

Андрей Можаяев

Разработка метода построения упрощенной динамической модели для задачи оптимального управления микроклиматом помещения

Выпускная квалификационная работа

Научный руководитель: Юрий Рассадин



Факультет математики и компьютерных наук СПбГУ
Программа «Современное программирование»

Введение в предметную область

- На управление микроклиматом (системы отопления, вентиляции и кондиционирования) в зданиях общего пользования уходит до 70% всей потребляемой энергии.
- Для повышения качества регулирования необходимы модели предсказания температуры воздуха в помещениях



Введение в предметную область

- Одним из факторов, влияющих на предсказания, является расположение датчика
- Цель найти оптимальное расположение, в котором предсказания будут наиболее точными
- Будем решать эту задачу численно
- Аналогичные подходы численного моделирования применяются при проектировании систем вентиляции



Постановка задачи

1. Построить модель помещения методами вычислительной гидрогазодинамики (CFD), промоделировать некоторый промежуток времени с хорошей точностью
2. Анализируя накопленный массив данных, найти оптимальную точку для размещения датчика

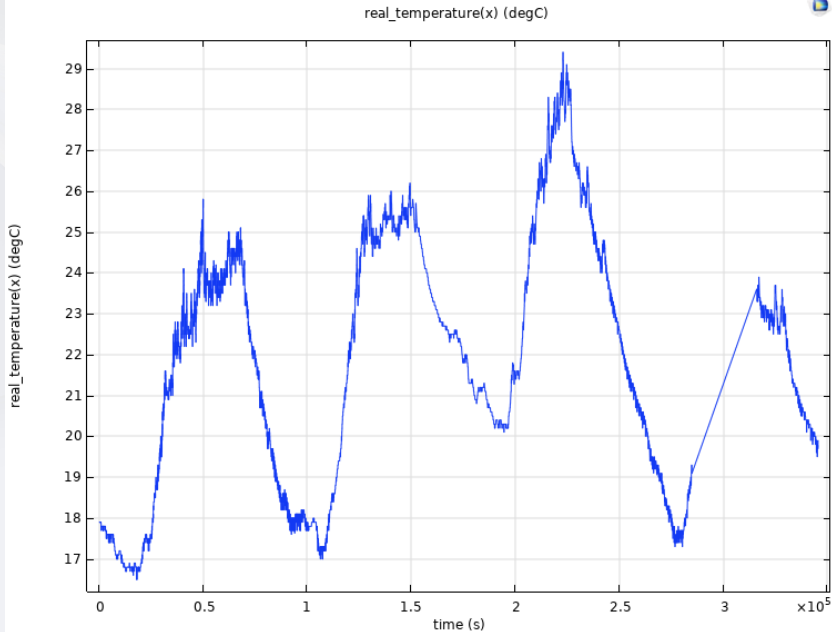


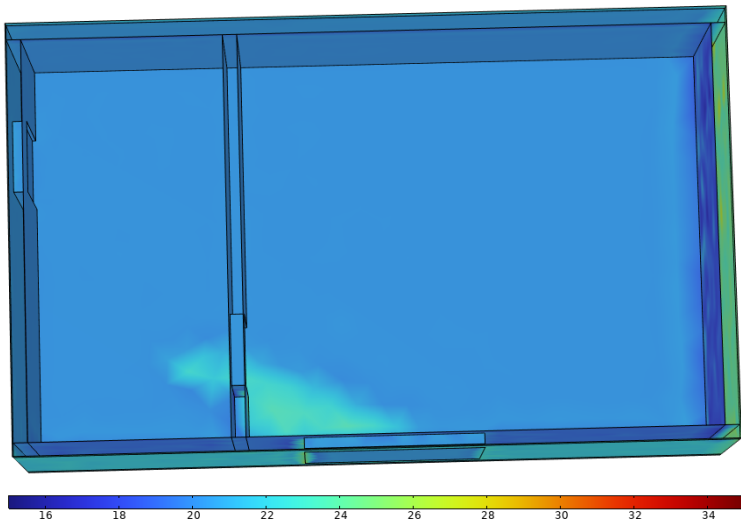
Моделирование помещения

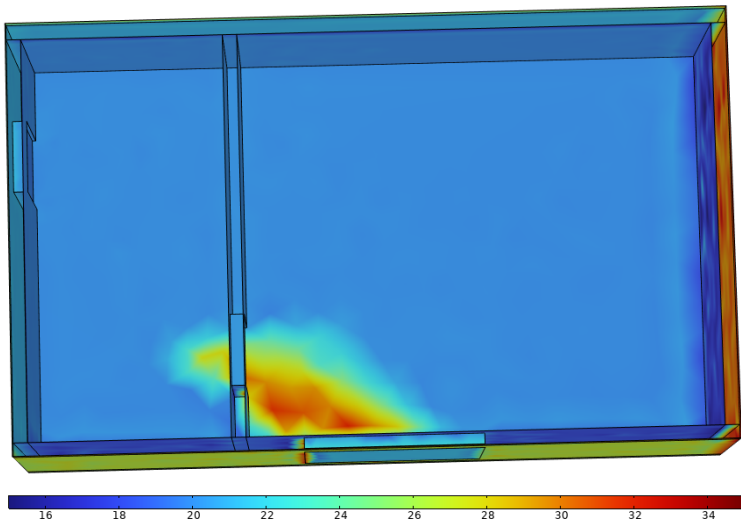
- ПО для моделирования - COMSOL
- Помещение для моделирования - "проект демонстрационного стенда Умного дома"(комната 10x6x3 с окном и внутренней стеной)
- Температура окружающей среды взята из датасета с реальными температурами в августе 2020 года
- Также промоделирована солнечная радиация

