

## Отзыв

официального оппонента на диссертацию Наталии Алексеевны Рудой на тему: **«Изменения климата, растительности и фиторазнообразия Алтайской горной страны в конце МИС-2 и голоцене»**, представленной на соискание ученой степени доктора географических наук в виде научного доклада по специальности 1.6.14 – геоморфология и палеогеография.

**Актуальность** темы исследования Наталии Алексеевны Рудой обусловлена как стоящими перед человечеством глобальными проблемами современных изменений климата Земли, так и необходимостью выявления причинно-следственных связей между этими изменениями и природными и антропогенными факторами, их индуцирующими. Рецензируемое диссертационное исследование Наталии Алексеевны Рудой посвящено изучению динамики ряда климатических параметров, растительности и биоразнообразия еще слабо палеогеографически изученной Алтайской горной страны в позднеледниковое время (МИС-2) и голоцене на основе комплексных палеолимнологических изысканий донных отложений разнообразных озер региона исследования. Получение новых знаний о природно-климатических изменениях прошлого, выявление их причин, динамики и трендов позволяют более точно анализировать современные природные процессы и верифицировать данные тех или иных климатических моделей. Научное исследование Н.А. Рудой позволяет выявить специфику и географическую дифференциацию климата и растительности Алтайской горной страны в прошлом, которая благодаря своему расположению находится на физико-географическом и биогеографическом «перекрестке» центра Азии.

**Научная новизна** диссертационного исследования состоит в том, что впервые для территории Алтайской горной страны получена высокоразрешающая количественная реконструкция климата и рассчитаны индексы фиторазнообразия для конца МИС-2 и голоцена.

К основным научным результатам относятся также:

- установлено, что ранний голоцен во всех частях Алтайской горной страны был относительно аридным, а сама территория находилась под влиянием североатлантического (западного) переноса воздушных масс, а не под воздействием азиатского муссона (восточный перенос), как предполагалось ранее;

- выявлено, что развитие лесной растительности началось около 10,8 тысяч лет назад (тыс. л.н.), что соотносится с общей схемой развития растительности Северной Азии в голоцене;

- выделены две фазы – гумидная и аридная – в Малом ледниковом периоде для территории Алтайской горной страны, что соотносится с климатическими условиями для аридной Центральной Азии и отличается от муссонной Юго-восточной Азии;

- доказано, что максимальная перестройка таксономического состава растительности в Алтайской горной стране произошла только на рубеже позднего плейстоцена и голоцена. На протяжении всего голоцена резких изменений в растительности не происходило;

- установлено, что рост биоразнообразия в аридных и полуаридных районах Алтая происходил за счет увеличения площади лесов и усиления гумидности климата.

**Степень достоверности** полученных результатов обеспечивается:

- применением современных полевых и лабораторных методов исследования;

- использованием статистических методов анализа данных (программа R и CANOCO 5) и количественных методов реконструкций климата и биоразнообразия (метод биомизации, детрендрованный канонический анализ соответствий (DCCA) и др.);

- широким использованием баз данных современных поверхностных палинологических спектров для Центральной Азии и юга западной Сибири;

- апробацией научных результатов на отечественных и зарубежных конференциях и совещаниях;

- публикациями в высоко рейтинговых, профильных отечественных и зарубежных изданиях.

**Личный вклад автора.** Все результаты, представленные в диссертационном исследовании, получены автором самостоятельно или при ее непосредственном участии. Автор осуществляла руководство и принимала участие в полевых и лабораторных исследованиях образцов донных отложений озер. Ею просмотрено 765 палинологических проб. Выполнены все расчеты количественных показателей климата, биомизации и индексов биоразнообразия. Под руководством Н.А. Рудой по близкой тематике реализованы два проекта РФФИ и проект РНФ.

Диссертация в виде научного доклада состоит из Введения, 7 глав, Заключение, Списка использованной литературы (205 наименований) и Списка научных публикаций, в которых изложены основные научные результаты диссертации (46 работ, из них 26 работ в журналах, индексируемых в международных системах цитирования Web of Science, Scopus, 17 работ опубликованы в журналах из первого квартиля). Общий объем работы составляет 98 страниц, включая 20 рисунков и 4 таблицы.

Во **Введении** определяется актуальность исследования, формулируются цель и задачи, показана научная и практическая значимость работы, указаны основные 4 защищаемые положения, выносимые на защиту, дается краткая характеристика апробации результатов и личного вклада соискателя.

В **главе 1** «История палеолимнологических исследований Алтайской горной страны» (стр. 7-8) кратко описывается история исследований на Алтае и прилегающих территориях.

Во **второй главе** «Современные физико-географические условия Алтайской горной страны» (стр. 8-12) приводится подробное физико-географическое описание региона исследования с его картой (рис. 1), на

которой показана орография, отражены типы высотной поясности, указано местоположение объектов исследования, распределение среднегодовых осадков и представлена карта растительности. В главе показана уникальность географического положения Алтайской горной страны со значительным разнообразием природных условий, определяющих уникальность и мозаичность растительного покрова. Сложный состав флоры Алтая обусловлен его положением на стыке Бореального и Древнесредиземноморского флористических подцарств Голарктики. Выделены 4 биоклиматических района: степной предалтайский, горный российско-алтайский, горный монголо-алтайский и горный гобийско-алтайский.

В **третьей главе** (стр. 12-17) описываются материалы и методы исследования. В разделе 3.1. подробно описываются все озера, донные отложения которых были исследованы соискателем. Это озера Малое Яровое, Кучук, Телецкое, Теньгинское, Балыктукель, Игистукель, Урег-Нур, Баян-Нур, Канас и Хотон-Нур. Всего было изучено 10 озер и отобрано 12 кернов донных отложений.

В разделе 3.2 охарактеризованы все методы, которые использовались в исследовании: седиментологический метод, анализ на содержание органического углерода и его изотопов, метод радиоуглеродного датирования, РФА сканирование кернов, спорово-пыльцевой анализ, математические и статистические методы обработки данных, метод биомизации палинологических данных, расчеты альфа- и бета-разнообразия, создание и использование имеющихся баз данных по поверхностным спорово-пыльцевым пробам, расчеты среднегодового количества осадков и средних температур самого теплого (июль) и самого холодного (январь) месяцев, построение карт реконструированных климатических показателей для территории исследования для разных временных срезов.

В **главе 4** «Результаты исследования» (стр.17-41) развернуто приводятся результаты датирования донных отложений изученных озер

(таблица 1), анализа вещественного состава донных отложений, органического вещества, изотопных соотношений биогенных элементов (углерода и азота), спорово-пыльцевого анализа и расчеты биомизации и растительного разнообразия, количественной реконструкции климатических параметров. Глава насыщена иллюстрациями (графиками, диаграммами, разрезами озерных отложений) и таблицами с расчетными параметрами. Глава носит описательный характер с анализом полученных данных.

В **пятой главе** (стр. 42-61) анализируется весь фактический материал, описанный в главе 4, и представлены реконструкции климата и растительности для конца максимума последнего оледенения и голоцена для территории Алтайской горной страны. Глава построена по описанию палеогеографической ситуации для четырех временных срезов: 22,6-11,7 тыс. л.н.; 11,7-8,2 тыс. л.н.; 8,2-4,2 тыс. л.н. и 4,2 тыс. л.н.-современность. Показано, что не все временные срезы присутствуют во всех изученных разрезах озерных отложений. Трактуются данные литосратиграфии донных отложений с привязкой к палеогеографическим и палеоклиматическим событиям. Характеризуются особенности растительного покрова и климата для отдельных районов территории исследования. Полученные результаты иллюстрированы графиками среднегодовых осадков, показателей биоразнообразия и биомов (ТАИГА и СТЕПРЕ). Результаты изложены очень подробно и увязаны друг с другом. В этой главе соискателем вводятся в научный оборот новые палеогеографические, палеолимнологические и палеоботанические данные и результаты их аналитической обработки с одновременным сравнением и сопоставлением с результатами предшественников, что существенно обогатило знания об особенностях климатической динамики, развития озер и растительности почти для 23-тысячелетней истории Алтайской горной страны.

В **главе 6** «Оценка изменения фиторазнообразия для позднего плейстоцена и голоцена Алтайской горной страны» (стр. 61-68)

реконструируется альфа- и бета-разнообразие растений по данным палинологического анализа. Глава имеет важное методическое значение, так как в ней автором впервые применяется данная оценка для Алтая и сопоставляются полученные результаты с данными из других регионов и полученные другими авторами. Показаны «плюсы» и «минусы» методики. Представлены новые авторские данные. Выявлены общие закономерности и региональные различия в фиторазнообразии. В частности, установлено, что на рубеже плейстоцена и голоцена произошла частичная, вплоть до половины, смена таксономического состава растительности. Подтверждена гипотеза о том, что увеличение флористического и палинологического разнообразия происходит при сокращении площадей с лесопокрывом. Выявлена следующая закономерность: наблюдаются сильные положительные корреляции индексов фиторазнообразия и со среднегодовым количеством осадков и залесенностью территории для палинозаписей из озер, расположенных в засушливых районах. Таким образом доказывается одно из защищаемых положений. И наоборот – наблюдается отрицательная корреляция с осадками, или даже ее отсутствие, на что указывают индексы биоразнообразия, полученные по палинологическим данным для озер, расположенных в более гумидных условиях и залесенных территориях.

