

## МЕТОДИКА СОЗДАНИЯ КАРТЫ ТЕМПЕРАТУРЫ КУЛДЖУКТАУССКИХ ГОР ПО КОСМОСНИМКА LANDSAT

**Асадов Акмал Рузимуродович**  
**Ахмадов Шокир Исломович**

*К.г.м.н., доцент*  
*Университета геологических наук*  
*akmal73@gmail.com*  
*начальник отдела*  
*ГУ «Институт минеральных ресурсов»*

**Аннотация:** *В настоящее время одним из наиболее эффективных средств для получения карты температуры являются мультиспектральные снимки поверхности Земли в тепловом инфракрасном (ИК) диапазоне, полученные со спутника Landsat-8. В статье представлена методика создания и оценка карты температуры по данным 10-го канала Landsat-8. При оценке карты температуры выявлены, что температуры массивных пород Кулджуктаусских гор ниже чем предгорные рыхлые породы.*

**Ключевые слова:** *Инфракрасная съемка; многозональная космическая съемка; дистанционное зондирование Земли; температурный снимок; индекс растительности-NDVI).*

### ВВЕДЕНИЕ

Все объекты на поверхности Земли излучают тепловые инфракрасные волны, что обуславливает возможность их дистанционного зондирования в тепловом диапазоне. Прием теплового излучения ведется только в участках спектра с диапазонами 3,0-5,0 мкм и 8,0-14,0 мкм, поскольку атмосфера задерживает большую часть излучения. В настоящее время широкое развитие получили космические системы дистанционного зондирования Земли в тепловом ИК-диапазоне. Результаты тепловой съемки поверхности Земли находят очень широкое применение в самых разных областях: картографирование тепловых полей Земли (геотермическое картирование), определение температуры морской поверхности, наблюдение за вулканической деятельностью, мониторинг лесных пожаров и др.

Наиболее распространённый продукт, получаемый по данным тепловых изображений — это карта температуры (температурный снимок), показывающий глобальное распределение температур исследуемой территории. В настоящее время одним из наиболее эффективных средств для получения карты температуры являются мультиспектральные снимки в тепловом инфракрасном (ИК) диапазоне, полученные со спутника Landsat-8 [1-12]. В статье представлена методика получения

и оценка карты температуры по данным 10-го канала Landsat-8. Объектом исследования являются низкогорные и пустынные ландшафты Кулджуктаусских гор (рис.1).



**Рис.1. Космоснимок Кулджуктаусских гор, полученный со спутника LANDSAT/ МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ**

Данные дистанционного зондирования Земли.

Фонд материалов космической съемки в тепловом инфракрасном диапазоне накапливается с 1982 года. Собранный архив снимков позволяет анализировать изменения, произошедшие на Земле на протяжении уже более 40 лет. Американская программа Landsat начала свое существование в 1972 г., с этого времени было запущено семь спутников. Технологии получения информации дистанционными методами совершенствовались в качестве пространственного и температурного разрешения. В феврале 2013 г. состоялся запуск современного спутника Landsat-8, который получает данные используя два различных сенсора – Operational Land Imager (OLI) и Thermal Infrared Sensor (TIRS). Сканер теплового диапазона TIRS ведет съемку в двух каналах 10,6–11,2 мкм (10 канал) и 11,5–12,5 мкм (11 канал) с пространственным разрешением 100 м (табл.1), что позволяет анализировать по ним энергию самой земной поверхности, а не отражение солнечного света.

**Таблица 1. Основные технические характеристики съемочной аппаратуры Landsat 8.**

<u>Bands</u>	<u>Wavelength (micrometers)</u>	<u>Resolution (meters)</u>
Band 1 - Ultra Blue (coastal/aerosol)	0.435 - 0.451	30
Band 2 - Blue	0.452 - 0.512	30
Band 3 - Green	0.533 - 0.590	30
Band 4 - Red	0.636 - 0.673	30
Band 5 - Near Infrared (NIR)	0.851 - 0.879	30
Band 6 - Shortwave Infrared (SWIR) 1	1.566 - 1.651	30
Band 7 - Shortwave Infrared (SWIR) 2	2.107 - 2.294	30
Band 8 - Panchromatic	0.503 - 0.676	15
Band 9 - Cirrus	1.363 - 1.384	30
Band 10 - Thermal Infrared (TIRS) 1	10.60 - 11.19	30
Band 11 - Thermal Infrared (TIRS) 2	11.50 - 12.51	30

Определение температуры поверхности Земли

В качестве исходного изображения был использован мультиспектральный снимок LandSat-8, полученный 25 августа 2017 г. Обработка данных указанного снимка была произведена с помощью программного комплекса ArcGIS. Метаданные космоснимка LandSat-8, использованные для получения температурного снимка приведены в таблице 2.

