

ОТЗЫВ
официального оппонента
на диссертацию Александрина Михаила Юрьевича
«Реконструкция палеоклиматических условий Западного и
Центрального Кавказа по данным анализа осадков озер Каракель и
Донгуз-Орун»,
представленную на соискание учёной степени
кандидата географических наук по специальности
25.00.25 – Геоморфология и эволюционная география.

Актуальность диссертационного исследования Михаила Юрьевича Александрина определяется необходимостью более глубокого познания природно-климатической изменчивости, как в настоящее время, так и в прошлом, необходимостью выявления природных сигналов этой изменчивости, необходимостью верификации разнообразных климатических моделей. Одним из слабоизученных районов с точки зрения познания голоценовой истории климата и оледенений является Кавказ. Соискателем в диссертационном исследовании, направленным на реконструкцию климатических параметров в изучаемом регионе, применяется сопряженный анализ особенностей литологостратиграфического и геохимического строения непрерывных кернов озерных донных отложений и древесных хронологий. Соискатель поставил перед собой цель выполнить комплексный анализ донных осадков озер Западного и Центрального Кавказа для выявления их потенциала в качестве палеоклиматических архивов и реконструкции климатических параметров. Для достижения поставленной цели соискателем были сформулированы и, на наш взгляд, успешно решены задачи, связанные с рекогносцировочными работами, отбором непрерывных кернов донных отложений из двух выбранных озер Каракель и Донгуз-Орун, анализом кернов методом сканирования с

высоким разрешением, датированием озерных осадков и созданием хронологического каркаса палеогеографических реконструкций, выявлением основных индикаторов климатической изменчивости в донных отложениях, установлением связей между свойствами донных отложений и отдельными метеопараметрами и установлением временных рамок теплых и холодных периодов на Кавказе за последние 1500 лет и сопоставление их с глобальными и региональными температурными реконструкциями.

Все задачи диссертационного исследования 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 Михаила Юрьевича Александрина, полученные им собственноручно в 2010-2017 годах. Автор проводил первичный поиск и рекогносцировку объектов полевых работ, буровые работы по отбору кернов донных осадков, полевые работы по отбору других материалов; лабораторные анализы в ИГ РАН, МГУ им. М.В. Ломоносова, ИГМ СО РАН и в Университете г. Берген, Норвегия. Получены новые радиометрические и микропалеонтологические результаты. Соискателем выполнена статистическая обработка аналитических данных. Полученные результаты были обобщены и сопоставлены с известными ранее реконструкциями.

Диссертация изложена на 153 страницах, включая 52 рисунка, 1 таблицу и Приложения. Список литературы содержит 194 библиографических источников, из них 118 на иностранных языках. Диссертация состоит из введения (стр. 4-11), четырех глав (глава 1 «Методы палеолимнологических исследований», стр. 12-35; глава 2 «Район исследования», стр. 36-48; глава 3 «Озеро Донгуз-Орун», стр. 49-74; глава 4 «Озеро Каракель», стр. 75-123), заключения (стр. 124-125),

списка литературы (стр. 126-140), списка рисунков (стр. 141-143) и приложений, которые включают петрографическое описание обломочного материала, отобранного в районе оз. Каракель, Государственную геологическую карту района исследования (масштаб 1:200 000) и таблицу с корреляционной матрицей данных годичного разрешения, использованных для данных по отложениям оз. Донгуз-Орун (стр. 144-152). Здесь, конечно, следует отметить излишнюю краткость в названии разделов. Надо было их представить более развернуто!

Во введении обоснована актуальность диссертации, чётко обозначены цель и задачи исследования, показаны научная новизна и практическая значимость работы. Сформулированы пять защищаемых положений: (1) установлена и подтверждена ценность исследованных озерных отложений как палеоархивов для реконструкции климатических условий Западного и Центрального Кавказа. Выделено два типа озерных отложений, которые могут быть использованы для палеоклиматических реконструкций разного временного разрешения – от сезонного и годичного до мультидекадного; (2) донные осадки оз. Донгуз-Орун (Центральный Кавказ) имеют годичную стратификацию, образованную за счет внутригодовых вариаций гранулометрического состава, то есть являются кластическими варвами. Это подтверждается с помощью геохимического анализа (РФА-СИ) высокого разрешения. Соотношение Rb/Sr использовано для выделения границ годичных слоев и создания на основе современной части осадка хронологии с годичным разрешением; (3) геохимические характеристики осадков оз. Донгуз-Орун обнаруживают устойчивые статистически значимые связи с инструментально зарегистрированными температурой воздуха ($r = 0,41, p < 0,01$) и количеством атмосферных осадков ($r = 0,44, p < 0,01$). Отмечается высокая корреляция геохимических свойств донных осадков и ширины годичных колец сосны в районе озера ($r = -0,56, p < 0,01$), что свидетельствует в пользу достоверности выделенных годовых слоев

