

ХАРАКТЕРИСТИКИ И ЭВОЛЮЦИЯ ТЕРМОКАРСТОВЫХ ОЗЕР И АЛАСОВ В ЛЕДОВОМ КОМПЛЕКСЕ ДЕЛЬТЫ Р. ЛЕНЫ

А. Моргенштерн¹, Г. Гроссе², Ф. Гюнтер¹ & Л. Ширмейстер¹

¹Институт полярных и морских исследований им. Альфреда Вегенера, Потсдам, ФРГ,
Anne.Morgenstern@awi.de

²Геофизический Институт Аляскинского Университета, Фербэнкс, США,
ggrosse@gi.alaska.edu

Исследуется состав термокарстовых озер и аласов в пределах ледового комплекса дельты р. Лены методами дистанционной разведки и геоинформатики. Анализируется морфометрия и распределение в пространстве разных этапов просадочного термокарста в отношении рельефа и криолитологии, устанавливается возможный предел развития будущего термокарста в районе исследования.

Characteristics and evolution of thermokarst lakes and alasses in Ice Complex deposits of the Lena River Delta

A. Morgenstern¹, G. Grosse², F. Günther¹ & L. Schirrmeister¹

¹Alfred Wegener Institute for Polar and Marine Research, Research Unit, Potsdam, Germany,
Anne.Morgenstern@awi.de

²University of Alaska, Geophysical Institute; Fairbanks, USA, ggrosse@gi.alaska.edu

We investigate the inventory of thermokarst lakes and alasses in ice complex deposits of the Lena River delta using remote sensing and geoinformation methods. We analyze the morphometry and spatial distribution of different stages of down-wearing thermokarst with respect to relief position and cryolithological context and deduce the potential extent of future thermokarst evolution in the study area.

Термокарст – одна из важнейших и очевидных форм деградации мерзлоты в арктических регионах. Его роль в меняющейся системе климата выделяется многими исследователями, например как источник углерода [1] или как индикатор изменения режима водного баланса. Анализируя изменения зеркала воды термокарстовых озер, методами дистанционной разведки, исследователи стремились установить тренд эволюции озерного термокарста за последние десятилетия [2, 3]. Некоторые авторы подчеркивают особую важность термокарстовых процессов в силно-льдистых отложениях Сибири, так называемом ледовом комплексе [4, 5]. В этих отложениях характерные ландшафты начали развиваться 12 тыс. лет назад. Термокарстовые озера и аласы чередуются с силно-льдистыми холмами едомы [6]. Однако в отличие от термокарстовых озер аласы не рассматривались в выше указанных работах. В связи с климатическими изменениями важно различать, где развивается современный термокарст, на поверхности едомы или в аласах старшего поколения термокарста.

Чтобы ответить на вопросы где и до какой степени может развиваться будущий термокарст в районе исследования, т. е. в пределах ледового комплекса дельты р. Лены, нами были проведены следующие анализы:

1. Методами дистанционной разведки и геоинформатики выполнена съемка разных стадий развития термокарстовых озер и аласов.
2. Проанализировано их распределение в пространстве, в отношении рельефа и криолитологии.
3. Установлен возможный предел развития будущего термокарста.

Анализы показывают, что 22,3% всего района исследования заняты формами просадочного термокарста, а 5,2% озерами. Термокарстовые озера в процентном

соотношении на поверхности едомы занимают намного меньшую часть, чем аласы (2,3% и 20,0% площади ледового комплекса, соответственно). Озера на поверхности едомы значительно отличаются по морфометрическим признакам от озер в аласах и от отдельных аласов. Озера на поверхности едомы в среднем меньше по площади на один порядок, чем отдельные аласы. Все это указывает на то, что при настоящих условиях озера дренируются в ранней стадии, чем в прошлом, когда озера были в состоянии формировать обширные котловины, прежде чем дренироваться.

Большие термокарстовые озера на поверхности едомы достигают значительных глубин и формируют мощные талики. На острове Курунгнаах-Сисе в центре района исследования, 28% территории занято термокарстовыми формами, дно которых находится под 17 метровой изолинией. Эта изолиния примерно показывает границу между отложениями ледового комплекса и нижележащими флювиальными песками. Следовательно, в этих термокарстовых формах отложения ледового комплекса должны быть полностью переработаны термокарстом и лишены льда.

В регионах с высокой энергией рельефа, термоэрозия ограничивает возможность развития термокарста, так как озера дренируются термоэрозионными оврагами. Это отражается в меньшей процентной площади термокарста в этих регионах. Поэтому чем ближе термокарст находится к соседним аласам и озерам, термоэрозионным оврагам и протокам, тем менее вероятен дальнейший процесс развития термокарста. На острове Курунгнаах-Сисе лишь 34% площади представлены едомной поверхностью выше 17 м без термокарстовых и термоэрозионных форм и с уклоном меньше 2°. Только на таких поверхностях новые термокарстовые котловины смогут развиваться в будущем.

Литература

1. Zimov, S.A., Voropaev, Y.V., Semiletov, I.P., Davidov, S.P., Prosiannikov, S.F., Chapin III, F.S., Chapin, M.C., Trumbore, S., Tyler, S. North Siberian lakes: a methane source fueled by Pleistocene carbon//*Science*, 1997. 277, 800-802, doi: 10.1126/science.277.5327.800.
2. Кравцова, В.И., Быстрова, А.Г. Изменение размеров термокарстовых озер в различных районах России за последние 30 лет// *Криосфера Земли*. 2009. т. XIII, № 2, с. 16-26.
3. Smith, L.C., Sheng, Y., MacDonald, G.M., Hinzman, L.D. Disappearing Arctic lakes//*Science*. 2005. 308, 1429–1429.
4. Kuhry, P., Ping, C.-L., Schuur, E.A.G., Tarnocai, C., Zimov, S. Report from the International Permafrost Association: carbon pools in permafrost regions//*Permafrost and Periglacial Processes*. 2009. 20, 229-234, doi: 10.1002/ppp.648.
5. Walter, K.M., Edwards, M.E., Grosse, G., Zimov, S., Chapin III, F.S. Thermokarst lakes as a source of atmospheric CH₄ during the last deglaciation//*Science*, 318, 633-636, doi: 10.1126/science.1142924, 2007.
6. Каплина, Т. Н. Аласные комплексы северной Якутии//*Криосфера Земли*. 2009. т. XIII, № 4, с. 3-17.