

ОТЗЫВ

члена диссертационного совета на диссертацию Субетто Дмитрий Александрович на тему: «Изотопный состав компонентов нивально-гляциальных систем Юго-Восточного Алтая как индикатор их стокоформирующих особенностей», представленную на соискание ученой степени кандидата географических наук по специальности 25.00.23. – Физическая география и биогеография, география почв и геохимия ландшафтов.

Представленное к защите диссертационное исследование Дмитрия Вадимовича Банцева посвящено актуальной научной тематике – современным особенностям формирования стока Юго-Восточного Алтая в условиях глобальных изменений климата на основе детального изучения изотопного состава различных компонентов нивально-гляциальных систем (ледниковый лёд, снег, фирн, талые воды снежников и наледей, дождевые и подземные воды).

Диссертация изложена на 93 страницах (содержит 42 рисунка и 13 таблиц) и состоит из введения, 7 глав, заключения и списка литературы (75 наименований, из них 41 работа на иностранных языках). Во введении (стр. 2-5) обосновывается актуальность исследования, формулируются цель и задачи диссертации (цель – это оценка структуры стока с нивально-гляциальных систем Юго-Восточного Алтая с учетом пространственных различий между основными узлами оледенения, а также определение особенностей льдообразования в условиях аридного высокогорья). Описывается научная новизна (слабая изученность водных систем Юго-Восточного Алтая в гидрологическом и изотопно-геохимическом отношении; необходимость лучшего понимания роли нивально-гляциальных систем в функционировании ландшафтов; оценка вклада ледникового льда и сезонных осадков в сток; развитие представлений об особенностях льдообразования в аридных условиях), определяется практическая значимость исследования (исследование стока высокогорных рек для научного обоснования структуры их водного баланса, которые необходимы для прогнозных водохозяйственных оценок). Формулируются три защищаемых положения ((1) изотопный состав талых ледниковых вод отражает уменьшение вклада сезонного снега и фирна с поверхности ледников и повышение вклада талых ледниковых вод в сток по мере усиления континентальности климата. Максимальный вклад сезонного снега и фирна в сток с нивально-гляциальных систем наблюдается на северном макросклоне массива Табын-Богдо-Ола. В монгольской части Табын-Богдо-Ола, а также на территории массивов Монгун-Тайга и Цамбагарав данный вклад меньше и не превышает 30%. Во всех исследуемых районах в питании ледников преобладают осадки переходных сезонов, что выражается в изотопном составе как снежно-фирновой толщи, так и ледникового льда; (2) так как морфологический тип ледника определяет соотношение талых снеговых и ледниковых вод в стоке, существует взаимосвязь между изотопным составом талых вод и морфологическим типом ледника. Данная связь основана на различном изотопном составе стокоформирующих компонентов. Для стока с крупных долинных ледников в середине сезона абляции характерен приближенный к осредненным значениям ледникового льда изотопный состав; (3) изотопный состав ледникового льда Юго-Восточного Алтая различен и отражает местные особенности аккумуляции. Наиболее тяжелый изотопный состав у льда ледников массива Цамбагарав, где наблюдается минимальная доля зимних осадков. Типы льдообразования ледников Юго-Восточного Алтая также могут быть оценены через

изотопный состав льда. Парные изотопные характеристики показывают, что, в целом, для исследуемого региона вклад конжеляционного льдообразования в аккумуляцию невелик).

В первой главе (стр. 6-10) рассмотрены теоретические основы изотопного анализа природных вод. Здесь рассматривается история развития этого научного направления, приводятся основные теоретические положения и формулы расчета. Замечаний к главе нет.

Во второй главе (стр. 11-12) рассмотрены методические вопросы диссертационного исследования. Соискателем было проведено 7 экспедиций в район исследования (2012-2017 гг.) и отобрано свыше 800 проб воды, снега и льда. Описана методика отбора образцов, метода пробоподготовки, оборудование, на котором выполнялись анализы. На наш взгляд, ввиду очень сжатого изложения (две страницы текста) можно было бы объединить между собой первую и вторую главы. В этой же главе надо было привести карту фактического материала (где отбирались пробы, в какие годы, и в какие сезоны). Дискуссионным является вопрос пробоотбора (отсутствие сезонных проб, корректность в отборе того или иного типа вод (ледниковый лед, снег, фирн и т.д.). Это методическое упущение соискателя.

В третьей главе (стр. 13-15) дается обзор использования изотопных методов исследования в горных районах. Показано, что этот метод является одним из наиболее перспективных в области Наук о Земле и подразделяется на два типа: (1) глубокое керновое бурение горных ледников с целью получения климатических реконструкций и (2) исследование условий формирования стока горных рек с использованием стабильных изотопов воды в качестве трассеров. Показано, что наиболее интенсивно эти исследования проводятся в Альпах, Андах и в горных системах центральной и южной Азии. Информация дана довольно развернуто; отображены основные современные тенденции развития изотопных исследований.

В четвертой главе описывается физико-географическое положение района исследования (стр. 16-23). Глава состоит из трех разделов (Географическое положение и орографические особенности; Климатические особенности; Общая характеристика современного оледенения). В ней довольно подробно описаны географическое положение и климатические особенности и очень скупо (одна страница текста стр. 23) дается характеристика современного оледенения со ссылкой на одну единственную работу Ганюшкина (2015), что вызывает вопрос: действительно ли так слабо изучен регион и не было иных более ранних работ по ледникам региона?

