

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДАННЫХ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ТЕПЛОВОГО ИНФРАКРАСНОГО ДИАПАЗОНА ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ ПРИРОДНЫХ ОБЪЕКТОВ

Давидович Ю.С.

*Белорусский государственный университет,
г. Минск, Республика Беларусь
seg98001@gmail.com*

Показаны возможности использования инфракрасных тепловых снимков пространственного разрешения 100 м, полученных съемочной системой Landsat 8, для изучения природных объектов. Рассмотрены основные области применения тепловой съемки в географических исследованиях. На примере ключевых участков пахотных, лесных и луговых земель продемонстрировано влияние на формирование теплового поля почв различных видов земель их гранулометрического состава, степени увлажненности, содержания органического вещества, типа растительности и ее проективного покрытия.

Ключевые слова: географические исследования, тепловая съемка, данные дистанционного зондирования Земли.

Введение. В настоящее время широкое применение в географических исследованиях получили космические снимки видимого диапазона, обладающие высокими изобразительными и информационными свойствами. Данные систем дистанционного зондирования, оснащённых приборами, регистрирующими сигнал в тепловом и радиодиапазоне длин волн, в настоящий момент все чаще применяются в географических исследованиях. Материалы дистанционных съемок теплового инфракрасного диапазона длин волн наиболее широко используются на глобальном уровне для исследования атмосферных явлений [1], температуры поверхности океана [2] и суши [3]. На региональном уровне тепловая инфракрасная съемка является эффективным средством для изучения вулканов [4]. Менее изученным вопросом является применение тепловых снимков при исследовании природных и антропогенных объектов в крупных и средних масштабах (изучение островов тепла городов [5, 6], влажности [7, 8] и плодородия [9] почв, температуры поверхности сельскохозяйственных угодий [10] и др.). На сегодняшний день становится популярным использование снимков теплового диапазона, полученных с помощью беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) [11].

Материалы и методы исследований. Цель исследований заключалась в изучении влияния свойств природных объектов на их тепловое поле. Для исследования использовались тепловые космические снимки различной периодичности съемки, полученные съемочной системой Landsat 8 с пространственным разрешением 100 м (с ресамплингом 30 м) в диапазоне длин волн 10,3-11,3 мкм, инфракрасный и синтезированный космические снимки системы PlanetScore с разрешением 4 м, панхроматические снимки БКА с разрешением 2,1 м, карты почв и растительности. Данные тепловой съемки прошли радиометрическую и атмосферную коррекцию в программном продукте ENVI.

В качестве основного был использован метод ключевых участков. Существующие в природе тесные взаимосвязи между различными компонентами ландшафта могут быть выявлены и зафиксированы на отдельном конкретном участке ландшафта, рассматриваемом в качестве ключевого. Под ключевым участком следует понимать ограниченный по размерам участок территории, отражающий основное разнообразие и закономерности формирования почвенно-растительного покрова в пределах определенного ландшафта или района исследования. При выборе ключевых участков необходимо учитывать тип ландшафта, особенности геоморфологии, растительного покрова, его распаханность, разнообразие почвообразующих и подстилающих пород и др. Количество ключевых участков в пределах одного ландшафта зависит от характера рельефа и разнообразия почвенно-растительного покрова. Метод ключевых участков используется наиболее эффективно при крупномасштабном и среднемасштабном картографировании почвенно-растительного покрова [12]. Исследования проводились на ключевых участках различных видов земель: пахотных, лесных и луговых.

Существенным отличием формирования изображения объектов на снимках, полученных в оптическом и тепловом диапазоне, заключается в том, что на фотографических снимках изображение образуется в результате фиксации съемочной системой отраженного электромагнитного излучения объектами. На тепловом снимке объекты представлены в яркости изображения как сочетание участков с разной интенсивностью теплового излучения. На формирование теплового поля местности большое влияние оказывает интенсивность солнечного излучения, которая может меняться как в течении суток, так и по сезонам года. Вторым важным фактором являются свойства географических объектов, которые по-разному реагируют на изменение интенсивности солнечного излучения.

Сравнительный анализ изобразительных свойств снимков теплового инфракрасного и оптического диапазона длин волн на одну и ту же территорию показал, что тепловые снимки по данному критерию значительно уступают. Это потребовало проведения преобразования изображения тепловых снимков с использованием ресамплинга, кластеризации и квантования, с целью повышения их дешифрируемости.

Результаты и их обсуждение. Дешифрирование разносезонных тепловых снимков на территорию с пахотными землями показало, что тепловое поле данных территорий формируют участки, покрытые сельскохозяйственной растительностью и изображения которых резко контрастируют между собой. Температура распаханых участков на 4 °С выше, чем под растительностью, что находит отражение в яркости изображения на снимке (рисунок 1). Выявлено снижение температуры распаханых участков с увеличением увлажненности почвогрунтов. Дешифрируются также участки, занятые под сельскими населенными пунктами и проселочные дороги. Однако установить принадлежность данных участков к населенным пунктам, без использования снимков оптического диапазона, затруднительно.

