



Всероссийская конференция с международным участием
«Обработка пространственных данных в задачах мониторинга природных и
антропогенных процессов» (SDM-2023)

ВОЗМОЖНОСТИ ТЕПЛОВЫХ КОСМИЧЕСКИХ СНИМКОВ ПРИ АНАЛИЗЕ ГОРОДСКОЙ ТЕРРИТОРИИ

Гостева А.А., Матушко А.К., Якубайлик О.Э.

Федеральный исследовательский центр «Красноярский научный центр
Сибирского отделения Российской академии наук», г. Красноярск

Институт вычислительного моделирования СО РАН, г. Красноярск

Тепловые аномалии городской территории

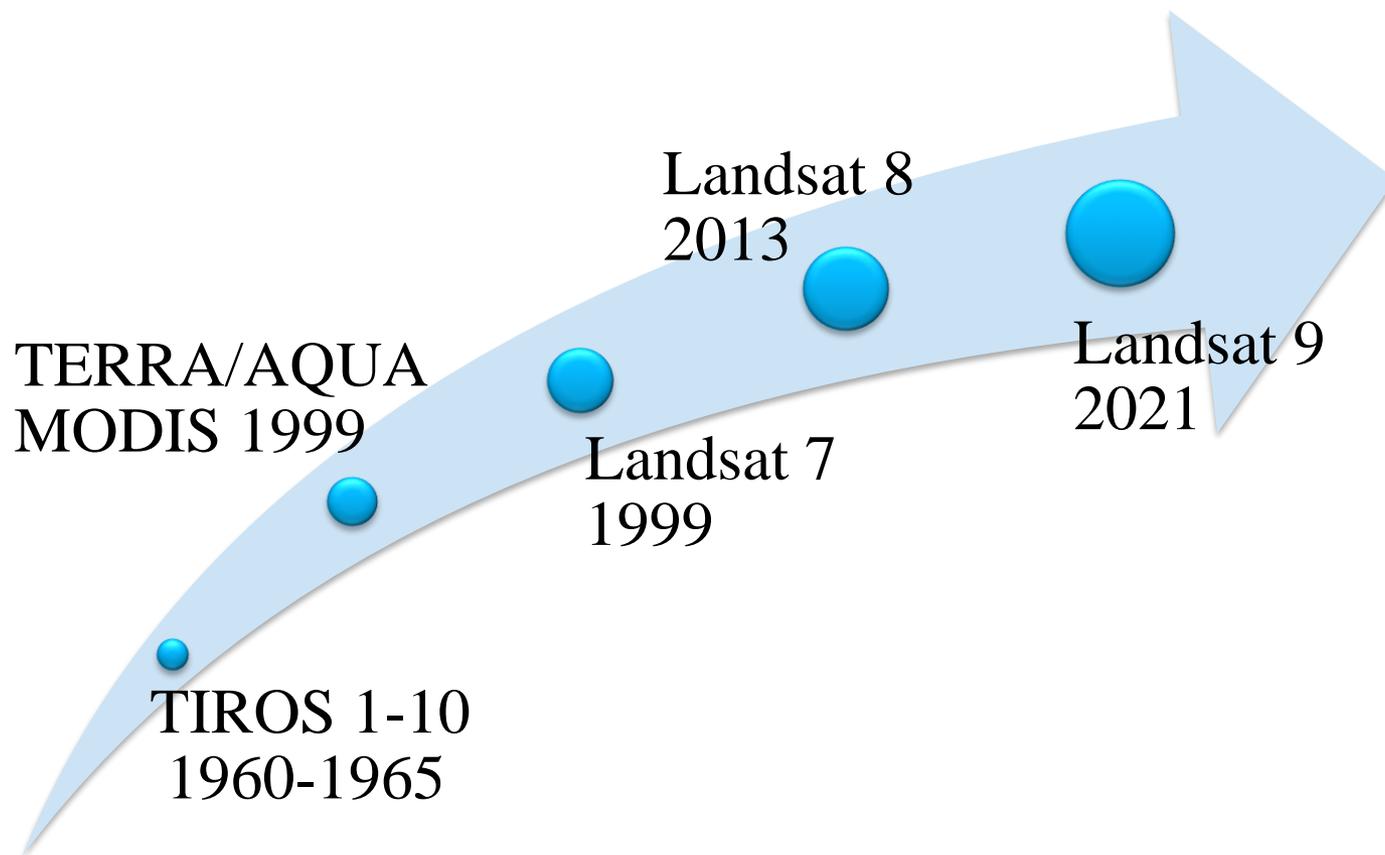
Город, являясь продуктом деятельности человека, представляет собой искусственную среду функционирования которой требует "топлива" и не может обойтись без выброса переработанной продукции. В результате выброса в атмосферу таких "отходов производства", а также ввиду других причин, над городом образуется тепловой купол - **городской остров тепла**.

Температура внутри городского острова тепла не однородна. Пиковые значения фиксируют в конкретных зонах, которые далее мы будем считать **тепловыми аномалиями**. Они наблюдаются в местах скоплений бетона, асфальта и стекла, чаще всего это торговые центры, промышленные предприятия, автомобильные парковки, участки без растительности. Летом в таких зонах наблюдаются аномально высокие температуры, из-за этого у местных жителей повышается вероятность гипертонических кризов, инсультов, инфарктов и сердечных приступов.

