



Микроклиматические особенности центра города
Москва и влияние зеленой инфраструктуры на
примере волны жары 2010 года

Коспанов Ален Арманович

Константинов Павел Игоревич

Постановка задачи

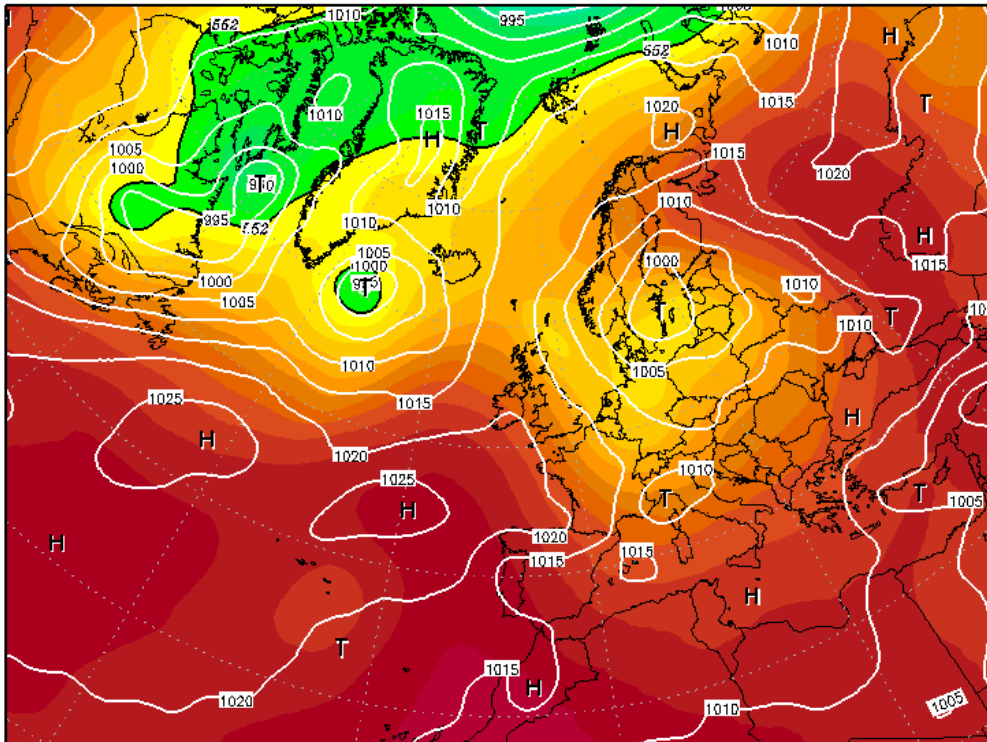
Создать область моделирования вокруг интересующей территории

Провести моделирование для самого жаркого дня

Изучить влияние растительности внутри исследуемой территории на комфортность и распределение метеорологических показателей

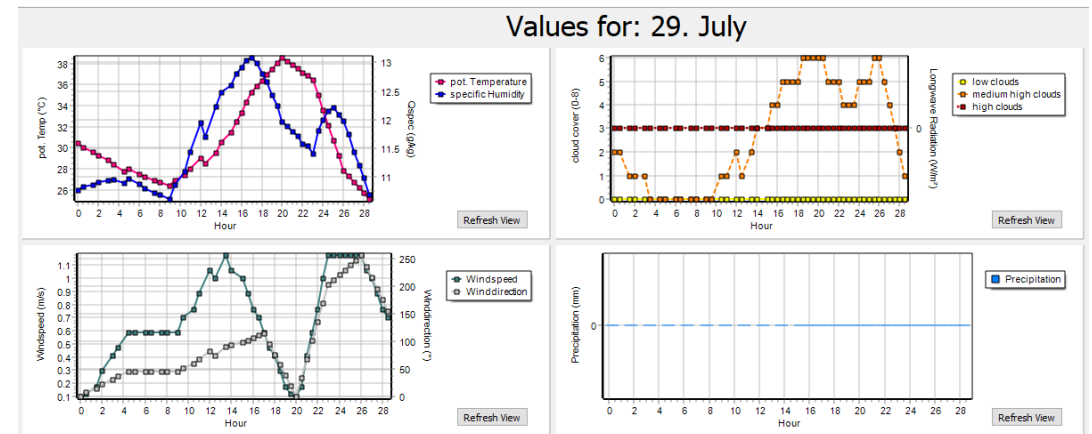
Синоптическая ситуация

29JUL2010 12Z
500hPa Geopotential (gpdam), Bodendruck (hPa)

