

ОФИЦИАЛЬНЫЙ ОТЗЫВ

на диссертацию Степановой Ольги Геннадьевны

**«Реконструкция динамики ледников Восточной Сибири в голоцене –
позднем плейстоцене на основе расшифровки минералого-
геохимических сигналов из донных осадков прогляциальных озер»»,**

представленной на соискание учёной степени

кандидата геолого-минералогических наук по специальности

25.00.09 – геохимия, геохимические методы поисков полезных
ископаемых.

Актуальность диссертационного исследования Ольги Геннадьевны Степановой определяется необходимостью более глубокого познания развития природно-климатических систем Северной Евразии в пространстве и во времени и выявления роли антропогенных факторов в их эволюции. Соискатель поставил перед собой цель реконструировать динамику горных ледников Восточной Сибири в позднем плейстоцене и в голоцене, то есть во временном интервале смены ледниковой эпохи межледниковьем, когда произошли существенные перестройки всех природных систем. Горные ледники являются чувствительными системами, довольно быстро реагирующими на изменения тех или иных климатических параметров. Поэтому выявив их динамику в прошлом с высоким временным разрешением и сопоставив их с другими палеоархивами можно выйти на региональные реконструкции и обобщения изменений климата в прошлом, по которым данных по-прежнему еще не достаточно.

Целью исследования является расшифровка биогеохимических индикаторов палеоклимата, содержащихся в осадочных разрезах высокогорных озер, примыкающих к ледникам Восточной Сибири (Байкальский регион), как параметров эволюции ледников в голоцене – позднем плейстоцене. Для достижения поставленной цели соискателем

решались следующие задачи: (1) литолого-геохимическое и биологическое изучение вещественного состава донных осадков малых озер Восточной Сибири, питающихся талыми водами ледников Восточного Саяна, Байкальского и Кодарского хребтов с высоким шагом временного разрешения, порядка год-десятилетие; (2) определение хронологии динамики изучаемых ледников на основе датирования озерных разрезов по распределению активностей изотопов ^{14}C , ^{137}Cs , ^{210}Pb ; (3) литологическое изучение и радиоуглеродное датирование наземных голоцен-позднеплейстоценовых разрезов Северного Байкала; (4) классификация собранных геохимических данных методами многомерной математической статистики; (5) разработка системы биогеохимических индикаторов, содержащихся в донных отложениях прогляциальных озер, позволяющих интерпретировать динамику ледников; (6) определение индивидуальных характеристик отклика ледников, расположенных в Восточном Саяне, Байкальском и Кодарском хребтах на глобальные и региональные климатические изменения в голоцене.

Задачи диссертации составлены конкретно и последовательно реализованы с помощью использования современных методов сбора полевого и литературного исходного материала и его аналитической и математико-статистической обработки. Основой диссертационного исследования послужили материалы полевых и камеральных исследований соискательницы, полученные ею собственноручно. Геохимическими методами изучено строение донных отложений 8 озер (12 кернов, отобранных в 2010–2016 годах). Элементный и минералогический состав донных отложений изучался современными аналитическими методами. В общей сложности было проанализировано 1750 образцов. Получены новые радиометрические и микропалеонтологические данные.

Есть небольшое замечание. Оно относится к названию диссертации, точнее, к наименованию изучаемого временного интервала как «голоцен -

поздний плейстоцен». Корректнее использовать в обратном порядке «поздний плейстоцен – голоцен», так как палеогеографические реконструкции выполняются от прошлых эпох к настоящему времени.

Диссертация изложена на 159 страницах, включая 40 рисунков, 11 фотографий, 9 таблиц. Большой список использованной отечественной и зарубежной литературы, состоящий из 256 источников из них 159 на английском языке.

Диссертация состоит из введения (стр. 3-12), шести глав (глава 1 «Проблема и состояние изученности динамики ледников», стр. 13-26; глава 2 «Физико-географическое описание районов исследования», стр. 27-41; глава 3 «Методы получения фактического материала и его лабораторные исследования», стр. 42-91; глава 4 «Биогеохимические аспекты и интерпретация формирования донных отложений прогляциальных озер», стр. 92-102); глава 5 «Реконструкция динамики ледников Восточной Сибири в позднеплейстоцен-голоценовый период», стр. 103-125), заключения (стр. 126-121) и списка литературы (стр. 128-159).

Во введении обоснована актуальность диссертации, чётко обозначены цель и задачи исследования, показаны научная новизна и практическая значимость работы. Сформулированы три защищаемых положения: (1) В элементном составе донных отложений приледниковых озер выделяются геохимические группы элементов, отображающих поступление терригенной составляющей и развитие биопродуктивности озера. Увеличение содержания Са, К, Ti, Fe и Mn является маркером умеренной поставки кластогенного материала в озеро, когда ледник находится в «стационарном» положении без интенсивного смещения его переднего края. Повышение содержания Rb, Sr, Zr, Nb, Y, Th связано с началом «движения» ледника и интенсификацией процесса ледниковой экзарации его ложа; (2) Активное смещение передней границы ледника вызывает снижение биопродуктивности приледниковых озер за счет

поставки тонкодисперсной ледниковой взвеси. Существует обратная взаимосвязь между характером распределения геохимической группы Rb, Sr, Zr, Nb, Y, Th и маркерами биопродуктивности озера: геохимической группой Ni, Cu, Br и U, общим количеством диатомей, биогенным кремнеземом; (3) Плейстоценовые ледники Восточного Саяна, Кодарского и Байкальского хребтов полностью растаяли к началу голоцена. Современные ледники в южной части Восточной Сибири сформировались в Малый ледниковый период. За последние 210 лет наибольшие скорости дегляциации имеет ледник Перетолчина (В. Саян), а наименьшую – ледник горы Черского (Байкальский хребет).

Все защищаемые положения имеют новизну и научную значимость. Замечание касается неверного использования термина в третьем положении «...скорости дегляциации имеет ледник». Может быть «дегляциация территории», но «деградация ледника».

В первой главе подробно описываются современное состояние изученности ледников Северного полушария, их динамика во времени и в пространстве в зависимости от климатических и антропогенных факторов. Отдельно уделяется внимание истории вопроса для ледников Восточного Саяна, Байкальского и Кадарского хребтов. Приводится информация о количестве ледников, их характеристиках и современной динамике. Показано, что основные полевые исследования проводились в 1950-60х годах, и инвентаризация с использованием космических снимков – в 2006-2011 годах. Большой раздел главы посвящен реконструкции колебаний (лучше использовать «динамика»!) ледников на основе исследования донных осадков приледниковых озер. Здесь рассматриваются вопросы седиментогенеза в озерах данного типа, роль автохтонного и аллохтонного вещества при формировании озерных отложений. Показаны наиболее значимые геохимические сигналы, отражающие динамику ледников (отношение органического и минерального вещества, увеличение или уменьшение тех или иных химических и минеральных

компонентов). Показана важная роль донных отложений приледниковых озер при реконструкциях динамики горных ледников. Глава очень информативна и последовательно подводит к заключению о важности донных отложений прогляциальных озер как источника палеогляциологической информации. К этой главе можно было бы добавить для сравнения ретроспективный анализ изменений уровня озер Северной Евразии в зависимости от гумидизации или аридизации климата, используя данные из «Lake-level Data Base from the Former Soviet Union and Mongolia» (1994; 1996). Можно использовать, например, доступную информацию на сайте http://www.lpc.uottawa.ca/data/reconstructions/lake_level.html). Из методических замечаний: надо было сделать рубрикацию внутри главы. Это замечание касается и всей диссертации в целом.

Вторая глава посвящена физико-географическим условиям районов диссертационного исследования, а именно, (1) Восточному Саяну и отдельно леднику Перетолчина, (2) Кодарскому хребту (ледники Сыгыктинский, Азаровой, Колосова и №19), (3) Байкальскому хребту (район ледника горы Черского), а также приледниковым озерам, на которых проводились исследования. Глава иллюстрирована цветными космоснимками с указанием районов работ, графиками и таблицами. Замечаний к главе 2 нет.

