

ДЕШИФРИРОВАНИЕ ПОВЕРХНОСТНОГО ОСТРОВА ТЕПЛА МОСКВЫ ПО ТЕПЛОВЫМ КОСМИЧЕСКИМ СНИМКАМ С РЕСУРСНЫХ СПУТНИКОВ

Грищенко М.Ю., н.с.

*МГУ им. М.В. Ломоносова,
географический факультет*

Городской остров тепла - явление, заключающееся в повышении температуры атмосферного воздуха и земной поверхности в пределах города по сравнению с его окрестностями

Различают:

- остров тепла, связанный с повышением **температуры воздуха** (собственно остров тепла)
- остров тепла, связанный с повышением **температуры земной поверхности** (поверхностный остров тепла).

Исходные материалы

Снимки съёмочной системы TIRS за следующие даты:

- 31 января 2014 г.
- 16 марта 2015 г.
- 23 марта 2015 г.
- 29 марта 2014 г.
- 21 апреля 2014 г.
- 10 мая 2015 г.
- 16 мая 2014 г.
- 26 мая 2015 г.
- 7 августа 2015 г.
- 21 сентября 2014 г.

Данные московских метеостанций МГУ, Балчуг, ВДНХ и серии метеостанций Московской, Владимирской и Калужской областей

Радиометрическая коррекция

$$CV_{R1} = ((R_{max} - R_{min}) / (Qcal_{max} - Qcal_{min})) * (DN - Qcal_{min}) + R_{min}$$

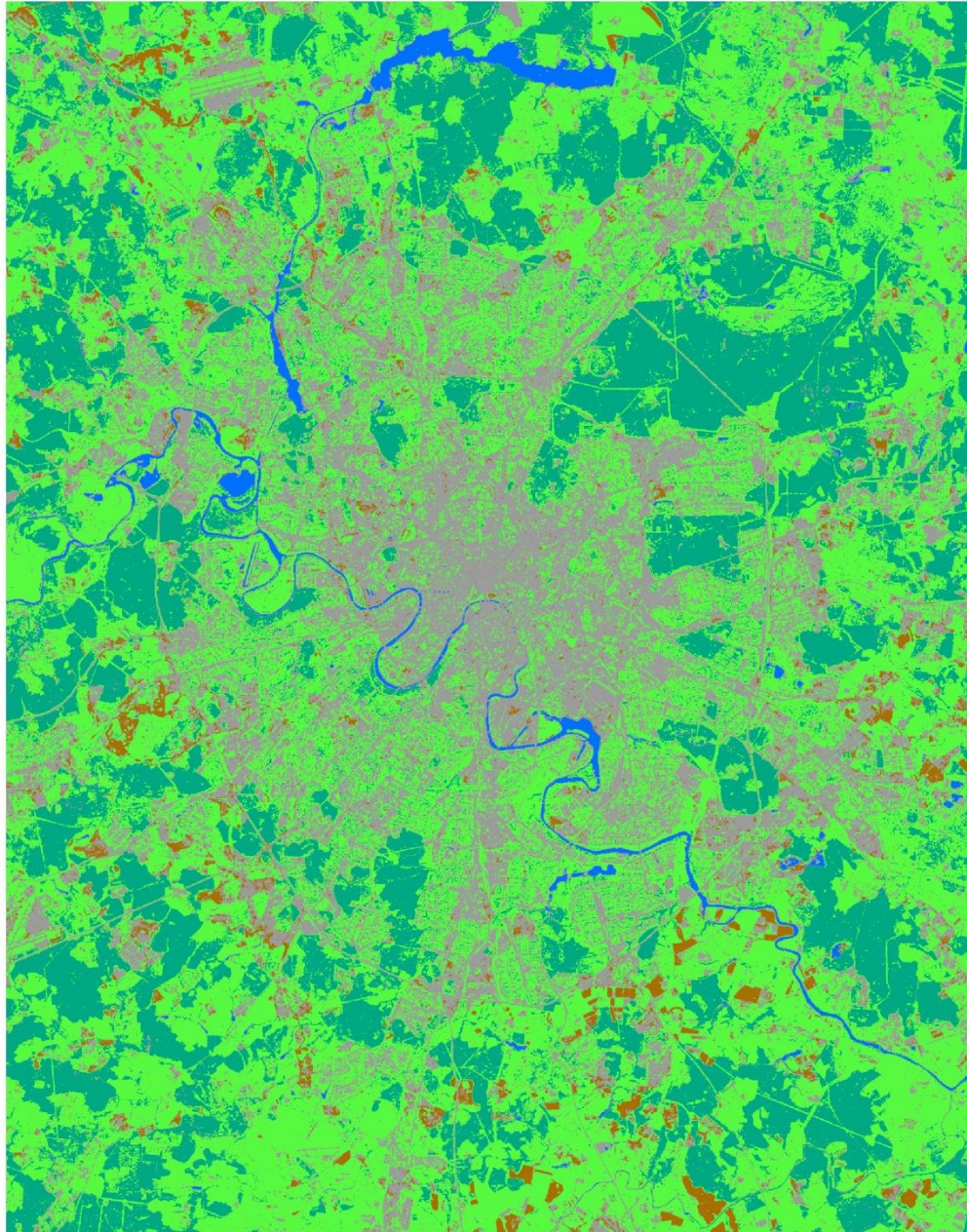
- CV_{R1} - спектральная плотность излучения без учёта влияния атмосферы;
- R_{max} - максимальное значение интенсивности теплового излучения;
- R_{min} - минимальное значение интенсивности теплового излучения;
- $Qcal_{max}$ - максимальное значение яркости пикселей снимка;
- $Qcal_{min}$ - минимальное значение яркости пикселей снимка;
- DN - исходное значение яркости пиксела.