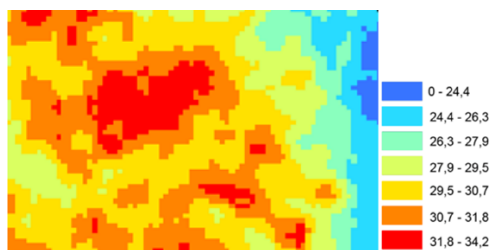


Рисунок 1 – Квантованное изображение теплового снимка пахотных земель

При дешифрировании территории занятой лесной и луговой растительностью наряду с тепловыми космическими снимками использовались инфракрасные и синтезированные, а также карты лесной растительности, которые позволили ее верифицировать на тепловых снимках. Анализ используемых материалов показал, что пространственное распределение теплового поля территорий, занятых лесной растительностью зависит от ее видового состава и проективного покрытия. Интенсивность теплового излучения сосновых типов леса колеблется от 16,5 °С у сосняков долгомошников до 22,9 °С у сосняков лишайниковых и мшистых. У лиственных типов леса температура колеблется от 9,5 до 16,5 °С. Следует отметить, что интенсивность теплового излучения увеличивается с уменьшением проективного покрытия растительностью. На общем фоне лесной растительности контрастно выделяются вырубки (34,3 °С), формирующие пятнистый рисунок изображения (рисунок 2).

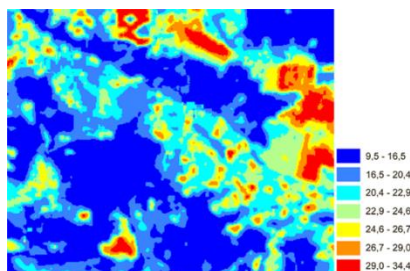


Рисунок 2 – Квантованное изображение теплового снимка лесных земель

Заключение. Полученные результаты по исследованию использования тепловых снимков для изучения географических объектов показали, что изменчивость теплового поля зависит от вида объектов и их свойств. Интенсивность теплового излучения у лиственных типов леса ниже, чем у сосновых. Контрастность в изображении теплового поля пахотных земель на тепловых снимках формируют более холодные участки, занятые сельскохозяйственными культурами, и более высокой температурой – распаханнные участки. Интенсивность теплового излучения распаханнных участков изменяется в сторону понижения с увеличением степени увлажненности почвогрунтов. Тепловые снимки среднего и относительно высокого пространственного разрешения могут использоваться при среднемасштабных исследованиях природных объектов. Для крупномасштабных исследований требуются тепловые снимки высокого и сверхвысокого разрешения.

Библиографические ссылки

1. Детектирование и оценка балла облачности по данным атмосферных ИК-зондировщиков высокого разрешения / А.Н. Рублев [и др.] // Исследование Земли из космоса. – 2004. – № 3. – С. 43-51.
2. Картирование температуры поверхности Мирового океана по данным геостационарных ИСЗ / В.И. Соловьев [и др.] // Исследование Земли из космоса. – 2001. – № 3. – С. 10-15.
3. Мониторинг температуры поверхности суши по данным геостационарных метеорологических спутников нового поколения / В.И. Соловьев, С.А. Успенский // Исследование Земли из космоса. – 2009. – № 3. – С. 79-89.
4. Тепловизионная съемка активных вулканов Курильских островов в 2009-2011 гг. / Д.Н. Козлов, Р.В. Жарков // Вестник КРАУНЦ. Науки о Земле. – 2012. – № 1. – Выпуск № 19. – С. 231-239.
5. Воспроизведение острова тепла Московской агломерации в рамках региональной климатической модели COSMO-CLM / М.И. Варенцов [и др.] // Вестник Московского университета. Серия 5. География. – 2017. – № 6. – С. 25-37.
6. Формирование и оценка экологических рисков урбололандшафтов в промышленных городах Беларуси / Г.И. Марцинкевич [и др.] // Журнал Белорусского государственного университета. География. Геология. – 2021. – № 2. – С. 45-62.
7. Мониторинг влажности почвы по данным многозональной съемки LANDSAT / А.Т. Зверев [и др.] // Исследование Земли из космоса. – 2015. – № 6. – С. – 62-66.
8. The optical trapezoid model: A novel approach to remote sensing of soil moisture applied to Sentinel-2 and Landsat-8 observations / M. Sadeghi [et al.] // Remote Sensing of Environment. – № 198. – P. 52-68.
9. Возможности использования данных тепловой съемки для детектирования основных параметров плодородия пахотных почв / П.Г. Грубина, И.Ю. Савин, Е.Ю. Прудникова // Бюллетень Почвенного института имени В.В. Докучаева. – 2020. – № 105. – С. 146-172.
10. Использование данных дистанционного зондирования земли для определения температуры подстилающей поверхности сельскохозяйственных угодий / Е.В. Казяк, В.А. Генин // Проблемы гидрометеорологического обеспечения хозяйственной деятельности в условиях изменяющегося климата: материалы Международной научн. конф., 5-8 мая 2015 г. / Белорус. гос. ун-т; редкол.: П.С. Лопух (отв. ред.) [и др.]. – Минск, 2015. – С. 241-242.
11. Расчет параметров тепловизионной съемки объектов с беспилотных авианосителей / Л.В. Катковский // Доклады БГУИР. – 2020. – № 18 (2). – С. 53-61.
12. Составление тематических карт на основе дешифрирования аэрокосмических снимков: учебн.-метод. пособие / Ф.Е. Шалькевич, Р.А. Жмойдяк, А.А. Топаз. – Минск: Изд-во БГУ, 2000. – 40 с.