



Федеральное государственное бюджетное учреждение науки (ФГБУН)
Институт геологии и минералогии им.В.С.Соболева СО РАН
630090, Российская Федерация, г.Новосибирск,
Проспект академика Коптюга, 3, ФГБУН «ИГМ СО РАН»
email: director@igm.nsc.ru, science@igm.nsc.ru
Сайт института: <http://www.igm.nsc.ru/>
Тел.: +7 (383) 373-03-28

ОТЗЫВ

официальной ведущей организации Федерального государственного бюджетного учреждения науки (ФГБУН) Института геологии и минералогии им.В.С.Соболева (ИГМ) СО РАН на диссертационную работу Рубана Алексея Сергеевича «Геохимические особенности современных донных осадков восточной части моря Лаптевых (на примере губы Буор-Хая)», представленную на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических наук по специальности 25.00.09 – Геохимия, геохимические методы поисков полезных ископаемых.

Актуальность работы, посвященной исследованию геохимии современных донных осадков восточной части моря Лаптевых связана, в первую очередь, с изучением и освоением ресурсного потенциала шельфовых морей Российской Арктики, что диктует необходимость глубокого изучения их природы и на этой основе решения обширного ряда фундаментальных и прикладных проблем. Наряду с углеводородами, восточно-сибирский шельф сосредотачивает в себе значительные ресурсы твердых полезных ископаемых россыпного происхождения. в настоящее время в большинстве случаев погребенные молодыми прибрежно-морскими отложениями. Минералого-геохимическая специализация верхнего литостратиграфического горизонта, т.е. современных осадков, образовавшихся за последние 2-2.5 тыс. лет субатлантического периода голоцена остается слабоизученной. Особый интерес вызывают заливы – приемные бассейны стока крупнейших сибирских рек. Одной из таких структур-ловушек осадочного материала является губа Буор-Хая,

принимающая сток реки Лена, которая может рассматриваться в качестве идеального полигона для исследований. Факторами, определяющими необходимость получения новых знаний, которые бы позволили достоверно и точно оценить формирование геохимической специализации современных донных осадков, является как интенсификация геолого-разведочных работ на стратегические сырьевые ресурсы, так и современные климатические изменения, негативно влияющие на состояние многолетнемерзлых пород прибрежно-шельфовой криолитозоны, что проявляется в расконсервации и вовлечении в биогеохимический цикл огромного количества древнего органического вещества, в свою очередь контролирующего процессы водной миграции и осаждения многих химических элементов. Полученные новые данные будут полезны при планировании освоения ресурсного потенциала восточно-сибирского арктического шельфа, в частности для выявления геохимических особенностей современных осадочных процессов, что имеет большое значение для реконструкции условий формирования месторождений полезных ископаемых.

Автором обоснованно выбран **основной объект исследования** – губа Буор-Хая, расположенная в юго-восточной части моря Лаптевых. По гидролого-морфологическим и палеогеографическим признакам губа представляет собою элементарный седиментационный бассейн с V-образной формой континентального обрамления. По последней причине его акватория относится к полузакрытому типу, свободно сообщаемой с севера с шельфовыми водами моря Лаптевых. Морфометрические параметры губы предопределили характер циркуляции динамики вод, определяющей специфику современного осадконакопления.

Четко сформулирована **цель работы** – изучение литолого-геохимических особенностей современных донных осадков моря Лаптевых. Для достижения данной цели были поставлены следующие **задачи**: (1) оценить средние содержания химических элементов в донных осадках; (2) выявить особенности геохимической специализации донных осадков и определить основные факторы, контролирующие пространственное распределение химических элементов, а также способствующие их накоплению; (3) охарактеризовать минералогическую специализацию тяжелой подфракции донных осадков; (4) изучить особенности формирования литологической структуры донных осадков; (5) типизировать обстановки современного осадконакопления по литобиогеохимическим характеристикам.

Фактическим материалом для написания данной работы послужили пробы взвеси и донных осадков, отобранные в губе Буор-Хая во время зимних прибрежно-морских и летних морских научно-исследовательских экспедиций, при непосредственном участии автора. С целью получения исходного материала осуществлялись: пробоотбор донных

осадков, включая поверхностный слой и керны; отбор воды с поверхностного и придонного горизонтов, выделение взвешенного материала. Также проводились исследования термохалинной структуры водной толщи.

Для решения поставленных задач автором использован **комплекс методов исследований**.

В пробах донных осадков анализировались:

- гранулометрический состав частиц. Литологическая типизация осадков и взвеси проводилась на основе трехкомпонентной классификации ТОИ ДВО РАН по соотношению содержания фракций песка Ps (1-0.1 мм), алеврита А (0.1-0,01 мм) и пелита Pl (<0,01 мм);
- химический состав. Инструментальным нейтронно-активационным методом INAA определялись концентрации 36 элементов. Точность анализов макроэлементов $\pm 1\%$, микроэлементов $\pm 10\%$;
- содержание Сорг. Анализы выполнялись в международной научно-образовательной лаборатории изучения углерода арктических морей ТПУ, а также в лабораториях Международного Арктического центра при университете штата Аляска, Фэрбанкс;
- изотопный состав органического углерода, $\delta^{13}\text{C}$. Исследования проводились в лаборатории геохимии и пластовых нефтей ТомскНИПИнефть;
- состав тяжелой минеральной подфракции крупно-алевритовой фракции;
- содержание общего азота N. Анализ выполнялся на элементном CHNS-анализаторе в центре коллективного пользования ТПУ.

