

УТВЕРЖДАЮ

Директор

Федерального государственного
бюджетного учреждения науки

Институт географии им. В.Б. Сочавы
Сибирского отделения Российской
академии наук, д.г.н.

И.Н. Владимиров

«12» мая 2022 г.



ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

на диссертационную работу Рудой Наталии Алексеевны
«Изменения климата, растительности и фиторазнообразия Алтайской
горной страны в конце МИС2 и голоцене»,
представленную на соискание ученой степени доктора географических наук
в виде научного доклада на соискание ученой степени доктора
географических наук по специальности 1.6.14 - геоморфология и
палеогеография

Диссертация в виде научного доклада состоит из введения, семи глав, заключения, списка литературы, состоящий из 205 наименований, списка научных публикаций, в которых изложены основные научные результаты диссертации. Общий объем диссертационной работы - 98 страниц текста, содержит 20 рисунков и 4 таблицы.

Рукопись диссертации на соискание ученой степени доктора географических наук по специальности 1.6.14 - геоморфология и палеогеография Наталии Алексеевны Рудой, представленная на отзыв ведущей научной организации в Институт географии им. В.Б. Сочавы, посвящена изучению динамики ряда климатических параметров, растительности и биоразнообразия Алтайской горной страны в позднеледниковое время (МИС-2) и голоцене на основе комплексных палеолимнологических изысканий донных отложений разнообразных озер региона исследования

Актуальность данной работы объясняется необходимостью изучения изменений климата Земли в прошлом, выявление их причин, закономерностей, последствий и составление прогнозов. уникальных, слабо изученных районов нашей планеты. Одним из уникальных и слабо изученных районов является Алтайская горная страна (АГС), располагающаяся на границе нескольких государств и климатических зон, является интереснейшим и важнейшим объектом для изучения биоразнообразия и природных обстановок голоцена и позднего плейстоцена в Северной и Центральной Азии. Получение высокоразрешающих палеозаписей из озер АГС позволяет детально изучить динамику климата и связанные с этим изменения природных условий и уровня биоразнообразия региона в голоцене и позднем плейстоцене.

Научная новизна исследований заключается в том, что впервые рассчитаны количественные показатели климата и индексы фиторазнообразия для конца МИС2 и голоцена для территории АГС.

Теоретическая и практическая значимость работы заключается в том, что результаты настоящего исследования выявляют основные закономерности изменения климата и фиторазнообразия АГС за последние тысячелетия. Исследования выполнены с высоким временным разрешением, что позволяет использовать эти данные для моделирования прошлого климата и прогнозов его изменения для территории Евразии. Все количественные данные загружены в базу данных PANGAEA, доступны для мирового научного сообщества и уже используются в научных работах по прогнозированию и моделированию климата. Результаты исследования альфа и бета-фитооразнообразия могут быть использованы для оценки изменения состава растительности в разные периоды голоцена Евразии, в том числе и для выяснения степени влияния человека на растительный покров и для прогнозирования изменения биоразнообразия в будущем. Результаты исследования могут служить базой для построения современных схем рационального природопользования АГС с учетом описанной в работе специфики изменения растительного разнообразия в аридных и гумидных районах Алтая.

Во **Введении** представлен традиционный набор основных сведений о диссертации - актуальность, цели и задачи работы, научная и практическая значимость результатов, защищаемые положения, теоретическая и

прикладная значимость, краткая характеристика апробации результатов, личный вклад автора.

В первой главе описана история палеолимнологических исследований Алтайской горной страны. АГС и прилегающие к ней территории богаты озерами, а, следовательно, являются перспективными для палеолимнологических исследований. При этом работ по изучению озерных отложений АГС не так много.

Во второй главе диссертационной работы приведена обобщенная характеристика природных условий Алтая, обуславливающих уникальность и мозаичность его растительного покрова. На основании данных о среднегодовом количестве осадков проведено условное биоклиматическое районирование рассматриваемой территории, выделены 4 биоклиматических района: степной предалтайский, горный российско-алтайский, горный монголо-алтайский и горный гобийско-алтайский.

Глава 3 посвящена материалам и методам исследования. В разделе 3.1. кратко описываются десять озер Алтая и сопредельных территорий (Малое Яровое, Кучук, Телецкое, Теньгинское, Балыктукель, Игистукель, Урег-Нур, Баян-Нур, Канас и Хотон-Нур), из которых отобрано и исследовано 12 кернов донных отложений.

