

Отзыв

официального оппонента на диссертацию **Иванова Егор Владимировича «ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ ОЗЕРА БАЙКАЛ КАК ПОКАЗАТЕЛЬ ИЗМЕНЕНИЯ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ В ПЛИОЦЕНЕ–ПЛЕЙСТОЦЕНЕ»**, представленную на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических наук по специальности 25.00.09. – Геохимия, геохимические методы поисков полезных ископаемых

Актуальность работы. Нет сомнений в актуальности темы диссертационной работы, которая направлена на получение новых знаний об изменении природной среды и климата. Полученные диссертантом в ходе выполнения работ данные впервые позволяют дополнить картину эволюции природной среды, климата и изменения тектонических условий при переходе миоцен – плиоцен и детально плиоцен – плейстоцен.

Полученные новые данные являются необходимой информацией для широкого круга исследователей кайнозойских отложений, так как биостратиграфическая часть осадочной летописи озера Байкал, является важным элементом мировой хроностратиграфической шкалы [International Commission on Stratigraphy].

Диссертация оставляет впечатление цельной работы с четко поставленной целью и сформулированными задачами, с которыми Иванов Егор Владимирович, на мой взгляд, справился полностью. Автором обоснованно выбран **основной объект исследования** – разрезы скважин BDP-98, пробуренную на глубоководном Академическом хребте, разделяющем центральную и северную котловины озера, в 1998 г. (мощностью 600 м) и BDP-99, пробуренную на Посольской банке (Селенгино-Бугульдейская перемычка) в 1999 г. (мощностью 350 м), являющихся наиболее информативными с точки зрения мощности и непрерывности разрезов.

Фактическим материалом для написания данной работы осадочные керны глубоководных байкальских скважин (BDP-98, BDP-99), пробуренных в ходе реализации проекта «Байкал-Бурение» в 1998–1999 году. **Автором лично**, являясь непосредственным участником проекта «Байкал-Бурение», выполнялось: приемка и документация кернов на буровом комплексе, литолого-структурное описание кернов скважин, отбор проб на различные виды анализов ($\text{SiO}_2^{\text{bio}}$, C_{org} , РФА, ICP MS, ориентированные образцы для палеомагнитных исследований). Автором был накоплен большой фактический материал, результаты исследования которого использованы в данной работе.

Достоверность результатов работы обеспечена достаточным количеством проб, высокоточными аттестованными аналитическими методами исследования (для детального вычленения интервалов соответствующих изотопно-кислородных стадий верхнего плиоцена – плейстоцена (MIS-104 – MIS-4), изучения корреляционных связей по макро- и

микроэлементному составу осадков и обоснования защищаемых положений, детально изучено более 300 метров осадочных кернов при суммарной длине разрезов более 900 метров, при массиве геохимических данных более 500 образцов, (РФА – 379 определений, ICP MS – 134 определения, изотопные характеристики Sr и Nd – 41 определение)); аналитические работы проведены с использованием аттестованных методик и контролем качества анализов по международным стандартным образцам; и **апробацией результатов работы:** основные положения работы в разное время докладывались на 8 международных конференциях и по теме диссертации опубликовано 12 работ (6 статей, 6 тезисов).

Структура и объём работы Работа состоит из четырех глав, введения и заключения, насыщена иллюстрациями (43 рисунка и 4 карты-схемы) и таблицами (13 табл.) и опирается на список литературы из 167 наименований.

Научная новизна работы заключается:

Впервые представлена детализированная петрохимическая летопись донных отложений озера Байкал на период поздний плиоцен–поздний плейстоцен. Выявлен ряд закономерностей поведения петрохимических модулей на этапах ледниковье/межледниковье.

Установлены корреляционные связи между литолого-стратиграфической моделью донных отложений и изменением макро- и микроэлементного состава осадков для полного набора климатических стадий (MIS) в интервалах, отвечающих максимальным и минимальным значениям SiO_{2bio} (с наиболее контрастными свойствами) для верхнего плиоцена–плейстоцена.

