

ОТЗЫВ

на диссертацию Козачек Анны Владимировны «Закономерности формирования изотопного сигнала в ледниковых ядрах Эльбруса», представленной на соискание ученой степени кандидата географических наук по специальности 1.6.8 — Гляциология и криология Земли.

Диссертация А.В. Козачек, представленная на соискание ученой степени кандидата географических наук, посвящена оценке изменений климата в высокогорной области Большого Кавказа на основе данных изучения изотопного состава ледниковых кернов, и представляет собой самостоятельное законченное научное исследование. Актуальность темы определяется важностью изучения изменений климата горных областей нашей страны. Работа обладает безусловной научной новизной, а также теоретической и прикладной значимостью. Достоверность полученных результатов подтверждается значительным объемом высокоточных экспериментальных данных.

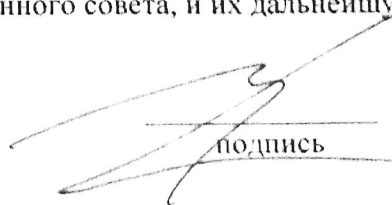
К работе имеется, пожалуй, только одно замечание. В работе используется учёт растекания ледника по достаточно старой модели Джона Ная (Nye, 1963) для одномерной модели. Одномерные модели до сих пор применяются, и не потеряли своей актуальности. Почему автор использовал её, а не более современные, тоже одномерные модели?

Отмеченный недостаток не умаляет значимости работы. Она заслуживает высокой оценки. Диссертация соответствует паспорту специальности 1.6.8 «Гляциология и криология Земли» и отвечает требованиям п.9 «Положения о порядке присуждения ученых степеней» (постановление Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 №842), а её автор — Козачек Анна Владимировна заслуживает присуждения ученой степени кандидата географических наук по специальности 1.6.8 «Гляциология и криология Земли».

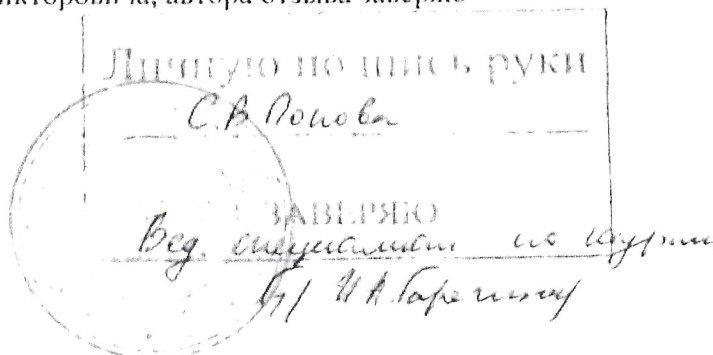
Попов Сергей Викторович
доктор геолого-минералогических наук
доцент кафедры Гидрологии суши Федерального
государственного бюджетного образовательного
учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский
государственный университет»
199034, г. Санкт-Петербург, Университетская набережная, д. 7/9
Телефон/факс: +7 (812) 323-32-52;
Эл. почта: sporov67@yandex.ru

Я, Попов Сергей Викторович автора отзыва, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и их дальнейшую обработку

«10» октября 2023 г.


подпись

Подпись Попова Сергея Викторовича, автора отзыва заверяю



ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Козачек Анны Владимировны «Закономерности формирования изотопного сигнала в ледниковых ядрах Эльбруса», представленной на соискание ученой степени кандидата географических наук по специальности 1.6.8 — Гляциология и криология Земли.

Работа Козачек А.В. посвящена исследованию ледяных ядер, полученных в высокогорных районах Северного Кавказа (плато Эльбруса и Казбека). В первую очередь анализируется изотопный состав полученных ядер и проводится сопоставление изменчивости изотопного состава с метеорологическими характеристиками и синоптическими процессами.

Работа Козачек А.В. посвящена очень актуальной теме, автореферат хорошо структурирован, защищаемые положения и результаты работы сформулированы четко и качественно отражены в тексте работы. Однако, есть несколько вопросов к автору:

- 1) По докладам соавтора соискателя на различных конференциях известно, что во время ядерного бурения на плато Казбека наблюдались положительные температуры и, соответственно, происходило таяние поверхностного слоя снега. Подобные условия закономерно могли наблюдаться и в прошлые годы. Как автор оценивал влияние таяния на изотопный состав ядра?
- 2) Как известно, даже при отрицательных температурах в снежно-фирновой толще могут происходить постдепозиционные изменения, изменяющие изотопный состав. Оценивалось ли автором влияние этих изменений на изотопный сигнал? Если да, то каким образом?

Несмотря на наличие некоторых вопросов, а также небольшого количества орфографических и стилистических ошибок, работа Козачек А.В. выполнена на очень высоком уровне. Полученные результаты по-прежнему уникальны и представляют большой интерес для научного сообщества. Стоит отметить умение автора четко и последовательно

излагать суть работы и огромный личный вклад Кошечек А.И., который заключается в лабораторном анализе большого объема проб.

Банцев Дмитрий Вадимович
Кандидат географических наук
Старший преподаватель

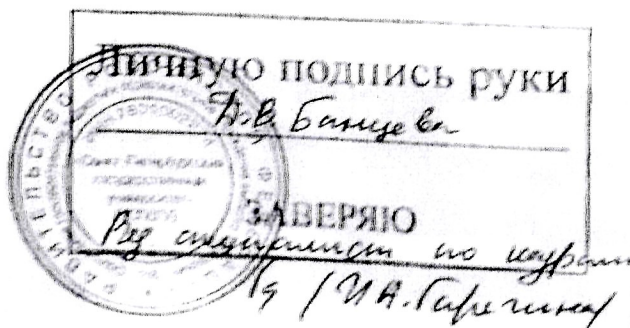
Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Санкт-Петербургский государственный университет»
Института наук о Земле, кафедра гидрологии суши
Россия, 199034, Санкт-Петербург, Университетская наб., д. 7-9
bancev-d@yandex.ru

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

«10» октября 2023 г.



