

Оценка состояния растительности по гиперспектральным снимкам PRISMA на примере Ближнего Подмосковья

Васильев П.К., Балдина Е.А.

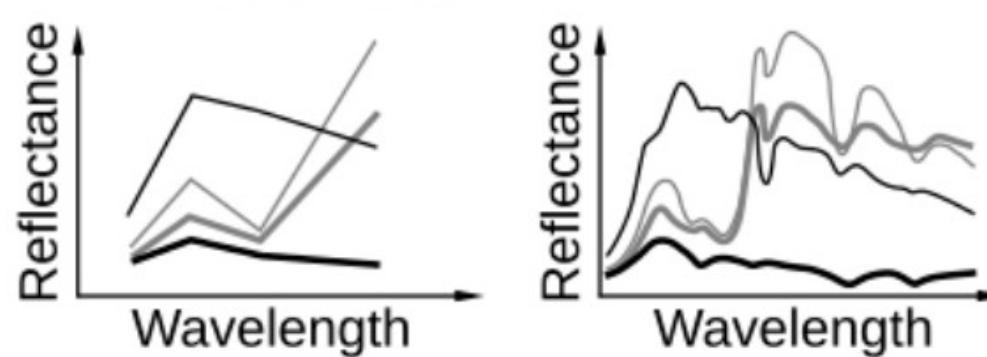
Географический факультет
МГУ им. М.В. Ломоносова,
каф. Картографии и геоинформатики



ГЕОГРАФИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ
МГУ имени М.В. Ломоносова

Особенности исходных данных

Гиперспектральная съемка схожа с многозональной, однако отличается более точной аппроксимацией кривой спектральной яркости (много узких каналов).



- **Отсюда ее особенности:**
- Большой объем данных
- Сильная схожесть каналов
- Зашумленность каналов
- Необходимость доработки/создания новых методов обработки данных

Использованные данные

Снимок PRISMA: Подмосковье (Внуково, Селятино, Троицк), 22 июня 2021 г., 25 августа 2022 г.

Параметры снимка:

- **239** каналов, **400–2500** нм,
~**12** нм каждый
- простр. разр.: **30** м
- радиом. разр.: **12** бит

Непригодны из-за шума:

1349 – 1438 нм

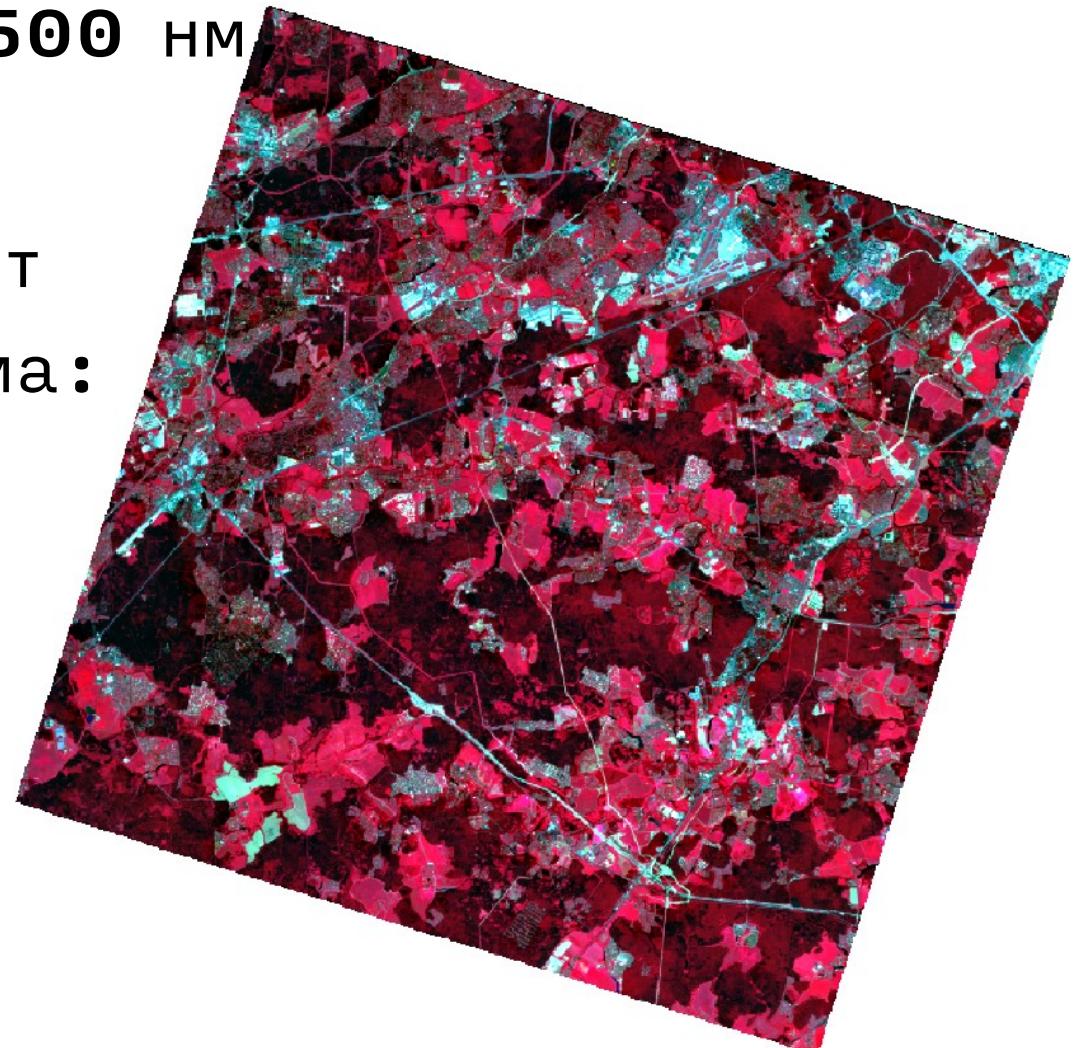
1803 – 1941 нм

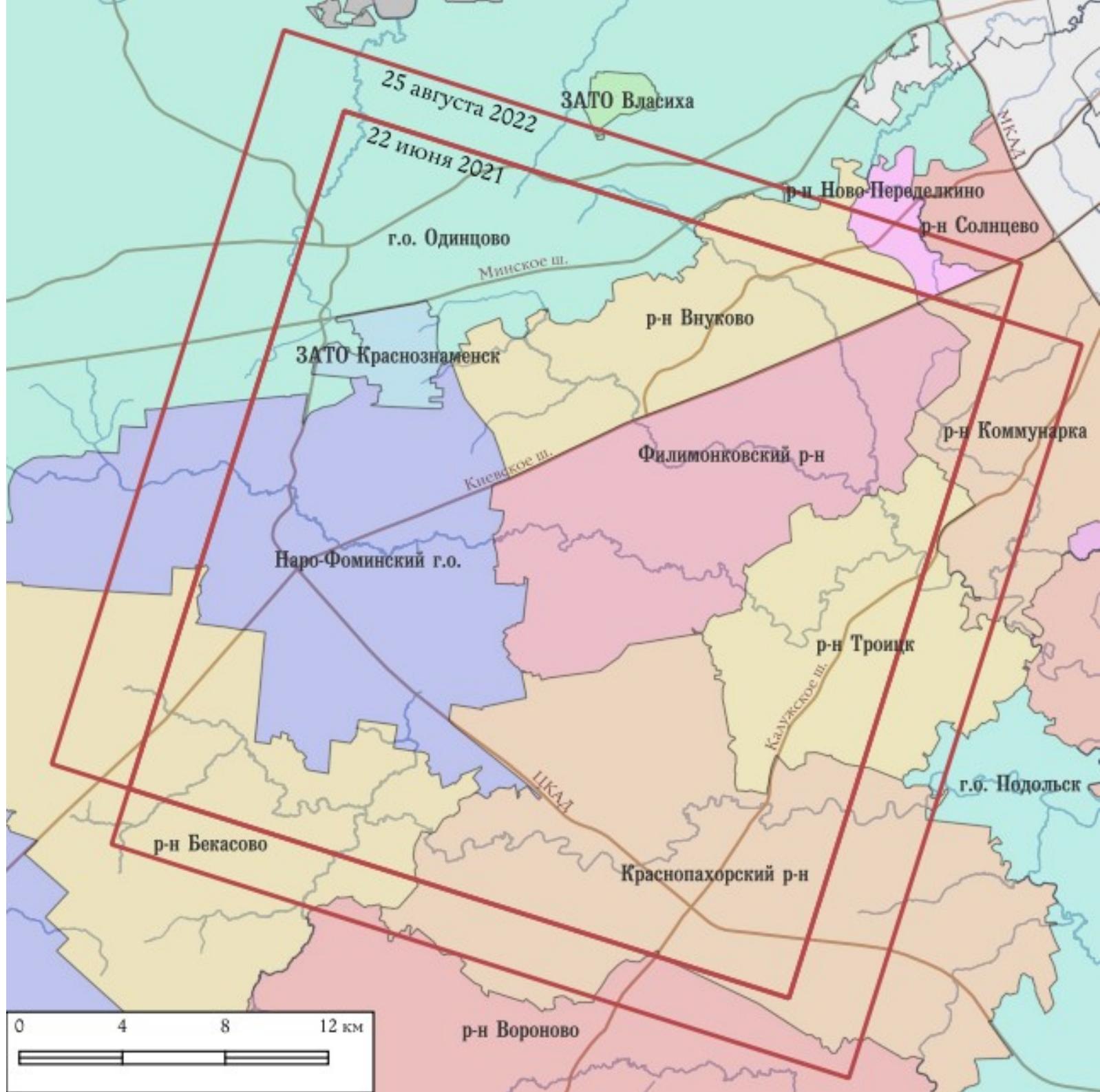
2463 – 2495 нм

R 775 нм

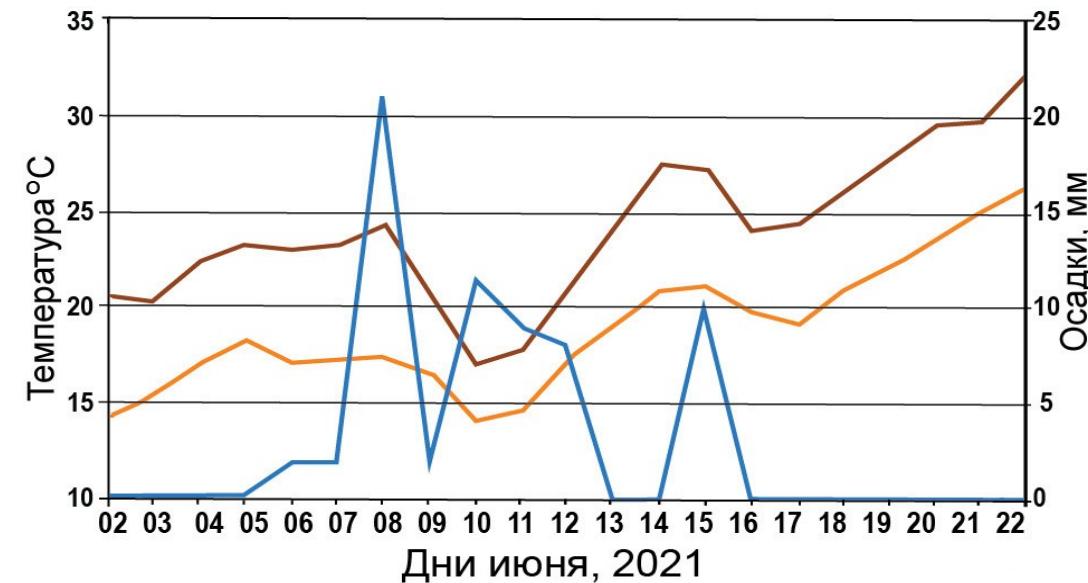
G 655 нм

B 567 нм



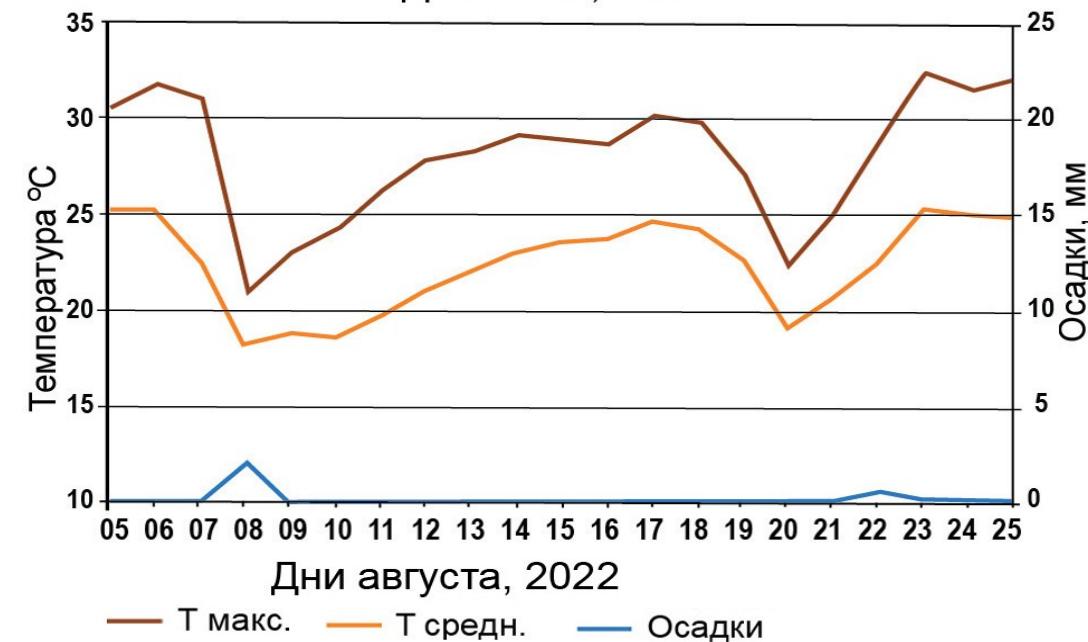


Метеорологические факторы, влияющие на состояние растительности



3 недели, Июнь 2021:
Осадков: 60 мм
Средняя темп.: 20,3 С

Погода немного теплее нормы



3 недели, Август 2021:
Осадков: 3 мм
Средняя темп.: 22,5 С

Засуха

Показатели оценки состояния растительности

Вычислялись показатели, связь которых с состоянием растительности известна по литературным источникам:

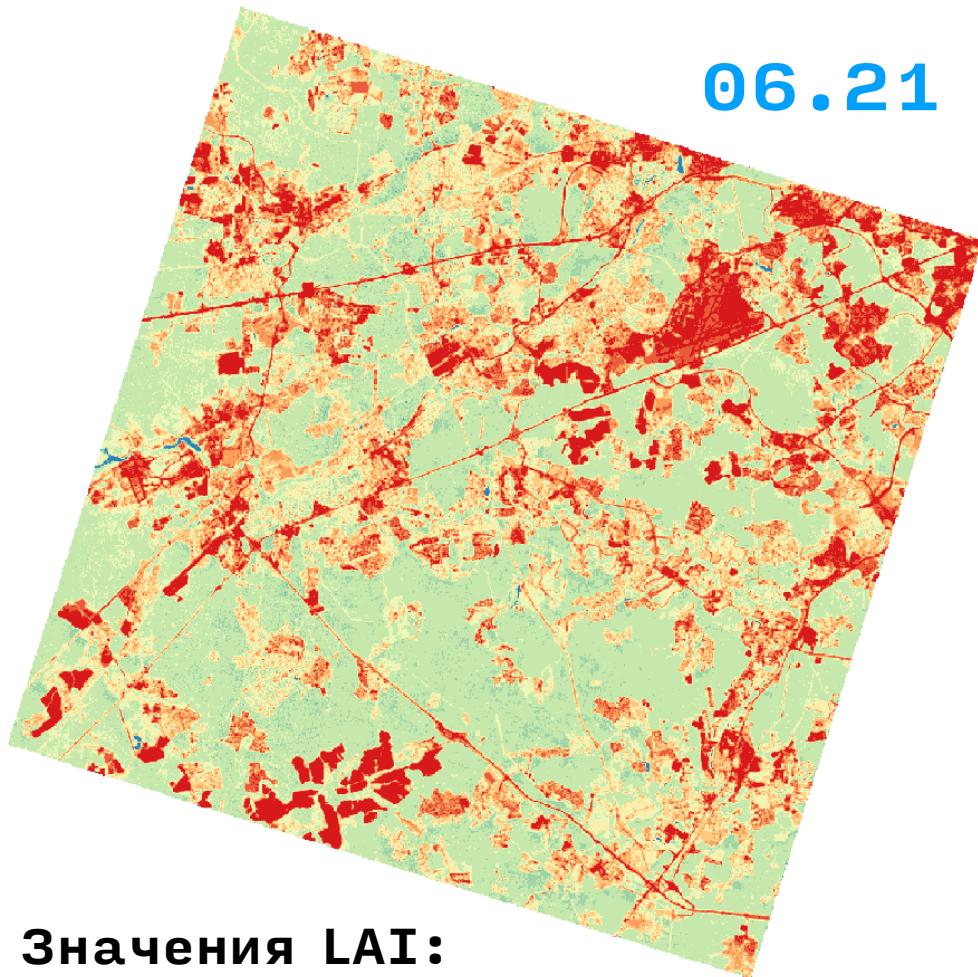
- **LAI (Leaf Area Index):** общая активность растений. При растительном стрессе **снижается**.
- **Содержание хлорофилла:** активность фотосинтеза, не зависит от LAI. При растительном стрессе **снижается**.
- **Содержание антиоксидантов:** защита хлорофилла от окисления. При растительном стрессе **растет**.
- **Содержание каротиноидов:** защита хлорофилла от окисления. При растительном стрессе **растет**.
- **Влагосодержание:** состояние растительности. При засухе **снижается**.

Показатели рассчитаны для двух снимков, также рассчитывался растр разности.

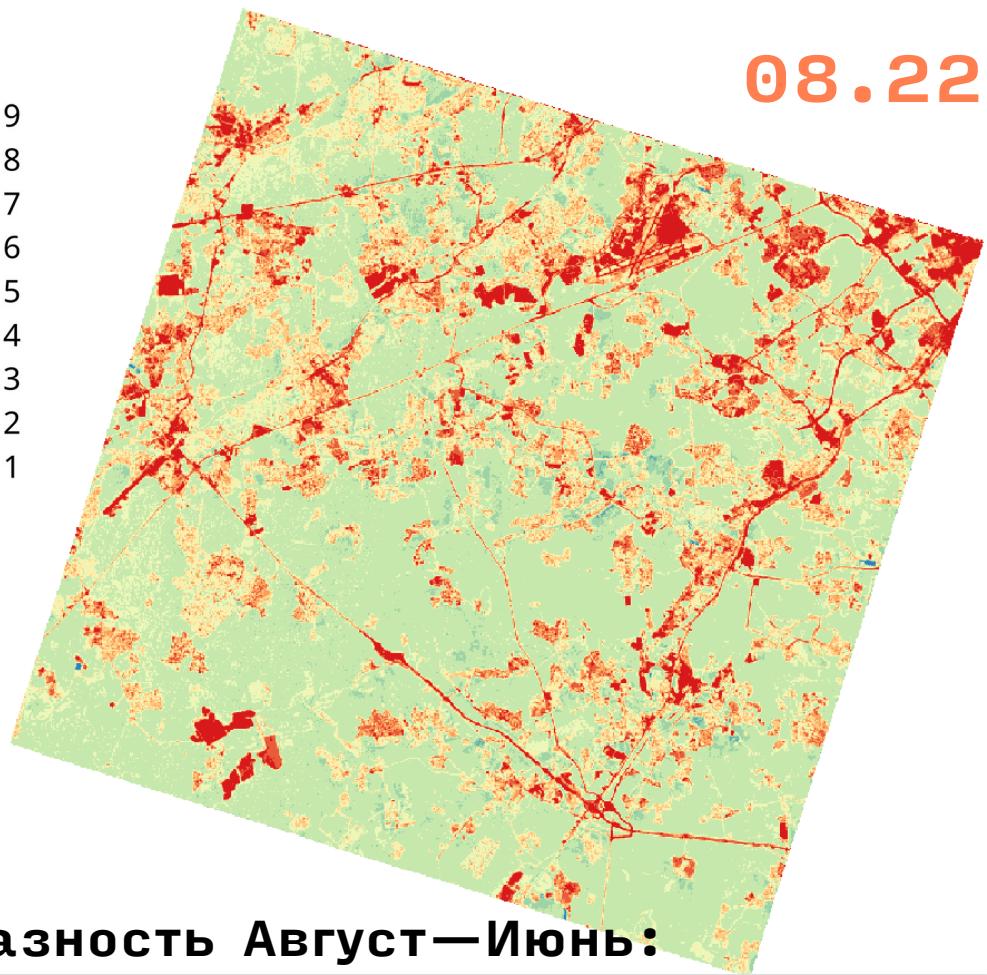
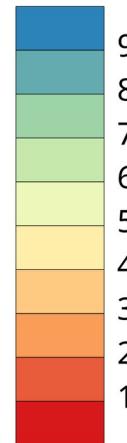
LAI

$$MTVI\ 2 = \frac{1,5(1,2(R_{800} - R_{550}) - 2,5(R_{670} - R_{550}))}{\sqrt{(2R_{800} + 1)^2 - (6R_{800} - 5\sqrt{R_{670}}) - 0,5}}$$

$$LAI = 0,2227 e^{3,6566 MTVI\ 2}$$



06.21



08.22

Значения LAI:

Леса: 5,9–6,3 / 6,0–6,5

Антропогенные: 0–2

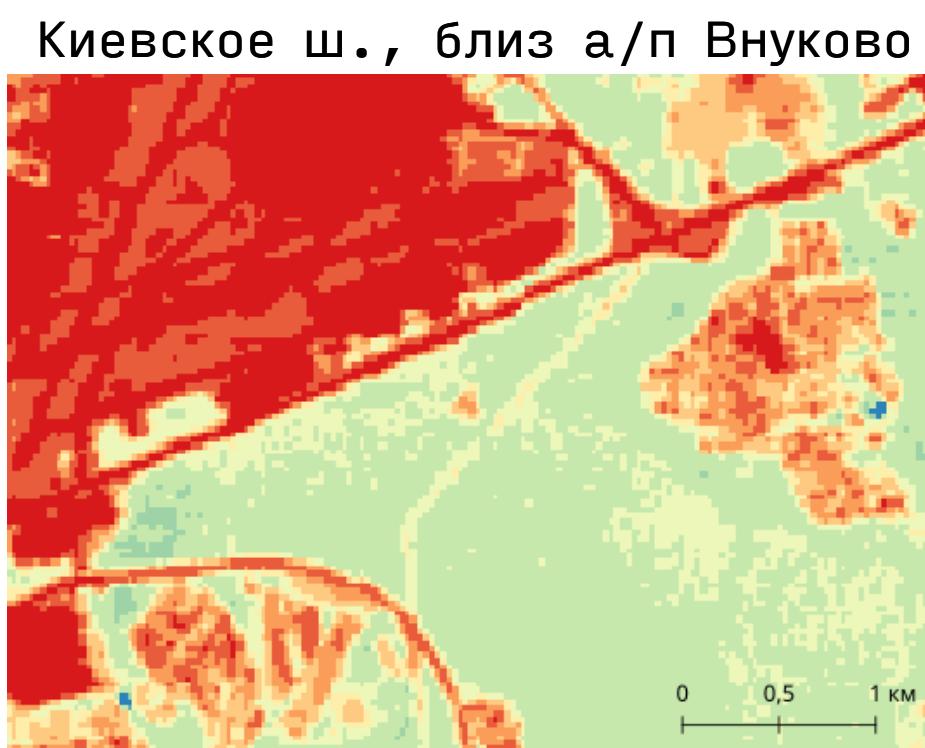
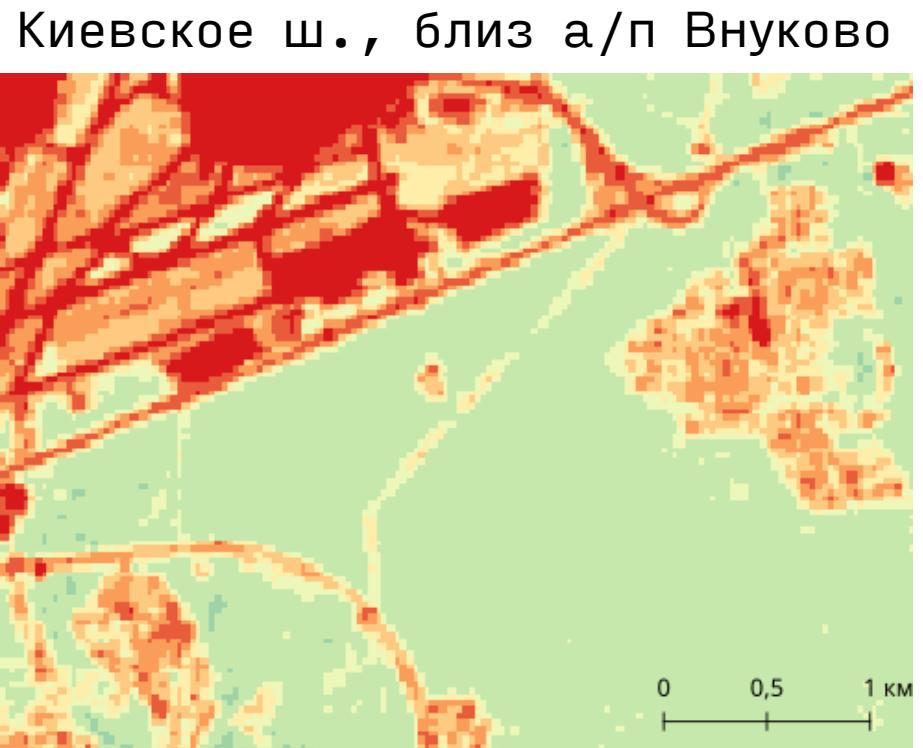
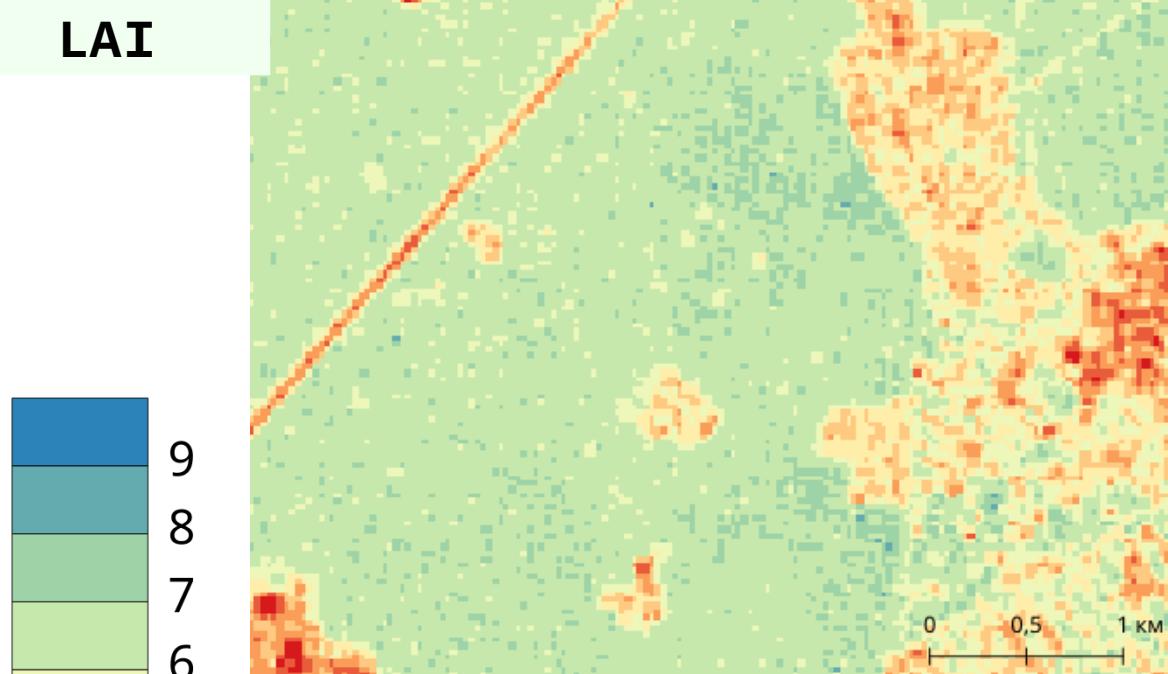
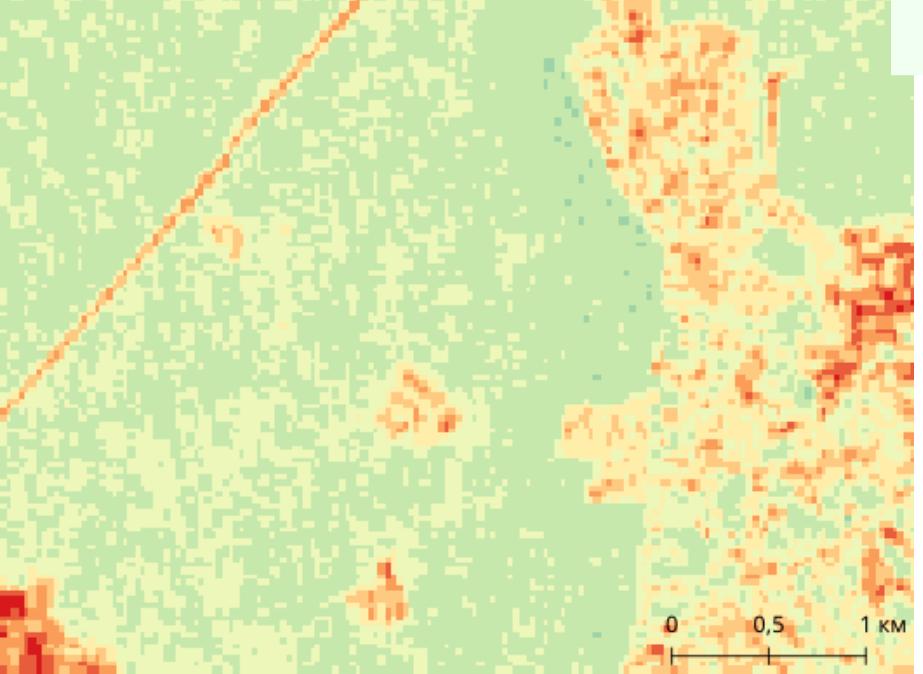
Поля: 1–6 / 1–8, в зависимости от стадии обработки

Шум: от ±0,1 (луга, газоны) до ±0,4 (хвойные леса)

Разность Август–Июнь:

Леса: от -0,1 (липняк)
до +0,4 (хвойные)

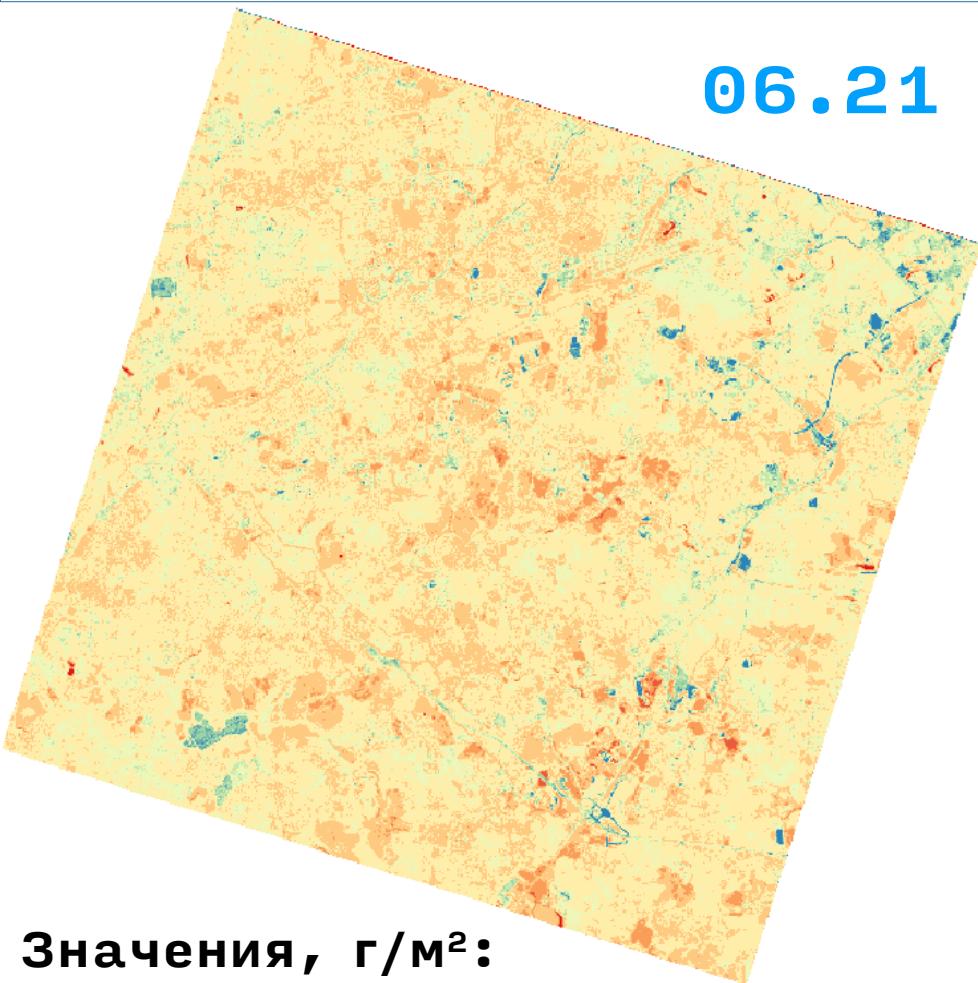
Растительность населенных пунктов:
от -2 до -1
(особо хорошо видно на примере газона а/п Внуково)



