Секция «Динамика и взаимодействие гидросферы, атмосферы, литосферы, криосферы»

Моделирование температуры поверхности почвы под снежным покровом

Научный руководитель – Юрова Алла Юрьевна

Сумкина Александра Андреевна
Студент (магистр)
Санкт-Петербургский государственный университет, Институт наук о Земле,
Санкт-Петербург, Россия
E-mail: alexandrasumkina@gmail.com

Перепад значений температуры приземного воздуха и таяние снега приводит к образованию ледяной корки. Ледяная корка является причиной ухудшения условий кормодобывания и возникновения заболеваний у животных [3]. В интересах оленеводов крайне важно получение прогнозов состояния снежного покрова и образования ледяных корок. Важным условием для формирования ледяных корок является определённая температура на поверхности почвы. Модель «Snowpack» учитывает эту особенность при моделировании плотности снега, но для модели необходимы значения измеренной температуры поверхности почвы. На территории полуострова Ямал, района интенсивного пастбищного оленеводства, данных инструментальных измерений температуры на поверхности почвы для моделирования снежного покрова и ледяных корок не имеется [1]. Расчет температуры поверхности почвы можно реализовать с помощью численного решения уравнения теплопроводности на сетке (the heat conduction equation (HCE)) или приближенного метода (the force-restore method (FRM)).В связи с этим в исследовании необходимо оценить возможность моделирования температуры поверхности почвы в тепло-балансовой модели «Snowpack» и получить модельные оценки температуры поверхности почвы под снегом с помощью приближенного метода (FRM) [2].

В модели «Snowpack» изменяется нижнее граничное условие (температура поверхности почвы под снежным покровом) в условиях вечной мерзлоты. Метод The force-restore method (FRM) был первоначально разработан для оценки суточных колебаний температуры поверхности земли. Из-за относительно простой параметризации, он применяется в климатических моделях. Его применяют для расчета температур почвы на глубине, мерзлых грунтов и почв под снежным покровом. Для реализации модели были использованы программные средства на языке программирования C++ Института исследования снега и лавин [3,4].Сравнение двух данных графиков показывает идентичность профилей и подтверждает, что приближенный метод можно использовать в модели Snowpack при отсутствии натурных наблюдений.

Модель «Snowpack» была адаптирована для моделирования свойств снежного покрова, с учетом возможного отсутствия измеренных данных о температуре поверхности почвы [6]. Температура поверхности почвы является граничным условием для решения дифференциальных уравнений в частных производных в данной модели.Уравнения приближенного метода (the force-restore method (FRM)) были внесены в модель «Snowpack». Проведено четыре численных эксперимента по вычислению температуры поверхности почвы в модели «Snowpack» с учетом новых граничных условий. Сравнение температуры, рассчитанной в «Snowpack» с использованием измеренных данных, и расчета температуры с помощью FRM показывает идентичность профилей. Подтверждается, что уравнения приближенного метода (the force-restore method (FRM)) можно использовать в модели «Snowpack», в связи с отсутствием данных по температуре поверхности почвы [5].

Источники и литература

1) Bartelt P., Lehning M. A physical SNOATACK model for the Swiss avalanche warning Part I: numerical model // Cold Reg. Sci. Technol. 2002. Т. 35. № 3. С. 123–145.
2) Bonnet O.J.F. и др. Continuous bite monitoring: A method to assess the foraging dynamics of herbivores in natural grazing conditions // Anim. Prod. Sci. 2015. Т. 55. № 3. С. 339–349.
3) Ekici A. и др. Site-level model intercomparison of high latitude and high altitude soil thermal dynamics in tundra and barren landscapes // Cryosphere. 2015. Т. 9. № 4. P. 1343–1361.
4) Rasmus S., Kumpula J., Siitari J. Can a snow structure model estimate snow characteristics relevant to reindeer husbandry? // Rangifer. 2014. № 37. P. 37–56.
5) Staub B. и др. Ground temperature variations in a talus slope influenced by permafrost: A comparison of field observations and model simulations // Geogr. Helv. 2015. Т. 70. № 1. P. 45–62.
6) Sun S., Jin J., Xue Y. A simple snow-atmosphere-soil transfer model // J. Geophys. Res. Atmos. 1999. Т. 104. № D16. P. 19587–19597.