

Отзыв

Коршуновой Натальи Николаевны

на диссертационную работу Ладохиной Екатерины Михайловны

«Численное моделирование влияния свойств городской застройки Санкт-Петербурга на метеорологические поля, представленной на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.6.18 – Науки об атмосфере и климате

Представленная диссертационная работа посвящена исследованию мезомасштабных процессов в атмосфере над территорией Санкт-Петербурга и его окрестностей по данным наблюдений на метеорологических станциях. Актуальность работы обусловлена необходимостью новых видов метеорологического обслуживания в условиях современных изменений климата, направленных на снижение уязвимости крупных городских агломераций от опасных погодно-климатических воздействий. Прежде всего, это касается повышения температуры воздуха, которое наблюдается в крупных городах. Городские острова тепла усиливают волны тепла в летний период, увеличивая смертность от тепловых ударов.

Целью работы является создание оптимальной конфигурации мезомасштабной прогностической модели для территории Санкт-Петербурга, учитывающей реальные характеристики городской застройки. Для достижения поставленной цели были решены ряд задач, основными из которых является разработка методики анализа чувствительности приземных метеорологических полей к параметрам урбанизированной поверхности Санкт-Петербурга и метода оптимизации численных расчётов для сокращения вычислительных затрат при анализе чувствительности мезомасштабной модели к параметрам урбанизированной поверхности Санкт-Петербурга. Следует отметить, что основные положения, выносимые на защиту, в автореферате сформулированы недостаточно четко.

Автором проделана огромная работа по обработке и анализу данных метеорологических станционных наблюдений ФГБУ «Северо-Западное УГМС», спутниковых данных MODIS и данных автоматических метеостанций сети ФКП «Дирекция КЗС г. Санкт-Петербург Минстроя России»; выполнены расчеты численных экспериментов по оценке влияния параметров урбанизированной поверхности на прогностические метеорологические поля, анализ и интерпретация полученных результатов; разработано программное обеспечение для визуализации результатов.

Важно, что результаты исследования доведены до практического применения и внедрены в ФГБУ «Северо-Западное УГМС», что подтверждается актом о внедрении.

Диссертационная работа состоит из введения, четырех глав, заключения, списка литературы из 142 наименований работ отечественных и зарубежных авторов, списка сокращений и обозначений. Она изложена на 142 страницах текста, включая 45 рисунков, 11 таблиц и 1 приложение. В автореферате приведено подробное описание каждой главы диссертационной работы.

Автором выполнен детальный анализ литературных источников, где приводятся особенности городского острова тепла (ГОТ) Москвы и других крупных городов (Новосибирск, Монреаль, Торонто), описаны иные эффекты влияния урбанизации на нижнюю атмосферу. Сделан вывод о том, что урбанизированная среда порождает комплекс взаимосвязанных аномалий в полях основных метеорологических характеристик (температура воздуха и почвы, влажность воздуха, скорость ветра, осадки), однако сочетание макроклиматических, географических и градостроительных факторов уникально для каждого города.

Интенсивность городского острова тепла рассчитывалась как разность между наблюдаемой температурой на станции ОГМС «Санкт-Петербург» (ИЦП), отражающей погодные условия в мегаполисе, и температурой невозмущенной влиянием мегаполиса местности, воссозданной методом пространственной интерполяции по данным 15 окружающих город станций, которые автором разделены на загородные станции ближней группы и удаленные загородные станции. Анализ воздействия застройки Санкт-Петербурга на приземную температуру, осадки и скорость ветра проводился по данным стационарных наблюдений за период 1994–2018 гг. Учитывая значительные изменения регионального климата в последние годы, результаты нельзя считать актуальными, но для разработки и корректировки методики они вполне пригодны.

Третья глава посвящена анализу чувствительности прогностических полей численной модели к изменению параметров подстилающей поверхности, характеризующих свойства городской застройки Санкт-Петербурга. Количественная оценка влияния параметров подстилающей поверхности на метеорологические поля (на приземную температуру (T_2), скорость приземного ветра (W_{10}), относительную влажность (RH_2) и высоту пограничного слоя (PBL)) выполнена с использованием индексов чувствительности Соболя. Анализ индексов Соболя позволил автору выделить доминирующий параметр для каждого из рассматриваемых метеозлементов в дневное время: альбедо оказывает наибольшее влияние на температуру воздуха и высоту пограничного слоя, шероховатость – на скорость ветра, влагосодержание — на относительную влажность (RH_2). В ночные часы роль шероховатости существенно возрастает: к ее изменению становится наиболее чувствительна не только величина W_{10} , но и RH_2 и PBL .

В четвертой главе приводятся собственно результаты численного моделирования влияния Санкт-Петербурга на метеорологические поля с использованием мезомасштабной модели WRF-ARW и модели городского подслоя SLAB для четырех месяцев 2021 года: января, марта, июня и октября. Выбранные временные интервалы позволяют исследовать отклик параметризации городского подслоя в модели на контрастные внешние условия (уровень инсоляции, облачность, наличие снежного покрова т.д.). Попытки дополнить данные метеорологических станций данными автоматических метеорологических станций (АМС) не увенчались успехом, достаточной репрезентативностью для исследования аномалий городского метеорологического режима, как оказалось, обладают только данные по температуре воздуха. Но это скорее вопрос к несовершенству и нестабильной работе датчиков АМС. Отдельный раздел этой главы посвящен решению задачи по уточнению данных о геометрических свойствах зданий Санкт-Петербурга и их интеграции в многоуровневую модель городского подслоя. Положительный эффект от уточнения данных о геометрии застройки для прогноза скорости ветра свидетельствует о применимости аналогичного подхода для улучшения воспроизведения многоуровневой моделью аномалий температуры и влажности воздуха в Санкт-Петербурге путем дальнейшего уточнения параметров, характеризующих свойства городской поверхности.

Следует отметить прикладной аспект работы. Предложенная конфигурация мезомасштабной модели WRF-ARW с многоуровневой параметризацией VER_VEM и уточненными данными о геометрических характеристиках городской застройки внедрена в практику ФГБУ «Северо-Западное УГМС». Данная конфигурация будет наиболее полезна для краткосрочного прогноза метеорологических параметров в городской среде, в частности приземного ветра в течение всего года и приземной температуры в тёплый период.

Указанные замечания не умаляют значимости диссертационного исследования. Содержание диссертации соответствует паспорту специальности 1.6.8 - 1.6.18 – Науки об атмосфере и климате.

Таким образом, соискатель Ладохина Е.М.. заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.6.18 – Науки об атмосфере и климате.

В.н.с. отдела климатологии
ФГБУ «ВНИИГМИ-МЦД», к.г.н

Н.Н. Коршунова
4.08.2026

Контактные данные:

Коршунова Наталья Николаевна

Электронная почта: nnk@meteo.ru

Телефон: 8(484)39-74-637; +7-910-542-62-78

Кандидатская диссертация защищена по специальности 25.00.30 – Метеорология, климатология, агрометеорология

Наименование организации: Федеральное государственное бюджетное учреждение «Всероссийский научно-исследовательский институт гидрометеорологической информации – Мировой центр данных»

Должность: ведущий научный сотрудник

Адрес места работы: 249035, г. Обнинск Калужской области, ул. Королева, д. 6

Подпись Н.Н.Коршуновой подтверждаю
Ученый секретарь ФГБУ «ВНИИГМИ-МЦД»
канд. физ.-мат.наук


С.Г. Сивачок