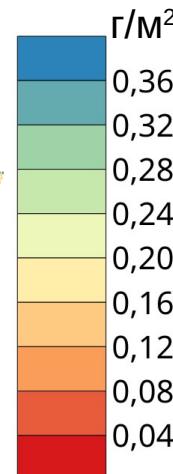
Хлорофилл

$$CI_{rededge} = \left(\frac{R_{783}}{R_{705}} \right) - 1$$

$$LCC = \frac{0,5176 CI_{rededge}}{LAI}$$



06.21

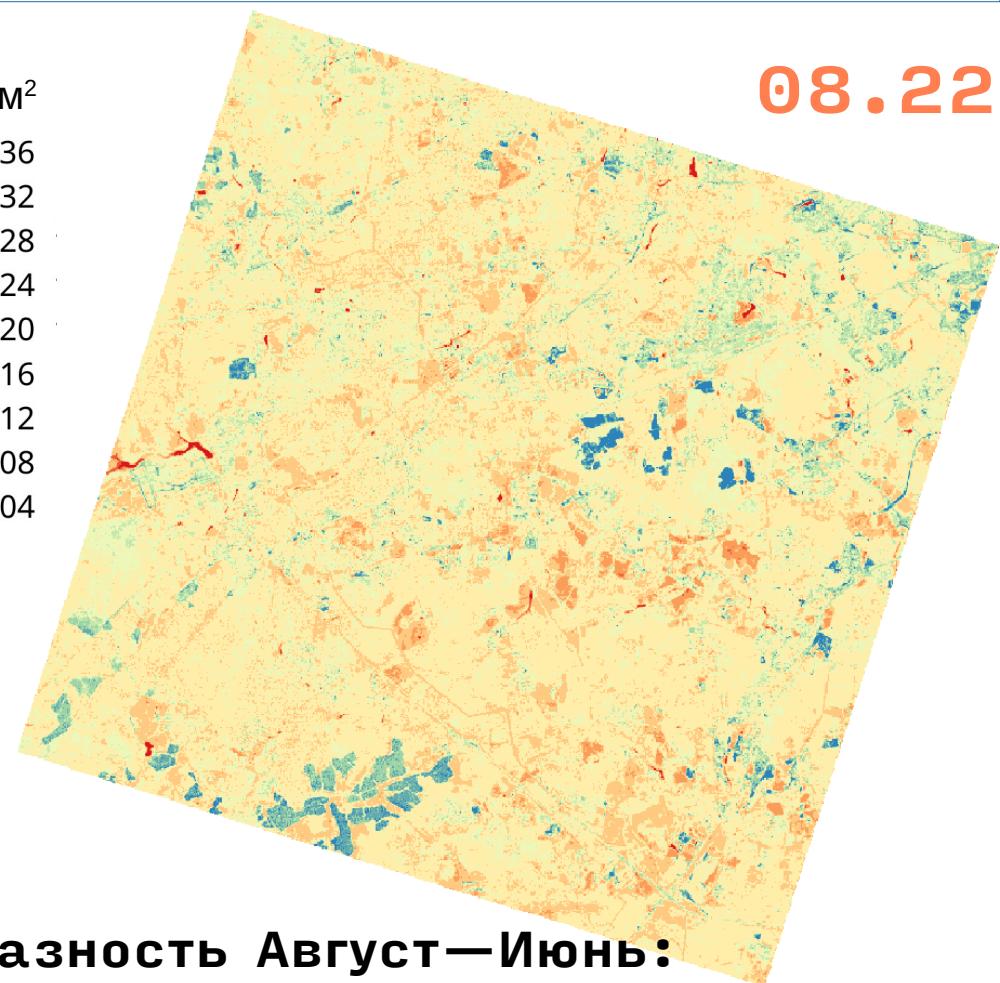


Значения, г/м²:

Хвойные: 0,15–0,16 / 0,15–0,17
Липняк: 0,21–0,23 / 0,17–0,19

Смешанные: промежуточные
значения в оба периода

Почва/бетон: > 0,3 (неверные
значения из-за низкого LAI)



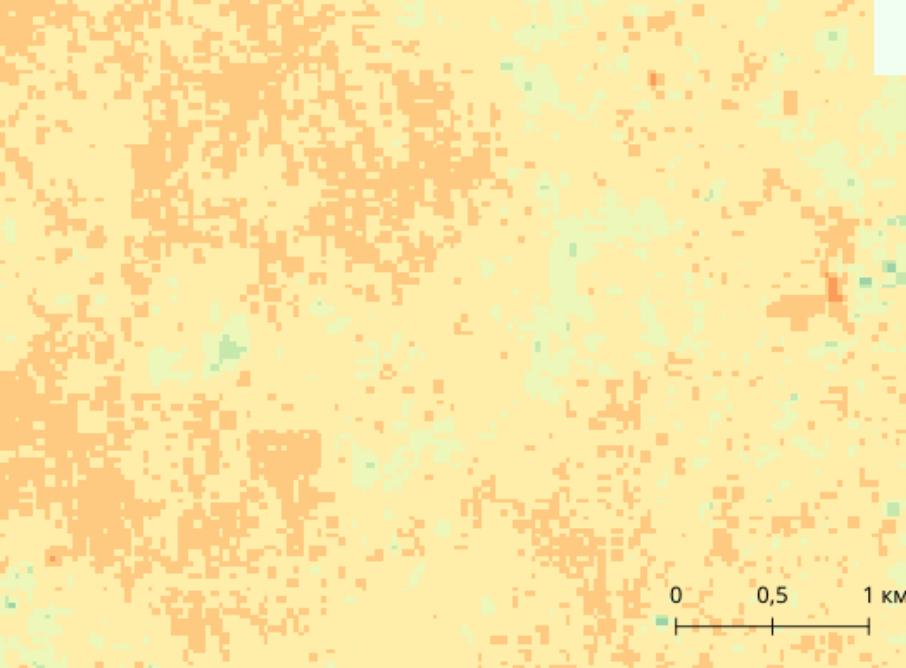
08.22

Разность Август–Июнь:

Хвойные: -0,01 – +0,02
Липняк: -0,06 – -0,04

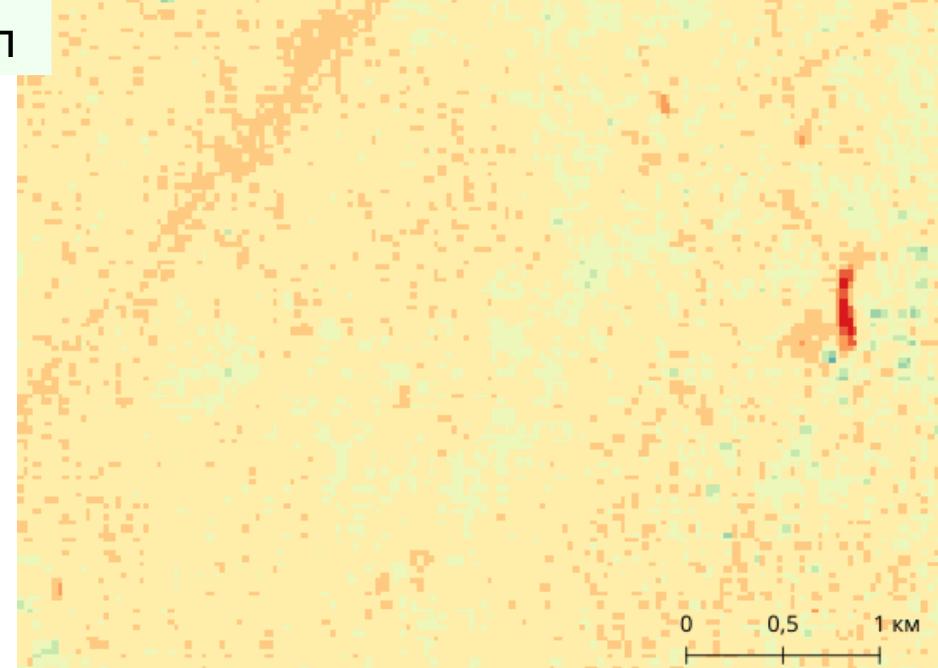
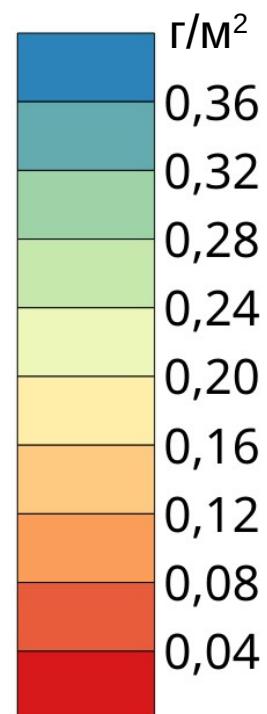
Смешанные: промежуточные
значения в оба периода

Хлорофилл



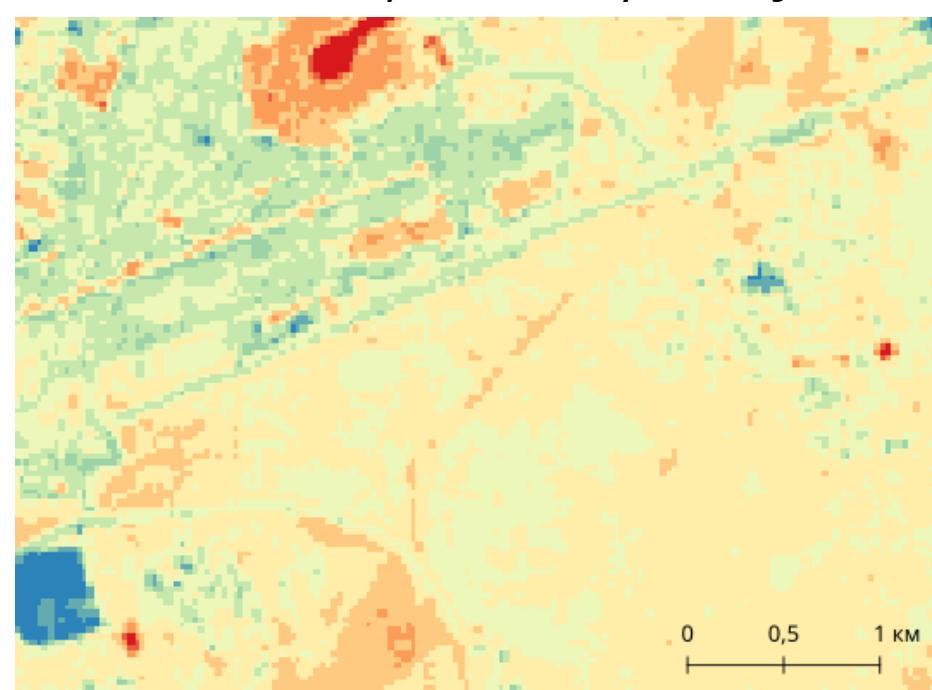
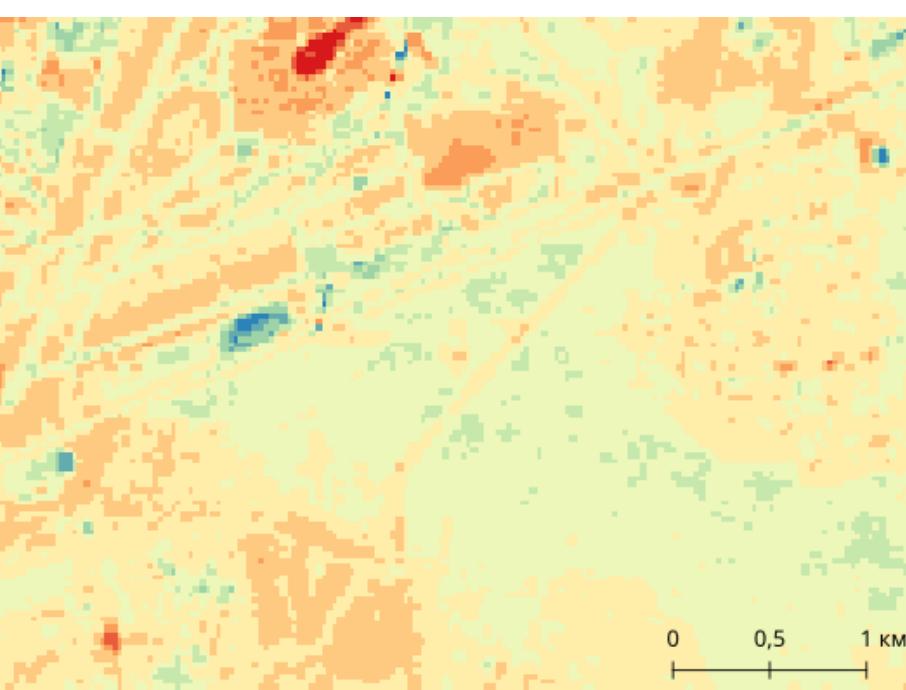
Киевское ш., к ЮВ от Селятино
Июль 2021