В третьей главе приводится подробное описание методики исследования и использованной аналитической аппаратуры. В основу работы были положены результаты исследования и анализа коротких кернов донных отложений приледниковых озер (до 1 м), отобранных соискателем в период с 2010 по 2016 года. Ненарушенные керны донных отложений отбирались с использованием современных пробоотборников и технологий. Основным направлением работы было послойное определение вдоль кернов донных отложений их элементного состава с высоким разрешением (с шагом от 0,5 мм до 1 мм). Анализы выполнялись

на современном оборудовании, включая рентгенофлуоресцентный (РФА-СИ), методами масс-спектрометрии с индуктивно-связанной плазмой (ИСП-МС) и инфракрасной спектроскопии. Также были выполнены диатомовый анализ, определение цветовых характеристик донных отложений, их датирование с использованием изотоп свинца, цезия и углерода. Все полученные данные были статистически обработаны с помощью программ STATISTICA и метода главных компонент (РСА), фактора и кластерного анализа. Для датированных разрезов донных отложений были построены глубинно-возрастные модели. Широкий набор современных аналитических методов, математическая обработка результатов, их дальнейшая корреляция с палеоклиматическими данными позволили получить достоверные результаты. Весь набор методов позволил в полной мере охарактеризовать основные особенности седиментации и формирования донных отложений прогляциальных озер на разных природно-климатических этапах их эволюции.

В четвёртой главе подробно описываются особенности строения озерных и наземных разрезов осадочных отложений, их литологический и биогеохимический состав и обсуждается их зависимости от динамики горных ледников. Глава хорошо иллюстрирована фотографиями наземных разрезов их детальным описанием. Определен возраст ледниковых отложений (3 генерации) Томпудинской морены Северного Прибайкалья. Однако есть замечания к терминологии. Что такое шлиховая слоистость? (стр. 64). Есть шлиховой анализ!

Далее в главе приводятся описания, фотографии и результаты анализов озерных отложений всех трех изучаемых регионов. Представлены в виде графиков распределения отдельных химических элементов, биогенного кремнезема, полевых шпатов вдоль разрезов озерных отложений отдельных изученных озер. Описываются особенности строения озерных отложений с их привязкой к возрастным рубежам. Выделены три геохимические группы распределения

химических элементов в донных отложениях, связанных в свою очередь с особенностями распределений содержаний биогенного кремнезема, органического вещества, створок диатомовых водорослей и полевых шпатов.

Пятая и шестая главы диссертации являются основными. В пятой главе благодаря выполненным статистическим анализам выделены 3 группы элементов (Nb, Rb, Zr, Th, Y, Rb, Sr – 1ая группа; K, Ti, Ca, Mn, Fe – 2ая; Br, Cu, Mo, U, Ni, Zn – 3ая) со схожим их распределением в кернах донных отложений из разных озер. В этой главе защищается первое положение, в котором постулируется, что каждая из групп элементов отражает определенную специфику осадконакопления, преобладания биогенной или минеральной составляющей, которые в свою очередь зависят от преобладания или терригенного сноса, либо внутриводоемных процессов в осадконакоплении. В качестве модельного озера для отработки модели реконструкции динамики ледников по данным изучения донных отложений прогляциальных озер соискателем выбран ледник Перетолчина, для которого имеются инструментальные наблюдения за его изменениями, а также подробная летопись озерного осадконакопления, близкая к годовичному разрешению. Показано, что наблюдается хорошая зависимость особенностей распределения групп химических элементов и перемещения границы ледника в прошлом (рис. 5.1.4. на стр. 98).

Интересный раздел в диссертации о взаимоотношении биотических и абиотических параметров донных отложений прогляциальных озер (раздел 5.2). Соискательница подразделяет все изученные озера на две группы: на озера с преобладающим ледниковым питанием и на озера с ледниковым и атмосферным питанием. В обеих группах выявлен тренд на снижение содержания диатомовых створок вдоль разрезов донных отложений озер со времени Малого ледникового периода к современному потеплению. Этот феномен может быть объяснен увеличением поступления взвешенного минерального вещества с ледников в результате

их более интенсивного таяния. И, как следствие, к повышению мутности озерных вод, к уменьшению их прозрачности и подавлению развития фитопланктона. Защищается второе положение.