Полученные результаты обрабатывались различными методами математической статистики.

Научная новизна работы обусловлена впервые выявленными геохимическими особенностями донных осадков одного из наиболее крупных и перспективных на погребенные металлоносные россыпи заливов - ловушек восточно-арктического шельфа – губы Буор-Хая. Для большинства химических элементов выявлена линейная субмеридиональная структура распределения, обусловленная взаимодействием стоковых и шельфовых вод, что и определяет различный уровень содержания элементов в западной и восточной частях губы. Выполнено районирование акватории губы по характеру процессов, контролируемых биогеохимический состав донных осадков. Впервые построены карты распределения 37 химических элементов в поверхностном слое донных осадков.

Практическая значимость исследования определяется возможностью использования результатов работы для решения прикладных задач, связанных с освоением ресурсного потенциала района, построения палеореконструкций условий арктического литогенеза и прогноза его возможных изменений. Полученные данные расширяют представления о современных осадочных процессах, а также восполняют дефицит информации по

геохимическим, минералогическим и литологическим особенностям донных осадков моря Лаптевых.

Апробация работы выполнена на достаточном количестве публикаций. Опубликовано 10 работ, в том числе 3 в журналах, входящих в перечень ВАК и индексируемых в базах данных Scopus и Web Of Science. Результаты исследований были представлены на российских и международных конференциях и форумах. Одна статья находится в печати в журнале «The Cryosphere».

Содержание работы в целом не вызывает сомнений. Диссертация изложена на 166 страницах машинописного текста, состоит из введения, четырех глав, заключения, списка литературы (284 наименования), содержит 59 рисунков и 23 таблицы.

В первой главе изложены современное состояние изученности вопроса, а также фактический материал, методы пробоотбора, аналитических исследований и обработки данных. К недостаткам главы можно отнести отсутствие результатов по отобраным пробам взвешенного материала.

Вторая глава посвящена характеристике особенностей континентальной области питания и бассейна седиментации. Рассмотрено физико-географическое положение водосборного бассейн моря Лаптевых в целом и исследуемого бассейна седиментации. Охарактеризована материковая криолитозона, представлены оценки объемов осадочного материала, поставляемого в приемный бассейн. Подробно рассмотрены позднечетвертичная история развития и ключевые палеографические события, гидрометеорологические условия региона исследований, циркуляция и термохалинная структура вод бассейна седиментации. Замечаний к данной главе нет.

В третьей главе автор делает подробный анализ экзогенных факторов и процессов, контролирующих поступление, водную миграцию и осаждение терригенного материала. Детально рассмотрены вопросы морфологии берегового обрамления и дна губы, литодинамики среды мобилизации, транспортировки и седиментации вещества. Проведена оценка динамики вод по гидрометеорологическим критериям и характера перемещения вещества на подводном береговом склоне губы. Показаны особенности разгрузки твердой фазы речного стока и черты биогеохимической трансформации твердой фазы речного стока в бассейне седиментации. Анализ состава отложений пограничной зоны «суша-шельф», размерной структуры берегового ледового комплекса и минерального состава береговых отложений позволил выделить главные черты пространственно-временной изменчивости распределения взвеси и литологическую структуру донных осадков. Основное замечание - материалы о пространственно-временной изменчивости распределения взвеси и

литологической структуре донных осадков, являющиеся базовыми для обоснований 1 и 2 защищаемых положений отсутствуют в автореферате.

Четвертая глава касается минералогической и геохимической особенности изучаемых донных осадков. Детально рассмотрены основные черты минералогического состава, представлена геохимическая специализация и пространственная изменчивость распределения химических элементов в донных осадках. Отдельно рассмотрен вопрос о содержании и элементно-изотопном составе органического углерода. В конце главы приведены литолого-геохимические реконструкции обстановок современного осадкообразования, отражающие фракционирование химических элементов. Выделены индикаторы литогеохимических обстановок, получена оценка статистических связей между элементами. По интерпретационной части работы имеется ряд замечаний.

Во-первых, на стр. 80 диссертации автор пишет «Характеристика минералогического состава донных осадков проводилась на основе результатов анализа распределения тяжелых минералов... Причина такого выбора обусловлена следующим обстоятельством. Кластические породообразующие минералы легкой подфракции (кварц, полевые шпаты и их измененные зерна, ...) обычно не локализируются в гидродинамически активных зонах. Акватория губы именно таковой и является, а литодинамическая направленность современного осадконакопления является эрозионно-аккумулятивной». Но если посмотреть карту распределения гранулометрических фракций в донных осадках губы на стр. 76 и сопоставить с % количеством выделенных основных минеральных ассоциаций стр.83-84 (от36% до 44%), наличия в двух минеральных ассоциациях слюды до 25%, то возникает вопрос. А какие минералы тогда слагают не достающие более 50% вещества в пелитовой и алевропелитовой фракциях?

