

ПАРАМЕТРИЗАЦИЯ ГОРНОГО ОЛЕДЕНЕНИЯ В МОДЕЛЯХ ЗЕМНОЙ СИСТЕМЫ

EDN: HBVSQP

Одним из главных направлений развития наук о Земле в XXI веке является создание моделей Земной Системы (МЗС) для диагностики и прогнозирования изменений климата и природной среды. Решение этой задачи не ограничивается численным моделированием основных блоков климатической системы, а требует физико-математического описания основных процессов в гидросфере, биосфере, и деятельном слое суши (Stepanenko et al., 2022).

Важным элементом таких моделей должно стать включение параметризации горного оледенения. В настоящее время эволюция горных ледников чаще всего моделируется в виде отклика на происходящее глобальное потепление (Huss, Hock, 2015). Горное оледенение пока не включается в МЗС в виде параметризаций из-за предполагаемой малости его обратного влияния на климат. Хотя изменение площади крупных ледниковых узлов может ощутимо влиять на элементы глобальной циркуляции атмосферы, такие как индийский муссон (Jin, 2005). Необходимость описания горной составляющей речного стока в рамках МЗС также требует использования модели горного оледенения в качестве параметризации, а не отдельного алгоритма.

Выбор алгоритма моделирования горных ледников в рамках МЗС сложен из-за сочетания чрезвычайного разнообразия моделируемых объектов с их большим количеством. Применение глобальных гляциологических моделей, основанных на упрощенной динамике, представляется наиболее перспективным подходом. К такому типу моделей относятся так называемые “глобальные гляциологические модели” (ГГМ), которые позволяют быстро и сравнительно просто настроить параметры на любой ледник земного шара (Постникова и др., 2022). Сам принцип хорош, однако в большинстве случаев климатический форсинг, который используется при моделировании посредством ГГМ, оставляет желать лучшего.

В отделе гляциологии ИГРАН ведется проект по созданию ГГМ, включающего минимальную модель Урлеманса и алгоритмы, которые учитывают метеорологические факторы, определяющие эволюцию ледника (Торопов и др., 2023).

Предлагаемая модель будет реализовываться не для каждого горного ледника земного шара, а для его “гипотетического образа”, сформированного для каждого из 8 румбов внутри всех ячеек МЗС в результате статистической обработки морфометрических параметров реальных горных ледников. Созданная схема ляжет в основу параметризации горного оледенения в рамках МЗС ИВМ РАН. Данная параметризация поможет учесть снежно-ледовую составляющую речного стока, оценить реакцию горного оледенения на будущие изменения климата и его динамику в климатическом прошлом, а также выявить возможное влияние крупных горно-ледниковых массивов на региональный климат.

Благодарности. Задачи, кратко описанные выше, реализуются благодаря поддержке РНФ в рамках проекта № 23-17-00247.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Постникова Т.Н., Рыбак О.О. Глобальные гляциологические модели: новый этап в развитии методов прогнозирования эволюции ледников. Ч. 1. Обзорный подход и архитектура моделей // Лёд и Снег. 2021. Т. 62. № 2. С. 620–636.
- Торопов П.А., Дебольский А.В., Полюхов А.А., Шестакова А.А., Поповнин В.В., Дроздов Е.Д. Минимальная модель Урлеманса как возможный инструмент описания горного оледенения в моделях земной системы // Водные ресурсы. 2023. Т. 50. № 5. С. 5–20.
- Jin L., Ganopolski A., Chen F., Claussen M., Wang H. Impacts of snow and glaciers over Tibetan Plateau on Holocene climate change: Sensitivity experiments with a coupled model of intermediate complexity // Geophys. Research Letters. 2005. V. 32. № 17. P. 360–390.
- Huss M., Hock R. A new model for global glacier change and sea-level rise // Frontiers Earth Science. 2015. V. 3. № 54. P. 664–682.
- Stepanenko V.M. River routing in the INM RAS-MSU land surface model: Numerical scheme and parallel implementation on hybrid supercomputers // Supercomputing Frontiers and Innovations. 2022. V. 9. № 1. P. 32–48.

П.А. Торопов