**Глава 7** «Некоторые дискуссионные вопросы изменения природных условий Алтайской горной страны в контексте глобальных природных процессов позднего плейстоцена и голоцена Евразии» (стр. 69-75) является своеобразной квинтэссенцией всей работы, в которой рассматриваются полученные палеогеографические данные в контексте глобальных пространственно-временных изменений климата Северной Евразии. Показаны различия в позднеплейстоцен-голоценовых климатических сценариях для Юго-восточной и для Центральной Азии. В частности, автор доказывает, что большую роль в формировании климата региона исследования играл западный перенос влаги. Выявлено, что конец позднего плейстоцена и ранний голоцен в Центральной Азии характеризовались более

аридными условиями, чем средний голоцен. Об этом свидетельствует, в частности, и моделирование растительности с помощью биомов, показавшее увеличение количества лиственницы с 11 тыс. л.н., а вечнозеленых хвойных – только с 9 тыс. л.н. Авторские данные для Алтайской горной страны также свидетельствуют об аналогичном климатическом сценарии, когда увеличение количества среднегодовых осадков произошло не ранее 8 тыс. л.н.

Полученный вывод подтверждается авторскими данными по изученным озерам, и представлен в виде картосхем для временных интервалов 12,9-11,7 тыс. л.н., 11,7-8,2 тыс. л.н., 8,2-4,2 тыс. л.н. и 4,2-0 тыс. л.н. (рис. 20, стр. 72). Доказывается, что Малый ледниковый период в регионе Алтайской горной страны был относительно более гумидным. Все обсуждаемые результаты и выводы аргументированы и подтверждаются данными из литературных источников.

**Заключение** (стр. 75-76) представляет собой краткую выжимку основных результатов, полученных в рамках диссертационного исследования. Все представленные выводы соотносятся с целью, задачами работы и защищаемыми положениями.

Диссертационное исследование Натальи Алексеевны Рудой выполнено на очень высоком научно-методическом уровне. Диссертация в виде научного доклада хорошо структурирована и оформлена таблицами, рисунками и карто-схемами.

Однако, как в любой исследовательской, тем более пионерской работе, есть ряд дискуссионных моментов и ряд замечаний, которые следовало бы обсудить:

1. Была ли необходимость введения в название работы термина МИС-2 (морская изотопная стадия 2), если стадии никак не обсуждаются в диссертации?
2. Не корректное использование термина «биомасса», применительно к человеку.

3. Есть замечание к рисункам. С одной стороны, они очень информативны, с другой – представлены в тексте в очень мелком масштабе с нечетко пропечатанным текстом, что сильно затруднило их чтение.
4. В Главе 3 есть несоответствие при описании озера Теньгинское: указана площадь 1475 кв. км при размерах озера 1650 на 1400 м.
5. Необходимы пояснения в части седиментологического анализа. Как он выполнялся, как происходил процесс последовательного «удаления» основных компонентов осадка (аутигенная, органигенная и терригенная)? (стр. 15).
6. Что такое «котловинные» озера? У всех озер есть котловина. Может речь идет о равнинных озерах?
7. Есть еще замечания по терминологии. Например, «ламинированные глины» (стр. 20). Это не верный перевод с английского “laminated clays”. Лучше написать «слоистые глины». К этому терминологическому виду замечаний можно отнести фразу «...в озере Баян-Нур распространилась широкая литоральная зона с песчаным и грязевым дном». Это тоже вероятно не удачный перевод с английского (sand and mud). В российской терминологии, это было бы «...литоральная зона с песчано-глинистым дном» (стр. 58).
8. Автор анализирует изотопный состав углерода в донных отложениях и объясняет его вариации изменениями условий в процессе осадконакопления (стр. 21). Необходимы уточнения, какие именно менялись условия осадконакопления.
9. Насколько корректны даты изменения содержаний тех или иных элементов, согласно данным XRF сканирования, если они указаны с точностью до года? Например, Al, Ti, K и Rb показывают пик около 1380 года? На основании какого метода выстроена такая точная хронология? (стр. 25).
10. Автор пишет о формировании и катастрофических спусках крупных, подпрудно-ледниковых озер на Алтае между 28 и 15 тыс. л.н. Каким

образом эти сбросы вод отразились на формировании отложений оз. Малое Яровое (хиатус – перерыв в осадконакоплении)? (стр. 42).