Во-вторых, в 3 главе автор детально обсудил пространственно-временную изменчивость распределения взвеси и литологическую структуру донных осадков, но при интерпретации карт пространственной изменчивости распределения породообразующих элементов (K, Na, Ca, Fe) эти данные не учитываются, что недопустимо. Нужна интерпретация этих карт с учетом минерального состава пелитовой и алевропелитовой фракций.

В третьих, в п.4.2.3.2. «Индикаторы литогеохимических обстановок» автор, анализируя график распределения РЗЭ для донных осадков различных участков губы, не обсуждает обогащение лантаноидами средней подгруппы (Gd, Tb, Dy)? С чем это связано?

И далее на основе корреляционных связей РЗЭ с другими элементами утверждается, что лантаноиды входят в состав минеральной матрицы терригенных минералов, но при этом снова никак это не учитывается при обсуждении схем распределения РЗЭ в донных осадках губы стр.128 диссертации.

Защищаемые положения в целом отражают суть работы. Первое защищаемое положение касается геохимических отличий донных осадков губы Буор-Хая на основе сравнения их элементного состава с содержаниями в осадочных породах континентальной коры. В ходе миграции вещества из области питания в бассейн седиментации происходит фракционирование терригенного материала как по размерному и минеральному, так и по химическому составу. Основными факторами, контролирующими накопление химических элементов, являются исходный состав терригенного материала, а также сорбционная способность железа и органического углерода.

Второе защищаемое положение связано с пространственным распределением химических элементов в донных осадках губы Буор-Хая. Проявленная субмеридиональная латеральная зональность, обусловлена разными источниками осадочного материала в восточной и западной частях губы, а также гидрологическим разделом в осевой части, выполняющим барьерную функцию и ограничивающим перенос и обмен веществом. Наличие барьера связано с клином соленых низкотемпературных и более плотных шельфовых вод, круглогодично приуроченных к центральной части губы. Третье защищаемое положение касается содержания органического углерода в донных осадках губы Буор-Хая. Максимальные концентрации органического углерода (3,6 %) приурочены в прибрежной зоне дельты р. Лена (при среднем уровне содержания в 1,9 %). Установлена значимая прямая корреляционная зависимость органического углерода с Fe, Cr, Co, Ni, Zn, Sc, Br. Основным источником органического вещества в губе Буор-Хая является речной сток Лены и продукты разрушения ледового комплекса западного побережья. Механизмами контроля поведения Fe, Cr, Co, Ni, Zn, Sc, Br в системе «вода-донные осадки» могут быть соосаждение и изменение форм миграции в результате биоаккумуляции, активизирующейся в районе гидрологического фронта (биогеохимического барьера) в центральной части губы.

Автореферат в целом соответствует содержанию работы, хотя его построение несколько отличается от текста диссертации. Компонировка автореферата сделана по обоснованию защищаемых положений, в то время как сама диссертация структурирована по иному принципу – по главам. При рассмотрении отдельно оба документа воспринимаются адекватно и не содержат внутренних логических противоречий. Тексты автореферата и диссертации написаны грамотным научным языком, хорошо оформлены, содержат необходимые иллюстрации, таблицы и ссылки на литературные данные.

Несмотря на указанные замечания, диссертация «Геохимические особенности современных донных осадков восточной части моря Лаптевых (на примере губы Буор-Хая)» соответствует квалификационным требованиям Положения ВАК о присуждении ученой

степени кандидата геолого-минералогических наук. Ее автор Рубан А.С. заслуживает присуждения степени кандидата геолого-минералогических наук по специальности 25.00.09 – Геохимия, геохимические методы поисков полезных ископаемых.


Отзыв рассмотрен и одобрен в качестве официального на совместном заседании лаборатории литогеодинамики осадочных бассейнов и лаборатории геохимии благородных и редких элементов и экогеохимии ИГМ СО РАН (протокол б/н от 13-11-2017).

Отзыв рассмотрен и одобрен в качестве официального на заседании Ученого совета ИГМ РАН 24 ноября 2017 г. (протокол № 15).

Снс лаборатории литогеодинамики осадочных бассейнов ИГМ СО РАН

канд.геол-мин.наук

Тел. +7 (383)3333112 E-mail: avd@igm.nsc.ru

 А.В.Дарвин

Внс лаборатории геохимии благородных и редких элементов и экогеохимии ИГМ СО РАН

Доктор геол-мин. наук

Тел. +7 (383)3308110 E-mail: strahova@igm.nsc.ru

 В.Д.Страховенко

ПОДА
ДЕЛОП
ГУРЬЕВ

ЕРЯЮ

68 24.11.2017