Атмосферная коррекция

$$CV_{R2} = ((CV_{R1} - L\uparrow) / \tau \varepsilon) - ((1 - \varepsilon) / \varepsilon) * L\downarrow$$

- CV_{R2} - спектральная плотность излучения с учётом влияния атмосферы;
- CV_{R1} - спектральная плотность излучения без учёта влияния атмосферы;
- $L\uparrow$ - спектральная плотность энергетической яркости восходящего излучения атмосферы в направлении сенсора;
- $L\downarrow$ - спектральная плотность энергетической яркости нисходящего излучения атмосферы в направлении земной поверхности;
- τ - зональный коэффициент пропускания атмосферы;
- ε - излучательная способность объектов земной поверхности.

Излучательная способность



	Лесные и парковые массивы
	Луговая и разреженная древесная растительность
	Техногенные объекты
	Водные объекты
	Открытый грунт

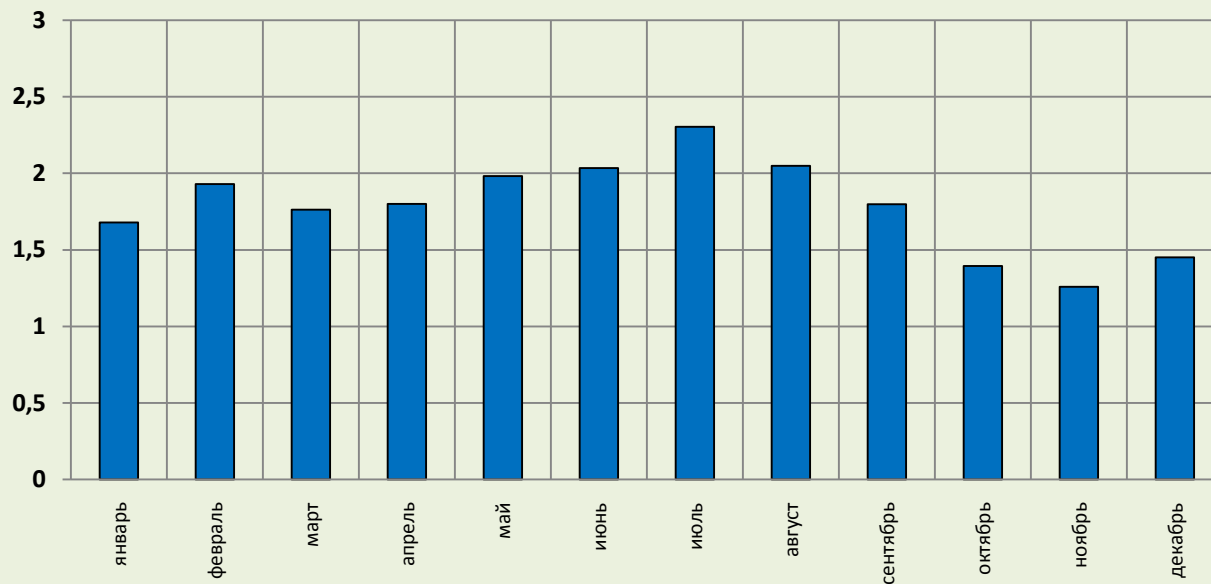
Типы поверхности	ϵ
лесная и парковая растительность	0,99
луговая и разреженная древесная растительность	0,989
участки открытого грунта	0,92
водные объекты	0,93
техногенные объекты	0,94

