

**Федеральное государственное
бюджетное учреждение науки
Институт нефтегазовой геологии и
геофизики им. А.А. Трофимука
Сибирского отделения
Российской академии наук
(ИНГГ СО РАН)**

Проспект Академика Коптюга, д. 3
Новосибирск, 630090
Тел. (383) 333-29-00, факс (383) 330-28-07
E-mail: ipgg@ipgg.sbras.ru
www.ipgg.sbras.ru
ОКПО 93857650 ОГРН 1065473056670
ИНН/КПП 5408240311/540801001

30.04.2020 № 15350-111-2171/2020

На № _____ от _____

УТВЕРЖДАЮ
Директор ИНГГ СО РАН
Д.Т.Н., профессор

И.Н. Ельцов

«29» апреля 2020 г.

ОТЗЫВ

ведущей организации на диссертацию

Архипова Михаила Викторовича

**«Палеомагнетизм, геохронология и геохимия меловых пород Кемского (кемская свита) и
Киселевско-Маноминского (силасинская и адаминская свиты) террейнов Сихотэ-
Алиньского орогена: обстановки формирования»,**

по специальности 25.00.01 – общая и региональная геология, представленной на соискание ученой
степени кандидата геолого-минералогических наук

Диссертационная работа Михаила Викторовича Архипова направлена на создание комплексной геодинамической модели, описывающей эволюцию Кемского и Киселевско-Маноминского террейнов, их палеогеографическое положение в конце раннего мела и кинематику аккреционного процесса при формировании Сихотэ-Алиньского орогенного пояса. Фактической основой построений являются оригинальные палеомагнитные данные, авторская интерпретация результатов петролого-геохимического и геохронологического, включая детритовую цирконометрию, анализа терригенных и вулканогенных пород, объединяемых в составе, соответственно, кемской и силасинской свит.

Диссертационная работа состоит из Введения, шести глав и Заключения. Изложена на 127 страницах, содержит 45 иллюстраций, 4 таблицы, 3 приложения и список литературы, включающий 119 актуальных источников.

Актуальность исследования. В основе существующих палеотектонических реконструкций, раскрывающих эволюцию структуры Сихотэ-Алиньского орогенного пояса, анализ которых для мелового периода, представлен автором в разделе 6.1. заключительной главы диссертации, лежат,

преимущественно, геолого-структурные, литолого-фациальные, биостратиграфические и геохимические данные. Представленный обзор свидетельствует, что этому, без сомнения актуальному вопросу, уделяется очень пристальное внимание как в России, так и за рубежом. Среди существующего множества реконструкций рассмотрены работы таких известных специалистов в области региональной геологии и геотектоники, как Л.П. Зоненшайн, Л.М. Натапов, Л.М. Парфенов, А.И. Ханчук, С. Маруяма и другие, представляющие ведущие в вопросах моделирования научные организации. Все эти построения предполагают значимые, главным образом, сдвиговые деформации как на первоначальном субдукционном, так и последующем аккреционном этапах формирования пояса. Недостаток, прежде всего, количественных данных о палеогеографии террейнов, кинематических параметрах их горизонтальных перемещений является одним из главных препятствий для снятия противоречий между существующими реконструкциями и создания комплексной геодинамической модели эволюции Сихотэ-Алиньского орогенного пояса. Основным источником недостающих количественных оценок является палеомагнитный метод, результаты которого сегодня значимо дополняют и верифицируют геолого-структурные, биостратиграфические, геохронологические данные, изучение характера источников сноса терригенного материала, геохимических характеристик индикаторных комплексов, слагающих террейны и многое другое. Именно такой комплекс исследований, с опорой на результаты палеомагнитного анализа, при реконструкции сложнопостроенных аккреционно-коллизийных систем используют ведущие научные организации. В том числе сходные аналитические изыскания на территории Восточной Арктики, Южной Сибири, Забайкалья и других смежных районах Дальнего Востока проводят исследовательские институты СО РАН. Ведущим палеомагнитным центром здесь является Институт нефтегазовой геологии и геофизики СО РАН и Новосибирский государственный университет.

В этой связи тематика и методология представленной диссертационной работы М.В. Архипова, направленной, прежде всего, на пополнение скудной пока базы палеомагнитных данных по террейнам Сихотэ-Алиньского пояса, полностью соответствует актуальному мировому научному тренду в области тектонического анализа орогенных поясов.