В разделе 3.2. представлены методы, которые были использованы в работе: метод радиоуглеродного датирования, седиментологический метод, анализ на содержание органического углерода и его изотопов, анализ на содержание азота, метод рентгенофлуоресцентного анализа, спорово-пыльцевой анализ, математические и статистические методы обработки данных, метод биомизации палинологических данных, детрендрованный канонический анализ соответствий, расчет альфа- и бета-разнообразия.

Для расчета климатических параметров использовалась база данных палинологических спектров для Центральной Азии и юга Западной Сибири. В работе использовались 800-1000 точек с поверхностными палинологическими спектрами.

В четвертой главе представлены результаты исследования. Глава содержит значительное число иллюстраций и адекватный текстовому содержанию объем табличных материалов. В разделе 4.1. «Хронология и возрастные модели» приведена таблица, отражающая хронологические рамки исследования кернов.

В разделе 4.2. описываются результаты седиментологического анализа и определения общего органического углерода и изотопных соотношений углерода и азота для озер Кучук, Малое Яровое и Телецкое. Анализ содержания общего углерода, а также стабильных изотопов углерода проведен для озер Кучук, Телецкое, Балыктукёль, Игистукёль, Баян-Нур и Хотон-Нур. Анализ на общее содержание азота выполнен для озер Кучук, Балыктукёль и Игистукёль. Все результаты используются как дополнительные данные при реконструкции климата.

Раздел 4.3. «Результаты элементного анализа». XRF сканирование проводилось только для озер Улаганского плато – Балыктукёль и Игистукёль. Всего было определено 24 элемента.

Раздел 4.4. «Результаты палинологического анализа, биомизации и расчета растительного разнообразия по палинологическим данным». Для всех колонок донных отложений исследованных озер построены палинологические диаграммы и проведено зонирование. Результаты палинологического анализа некоторых колонок донных отложений озер отражены на рисунках. На основании полученных палинологических данных проведена биомизация палинологических спектров. Общая кривая бета-разнообразия, построенная на основании всех палинозаписей, выявляет наибольшие значения на границе плейстоцена и голоцена. Далее значения кривой понижаются до минимальных к настоящему времени

Раздел 4.5. «Результаты количественной реконструкции климатических показателей». Для всех озер рассчитаны такие климатические показатели как среднегодовые количества осадков (PANN) и средние температур июля (T_{july}). Приводятся результаты корреляционного анализа для индикаторных биомов, среднегодового количества осадков, средних июльских температур и значения индексов растительного разнообразия для различных палинозон колонок донных отложений всех озер.

В **пятой главе** приводятся результаты реконструкция климата и растительности конца максимума последнего оледенения и в голоцене Алтайской горной страны.

Раздел 5.1. «Конец максимума последнего оледенения и стадия дегляциации (22,6–11,7 т.л.н.)». В исследовании, представленном в данной работе, только палеозаписи из трех озер использованы для количественной реконструкции климата и растительности конца морской изотопной стадии (МИС) 2, соотносимой в Западной Сибири с сартанским оледенением.

Два озера, Малое Яровое и Кучук, располагаются в степной части Алтайского края, в Кулундинской степи. Их осадки дают информацию об истории степного Алтая, относящегося большей частью к Обь-Иртышскому междуречью - территории, которая неразрывно связана с природной историей Алтайских гор.

Изменение растительного покрова в конце позднего плейстоцена Монгольского Алтая прослеживается по палинозаписи из озера Канас.

Раздел 5.2. «Ранний голоцен: гренландский век (11,7-8,2 т.л.н.)». Отмечено постепенное увеличение среднегодовых осадков для степной части Алтая зафиксировано сразу же с начала голоцена (11,7 т.л.н.), однако заметное увеличение осадков отмечается только к 10 т.л.н. (360–390 мм/год).

Палинологические спектры из озер Малое Яровое и Кучук показывают постепенное увеличение обилия пыльцы березы и сосны обыкновенной, начиная с 10,8 т.л.н. В интервале 9,3 и 7,2-7 т.л.н. количество осадков несколько сокращается, что, вероятно, сопровождается похолоданием и выражается в сокращении растительного разнообразия и количества древесной пыльцы в палиноспектрах.