Перевод в значения температуры земной поверхности

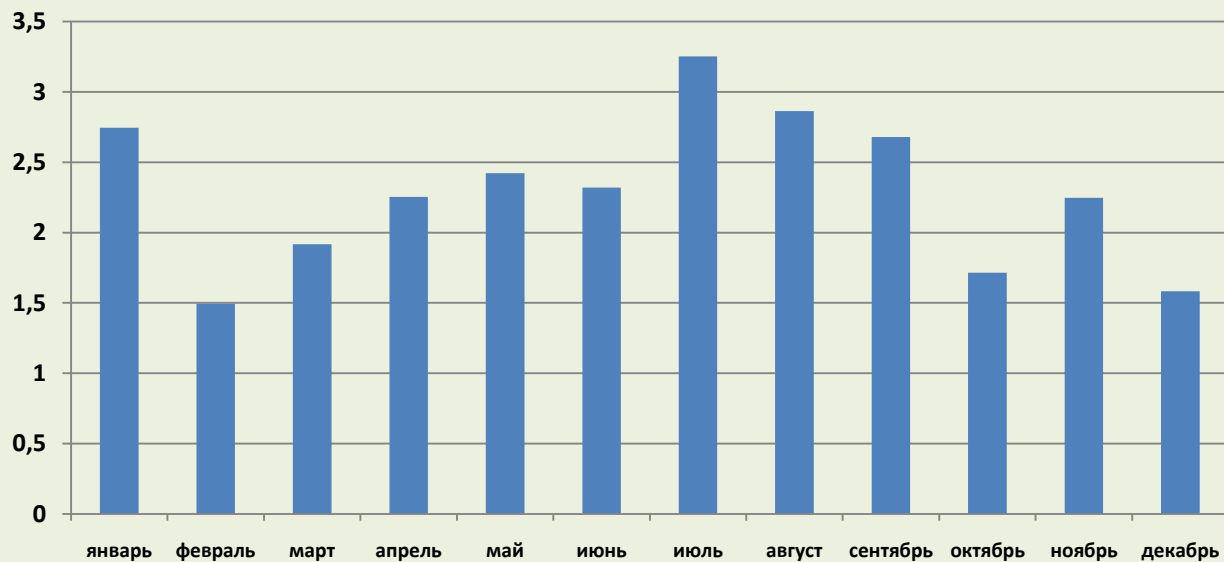
$$T_K = K_2 / \ln (K_1 / CV_{R2} + 1)$$

$$T_C = T_K - 273,15$$

- T_K - значения температуры земной поверхности в Кельвинах;
- T_C - значения температуры земной поверхности в градусах Цельсия;
- CV_{R2} - значения спектральной плотности излучения с учётом влияния атмосферы;
- K_1 и K_2 - калибровочные коэффициенты.