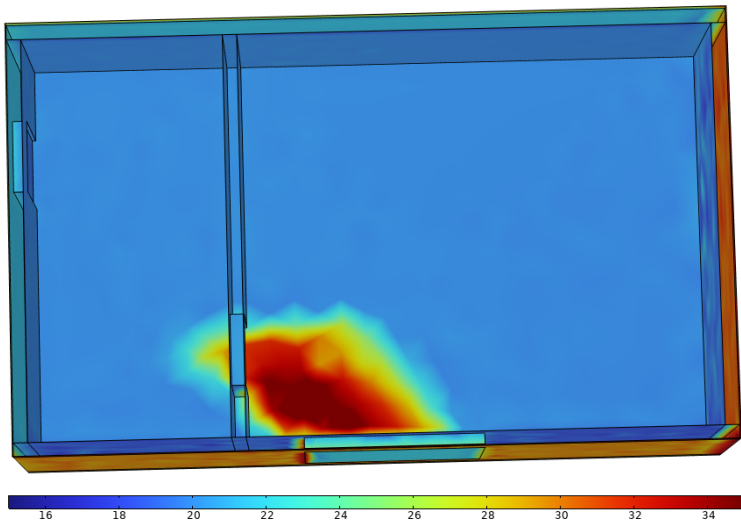
COMSOL
MULTIPHYSICS®

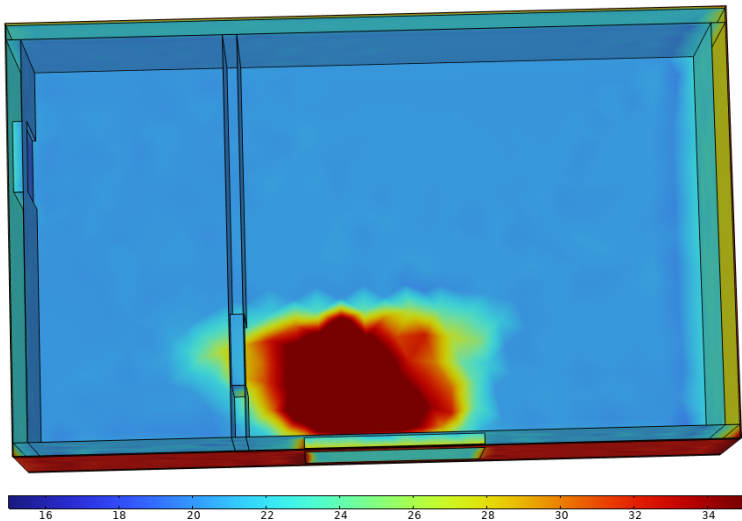


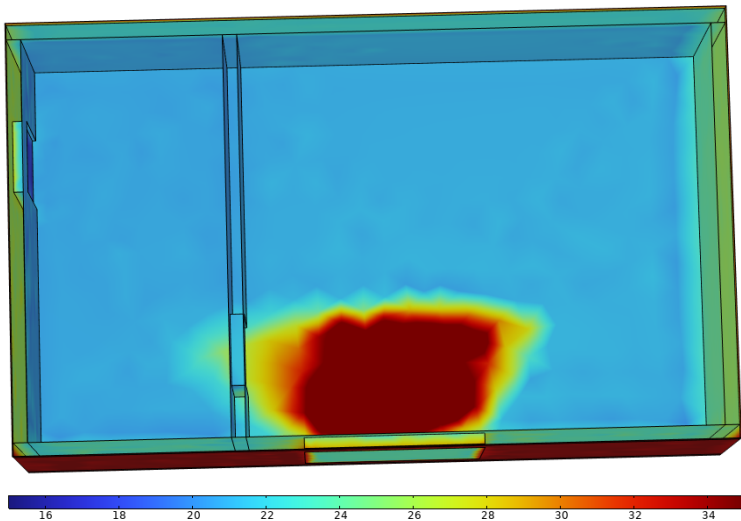


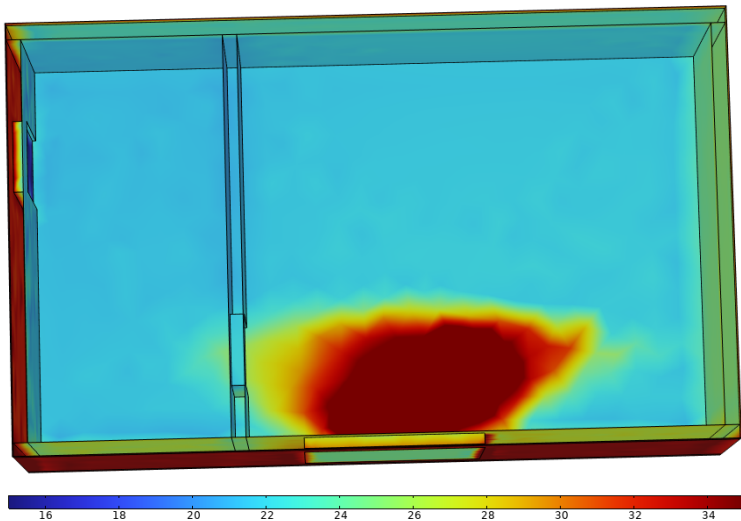


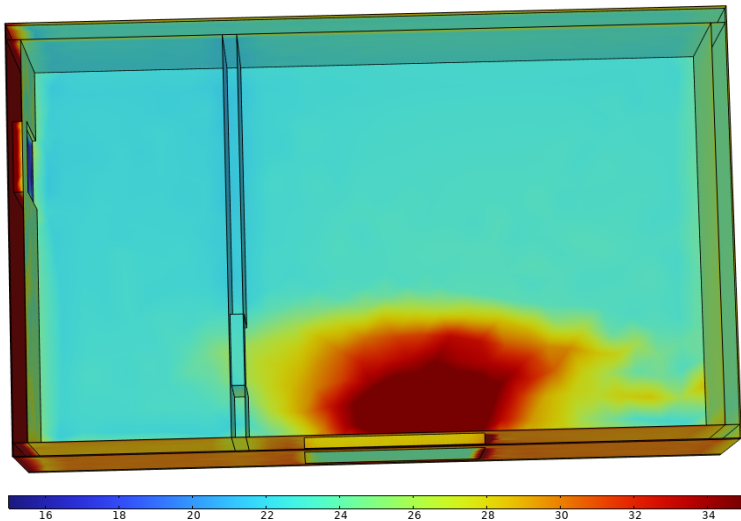


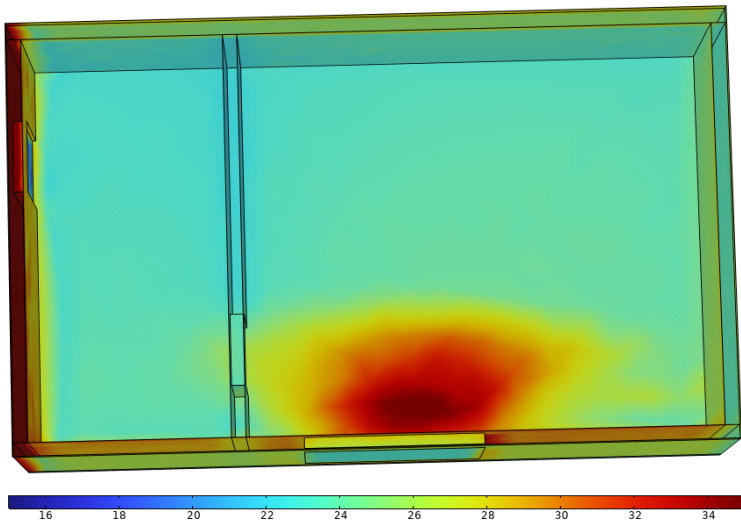








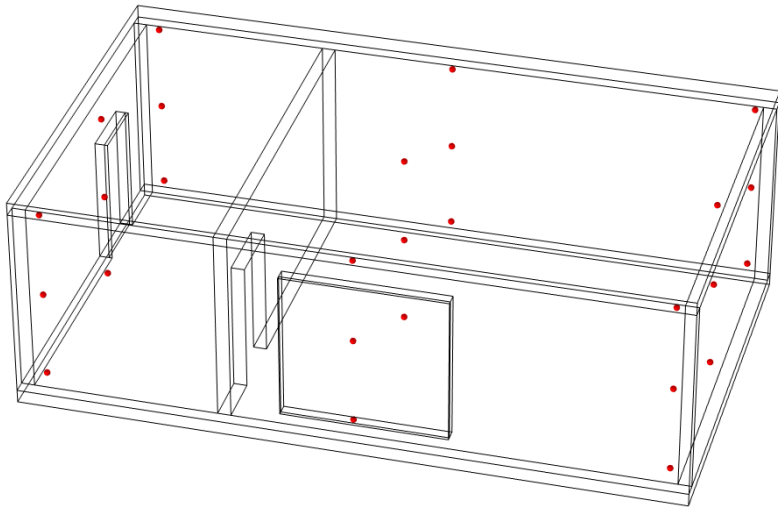




Поиск оптимального расположения датчика

