



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

---

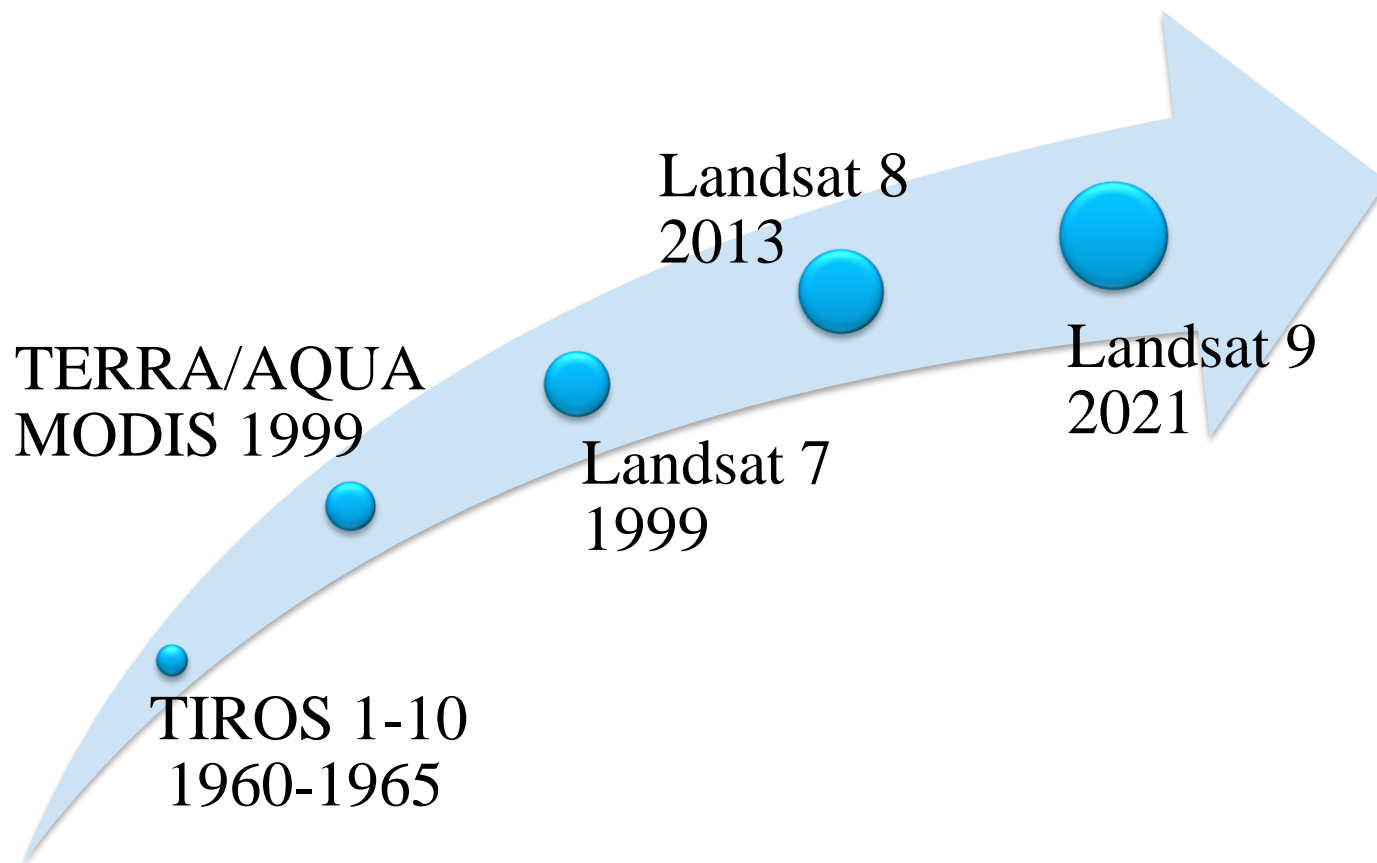
Город, являясь продуктом деятельности человека, представляет собой искусственную среду функционирования которой требует "топлива" и не может обойтись без выброса переработанной продукции. В результате выброса в атмосферу таких "отходов производства", а также ввиду других причин, над городом образуется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