Непосредственным **объектом** изучения являются альб-сеноманские вулканогенно-осадочные комплексы в составе кемской свиты Кемского террейна и силасинской свиты Удильской части Киселевско-Маноминского террейна, на **предмет** сохранности палеомагнитной информации о их палеогеографическом положении, выраженные через основные векторные характеристики естественной остаточной намагниченности пород; расположения питающих провинций через обоснование возраста детритовых цирконов из терригенной части свит; уточнение

палеогеодинамической обстановки формирования через геохимический анализ индикаторных комплексов.

Цель и задачи исследований. Цель исследования, декларируемая автором во Введении как: "...комплексное изучение меловых пород...", сформулирована неудачно, поскольку "изучение" само по себе не цель, а средство научного познания. Тем не менее, дальнейший текст, раскрывающий суть предлагаемого исследования дает понять, что главной целью является построение "... модели аккреционного процесса Кемского и Киселевско-Маноминского террейнов", а "...выяснение источников сноса обломочного материала и геодинамических обстановок, контролировавших процесс накопления отложений..." в совокупности с определением палеомагнитных характеристик являются главными научными задачами, для решения которых и проводилось заявленное "комплексное изучение меловых пород".

Поставленные цели и научные задачи полностью соответствует существующим тенденциями в практике анализа тектонической истории орогенных поясов. К примеру сходные по смыслу кинематические реконструкции раннекаледонской аккреции на юго-западе Сибирского палеоконтинента, модели закрытия палеоокеана и формирования смежной аккреционно-коллизийной структуры Монголо-Охотского пояса, а также модели коллизийного процесса на северо-востоке Азиатского континента в поздней юре – начале мела на основе анализа палеомагнитных данных рассматриваются в публикациях известных специалистов СО РАН, в том числе сотрудников лаборатории геодинамики и палеомагнетизма ИНГТ СО РАН [Метелкин и др., 2007; 2012; Верниковский и др., 2009, 2016; Метелкин, 2013; Гордиенко и др., 2010, 2019].

Цель, поставленная в исследовании, в значительной мере достигнута. В заключительной главе 6, представлена и описана оригинальная магнитотектоническая реконструкция активной окраины Пацифики для рубежа 110 млн лет с участием главных структурообразующих элементов современной юго-восточной окраины Азии (рис. 6.8), иллюстрирующая, в том числе, взаимное расположение Кемского и Киселевско-Маноминского террейнов, а также обобщенный характер аккреционного процесса, значительная роль в котором отводится сдвиговым перемещениям.

Очень важным является использование не только классического палеомагнитного анализа (Глава 5), как основного аналитического инструмента тектонических построений, но и применение весьма информативных для реконструкции методов геохимии и геохронологии. В частности, обоснование возраста детритовых цирконов из терригенных пород кемской и силасинской свит (Глава 3), подкрепленные петролого-геохимической характеристикой вулканических частей разреза (Глава 4), позволили автору значимо уточнить палеогеографическое положение и геодинамические условия, соответствующие Киселевско-Маноминскому и Кемскому террейнам в конце раннего мела. Согласно авторской концепции формирование пород Киселевско-

Маноминского террейна происходило в геодинамической обстановке внешней (выдвинутой в океан) энсиматической (интраокеанической) островной дуги, которая была отделена междуговым бассейном от внутренней (расположенной вблизи континентальной окраины) энсиалической островодужной системы, фрагментом которой являются изученные вулканогенно-осадочные комплексы Кемского террейна. При этом размеры междугового бассейна были значительными, поскольку влияние континентальных источников сноса во внешней Киселевско-Маноминской зоне отсутствует.

Важно отметить, что автор уделяет значительное внимание обоснованию надежности получаемых данных. Для решения поставленных задач в проведенном комплексном исследовании привлечен обширный и достаточно представительный каменный материал, включающий 4 коллекции общим объемом 705 ориентированных образцов для палеомагнитных, петромагнитных и геохимических исследований, а также неориентированные пробы осадочных пород двух свит, суммарной массой 20 кг, для геохронологических исследований. Значительный объем палеомагнитной коллекции позволил в ходе работы применить жесткие критерии селекции образцов без потери статистически необходимого их количества. Аналогичное утверждение справедливо и для анализируемой выборки детритовых зерен цирконов, подвергнутых U/Pb датированию.

Не подвергая сомнению достоверность полученных результатов и качество выполненных построений, необходимо сделать несколько замечаний к изложению фактического материала.

