



Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова
Географический факультет
Кафедра картографии и геоинформатики

**Оценка влияния пандемии
COVID-19 на городскую среду
Москвы по данным
дистанционного зондирования**

Васильева М.А., Грищенко М.Ю.

Цель – оценка применимости и разработка практических рекомендаций применения данных дистанционного зондирования для изучения влияния пандемии COVID-19 на городскую среду Москвы.

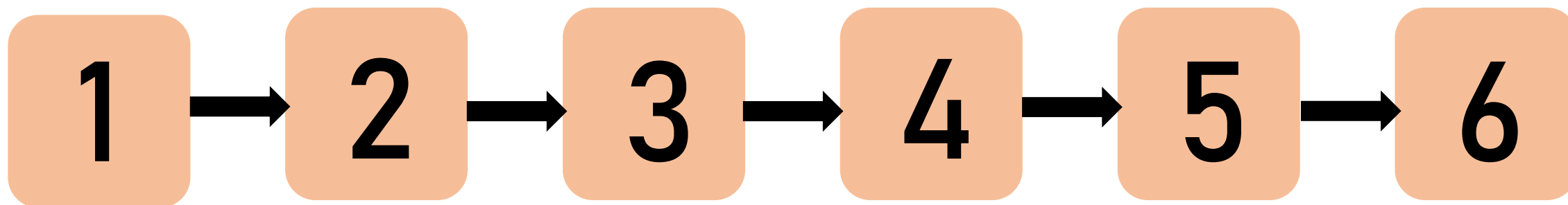
Актуальность: беспрецедентные события пандемии COVID-19 и карантинные ограничения оказали большое влияние на городскую среду, которое следует всесторонне изучать.

Эффективность: данные дистанционного зондирования давно доказали свою эффективность и полезность для географических исследований.

Хронология пандемии в Москве

- Начало марта – первый заболевший
- 29 марта – введение режима самоизоляции
- 15 апреля – введение цифровых пропусков для передвижения по городу
- 27 мая – послабление ограничений
- 9 июня – полная отмена карантинных мер

Методика исследования



1

Формулирование критериев подбора данных

Критерии:

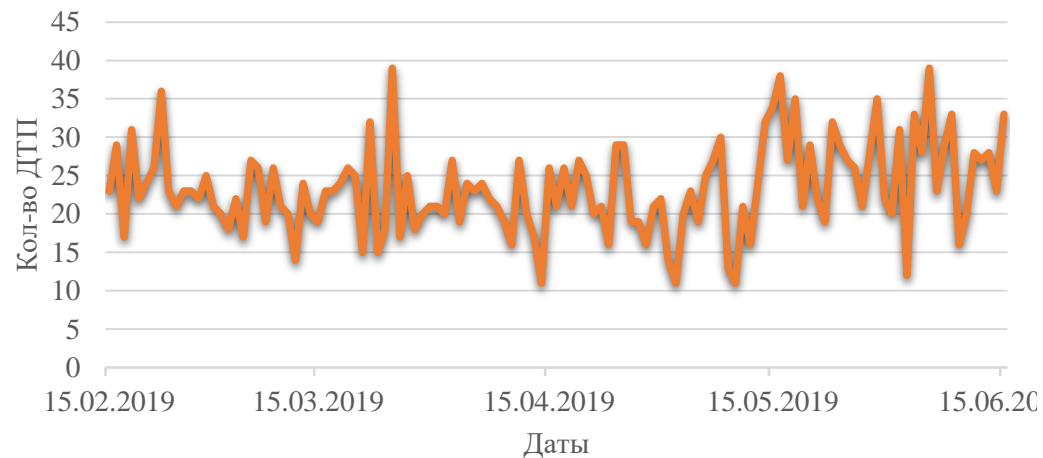
- Временные рамки – с 15 февраля по 15 июня 2020 г. Это период карантина, а также «докарантинные» времена – для полной оценки.
- Отсутствие на снимках облачности над исследуемой территорией – Москвой в пределах МКАД.