Предложены механизмы поступления терригенной фракции в водоем во временном отрезке верхний плиоцен–плейстоцен. Определены потенциальные источники сноса терригенной фракции в горизонты разрезов Академического хребта и Селенгино-Бугульдейской перемычки.

Впервые установлена взаимосвязь изотопных характеристик Sr и Nd как индикаторов источников сноса терригенного вещества и изменения тектонических условий.

Диссертантом представлено четыре защищаемых положения.

Введение содержит все необходимые для диссертаций атрибуты.

В первой главе Иванов Е.В. приводит обзор научных исследований литологических особенностей формирования осадочного выполнения озера Байкал в миоцене-плейстоцене. Даёт обоснование выбора объектов исследования разрезов BDP-98 и BDP-99, как наиболее информативных разрезов, отражающих условия осадконакопления на перемычках, разделяющих подводные котловины Байкала (Академический хребет, Селенгино-Бугульдейская перемычка). Другие разрезы, в частности BDP-96, использованы в качестве

реперных при оценке усредненных элементных характеристик и корреляции возрастных параметров разрезов. Так как диссертантом в данной работе сделан упор на изучение верхней части разреза с глубины 170 метров, соответствующей возрастной границе 4 млн. лет, то на рисунках 3 (а, б) (стр.30) приведена детализация литологических характеристик осадочной толщи исследуемых интервалов. Для осадков разреза BDP-98 представлена корреляция отложений с моделью по биогенному кремнезему ($\text{SiO}_{2\text{bio}}$), потерями при прокаливании и расчетной скоростью седиментации. Автор делает заключение, что наблюдается отчетливое согласование между компонентами осадка, биогеохимическими показателями и возрастными характеристиками донных отложений, но почему-то не обращает внимания на отсутствие корреляции в нижней части разреза (особенно между ППП и количеством органического вещества) от 4 млн. лет до 2,8 млн. лет. Это требует объяснения. Именно в этой главе приведены минералогические особенности подводных перемычек озера Байкал в миоцене–голоцене отдельно по фракциям: пелитовой, тонкозернистой и песков. К сожалению, в дальнейшем при интерпретации геохимических данных диссертант использует эти данные крайне ограничено. Основное замечание к работе, это сопоставить выводы этой главы (стр.41-42), а именно полученные данные о **конкретных** минеральных и гранулометрических составов донных отложений скважин, с детализацией петрохимических модулей и индексов, т.е. выводов, сделанных в 3 главе.

Во второй главе диссертант освещает вопросы о геологическое строение Байкальской рифтовой впадины и определение доминирующих источников кластического материала донных отложений позднего кайнозоя с использованием макро- и микроэлементного состава осадков. В данной главе Иванов Е.В. подробно изучает содержания основных петрогенных элементов в пробах донных отложений скважин в плейстоцене и плиоцене. Диссертант устанавливает ряд закономерностей и делает выводы («Элементный состав отложений обоих разрезов демонстрирует чрезвычайную близость друг другу, при этом основные источники поступления терригенного вещества остаются неизменными как в исследуемом диапазоне возрастов 4–0,01 млн. лет, так и при изменении климатических условий в это время»), положенные в основу 1 и 3 защищаемых положений. Замечаний к данной главе нет. **Глава 3** содержит информацию о результатах литохимической реконструкции потенциальных источников поступления терригенного материала в бассейн седиментации и определения степени выветривания материнских пород. Основное внимание в этой главе диссертант уделяет одному из основных способов исследования терригенных отложений, позволяющий восстанавливать петрогенетический характер источников сноса и реконструировать геодинамические особенности обстановок накопления – изучению петрохимических модулей и индексов. Глава значительная по объему – 56 стр., и