озерных осадков и общего климатического сигнала, регистрируемого двумя палеоархивами. Это подтверждает ценность донных осадков оз. Донгуз-Орун в качестве палеоклиматического архива и пригодность для построения на их основе непрерывных палеореконструкций с годичным или даже сезонным разрешением; (4) кривая концентрации брома, полученная с помощью геохимического анализа (РФА-СИ) высокого разрешения для донных осадков оз. Каракель (Западный Кавказ), обнаруживает согласованный ход с содержанием пыльцы широколиственных в осадках. Кривая концентрации брома может быть интерпретирована в качестве непрерывного и детального маркера вариаций теплообеспеченности в регионе; (5) комплексный анализ осадков оз. Каракель позволил выделить для Кавказа временные рамки основных климатических событий за последние 1500 лет: средневекового климатического оптимума (\approx 770-1250 гг.) и трех стадий похолодания малого ледникового периода: \approx 1250-1400 гг., \approx 1500-1630 гг. и \approx 1750-1880 гг.

Все защищаемые положения имеют новизну и научную значимость. Однако, (1) надо было уточнить о каких двух типах озерных отложений идет речь (первое положение), (2) редуцировать защищаемые положения в части использованных методов.

В первой главе подробно описываются особенности формирования донных отложений озер, роль автохтонной и аллохтонной компоненты. Обсуждается значение донных отложений, особенности их строения – как источника палеогеографической и палеоклиматической информации. Рассматриваются вопросы пробоотбора в полевых условиях, выбор лабораторных анализов для получения наиболее репрезентативной информации для палеогеографических реконструкций. Глава достаточно информативна и последовательно подводит к заключению о важности донных отложений озер как источника палеоклиматической информации. В главе приводятся ссылки на наиболее значимые работы в области

палеолимнологии. Однако, было бы полезно использовать в исследовании и данные о ретроспективном анализе изменений уровня озер Северной Евразии в голоцене, используя данные из «Lake-level Data Base from the Former Soviet Union and Mongolia» (1994; 1996) (http://www.lpc.uottawa.ca/data/reconstructions/lake_level.html). Есть вопрос по терминологии. Надо учитывать, что аллохтонная компонента состоит не только из материала, который поступает с поверхностным стоком с водосбора, но и привносится в озеро благодаря воздушному переносу и с метеорными осадками (эоловая компонента). Еще одно замечание. Не все ссылки, приведенные в тексте, имеются в списке литературы диссертационного исследования (например: Ojala et al., 2012; Субетто, 2009 и др.). Следует отметить, заодно, что не по правилам оформлен и сам список литературы (не полностью приведены списки соавторов).

Вторая глава посвящена районам диссертационного исследования – Западному и Центральному Кавказу. В главе приводится описание геологического строения и рельефа изучаемого региона, дается характеристика климатическим особенностям, описываются растительность, почвы, а также особенности современного оледенения. Отдельный раздел посвящен истории изучения и основным закономерностям формирования и распространения горных озер Кавказа. Здесь было бы полезно использовать в качестве одного из литературных источников монографию «История озер Севан, Иссык-Куль, Балхаш, Зайсан и Арал (Под ред. Д.В. Севастьянова. Л., Наука, 1991. 301 с.), а также публикации по осадконакоплению в горных озерах Севастьянова Д.В. (например, Севастьянов Д.В. Особенности современной эволюции горных озер // Изв. ВГО. 1983. Т. 115, вып. 1. С. 3-11. Севастьянов Д.В. Осадконакопление в горных озерах Центральной Азии как отражение денудации гор // Изв. РГО. 2002. Т.134. Вып.2. С. 31-39).

Третья и четвертая главы посвящены объектам исследования – озерам Донгуз-Орун и Каракель. В 3 главе «Озеро Донгуз-Орун» вначале приводится краткое физико-географическое описание района и озера. Описываются особенности гидрологического режима, притоки, морфометрические характеристики озера. В отдельном разделе описываются полевые работы на оз. Донгуз-Орун в 2012 г., использованное оборудование для отбора кернов донных отложений. В 3 разделе «Лабораторные анализы» приводится в начале описание отложений донных отложений, вскрытых при бурении. Отмечается наличие слоистости и ее особенности. Описывается методика и оборудование для детального геохимического анализа ненарушенных кернов донных отложений. Аналитические работы выполнены соискателем собственноручно методом сканирующего рентгено-флуоресцентного анализа с шагом 200 мкм на влажной плашке 0-160 мм. Выполнены измерения активности изотопов цезия и свинца для определения возраста изучаемых отложений. В четвертом основном разделе обсуждаются результаты подсчета варв на основе измерения отношения рубидия и стронция – элементов, содержание которых в осадках отражает косвенно их гранулометрический состав. В интервале 160 мм было выявлено 88 минимумов по кривой отношения рубидия и стронция, что дало основание для соискателя определить скорость осадконакопления в 1,82 мм в год. Данные радиоизотопных исследований подтвердили это заключение о скорости седиментации и позволили автору обосновать хронологический каркас для дальнейших реконструкций. Результаты геохимического анализа керна донных отложений оз.Донгуз-Орун совместно с полученной хронологией позволили соискателю построить кривые изменений по времени содержания терригенных элементов (Fe, Ti, Mn, Zn) и соотнести их с временной динамикой количества метеорных осадков по метеостанции пос.Теберда. Это позволило соискателю прийти к непротиворечивому выводу о регистрации климатического сигнала в

содержание ряда терригенных элементов в осадках оз.Донгуз-Орун. Второй интересный научный результат связан с выявлением прямой зависимости содержания брома в отложениях от изменений температуры воздуха. Это связано с динамикой биопродуктивности водоема во времени, как производной климатической изменчивости. Выполненное в работе сопоставление годично-осредненных данных двух природных архивов – донных отложений и годичных колец, показало высокие значения коэффициентов корреляции (отрицательные для терригенных элементов и положительные для индикаторов органического вещества). В пятом разделе приводятся выводы ко всей главе. В этой же главе защищаются второе и третье положения.