ПОДПИСЬ



ОТЗЫВ

на автореферат диссертационной работы Козачек Анны Владимировны
«Закономерности формирования изотопного сигнала в ледниковых кернах
Эльбруса» на соискание ученой степени кандидата
геолого-минералогических наук по специальности
1.6.8. "Гляциология и криология Земли"

Актуальность темы диссертационной работы посвящена исследованию изменений климата в высокогорных областях аккумуляции ледников с применением данных об изотопном составе ледяных образований для палеоклиматических реконструкций

Научная новизна исследования и полученных результатов, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации, заключается в установлении связи изотопного состава снега и льда на Эльбрусе с характером атмосферной циркуляции в Северном полушарии и представлении методики реконструкции климатических параметров в высокогорных областях по данным об изотопном составе льда.

Работа обладает научной новизной, теоретической и практической значимостью, поскольку получен уникальный массив данных по изотопному составу льда в высокогорной области Северного Кавказа, на основе которого выполнена реконструкция количества атмосферных осадков в области за последние два столетия, а разработанная методика палеоклиматической интерпретации изотопных данных позволит уточнить климатические и изотопные модели, необходимые для прогноза климатических изменений

Достоверность научных результатов и обоснованность выводов подтверждается большим объемом экспериментальных данных, использованием высокоточного изотопного анализа образцов льда, соответствием результатам, полученными исследователями других горных регионов, публикациями в рецензируемых журналах.

Замечания по работе:

1. Излишне подробно в главе 1 приводятся известные сведения об изотопной гидрологии.
2. В реферате отсутствуют конкретные данные по концентрациях дейтерия в исследованных образцах и графическое представление изотопного состава в системе $\delta^{18}\text{O} \div \delta^2\text{H}$.
3. Замечания к рисункам: рис. 3 - в условных обозначениях кривые - не концентрации аммония и изотопный состав, а соотношение (как в подрисуночном тексте); рис. 4 - на графике указана информация о слоях пыли и талых слоях, о которых в тексте реферата нет объяснения; рис. 5 - условные обозначения не четкие (кроме того, дублируются аббревиатура ГСИО и GNIP), рис. 11 и особенно рис. 10 - не информативны.
4. В Заключение (стр. 24) второй основной результат о влиянии типа циркуляции атмосферы на изотопный состав слишком общий.

Считаю, что указанные замечания не снижают ценность работы. Представленные в автореферате научные положения и выводы теоретически и экспериментально достаточно обоснованы. Диссертация Козачек Анны Владимировны «Закономерности формирования изотопного сигнала в ледниковых кернах Эльбруса» является самостоятельно выполненной, законченной научно-квалификационной работой. Диссертация соответствует паспорту специальности 1.6.8. "Гляциология и криология Земли" и отвечает требованиям п. 9 «Положения о порядке присуждения ученых степеней» (постановление Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. №842), а ее автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата географических наук по специальности 1.6.8. "Гляциология и криология Земли".

Кандидат геолого-минералогических наук по специальности 25.00.36 – Геоэкология, доцент, старший научный сотрудник лаборатории гидрохимии и гидрогеологии Института водных проблем Севера КарНЦ РАН, доцент Петрозаводского государственного университета

Г.С. Бородулина
« 2 » октября 2023 г.

Я, Бородулина Галина Сергеевна, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и их дальнейшую обработку.

Почтовый адрес: 185030, Россия, Республика Карелия, г. Петрозаводск, пр. Александра Невского, д. 50, ИВПС КарНЦ РАН
Тел. +7(8142) 57-65-41
E-mail: bor6805@yandex.ru

Подпись Г.С. Бородулиной заверяю

Галина Сергеевна И.И.
ИВПС КарНЦ РАН

ОТЗЫВ

на диссертацию Козачек Анны Владимировны «Закономерности формирования изотопного сигнала в ледниковых кернах Эльбруса», представленной на соискание ученой степени кандидата географических наук по специальности 1.6.8 — Гляциология и криология Земли.

Автореферат работы представляет собой детальную ее характеристику и включает актуальность исследования, его цель, задачи, научную новизну, практическую значимость объект, защищаемые положения, степень достоверности и апробацию результатов, публикации, структуру и конкретное содержание проведенной работы и выводы. Работа представляет собой самостоятельное и законченное научное исследование. Научная новизна и ценность диссертации не подлежат сомнению и основывается в первую очередь на большом объеме данных, полученных непосредственно автором, которая проводила пробоподготовку и изотопные измерения образцов льда (более 7000! образцов). Результаты исследования актуальны и востребованы в областях климатологии и палеоклиматологии, гляциологии, гидрологии.