**Таблица 2. Метаданные космоснимка Landsat 8**

<u>Thermal constant, Band 10</u>	K1	774.89
	K2	1321.08
<u>Multiplicative rescaling factor, Band 10</u>	M <sub>L</sub>	0,0003342
<u>Additive rescaling factor</u>	A <sub>L</sub>	0,1

Для определения температуры земной поверхности использован термический инфракрасный канал (Band 10), для получения яркостной температуры (температурного снимка) и инфракрасного канала (Band 5) и красного (Band4) канала для расчета NDVI. Технология создания карты температуры по спутниковому снимку происходит в пять последовательных этапов [1, 2]. Сначала вычислены спектральные индексы в следующем порядке: Radiance (отраженное излучение) → Brightness Temperature (яркость температуры) → NDVI (нормализованный разностный индекс растительности) → Land Surface Emissivity (коэффициент излучения земной поверхности), где последующий спектральный индекс рассчитан на основе предыдущего. На последнем этапе вычислена температура поверхности «Surface Temperature».

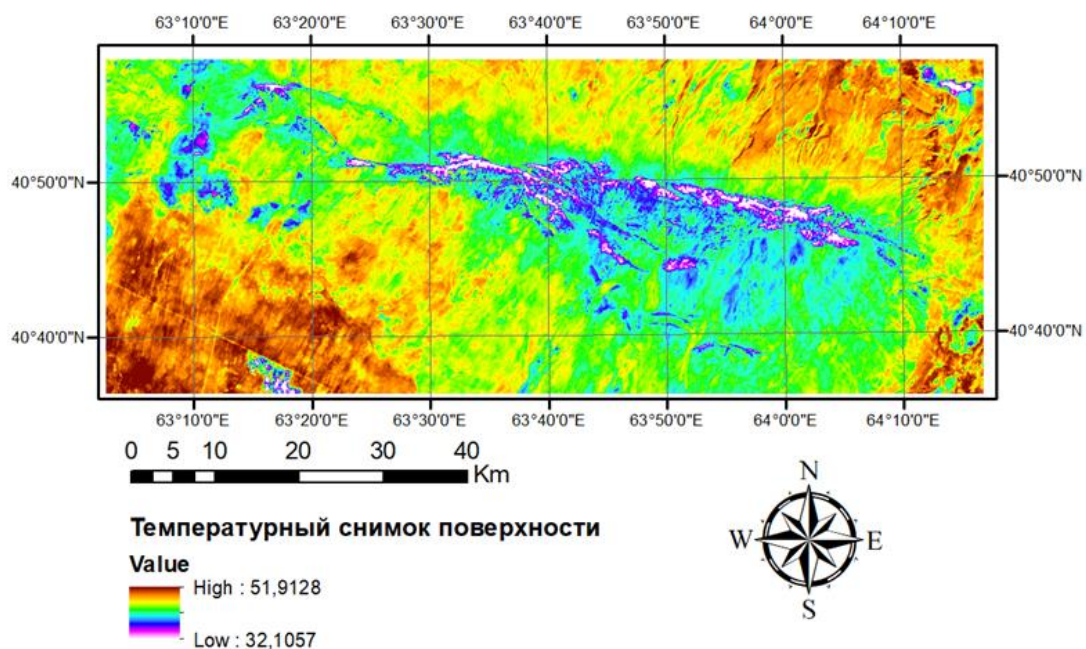
### **РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ**

При решении геологических задач тепловая съемка используется для структурно-тектонического и литологического картографирования. С увеличением числа спектральных каналов съёмки в тепловом инфракрасном диапазоне увеличиваются возможности исследования состава горных пород и картографирования особенностей их распространения в районах разреженным растительным покровом. Солнечное и эндогенное тепло нагревает горные породы по-разному в зависимости от вещественного, т.е. минерального состава пород, их тепловой инерции, влажности, отражательной способности и других свойств. Поэтому на тепловых снимках литологически разные породы отличаются друг от друга по фототону на тепловых снимках в одном канале или по цвету при использовании многозональной тепловой съёмки.