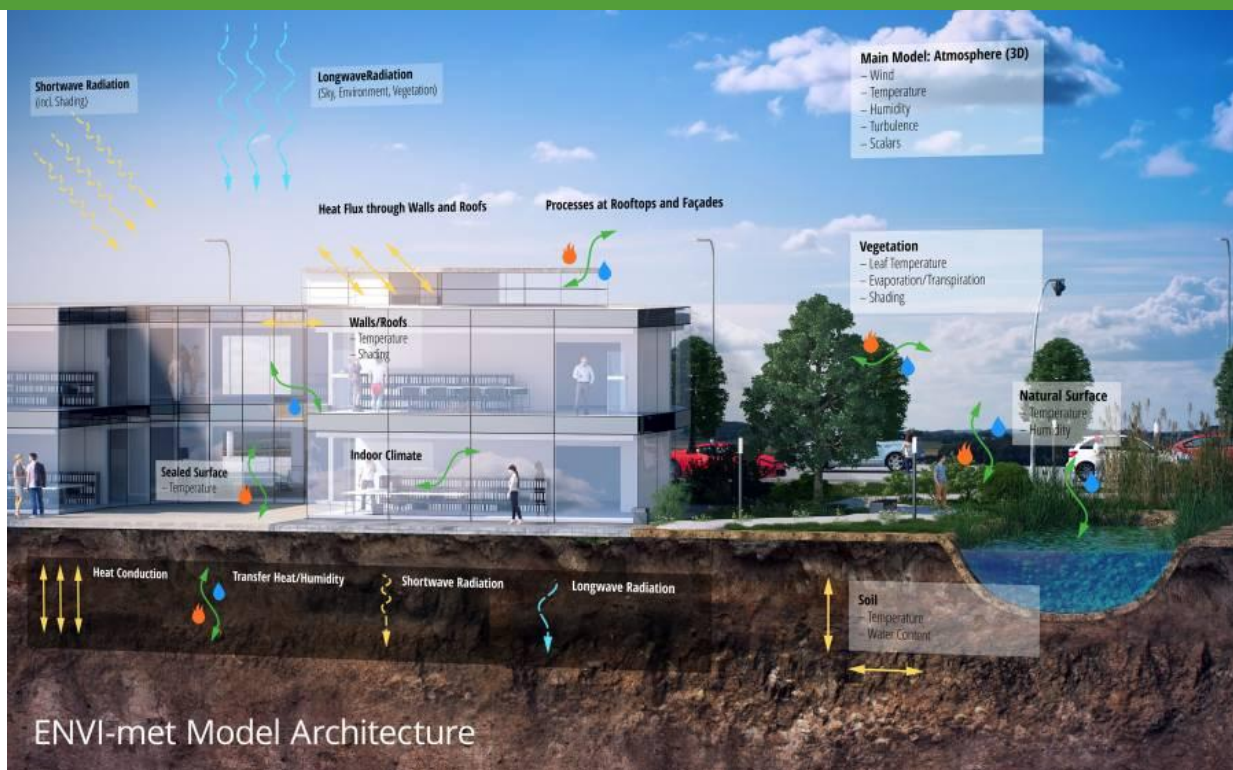


Daten: CFS Reanalysis
(C) Wetterzentrale
www.wetterzentrale.de

- Блокирующий антициклон
- Волна жары длительностью 44 дня
- Рекорд температуры в Москве
- Станция Балчуг 15:00
29.07.2010 +38,5°C



