. Маршала Рыбалко, д. 4

Интернет сайт организации www.specgeo.ru


e-mail: info@specgeo.ru

раб. тел.: +7 499 196 02 62

Я, Чесалов Леонид Евгеньевич, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и их дальнейшую обработку.

«16» 10 2023 г.

М.П.


подпись
Л.Е.Чесалов



Подпись Чесалова Л.Е.
удостоверено

Кавалеркин И.И. Фельдман Е.В.