Раздел 5.3. «Средний голоцен: северогриппианский век (8,2 – 4,2 т.л.н.)». В палинозаписи из озера Малое Яровое с началом северогриппианского века совпадает начало подзоны PZIIc, которая характеризуется увеличением пыльцы *Pinus sylvestris* и появлением в палиноспектрах пыльцы *Abies*. Количество осадков возрастает до 350 мм/год. Максимум осадков для территории Кулундинской низменности и ее окрестностей по палеозаписям озер Малое Яровое и Кучук реконструируется между 7–2,6 т.л.н. (375-390 мм/год), однако тенденция к уменьшению среднегодового количества осадков отмечается уже с 4 т.л.н.

Раздел 5.4. «Поздний голоцен - мегхалайский век (4,2 – 0 т.л.н.)». Наиболее приближенная к современности часть голоцена является и самой неоднозначной в плане климатических реконструкций для АГС. Противоречия, возникающие в интерпретации результатов исследования, связаны и с общей нестабильностью позднеголоценового климата, и с уже выраженной антропогенной нагрузкой на ландшафты, и с большим многообразием позднеголоценовых палеозаписей и методов их исследования.

Несмотря на некоторые несоответствия в локальных реконструкциях, в позднем голоцене АГС можно выделить холодный эпизод на рубеже

северогриппианского и мегхалайского веков 4-3,8 т.л.н.; относительно теплый и гумидный интервал 3,5-2(1) т.л.н.; нарастание аридизации в последние две тысячи лет; холодный и влажный МЛП и современное увеличение гумидности.

Приведенные в главе результаты анализа обработки полученного фактического материала с помощью методов комплексного изучения озер и сравнительного анализа данных литературных источников, позволяет получить новые данные о реконструированном климате и растительности Алтайской горной страны.

Глава 6 посвящена оценке изменения фиторазнообразия для позднего дриаса и голоцена Алтайской горной страны. Приводятся результаты реконструкций прошлого альфа и бета-разнообразия растений по палинологическим данным с некоторыми ограничениями.

В последнее тысячелетие общее фиторазнообразие АГС увеличивается при понижении общего уровня осадков, общем увеличении площади лесов и снижении участия степей в растительном покрове.

Корреляционные коэффициенты, рассчитанные для нескольких озер для последней 1000 лет не всегда выявляют тенденции, выявленные в течение голоцена, а иногда тенденция меняется на противоположную или полученные корреляционные коэффициенты невозможно однозначно проинтерпретировать.

Возрастание фиторазнообразия последнего тысячелетия может быть связано с умеренной антропогенной нагрузкой на ландшафты и, как следствие, появлением большего количества разнообразных местообитаний и увеличением общей мозаичности растительного покрова.

В настоящей работе в позднем голоцене Алтая не фиксируется ускорение смены состава растительности, вероятно, из-за относительно низкой антропогенной нагрузки по сравнению с Европой или Юго-Восточной Азией. Другим объяснением такого расхождения может быть разница в используемых методических подходах, и, следовательно, этот вопрос следует в дальнейшем прорабатывать с использованием различных статистических методик.

Глава 7 «Некоторые дискуссионные вопросы изменения природных условий Алтайской горной страны в контексте глобальных природных процессов позднего плейстоцена и голоцена Евразии» является результирующей для всей работы.

Территория среднеширотной Азии в климатическом отношении состоит из двух отдельных регионов – Восточной Азии, где современный климат в основном регулируется циркуляцией азиатского муссона и аридной Центральной Азии и прилегающих частях Северной Азии, где современный климат регулируется западным переносом воздушных масс. Климат АГС также в настоящее время контролируется западным переносом воздушных масс.

Одним из дискуссионных вопросов естественной истории Алтайских гор и в целом Центральной Азии является вопрос о времени и границах влияния на климат этой территории азиатского муссона, а также его взаимодействие с атлантическим переносом воздушных масс в разные периоды голоцена. По мнению ряда исследователей, раннеголоценовые климатические флуктуации в северной части Центральной Азии и даже в юго-западной Сибири обеспечивались активностью азиатского муссона. Несмотря на общее повышение увлажнения во время МЛП данные исследователя позволяют выделить несколько фаз с 1300 по 1800 гг.: между 1350-1400 гг. относительно влажная фаза, между 1400 и 1500 гг. - относительно сухая, между 1500 и 1700 гг. - самая гумидная и далее к концу МЛП гумидность понижается.