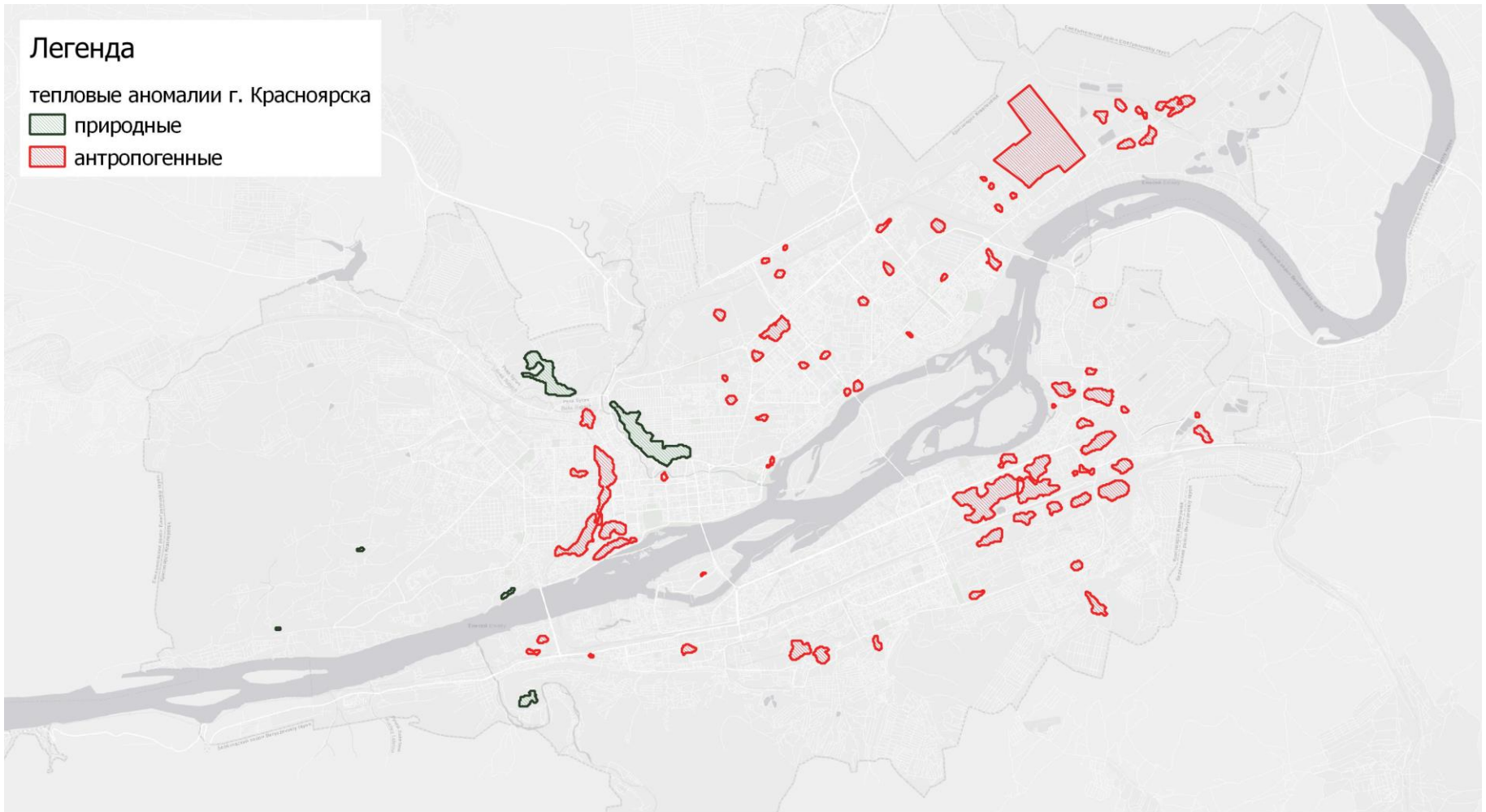
# Определение тепловых аномалий по данным Landsat 8