1) Очень скудная геологическая информация о непосредственных объектах изучения (структурном и стратиграфическом положении, литологии, петрографии и т.д.) которая не дает ясного понимания того, что из себя представляют отобранные для анализа коллекции. Это особенно актуально для оценки результатов палеомагнитного исследования, поскольку, как справедливо отмечает автор, изучаемые объекты достаточно проблемные для проведения подобного исследований как по литологии, так и из-за проявления регионального перемагничивания. В этих условиях особенно важно понимание точной геологической привязки точек отбора образцов, строения разреза в районе работ, петрографии и т.д.

2) В представленных на рис. 5.2 петлях индуктивной намагниченности не удалена парамагнитная составляющая, также об её удалении не сказано в тексте. Если это не было сделано, то рассчитанные значения J_s и H_c могут быть смещены относительно истинных и, соответственно, искажают информация о доменном состоянии магнитных минералов, полученных на основе отношений J_{rs}/J_s и H_{cr}/H_c . При этом странно, что для визуализации выводов о доменном состоянии не построена стандартная диаграмм Day-plot, хотя для этого все имеется (табл.5.1).

3) Судя по приведенным в тексте главы 5, табл. 5.2 и 5.3, Приложениям Б и В сведениям о

количестве образцов и сайтов для палеомагнитного анализа, можно заключить, что в ходе работы произошла отбраковка существенной части коллекции, как «непригодной», не удовлетворяющей критериям надежности. К примеру, в начале главы 5 сказано, что из силасинской свиты было отобрано 480 образцов в 25 сайтах (по прил. Б), далее в таблице 5.2 приведены результаты только по 16 сайтам, где, в расчетах использовано 183 из 239 изученных образцов. Еще дальше, при расчете итогового палеомагнитного направления и при анализе полученной выборки палеомагнитными тестами, используется только 61 образец, т.е. менее половины от приведенного в табл. 5.2. При этом процедура и критерии проведенной отбраковки нигде не рассмотрены, что не совсем логично в условиях, когда обоснование надежности полученных палеомагнитных данных само по себе является нетривиальной задачей. Здесь могла бы помочь отсутствующая итоговая таблица с палеомагнитными направлениями в географических и стратиграфических координатах и соответствующими полюсами как для отдельных сайтов, так и для результирующих средних направлений. Таблицы 5.2 и 5.3 содержат информацию о координатах виртуальных геомагнитных полюсов для сайтов, и даже вместе с Приложением «В» не выполняют необходимых функций.

5) В результирующей Главе 6 отсутствует сравнительный анализ полученных палеомагнитных направлений и полюсов с принятыми референтными данными для континента и структур его континентальной окраины, а также с имеющимися данными по смежным эпиконтинентальным террейнам островодужной системы, крайне важный для оценки достоверности выполненных построений и, собственно, понимания кинематики аккреционного процесса. Этого анализа нет ни в табличном виде, ни в виде рисунка с положением полюсов на геосфере, а в тексте фактически анализируются только значения палеоширот. В связи с этим возникают вопросы и к самой реконструкции (рис. 6.8). В частности, вынесенная на реконструкцию трансформно-сдвиговая система дискуссионная и недостаточно ясно объясняет предполагаемую автором кинематику взаимных перемещений, в результате которых эпиконтинентальные комплексы Киселевско-Маноминского террейна внешней дуги, заняли место позади окраинно-континентальных структур Кемского террейна внутренней дуги.

Значимость полученных результатов. В совокупности, представленные в защищаемых положениях выводы, решили важную научную проблему – на основе комплексного анализа собственных палеомагнитных определений, имеющихся и полученных при участии автора сведениях о питающих провинциях, других геолого-геофизических и геохимических данных проведена верификация существующих палеотектонических реконструкций с участием Кемского и Киселевско-Маноминского террейнов и разработана оригинальная геодинамическая модель, отражающая авторскую концепцию кинематики аккреционного процесса при формировании Сихотэ-Алинского орогенного пояса. Настоящая модель выгодно отличается и существенно

дополняет аналогичные построения количественными палеомагнитными данными, которые вводят значимые ограничения на пространственное положение и кинематику перемещений Кемского и Киселевско-Маноминского террейнов и, соответственно, повышают надежность палеотектонических реконструкций. Принципиально значимым является получение новых данных о возрасте детритовых цирконов. Эти сведения позволяют не только уточнить возраст кемской и силасинской свит, но и четко разделить питающие провинции бассейнов их седиментации, доказать близость Кемского террейна к континентальной окраине и эпикоеанический характер осадконакопления в бассейне Киселевско-Маноминского террейна, что критически важно для тектонической интерпретации результатов палеомагнитного анализа.