Замечания и вопросы к работе больше редакционного характера:

1. Стр. 7 – в первый раз вводя в тексте символы (δD и $\delta^{18}O$) необходимо их пояснить
2. Стр. 12: «Средняя годовая аккумуляция принималась равной 1430 мм в.э.» - хорошо бы пояснить, откуда взята данная величина.
3. Стр. 15: «Средние значения изотопного состава кернов Казбека и Эльбруса совпадают (рисунок 8)»- из рисунка это совсем не очевидно, изотопные кривые близки на верхних 10 м, а далее далеко не всегда демонстрируют подобие, а если речь идет о каких-то средних многолетних величинах, то хорошо бы их показать на рисунке.
4. Стр. 20: «Большая аккумуляция снега на Западном плато (1400 мм в.э.) и детальность пробоотбора позволили разделить фирново-ледовую толщу на летние и зимние слои, начиная с 1774 г.» - до сих пор наиболее ранней датой, применительно к исследованным кернам был 1816 год, хорошо бы пояснить,

откуда взялся 1774 год. Из текста это не ясно.

Приведенные замечания и вопросы носят частный характер и не ставят под сомнение обоснованность защищаемых положений. Работа соответствует требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям и заслуживает высокой оценки, а автор достоин присуждения искомой степени.

Ганюшкин Дмитрий Анатольевич
Доктор географических наук
Профессор кафедры физической географии и ландшафтного
планирования
Институт Наук о Земле
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский
государственный университет»,
Адрес: 199034, г. Санкт-Петербург, Университетская набережная, д.
7/9
<https://spbu.ru/>,
e-mail: d.ganyushkin@spbu.ru.
раб. тел. (812)3233913

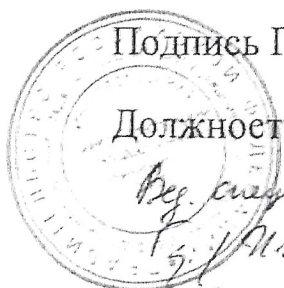
Я, Ганюшкин Дмитрий Анатольевич, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и их дальнейшую обработку

«05» сентября 2023 г.
Ганюшкин Д.А.

Подпись Ганюшкина Дмитрия Анатольевича заверяю

Должность и подпись лица, заверившего подпись.

Вед. секретариат по кафедрам
Г.И.А. Гаврилова
05.10.2023



ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Козачек Анны Владимировны «Закономерности формирования изотопного сигнала в ледниковых кернах Эльбруса», представленной на соискание ученой степени кандидата географических наук по специальности 1.6.8 — гляциология и криология Земли.

Работа Козачек А.В. посвящена палеоклиматическим реконструкциям, основанным на изучении кернов высокогорного ледника Эльбруса. Лабораторные исследования кернов, проведенные в рамках диссертационной работы, являются логичным продолжением уникального в экспедиционном отношении проекта бурения льда на Эльбрусе, ставшем событием в мире гляциологии.

Актуальность темы не вызывает сомнений, как и высокий научный уровень коллектива авторов, занимавшихся ее разработкой. Козачек А.В. является одним из ведущих лабораторных специалистов в России по вопросам изотопии льда и принимала участие в исследовании ледяных кернов из разных регионов мира, что нашло отражение в списке публикаций автора по теме диссертации. Следует отметить, что в списке публикаций помимо научных статей приведена ссылка на свидетельство о гос. регистрации базы данных и патент на изобретение. Автореферат дает понять, что его автор критически подошел к изучению вопроса применения изотопного метода при проведении палеоклиматических реконструкций, что является сильной стороной диссертации. В работе, в целом, применяется солидный научный аппарат, включающий помимо современных методов исследования кернов также и использование климатических моделей. Защищаемые положения хорошо обоснованы. Прочтение автореферата дает возможность согласиться с главными выводами работы: изменения в крупномасштабной циркуляции атмосферы и соответствующие изменения источника влаги затушевывают связь изотопного сигнала с температурой воздуха, существенно ограничивая возможности реконструкции температуры по изотопным кривым. Вывод о существенном вкладе процессов изменения циркуляции атмосферы, по-видимому, следует учитывать при интерпретации изотопных кривых других ледников Земли.

Автор данного отзыва нашел лишь несколько формальных недоработок в автореферате А.В. Козачек. В списке опубликованных работ приведены ссылки на статьи, не имеющие прямого отношения к теме защищаемой работы, а именно семь статей по озеру Восток и Антарктиде, а также две статьи по Арктике. Рисунки в автореферате имеют низкое качество печати и не всегда имеют удачные подрисуночные подписи и условные обозначения. Вывод о совпадении средних значений изотопного состава кернов Казбека и Эльбруса на основании рис. 8 без применения соответствующих статистических критериев нельзя считать правомочным. Несколько удивляет реконструированный ход годовой суммы осадков, рост которых по изотопным данным фиксируется лишь с 1990 г,

тогда как в связи с общей тенденцией глобального изменения климата следовало бы ожидать их рост где-то в районе начала или середины 20 столетия. В автореферате не хватает рисунка с наложенными друг на друга временными рядами изменения реконструированной по изотопным данным аккумуляции и фактической годовой суммы осадков по ближайшим метеостанциям. Возможно, сравнительный анализ такого рода приведен в самом тексте диссертации.

Знакомство с авторефератом позволяет сделать вывод, что бурение льда на высшей точке Европы, проведенное отечественными гляциологами, получило достойное продолжение в статьях А.В. Козачек и в ее защищаемой диссертационной работе. Работа А.В. Козачек заслуживает высокой оценки, а ее автор - присуждения степени кандидата географических наук.

Демидов Никита Эдуардович
кандидат геолого-минералогических наук
ведущий научный сотрудник
ГАУ ЯНАО "Научный центр изучения Арктики", сектор криосферы
629007, Ямало-Ненецкий автономный округ, г. Салехард, ул. Республики, д. 20,
офис 203
nikdemidov@mail.ru

Я, Демидов Никита Эдуардович, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и их дальнейшую обработку

01 октября 2023 г.