Структура четвертой главы «Озеро Каракель» аналогична структуре главы третьей. Здесь также присутствуют разделы «Географические условия», «Отбор образцов», «Лабораторные анализы», «Результаты» и «Выводы». Для оз.Каракель характерна более мощная толща отложений. Бурение на озере проводилось дважды в 2010 и в 2014 гг. и максимальная, вскрытая мощность отложений составила 203 см. К набору методов, которые применялись для керна отложений оз. Донгуз-Орун, добавились радиоуглеродный анализ, определение содержания органического вещества по данным потерь при прокаливании, определение значений магнитной восприимчивости, спорово-пыльцевой анализ, петрографический анализ горных пород и ряд других. Весь комплекс полученных результатов позволил получить новые данные об истории оз.Каракель на протяжении 11200 лет, об этапах осадконакопления в озере в зависимости от изменений климата и ландшафтов. Высказана гипотеза о связи перерыва в осадконакоплении в озере на протяжении почти 2000 лет (4200-2200 лет назад) в связи с обвалом и оползнем, который мог изолировать озеро с юга, от поступавших талых вод с ледника. Получен интересный результат о корреляции содержания брома и пыльцы широколиственных деревьев в озерных осадках, тем самым, позволяя

соискателю сделать вывод о том, что бром является индикатором теплообеспеченности региона. Выполнены интересные сопоставления авторских данных по брому с данными по изменению температуры (не указано, только какой, среднегодовой, июльской?) воздуха для Европы и с данными по динамике ледников в Альпах и на Кавказе. В этой главе защищаются 4ое и 5ое положения. К наиболее значимому научному результату можно отнести установленные временные рамки основных климатических событий на Кавказе за последние 1500 лет (период V-XIX вв.): средневековый оптимум 770-1250 гг. и малый ледниковый период с тремя стадиями (1 - 1250-1400 гг., 2 - 1500-1630 гг. и 3 - 1750-1880 гг.), прерываемые короткими теплыми этапами.

В заключение приводятся основные выводы исследования.

Анализируя рецензируемое диссертационное исследование в целом, не смотря на сделанные замечания, считаю, что задачи выполнены соискателем полностью, цель работы достигнута. Наиболее значимыми научными результатами исследования, определяющими его научную новизну, теоретическую и практическую значимость, являются: (1) выполнены впервые комплексные исследования донных отложений озер Западного и Центрального Кавказа с использованием широкого круга современных аналитических методов и в первую очередь детального геохимического анализа; (2) получены детальнейшие разрезы озерных осадков Кавказа с индикаторными геохимическими показателями изменений климатических параметров за последние 1500 лет для кавказского региона; (3) впервые получены палеогеографические реконструкции климата для Кавказа с высоким временным разрешением. Полученные результаты, безусловно, будут востребованы научным сообществом. Новые авторские данные должны учитываться при прогнозировании природно-климатических изменений .

Диссертационное исследование М.Ю.Александрина представляет собой самостоятельное и завершенное 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 географических наук по специальности 25.00.25 – Геоморфология и эволюционная география. Автореферат диссертации и авторские публикации (16 работ, в том числе 8 статей в журналах из списка ВАКА), отражают основные положения и содержание исследования.

Автор исследования Михаил Юрьевич Александрин заслуживает присуждения искомой степени кандидата географических наук по специальности 25.00.25 – Геоморфология и эволюционная география.

Официальный оппонент

доктор географических наук

14.05.2020

Информация об оппоненте:

Субетто Дмитрий Александрович

доктор географических наук,

специальность 25.00.36 - геоэкология (наука о Земле)

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

Тел. +7-921-3785532

Дата рождения: 23 ап

Паспорт: 4005 497237 выдан 27

Номер: 1005-457257, выдан 27 мая 2005 г. 02 0/м Калининского р-на г. Санкт-Петербурга

Санкт-Петербург Лекан факультета

Декан факультета географии,
заведующий кафедрой физической

заведующий кафедрой физической географии и природопользования РГПУ им. А.И. Герцена

ППУ им. А.И. Герцена,
набережная р. Маймы 48

набережная р. Мойки 48,
191186 г. Санкт-Петербург

191186 г. Санкт-Петербург
Тел. +7 921 3785586

Тел. моб. +7-921-3785532

Тел. служ. 8-812-3144796

E-mail: subettoda@herzen.su