- Построение линейной модели для потенциальной точки размещения датчика
- Сравнение качества предсказания с остальными точками





Результат моделирования

Time (s)	Point 1	Point 2	...	Point 27	Ambient
0	20.0	19.4		20.8	17.9
300	19.9	19.4		20.7	17.9
600	19.9	19.4		20.6	17.9
...					
345600	21.2	21.5		20.8	19.9



Критерий оптимальности

- Первым делом определим критерий оптимальности точки
- Частоты колебаний внешней и внутренней температур совпадают, но существует сдвиг по фазе ¹

¹Пашенко А.Ф., Рассадин Ю.М. Оценка взаимосвязи параметров микроклимата с учетом тепловой инерции внешних стен здания / Труды 15-й Международной конференции "Управление развитием крупномасштабных систем"(MLSD'2022). М.: ИПУ РАН, 2022. С. 1216-1224.



График температур

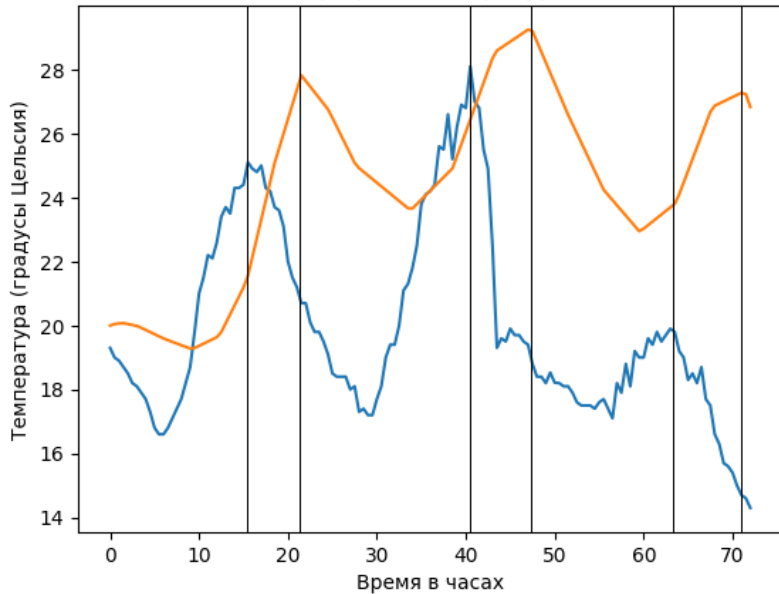
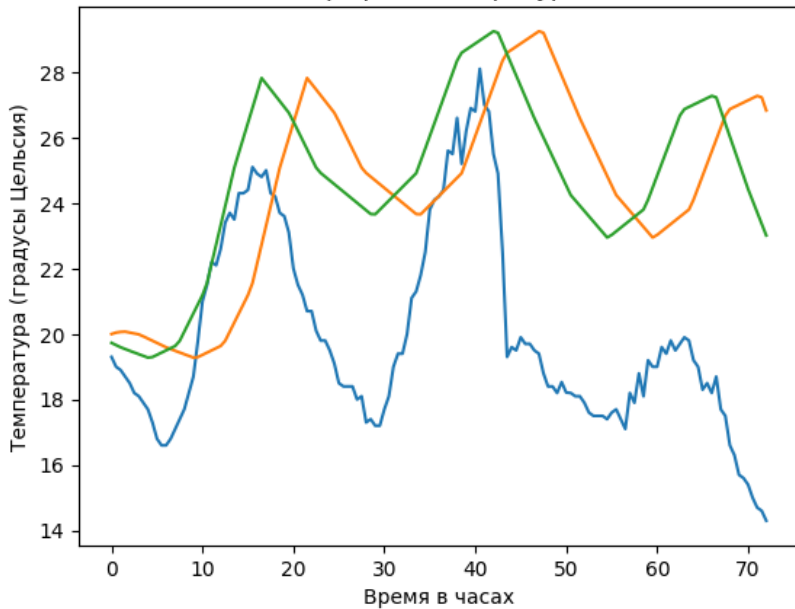