подпись

Подпись Демидова Никиты Эдуардовича, находящегося на борту судна в рейсе под государственным флагом Российской Федерации, заверяю

Капитан
НЭС «Академик Трёшников»



Карпенко Д.А.



ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Козачек Анны Владимировны на соискание ученой степени кандидата географических наук «Закономерности формирования изотопного сигнала в ледниковых кернах Эльбруса»

Диссертация А.В. Козачек посвящена изучению изотопного состава кислорода воды ледникового керна Эльбруса, с целью выявления закономерностей его формирования, а также исследованию скорости аккумуляции снега в данном районе. Актуальность исследования ледниковых кернов в условиях меняющегося климата несомненна, т.к. они хранят информацию о климатических параметрах прошлых лет. Если учесть, что такие работы для высокогорья Кавказа еще не проводились (как указано во введении автореферата), то новизна и практическая значимость этой работы не вызывают сомнения. Решение актуальных теоретических и практических задач, связано с исследованием условий формирования изотопного состава ледникового керна, добытого на Эльбрусе, и особенностями реконструкции характеристик регионального климата за последние 200 лет.

Работа выполнена соискателем на основе изотопного анализа большого объема образцов льда на современном оборудовании с привлечением уже опубликованных данных, материалов метеонаблюдений, данных глобальной сети станций изотопии атмосферных осадков. Для определения источников формирования влаги применялось математическое моделирование движения воздушных масс.

Автором установлено, что вариации изотопного состава льда в вертикальном разрезе ледниковой толщи на Эльбрусе отражают, с учётом высотного и долготного градиентов, временные изменения изотопного состава атмосферных осадков во всей высокогорной области Большого Кавказа. В то же время связь изотопного состава осадков с местной температурой воздуха слабо выражена и неустойчива во времени, постоянство источника влаги было характерно, в основном, только для теплых сезонов. В связи с этим основным фактором, контролировавшим изотопный состав атмосферных осадков в высокогорной области Большого Кавказа в течение последних 200 лет, являлся тип крупномасштабной атмосферной циркуляции в Северном полушарии, который определял источник влаги, поступавшей в данный район в каждый конкретный период времени.

В целом Козачек А.В., в своей диссертационной работе решила поставленные задачи и обосновала свои защищаемые положения, хотя исходя из содержания автореферата, следует высказать некоторые замечания к изложению результатов исследования:

1. Во второй главе (с.10) говорится, что "применялась методика, разработанная для Гренландских кернов, основанная на том, что равное количество снегонакопления свойственно обоим сезонам года". Не вполне ясно, насколько это применимо для района Кавказа?!

2. На графике рисунка 3 нанесены точки повышенной концентрации сульфата, что в ледниковых кернах обычно связывается с сильными извержениями вулканов. Одна из них отвечает дате примерно 1822 г., хотя в подрисуночной подписи сказано, что это "повышенная концентрация сульфата в 1840 г.", но оба этих факта никак не интерпретируются. Этот сульфатный пик скорее всего связан с сильнейшим извержением вулкана Тамбора (Индонезия) в апреле 1815 г. Он выделяется практически во всех глубоких кернах ледников за пределами районов активного вулканизма и обсуждается в целом ряде публикаций (например, Gao et al, 2008; и др.). Возможно сдвиг этого пика ближе к 1815-

1816 гг. временной шкалы может привести к корректировке годовой аккумуляции в нижней четверти керна.

3. В третьей главе утверждается, что средние значения изотопного состава кернов Казбека и Эльбруса совпадают, однако из рисунка 8 видно, что после глубины 7,5 метров наблюдается постепенная рассогласованность в анализах изотопных данных этих кернов, что требует своего объяснения!?

4. В четвертой главе говорится об увеличении количества осадков в изученном районе в последние десятилетия, далее это обсуждается и связывается с глобальным потеплением. Однако мы не нашли ни в тексте, ни на графиках доказательств этого увеличения: на рис.12 и 13 не проведены линии трендов, а без них тенденция к увеличению количества осадков или аккумуляции снега "простым глазом" не различима.

В целом же независимо от приведенных частных замечаний, можно заключить, что работа выполнена на высоком научном уровне, с использованием современных методов анализа и обработки данных. В результате получены новые фактические данные:

- уникальный массив данных по изотопному составу льда высокогорного Кавказа;
- установлены закономерности его формирования, связанные в основном с типом крупномасштабной атмосферной циркуляции, а не с температурой воздуха;
- выявлены тенденции изменения количества осадков;
- показаны связи между изотопным составом ледникового льда на Эльбрусе и изотопным составом формирующих его атмосферных осадков;
- на основе зависимости изменчивости изотопного состава льда и атмосферных осадков на станциях международной сети GNIP определено, что скорость аккумуляции снега на Эльбрусе может быть использована для реконструкции изменения количества осадков в регионе для периода отсутствия данных стандартных метеорологических наблюдений.

Таким образом, судя по автореферату, работа выполнена на высоком профессиональном уровне и отвечает требованиям предъявляемым к кандидатским диссертациям. Соответственно, ее автор, Анна Владимировна Козачек, заслуживает искомой степени кандидата географических наук.

Зав. Лабораторией информационных технологий
и геоэкологии ИВиС ДВО РАН, к.г.н.