Пятая и шестая глава посвящены, собственно, результатам, которые были получены соискателем при изучении изотопного состава атмосферных осадков (глава 5, стр. 24-28) и изотопного состава вод, формирующихся за счет таяния ледников и снежного покрова (глава 6, стр. 29-77). Надо отметить, что основные заключения об особенностях изотопного состава атмосферных осадков получены на основе интерполяции доступных метеоданных по их изотопии. Соискателем отмечено, что поскольку наладить круглогодичный отбор атмосферных осадков в данном районе не представлялось возможным, информация об изменчивости их изотопного состава в течение года по месяцам была получена им с помощью интерполированных данных по метеостанциям

сети GNIP за период 1960-2010 г., которые представлены на портале IsoMAP – Isoscapes Modeling, Analysis and Prediction. (URL: <http://www.waterisotopes.org>, URL: <https://nucleus.iaea.org/wiser>). Единичные собственные данные и результаты изотопных исследований других авторов показали, что расчётные величины с некоторыми допущениями приблизительно отражают изотопный состав атмосферных осадков в районе исследования. Здесь, следовало бы дать расшифровку аббревиатуры OIPC (можно было представить в начале работы список используемых сокращений и аббревиатур). В шестой главе «Изотопные исследования особенностей формирования ледникового стока на территории Юго-Восточного Алтая». Результаты и их анализ приводятся по основным горным массивам региона - массив Табын-Богдо-Ола, массив Цамбагарав, массив Монгун-Тайга, хребет Чихачева и массив Ценгел-Хайрхан. В каждом разделе приводится методическая часть с описанием (карта-схемы) пунктов отбора (эти части можно было отнести в методическую главу). Она насыщена данными и их анализом. Приводятся полученные результаты и их интерпретация. Это одна из основных глав работы, в которой защищаются первое и второе положения.

В седьмой главе выполнено сравнение и обобщение изотопных данных для основных районов исследования (стр. 78-86). Установлено, что повышение средних значений и уменьшение разброса $\delta^{18}\text{O}$ в пробах ледникового льда на территории изученных горных массивов связано с усилением аридности и, как следствие, с уменьшением годового количества осадков и повышением доли летних осадков в питании ледников. Доказывается, что изотопный состав ледникового льда ледников аридных высокогорий хорошо отражает условия накопления осадков, из которых данные ледники образуются. Выполнен анализ и сравнение изотопного состава атмосферных осадков Северного Кавказа и Алтая и показано, что более тяжелый изотопный состав вод для первого региона связан с его более западным положением и относительной близостью к Атлантическому океану, чем исследуемого региона. В этой главе защищается третье положение.

В заключение приводятся основные выводы по диссертации.

Общие замечания по работе. Надо было объединить первые три главы и разбить их на разделы (очень разные по объему главы, от двух страниц начиная). Путаница в нумерации рисунков. Не понятна логика. Если нумерация идет по главам (Глава 1, рис. 1.1, 1.2 и т.д. Глава 2, рис. 2.1, 2.2, и т.д.), то в работе мы видим Глава 4 (рис. 4.1, 4.2, 4.3), а далее Глава 5 (рис. 3.1, 3.2, 3.3 ...). Под некоторыми рисунками нет ссылок, из каких работ они заимствованы (рис. 3.3, например). По каждой главе можно было бы представить краткие выводы и указать, в каких главах или разделах защищаются вынесенные на защиту положения. Было бы интересно узнать, возможно ли использовать полученные данные для прогноза развития нивально-аридных систем Алтая в будущем!

Однако, не смотря на высказанные замечания, анализируя рецензируемое диссертационное исследование в целом, считаю, что все поставленные перед соискателем задачи успешно выполнены, цель работы достигнута. Наиболее значимыми результатами исследования, определяющими его научную новизну, теоретическую и практическую значимость, являются: (1) установлено, что изотопный состав ледниковых рек Юго-Восточного Алтая хорошо отражает стокоформирующие особенности нивально-гляциальных систем в силу значимых различий в изотопном составе стокоформирующих

компонентов; (2) выявлено, что для территории массивов Монгун-Тайга и Цамбагарав в формировании талых вод основную роль играет ледниковый лед (вклад 70-80%), свидетельствующее, в свою очередь, о том, что водотоки, берущие начало с территории этих массивов, будут сильнее реагировать на дальнейшую деградацию оледенения в случае глобального потепления климата; (3) доказано, что изотопный состав льда отражает особенности аккумуляции ледников, где минимальные значения соответствуют леднику с наибольшим количеством осадков на фирновой границе и с большим вкладом осадков холодного сезона. Максимальные же значения присущи ледникам, находящимся в более аридных условиях, где количество осадков на фирновой границе минимально и больше преобладают осадки теплого сезона; (4) показано, что наибольший вклад в питание ледников имеют осадки переходных сезонов, что отражается в изотопном составе как снежно-фирновой толщи, так и ледникового льда. Полученные результаты были апробированы на российских и международных профильных конференциях и совещаниях и опубликованы в рецензируемых журналах.

Диссертация Банцева Дмитрия Вадимовича на тему: «Изотопный состав компонентов нивально-гляциальных систем Юго-Восточного Алтая как индикатор их стокоформирующих особенностей» соответствует основным требованиям, установленным Приказом от 01.09.2016 № 6821/1 «О порядке присуждения ученых степеней в Санкт-Петербургском государственном университете», соискатель Банцев Дмитрий Вадимович заслуживает присуждения ученой степени кандидата географических наук по специальности 25.00.23. – Физическая география и биогеография, география почв и геохимия ландшафтов. Пункт 11 указанного Порядка диссертантом не нарушен.

Член диссертационного совета
Доктор географических наук,
Старший научный сотрудник,
Декан факультета географии
РГПУ им. А. И. Герцена



Субетто Дмитрий Александрович

15 февраля 2021 г.