

Отзыв официального оппонента

на диссертационную работу Хубановой Анны Михайловны: «**Биогеохимическая идентификация ландшафтов Западного Забайкалья в позднем плейстоцене – голоцене по изотопному ($\delta^{13}\text{C}$, $\delta^{15}\text{N}$) составу костных тканей**», представленную на соискания ученой степени кандидата геолого-минералогических наук по специальности 1.6.21 – “Геоэкология”

Диссертация А.Н.Хубановой посвящена исследованию связи состава стабильных изотопов углерода и азота в костных тканях крупных млекопитающих и человека с особенностями ландшафтной дифференциации и растительности в областях их обитания в конце плейстоцена и в голоцене.

Работа состоит из введения, пяти глав, заключения и списка литературы. Каждая из глав снабжена резулятивными резюме, составляющими основной текст автореферата работы. Структурно исследовательская часть работы состоит из трех блоков: 1. изучения изотопного состава в костных тканях современных копытных Монголии и Западного Забайкалья. 2. изучения изотопного состава в костях шерстистого носорога из отложений верхнего плейстоцена Западного Забайкалья. 3. изучения соотношений стабильных изотопов в костях древних людей народности хунну и их домашнего скота из захоронений раннего железного века (поздний голоцен) Западного Забайкалья. На основе этих исследований автору удалось получить достоверные сведения об особенностях ландшафтной дифференциации и палеобиологических характеристиках позвоночных в позднем плейстоцене и голоцене, а также создать важный задел для дальнейших исследований.

В первой главе автор на достаточном уровне детальности рассматривает вопросы применения стабильных изотопов С и N в биогеохимии. Здесь приведены описание теории изменения изотопных соотношений в биосфере, охарактеризованы группы растительности с разными типами фотосинтеза (C3 и C4 и другие), которые существенно отличаются по обогащенности тяжелыми изотопами углерода и азота. Дан краткий обзор истории развития метода, подробно рассмотрены особенности изменения соотношения стабильных изотопов $\text{C}^{13}/\text{C}^{12}$ и $\text{N}^{14}/\text{N}^{13}$ в костных тканях животных и человека в зависимости от особенностей их питания, климата, высоты над уровнем моря, иерархии трофических уровней, на которых происходит фракционирование изотопов в ходе метаболических процессов от продуцентов (фотосинтезирующим растениям) к консументам/редуцентам (животным и сапротрофам). В этой главе также дан обзор исследований стабильных изотопов углерода и азота в изучаемом Байкальском регионе.

В качестве пожелания, можно рекомендовать автору привлечь к рассмотрению в дальнейших работах обширную литературу по динамике соотношения стабильных изотопов углерода и азота в костных тканях древних позднекайнозойских млекопитающих, которая показывает значительные вариации этих показателей в зависимости от конкретного материала и региона исследования.

Во второй главе подробно освещены вопросы методики исследования, включая подходы к

морфометрии костных остатков млекопитающих, особенности пробоподготовки, приборная база, перечислены аналитические организации, в которых производились анализы. Здесь нужно высоко отметить мировой уровень приборов, на которых было проведено исследование, а также подробное описание принципов действия важнейших аналитических инструментов, использованных в работе. Примечательно, что работа такого уровня в нашей стране возможна только с привлечением ресурсов множественных научных центров в разных городах и регионах. Реализация такого подхода может быть дополнительно поставлена в заслугу автору диссертации.

Третья глава посвящена описанию исследованного автором ландшафтного и изотопно-геохимического районирования Монголии и Западного Забайкалья. А.М.Хубанова на оригинальном материале изучила изотопные соотношения у современных крупных млекопитающих, населяющих различные ландшафтные зоны Забайкалья. В анализ были включены 43 пробы из костей и зубов лошадей, быков, овец, а также косули и кабарги. Результаты были сопоставлены с литературными данными по большему спектру домашних и диких животных региона. Автор дает достаточно подробное описание современной растительности в разных ландшафтных зонах региона исследования.

В результате анализа особенно наглядно показана связь ландшафтных зон обитания (питания) млекопитающих и уровней соотношения тяжелого и легкого изотопа углерода для современных травоядных животных региона исследования на диаграмме 3.2. Как отмечено автором, изменения $\delta^{15}\text{N}$ у исследованной выборки не выявило четкой связи с ландшафтными зонами, а скорее являются следствием сложной комбинации конкретных условий питания для каждого из изученных видов. Можно согласиться с автором, что на первое место здесь выступают факторы доступности и качества пищи и питьевой воды.

Итог этой главы сформулирован в качестве первого защищаемого положения: *«Изотопный состав углерода растительноядных животных отражает тип потребляемой ими растительности, что позволяет выявить изотопно-геохимические различия между пустынными, полупустынными, степными, лесостепными и лесными экосистемами Монголии и Забайкалья. Изотопный состав азота у животных контролируется дефицитом или доступностью водных и пищевых ресурсов и в меньшей степени зависит от ландшафтной обстановки изучаемого региона»*. Приведенные фактические данные и результаты их анализа позволяют считать сделанные выводы достоверными, что наглядно следует из аналитического рис.3.5.

Четвертая глава раскрывает детали авторского изучения изотопных характеристик шерстистого носорога *Coelodonta antiquitatis* из нескольких местонахождений позднего плейстоцена Западного Забайкалья. Задачами этого блока работы были изучение морфологии, изотопная характеристика и реконструкция условий обитания шерстистого носорога. В главе приведены все необходимые данные о строении и датировке изученных разрезов, их фаунистической и палинологической характеристике.