11. Получены новые интересные данные о динамике уровня изученных озер. Однако не приводится анализ этих данных в контексте выполненных ранее в рамках реконструкций уровней озер Северной Евразии в позднем плейстоцене и голоцене (Tarasov et al. Lake status records from the former Soviet Union and Mongolia ..., 1996). Эти данные можно было бы использовать для климатических моделей Алтая, в части реконструкции роли западного и восточного переноса воздушных масс.
12. Автор пишет (например, стр. 73) об усилении роли западного переноса воздушных масс в среднем и позднем голоцене, связанного с сокращением или исчезновением ледниковых покровов в высоких широтах, а также повышением температуры, что привело к усилению испарения, не рассматривая такие факторы, как повышение уровня воды в океане (с увеличением площади испарения), динамику и направление течений в Северной Атлантике в позднем плейстоцене и голоцене.
13. Также спорный, на наш взгляд, тезис об усилении западных ветров в течение голоцена в виду увеличения градиента инсоляции. Требуются пояснения.

Выше перечисленные дискуссионные положения ни в коей мере не снижают очень высокую оценку, данную работе Наталии Алексеевны Рудой. Диссертационное исследование имеет фундаментальный характер в области позднеплейстоценовой и голоценовой истории растительности и климата Алтайской горной страны, а также большое прикладное и научное значение. Результаты исследования заслуживают полного опубликования в виде отдельной научной монографии, которая, безусловно, будет востребована специалистами-палеогеографами. Отдельные разделы диссертации могут послужить основой для учебно-методических изданий, необходимых студентам географических и геологических факультетов высших учебных заведений.

Выводы в полной мере отражают содержание диссертации. Основные научные результаты и положения диссертационного исследования изложены в 46 печатных работах, в том числе в 26 статьях в изданиях, цитируемых в Web of Science и Scopus (17 из них из списка первого квартиля). Диссертация хорошо фундирована, о чем свидетельствует список использованной современной отечественной и зарубежной литературы (205 наименований).

Научные результаты Н.А. Рудой прошли хорошую апробацию на российских и международных симпозиумах, конференциях и совещаниях разного уровня. Исследования по тематике диссертационной работы велись как в рамках тем научно-исследовательских работ Института археологии и этнографии СО РАН, так и в рамках инициативных проектов РНФ и РФФИ.

**Заключение по диссертации «Изменение климата, растительности и фиторазнообразия Алтайской горной страны в конце МИС-2 и голоцене»**

Анализ диссертационной работы, решения поставленных соискателем цели и задач, способов и методов их реализации, а также интерпретации полученных результатов позволяют констатировать высокую научную квалификацию Наталии Алексеевны Рудой в области четвертичной палеогеографии.

Диссертация Н.А. Рудой является научно-квалификационной работой, в которой на основании выполненных автором палеоботанических и палеогеографических исследований разработаны теоретические положения истории развития растительности и климата Алтайской горной страны для позднего плейстоцена (МИС-2) и голоцена, совокупность которых можно квалифицировать как значимое научное достижение. Диссертация написана автором самостоятельно, обладает внутренним единством, содержит новые научные результаты и положения, выдвигаемые для публичной защиты, и свидетельствует о значительном личном вкладе соискателя в науку.

Диссертация «Изменения климата, растительности и фиторазнообразия Алтайской горной страны в конце МИС-2 и голоцене», представленная в виде научного доклада, по своей новизне, актуальности, научной и практической значимости, является завершённым квалифицированным исследованием и соответствует требованиям п.9 Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного Постановлением Правительства РФ от 24.09.2013 №842. Соискатель Наталия Алексеевна Рудая заслуживает присуждения ей учёной степени доктора географических наук по специальности 1.6.14 – геоморфология и палеогеография.

Официальный оппонент:

доктор географических наук, старший научный сотрудник,  
декан факультета географии,

Российский государственный университет им. А. И. Герцена

Дмитрий Александрович Субетто

06.05.2022

РГПУ им. А. И. ГЕРЦЕНА

подпись *Р.А. Субетто*

удостоверяю «06» *май* 2022 года

Отдел персонала и социальной работы

управления кадров и социальной работы



Информация об официальном оппоненте:

Субетто Дмитрий Александрович

доктор географических наук,

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. служебный 8-812-3144796

E-mail: [subettoda@herzen.spb.ru](mailto:subettoda@herzen.spb.ru); [subetto@mail.ru](mailto:subetto@mail.ru)