

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ



ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ НАУК

Том 3. Математика

Сборник научных трудов

XVIII Международной конференции студентов, аспирантов
и молодых ученых

27–30 апреля 2021 г.

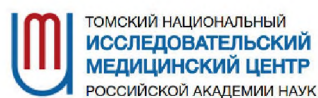
PROSPECTS OF FUNDAMENTAL SCIENCES DEVELOPMENT

Volume 3. Mathematics

Abstracts

XVIII International Conference of students, graduate students
and young scientists

April 27–30, 2021



Томск 2021

УДК 519.6:551.509

**ПРИМЕНЕНИЕ МОДЕЛИ WEATHER RESEARCH AND FORECASTING ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ
ЯВЛЕНИЯ «ОСТРОВ ТЕПЛА» ДЛЯ УСЛОВИЙ ГОРОДА ТОМСК**

А.И. Сваровский

Научный руководитель: профессор, д.ф.-м.н. А.В. Старченко

Национальный исследовательский Томский государственный университет,

Россия, г. Томск, пр. Ленина, 36, 634050

E-mail: svarart@vandex.ru**APPLICATION OF THE WEATHER RESEARCH AND FORECASTING MODEL TO STUDY THE
"HEAT ISLAND" PHENOMENON FOR THE CONDITIONS OF THE CITY OF TOMSK**

A.I. Svarovsky

Scientific Supervisor: Prof., Dr. A.V. Starchenko

National Research Tomsk State University, Russia, Tomsk, Lenin Avenue., 36, 634050

E-mail: svarart@vandex.ru

Abstract. *The results of the application of the Weather Research and Forecasting model for the study of the phenomenon of "heat island" in the city of Tomsk are considered. The results of the numerical calculations were compared with the measurements obtained with the instruments of the Center for Collective Use "Atmosphere" of the IAO SB RAS and the Bogashevo airport in Tomsk. It is shown that on some days the temperature difference between the city and the suburbs can reach 1-2 °C.*

Введение. Городской «остров тепла» - это увеличение температуры воздуха в городе по сравнению с окружающей его местностью. Это явление достаточно давно установлено [1]. Оно играет важную роль в циркуляции воздуха. Основной вклад в образование «острова тепла» в Томске вносят антропогенные выбросы и поглощение городской подстилающей поверхностью коротковолновой радиации [2].

Целью работы является применение модели Weather Research & Forecasting (WRF) [3] для исследования явления «острова тепла» для условий города Томск.

Математическая модель. В основу динамического ядра ARW (Advanced Research WRF) заложены негидростатические уравнения О. Рейнольдса. Уравнения ARW формулируются с использованием вертикальной координаты гидростатического давления, следующей за рельефом местности [4].

В качестве «ведущей» модели для получения начальных данных и данных на границах на срок прогноза может быть использована система глобальных прогнозов Национального центра прогнозирования окружающей среды NCEP GFS [3].

Условия применения модели WRF. На основе данных реанализа NCEP GFS 0.25 Degree Global Forecast Grids Historical Archive (ds084.1), используя программы системы препроцессинга модели WRF (WPS), были сгенерированы файлы со значениями начальных и граничных метеорологических характеристик и геодезических параметров на расчётной сетке, покрывающей область исследования.

Область моделирования имеет размеры 450х450 км (координаты центра 56,5° с.ш., 85° в.д. области совпадают с центром города) и включает две вложенные подобласти размерами 150х150 и 50х50 км. Шаг сеток для областей составляет 9, 3 и 1 км, соответственно. В вертикальном направлении рассматривался 51 уровень.

При выполнении расчетов было использовано 5 наборов параметризаций подсеточных метеорологических процессов. Набор параметризаций учитывал следующие процессы: микрофизика влаги, длинноволновая радиация, коротковолновая радиация, приземный слой, поверхность земли, планетарный пограничный слой, городская поверхность [3].

Для проверки корректности расчетов по модели использовались данные измерений, полученные с приборов, установленных в 3 пунктах наблюдения, указанных на рис. 1 вместе с распределениями категорий землепользования.

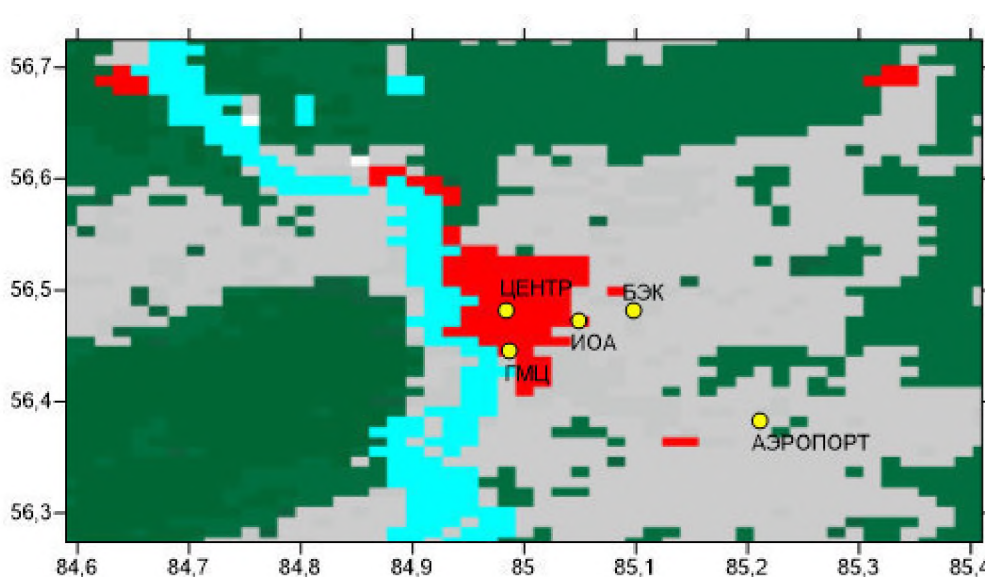


Рис. 1. Карта распределения категорий землепользования (красный цвет – городская застройка, зеленый – лес, серый – незначительная растительность, голубой – вода). В центре г. Томск

Пункт 1. «ИОА», расположенный на крыше лабораторного корпуса ИОА СО РАН (Восточная окраина г. Томск, Академгородок). Пункт отнесен к позиции «город» («урбанизированная территория» – УЗМ «ИОА»).