Я.Д. Муравьев

С.н.с. Лаборатории постмагматических процессов
ИВиС ДВО РАН, к.г.-м.н.

Н.А. Малик



Подпись
Отдел
кадров

Муравьева Д.Д.
Н.А.

заверяю.

Зав. ОК ИВиС ДВО РАН

Малик Н.А.

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Козачек Анны Владимировны
«Закономерности формирования изотопного сигнала в ледниковых кернах Эльбруса»,
представленной на соискание учёной степени кандидата географических наук по
специальности 1.6.8 — «Гляциология и криология Земли»

Диссертационная работа Анны Владимировны Козачек обобщает результаты многолетнего исследования ледниковых кернов Эльбруса и Казбека, позволившего восстановить аккумуляцию на поверхности ледников за последние 200 лет.

Актуальность выбранной темы заключается в значимости уникальных данных по сезонной изменчивости осадков, представляемых полученными кернами высокого разрешения, для понимания изменения климата в высокогорной области Большого Кавказа и в регионе в целом. Подобные исследования для Кавказа были проведены впервые, что определяет научную новизну, а выявленные закономерности формирования изотопного состава кислорода ледникового льда в кернах Эльбруса позволили установить связь изотопного сигнала с типами атмосферной циркуляции и выявить межсезонные различия в источниках приносимой влаги.

В практическом плане данные и предложенные методики реконструкции компонент климата крайне полезны для уточнения и валидации существующих и будущих климатических моделей.

Работа логически завершена. В ней представлены интересные результаты, как полученные автором самостоятельно, так и в соавторстве с другими исследователями. Выводы достаточно обоснованы и представлены в виде защищаемых положений, которые трудно оспорить.

Тем не менее, нельзя не отметить некоторые, также ожидаемые в таких исследованиях, «шероховатости». К примеру, способ разбивки ряда данных на года и сезоны, основанный на нахождении минимумов, отнесённых к 1 января, никак не «холодный» и «тёплый» сезоны (по тексту ноябрь–апрель и май–октябрь). Более того, сами «сезоны» от года к году могут иметь различную продолжительность. Тут же, по тексту, упоминается приписывание «равного» количества осадков в использованной методике Vinther et al., 2010 (явно это не так в представленных результатах) и хронология по концентрации аммония. Ошибки и шум могут быть малы и меняться с глубиной, но их нет на Рис. 13. Возможно, это более ясно изложено в тексте диссертации.

Сравнение с данными Сочи — то изменчивость «отчётлива видна» при удалении 190 км, то «сухой период не проявился» из-за значительного удаления.

Указанные замечания не влияют на общую высокую положительную оценку работы. Диссертация Козачек А.В. является законченной самостоятельной научно-квалификационной работой, в которой на основе полученных и проанализированных автором результатов делаются интересные и обоснованные выводы. Достоверность результатов подтверждается опубликованными 20 работами в рецензируемых научных изданиях, рекомендованных ВАК, а также имеется зарегистрированный патент и свидетельство на базу данных. Представленная к защите диссертационная работа «Закономерности формирования изотопного сигнала в ледниковых кернах Эльбруса» полностью соответствует критериям Постановления Правительства Российской Федерации № 842 от 24.09.2013 «О порядке присуждения учёных степеней» и соответствует заявленной специальности. Козачек Анна Владимировна заслуживает

присуждения степени кандидата географических наук по специальности 1.6.8 «Гляциология и криология Земли».

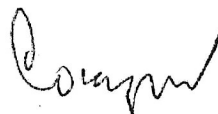
Сократов Сергей Альфредович

Ленинские горы 1, 119234, Москва; тел. +7 495 939 2123, e-mail sokratov@geogr.msu.ru
Географический факультет Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова

PhD, к.г.н.; доцент кафедры криолитологии и гляциологии, и.о. зав. лаборатории снежных лавин и селей, зам. декана по научной работе

Я, Сократов Сергей Альфредович, даю согласие на включение моих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и их дальнейшую обработку.

9.10.2023



(подпись)

Подпись автора отзыва заверяю:

и.о. зав. кафедрой

Александр (И.О. Волгина)



ОТЗЫВ

на диссертацию Козачек Анны Владимировны «Закономерности формирования изотопного сигнала в ледниковых кернах Эльбруса», представленной на соискание ученой степени кандидата географических наук по специальности 1.6.8 — Гляциология и криология Земли.

(в составе Введения, 4 глав, Заключение, объемом 107 стр., включая 43 рисунка, 5 таблиц и 145 литературных источника)

Тематика, разрабатываемая автором диссертации, представляет большой научный интерес в силу относительно слабой освещенности истории климатических изменений средних широт Земли по данным природных архивов, обусловленных атмосферными осадками, наиболее тесно коррелирующими с температурами воздуха среди прочих изотопных трассеров. Собственно, считанное число работ (кроме массива наблюдений по относительно изолированному району Тибета в Китае) предоставляет количественные данные для анализа прошедших изменений, что **делает работу актуальной**, а полученный массив сведений об изотопном составе льда **значимым в научном плане**.

Методика исследований, реализованная автором работы для получения исходной информации, включала натурное опробование и современный приборный парк для лабораторного анализа. Интерпретация материалов выполнена автором, в том числе, с привлечением статистических методов. Обширный экспериментальный материал, включающий также повторное опробование некоторых объектов, определяют **высокую степень обоснованности и достоверности полученных выводов и защищаемых положений**. **Практическая значимость** работы на данный момент не вполне очевидна, что обусловлено новизной полученных данных и слабой разработанностью методики анализа полученных количественных показателей в рамках климатических моделей.