Киевское ш., близ а/п Внуково



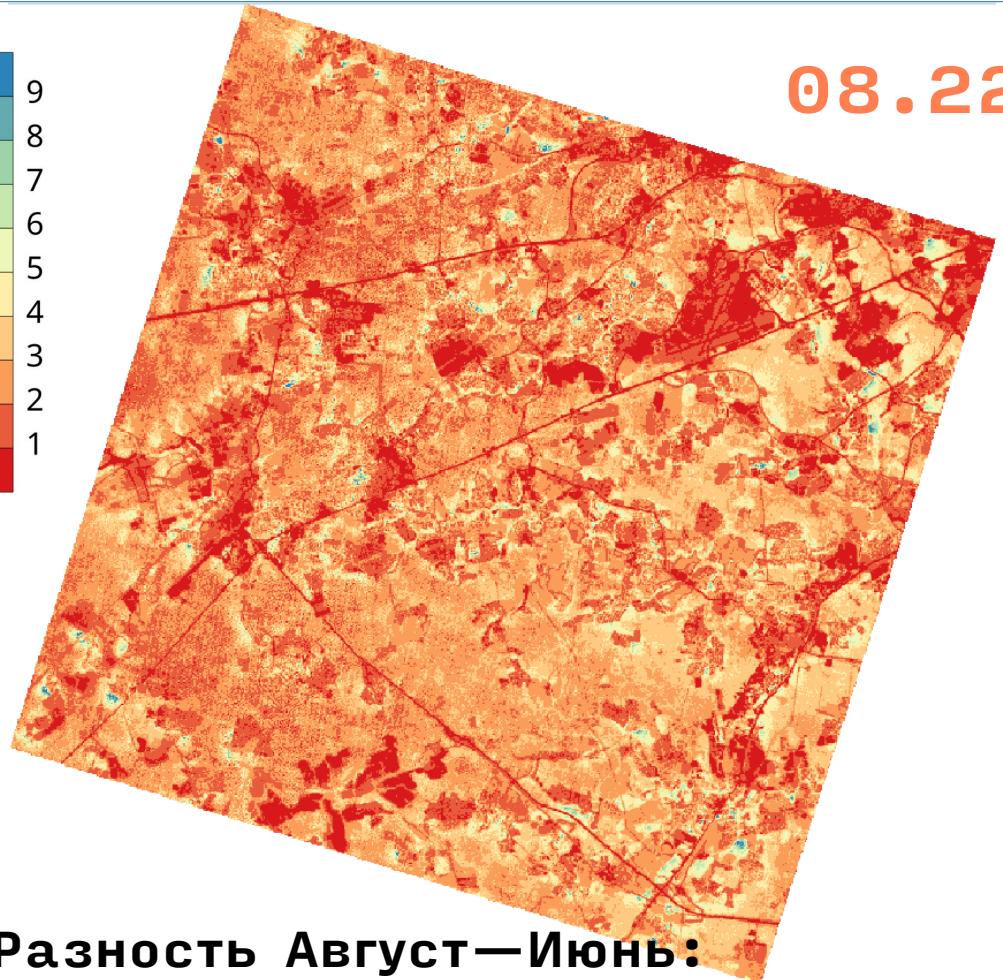
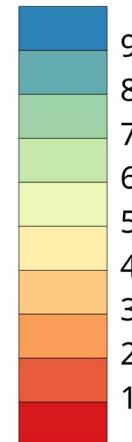
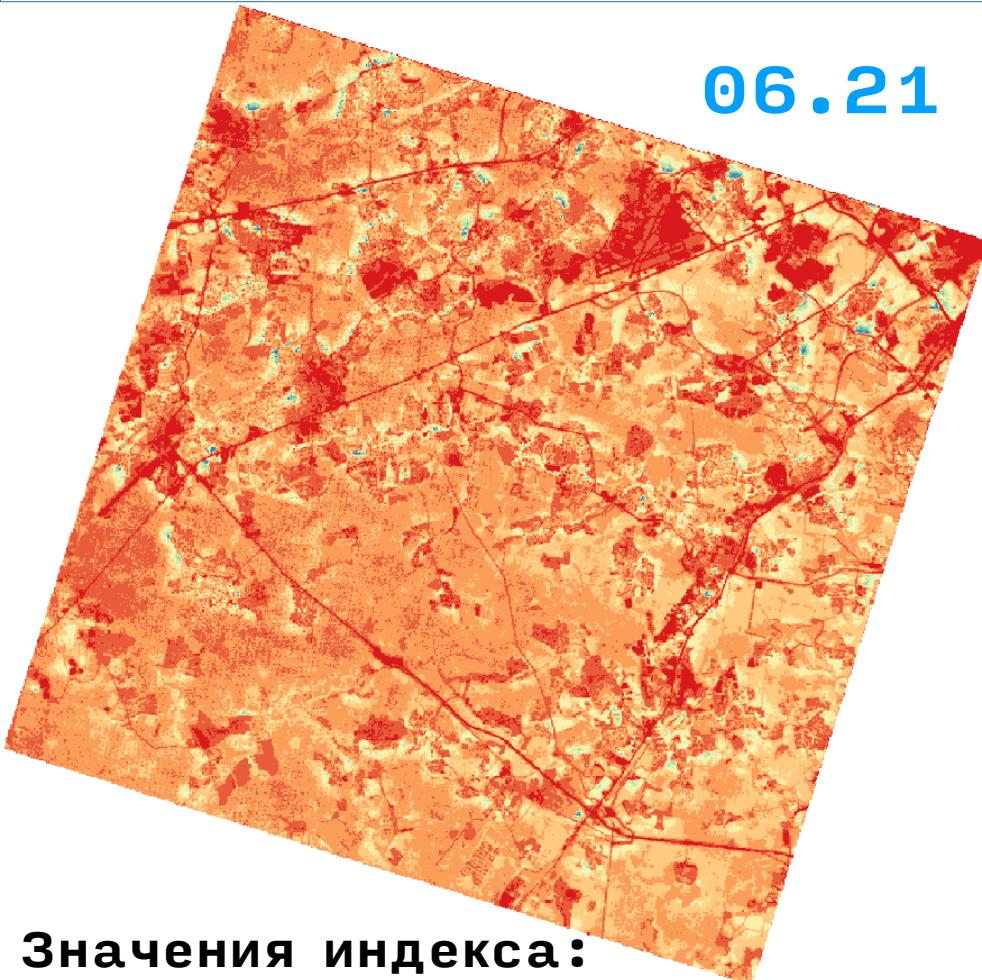
Киевское ш., к ЮВ от Селятино
Август 2022

Киевское ш., близ а/п Внуково



Антоцианы

$$mARI = \left(\frac{1}{R_{550}} - \frac{1}{R_{700}} \right) R_{800}$$



Значения индекса:

Хвойные: 1,6–2,2

Смешанные: 2,3–2,9

Липняк: 3,6–4,3

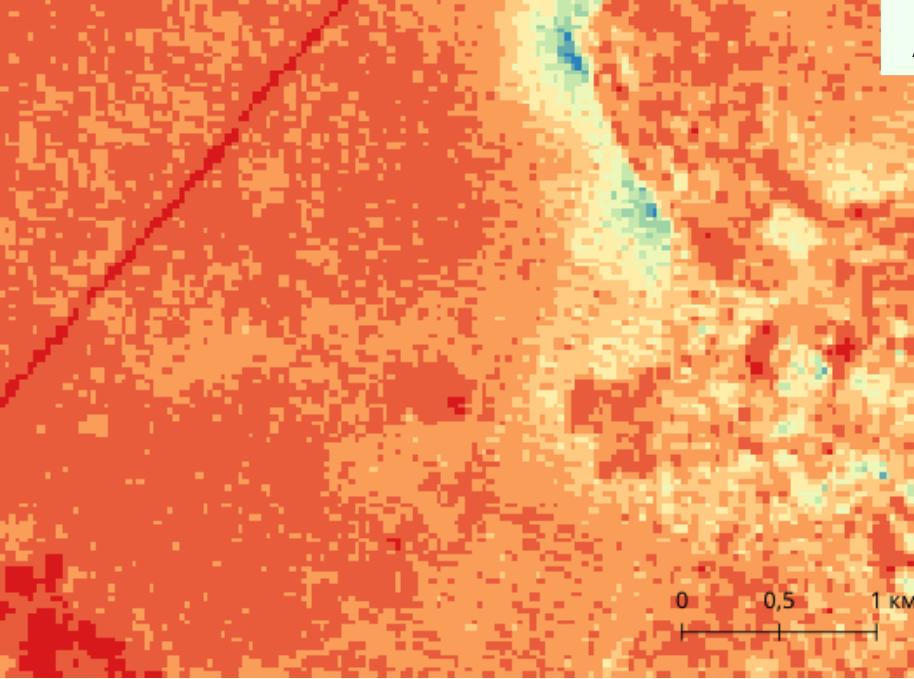
Парки: 4–6

Высокая антропогенная нагрузка
соответствует высоким значениям

Разность Август—Июнь:

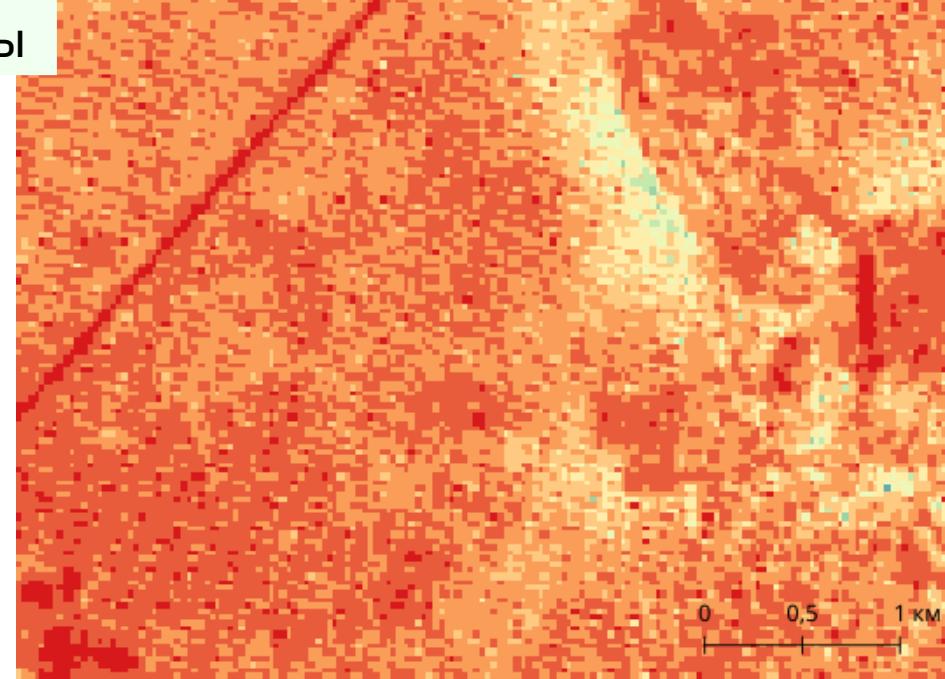
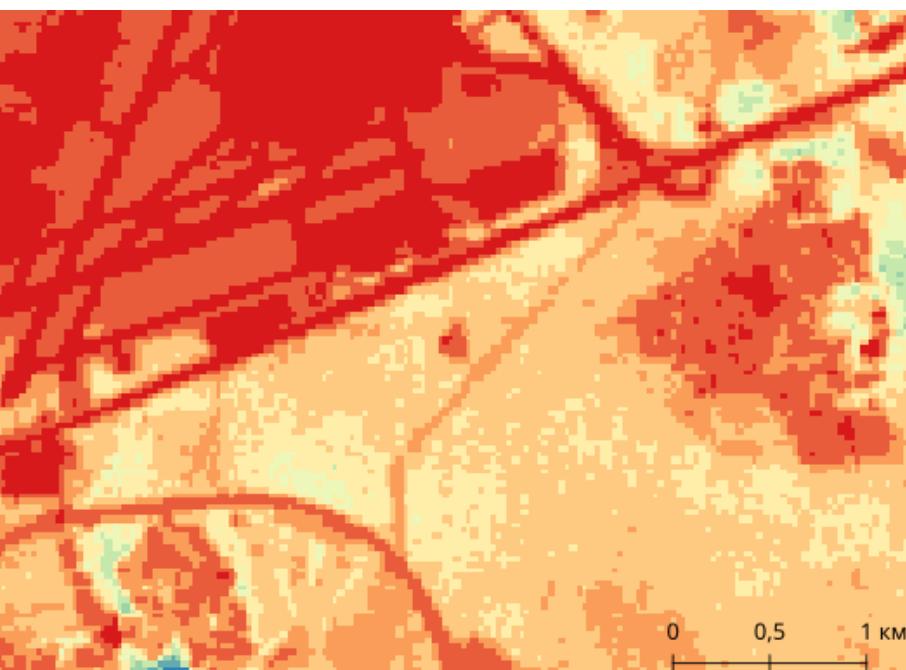
Разность практически отсутствует.
Резкое повышение индекса
соответствует резкому увеличению
антропогенной нагрузки, в основном
в связи со строительством.

