

Отзыв научного консультанта  
на диссертацию **Лыгина Ивана Владимировича**  
«Физико-геологические подходы к анализу гравиметрических данных»,  
представленную на соискание учёной степени  
доктора геолого-минералогических наук по специальности  
1.6.9 – Геофизика (геолого-минералогические науки)

Свое становление как ученый Лыгин Иван Владимирович начал под руководством заслуженного профессора МГУ Вячеслава Романовича Мелихова, выбрав направление, связанное с комплексной интерпретацией геолого-геофизических данных. В результате в 2005 году им была защищена кандидатская диссертация на тему «Структура земной коры Черного моря по комплексу геофизических данных».

На протяжении последующих лет Иван Владимирович постоянно работал на кафедре геофизических методов исследования земной коры геологического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова сначала в должности ассистента, а с 2010 года по настоящее время – в должности доцента. За время работы в Московском Университете И.В. Лыгин совершенствовался как преподаватель (преподает ряд важных кафедральных дисциплин), как научный руководитель студентов и аспирантов (в частности, им подготовлено три кандидата наук), как руководитель производственных работ. С 2016 года после ухода из жизни профессора В.Р. Мелихова И.В. Лыгин возглавил гравиметрическое направление кафедры.

Сочетание педагогической, научной и производственной деятельности, связанных с анализом гравиметрических данных, позволило диссертанту определить основную **цель исследований** – повышение информативности разномасштабных и разноточностных материалов гравirazведки в общем комплексе геолого-геофизических исследований.

Следует отметить, что теоретическим и практическим вопросам метода гравirazведки, как в нашей стране, так и за рубежом, уделялось и уделяется много внимания, и они хорошо разработаны. В то же время, развитие и появление современных аппаратурно измерительных и вычислительных средств вызывают необходимость совершенствования существующих и создание новых алгоритмов, методов и подходов к измерениям, обработке, анализу и интерпретации гравиметрических данных. Это обуславливает **актуальность исследований**, выполненных Иваном Владимировичем.

Работая по перечисленным направлениям, диссертант сумел развить и систематизировать интерпретационные подходы, востребованные в разведочной гравиметрии. Особый интерес представляют разработанные им методики анализа временных вариаций гравитационного поля для решения инженерно-геологических и геодинамических задач. Перечисленное определяет **научную новизну** его исследований, которая состоит в следующем:

Получены новые математические результаты и алгоритмы, позволяющие:

- аналитически описать поле притяжения многоугольника с параболическим законом распределения плотности (двумерная задача);
- аналитически описать поле притяжения многогранника и многоугольной пластины с линейным законом распределения плотности (трехмерная задача);
- решать линейную и нелинейную обратную задачу гравirazведки, сводящихся к решению системы линейных уравнений методом градиентного спуска с переменной скоростью;

- определять параметры точечного источника по его гравитационному полю, заданному на сфере.

Все перечисленные результаты несут самостоятельную научную значимость.

Систематизированы подходы учета априорной геолого-геофизической информации в зависимости от её объема и состава, привлекаемой при плотностном и магнитном моделировании. В практику решения обратной задачи геофизики введено понятие весовой корректирующей функции, определяющей области приоритетного подбора или области фиксированных (известных) значений. Весовая корректирующая функция выступает в роли пространственного стабилизатора решения обратной задачи и формируется на основе геологических представлений, объективной геофизической информации и может служить для проверки гипотез о геологическом строении среды на предмет их соответствия наблюдаемому гравитационному (или магнитному) полю.

Выявлены вариации гравитационного поля, обусловленные изменением гидродинамических характеристик вблизи Главного здания МГУ и на территории учебно-научной геофизической базы (дер. Александровка, Калужская область). Предложена методика долговременных гравиметрических наблюдений, не требующая привлечения абсолютных гравиметрических измерений и использования удаленного опорного гравиметрического пункта.

С использованием разработанной методики обработки данных спутниковой миссии Грейс выделены длительные вариации гравитационного поля в северо-восточном секторе Тихоокеанского региона и в Африкано-Аравийско-Каспийском регионе, природа которых связана с глубинными геодинамическими процессами. Разработанная методика является основой нового метода тектонического анализа регионов с активными геодинамическими режимами.

***Теоретическая и практическая значимость*** проведенных И.В. Лыгиным заключается в следующем:

- Предложено эталонировать наземные автоматизированные гравиметры с использованием гравиметрических полигонов, часть пунктов которых может быть расположена в высотных зданиях.

- Указаны границы применимости спутниковых гравиметрических данных акваторий, обрамленных горными сооружениями и прибрежных акваторий. Рассчитанные оценки качества альтиметрических данных для разномасштабных построений могут быть применены при геолого-геофизических исследованиях на акваториях внутренних и окраинных морей.

- Предложенная методика обработки и интерпретации данных потенциальных полей в зависимости от объема и состава привлекаемой априорной информации представляет значительный интерес при геологических и тектонических исследованиях, а также при поисках минерального сырья во всех регионах, как Российской Федерации, так и за ее пределами. Разработанный математический аппарат и инструменты учета априорной геологической информации стали основой программного обеспечения "GravMagInv" [Чепиго, 2022], предназначенного для создания профильных, объемных и сферических плотностных и магнитных моделей.

- Новые геологические модели или элементы моделей крупных регионов Российской Федерации, имеющих высокий углеводородный потенциал (модель кровли палеогеновых отложений Северной части острова Сахалин, трехмерная геоплотностная модель Енисей-Хатангского региона, трехмерная геоплотностная модель Баренцевоморского региона и др.), дополняют современные концепции о геологическом строении перечисленных территорий и могут использоваться для их совершенствования.

Результаты исследований включены в лекционные материалы таких учебных курсов, как «Основы гравиразведки и магниторазведки», «Гравиразведка», «Методы обработки и интерпретации гравиметрических и магнитометрических данных», «Прямые и обратные задачи гравиразведки и магниторазведки», «Сейсмогравитационное моделирование», «Морская гравиразведка и магниторазведка» и других, читаемых на геологическом факультете МГУ имени М.В. Ломоносова.

Особо отмечу, что по инициативе диссертанта в списке читаемых курсов для магистрантов геофизического направления появились такие новые предметы, как «Космическая геофизика» и «Беспилотная геофизика».

Результаты своих исследований автор докладывал на конференциях и семинарах различного уровня, опубликовал в авторитетных научных журналах, индексируемых в базе ядра Российского индекса научного цитирования eLibraryScience index.

Работа Лыгина Ивана Владимировича, по моему мнению, представляет собой законченное научное исследование, отвечающее требованиям, предъявляемым к докторским диссертациям.

Я рекомендую предоставленную работу к защите на соискание ученой степени доктора геолого-минералогических наук по специальности 1.6.9 – Геофизика (геолого-минералогические науки).

Научный консультант  
доктор физико-математических наук, профессор,  
заведующий кафедрой геофизических методов исследования земной коры  
геологического факультета Московского государственного университета  
имени М.В. Ломоносова

А.А. Булычев

03.06.2024

Булычев Андрей Александрович  
доктор физико-математических наук,  
профессор,  
заведующий кафедрой геофизических методов исследования земной коры  
геологического факультета Московского государственного университета  
имени М.В. Ломоносова

Адрес: 119991, г. Москва, ул. Ленинские горы, д. 1, ауд. 307  
Тел. (495) 939-57-66, E-mail: [andrbul@geol.msu.ru](mailto:andrbul@geol.msu.ru)