2

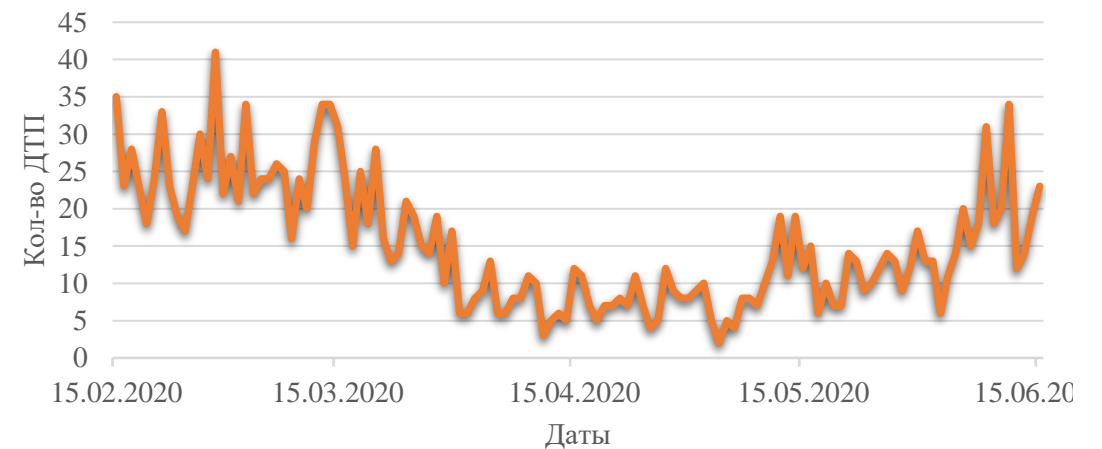
Подбор исходных материалов

- Подбор и анализ применимости космических снимков.
- Для исследования были выбраны снимки MODIS благодаря высокой частоте съёмки и охвату. От использования снимков Landsat-8 пришлось отказаться ввиду их недостаточного количества на период исследования.
- В качестве дополнения использовались данные о количестве ДТП за 2019 и 2020 гг., по которым видно резкое снижение транспортной активности в период карантина.

Количество ДТП в исследуемый период в 2019 г.



Количество ДТП в исследуемый период 2020 г.



3

Разделение отобранных снимков на периоды

- Все снимки были выделены в группы по половине месяца (с 1 числа по 15 и с 16 по последнее число каждого месяца), причем дневные и ночные снимки выделялись отдельно.
- Было получено по 8 периодов для двух наборов данных.

Периоды	Дневные снимки	Ночные снимки
16 – 29 февраля	3	7
1 – 15 марта	–	2
16 – 31 марта	7	13
1 – 15 апреля	2	12
16 – 30 апреля	1	9
1 – 15 мая	10	4
16 – 31 мая	–	6
1 – 15 июня	5	1

Количество снимков в дневных и ночных наборах данных

4

Расчёт «средних» снимков

- По всем снимкам одного периода рассчитывался т.н. средний снимок – по сути своей среднее арифметическое всех снимков периода – для упрощения работы с данными и минимизации вычислений.
- Для вычисления использовался скрипт на языке Python, основанный на библиотеке Whitebox.
- Скрипт, в отличие от инструмента Raster calculator в ArcMap, при расчёте среднего арифметического снимков игнорирует ячейки «no data» исходных снимков, рассчитывая для них значения из тех снимков, на которых там есть какая-либо информация. Таким образом, удалось избежать появления больших «дыр» на получаемых изображениях.

5

Квантование рассчитанных снимков

- С помощью встроенной функции «classify» отображения в свойствах слоя в ArcMap проведено квантование «средних» снимков.
- Был выбран метод естественных интервалов (Natural Breaks) или метод Фишера–Дженкса.
- Количество классов установлено равным 7, т.к. нечетное количество кластеров позволяет наиболее точно выделить аномалии и их фон.