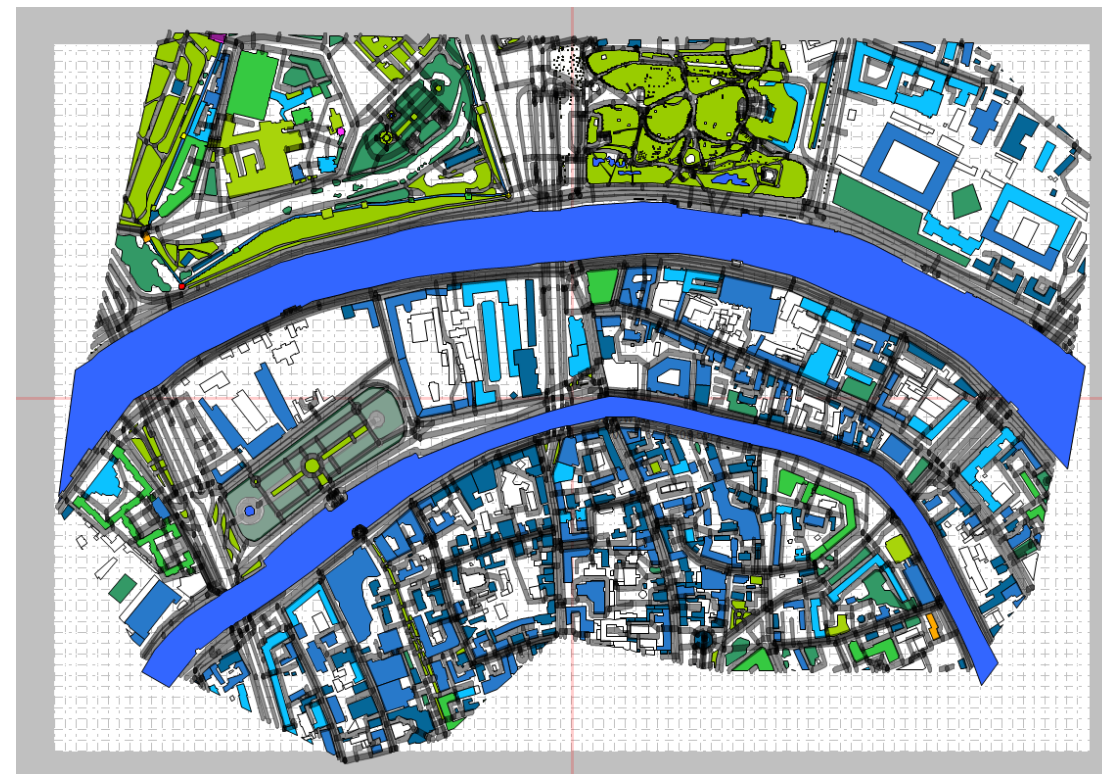
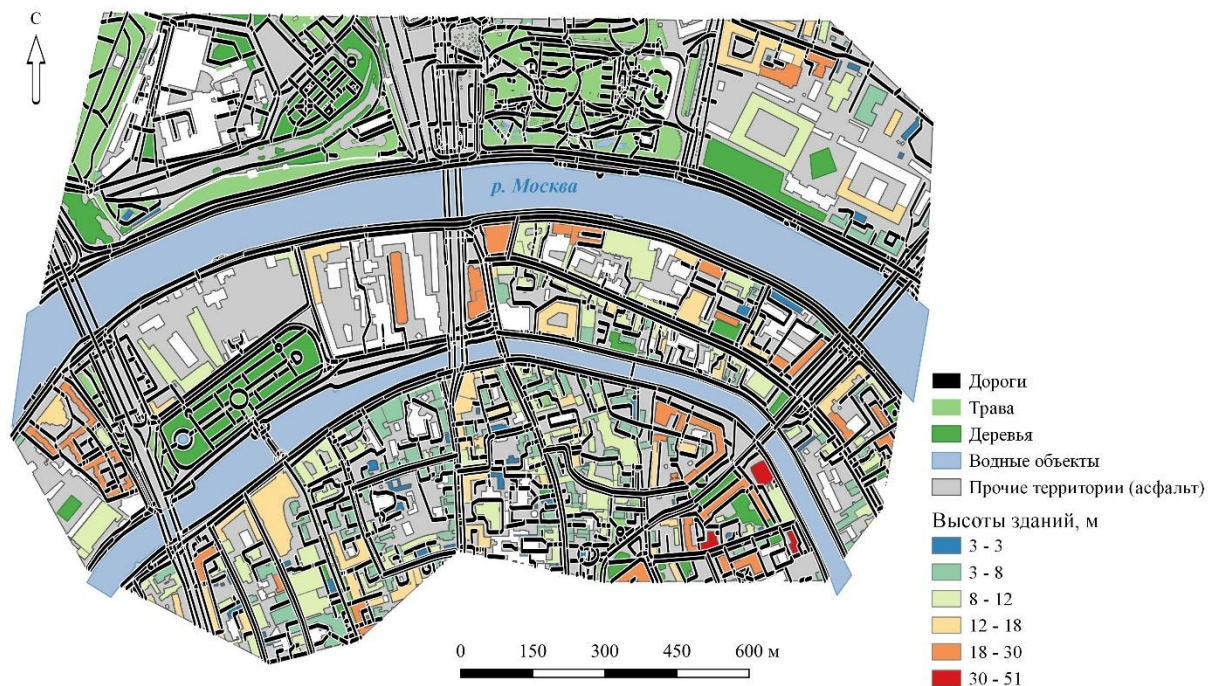
Модель ENVI-met