Результаты исследования представлены автором самостоятельно и в соавторстве в обширном цикле публикаций в отечественных и зарубежных журналах, а также материалах научных собраний. **Автореферат** диссертации полностью **соответствует содержанию работы** и отражает все ее принципиальные положения.

Представленная к защите **диссертация представляет собой законченное научное исследование**, результаты которого, несомненно, будут использованы в дальнейшем для научных исследований и на практике при планировании хозяйственной деятельности.

Несмотря на общую положительную оценку работы, следует высказать ряд замечаний к ее оформлению и содержанию диссертации.

Редакционно-оформительские замечания.

Автором постоянно используется символ «D» для обозначения дейтерия, что является архаизмом, так как номенклатура ИЮПАК предусматривает унифицированное написание ^2H .

Неудобным является цитирование источников в виде номеров в списке литературы, что не позволяет подготовленному читателю сразу понять о какой работе или какой группе исследователей идет речь. В качестве примера можно привести ссылку [145] на [Соломину и др., 2012], которая была, по-видимому, добавлена в последнюю очередь и вынужденно оказалась помещенной последней в списке использованной литературы после работ на иностранных языках.

В некоторых случаях текст плохо структурирован, например, на страницах 27–28 длина одного абзаца составляет 41 строку (то есть, превышает длину страницы).

В некоторых случаях графику можно было сделать более выразительной за счет увеличения масштаба изображения и шрифтов (см., например рисунки 4, 5, 7, 19–22, 30, 32, 34, 37).

В тексте диссертации и автореферата имеют место орфографические и синтаксические ошибки, которые легко обнаруживаются средствами Word MS Office.

Замечания к содержательной части работы.

1. Формулировка первого положения, выносимого на защиту, должна была не констатировать общеизвестные процессы: «...Вариации $\delta^{18}O$... отражают ... изменения изотопного состава атмосферных осадков и ... контролируется синоптическими процессами ...», а конкретизировать условия реализации этих процессов именно для изучаемого региона/объекта.

2. Из представленных метеоданных (Рисунок 10, Таблица 3) видно, что все ряды наблюдений по температуре можно разделить на 3 группы. После чего, приняв во внимание комбинированное влияние высоты местности и положения относительно оси главных хребтов, найти отметки, на которых происходит инверсия типа выпадения осадков от максимума летом к максимуму зимой (Рисунки 4 и 13). Последнее принципиально важно при расчете средневзвешенного сезонного и годового состава осадков.

3. На стр. 47 сказано: «Для изучения связи изотопного состава атмосферных осадков с местной температурой воздуха в период с января 2019 года по ноябрь 2021 г. был организован отбор осадков на поляне Азау, расположенной в Приэльбрусье на высоте 2300 м. В соответствии с рекомендациями МАГАТЭ отбор проводился один раз в день в 9:00 по московскому времени». Между тем, из подписи к Рисунку 15 ясно, что пробы на изотопы отбирались не каждый день. Следует объяснить расхождение в описании методики и представленных данных.

4. В тексте полностью отсутствуют таблицы с результатами измерений. Понятно, что неопубликованные данные помещать в текст диссертации не следует, но большая часть материалов опубликована. Почему бы не сделать сводку по изученному объекту для специалистов? Никаких последствий, кроме благодарности, это бы не имело.

Высказанные замечания, не снижают общее качество и оценку диссертации, которую следует рассматривать как достойную квалификационную работу, тем более, что в ходе исследования получены сведения, существенные для дальнейшего развития знаний о регионе Кавказа. Диссертация полностью соответствует квалификационным требованиям, установленным ВАК РФ, а ее автор – Козачек Анна Владимировна – заслуживает присуждения ученой степени кандидата географических наук по специальности 1.6.8 – гляциология и криология Земли.

Токарев Игорь Владимирович

Кандидат геолого-минералогических наук (специальность 1.6.6 – Гидрогеология)

Главный специалист

Отдел мелкомасштабной съемки и картографирования

ФГБУ Гидроспецгеология филиал «Гидрогеологическая Экспедиция 29 района»

191036 Россия, Санкт-Петербург, 7-я Советская ул., 5Ж, пом. 209

gge2002@mail.ru, сл. тел. +7 (812) 271-36-92

сайт организации <https://specgeo.ru>.

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

« 09 » 10 2023 г.

(подпись)

Токарев И.В.

Подпись Токарева И.В. заверяю директор филиала «Гидрогеологическая экспедиция 29 района» ФГБУ «Гидроспецгеология»



Исаков В.А.

ОТЗЫВ

на автореферат Козачек Анны Владимировны «Закономерности формирования изотопного сигнала в ледниковых ядрах Эльбруса», представленную на соискание ученой степени кандидата географических наук по специальности

1.6.8. – «Гляциология и криология Земли»

Диссертационная работа А.В. Козачек посвящена исследованию изменения климата в высокогорной области Большого Кавказа по данным послонного анализа изотопного состава ледниковых ядер Эльбруса и Казбека.

Автореферат диссертации оформлен в соответствии с установленными требованиями. Основные защищаемые положения четко сформулированы и раскрыты. По основным результатам диссертации опубликовано 15 работ, в том числе 3 в зарубежных журналах, рекомендованных ВАК. Апробация работы проходила на 12 международных и российских конференциях в 2014-2022 гг.

Установлены закономерности формирования изотопного состава льда в высокогорной части Большого Кавказа связанные с крупномасштабной атмосферной циркуляцией в Северном полушарии.