Современные космические аппараты

Название	Страна	Космический аппарат	Год запуска	Тепловые диапазоны, мкм	Пространственное разрешение, м
ASTER	США	Terra	1999	8,1 – 8,4 8,4 – 8,8 8,9 – 9,2 10,2 – 10,9 10,9 – 11,6	90
MODIS	США	Terra, Aqua	1999	16 каналов в диапазоне 3,66 – 14,38	1000
ETM+	США	Landsat 7	1999	10,4 – 12,5	60
TIRS	США	Landsat 8	2013	10,6 – 11,2 11,5 – 12,5	100
TIRS-2	США	Landsat 9	2021	10,6 – 11,2 11,5 – 12,5	100
МСУ-МР	Россия	Метеор-М №1	2009	3,5 – 4,1 10,5 – 11,5 11,5 – 12,5	1000
VIIRS	США	Suomi NPP	2011	8,4 – 8,7 10,26 – 11,26 11,53 – 12,48 10,5 – 14,4	750 380

Съемка в тепловом диапазоне



Используемые в работе источники данных

TERRA/AQUA MODIS

- ежедневная съемка;
- пространственное разрешение 1 км;
- готовый продукт MOD11 - температура и излучательная (эмиссионная) способность земной поверхности. Продукт состоит из LST, оценки качества, времени наблюдения, углов обзора и коэффициентов излучения.

LANDSAT 8

- один раз в 16 суток;
- пространственное разрешение 100 м;
- Thermal InfraRed Sensor (TIRS) – каналы 10-й и 11-й; - необходимость дополнительных вычислений для получения температуры поверхности земли (land surface temperature - LST).

Определение границ разносезонных тепловых аномалий



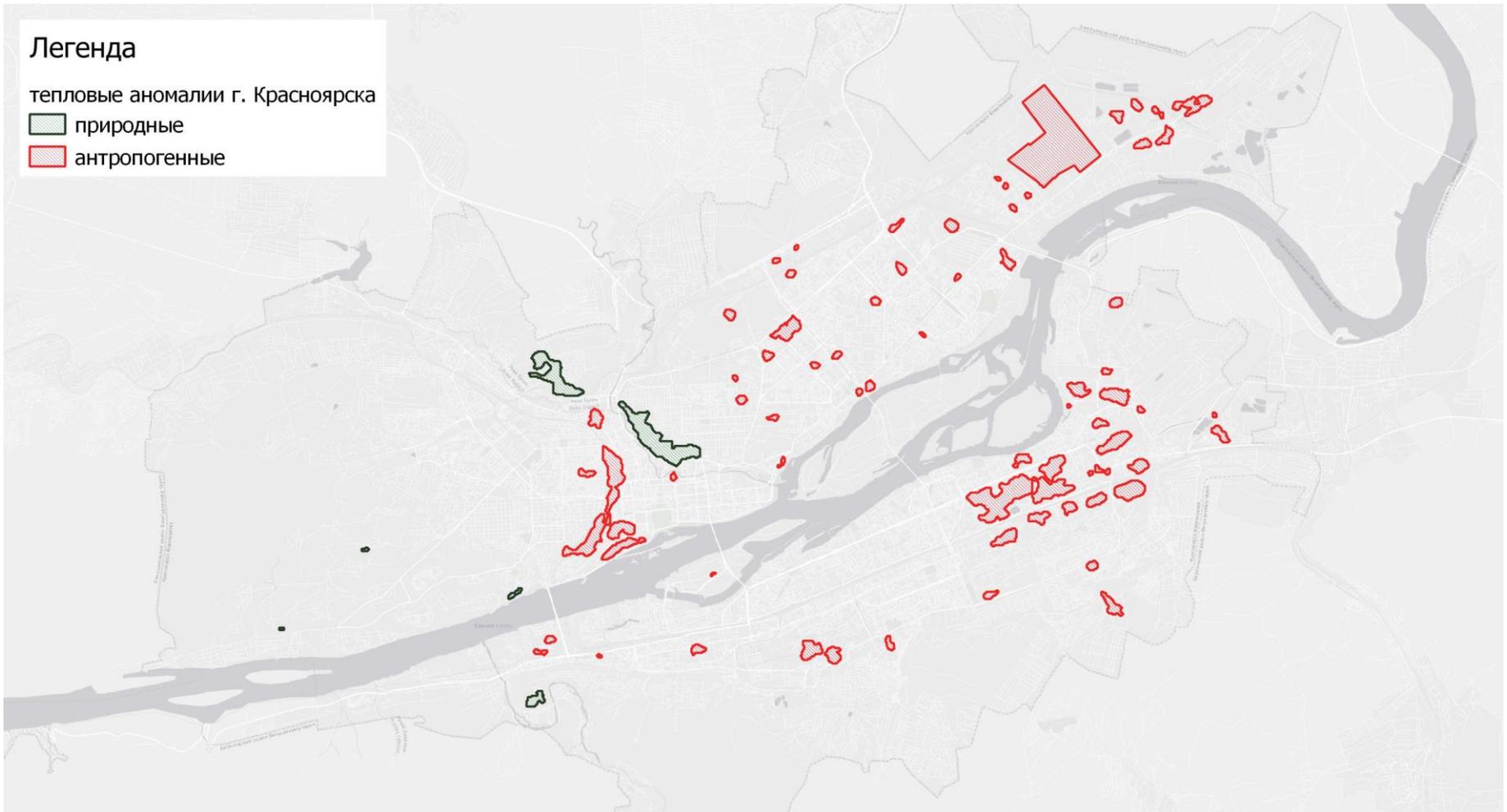
Определение тепловых аномалий по данным Landsat 8

Используя методику были обработаны данные Landsat 8 с 2013 до 2021 были сформированы тепловые аномалии.