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

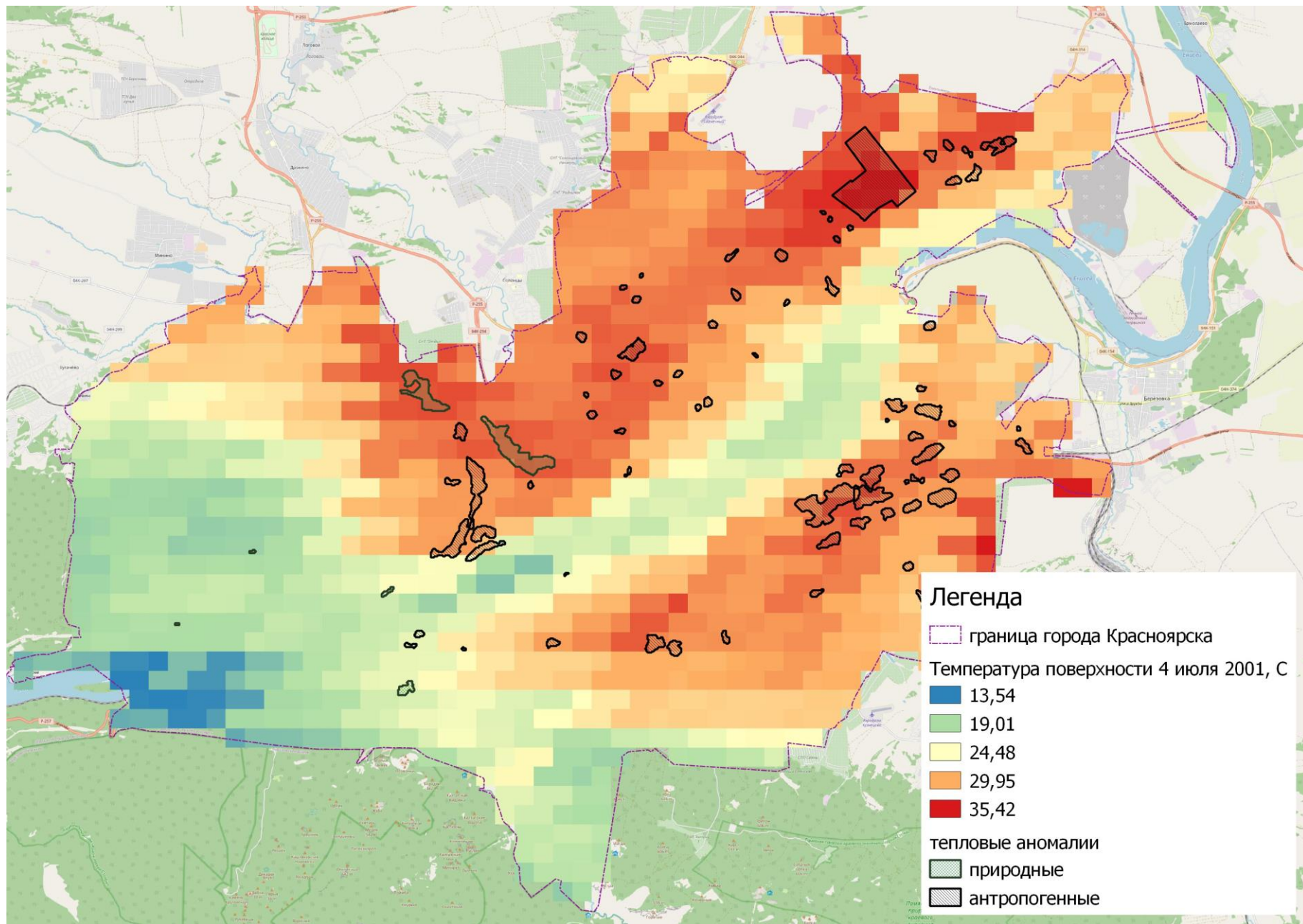


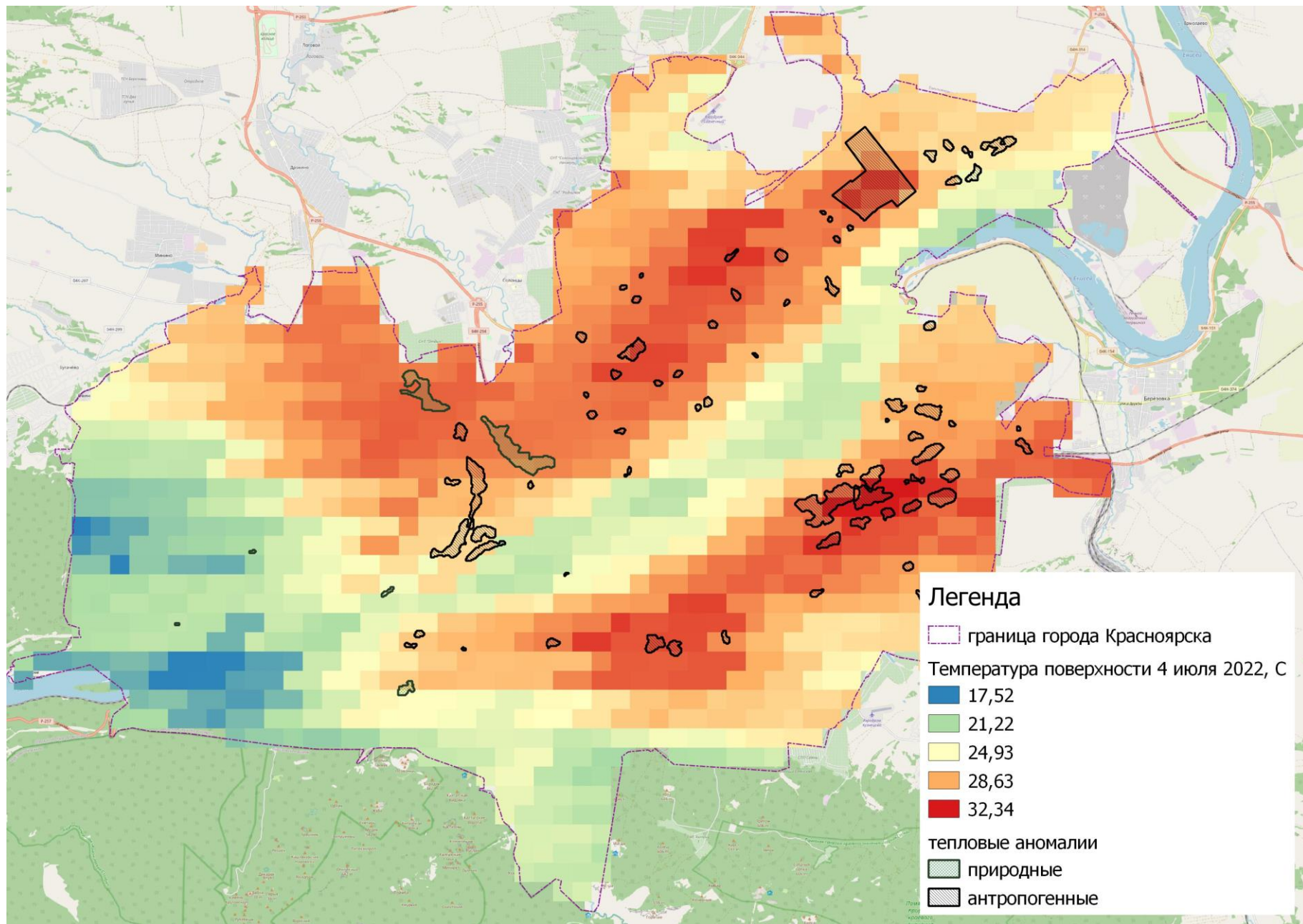
# Определение тепловых аномалий по данным Terra MODIS (MOD11A2)