Автором выполнены палеоклиматические реконструкции изменений количества атмосферных осадков и температуры приземного воздуха в различные сезоны года в Кавказском регионе за последние 200 лет. Для сравнения характеристик ледниковых ядер Эльбруса, с метеопараметрами в регионе и индексами циркуляции атмосферы применялся метод корреляционного анализа. В автореферате автором в таблицах 1 и 2 «жирным шрифтом выделены статистически значимые коэффициенты». Можно ли считать все выделенные значения в таблицах значимыми?

Указанные замечания по диссертации не умаляют достоинства работы.

Диссертационная работа Козачек Анны Владимировны «Закономерности формирования изотопного сигнала в ледниковых ядрах Эльбруса» выполнена на высоком профессиональном уровне. Автором проведена большая исследовательская работа, связанная с изучением изменения климата, имеющая научную и практическую значимость.

Представленная работа соответствует паспорту специальности ВАК Минобрнауки России: 1.6.8 — Гляциология и криология Земли: п. 4 «Реконструкция палеоклиматических событий различными методами, в том числе — на основе изучения в толщах ледников ледниковых кернов», а ее автор Козачек Анна Владимировна, заслуживает присуждения ученой степени кандидата географических наук по специальности 1.6.8 - Гляциология и криология Земли.

Научный сотрудник Химико-аналитического центра
ФГБУН Институт водных и экологических
проблем Сибирского отделения РАН,
кандидат технических наук по специальности
25.00.36 – геоэкология
Эйрих Алла Николаевна

Подпись Эйрих А.Н. заверяю
Ученый секретарь ФГБУН
Институт водных и экологических
проблем СО РАН, к.ф.-м.н.



Трошкин Д.Н.

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Козачек Анны Владимировны «Закономерности формирования изотопного сигнала в ледниковых кернах Эльбруса», представленной на соискание ученой степени кандидата географических наук по специальности 1.6.8 — гляциология и криология Земли.

Диссертационное исследование А.В. Козачек посвящено чрезвычайно актуальной теме – развитию гляциологических методов изотопной индикации многолетних изменений климатических характеристик в Кавказском регионе с учетом того, что непрерывные ряды данных инструментальных метеорологических наблюдений в данном регионе охватывают период менее 60 лет. Работа основана на изучении изотопного состава ледниковых кернов Эльбруса и Казбека.

Автореферат диссертации А.В. Козачек объемом 28 страниц содержит 14 иллюстраций и 2 таблицы. Структура его отражает структуру самой диссертационной работы. В диссертации сформулированы четыре научных положения, которые представлены к публичной защите.

Автором по теме исследования опубликовано в соавторстве 20 статей в журналах из списка, рекомендованного ВАК, 11 из которых изданы в периодических научных журналах, индексируемых Web of Science и/или Scopus. Автором также получены патент на изобретение метода и свидетельство о государственной регистрации базы данных. Апробация результатов исследования проведена автором на 10-и научных конференциях, в основном зарубежных, а также в ходе целого ряда семинаров и совещаний.

В процессе исследования Анна Владимировна непосредственно выполняла пробоподготовку и изотопные измерения образцов льда (всего более 7000 образцов из четырёх кернов), включая разработку методики измерений, а также последующую статистическую обработку полученных данных, анализ факторов изотопного состава атмосферных осадков в регионе, реконструкцию колебаний приземной температуры воздуха и количества осадков, а также анализ климатических изменений как по данным метеонаблюдений, так и по результатам анализа изотопного состава образцов льда.

Новизна представленного исследования и его значимость для климатических реконструкций заключается в следующем.

1. Автором впервые установлена связь изотопного состава снега и

льда на Эльбрусе с типом атмосферной циркуляции в Северном полушарии, тип которой определяет источник влаги, поступающей в данный район. При этом для анализа использовались данные об изменении трёх циркуляционных индексов Северного полушария – NAO, AO и NCP.

2. Автором впервые разработана методика реконструкции климатических параметров в высокогорных областях по данным об изотопном составе ледникового льда, определены возможности и ограничения её применения.

3. Автором реконструированы сезонные и годовые суммы атмосферных осадков в высокогорной области Северного Кавказа за последние два столетия. Выявленные тенденции изменения количества осадков согласуются с современными данными о глобальном потеплении планетарного климата.

Автором также показано, что связь изотопного состава с местной температурой воздуха значима только в тех случаях, когда источник влаги остаётся постоянным в течение продолжительного времени.

Замечания к автореферату.

1. В реферате не описана причина всплеска содержания сульфатов в образцах, относящихся к 1840-му году.
2. В автореферате ничего не сказано о сигнале от сильнейшего извержения влк. Тамбора в 1815 году, которое вызвало длительное сильное понижение летних температур во многих регионах мира (холодное лето 1816 года, или «год без лета»). Вероятно, на графиках на рис. 13 резкое снижение аккумуляции снега тёплого сезона в начале XIX века можно интерпретировать как следствие данного извержения, но, к сожалению, температурных реконструкций автор в реферате не приводит.
3. Было бы уместным в работе указать (возможную) причину нелинейности связи глубина-возраст на рис. 3. Возможно, она приводится в самой диссертации.
4. На странице 20 автор говорит о четвертой главе диссертации, в которой обсуждаются реконструкции температуры воздуха на Кавказе на основе закономерностей, выявленных в третьей главе. Тем не менее, в реферативном описании главы речь идёт практически исключительно об атмосферных осадках. Где же

температура?