Результаты диссертационного исследования полноценно отражены в статьях в рецензируемых журналах и уже цитируются коллегами по профилю. На сегодняшний день представленные материалы являются наиболее детальной и полноценно проанализированной записью эволюции геомагнитного поля для конца раннего мела Кемского и Киселевско-Маноминского террейнов и вносят значительный вклад в базу палеомагнитных данных по территории Сихотэ-Алиньского орогенного пояса.

По содержанию диссертации и автореферата, а также по совокупности публикаций М.В. Архипова, совершенно ясно, что он принимал непосредственное участие во всех этапах выполненного исследования. Но наиболее значительный вклад в работу – это получение и обоснование генезиса палеомагнитных направлений, обобщающий анализ и интерпретация полученных и имеющихся геолого-геофизических, геохимических результатов, построение итоговой комплексной магнитотектонической реконструкции.

Высказанные замечания носят дискуссионный характер и, в целом, не снижают ценности и значимости проведенных автором работ и представленных в диссертационной работе результатов. Защищаемые положения и выводы, сделанные соискателем, обоснованы и прошли апробацию при публикации в известных рецензируемых изданиях, а также на международных и российских конференциях.

Выводы. Диссертационное исследование Михаила Викторович Архипова «Палеомагнетизм, геохронология и геохимия меловых пород Кемского (кемская свита) и Киселевско-Маноминского (силасинская и адаминская свиты) террейнов Сихотэ-Алиньского орогена: обстановки формирования» выполнено на актуальную тему, содержание проделанной работы и результаты характеризуют диссертанта, как состоявшегося исследователя, хорошо разбирающегося в современных научных подходах. Представленная диссертация является научно-квалификационной работой, отличающейся внутренним единством, новизной и содержит решение

задачи по уточнению палеотектонических реконструкций мелового этапа эволюции Кемского и Киселевско-Маноминского террейнов, вносит существенный вклад в разработку комплексной геодинамической модели формирования аккреционной структуры Сихотэ-Алиньского орогенного пояса.

Диссертация соответствует критериям, установленным в п. 9 Положения о присуждении ученых степеней для ученой степени кандидата наук, а ее автор М.В. Архипов достоин присуждения ученой степени кандидата геолого-минералогических наук по специальности 25.00.01 – общая и региональная геология.

Отзыв подготовил

научный сотрудник лаборатории геодинамики и палеомагнетизма
ИНГГ СО РАН,

кандидат геол.-мин. наук

630090, г. Новосибирск, проспект Академика Коптюга, 3

e-mail: MikhaltsovNE@ipgg.sbras.ru



Н.Э. Михальцов

Диссертация и отзыв рассмотрены и одобрены на заседании лаборатории геодинамики и палеомагнетизма, одно из основных направлений научно-исследовательской деятельности которой – палеогеодинамические реконструкции аккреционно-коллизийных структур и осадочных бассейнов на основе палеомагнитных, геохимических и геохронологических данных, протокол № 1 от 10.04.2020. Отзыв утвержден в качестве официального отзыва ведущей организации на заседании Ученого совета ИНГГ СО РАН, единогласно, протокол № 4 от 29.04.2020г.

Ученый секретарь ИНГГ СО РАН

кандидат тех. наук

тел. +7(383) 330-87-33

630090, г. Новосибирск, проспект Академика Коптюга, 3

e-mail: ShumskaiteMI@ipgg.sbras.ru



М.И. Шумскайте

Сведения об организации:

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А.А.Трофимука Сибирского отделения Российской академии наук (ИНГГ СО РАН)

Почтовый адрес: Российская Федерация, 630090, г. Новосибирск, проспект Академика Коптюга, 3

Телефон: + 7 (383) 333-29-00 (приемная директора)

Сайт: <http://www.ipgg.sbras.ru/>

e-mail: ipgg@ipgg.sbras.ru

Михальцов Николай Эдуардович, кандидат геолого-минералогических наук, научный сотрудник лаборатории геодинамики и палеомагнетизма Федерального государственного бюджетного учреждения Института нефтегазовой геологии и геофизики им. А.А. Трофимука Сибирского отделения Российской академии наук,

630090, г. Новосибирск, проспект Академика Коптюга, 3.

e-mail: MikhaltsovNE@ipgg.sbras.ru

Я, Михальцов Николай Эдуардович, подтверждаю своё согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, их дальнейшую обработку и передачу в соответствии с требованиями Минобрнауки.

 Михальцов Н.Э.