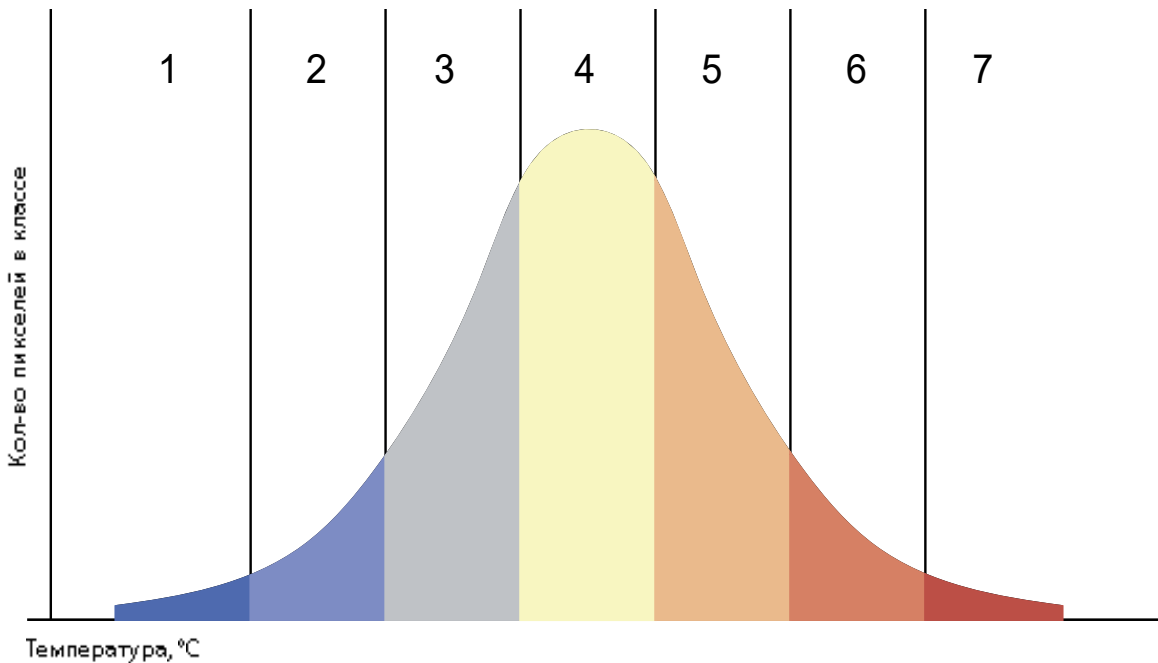
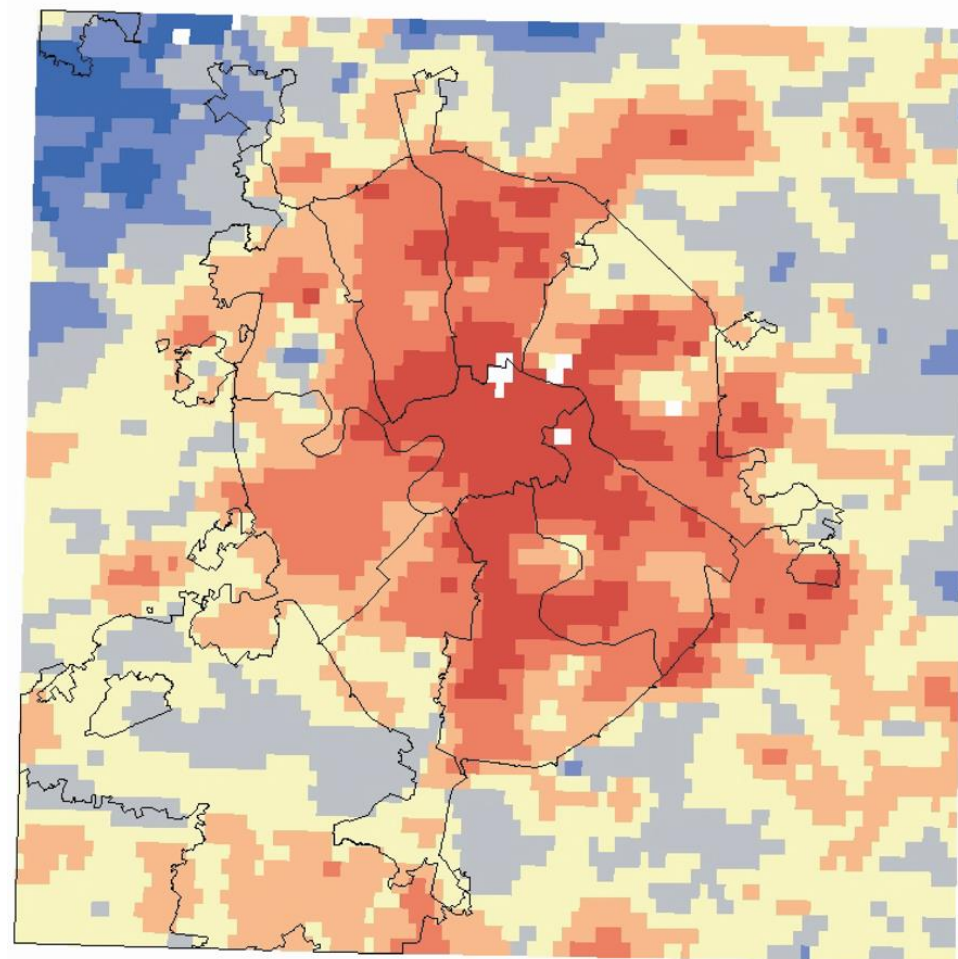


