ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Шестакова Петра Александровича «Строение и механизмы формирования интрузивных комплексов Южного Урала по комплексным данным», представленной на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических наук по специальности 1.6.1. Общая и региональная геология. Геотектоника и геодинамика

Диссертация П. А. Шестакова посвящена установлению закономерностей и механизмов формирования разновозрастных гранитоидных интрузивных комплексов Южного Урала на основе комплексного анализа структурных, геохимических, изотопно-геохронологических, петромагнитных, палеомагнитных и магниторазведочных данных. Тема, несомненно, актуальна. Несмотря на высокую изученность магматизма и тектоники Магнитогорской и Восточно-Уральской мегазон, вопросы возраста и последовательности внедрения ряда плутонов (в частности, Чекинского и Чилектинского) до настоящего времени остаются дискуссионными, а петромагнитные и палеомагнитные методы при изучении массивов Магнитогорской мегазоны ранее практически не применялись. Работа восполняет этот пробел и имеет значение как для региональной геологии и геодинамики, так и для совершенствования методики комплексных геолого-геофизических исследований интрузивов.

Автореферат свидетельствует о серьёзной фактической основе исследования: автор участвовал в трёх полевых сезонах (2021-2023 гг.), в ходе которых выполнены отбор проб на геохимию и U-Pb датирование по циркону, бурение ориентированных кернов для петро- и палеомагнитных исследований (318 образцов), массовые замеры трещиноватости и линейности, пешая магниторазведка по шести субширотным профилям общей протяжённостью более 20 км с использованием современных магнитометров МИНИМАГ-М, а также аэрофотосъёмка. Лабораторный комплекс включает петрографический анализ, силикатный и ICP-MS анализы, U-Pb датирование (SIMS SHRIMP-II и LA-ICP-MS), дифференциальный термомагнитный анализ и коэрцитивную спектрометрию (J-meter, программы Max Unmix и MATLAB), изучение анизотропии магнитной восприимчивости на каппа-мосте MFK-1FA с обработкой в Anisoft, измерения ЕОН на спин-магнитометре JR-6 со ступенчатым терморазмагничиванием и обработкой в Remasoft и пакете Р. Энкина, а также 2D-моделирование магниторазведки в GravMagInv2D с учётом вариаций IGRF2020.

Столь широкий и методически корректно выстроенный комплекс исследований, с перекрёстной верификацией результатов независимыми методами, обеспечивает высокую достоверность защищаемых положений.

К наиболее значимым результатам работы следует отнести:

- Обоснование триасового возраста Чекинского массива на основе анализа морфологии и генезиса цирконов, а также верификацию кинематической модели его формирования как сдвигового магматического дуплекса в условиях правосторонней транстенсии на попутном изгибе Карабулакского взбросо-сдвига. Убедительным представляется согласование ориентации растяжения по данным анализа трещиноватости (153-333°) и по петромагнитным данным (138-318°), что взаимно подтверждает интерпретацию генерального сдвига как правостороннего.
- Выделение нового позднедевонского (380 млн лет) чилектинского плутонического комплекса, что позволило обосновать полихронный характер Чилектинского плутона и показать, что плутон в целом формировался как сдвиговый магматический дуплекс в условиях левосторонней транстенсии на попутном изгибе одноимённого сдвига. При этом, по данным AMS и магниторазведки, краснинский комплекс формировался как магматический сдвиговый дуплекс центробежного типа. Автор корректно аргументирует выделение самостоятельного комплекса, опираясь на субщелочной состав пород, отличающий их от краснинского комплекса.
- Установление по палеомагнитным данным внутриблоковых вращений Чилектинского и Крыклинского плутонов, «банановое» распределение виртуальных геомагнитных полюсов вдоль дуг больших кругов и сходимость полюсов вращения Эйлера, а также вывод о полном перемагничивании пород Чекинского массива. Сближение параметров вращения Чилектинского и Крыклинского плутонов - важный аргумент в пользу сопряжённости движений Магнитогорской и Восточно-Уральской мегазон в конце девона - начале карбона.

Плюсом работы является то, что петромагнитные и палеомагнитные построения автор подкрепляет количественным моделированием магниторазведки: построенная магнитная модель по профилю 2 (расхождение наблюдённого и рассчитанного поля 3,7%) учитывает не только различия магнитной восприимчивости фаз внедрения, но и разнонаправленность вектора ЕОН, что делает интерпретацию существенно более обоснованной, чем при

использовании только индуцированной намагниченности. Это отвечает современным требованиям к комплексированию геофизических методов при изучении высокоомных и сильномагнитных объектов. Защищаемые положения сформулированы чётко, логично вытекают из содержания глав и в совокупности отражают основные результаты работы. Структура автореферата последовательна: от геолого-геофизической характеристики района и обоснования методики - к вещественному составу, изотопному датированию, петромагнитным и структурным исследованиям, палеомагнитному анализу и итоговым кинематическим моделям. Основные результаты опубликованы в пяти рецензируемых изданиях, рекомендованных для защиты в диссертационном совете МГУ, и доложены на четырёх международных и всероссийских конференциях, включая EGU-2023 и тектонические совещания, что подтверждает апробацию работы.

Ниже перечислен ряд замечаний и возникающих вопросов:

- В автореферате при обосновании триасового возраста Чекинского массива автор опирается на литературные данные, доказывая унаследованный характер собственных U-Pb датировок по цирконам. Однако в таблице 1 приведён широкий диапазон U-Pb возрастов зёрен циркона - от 349,5 до 179,9 млн лет, которые автор интерпретирует как захваченные из вмещающих пород. Представляется целесообразным подробнее пояснить, какие независимые геологические индикаторы позволяют исключить более молодой, например, мезозойский возраст становления интрузива при таком характере изотопной гетерогенности цирконов.
- При палеомагнитной интерпретации вращений Чилектинского и Крыклинского плутонов желательно было бы более подробно охарактеризовать критерии отбраковки направлений характеристической компоненты намагниченности и оценку тестов палеомагнитной надёжности, в частности, результатов компонентного анализа и статистики группирования, что важно для оценки достоверности рассчитанных полюсов Эйлера.
- Конечно, предлагаемое автором комплексирование магниторазведки с аудио-магнитотеллурическим зондированием (АМТЗ) для построения геоэлектрических разрезов на первый взгляд перспективно. Однако, хотелось бы уточнить, когда в тексте заключения упоминается применение электроразведки с БПЛА, о каких методах идет речь? Кроме того, каковы ожидаемые диапазоны геоэлектрических параметров, например, удельного электрического

сопротивления для различных фаз внедрения изучаемых плутонов? Обеспечит ли предлагаемый метод АМТЗ достаточную разрешающую способность для расчленения последних?

Вышеперечисленные замечания и вопросы не ставят под сомнение обоснованность защищаемых положений и выводов, представленных в диссертации, и не снижают высокой оценки работы.

Диссертация отвечает требованиям, установленным Московским государственным университетом имени М.В. Ломоносова к работам подобного рода. Содержание диссертации соответствует специальности 1.6.1. Общая и региональная геология. Геотектоника и геодинамика (по геолого-минералогическим наукам), а ее автор - Шестаков Петр Александрович - заслуживает присуждения ученой степени.

Балков Евгений Вячеславович

Ученая степень: доктор технических наук

Ученое звание: нет

Должность, структурное подразделение: ведущий научный сотрудник лаборатории геоэлектрики

Полное наименование организации: Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А.А. Трофимука Сибирского отделения Российской академии наук

Адрес: 630090, г. Новосибирск, просп. Академика Коптюга, д. 3

Интернет сайт организации: www.ipgg.sbras.ru

E-mail: balkovev@ipgg.sbras.ru

раб. тел.

Я, Балков Евгений Вячеславович, даю согласие на включение моих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета и их дальнейшую обработку.

«10» октября 2026 г. _____ /Балков Е.В./

ПОДПИСЬ УДОСТОВЕ
Зав. канцелярие
20.10.2026