Палеорекострукция среднелетних температур по данным элементного анализа керна из озера Нижнее Мультиинское (Катунский хребет) также выявляет температурные флуктуации и позволяет выделить три фазы: с 1300 по 1550 гг. – самая холодная фаза; с 1500 по 1700 гг. - более теплая фаза и заключительная холодная фаза - с 1700 по 1800 гг. (

В заключении приводятся данные результатов, по которым можно сделать некоторые заключения об особенностях изменения природных условий АГС в позднем ледниковье и голоцене. Установлено, что ранний голоцен во всех частях АГС был относительно аридным и эта территория находилась под североатлантическим влиянием (западный перенос воздушных масс), а не под воздействием азиатского муссона, как предполагает ряд исследователей.

В работе отмечены дискуссионные моменты, позволяющие высказать пожелания и замечания:

Замечания по задачам исследования

1. Может быть не вписывать изменения природных условий АГС в контекст глобальных климатических процессов в указанный период, а провести корреляцию?

Замечания по защищаемым положениям:

1. Как утверждает автор, климат формировался под воздействием событий в Северной Атлантике. Судя по его логике азиатский антициклон отсутствовал? Тогда нужны веские доказательства формирования климата по иному сценарию.
2. Сравнение АГС с Центральной Азией и Юго-Восточной Азией вообще не корректно и не имеет никакого смысла в рамках заявленной темы. Если с первым регионом есть общие черты, то со вторым вообще не понятно зачем сравнивать. Требуется обоснование климатической модели.
3. Третье и четвертое положение противоречат друг другу. В третьем положении утверждается, что резких изменений растительности и фиторазнообразия, за исключением рубежа голоцена и плейстоцена. В четвертом же наоборот происходит увеличение растительного разнообразия при увеличении увлажнения, при уменьшении наоборот. Из формулировки положения непонятно о каком временном промежутке идет речь.
4. Из четвертого положения вообще непонятно про изменения площадей леса и степи при изменениях климата. Алтай это горная страна и такая примитивная схема изменений структуры растительности, без учета высотной поясности и экспозиции макросклонов некорректна.
5. В названии диссертации говорится о МИС2, тогда почему это не отражено в защищаемых положениях?

Замечания по Главе 1

Общая тематика диссертационной работы лежит в области палеоклиматологии и палеоботаники хотя глава написана для палеолимнологии. В этом случае вполне логично было бы упомянуть вообще о палеогеографических исследованиях на АГС, коих не мало.

Замечание к Главе 2

Рисунок 1 не читается как в бумажном, так и в электронном вариантах.

Замечание к Главе 3

В части седиментологического анализа не понятно какой методикой пользовались при аналитических работах. Какие были критерии выделения седиментов?

Замечание к Главе 4

При интерпретации элементного состава осталось не понятно, в связи с чем в седименте озер произошли изменения в элементном составе. В выводах по диссертации это вообще не отражено.

Замечание к Главе 5

Автором утверждается что в российской части АГС в интерстадиал бёллинг-аллерёд «ни тундровые, ни тундрово-степные или тундрово-лесостепные перигляциальные формации в качестве зональных...» не представлены. В горных странах природные зоны не выделяются, может быть речь идет о поясах?

В выводах о ландшафтах в позднем дриасе фигурируют «перигляциальные горно-лесные ландшафты», то есть это приледниковые леса? Следует пояснить введение данного термина в научный оборот.

Замечание к Заключение

Требуется обоснование к «котловинным озерам» и их отличии от других озер. Рассматривая изменение растительного покрова в горных странах обычно приводятся данные о границах высотных поясов, что в данной работе сделано не было, хотя современное состояние в водной главе приведено. Отсутствует корреляция с хронологией оледенений на Алтае, широко освещенной в научной литературе.

Автором установлено, что общий уровень фиторазнообразия в АГС увеличивается при общем тренде уменьшения осадков и в структуре растительного покрова увеличивается доля лесопокрываемых площадей. Каким образом это коррелируется с результатами исследования? В диссертации утверждается (см. 4-е защищаемое положение), что при аридизации в таежных районах фиторазнообразие увеличивается при уменьшении лесных ландшафтов. Что происходит в полуаридных районах? В заключении стоит уточнить, исходя из защищаемого положения, про какую часть АГС идет речь? Каким образом на это влияет хозяйственная деятельность?

