МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕПЛОПЕРЕДАЧИ И ГИДРОЛОГИЧЕСКОГО ПЕРЕНОСА В ВОДОСБОРНОМ БАССЕЙНЕ РУЧЬЯ КУЛИНГДАКАН

Laurent Orgogozo, Anatoly S. Prokushkin, Oleg S. Pokrovsky, Christophe Grenier, Michel Quintard, Jerome Viers, Stephane Audry

▶ **To cite this version:**

Laurent Orgogozo, Anatoly S. Prokushkin, Oleg S. Pokrovsky, Christophe Grenier, Michel Quintard, et al.. МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕПЛОПЕРЕДАЧИ И ГИДРОЛОГИЧЕСКОГО ПЕРЕНОСА В ВОДОСБОРНОМ БАССЕЙНЕ РУЧЬЯ КУЛИНГДАКАН. Лесные экосистемы бореальной зоны: биоразнообразие, биоэкономика, экологические риски, Aug 2019, Krasnoyarsk, Russia. ⟨hal-02290470⟩

HAL Id: hal-02290470

https://hal.science/hal-02290470

Submitted on 17 Sep 2019

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

УДК: 160.501 / 160.504

МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕПЛОПЕРЕДАЧИ И ГИДРОЛОГИЧЕСКОГО ПЕРЕНОСА В ВОДОСБОРНОМ БАССЕЙНЕ РУЧЬЯ КУЛИНГДАКАН

Л. ОРГОГОЗО[1], А.С. ПРОКУШКИН[2], О.С. ПОКРОВСКИЙ[1,3], К. ГРЕНЕ[4], М. КИНТАР[5,6], Ж. ВИРС[1], С. ОДРИ[1]

[1]GET (Géosciences Environnement Toulouse, Лаборатория Наук о Земле и Окружающей Среде Тулуза), Тулуза, Франция (laurent.orgogozo@get.omp.eu)
[2]Институт леса им. В.Н. Сукачева СО РАН, Красноярск
[3]Лаборатория биогеохимических и дистанционных методов мониторинга окружающей среды (BIO-GEO-CLIM), Томск
[4]LSCE (Laboratoire des Sciences du Climat et de l'Environnement, Лаборатория Наук Климата и Окружающей Среды), Жиф-сюр-Иветт, Франция
[5]IMFT (Institut de Mécanique des Fluides de Toulouse, Институт Механики Жидкости Тулузы), Тулуза, Франция
[6]CNRS, IMFT, Тулуза, Франция

Аннотация: Эвапотранспирация растений – важнейший параметр, контролирующий динамику гидрологического и теплового режима почв на водосборных бассейнах зоны бореальных лесов. В частности в криолитозоне, эвапотранспирационные потоки оказывают существенное воздействие на мощность сезонно-талого слоя, главным образом из-за их влияния на содержание влаги в верхних горизонтах почвенной толщи. Эти многофакторные процессы определяются не только климатическими особенностями региона, но и физическими, почвенными и биологическими (в частности, различной потребностью растений в воде атмосферных осадков) параметрами рассматриваемых территорий. В данной работе мы представляем численное моделирование процессов эвапотранспирации в сезонно-талом слое минеральных почв склонов малого лесного водосборного бассейна в Центральной Сибири. С использованием недавно разработанной криогидрогеологической модели permaFoam с высокопроизводительными вычислениями (HPC) нами рассматривается влияние экспозиции склонов и мощности корнеобитаемого слоя на фактическую эвапотранспирацию.

Введение: Эвапотранспирация является одним из основных движущих факторов ландшафтной вариабельности в биоме тайги, о чем свидетельствует, например, контраст между северными и южными склонами в районе п. Тура (см. Рис. 1). Изменения режимов эвапотранспирации, будь то в связи с изменением климата или нет, могут оказывать значительные воздействия на динамику континентальных бореальных областей, например на гидрологический сток [1]. Таким образом, для разработки прогнозного моделирования эволюции бореальных ландшафтов в условиях изменения климата требуется точная количественная оценка процессов эвапотранспирации.

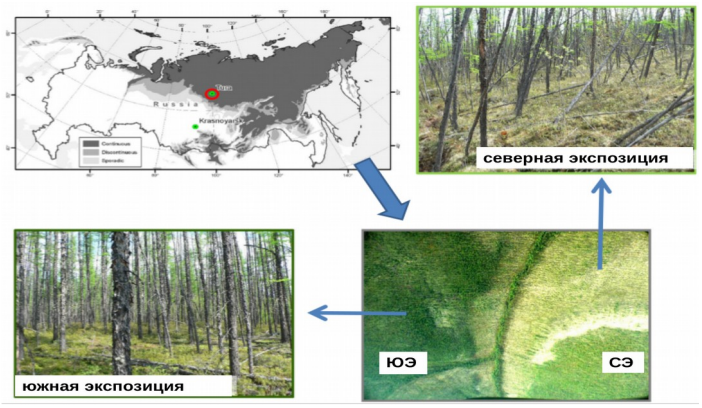

Рис. 1: Видимый контраст между склонами северной и южной экспозиции в бассейне руч. Кулингдакан, занимаемых лиственничниками разной продуктивности (изменно из Viers et al., 2015 [3]).