Антоцианы



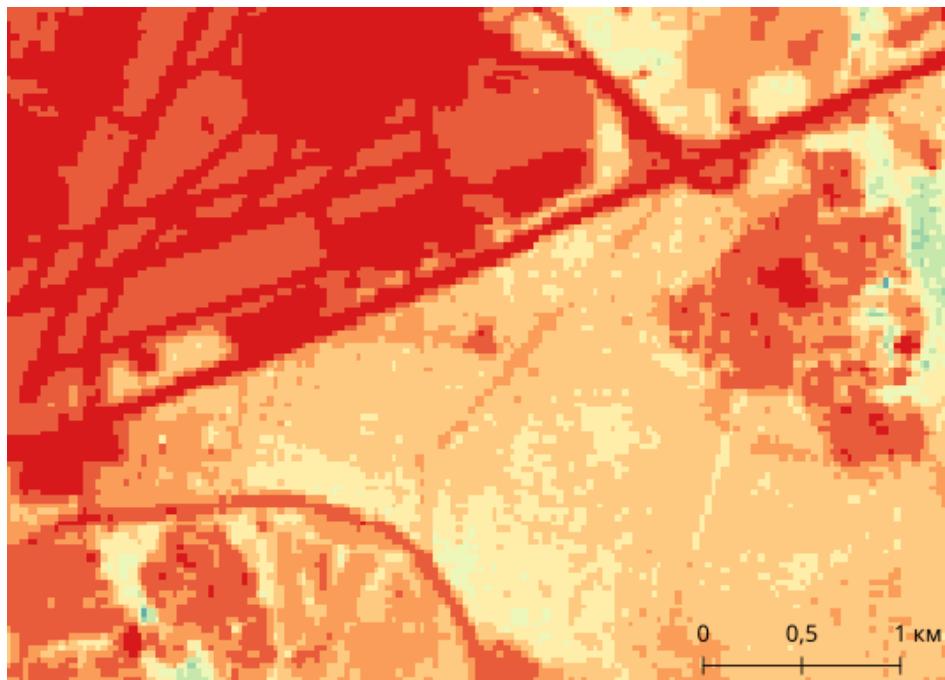
Киевское ш., к ЮВ от Селятино
Июль 2021

Киевское ш., близ а/п Внуково



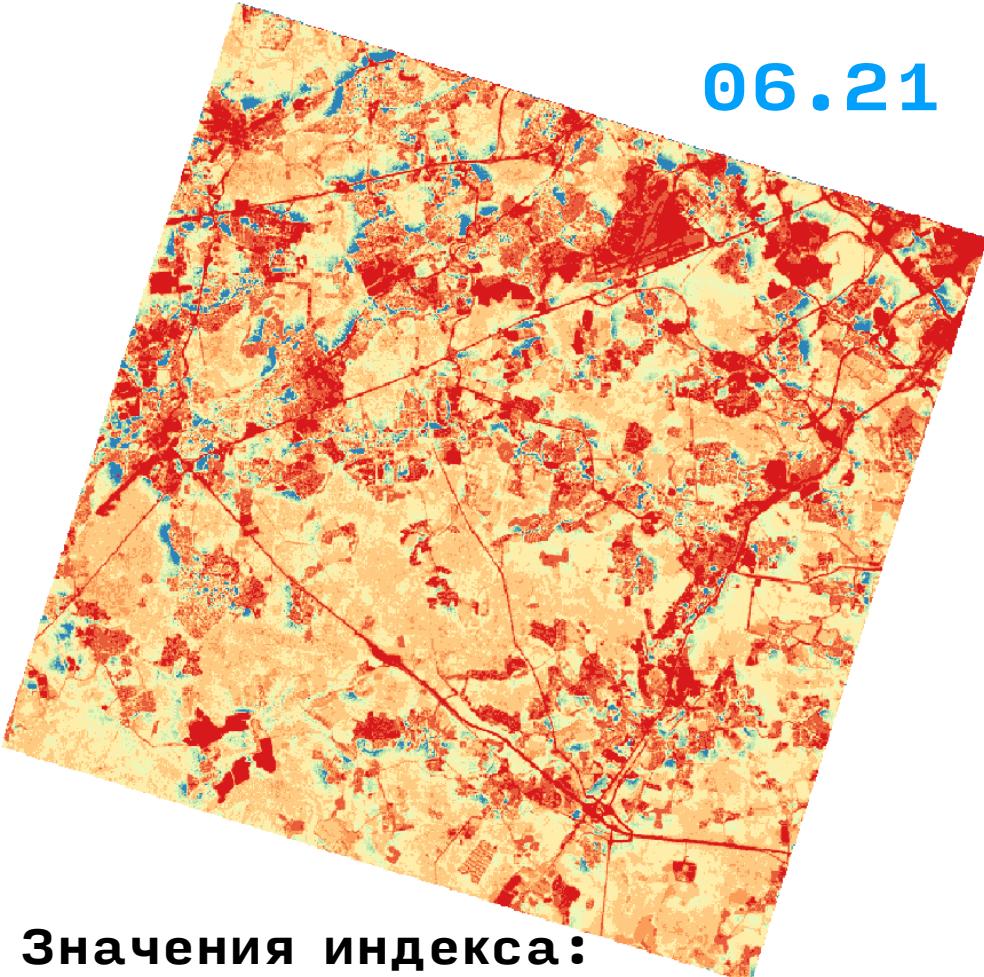
Киевское ш., к ЮВ от Селятино
Август 2022

Киевское ш., близ а/п Внуково



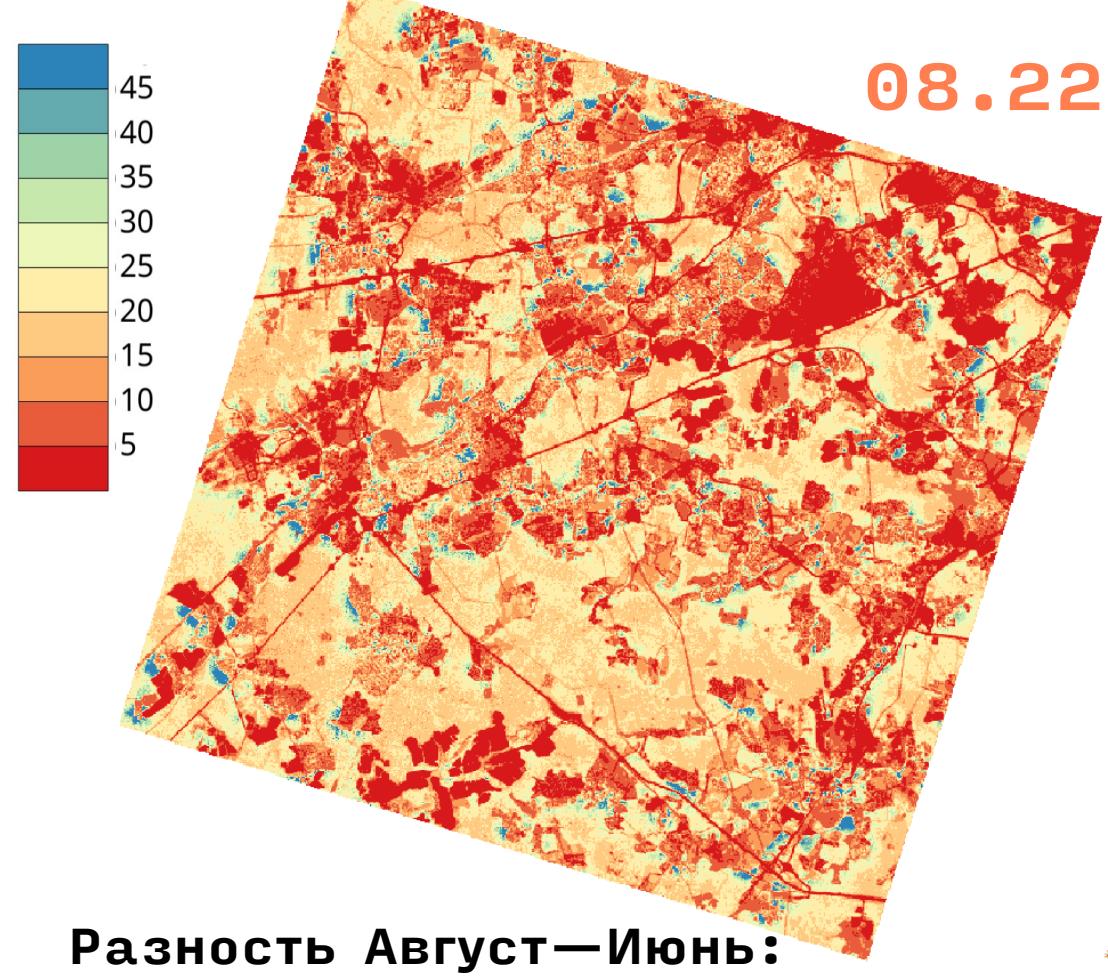
Каротиноиды

$$CTRI = 1,2 \frac{(1,2(R_{800} - R_{550}) - 2,5(R_{670} - R_{550}))}{R_{531}}$$



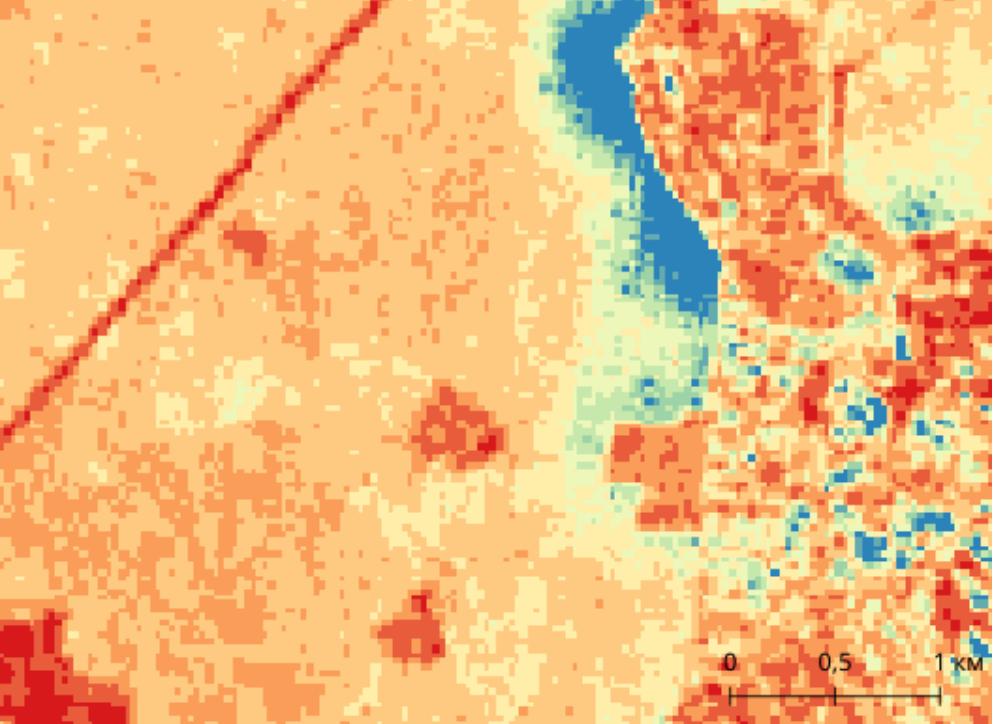
Значения индекса:

Пространственное распределение схоже с индексом содержания антоцианов

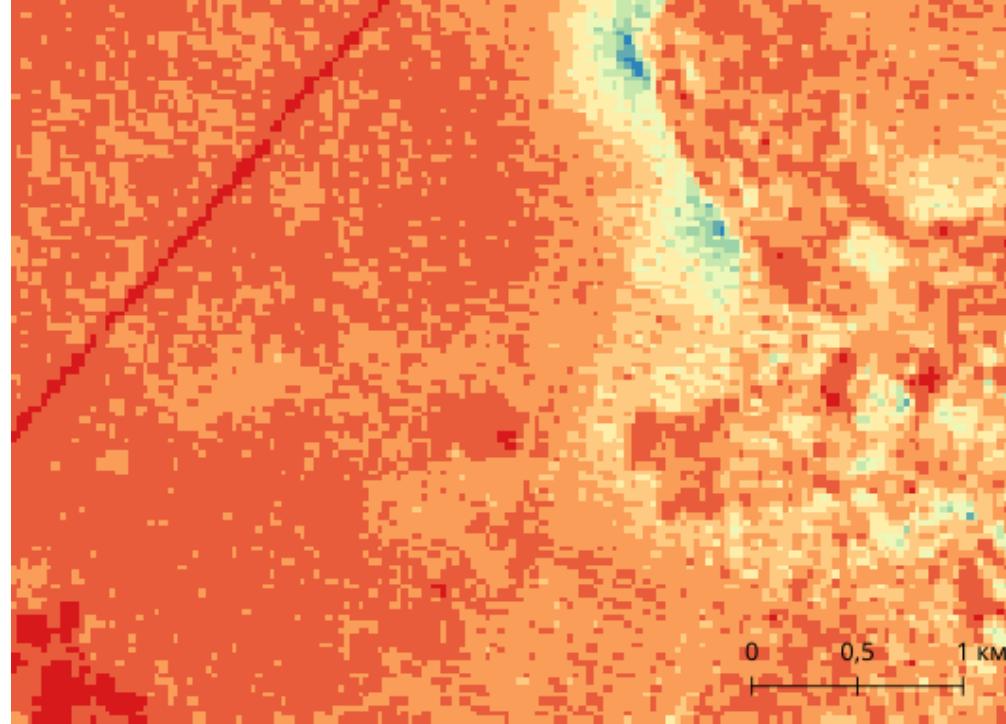


Разность Август—Июнь:

Наблюдается слабое уменьшение (до **-5**), связанное с сезонной динамикой, а также резкое повышение вблизи строящихся объектов.

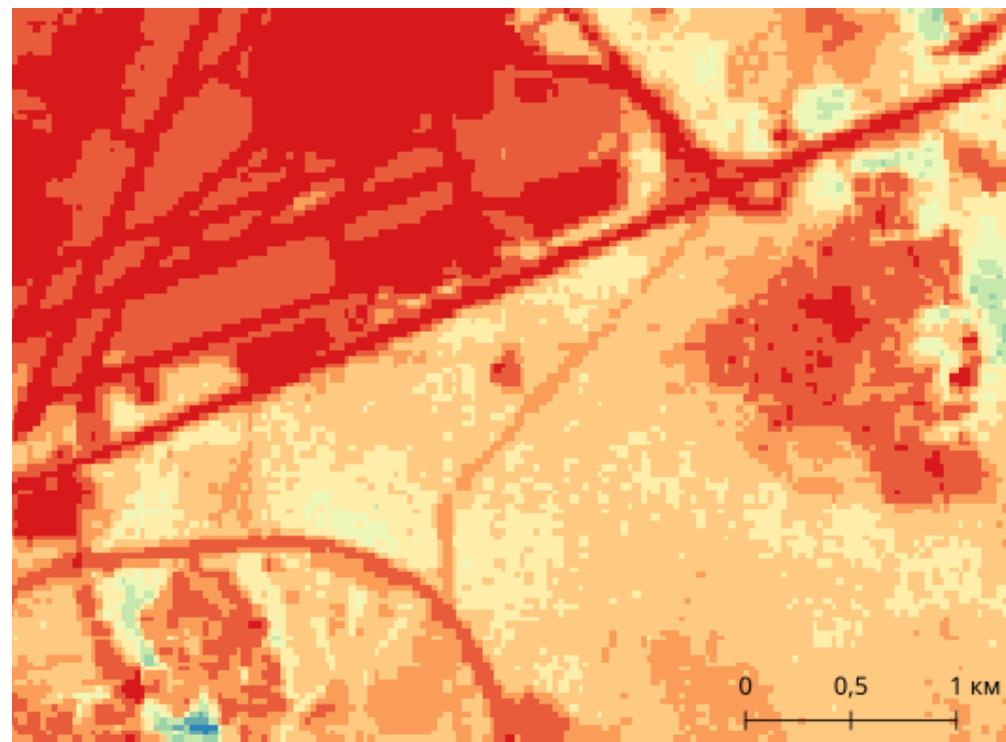
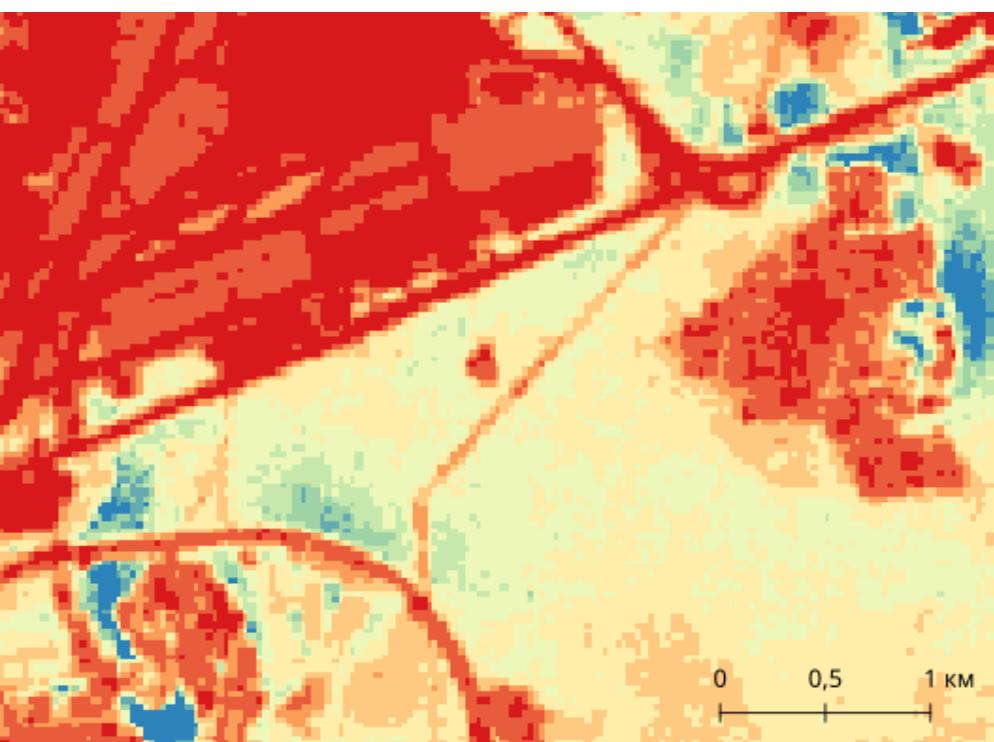


Каротиноиды



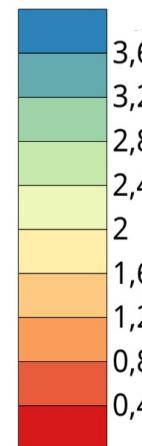
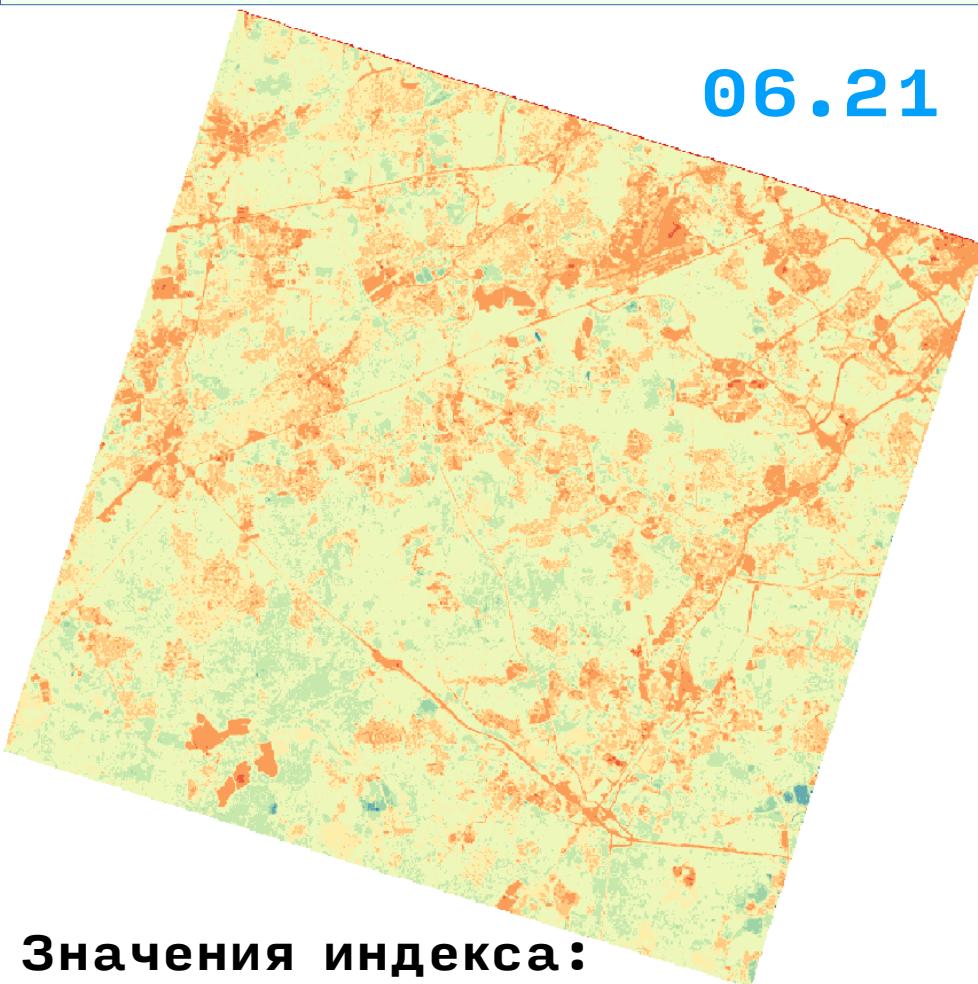
Июнь 2021

Антоцианы



Влага

$$MSI = \frac{R_{820} - R_{1600}}{R_{820} + R_{1600}}$$



Значения индекса:

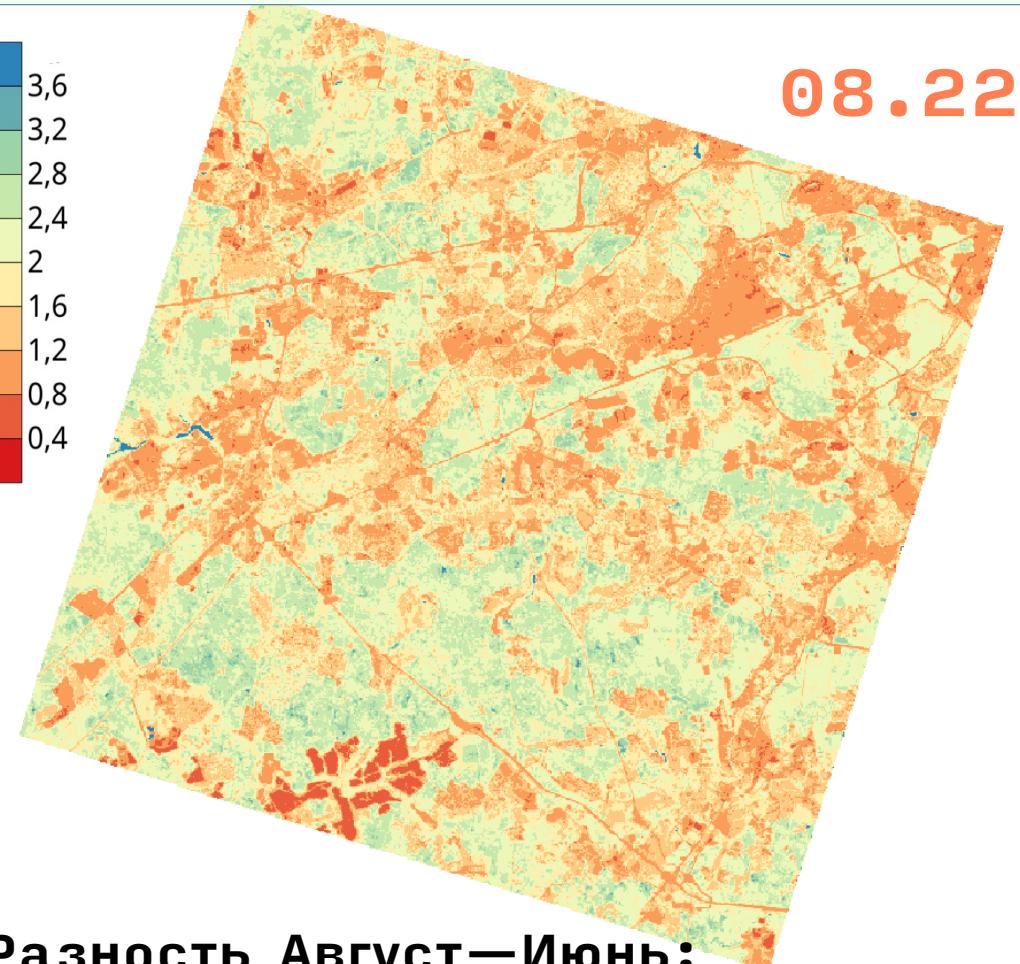
Липняк: **2,3-2,4/1,9-2,0**

Смешанные: **2,2-2,3/2,2-2,3**

Хвойные: **2,1-2,2/2,4-2,6**

Антропогенные объекты: **0,8-1,2**

Растительность н.п.: **1-2**



Разность Август—Июнь:

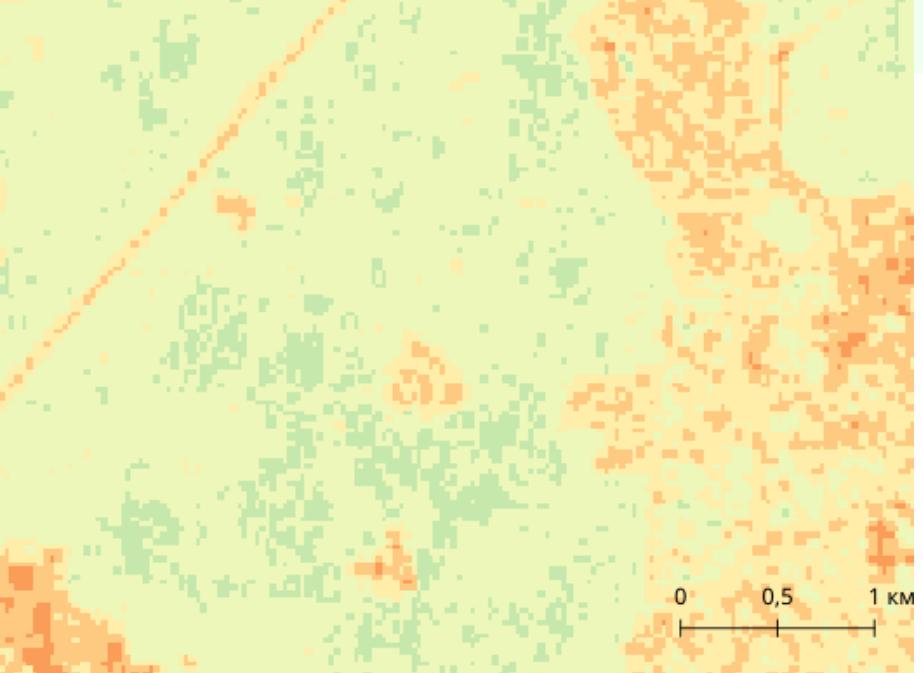
Липняк: от **-0,5** до **-0,2**

Смешанные: от **-0,2** до **+0,3**

Хвойные: от **+0,3** до **+0,6**

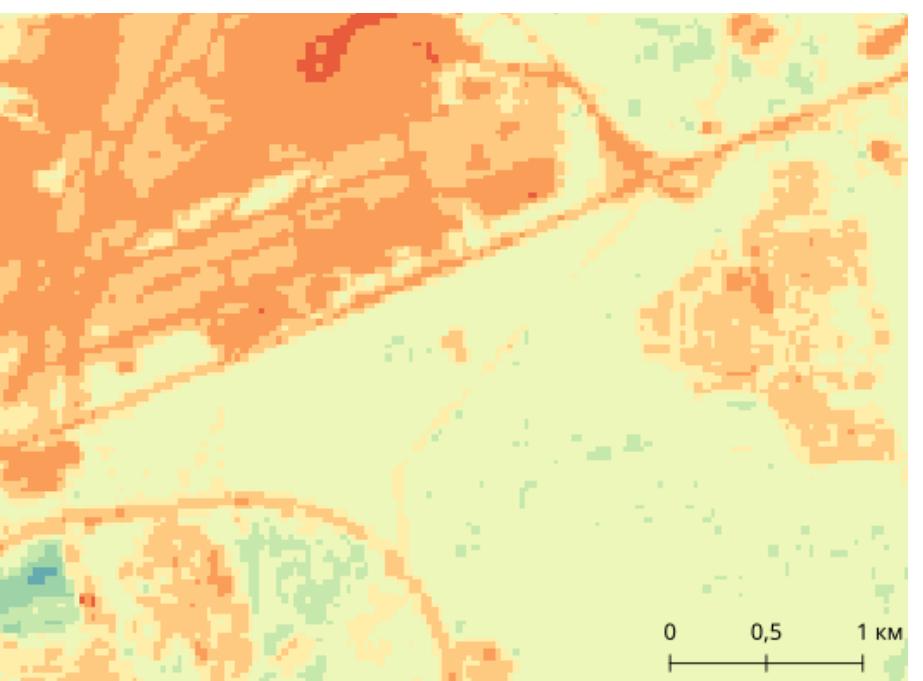
Растительность населенных пунктов:
от **-0,6** до **-0,3**

Возможно, сезонная динамика?

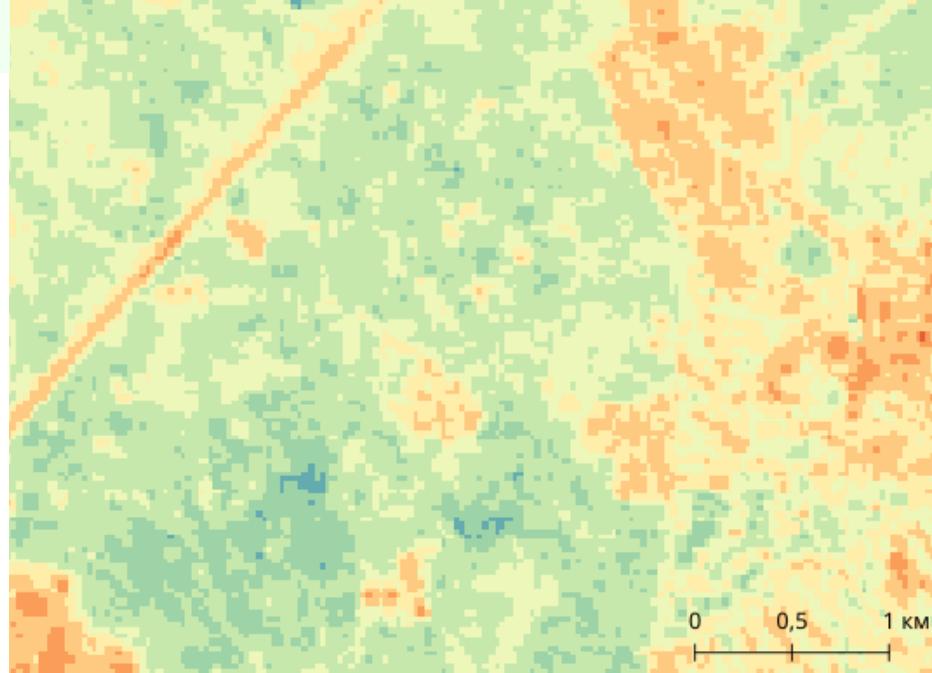
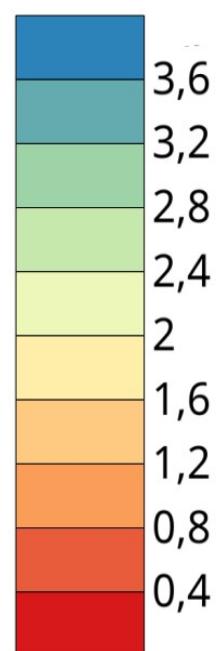


Киевское ш., к ЮВ от Селятино
Июль 2021

Киевское ш., близ а/п Внуково

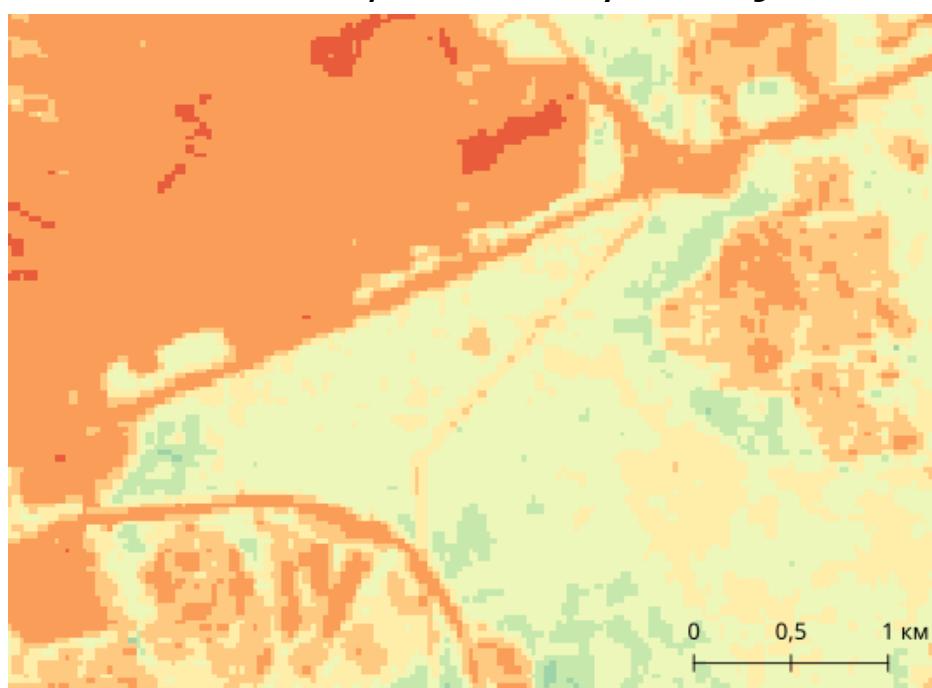


Влага



Киевское ш., к ЮВ от Селятино
Август 2022

Киевское ш., близ а/п Внуково



Основные результаты и выводы

- Подбор индексов для гиперспектральной космической съемки важен, но затруднителен из-за того, что большая часть индексов созданы для с.-х. культур и съемочных систем наземного или воздушного базирования, а также высокого уровня шума во многих каналах.
- Индексные изображения позволяют оценивать состояние растительного покрова. С помощью оценки подтверждена гипотеза: хвойные леса меньше страдают от засухи, чем лиственные. Особо сильно страдает травянистая растительность
- Высокое содержание антоцианов и каротиноидов является хорошим индикатором антропогенной нагрузки, погодные же изменения эти пигменты показывают значительно слабее
- Наиболее показательны LAI и содержание хлорофилла, они же позволяют рассчитать конкретные значения этих показателей, а не получить относительную оценку.
- Для уточнения используемых индексов и перехода от индексов к содержанию веществ (влаги, пигментов) требуются лабораторно-полевые данные.