5. На рис. 5 обозначения метеостанций и станций глобальной сети изотопов в осадках плохо различаются между собой. Голубая линия на цветных графиках на рис. 12 также плохо читается.
6. По тексту имеются грамматические ошибки (возможно, опечатки).

В целом, автореферат диссертационного исследования Анны Владимировны Козачек демонстрирует, что данная работа является самостоятельным законченным исследованием, актуальным как в теоретическом, так и прикладном отношении.

Оригинальность и новизна исследования очевидна, полученные результаты имеют несомненную научную и практическую ценность, в том числе и в смежных дисциплинах комплекса наук о Земле. Особую ценность представляет методическая часть работы, которую следует расценивать как существенный научный вклад в исследование современного климата и климатической системы Земли в целом.

Защищаемые положения диссертации в автореферате хорошо раскрыты и обоснованы.

Приведённые выше замечания к автореферату не умаляют значимости диссертационного исследования. Судя по автореферату, диссертационная работа А.В. Козачек отвечает требованиям, предъявляемым ВАК РФ к диссертациям, представляемым на соискание степени кандидата географических наук. Содержание автореферата соответствует паспорту специальности 1.6.8 — гляциология и криология Земли (по географическим наукам).

Считаю, что соискатель Анна Владимировна Козачек заслуживает присуждения ученой степени кандидата географических наук по специальности 1.6.8 — гляциология и криология Земли.

Шамов Владимир Владимирович,
доктор географических наук, старший научный сотрудник (ученое звание),
главный научный сотрудник,
Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Тихоокеанский институт географии Дальневосточного отделения

Российской академии наук, лаборатория гидрологии и климатологии.
Адрес организации: 690041, г. Владивосток, ул. Радио, 7.
e-mail vlshamov@yandex.ru

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

«29» сентября 2023 г.

Шамов В.В.



подпись Шамова В.В.
ЗАВЕРЯЮ
Зав. канцелией
ТИГ ДВО РАН *В.С. Шрокопец*

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Козачек Анны Владимировны на тему «Закономерности формирования изотопного сигнала в ледниковых ядрах Эльбруса», представленной на соискание ученой степени кандидата географических наук 1.6.8 – Гляциология и криология Земли

Актуальность темы исследования А.В.Козачек обусловлена большой привлекательностью ледниковых ядер для палеоклиматических реконструкций. Горные ледники являются природными архивами загрязнения атмосферы, а их изотопные характеристики могут использоваться для реконструкции температур воздуха и характера изменений климата в региональном масштабе.

Основным результатом данной работы является установление невозможности прямого использования изотопной записи ($\delta^{18}\text{O}$) ледников Эльбруса для реконструкции температур воздуха. Приведенные коэффициенты корреляции и уровни достоверности недвусмысленно свидетельствуют о нарушениях связи $\delta^{18}\text{O}$ -Т для осадков (и ледникового льда) Эльбруса. Таким образом, палеоклиматические построения касаются только реконструкции аккумуляции (количества осадков) и характера циркуляции атмосферы.

К тексту автореферата имеются следующие замечания:

1. Обращает на себя внимание некорректность использования терминов геохимии стабильных изотопов. Многочисленные упоминания «изотопный состав ядер» неправомерны, это специфический сленг, которому не место в тексте автореферата (и диссертации). У ядер нет изотопного состава, изотопный состав есть у кислорода и водорода.
2. Рисунок 1 вызывает сразу два вопроса: почему автор использует в качестве континента Антарктиду, когда работа посвящена Эльбрусу? И почему в качестве иллюстрации рэлеевского истощения автор использует картинку из Екайкин, 2003, хотя этот процесс описан гораздо раньше классиками изотопной гляциологии? Это ошибка в работе с литературой.
3. На рисунке 7 показано изменение среднесезонных величин $\delta^{18}\text{O}$, обращает на себя внимание тренд на понижение значений $\delta^{18}\text{O}$ зимнего сезона в период с 1940 по 2010 гг. Дальнейшее рассуждение автора на стр.19 об изменениях значений $\delta^{18}\text{O}$ осадков в связи с изменением источников влаги на Кавказе не используется для объяснения установленного тренда для зимнего сезона. Поэтому получается, что изотопный

1. 11.10.2010

Липка 24

состав ($\delta^{18}\text{O}$) ледникового льда Эльбруса вообще нет смысла анализировать, т.к. аккумуляцию можно реконструировать и по концентрациям аммония.

4. На стр.20 указано, что в главе 4 обсуждаются реконструкции изменений температуры воздуха, однако, далее по тексту температуры совсем не обсуждаются, а речь идет исключительно о реконструкциях количества осадков.

В целом, многолетняя работа автора в изотопной лаборатории, ее большой опыт аналитических работ, говорит о достоверности полученных результатов. Работа соответствует требованиям Положения о присуждении ученых степеней, а ее автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата географических наук по специальности 1.6.8 – Гляциология и криология Земли.

Чижова Юлия Николаевна, старший научный сотрудник, кандидат географических наук
Организация: ИГЕМ РАН, лаборатория изотопной геохимии и геохронологии. Адрес:
119017, Москва, Старомонетный пер., 35.
e-mail: eacentr@yandex.ru

Я, Чижова Юлия Николаевна, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и их дальнейшую обработку

11» октября 2023 г.



подпись

Подпись Чижовой Ю.Н. заверяю

зав. групп. Анна Александровна
Должность и подпись лица, заверившего подпись. М.П.

