



В. Ю. Полищук

ИССЛЕДОВАНИЕ СТАТИСТИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПРОСТРАНСТВЕННОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ТЕРМОКАРСТОВЫХ ОЗЕР КРИОЛИТОЗОНЫ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ НА ОСНОВЕ КОСМИЧЕСКИХ СНИМКОВ

С использованием космических снимков определены координаты местоположений совокупности термокарстовых озер на территории исследований в зоне вечной мерзлоты Западной Сибири. На основе статистического анализа данных показано, что эмпирические законы распределения координат центров озер на плоскости соответствуют равномерному закону распределения.

The location of thermokarst lakes on the research territory in the permafrost zone of Western Siberia is identified with the use of satellite images. The statistical data analysis shows that the empirical laws of spatial distribution of the lake centers on the plane correspond to the uniform distribution law.

Ключевые слова: многолетняя мерзлота, ГИС-технологии, космические снимки, термокарстовые озера.

Key words: Permafrost, GIS technologies, space images, thermokarst lakes.

Потепление климата, ставшее одной из наиболее значимых глобальных проблем современности, наиболее ощутимо в ближайшие годы будет проявляться в высоких широтах, вызывая снижение прочности многолетнемерзлых пород и рост экономических и экологических ущербов на предприятиях отечественного нефтегазового комплекса Западной Сибири. Разработка мероприятий по снижению ущербов нефтегазодобывающих предприятий требует изучения термокарстовых процессов на территории вечной мерзлоты под воздействием климатических изменений, что несомненно является актуальной проблемой, для решения которой вследствие высокой степени заболоченности и труднодоступности территории Западной Сибири используются данные дистанционного зондирования поверхности Земли [1]. Наиболее удобным индикатором в дистанционных исследованиях изменения термокарста выступают термокарстовые озера.

В условиях преобладания в теплые сезоны на северных территориях облачной погоды не удается собрать коллекцию космических снимков, достаточную для проведения дистанционного мониторинга динамики термокарстовых озер. В связи с этим эффективность экспериментальных исследований оказывается недостаточной, однако она может быть повышена на основе сочетания экспериментальных методов и математического моделирования, которое позволяет изучать временные изменения полей термокарстовых озер путем проведения компьютерных экспериментов [2] с их моделью, чьи параметры определяются на основе экспериментальных данных. В настоящее время пространственные свойства полей термокарстовых озер на территории многолетней мерзлоты не изучены, что не дает возможности разработать математическую модель термокарстовых озер. Поэтому цель данной работы – исследование статистических свойств пространственного распределения термокарстовых озер с применением ГИС-технологий для разработки геоимитационной модели.

На космическом снимке исследуемого участка территории Западной Сибири с координатами 74°36' в.д. и 64°12' с.ш. определено 11 тыс. термокарстовых озер различных размеров. Фрагмент космического снимка Landsat-5 (13.07.2007 г.) территории исследуемого участка с изображением термокарстовых озер приведен на рисунке 1.

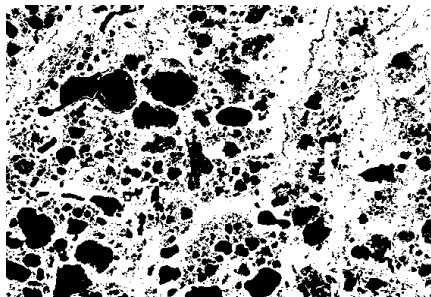


Рис. 1. Фрагмент космического снимка Landsat-5 (13.07.2007 г.) с изображением термокарстовых озер

Измерение характеристик местоположения термокарстовых озер проводилось дистанционным методом путем измерения координат центров озер после дешифрирования и векторизации космических снимков средствами геоинформационных систем ENVI 4.4 и ArcGis 9.2. На рисунке 2 приведены гистограммы распределения значений географических широты и долготы местоположения озер на плоскости (координат центров озер), полученные по космическому снимку исследуемой территории.

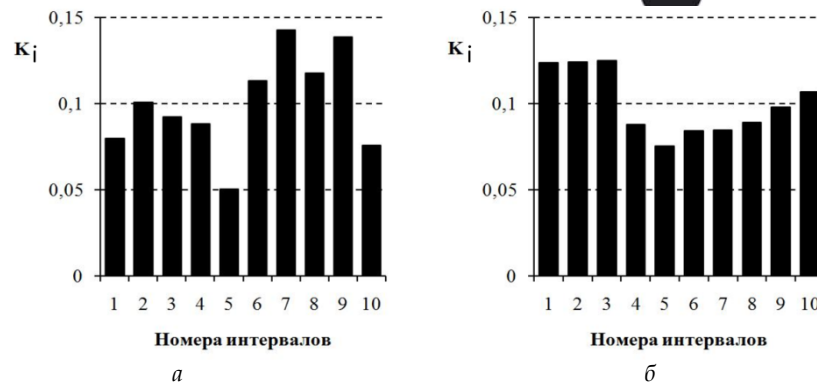


Рис. 2. Гистограммы распределения значений географических широты (а) и долготы (б) местоположения озер на плоскости

На рисунке 2 обозначено: K_i — относительное число озер, попадающих в каждый i -й интервал гистограммы, определяемое по формуле:

$$K_i = \frac{n_i}{N}, \quad (1)$$

где n_i — число озер в каждом интервале гистограммы;

i — номер интервала;

N — суммарное количество озер, определяемых по снимку.

Анализ гистограмм (рис. 2) показал, что согласно критерию χ^2 экспериментальные законы распределения координат центров озер на плоскости соответствуют закону равномерной плотности с вероятностью 95 %.

Проведен расчет коэффициента корреляции между значениями географических широты и долготы местоположения озер, представленных на рисунке 2. Полученная величина коэффициента корреляции, равная 0,03, показывает отсутствие корреляции между рассматриваемыми величинами, что позволяет сделать вывод о статистической независимости пространственных изменений координат местоположения озер.

В результате проведенных исследований установлено, что термокарстовые озера в зоне многолетней мерзлоты Западной Сибири распределены на плоскости согласно закону равномерной плотности. Показано, что пространственные изменения координат центров озер географической широты и долготы статистически независимы. Полученные закономерности могут быть использованы для создания геоимитационной модели полей термокарстовых озер на территории многолетней мерзлоты в задачах прогноза глобальных изменений климата.

Список литературы

1. Кравцова В.И., Быстрова А.Г. Изучение динамики термокарстовых озер России // Геоинформатика. 2009. №1. С. 44–51.
2. Полищук В.Ю., Крутиков В.А., Полищук Ю.М. Информационно-моделирующая система в задачах мониторинга природно-климатических процессов // Контроль окружающей среды и климата «КОСК-2010»: материалы VII Всероссийского симпозиума / под общ. ред. М.В. Кабанова, А.А. Тихомирова. Томск, 2010. С. 288–290.

Об авторе

Владимир Юрьевич Полищук — асп., Институт мониторинга климатических и экологических систем (ИМКЭС СО РАН), e-mail: liquid_metal@mail.ru

Author

Vladimir Polishchuk, PhD student, Institute of Monitoring of Climatic and Ecological Systems of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, e-mail: liquid_metal@mail.ru