К общему замечанию к диссертационной работе относится отсутствие интерпретационного картографического материала. На рисунке 20 приводятся реконструированное по палинологическим данным

среднегодовое количество осадков. Было бы уместным привести подобные реконструкции по другим параметрам, приведенным в диссертации.

По тексту диссертации встречается множество некорректных терминов и понятий. Для чего приводятся пояснения терминов на английском языке? Богатый иллюстративный материал, к сожалению, не читается.

Заключение

Диссертация Рудой Наталии Алексеевны «Изменения климата, растительности и фиторазнообразия Алтайской горной страны в конце МИС2 и голоцене», представленная на соискание ученой степени доктора географических наук в виде научного доклада на соискание ученой степени доктора географических наук по специальности 1.6.14 - геоморфология и палеогеография соответствует пп. 9-14 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. № 842 и требованиям ВАК, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени доктора географических наук, а также паспорту специальности 1.6.14 - геоморфология и палеогеография. Диссертация является самостоятельным и законченным научным исследованием, обладает научной новизной и практической значимостью, а ее автор Н.А. Рудая, несмотря на все имеющиеся замечания, заслуживает присуждения ученой степени доктора географических наук по специальности 1.6.14 - геоморфология и палеогеография.

Отзыв ведущей организации на диссертацию Рудой Наталии Алексеевны «Изменения климата, растительности и фиторазнообразия Алтайской горной страны в конце МИС2 и голоцене», представленную на соискание ученой степени доктора географических наук в виде научного доклада на соискание ученой степени доктора географических наук по специальности 1.6.14 - геоморфология и палеогеография рассмотрен на заседании Ученого совета Федерального государственного бюджетного учреждения науки Институт географии им. В.Б. Сочавы Сибирского отделения Российской академии наук (протокол №4 от 18 апреля 2022 г.):

из 21 членов Ученого совета ИГ СО РАН присутствовали 20; результаты голосования 20 - за, 0 - против, 0 - воздержалось.

Выркин Владимир Борисович



доктор географических наук (1.6.14. - Геоморфология и палеогеография),
главный научный сотрудник лаборатории геоморфологии
Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт географии им. В.Б. Сочавы Сибирского отделения Российской академии наук

Адрес: 664033, Иркутск, ул. Улан-Баторская 1, тел. (3952) 426920, факс: (3952) 422717, e-mail: vyrkin@irigs.irk.ru

Владимиров Игорь Николаевич

доктор географических наук,
директор (1.6.21. - Геоэкология (географические науки))
Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт географии им. В.Б. Сочавы Сибирского отделения Российской академии наук

Адрес: 664033, Иркутск, ул. Улан-Баторская 1, тел. (3952) 426920, факс: (3952) 422717, e-mail: garisson@irigs.irk.ru

Кобылкин Дмитрий Владимирович

кандидат географических наук (1.6.12. - Физическая география и биогеография, география почв и геохимия ландшафтов),
заведующий лаборатории геоморфологии
Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт географии им. В.Б. Сочавы Сибирского отделения Российской академии наук

Адрес: 664033, Иркутск, ул. Улан-Баторская 1, тел. (3952) 426920, факс: (3952) 422717, e-mail: postman@irigs.irk.ru

Я, Вyrкин Владимир Борисович, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и их дальнейшую обработку.

«12» мая 2022 года

Я, Владимирова Игорь Николаевич, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и их дальнейшую обработку.

«12» мая 2022 года

Подпись И.И. Владимирова ЗАВЕЯЮ
ЗАМ. ДИРЕКТОРА А.А. СОРОКОВОЙ

Подпись Д.В. Кобылкина ЗАВЕЯЮ
ЗАМ. ДИРЕКТОРА А.А. СОРОКОВОЙ

Подпись В.Б. Вyrкина ЗАВЕЯЮ
ЗАМ. ДИРЕКТОРА А.А. СОРОКОВОЙ

Подпись И.И. Владимирова ЗАВЕЯЮ
ЗАМ. ДИРЕКТОРА А.А. СОРОКОВОЙ

Я, Кобылкин Дмитрий Владимирович, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и их дальнейшую обработку.

«12» мая 2022 года



Подпись
Зам. директора

Д. В. Кобылкин

ЗАВЕРЯЮ
А. А. СОРОКОВОЙ