С помощью материалов тепловой космической съёмки можно также получить некоторое представление о погребённых геологических структурах, исследуя распределения тепловых полей региона. Различия в теплоизлучательных свойствах поверхностей, которые фиксируются тепловой съёмкой используются при поисках полезных ископаемых, выявлении элементов тектоники, прямых поисках залежей

нефти и газа, руд. Наличие плотного растительного покрова является препятствием к определению теплоизлучательных свойств почв и горных пород.

В результате применения вышеописанной методики создана карта температур Кульджуктаусских гор (рис.2). Данная карта представляет собой растр, характеризующий пространственное распределение температуры на земной поверхности. При оценке температурного снимка выявлены, что температуры массивных пород Кульджуктаусских гор ниже чем предгорные рыхлые породы.



**Рис.2. Карта температур Кульджуктаусских гор**

По результатам проведенного исследования можно сделать однозначный вывод о возможности использования спектрозональных космических снимков, включающих тепловые диапазоны для определения

температурных характеристик теплового поля различных типов горных пород. По полученным данным область исследований характеризуется температурой от +35°C до +50°C 25.08.2017 г.

#### REFERENCES:

1. Asadov A.R. Methodology of obtaining and estimation of temperature image of the Bukantau mountains // ACADEMICIA: An International Multidisciplinary Research Journal. <https://saarj.com> Vol. 10, Issue 12, December 2020. P.814-821.
2. Asadov A.R. Lineament analysis of the DEM in Auminzatau mountains using the LESSA program // ACADEMICIA: An International Multidisciplinary Research Journal. <https://saarj.com> Vol. 11, Issue 2, February 2021.

3. Candy, R. W. et al., Bulgin "The Impact of Satellite-Derived Land Surface Temperatures on Numerical Weather Prediction Analyses and Forecasts" Vol 122, issue 18, pg 9783 – 9802, 27 Sept 2017.
4. Das, A., 2015. Estimation of land surface temperature and its relation to and cover land use: a case study on Bankura District, West Bengal, India. Research Directions Journal, International Multidisciplinary Research Journal 3, 7
5. Li, S.; Jiang, G.-M. Land surface temperature retrieval from Landsat-8 data with the generalized split-window algorithm. IEEE Access 2018, 6, 18149–18162.
6. Sobrino, J.A.; Raissouni, N.; Li, Z. A comparative study of land surface emissivity retrieval from NOAA data. Remote Sens. Environ. 2001, 75, 256–266.
7. Sobrino, J.A., Jiménez-Muñoz, J.C., Paolini, L., 2004. Land surface temperature retrieval from LANDSAT TM 5. Remote Sensing of Environment 90, 434-440.
8. Sobrino, J.A.; Jimenez-Muoz, J.C.; Soria, G.; Romaguera, M.; Guanter, L.; Moreno, J.; Plaza, A.; Martinez, P. Land surface emissivity retrieval from different VNIR and TIR sensors. IEEE Trans. Geosci. Remote Sens. 2008, 46, 316–327.
9. Suresh, S., Ajay Suresh, V., Mani, K., 2016. Estimation of land surface temperature of high range mountain landscape of Devikulam Taluk using Landsat 8 data. International Journal of Research in Engineering and Technology 5, 92-96.
10. Tardy, B.; Rivalland, V.; Huc, M.; Hagolle, O.; Marcq, S.; Boulet, G. A software tool for atmospheric correction and surface temperature estimation of Landsat infrared thermal data. Remote Sens. 2016, 8, 696.
11. Wang, L.; Lu, Y.; Yao, Y. Comparison of three algorithms for the retrieval of land surface temperature from Landsat 8 images. Sensors 2019, 19, 5049.
12. Walawender, J.P.; Hajto, M.J.; Iwaniuk, P. A new ArcGIS toolset for automated mapping of land surface temperature with the use of LANDSAT satellite data. In Proceedings of the 2012 IEEE International Geoscience and Remote Sensing Symposium, Munich, Germany, 22–27 July 2012; pp. 4371–4374.
13. Кодиров, Комилжон, Тохиржон Тўхтасинов, and Хумора Зайнололобидинова. "СУБАДДИТИВНЫЕ МЕРЫ В ПРОСТРАНСТВАХ ИЗМЕРИМЫХ ФУНКЦИЙ." International Bulletin of Applied Science and Technology 3.6 (2023): 451-455.
14. Кодиров, Комилжон, Тохиржон Тўхтасинов, and Хумора Зайнололобидинова. "СУБАДДИТИВНЫЕ МЕРЫ В ПРОСТРАНСТВАХ ИЗМЕРИМЫХ ФУНКЦИЙ." International Bulletin of Applied Science and Technology 3.6 (2023): 451-455.