Всего было обработано 40 спутниковых снимков.



Спутниковые снимки города Красноярска Landsat 8

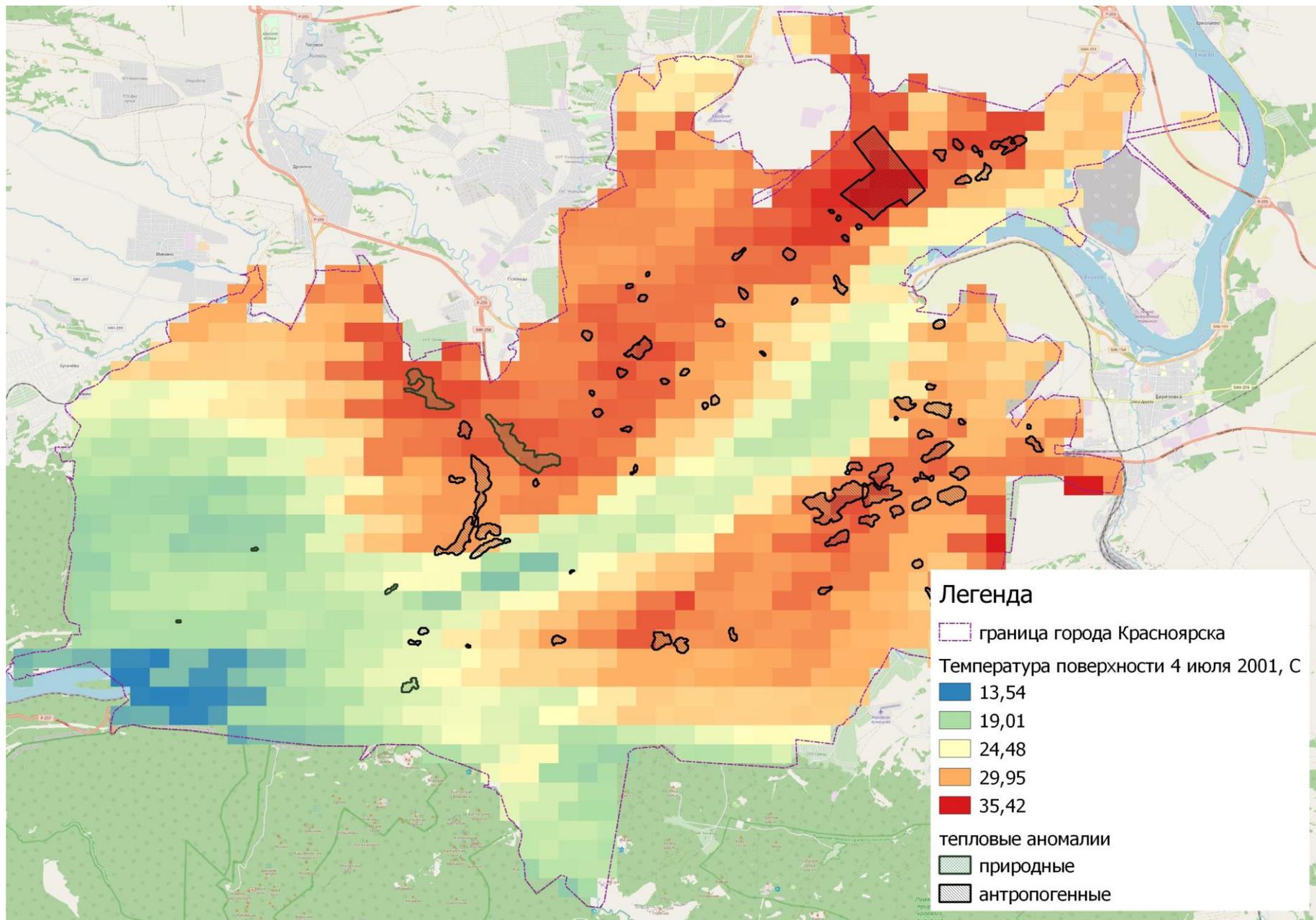


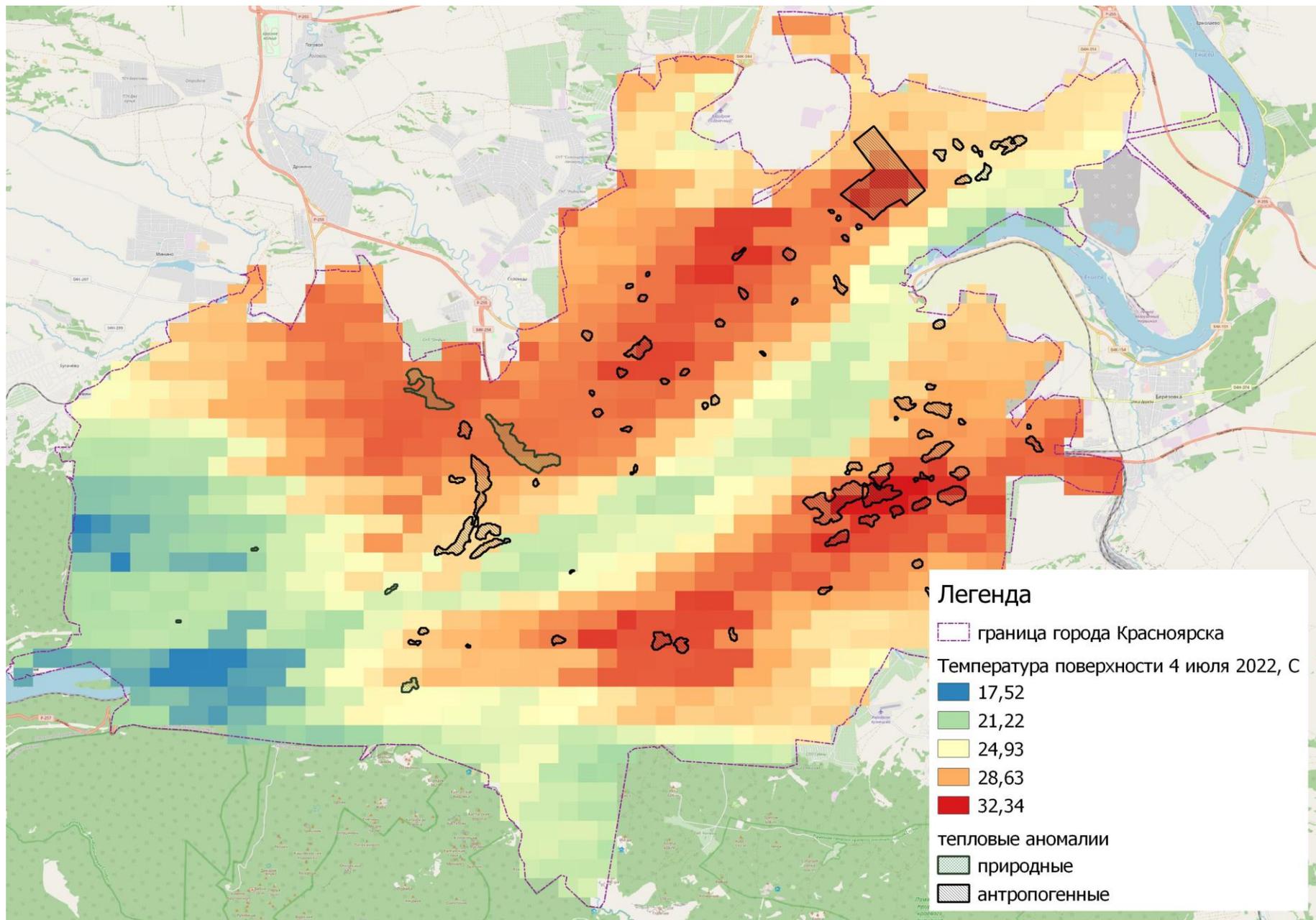