- Негидростатическая трехмерная микроклиматическая модель
- Учет трения о здания
- Учет теплообмена зданий со средой
- Учет воздействия деревьев – эвапотранспирация, торможение ветра
- Нет учета обмена влагой с водными объектами!

$$\rho \bar{u}_j \frac{\partial \bar{u}_i}{\partial x_j} = \rho \bar{f}_i + \frac{\partial}{\partial x_j} \left[-\bar{p} \delta_{ij} + \mu \left(\frac{\partial \bar{u}_i}{\partial x_j} + \frac{\partial \bar{u}_j}{\partial x_i} \right) - \rho \overline{u'_i u'_j} \right] \quad \text{Уравнения движения в осреднении по Рейнольдсу}$$

Предварительная карта области микроклиматического моделирования с указанием типа подстилающей поверхности и высоты здания

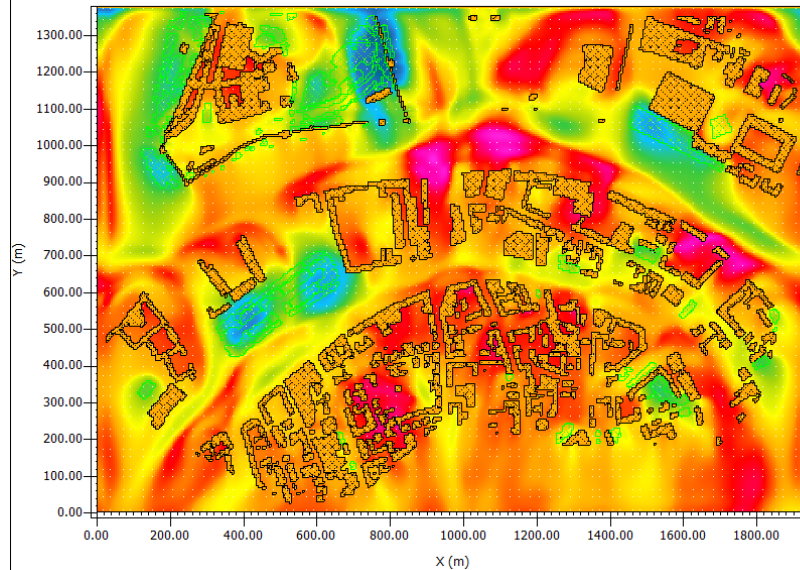


Область исследования

- Размер 1960*1380 метров
- Вокруг метеостанции Балчуг
- Здания разных высот
- Крупные массивы деревьев

Сравнение прогона с деревьями с прогоном без деревьев

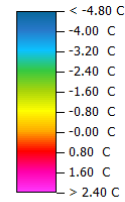
Температура воздуха, °C



Мин: -6.52 °C
Макс: 2.13 °C

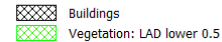
Air temperature comparison -
trees with no trees 15:00
29.07.2010
Height = 1.5m