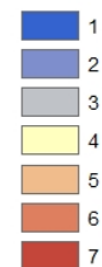
Диаграмма распределения значений по классам

Как видно на графике наибольшее количество информации попало в срединный кластер под номером 4, а в обе стороны от него значения убывают. Таким образом в двух крайних кластерах мы наблюдаем зоны аномалий – аномалию максимальных значений (класс 7) и аномалию минимальных (1). В следующих зонах при движении к центру (2 и 6) также расположены аномалии, но уже менее выраженные. При этом информации, попавшей туда становится больше. Следующие два класса – это переходные значения между аномалиями и фоном (3 и 5), информации в них стало ещё больше. И, наконец, срединная зона отображает фон (класс 4).

Вообще, аномалии и фон – понятия относительные. Например, согласно логике, фоном должен быть 1-й кластер, ведь там начинается территория, на которой уже не проявляется городской остров тепла. И если бы мы рассматривали тепловой снимок на всю Московскую область, то эта территория безусловно была бы фоном. Однако поскольку изучаемая территория выделена таким образом, что вся Московская область не учитывается, то сельская местность, на которую эффект острова тепла не распространяется, становится точно такой же аномалией, но только отрицательной. Это связано с тем, что гистограммы всех снимков имеют вид, близкий к гистограмме на предыдущем слайде, где фоном является тот кластер, в который попадает больше всего территории.



Кластеры



6

Сопоставление квантованных снимков

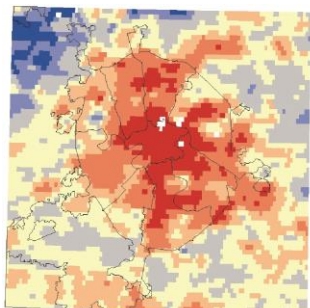
Сравнение дневных снимков показало, что:

- В первое время введения карантина интенсивность острова тепла снизилась, однако утверждать, что это произошло в результате введения ограничений, невозможно.
- Далее наоборот наблюдалось увеличение, которое, впрочем, можно объяснить недостаточным количеством снимков, пришедшихся на периоды (2 и 1 – в двух апрельских периодах соответственно).
- После чего, в майском и июньском периодах, ситуация стабилизировалась и приблизилась к февральскому показателю.
- Расположение кластера аномалии (7) смещалось, однако большей частью всё же находилось в центре и на юге, что можно связать с высокой плотностью застройки в этих частях Москвы

