

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Дроздова Евгения Дмитриевича
«Моделирование снежного покрова на горных ледниках», представленной
на соискание ученой степени кандидата географических наук
по специальности 1.6.18. Науки об атмосфере и климате

Диссертационная работа Е.Д. Дроздова посвящена разработке и апробации модели снежного покрова, предназначенной для описания его пространственно-временной изменчивости на горных ледниках. Актуальность исследования определяется необходимостью более реалистичного учета снежного покрова при моделировании современного состояния и будущей динамики горного оледенения, а также при оценке формирования стока в горных районах. Особую значимость работа приобретает в связи с тем, что условия существования снежного покрова на горных ледниках отличаются от условий на равнинных и многих арктических территориях вследствие интенсивного метелевого переноса, ветрового уплотнения, сложного радиационного режима, фазовых переходов воды в снежной толще и сублимации переносимых снежных частиц.

Существенным достоинством работы является сочетание разработки математической модели с проведением натурных исследований непосредственно на поверхности горного ледника. Автором организованы и проведены метеорологические и снегомерные наблюдения на леднике Гарабаши, включая круглогодичные наблюдения с применением автоматического оборудования. Полученные данные использованы для проверки модели SnowDraw на различных временных масштабах. Наличие таких наблюдений непосредственно на ледниковой поверхности является важным преимуществом исследования, поскольку именно недостаток подобных данных существенно ограничивает возможность проверки моделей снежного покрова в высокогорных условиях. В работе также использованы результаты наблюдений на леднике Гарабаши за отдельные сезоны 2020 и

2022 гг., а непрерывный ряд наблюдений 2024/25 г. использован для межсезонной верификации модели.

Научный интерес представляет разработанная автором модель SnowDraw промежуточной сложности, в которой учитываются вертикальная структура снежной толщи, теплопроводность, фазовые переходы, проникновение коротковолновой радиации, изменение альбедо, уплотнение снега, инфильтрация и замерзание жидкой влаги, а также сублимация снежных кристаллов при метелевом переносе. Сочетание относительно небольшой вычислительной сложности с расширенным набором физических процессов делает предложенный подход перспективным для использования в задачах многолетнего моделирования.

Интересным результатом является исследование роли метелевой сублимации. Согласно приведённым в работе расчётам, в зоне аккумуляции ледников Эльбруса метелевая сублимация может удалять 5–10% годовой суммы осадков, тогда как в зоне абляции её вклад значительно меньше. Таким образом, работа показывает, что данный процесс может иметь заметное значение не только для энергетического, но и для водного баланса снежного покрова.

Вместе с тем содержание автореферата и диссертации позволяет сформулировать ряд замечаний и вопросов.

1. На рисунке 5 приведено сравнение результатов моделирования высоты снежного покрова на разных высотах для Гарабаши с данными ERA5-Land. При этом высота соответствующей ячейки реанализа составляет около 2440 м, то есть существенно ниже высот, приведенных на графике для результатов моделирования (3200 м н.у.м. и выше). Автор указывает, что ячейка ERA5-Land находится на леднике Гарабаши, при этом ледник Гарабаши рассматривается в работе выше 3200 м н.у.м. Кроме того, в расчётах SnowDraw используются специализированные поправки к осадкам с помощью орографической модели, имеющие разрешение выше, чем в исходном ERA5-Land. Были ли эти нюансы учтены при интерпретации различий?

2. При представлении пространственного распределения высоты снежного покрова по оледенению Эльбруса по данным ERA5-Land (рис. 7) целесообразно было бы показать пространственное положение и размеры исходных ячеек реанализа. В настоящее время из рисунка не вполне ясно, какое пространственное разрешение имеют данные ERA5-Land, и сколько ячеек реанализа приходится на исследуемую территорию. Такая информация необходима для корректной интерпретации сопоставления результатов ERA5-Land с результатами подсеточного моделирования SnowDraw, имеющего существенно более детальное пространственное разрешение.

Особенно это существенно при интерпретации пространственного распределения снежного покрова в привершинной части Эльбруса. Если исходные значения ERA5-Land представлены лишь небольшим числом ячеек, причем узлы соответствующих ячеек расположены значительно ниже вершинной области (не выше 3000 м н.у.м.), то вывод о том, что по данным реанализа в августе снежный покров «полностью сходит всюду, включая привершинные области», требует дополнительного обоснования. В таком случае полученное на рис. 7б, г пространственное поле может отражать результат интерполяции, а не непосредственно данные реанализа для привершинной области. Представляется целесообразным уточнить способ пространственного переноса данных ERA5-Land на соответствующие высоты, и, при необходимости, ограничить соответствующие выводы исходным пространственным разрешением реанализа.

3. В связи с этим отдельное замечание вызывает использование в тексте диссертации ряда категоричных формулировок, таких как «однозначно», «абсолютно» и им подобных. Например: «Сравнение результатов моделирования с данными реанализа ERA5-Land по высоте снежного покрова ... *однозначно* показывают *абсолютно* неверное воспроизведение сезонной динамики снежного покрова...»; «в августе снежный покров полностью сходит всюду, включая привершинные области..., что *абсолютно* нереалистично». Содержательная сторона этих

выводов не ставится под сомнение, однако представляется, что в научном тексте их целесообразно формулировать несколько более осторожно, особенно с учетом вопросов к пространственному представлению данных ERA5-Land, отмеченных выше.

Указанные замечания не умаляют значимости диссертационного исследования. Представленный автореферат отвечает требованиям, установленным Московским государственным университетом имени М.В. Ломоносова. Содержание автореферата соответствует специальности 1.6.18. Науки об атмосфере и климате (по географическим наукам), а также критериям, определенным пп. 2.1–2.5 Положения о присуждении ученых степеней в Московском государственном университете имени М.В. Ломоносова, а автор Дроздов Евгений Дмитриевич заслуживает присуждения ученой степени кандидата географических наук.

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

Кандидат географических наук, младший научный сотрудник
лаборатории глобальной гидрологии ФГБУН Институт водных проблем РАН

Постникова Таисия Николаевна

12.09.2026 г.

Контактные данные:

тел.: [REDACTED], e-mail: [REDACTED]

Специальность, по которой защищена диссертация: 1.6.8. Гляциология и криология Земли

Адрес места работы: 119333, г. Москва, ул. Губкина, д. 3, Институт водных проблем РАН, Лаборатория глобальной гидрологии

Тел.: +7(499)135-54-56; e-mail: info@iwp.ru

Подпись сотрудника ФГБУН Институт водных проблем РАН Т.Н. Постниковой
удостоверяю:

