

БАЛАЕВ А. В., БОГДАШКИНА О. Ф., КАЛАШНИКОВА Л. Г., КОВАЛЕНКО А. К.

**АНАЛИЗ ТЕМПЕРАТУРЫ ЗЕМНОЙ ПОВЕРХНОСТИ
ТЕРРИТОРИИ Г. САРАНСКА С ПОМОЩЬЮ КОСМОСНИМКОВ**

Аннотация. Описана методика и приведен пример использования космических снимков для выявления некоторых параметров поверхности Земли без использования полевых измерений. С использованием ГИС QGIS проведен анализ результатов исследования температуры земной поверхности на территории г. Саранска.

Ключевые слова: температура земной поверхности, космические снимки, снимки Landsat, геоинформационная система, ГИС, QGIS, г. Саранск.

BALAEV A. V., BOGDASHKINA O. F., KALASHNIKOVA L. G., KOVALENKO A. K.

**ANALYSIS OF THE LAND SURFACE TEMPERATURE
OF THE CITY OF SARANSK USING SATELLITE IMAGES**

Abstract. The technique is described and an example of using satellite images to identify some parameters of the land surface without using field measurements is given. Using the QGIS GIS, the analysis of the land surface temperature on the territory of Saransk city was carried out.

Keywords: temperature of land surface, satellite images, Landsat images, geoinformation system, GIS, QGIS, Saransk city.

В исследованиях и мониторинге окружающей природной среды, обеспечении экологической безопасности, при создании различных оперативных карт широко используются новые технологии и результаты дистанционного зондирования Земли [3; 6–8]. Множество соответствующих возможностей предоставляется посетителям специализированных сайтов и сервисов – источников дистанционного зондирования Земли в разных странах, включая выбор из фонда различных космических снимков с разным пространственным разрешением снимков, разным набором файлов, разными возможностями их дальнейшего использования.

Так, на сайте геологической службы США [10] можно скачать космоснимки, среди которых есть отдельная группа снимков Ландсат (Landsat), содержащие и информацию о температуре приземного слоя (см. рис. 1). Такие снимки помечены префиксом ST («Surface temperature»).

Температура воздуха играет важную роль в географических исследованиях и практической деятельности. Она влияет на климат, распределение растительности, животных, а также на жизнедеятельность человека. Точные данные о температуре помогают ученым прогнозировать погоду, выявлять изменения в климате и принимать необходимые

меры для защиты окружающей среды и обеспечения комфортных условий для жизни [5; 8].

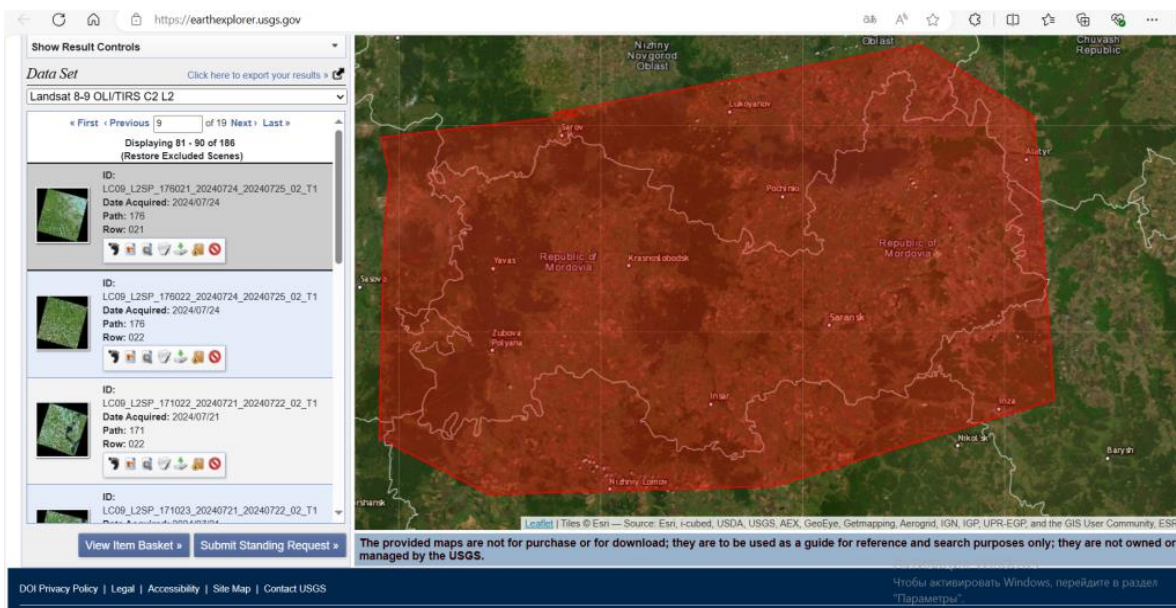


Рис. 1. Интерфейс сайта геологической службы США [10].

В соответствии с нашими задачами, на сайте геологической службы США [10] выбираем и скачиваем космоснимки Ландсат с префиксом ST, содержащие и информацию о температуре приземного слоя (см. рис. 2). Чтобы исследовать температуру земной поверхности, нам необходим файл с ST_V10. Но применить его напрямую нельзя, так как нам не подходят используемые единицы измерения температуры – в данном файле температура земной поверхности измеряется в кельвинах. Поэтому стоит задача преобразовать исходные данные в градусы Цельсия. Сделать это можно разными способами. Используем формулу, которая приводится в методике по определению температуры поверхности по космоснимкам [4].

В данной инструкции приведено теоретическое обоснование формулы для вычисления температуры земной поверхности по космоснимкам Ландсат:

$$LST_rescaled = B_10_ST * 0.00341802 + 149 - 273.15 \quad (1)$$

где: $LST_rescaled$ – слой, представляющий температуру земной поверхности в градусах Цельсия.

B_10_ST – исходный слой представляющий космоснимок Ландсат.

0.00341802 – Multiplicative scale factor (MSF, мультипликативный масштабный фактор).

149 – Additive Offset (AO, аддитивное смещение) – специальное число, которое нужно добавить, чтобы получить температуру приземного слоя.

273.15 – коэффициент перехода от Кельвина к Цельсию.

Related Files - Level-2 Surface Temperature Bands



Select files from this File Group. Use "Add All Selected to Bulk" to add to a Bulk Order in your Item Basket. Use "Download All Selected Scenes Now" to download all selected files now. Go to [data set customization](#) and save your selection to make it permanent.

- ANG.txt [Select All](#) | [Deselect All](#)
- MTL.txt
- MTL.xml
- QA_PIXEL.TIF
- QA_RADSAT.TIF
- ST_ATRAN.TIF
- ST_B10.TIF
- ST_CDIST.TIF
- ST_DRAD.TIF
- ST_EMIS.TIF
- ST_EMSD.TIF
- ST_QA.TIF
- ST_TRAD.TIF
- ST_URAD.TIF

Add All Selected to Bulk

Download All Selected Now

Close

Рис. 2. Выбор снимков, представляющих собой информацию о температуре приземного слоя.

Анализ температуры земной поверхности для территории г. Саранска был выполнен в ГИС QGIS [9] (см. рис. 3). Космический снимок Ландсат [10], выполненный 30 августа 2024 г., был использован как исходный для данного исследования. Слой, представляющий температуру земной поверхности, получен с использованием инструментария ГИС QGIS [9] (калькулятор растров) (см. рис. 4).

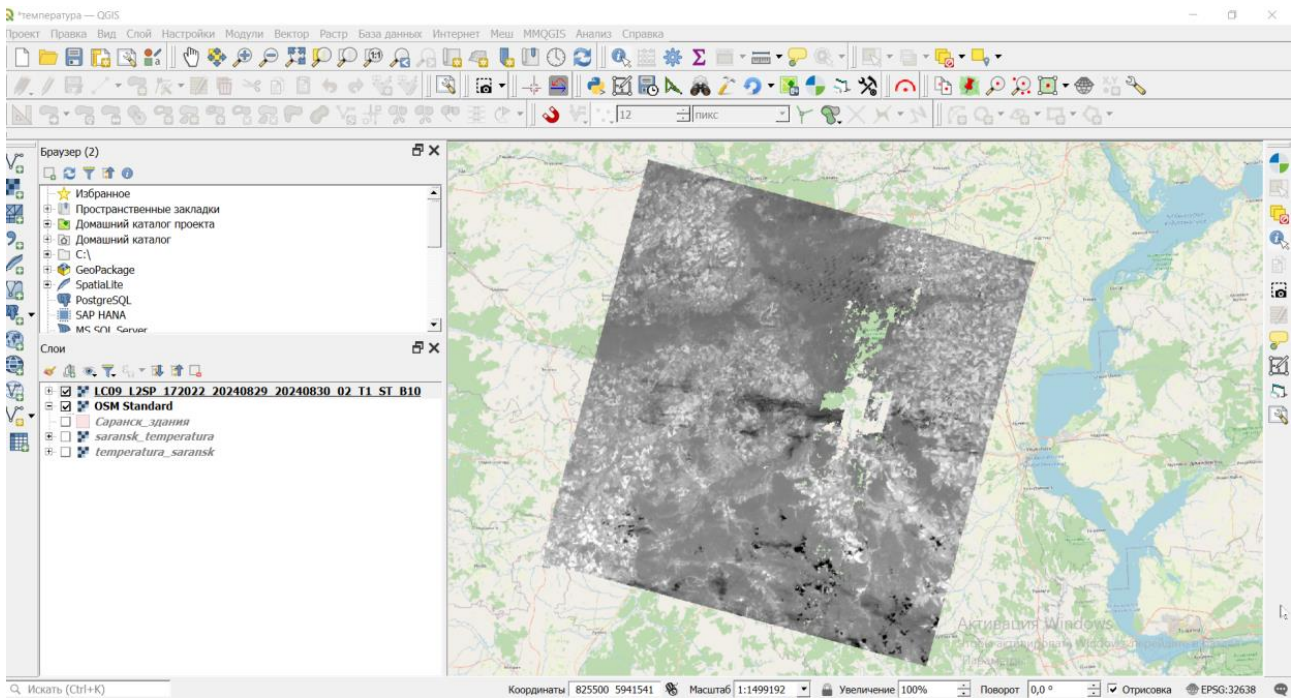


Рис. 3. Загрузка исходных снимков в ГИС QGIS.

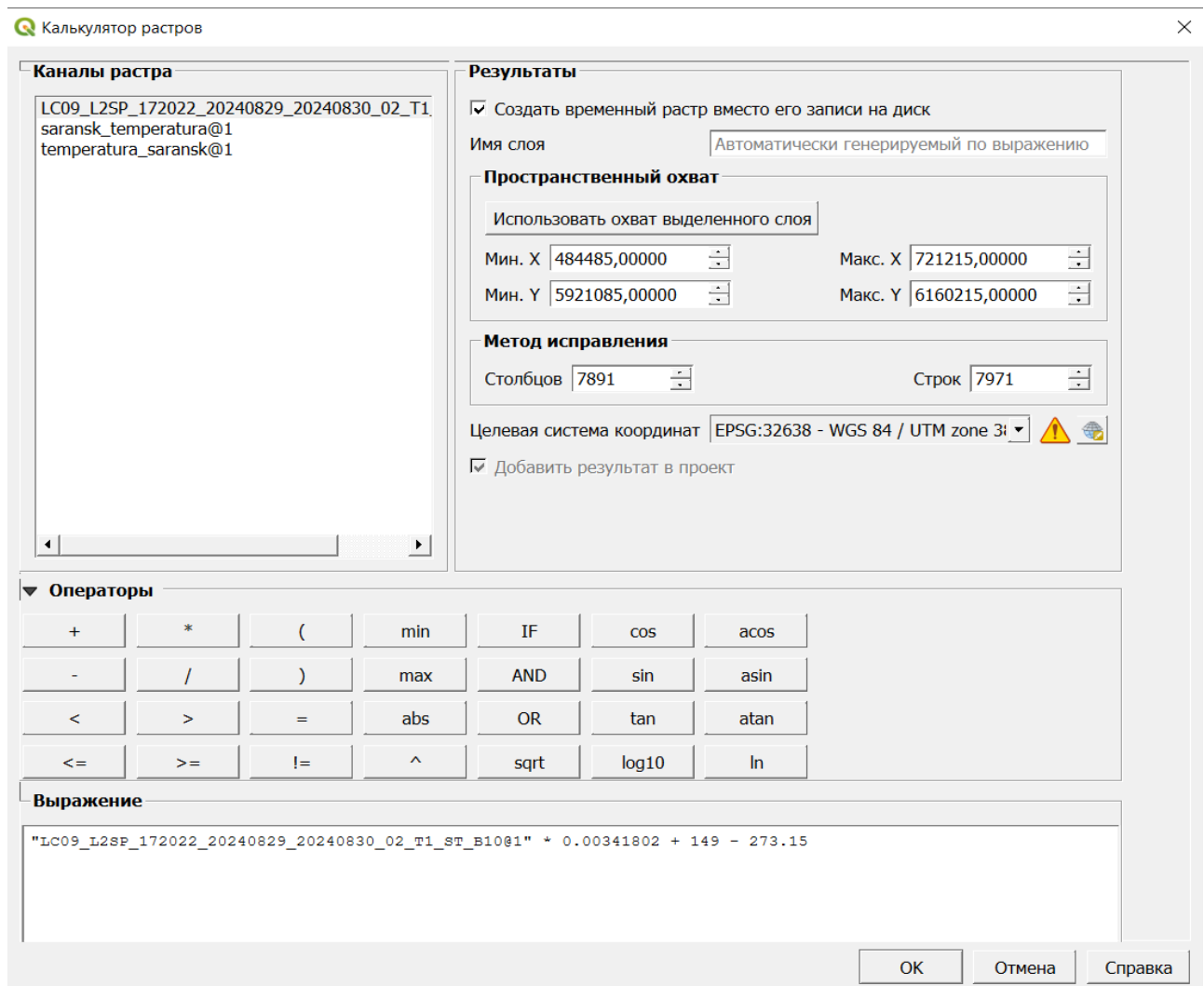


Рис. 4. Настройка калькулятора растров для расчета температуры земной поверхности.

После преобразования и совмещения полученного слоя температуры земной поверхности с другими тематическими слоями, представляющими территорию г. Саранска, получена определенная геоинформационная модель (рис. 5). Тематические слои в ГИС можно менять или добавлять другие, получая разнообразные модели для дальнейшего исследования и анализа [2; 8].

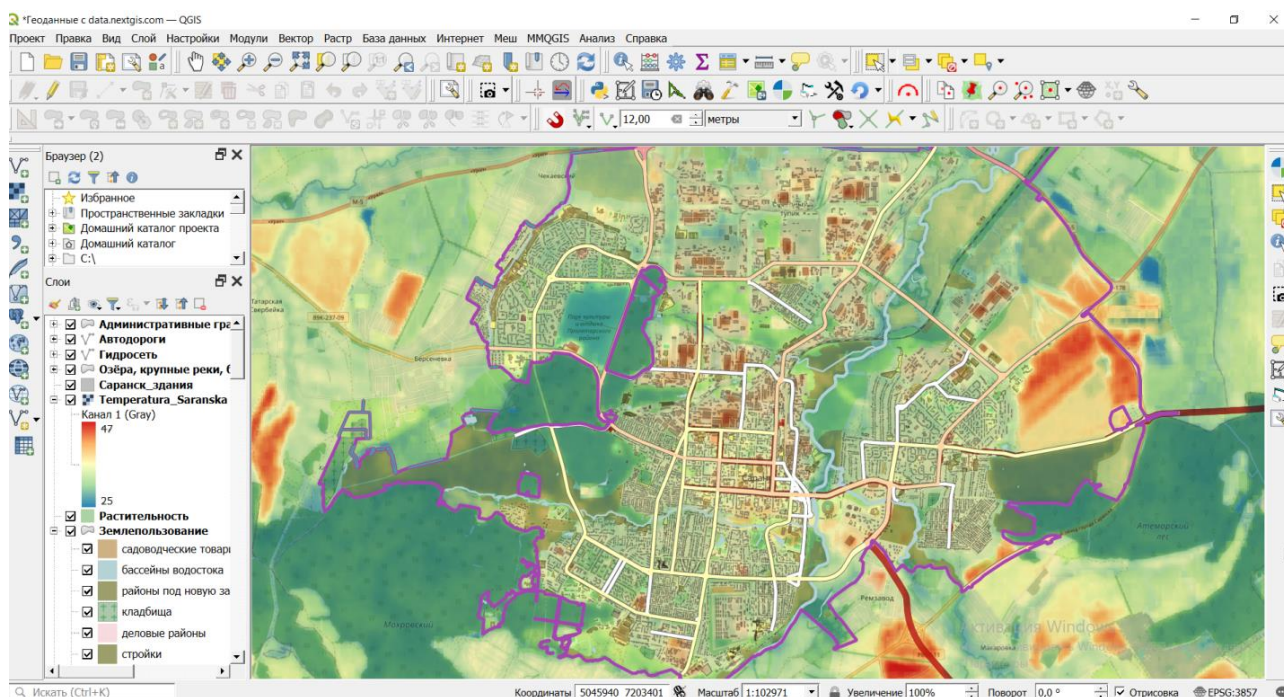


Рис. 5. Модель температуры земной поверхности для территории г. Саранска на 30 августа 2024 г.

Анализируя полученные результаты, можно сделать следующие выводы.

Повышенные значения температуры земной поверхности относятся к открытым участкам местности, плотной жилищной застройке и промышленной зоне, а также к земельным участкам сельскохозяйственного назначения – полям. Участки озеленения в городе, занятые растительностью, в свою очередь, благоприятно влияют на среднюю температуру земной поверхности.

Применяя подобный рассмотренный подход для работы со снимками Ландсат, возможно решить ряд задач [1]:

- продемонстрировать, как нагревается асфальт в городе и насколько он влияет на общую температуру в районе;
- наглядно показать обратное – как положительно влияет озеленение на среднюю температуру;
- изучить концентрацию территорий с повышенной температурой;
- оценить, как изменяется температура на снимках, выполненных в разные даты и

отметить температурные тренды.

Использование доступных для пользователей данных дистанционного зондирования Земли для целей изучения физических показателей, минуя полевые исследования, дает очень большие возможности не только при мониторинге антропогенного воздействия на застроенные территории, но и для научных исследований в области биологии, почвоведения, гидрографии, экологии, климатологии и др.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Артемьева О. В., Позднякова Н. А., Гневашев Ф. А. Применение методов геоинформационного картографирования для урбанизированных территорий с использованием данных дистанционного зондирования // Геоинформатика. – 2022. – № 3. – С. 4–14.
2. Афанасьев М. А., Калашникова Л. Г. Использование материалов космических съемок с целью картографирования в ГИС-пакете ArcGIS [Электронный ресурс] // Огарев-online. – 2015. – № 24. – Режим доступа: <http://journal.mrsu.ru/arts/ispolzovaniematerialov-kosmicheskix-semok-s-celyu-kartografirovaniya-v-gis-pakete-arcgis> (дата обращения: 18.09.2024).
3. Варфоломеев А. Ф., Коваленко А. К., Манухов В. Ф., Калашникова Л. Г. Особенности технологии аэрофотосъемки с применением беспилотных воздушных судов // Геодезия и картография. – 2020. – Т. 81. – № 8. – С. 58–64.
4. Как определять температуру поверхности по космоснимкам [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://gommersh.notion.site/361cd5e111174365afcb777143bcd078> (дата обращения: 18.09.2024).
5. Книжников Ю. Ф., Кравцова В. И., Тутубалина О. В. Аэрокосмические методы географических исследований. – М.: Академия, 2011. – 412 с.
6. Тесленок С. А., Романов А. В. Новые технологии в производстве топографо-геодезических работ // Общество. – 2014. – № 2 (2). – С. 78–81.
7. Чинаев С. С., Тесленок С. А. Использование карт и данных дистанционного зондирования при изучении территориальных изменений в использовании земель [Электронный ресурс] // Структура, динамика и функционирование природно-социально-производственных систем: наука и практика: межвуз. сб. науч. тр. – Саранск: Изд-во Мордов. ун-та, 2018. – С. 111–119. – Режим доступа: http://openedo.mrsu.ru/catalog/Estestvennie/2018/struktura_dinamika_i_funkcionirovanie_pri_rodno-socialno-proizvodstvennyh_sistem.pdf (дата обращения 18.09.2024).

8. Юртаев А. А., Тесленок К. С. Возможности геоинформационных систем и дистанционного зондирования Земли в исследованиях и мониторинге окружающей природной среды и обеспечения экологической безопасности // Молодежь и наука – 2019: материалы VI Международной студенческой научно-практической конференции, посвященной «Jastar july»: в 5 т. – Т. 5. – Петропавловск, 2019. – С. 246–252.
9. QGIS – свободная географическая информационная система с открытым кодом [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.qgis.org/> (дата обращения: 18.09.2024).
10. USGS. Сайт геологической службы США [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.usgs.gov/> (дата обращения: 18.09.2024).