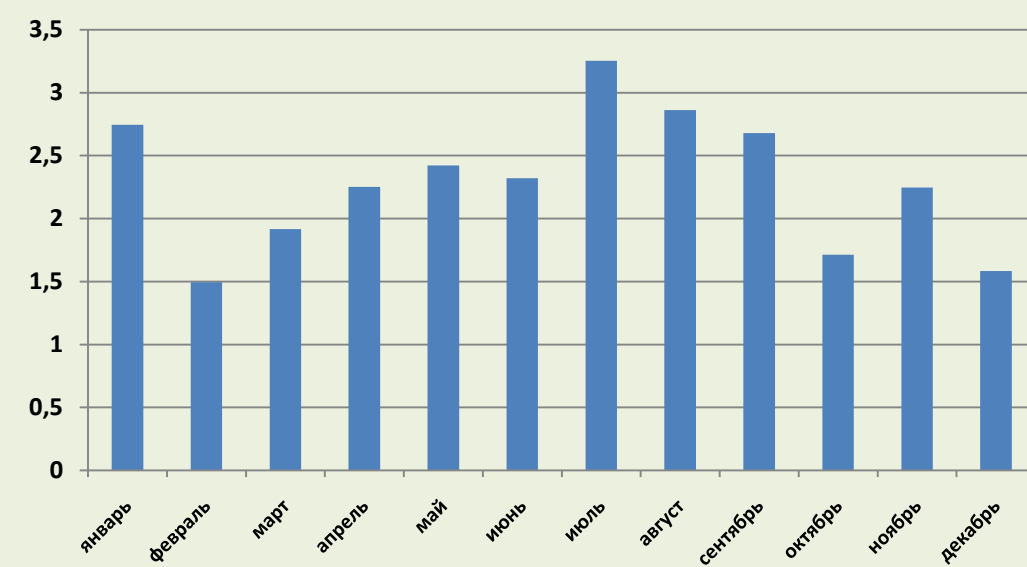


2000-2012 гг.

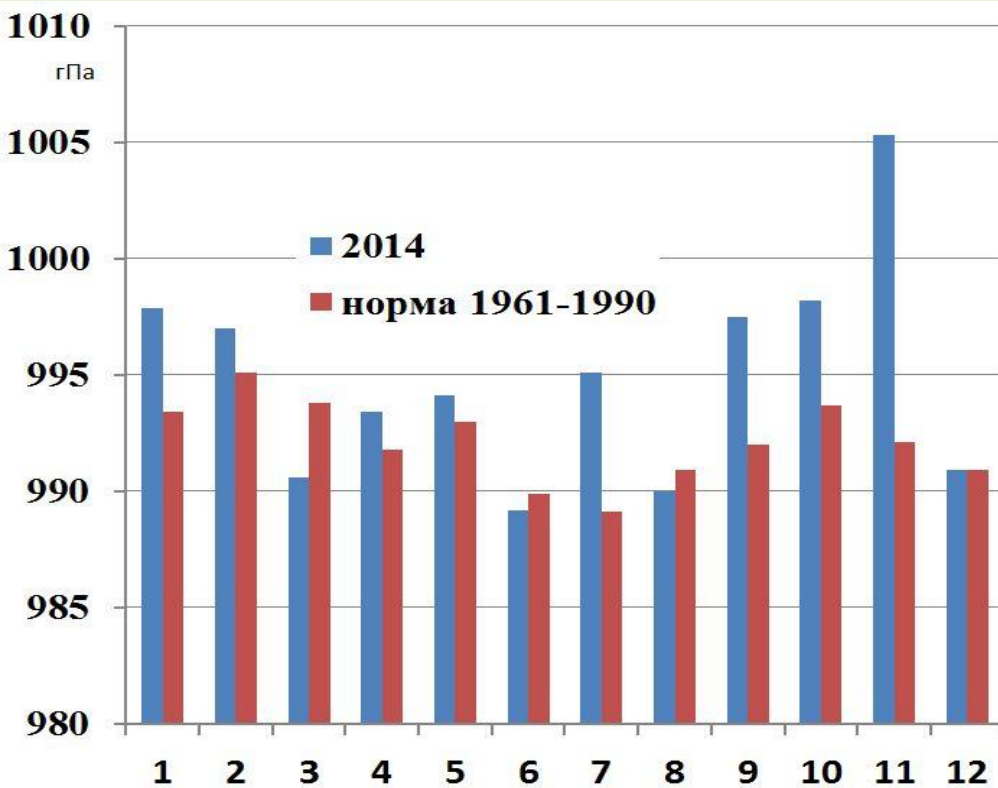


2014 г.

Интенсивность
острова тепла
Москвы



Интенсивность острова тепла
Москвы в 2014 г.