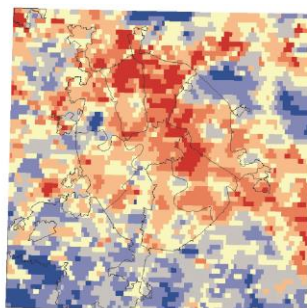
Сравнение ночных снимков показало, что:

- прослеживается тенденция на уменьшение интенсивности острова тепла с введением карантинных мер.
- Однако поскольку значения всё же изменяются не кардинально, а изменение не равномерно, трудно однозначно отнести их к последствиям карантина и ограничений.
- Кластер 7, как и на дневных снимках, в основном, расположен в центре и на юге.

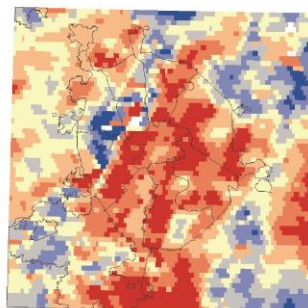
Сравнение дневных снимков



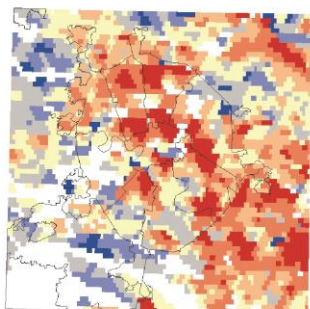
16 - 29 февраля



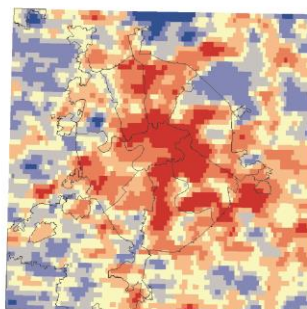
16 - 31 марта



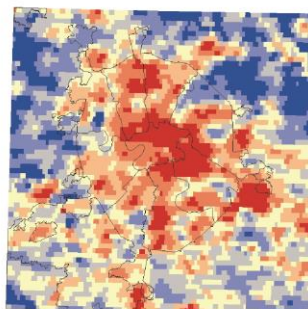
1 - 15 апреля



16 - 30 апреля



1 - 15 мая

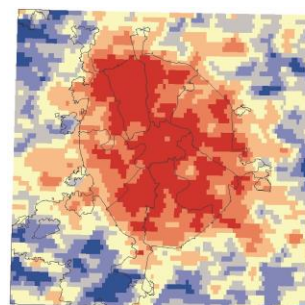


1 - 15 июня

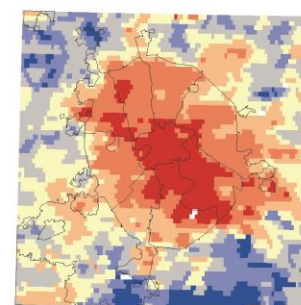
	Февраль 16 - 29	Март 16 - 31	Апрель 1 - 15	Апрель 16 - 30	Май 1 - 15	Июнь 1 - 15
Минимальное значение, °С	1,4	5,5	2,9	-0,1	14,5	19,5
Максимальное значение, °С	7,6	18,2	16,1	21,3	28	36,5
Среднее значение, °С	4,9	10,5	11,6	12,3	22,6	28,4
Стандартное отклонение	0,9	1,4	2	3,3	1,8	2,7

Сравнение ночных снимков

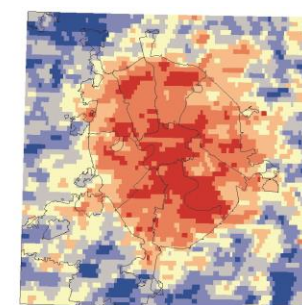
	Февраль 16 - 29	Март 1 - 15	Март 16 - 31	Апрель 1 - 15	Апрель 16 - 30	Май 1 - 15	Май 16 - 31	Июнь 1 - 15
Минимальное значение, °С	1,4	-13,4	5,5	2,9	-0,1	14,5	1,5	19,5
Максимальное значение, °С	7,6	-2,8	18,2	16,1	21,3	28	8,2	36,5
Среднее значение, °С	4,9	-7,8	10,5	11,6	12,3	22,6	4,5	28,4
Стандартное отклонение	0,9	1,8	1,4	2	3,3	1,8	1,3	2,7