По Landsat 8 с 2013 до 2022 сформированы зоны с тепловыми аномалиями

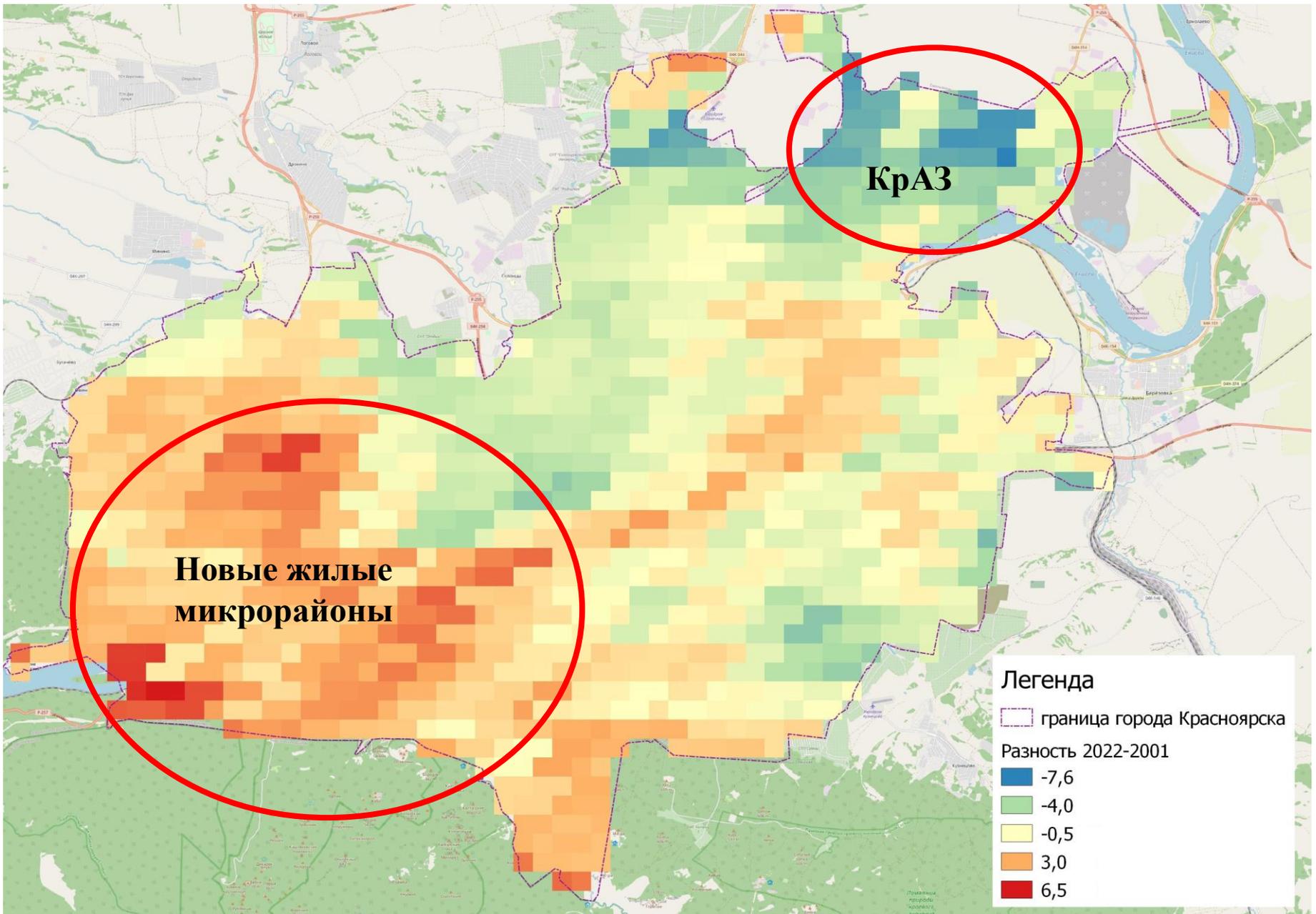
Определение тепловых аномалий по данным Terra MODIS (MOD11A2)