Air temperature difference

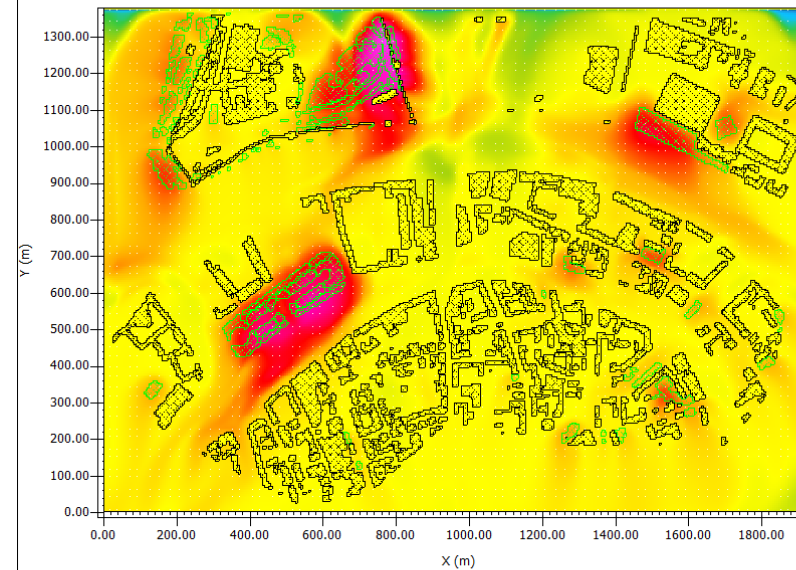


Min: -6.52 C
Max: 2.13 C

Objects



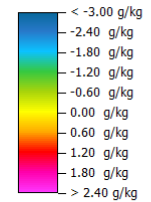
Влажность воздуха, г/кг



Мин: -4.55 г/кг
Макс: 2.51 г/кг

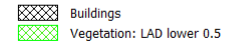
Specific humidity comparison -
trees with no trees 15:00
29.07.2010
Height = 1.5m

Specific humidity difference



Min: -4.55 g/kg
Max: 2.51 g/kg

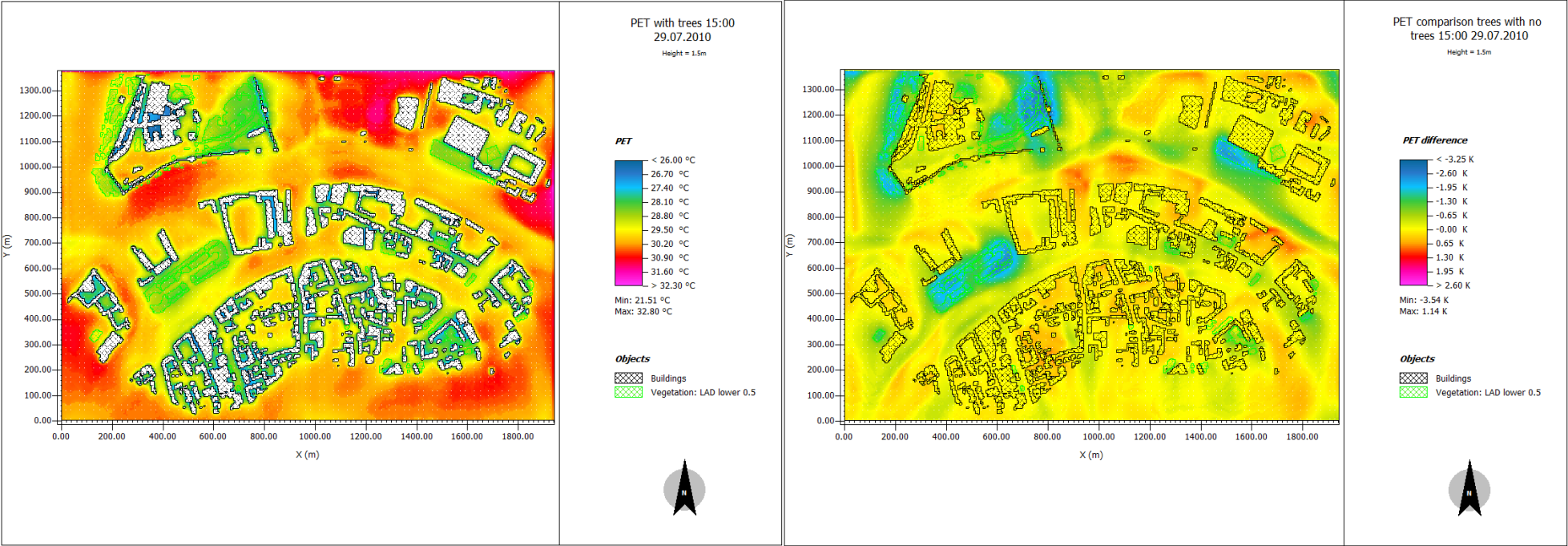
Objects



Метеорологические характеристики

- Наибольшая разность температур – под деревьями меньше на 6,5 °C
- Деревья производят большое количество влаги – влажность больше на 2,5 г/кг