Пункт 2. Территория Базового Экспериментального Комплекса («БЭК») ИОА СО РАН. Ближний пригород Томска (к востоко-северо-востоку). Естественный ландшафт (большая поляна, окруженная лесопосадками) с несколькими одноэтажными строениями.

Пункт 3. Аэропорт Богашево («АЭРОПОРТ»), пригород; расположен в 18 км к юго-востоку от центра города. Естественный ландшафт с несколькими служебными и жилыми строениями.

Условия проведения расчетов. Были проведены расчеты для девяти зимних дат (ноябрь-февраль) и семи летних дат (июнь-август) 2015 года. Наиболее яркий случай явления «острова тепла» был зафиксирован 22 июля. В эту дату в Томске наблюдалась ясная жаркая погода, слабый ветер (1 м/с) с-в-в направления. Хорошая видимость. Экстремальные температуры – 15,3 °С (07 ч), 25,8 °С (19 ч). Давление понизилось в течение суток на 4 мм рт.ст. [5].

Результаты. На рис. 2 представлен график изменения в течении суток 22 июля 2015 года приземной измеренной (на графике точки и треугольники) и рассчитанной по модели (сплошные линии) температуры на высоте 2 м. Заметная разница температур между городом («ИОА») и пригородом («БЭК», «АЭРОПОРТ») в данных измерений и расчетов наблюдалась в ночное время с 1 до 8 ч. Максимальная разность измерений температуры за этот период наблюдалась между пунктами «ИОА» и «АЭРОПОРТ» и составила 4,6 °С в 6 ч., а максимальная разность расчетов температуры за этот период составила 2,9 °С в 6 ч также между пунктами «ИОА» и «АЭРОПОРТ».

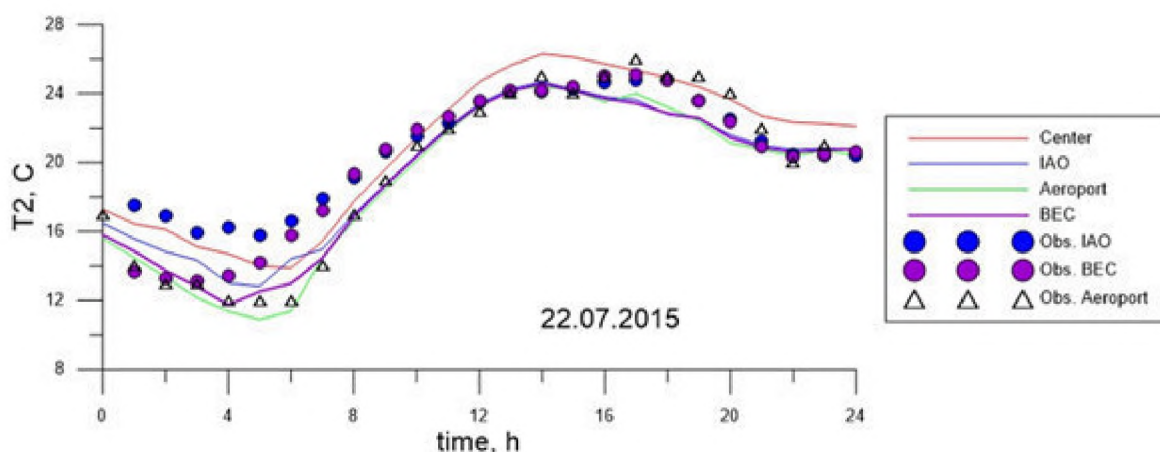


Рис. 2. Остров тепла с 1 до 8 ч 22.07.2015

Заключение. Таким образом, было проведено несколько расчетов с использованием модели WRF, среди которых выбрана дата с наиболее отчетливым проявлением «острова тепла» в г. Томске. Для оценки точности расчетов по модели были вычислены систематическая (BIAS), средняя абсолютная (MAE), средняя квадратическая (RMSE) ошибки, коэффициент корреляции R прогнозируемых и фактических значений. В целом, результаты расчетов показали приемлемую точность.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ландсберг Г.Е. Климат города. – Л.: Гидрометеиздат, 1983. – 248 с.
2. Дудорова Н.В., Белан Б.Д. Оценка факторов, определяющих формирование городского острова тепла в г. Томске // Оптика атмосферы и океана. – 2016. – Т. 29, № 5. – С. 426–436.
3. ARW Version 4 Modeling System User's Guide // Weather Research and Forecasting. January, 2019.
4. Skamarock W.C., Klemp J.B., Dudhia J., Gill D.O., Barker D.M., Duda D.M., Wang W., Powers J.G. A description of the advanced research WRF version 3 // NCAR Tech. Note. NCAR/TN-68CSTR, 2008, – 100 p.
5. Архив погоды в Томске [Электронный ресурс] - Режим доступа: <https://rp5.ru>. (дата обращения: 06.03.2021)