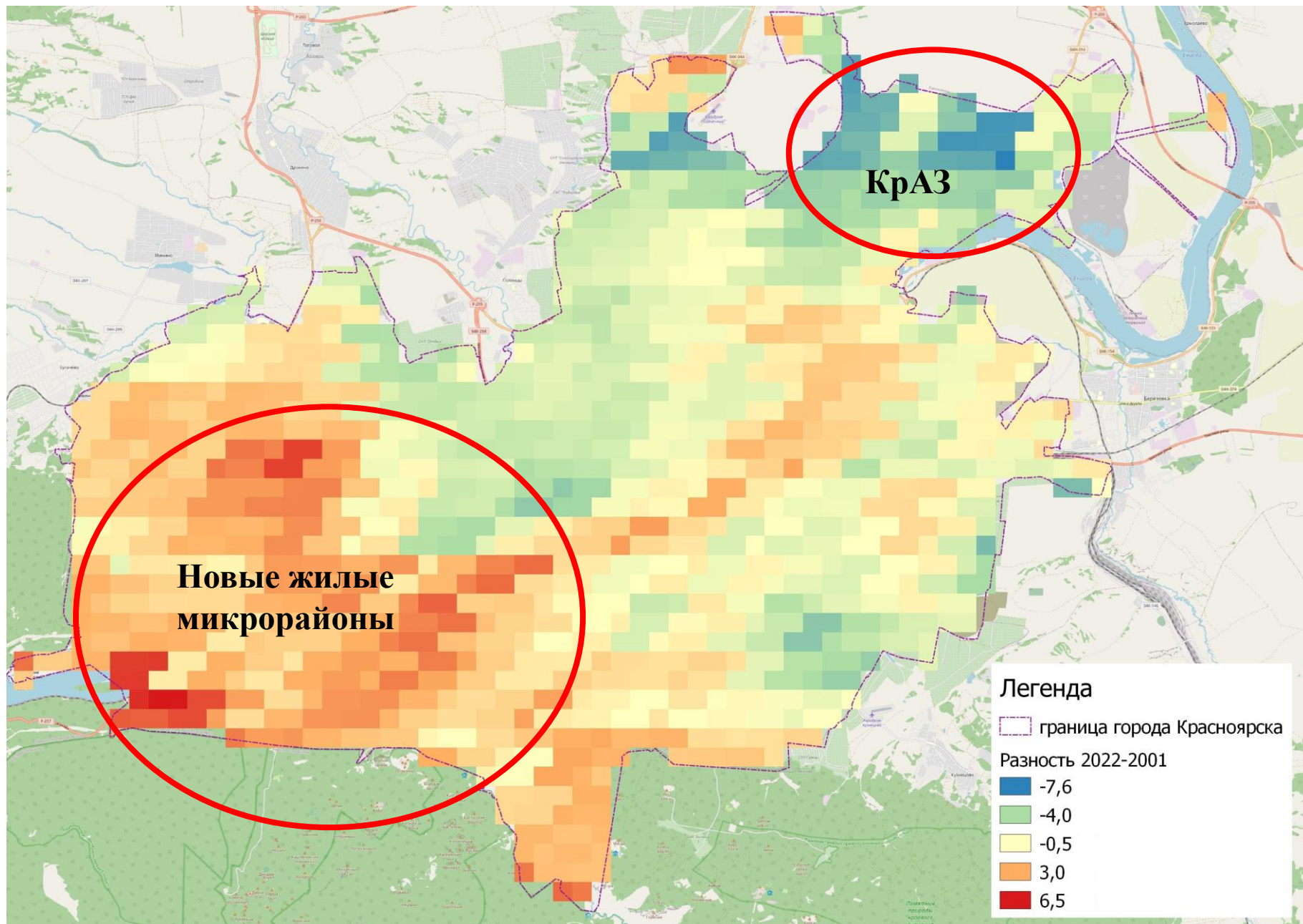
---

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

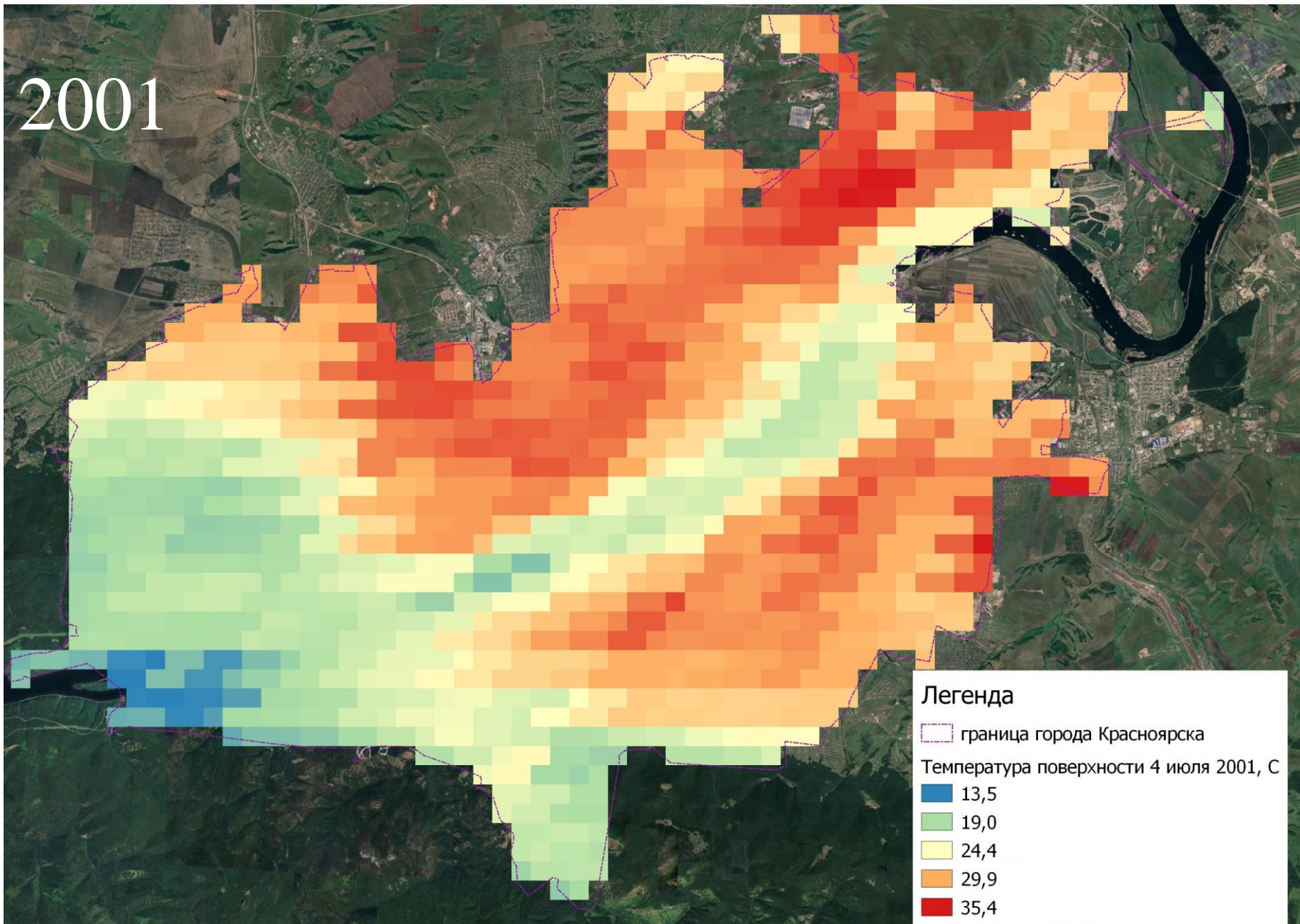
- сравнить тепловые аномалии по данным MODIS и Landsat 8;
- провести анализ изменения тепловых контуров с 2001 до 2022.