В этой связи, целью данной работы являлась разработка методологии количественной оценки фактической эвапотранспирации в лесистых районах криолитозоны Центральной Сибири.

Моделирование эвапотранспирации на водосборном бассейне ручья Кулингдакан: Для изучения относительного вклада различных физико-географиеских и климатических параметров таёжных мерзлотных ландшафтов на процессы эвапотранспирации в современных климатических условиях была смоделирована термогидродинамика экспериментального водосбора ручья Кулингдакан [2, 3]. С этой целью нами была разработана криогидрогеологическая модель permaFoam [4]. Поскольку в криогидрогеологическом моделировании необходима высокопроизводительная вычислительная техника [5], мы разработали permaFoam с открытым исходным кодом для вычислительной гидродинамики ([6], www.openfoam.com). На основе потенциальной эвапотранспирации и данных климатических наблюдений, производится вычисление эвапотранспирационного поглощения воды в сезонно-талых слоях почв водосборного бассейна. Для этого используется распределенный пространственно-временной метод с учетом как водообеспеченности, так и теплового состояния почвогрунтов [7]. Такой подход позволяет охарактеризовать чувствительность фактической эвапотранспирации к различным параметрам склонов (например, экспозиция, мощность корнеобитаемого слоя). Сравнение результатов наблюдений и моделирования теплового и гидрологического режима почв в пределах бассейна позволяет оценить скорость эвапотранспирации в сезонно-талом слое.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Duan, L., Man, X. Kurylyk, B.L. et al. Distinguishing streamflow trends caused by changes in climate, forest cover, and permafrost in a large watershed in northeastern China // Hydrological Processes, 2017, 31: 1938-1951.
2. Prokushkin A.S., Pokrovsky O.S., Shirokova L.S. et al. Sources and export fluxes of dissolved carbon in rivers draining larch-dominated basins of the Central Siberian Plateau // Environ. Res. Lett., 2011, 6: 045212. DOI: 10.1088/1748-9326/6/4/045212
3. Viers J., Prokushkin A.S., Pokrovsky O.S. et al. Zn isotope fractionation in a pristine larch forest on permafrost-dominated soils in Central Siberia // Geochemical Transactions, 2015, 16(3). DOI: 10.1186/s12932-015-0018-0
4. Orgogozo L., Prokushkin A.S., Pokrovsky O.S. et al. Water and energy transfer modelling in a permafrost-dominated, forested catchment of Central Siberia: the key role of rooting depth // Permafrost and Periglacial Processes, 2019, 30: 75-89. DOI: 10.1002/ppp.1995
5. Painter S.L., Moulton J.D., Wilson C.J. Modeling challenges for predicting hydrologic response to degrading permafrost // Hydrogeology Journal, *2013*, 21: 221–224. DOI: 10.1007/s10040-012-0917-4
6. Weller H.G., Tabor G., Jasak J., et al. A tensorial approach to computational continuum mechanics using object-oriented techniques // Computer in Physics, 1998, 12(6): 620-631.
7. Orgogozo L. RichardsFoam2: A new version of RichardsFoam devoted to the modelling of the vadose zone. Computer Physcics Communications, 2015, 196: 619-620.

HEAT AND WATER TRANSFERS MODELING IN THE KULINGDAKAN WATERSHED

L. ORGOGOZO[1], A.S. PROKUSHKIN[2], O.S. POKROVSKY[1,3], C. GRENIER[4], M. QUINTARD[5,6], J. VIERS[1], S. AUDRY[1]

[1]GET (Geosciences Environment Toulouse), Toulouse, France (laurent.orgogozo@get.omp.eu)
[2]V.N.Sukachev Institute of Forest SB RASc, Krasnoyarsk

[3]BIO-GEO-CLIM laboratory, Tomsk State University, Tomsk
[4]LSCE (Laboratory of Climate and Environment Sciences), Gif-sur-Yvette, France
[5]IMFT (Toulouse Institute of Fluid Mechanics), Toulouse, France
[6]CNRS, IMFT, Toulouse, France

Abstract: Evapotranspiration has a major control on continental surfaces dynamics in forested boreal environments. For example, it has strong impacts on active layer thickness, mainly because of its effect on water content within the upper layers of the soil column. These are complex processes, depending not only on climate forcings (atmospheric water demand) but also on physical, geo-pedological and biological properties of the considered areas. Here we propose a numerical investigation of evapotranspiration processes in the active layer of slopes of a forested watershed in Central Siberia. The effect on actual evapotranspiration of the spatial contrasts in terms of exposure and root layer thickness within the watershed are simulated using a recently developed high performance computing cryohydrogeological model, permaFoam.