перенасыщена детализацией литохимических модулей в донных отложениях. Например, зачем использовать и индекс химического выветривания CIA ($100 \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 / (\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O} + \text{CaO})$ [Nesbitt, Young, 1982] и химический индекс выветривания (CIW) [$\text{Al}_2\text{O}_3 / (\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{CaO} + \text{Na}_2\text{O})$]*100 [Fedо, 1995]. Видно, что основное отличие в присутствии в CIA K_2O , что в данных отложениях важно. Но не понятно, почему графики этих двух величин полностью совпадают (стр.78)? Если проанализировать **тройную диаграмму выветривания в координатах (CaO+Na₂O)-Al₂O₃-K₂O**, которая также приведены в этой главе, то отчетливо виден тренд, отображающий основную фазу по потере K_2O и смещением точек в направлении угла Al_2O_3 для выветривания отложений водосборной площади, являющихся источником терригенного материала для донных осадков озера Байкал. Т.е. явно должно проследиваться влияния **K_2O** ?, да и исходя из минерального состава проб, это же следует. В этой и следующей главе изложен основной авторский материал. Выявлено множества значимых связей между разными факторами. Например, разделение составов отложений по климатическому критерию для интервалов, отвечающих пиковым значениям межледниковых стадий, образующих «теплый» тренд, а, ледниковым стадиям – «холодный» тренд, выявляет две тенденции, несущие основополагающее значение при интерпретации процессов выветривания и транспортировки материала. На хорошем фактурном материале диссертант делает выводы 3 главы, которые положены в основу 2 и 1 защищаемых положений.

Особо хочется отметить материал, представленный диссертантом в **4 главе**, на основе которого базируется четвертое защищаемое положение и именно материал этой главы, несомненно, являются украшением диссертации. Автором убедительно показано, что полученные характеристики выявляют зависимость обоих типов (ледниковые глины и диатомовый ил) отложений от изменения условий терригенной седиментации. На фактурном материале установлено, что область локализации изотопных составов Sr/Nd не принадлежит к линии смешения вещества между мантией и нижней корой, а также смещена от линии смешения мантия – верхняя кора, при этом соответствует области составов баргузинского и чивыркуйского гранитоидных комплексов, то есть подтверждает ранее сделанный вывод о влиянии гранитов на состав отложений озера Байкал и не противоречит выводам об отклике макро- и микроэлементного состава отложений на средний состав Чивыркуйского и Нижнеселенгинского комплексов монцонитов-сиенитов Забайкалья.

В заключение диссертации выделены основные закономерности, установленные Ивановым Е.В. в процессе работы.

Список использованной литературы довольно внушительный и состоит из работ российских и зарубежных исследователей.

Отмеченные замечания и недостатки не снижают общего хорошего впечатления от предлагаемой к защите работы.

Оценивая диссертацию в целом, можно констатировать, что она представляет собой научно-квалификационную работу, в которой на основании выполненных автором исследований, решены задачи, имеющие существенное значение для геохимии. Диссертация написана единолично, содержит совокупность новых научных результатов и положений, выдвигаемых автором для защиты. Диссертация отвечает необходимым требованиям, а её содержание соответствует специальности 25.00.09. – Геохимия, геохимические методы поисков полезных ископаемых.

Автореферат соответствует содержанию диссертации и отражает важные её положения.

На основании вышеизложенного считаю, что представленная к защите работа «ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ ОЗЕРА БАЙКАЛ КАК ПОКАЗАТЕЛЬ ИЗМЕНЕНИЯ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ В ПЛИОЦЕНЕ – ПЛЕЙСТОЦЕНЕ», является завершённой научно-квалификационной работой, соответствующей требованиям п. 9-14 «Положения о присуждении ученых степеней» от 24.09.2013 г., а её автор – **Иванов Егор Владимирович** заслуживает присуждения искомой степени кандидата геолого-минералогических наук по специальности 25.00.09. – Геохимия, геохимические методы поисков полезных ископаемых.

Д. г.-м. н., в.н.с. лаборатории геохимии благородных,
редких элементов и экогеохимии

В.Д.Страховенко

ФГБУН Институт геологии и минералогии им. В.С. Соболева СО РАН
630090, г. Новосибирск, пр. Академика Коптюга, 3
<http://www.igm.nsc.ru>
e-mail: strahova@igm.nsc.ru
тел.: 8-383-330-81-10

Я, Страховенко Вера Дмитриевна, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и их дальнейшую обработку.

24 мая 2018 г.