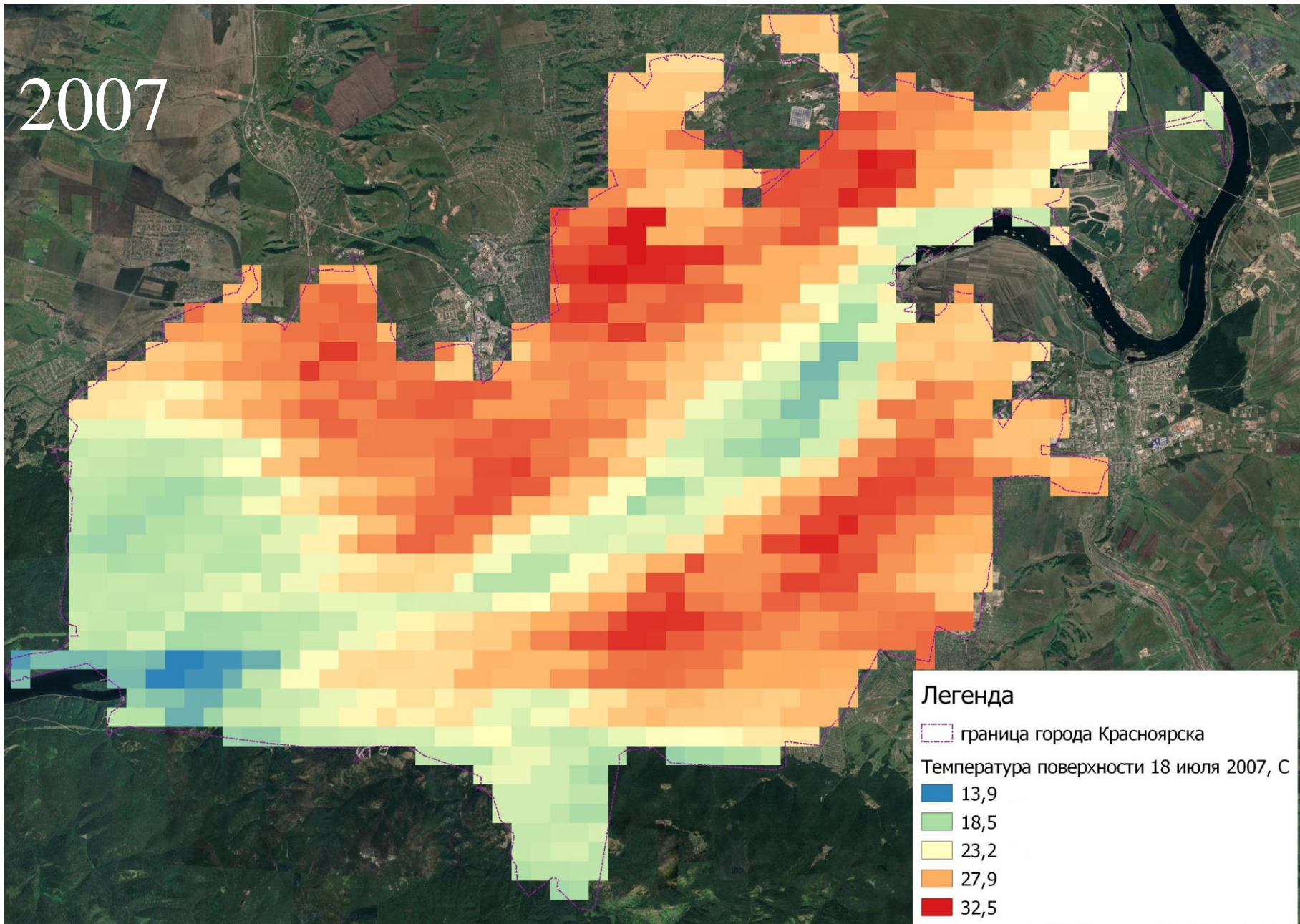




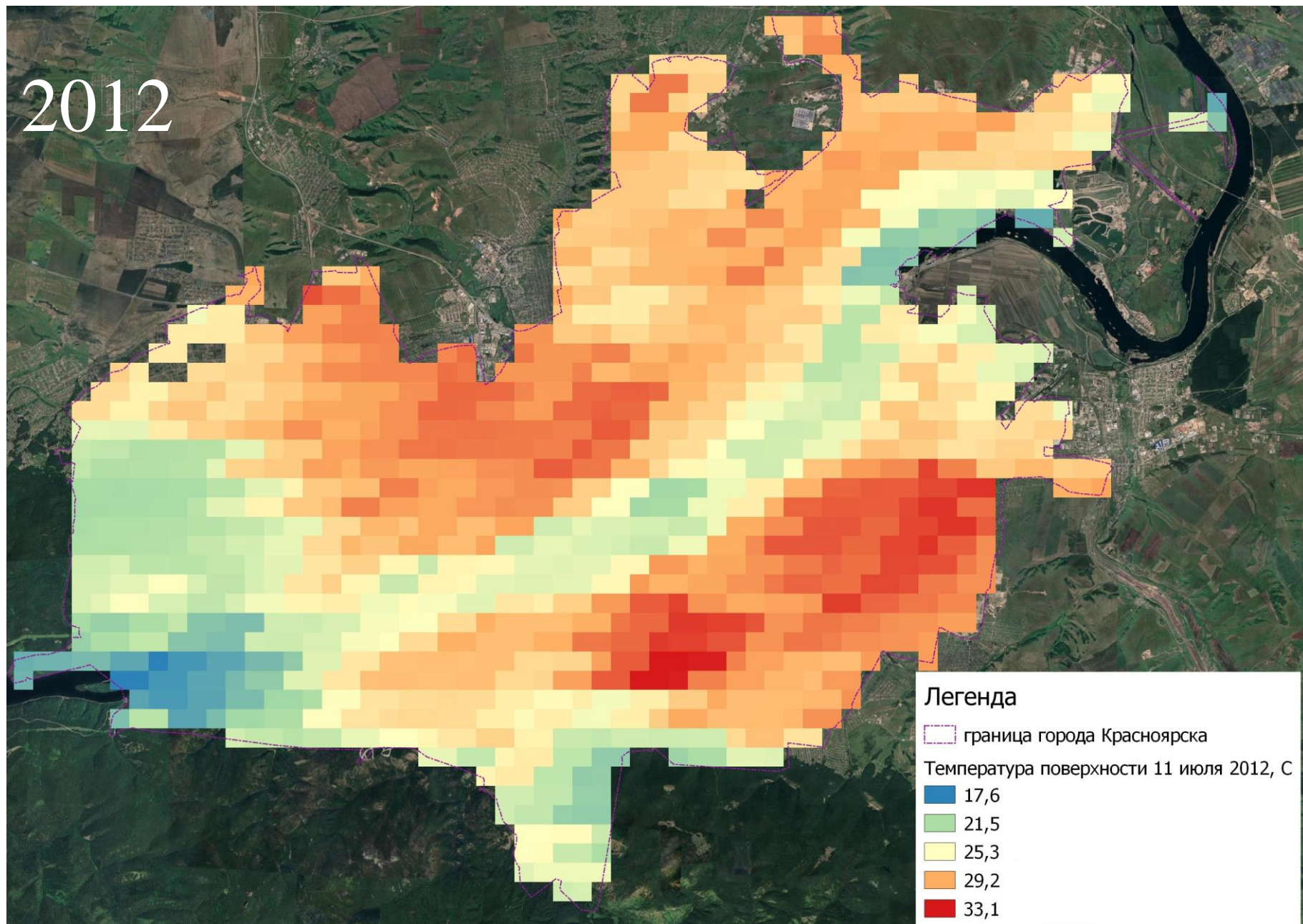