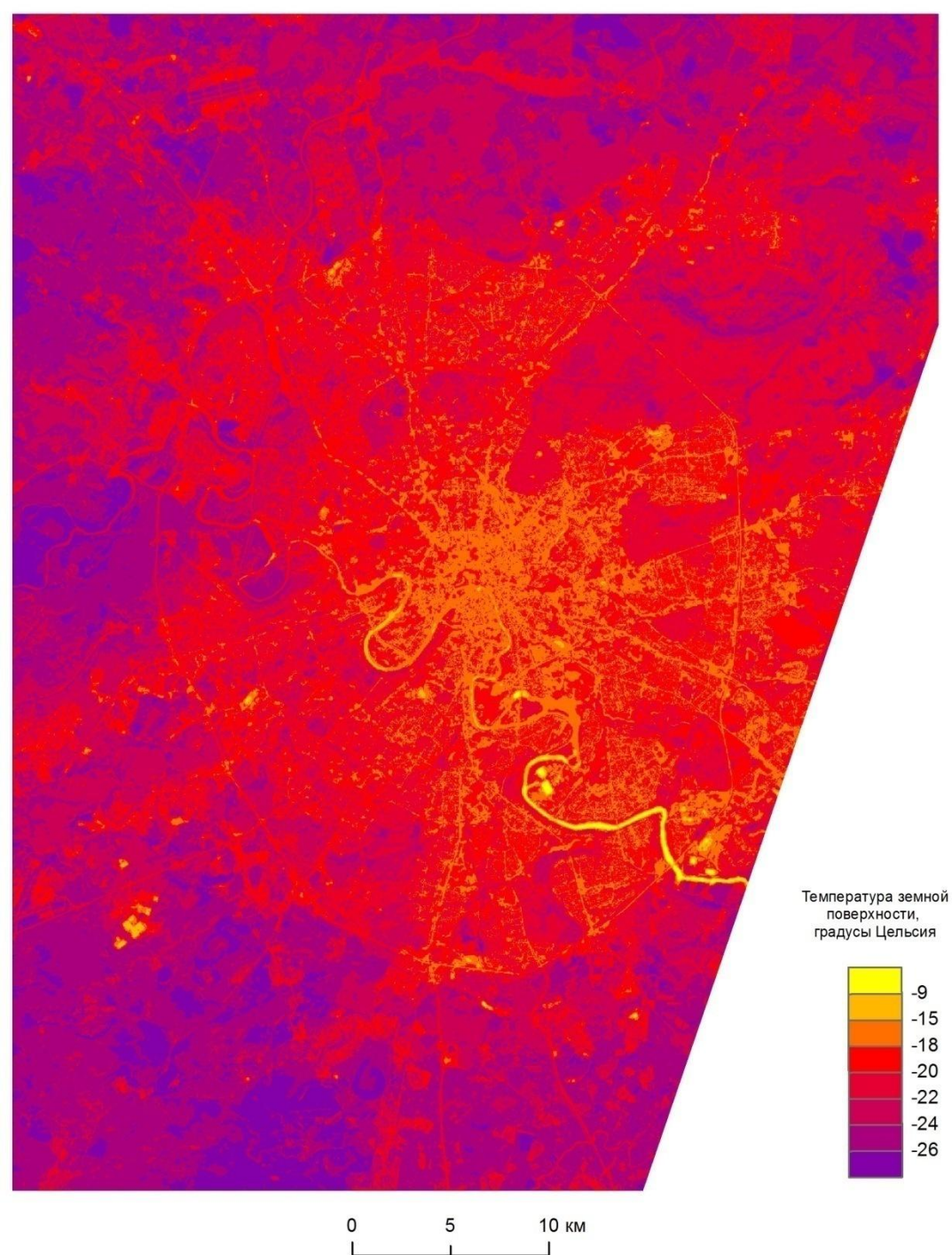
Годовой ход атмосферного
давления в Москве в 2014 г.,
Метеостанция МГУ

Сопоставление измеренных и вычисленных значений температуры

Дата	Значения температуры, градусы Цельсия				
	МГУ, прямые измерения, воздух	МГУ, прямые измерения, поверхность	МГУ, тепловой космический снимок	ВДНХ, прямые измерения, воздух	ВДНХ, тепловой космический снимок
31.01.14	-16,0	-18,0	-22,3	-	-
29.03.14	-0,8	6,8	2,9	-	-
21.04.14	20,8	31,7	22,0	-	-
16.05.14	17,7	38,0	21,5	-	-
21.09.14	18,0	24,0	16,4	-	-
16.03.15	7,2	4,4	5,5	7,0	5,3
23.03.15	-1,6	-1,0	-3,3	-1,2	-3,5
10.05.15	18,0	37,5	20,5	18,2	19,7
26.05.15	24,0	37,9	26,1	24,6	23,7
07.08.15	24,8	39,6	22,8	25,4	22,2

