ОТЗЫВ

на автореферат Варенцова Александра Ивановича «Перенос и осаждение аэрозолей различного происхождения в городском пограничном слое по результатам численного гидродинамического моделирования», представленной на соискание учёной степени кандидата географических наук по специальности 1.6.18. Науки об атмосфере и климате

Актуальность темы диссертационного исследования не вызывает сомнений. Качество атмосферного воздуха в городах остаётся одним из ключевых факторов здоровья населения, а пространственная неоднородность загрязнения, обусловленная сложной морфологией застройки, требует не только метеорологического, но и геоэкологического анализа. Автор справедливо отмечает, что глобальные и региональные химико-транспортные модели, а также гауссовы и уличные модели не позволяют надёжно воспроизводить процессы переноса и осаждения аэрозолей в реальной городской среде. В этом контексте обращение к вихреразрешающему моделированию в сочетании с лагранжевым подходом выглядит хорошо обоснованным. Особую актуальность работе придаёт исследование сухого осаждения на вертикальные фасады зданий, которое часто игнорируется или упрощается в моделях качества воздуха, несмотря на большую площадь городских стен и их потенциально значимый вклад в очищение атмосферы.

Среди сильных сторон автореферата следует прежде всего выделить комплексный и методически выстроенный подход к решению поставленных задач. Автором разработана, верифицирована и интегрирована в вихреразрешающую гидродинамическую модель НИВЦ МГУ и ИВМ РАН лагранжева численная модель переноса и осаждения частиц. Важно, что верификация проведена на нескольких уровнях: сопоставление с аналитическими решениями, натурными измерениями в условиях песчаных бурь и кросс-верификация с независимой LES-моделью. Это придаёт полученным результатам необходимую достоверность и показывает, что разработанный инструмент пригоден для сложной геометрии городской застройки.

Отдельно следует отметить удачное сочетание идеализированных и реальных конфигураций застройки, представляющих разные типы локальных климатических зон на примере Москвы. Автор не ограничивается классификацией ЛКЗ, а вводит дополнительные количественные метрики — спектральную энтропию поля высот, коэффициент вариации высот, индекс анизотропии и относительный индекс фронтальной площади. Это позволяет содержательно объяснить, почему в регулярной застройке внутриклассовая изменчивость может превышать межклассовую, тогда как в нерегулярной среде, наоборот, начинают доминировать изотропные макропараметры района. Полученный вывод о смене доминирующих факторов переноса аэрозолей в зависимости от морфологической упорядоченности застройки представляет несомненную научную новизну. Также заслуживает внимания регрессионный анализ, показывающий, что базовая ЛКЗ-модель может иметь низкую описательную способность для регулярной застройки, но существенно улучшается при добавлении характеристик ориентации каньонов относительно ветра, анизотропии и хаотичности. Это имеет не только теоретическое, но и практическое значение для геоэкологического районирования и территориального планирования.

При общей положительной оценке автореферата можно сделать два замечания. Первое касается того, что в автореферате недостаточно подробно раскрыта чувствительность результатов к выбору параметров лагранжевой модели — коэффициента турбулентной диффузии, вероятностей осаждения и отскока, шага интегрирования. Хотя многоуровневая верификация проведена, краткий анализ неопределённости этих параметров позволил бы ещё более чётко очертить границы применимости модели.

Второе замечание связано с сопоставлением модельных расчётов с натурными измерениями на фасадах: автор сам отмечает, что осреднённая роза ветров даёт сглаженную картину, а для точного сравнения необходимы детальные данные о

пространственно-временной структуре источников и метеорологической обстановке. Насколько устойчивы выводы о вкладе фасадного осаждения при смене метеорологических сценариев и как задание источников влияет на переносимость результатов на другие районы?

Указанные замечания не снижают общей высокой оценки работы. Автореферат написан логично, содержит все необходимые разделы, отражает личный вклад автора, научную новизну, теоретическую и практическую значимость. Результаты прошли широкую апробацию на российских и международных конференциях, опубликованы в рецензируемых изданиях, рекомендованных для защиты в диссертационном совете МГУ.

Представленный автореферат отвечает требованиям, установленным Московским государственным университетом имени М.В. Ломоносова. Содержание автореферата соответствует паспорту специальности 1.6.18. Науки об атмосфере и климате (по географическим наукам), а также критериям, определенным пп. 2.1–2.5 Положения о присуждении ученых степеней в Московском государственном университете имени М.В. Ломоносова, и правилам, определенным в приложениях № 8, 9 Положения о диссертационном совете Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова, а автор Варенцов Александр Иванович заслуживает присуждения ученой степени кандидата географических наук.

Я, Репина Ирина Анатольевна, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и их дальнейшую обработку.

Доктор физико-математических наук, профессор РАН,
заместитель директора, заведующая лабораторией взаимодействия атмосферы и океана
ФГБУН Института физики атмосферы им. А.М. Обухова Российской академии наук

Репина Ирина Анатольевна



07.09.2026

Контактные данные:
тел. +7(495)951-85-49, e-mail: repina@ifaran.ru
Специальность, по которой защищена диссертация: 25.00.29. Физика атмосферы и гидросферы

Адрес места работы: 119017, г. Москва, Пыжевский пер., д. 3, ИФА им. А.М. Обухова РАН
Тел.: +7(495)951-55-65; e-mail: ifaran@ifaran.ru

Подпись сотрудника ФГБУН Института физики атмосферы им. А.М. Обухова Российской академии наук Репиной И.А. удостоверяю:

Ученый секретарь ФГБУН Института физики атмосферы им. А.М. Обухова Российской академии наук, к.ф.-м.н.



Ю.В. Киселева

07.09.2026