Квалифицированное сравнительно морфометрическое изучение остатков шерстистых носорогов из памятников позднего палеолита Хотык и Каменка показало их крупные размеры

по сравнению с многочисленными выборками из других регионов Евразии, изученным по литературным данным. Выявленный утяжеленный (по сравнению с многими выборками Северной Евразии) изотопный состав углерода забайкальских носорогов позволил автору сделать вывод о их обитании в степи и питании преимущественно растениями с типом фотосинтеза C3. Облегченный изотопный состав азота забайкальских носорогов позволил сделать вывод о доступности для региональных популяций кормовых и питьевых ресурсов. Вместе с морфометрическими данными о крупных размерах забайкальских шерстистых носорогов автор сделала непротиворечивый вывод о благоприятных условиях существования популяций носорога *Coelodonta antiquitatis* в условиях богатого ресурсами степного биома в середине позднего плейстоцена (MIS 3).

Выводы этой главы легли в основу второго защищаемого положения: *Изотопный состав углерода шерстистых носорогов (Coelodonta antiquitatis) из палеолитических комплексов Хотык и Каменка свидетельствует о рационе, основанном на степной растительности. Морфометрический анализ костей и облегченный изотопный состав азота указывает на отсутствие водного и пищевого стресса, а также на близость к пресноводным водоемам.* Сделанные выводы надежно обоснованы результатами анализа морфометрии и изотопного состава остатков носорогов. Полученные автором данные по многослойному местонахождению Хотык открывают в перспективе возможность изменения во времени изотопного состава костных остатков в единой осадочной последовательности.

В пятой главе дана реконструкция природной среды Западного Забайкалья в позднего голоцене на основе изучения костного материала человека, домашних и диких животных из шести захоронений раннего железного века археологической культуры хунну.

Глава снабжена квалифицированными материалами о истории и поселенческой структуре хунну, кратким информативным описанием захоронений, стандартными калибровочными диаграммами радиоуглеродных дат и наглядными графиками распределения значений изотопных соотношений. Проведенный массовый анализ соотношения стабильных изотопов углерода и азота позволил автору выявить интересные закономерности и связи изотопного состава отдельных групп животных и человека с условиями выпаса, характером питания и земледельческими практиками. Важным представляется вывод о заметном влиянии растений с типом фотосинтеза C4 (т.е. по-видимому продукты растениеводства, просо) в рационе питания хунну.

По результатам этой части работы сформулировано третье защищаемое положение: *«Изотопный состав углерода и азота в антропологическом материале представителей хунну свидетельствует о смешанном рационе питания древних кочевников, состоящем из животной продукции, рыбы и зерновых, что указывает на развитое скотоводство, земледелие и рыболовство».* Значительный объем опробования и детальный и наглядный анализ результатов однозначно указывают на достоверность сделанных автором выводов.

Изотопные исследования в области реконструкции параметров палеосреды часто критикуют за то, что сумма разнородных искажающих факторов может перекрывать полезный палеосредовый сигнал. Рецензируемая работа является хорошим примером

мультидисциплинарного (изотопная геоэкология, палеонтология, археология и палеоантропология) исследования, в котором анализ древней среды и особенностей биоты основан на тщательном изучении актуалистической информации, что напрямую поддерживает высокую достоверность результатов работы.

Основные положения диссертации опубликованы в 27 научных публикациях, в том числе в 8 рецензируемых научных журналах, рекомендованных ВАК, а также были доложены на международных, всероссийских и региональных научных конференциях. Автореферат полностью отражает содержание диссертации.

Проведенное исследование соответствует паспорту научной специальности 1.6.21. – «Геоэкология», актуально, характеризуется высокой степенью новизны, выполнено полностью самостоятельно, основано на оригинальных материалах и вносит важный вклад в развитие представлений о взаимовлиянии ландшафтов, растительности, климата и особенностей питания крупных млекопитающих и древнего человека. Выводы работы достоверны, а представленные защищаемые положения полностью обоснованы результатами анализа исследованных материалов. Работа имеет практическое значение в области геолого-минералогических наук для обоснования долгосрочных экологических прогнозов, изотопной стратиграфии и реконструкции истории развития биоты и климата Центральной Азии в позднем плейстоцене и голоцене. Сделанные замечания имеют дискуссионный и рекомендательный характер и не влияют на общую положительную оценку работы. Список предлагаемых коррекций текста передан автору диссертации.

Диссертация Анны Михайловны Хубановой отвечает критериям Положения о порядке присуждения учёных степеней, утверждённого Постановлением Правительства РФ от 24.09.2013 г. № 842, установленным в пп. 9-11, 13 и 14, а автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата геолого-минералогических наук по специальности 1.6.21 – Геоэкология.

Официальный оппонент:



Тесаков Алексей Сергеевич

доктор геолого-минералогических наук, главный научный сотрудник,
заведующий лабораторией стратиграфии четвертичного периода

Геологического института Российской Академии Наук

119017, г.Москва, Пыжевский пер., д. 7

Телефон: +7 495 953-6431

e-mail: tesak@ginras.ru

«20» октября 2025 г.

Подпись т. *Тесаков А.С.*
УДОСТОВЕРЯЕТСЯ
КАНЦЕЛЯРИЯ
Геологического ин-та
Российской Академии наук
С.В. Булашкин
20.10.2025