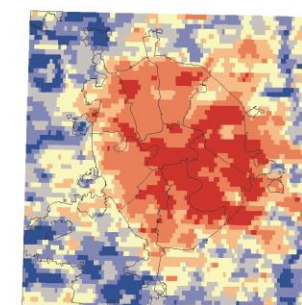
16 - 29 февраля



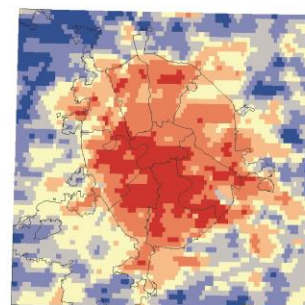
1 - 15 марта



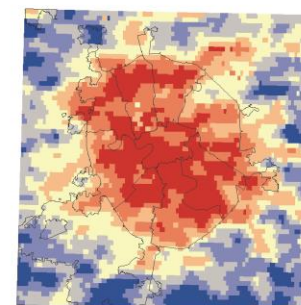
16 - 31 марта



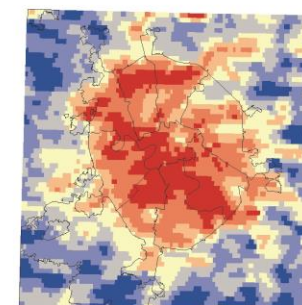
1 - 15 апреля



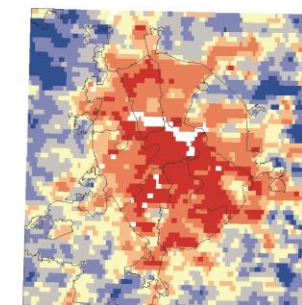
16 - 30 апреля



1 - 15 мая



16 - 31 мая



1 - 15 июня

Результаты

- Средние дневные температуры изменяются достаточно равномерно – увеличиваются в течение всего периода.
- Максимальные и минимальные температуры начали устойчиво увеличиваться только в начале мая.
- Стандартное отклонение у снимков не одинаково, что не позволяет достаточно уверенно сопоставлять снимки этого набора и выявлять по ним какие-либо достоверные изменения городского острова тепла, а также утверждать, что эти изменения основаны на введениях карантинных ограничений в связи с COVID-19.
- Средние температуры набора ночных снимков изменяются в сторону увеличения достаточно последовательно.
- Максимальные и минимальные температуры также увеличивались достаточно равномерно на протяжении всего исследуемого периода кроме начала марта.
- Значения стандартного отклонения у всех снимков достаточно близки друг к другу, что даёт возможность относительно уверенно сопоставлять эти снимки.
- Однако этих показателей всё же недостаточно, чтобы с точностью выявлять изменения городского острова тепла, связанные именно с карантинными ограничениями.

Выводы

- Выявлено незначительное снижения острова тепла Москвы в период карантина, однако мы не можем утверждать с достаточной достоверностью, что это снижение связано именно с введенными ограничениями, а не с другими факторами.
- Основная локализация острова тепла в Москве – в центральной и южной частях города в пределах МКАД, где преобладает плотная жилая застройка. Это утверждение справедливо как для «докарантинного» периода, так и для карантина, то есть локализация острова тепла с введением карантина существенно не менялась.
- Мы выявили, что данные дистанционного зондирования характеризуются некоторыми ограничениями с точки зрения изучения влияния карантинных ограничений на остров тепла Москвы в связи со своим низким разрешением – снимки MODIS, или недостаточным для анализа количеством – снимки Landsat-8.