С 2000 по 2022 год по 8 дневным композитам была собрана коллекция из 1000 спутниковых сцен на территорию города Красноярска:

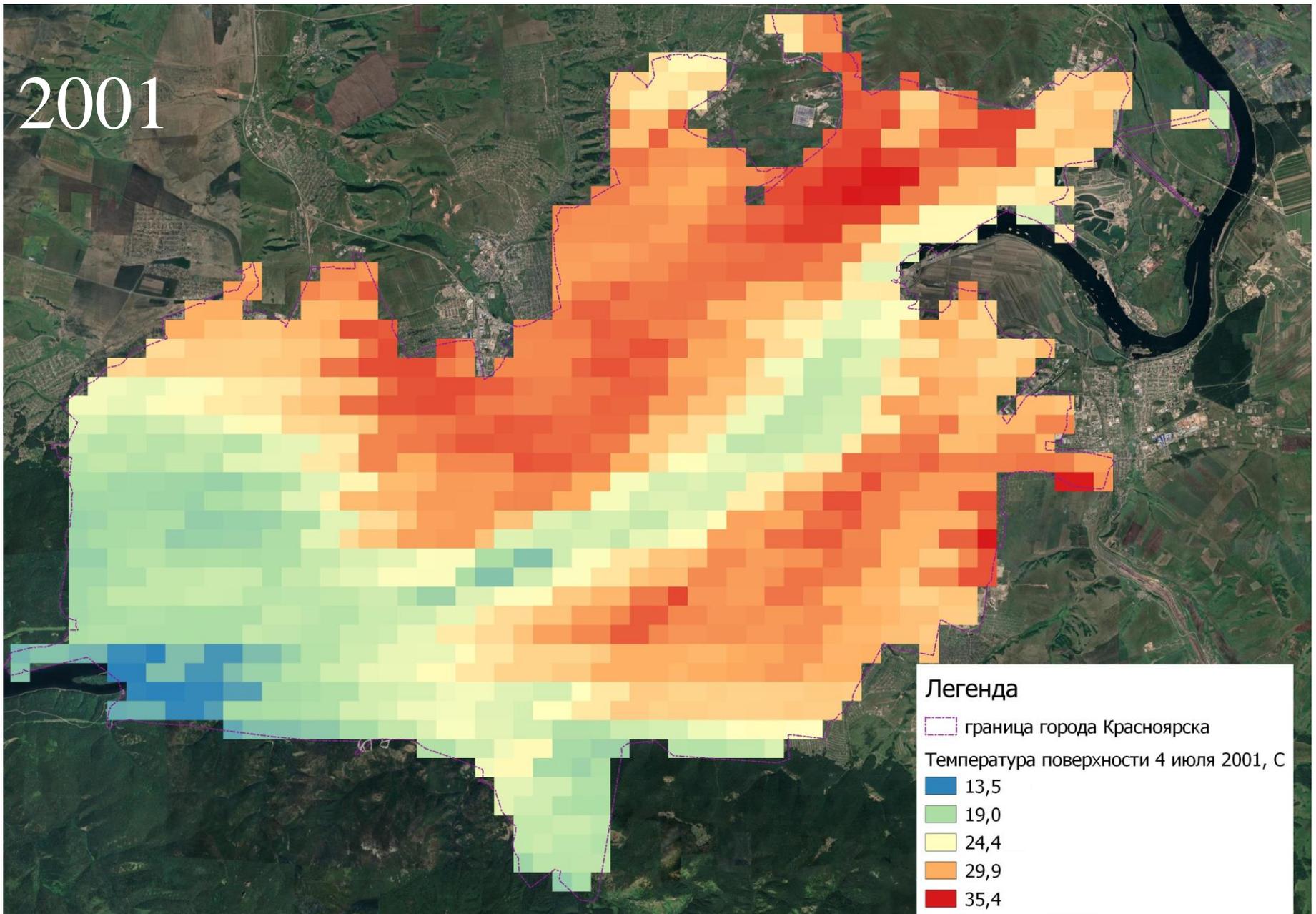
- сравнить тепловые аномалии по данным MODIS и Landsat 8;
- провести анализ изменения тепловых контуров с 2001 до 2022.