Влияние на индекс РЕТ

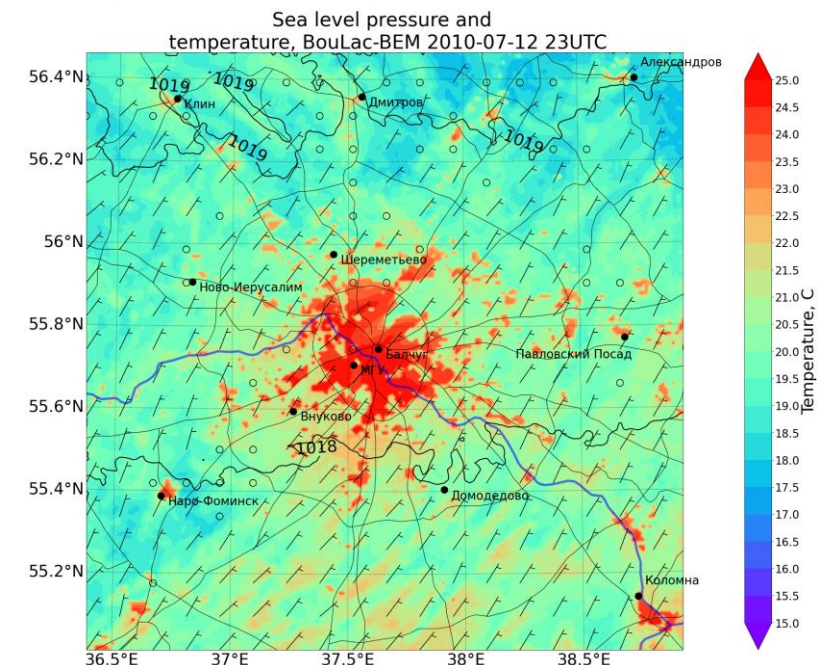
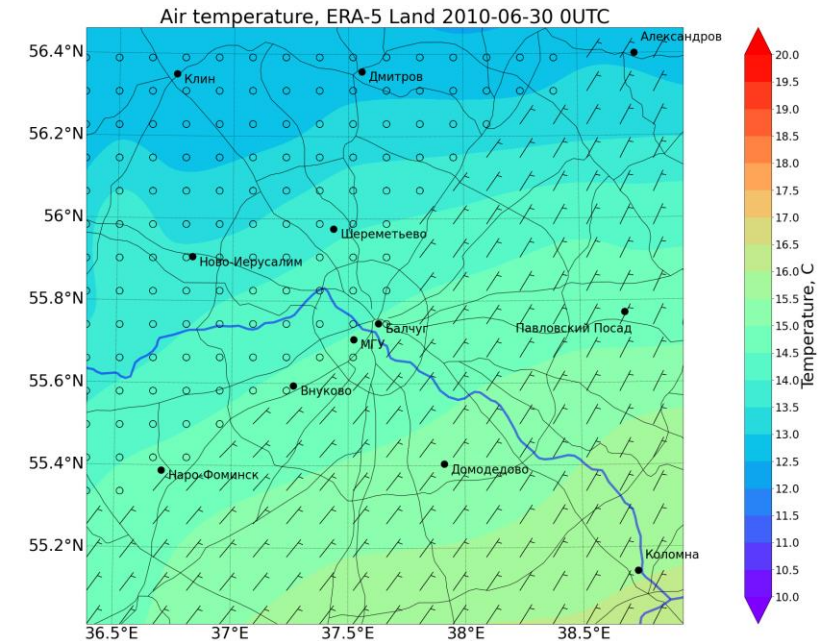


- В пределах территории наблюдается легкий и умеренный тепловой стресс
- Максимальная разница индекса РЕТ – под деревьями меньше на 3,5°C
- В данных условиях – переход к среднему тепловому стрессу
- Разность РЕТ меньше разности температуры из-за повышения влажности

PMV	PET	Thermal perception	Grade of physiological stress
-3.5	4	Very cold	Extreme cold stress
-2.5	8	Cold	Strong cold stress
		Cool	Moderate cold stress
-1.5	13	Slightly cool	Slight cold stress
-0.5	18		
		Comfortable	No thermal stress
0.5	23		
1.5	29	Slightly warm	Slight heat stress
		Warm	Moderate heat stress
2.5	35	Hot	Strong heat stress
3.5	41		
		Very hot	Extreme heat stress

Использование данных WRF

- Проблема – мало метеостанций для получения начальных данных
 - 1) Моделирование метеопараметров с разрешением 900м
 - 2) Разбиение Москвы на домены микроклиматического моделирования 900*900м
 - 3) Использование данных мезомасштабного моделирования для перехода на микромасштаб



Карты температуры воздуха по данным реанализа и моделирования

Результаты и перспективы

Результаты:

- Получена численная оценка влияния древесного покрова на температуру воздуха
- Получена численная оценка влияния деревьев на индекс термической комфортности PET
- Работа модели в связке с мезомасштабным моделированием

Перспективы:

- Прогон модели для других дней и территорий
- Оцифровка всей Москвы