На основе всех выполненных исследований по изучению озерных отложений в областях развития горных ледников, а также ряда наземных разрезов ледниковых отложений, Степановой О.Г. в шестой главе реконструируется динамика ледников Восточной Сибири в позднем плейстоцене и голоцене. Все полученные данные синтетически обрабатываются и сопоставляются с глобальными климатическими кривыми (рис. 6.1.2., 6.1.4.); показаны их хорошие взаимосвязи. В этой главе доказывается третье защищаемое положение, в котором постулируются таяние всех ледников в начале голоцена; появление современных ледников во время Малого ледникового периода и различие в скоростях современной деградации ледников разных регионов (Северное Прибайкалье и Восточного Саяна).

Заключение.

Анализируя рецензируемое диссертационное исследование в целом, не смотря на сделанные замечания, считаю, что задачи исследования выполнены соискателем полностью, цель работы достигнута. Наиболее значимыми научными результатами исследования, определяющими научную новизну, теоретическую и практическую значимость диссертации, являются: (1) выделение трех геохимических групп элементов в донных отложениях, которые «отвечают» за разные условия осадконакопления в прогляциальных озерах, которые в свою очередь зависят от климатических изменений и динамики ледников, как производной последних; (2) выявление обратной зависимости между интенсивным движением ледника и биопродуктивностью прогляциальных озер (соотношение «поступающее взвешенное тонкодисперсное минеральное вещество VS биопродуктивность экосистемы озера»); (3) выявленные этапы в динамике ледников Восточных Саян, Северного

Прибайкалья, Кодарского хребта). Полученные результаты будут востребованы научным сообществом. Новые данные должны учитываться при прогнозировании природно-климатических изменений в будущем.

Диссертационное исследование О.Г.Степановой представляет собой самостоятельное и завершённое научное исследование По своей научной новизне, теоретической и практической значимости, обоснованности и достоверности полученных результатов, диссертация соответствует критериям, установленных Положением о порядке присуждения учёных степеней (Постановление правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842), и предъявляемых к диссертационным работам на соискание учёной степени кандидата геолого-минералогических наук по специальности 25.00.09 – геохимия, геохимические методы поисков полезных ископаемых. Автореферат диссертации и публикации автора (по теме диссертации опубликовано 15 работ) в том числе и в рекомендованных научных журналах и изданиях, отражают основные положения и содержание исследования.

Автор исследования Ольга Геннадьевна Степанова заслуживает присуждения искомой степени кандидата геолого-минералогических наук по специальности 25.00.09 – геохимия, геохимические методы поисков полезных ископаемых.

Официальный оппонент
доктор географических наук

Д.А. Субетто

27.09.2019

РГПУ им. А. И. ГЕРЦЕНА

подпись

удостоверяю 27 09 2019 года

Отдел персонала и социальной работы
управления кадров и социальной работы



Ведущий документовед
отдела персонала
и социальной работы

В.В. Рубинчик

Информация об оппоненте:

Субетто Дмитрий Александрович

доктор географических наук,

специальность 25.00.36 - геоэкология (науки о Земле)

Домашний адрес: 195256 Санкт-Петербург, ул. Бутлерова д. 13, кв. 620

Тел. +7-921-3785532

Дата рождения: 23 апреля 1960 г.

Паспорт: 4005 497237, выдан 27 мая 2005 г. 62 о/м Калининского р-на г.

Санкт-Петербурга

Декан факультета географии,

заведующий кафедрой физической географии и природопользования

РГПУ им. А.И. Герцена,

набережная р. Мойки 48,

191186 г. Санкт-Петербург

Тел. моб. +7-921-3785532

Тел. служ. 8-812-3144796

E-mail: subettoda@herzen.spb.ru; subetto@mail.ru