2001



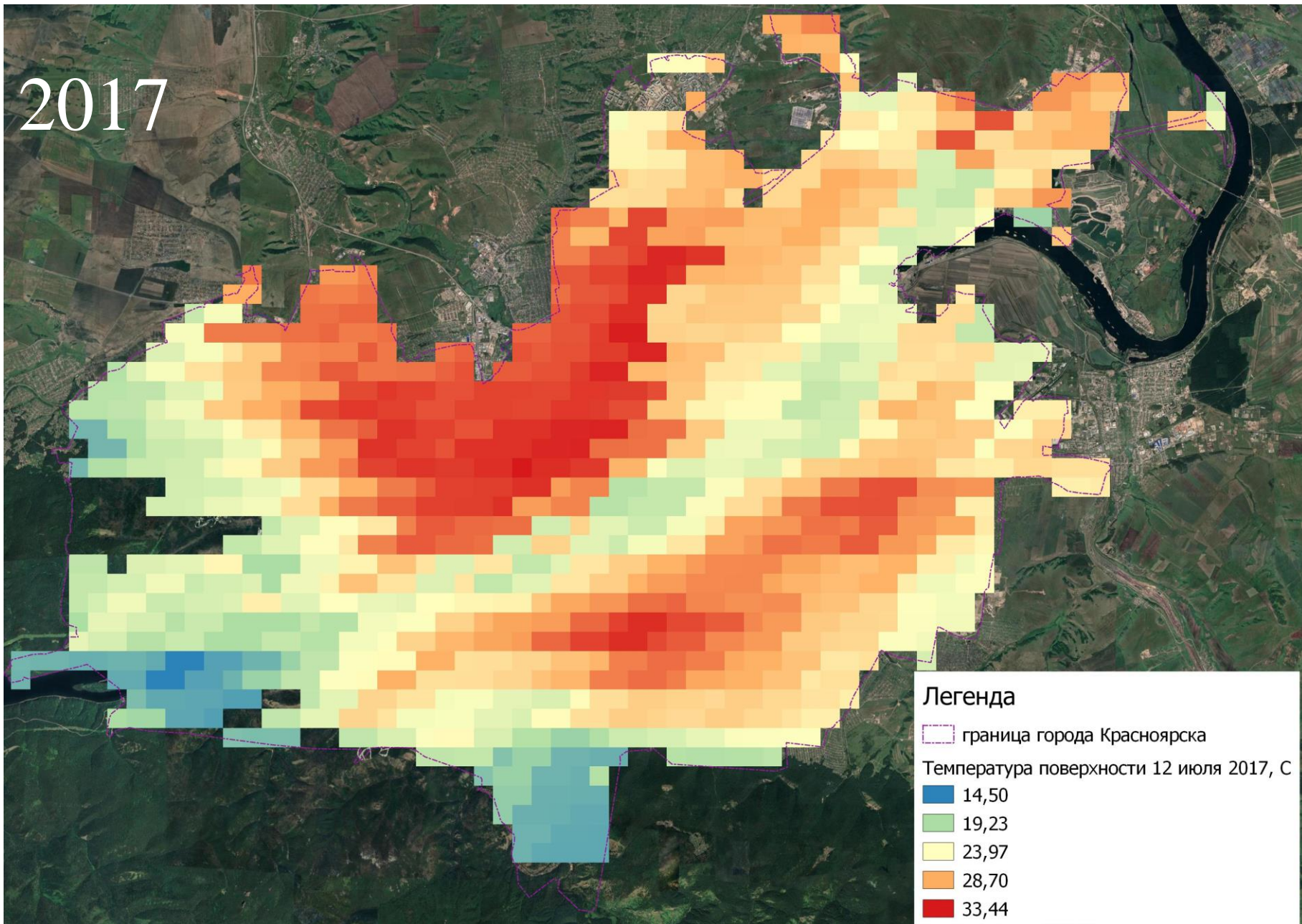
2007



2012

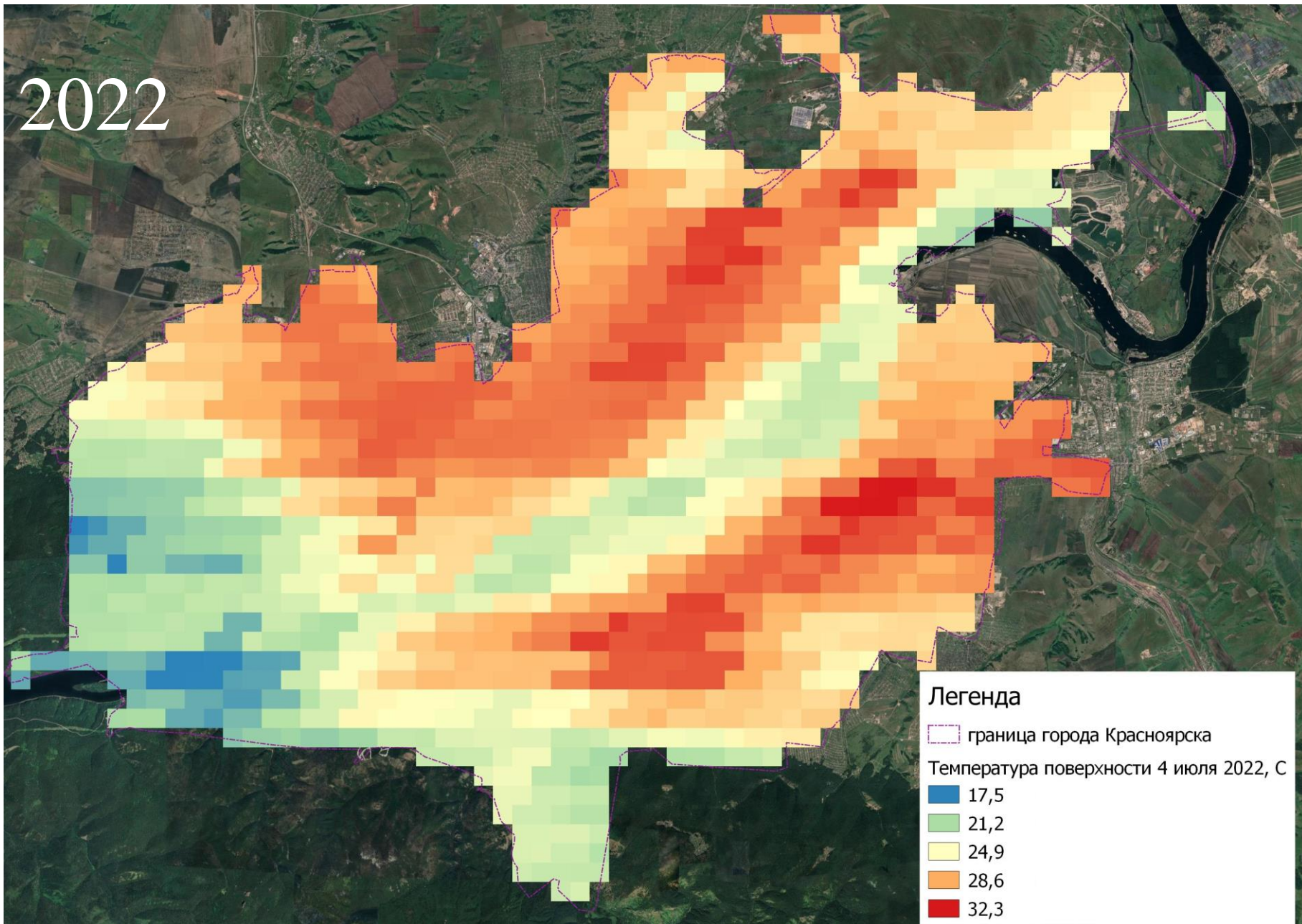


2017





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!**

---