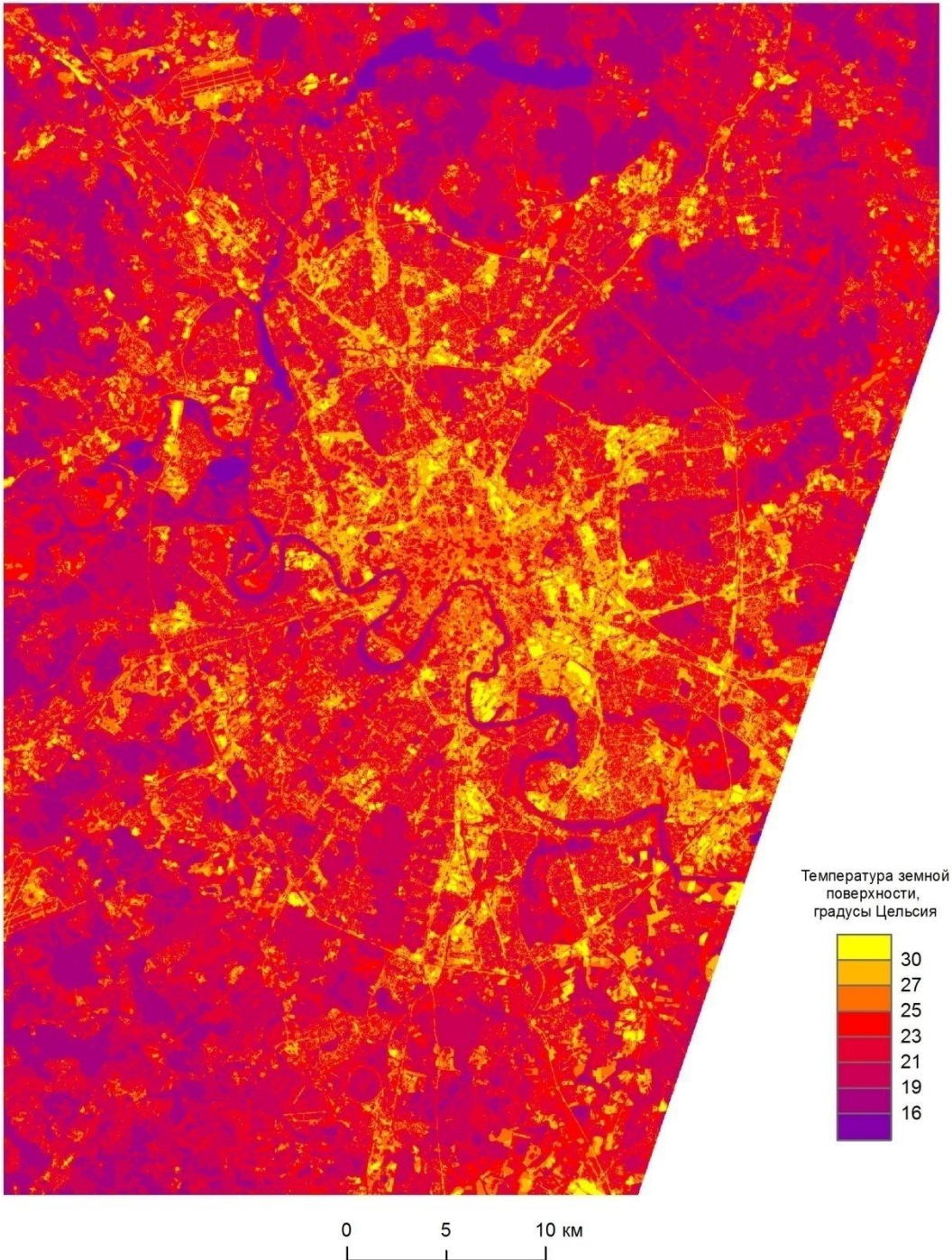
Зима

- 31 января 2014



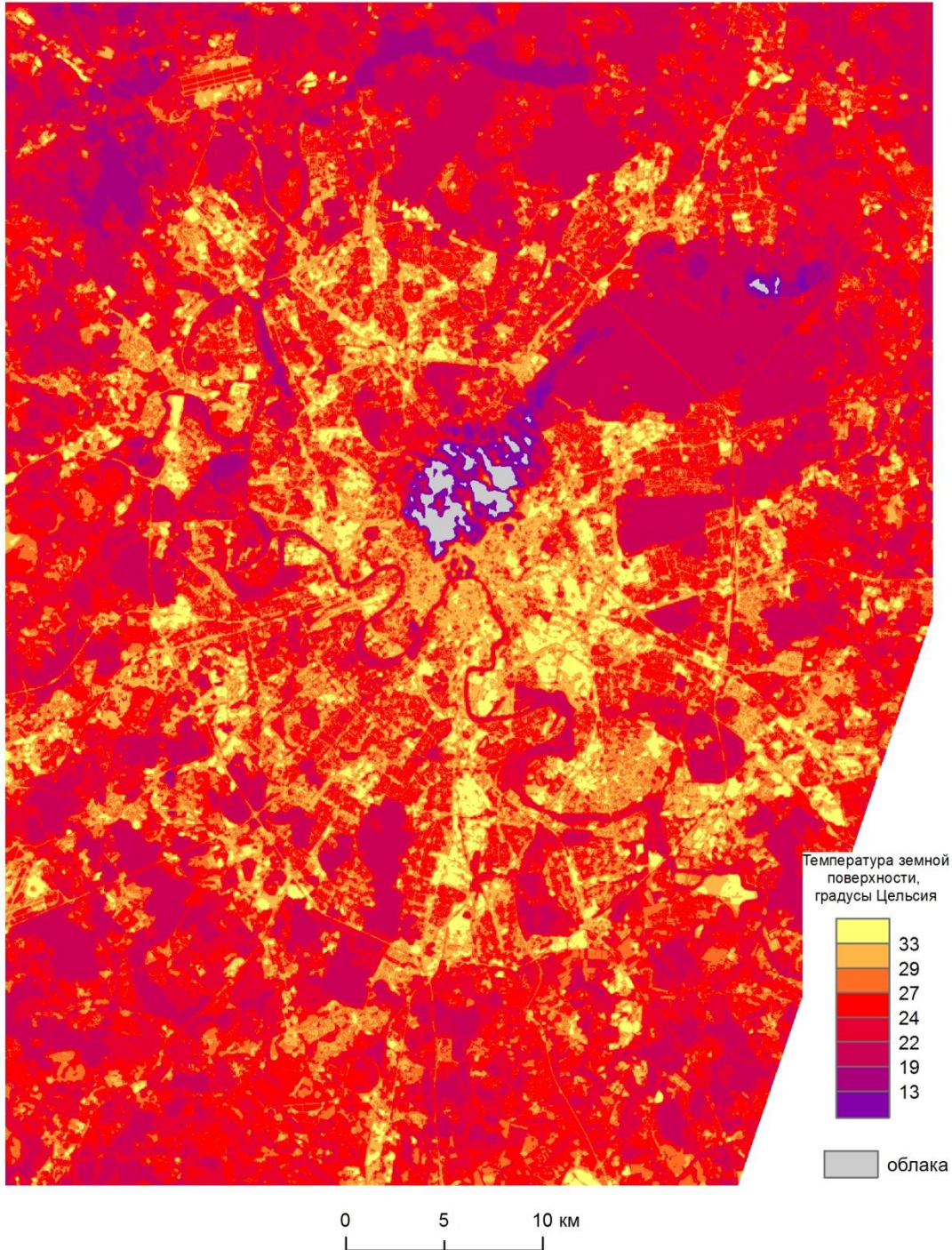
Весна

- 21 апреля 2014



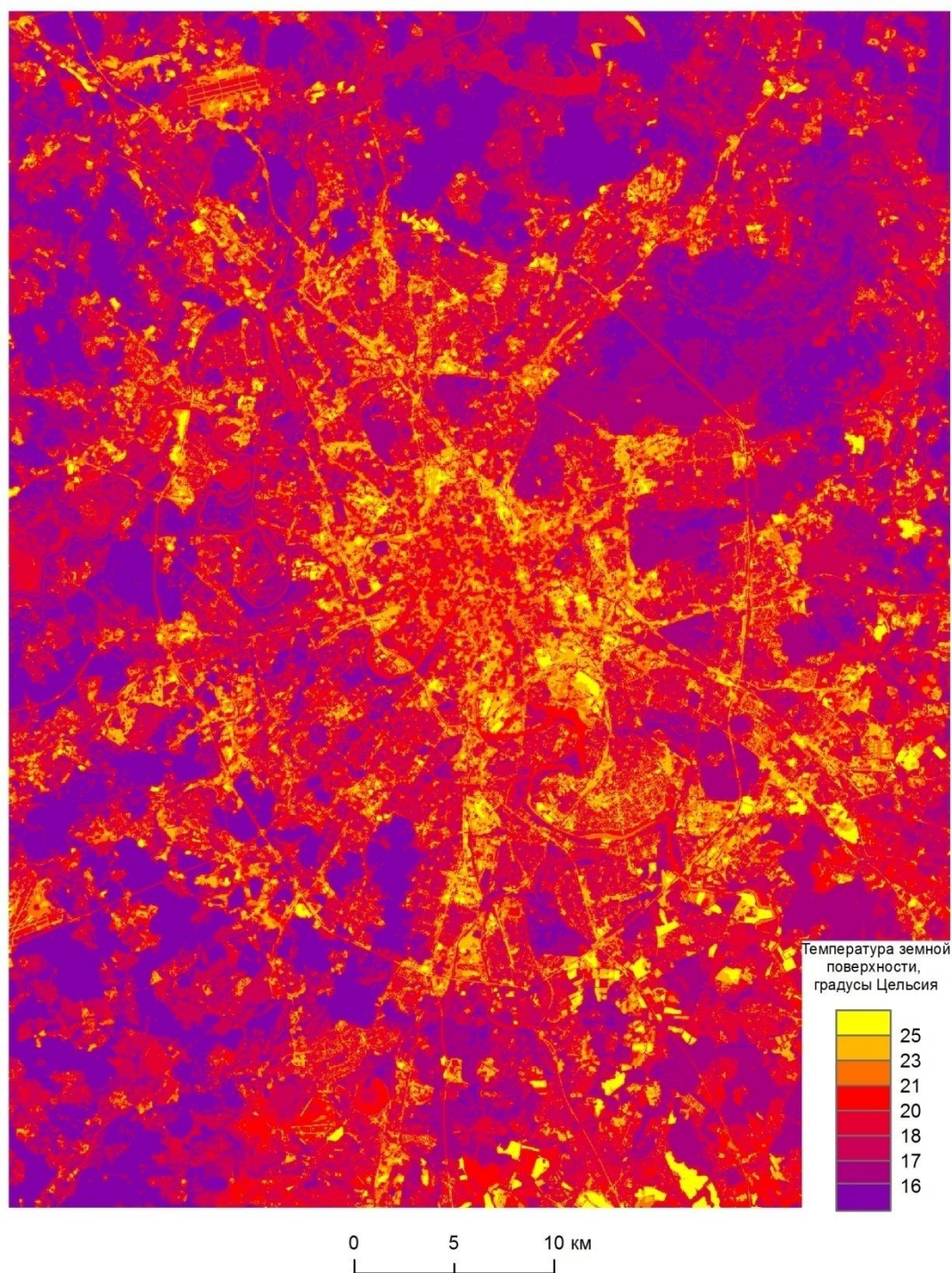
Лето

- 26 мая 2015



Осень

- 21 сентября 2014



Основные выводы

- Изменчивость городского острова тепла Москвы в 2014 году в основном соответствует стандартному сезонному ходу; усиление эффекта острова тепла связано, прежде всего, с положительными аномалиями атмосферного давления
- Значения температуры, рассчитанные по тепловым космическим снимкам, в большинстве случаев ниже данных прямых измерений температуры земной поверхности и выше данных прямых измерений температуры воздуха
- За 2014-15 гг. максимальный поверхностный остров тепла, выявленный по тепловым космическим снимкам, наблюдался зимой, и его максимальная интенсивность составила 15°C