График температур

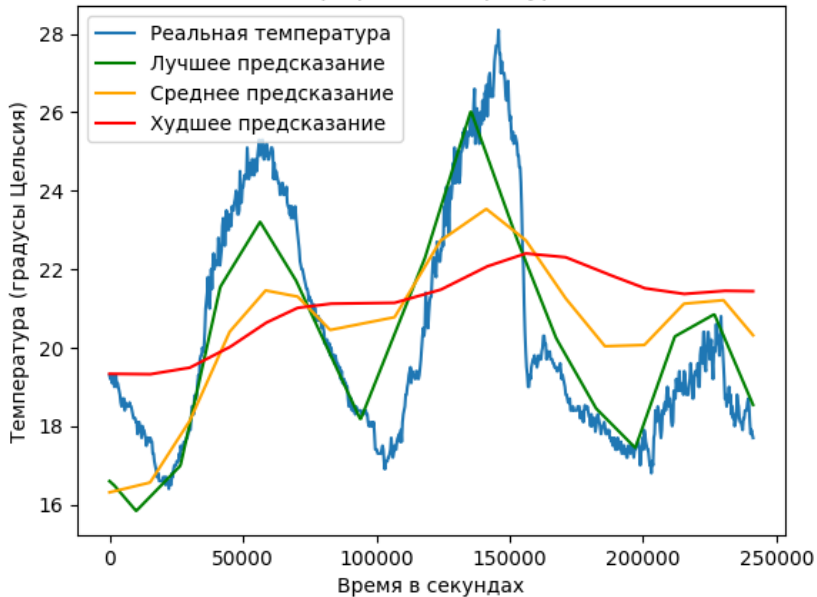


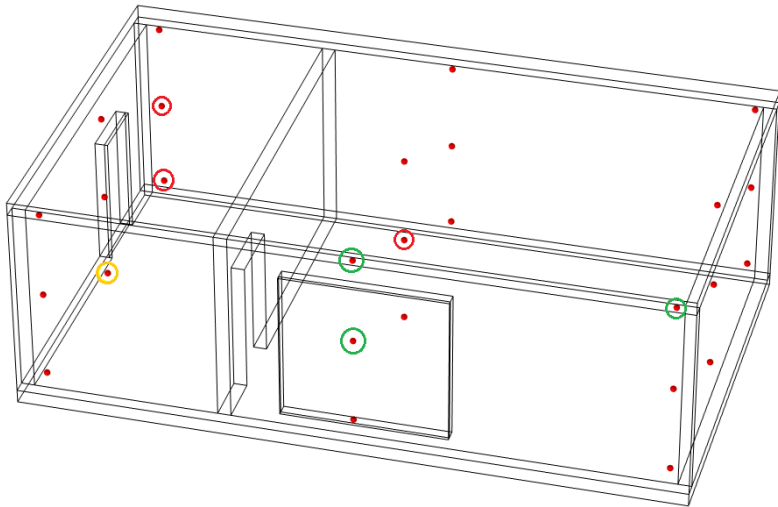
Критерий оптимальности

- Находить размер сдвига будем с помощью критерия корреляции Пирсона для временных рядов. Для каждой пространственной точки этот сдвиг может быть разным
- Затем для сдвинутого ряда температур находим коэффициенты линейной регрессии
- Точка с наибольшим коэффициентом детерминации R^2 будет оптимальной



График температур





Результаты работы

1. Промоделировано помещение с реальной внешней температурой
 2. Разработан алгоритм нахождения оптимальной точки расположения датчика
-

Андрей Можаяев, email: mozhay2000@gmail.com
<https://github.com/mozhayka/microclimate>