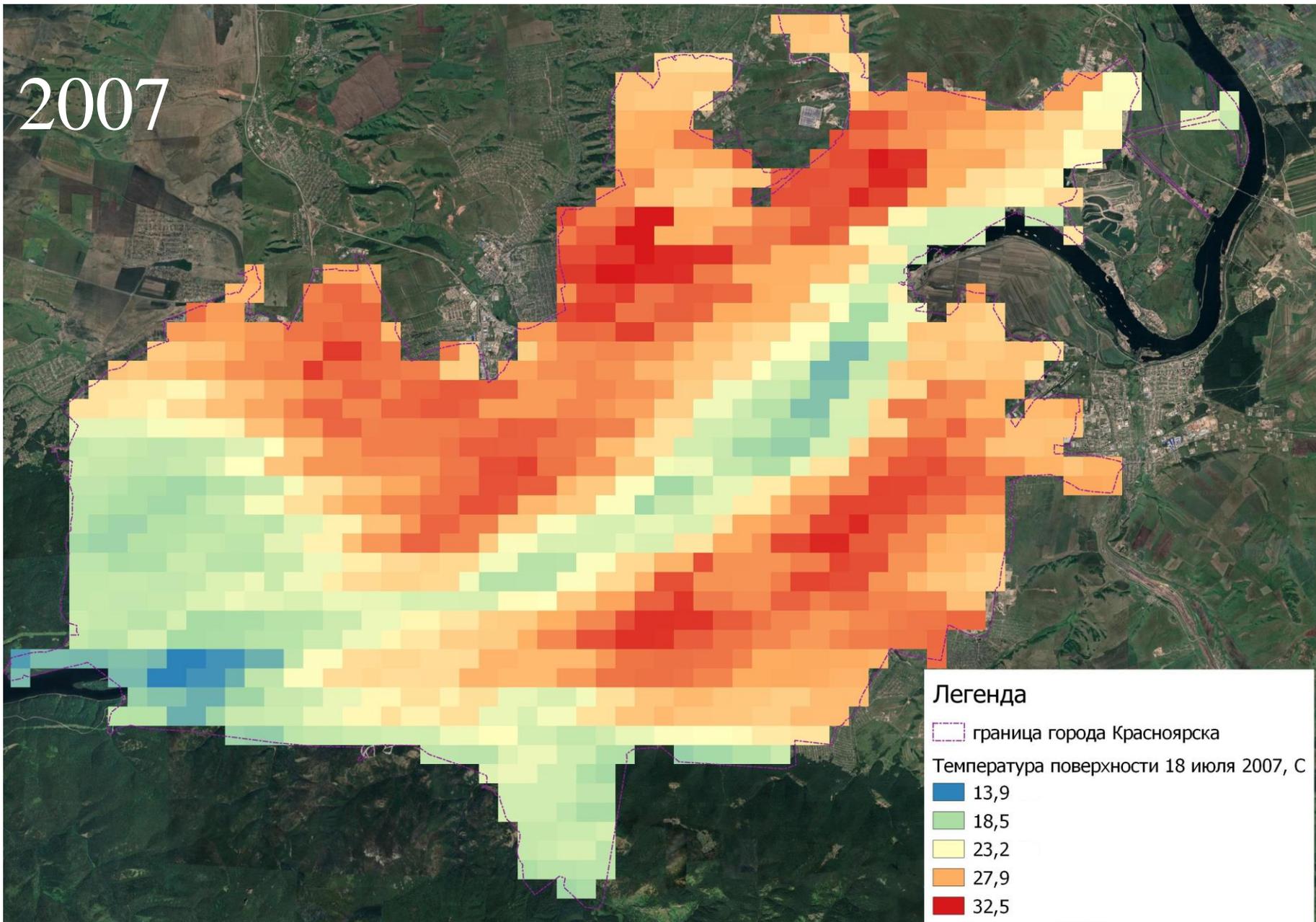




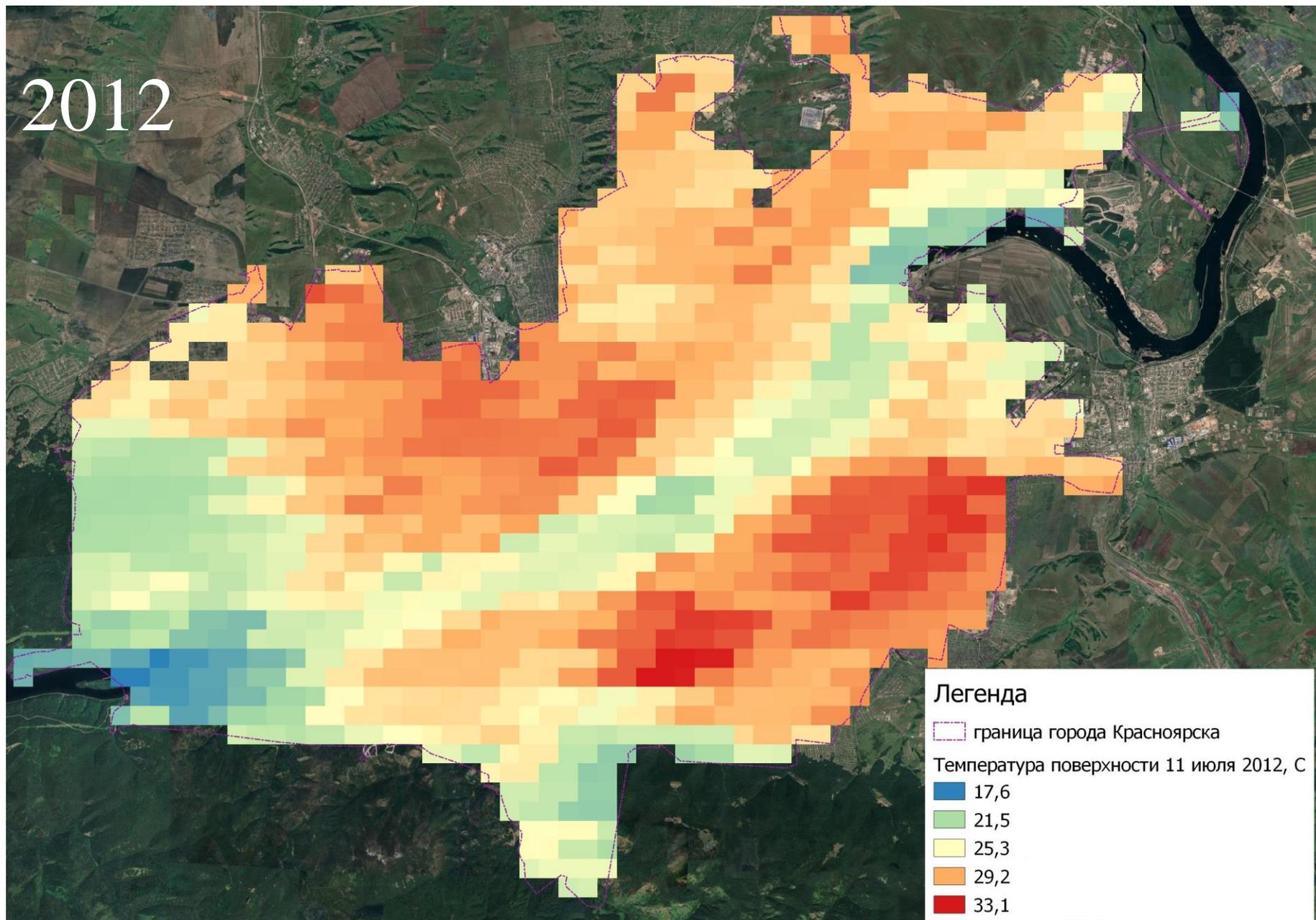
2001



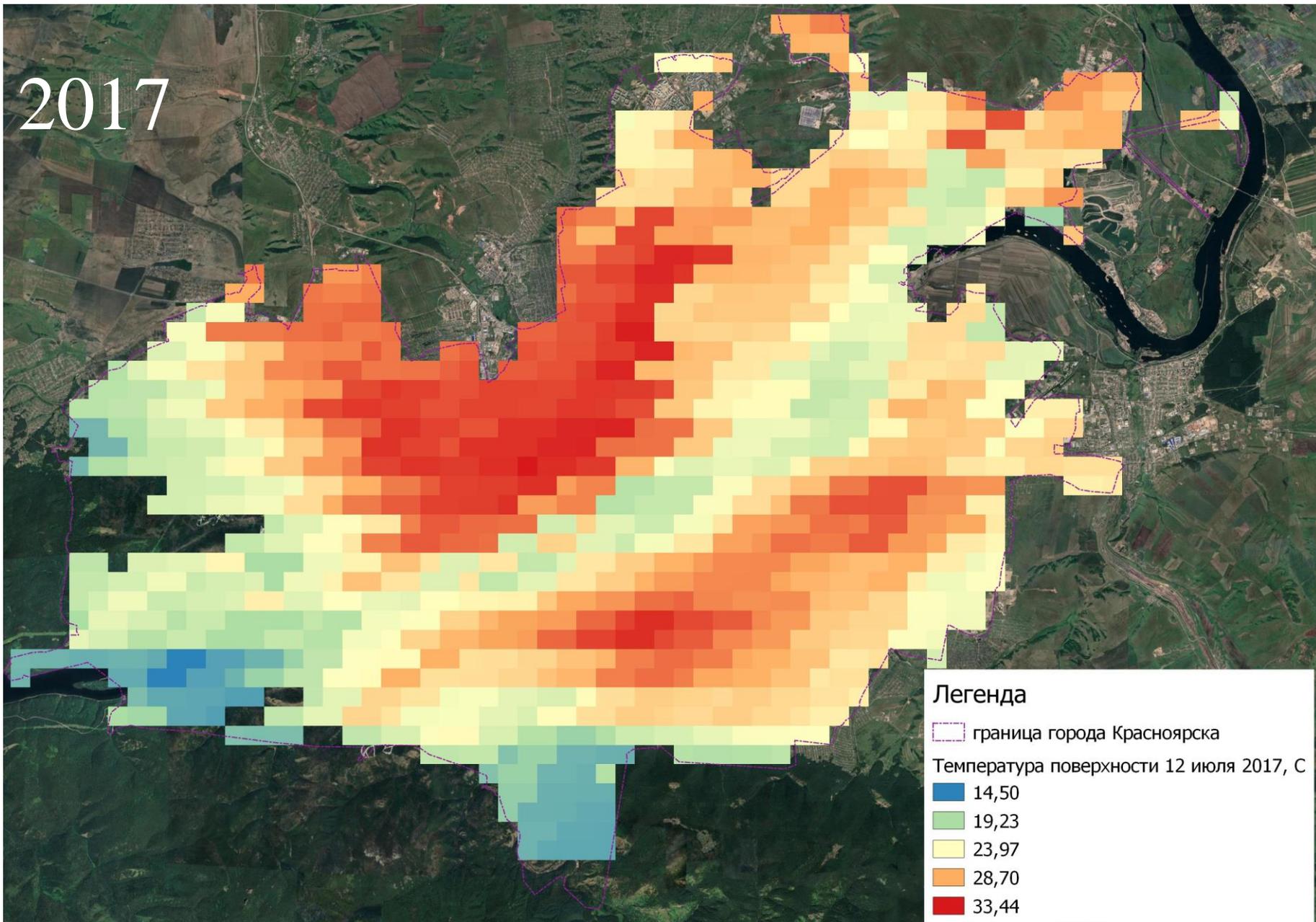
2007



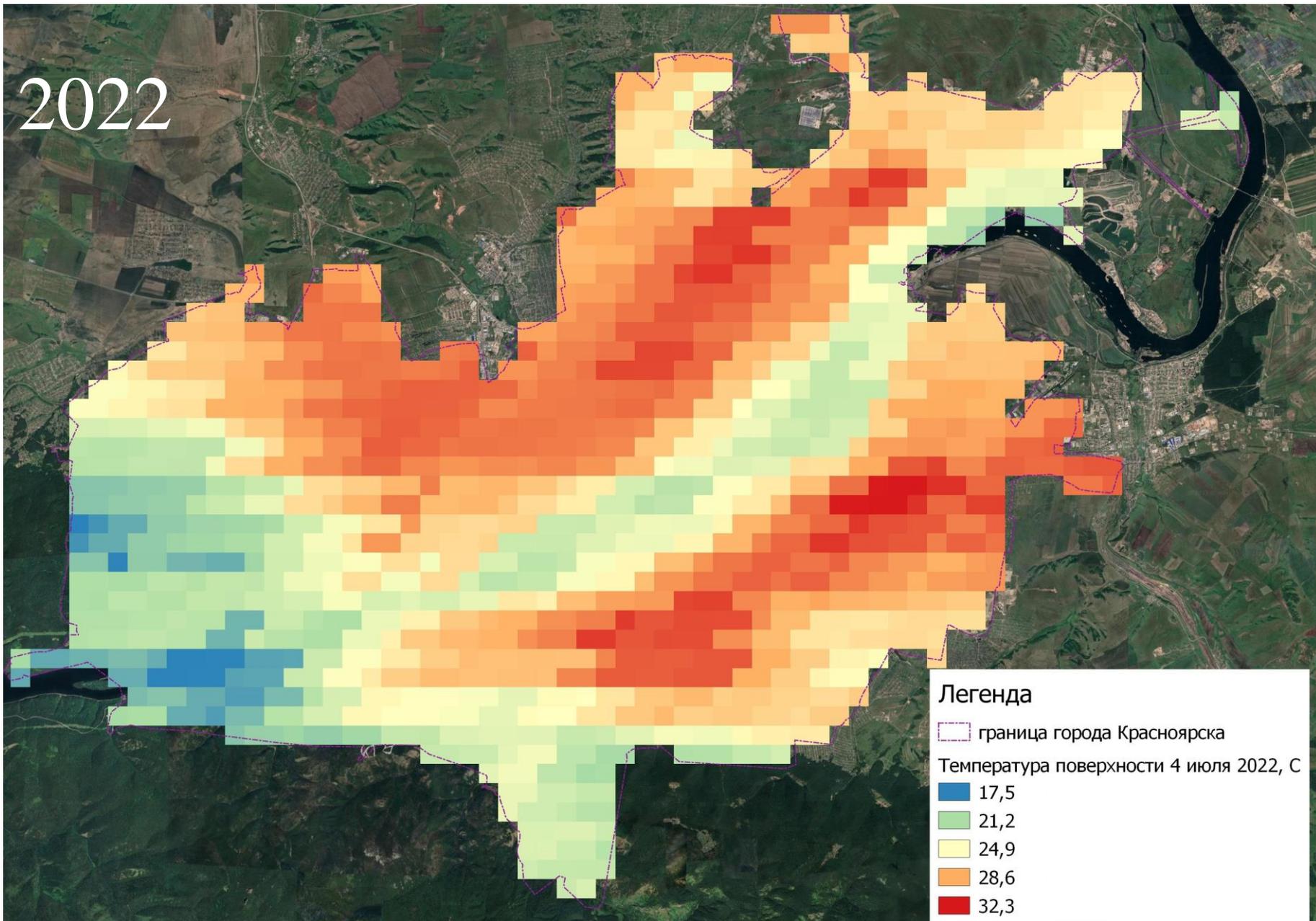
2012



2017



2022



Легенда

— граница города Красноярска

Температура поверхности 4 июля 2022, С

■ 17,5

■ 21,2

■ 24,9

■ 28,6

■ 32,3

Заключение

По тепловым космическим снимкам можно провести оценку тепловых аномалий, возникающих на городской территории. В работе были рассмотрены тепловые аномалии по данным низкого пространственного разрешения с 2000 до 2022 года по данным MODIS (MOD11A1) и среднего Landsat 8 с 2013 до 2021, по ним было проведено сравнение тепловых аномалий городской территории.

По рассмотренным данным наблюдается смещение городских тепловых аномалий с северо-восточной части города на юго-западную. Можно говорить о совпадении контуров тепловых аномалий по данным среднего и низкого пространственного разрешения.

Учитывая пространственно-временной объем данных, требуется продолжать анализ городской территории, так как возможности тепловых космических снимков достаточно широки.

Спасибо за внимание!
