

ОТЗЫВ

научного руководителя на диссертацию **Варенцова Александра Ивановича** «Перенос и осаждение аэрозолей различного происхождения в городском пограничном слое по результатам численного гидродинамического моделирования», представленную на соискание ученой степени кандидата географических наук по специальности 1.6.18. Науки об атмосфере и климате

Диссертационная работа А.И. Варенцова посвящена системному исследованию и количественной оценке влияния морфологии городской застройки и процессов осаждения на перенос и распределение аэрозольных частиц с различными физическими свойствами на основе вихререзающего моделирования. С этой целью соискателем была разработана авторская физико-математическая формулировка и программная реализация лагранжевой модели переноса частиц, которая затем была внедрена в состав вихререзающей гидродинамической модели НИВЦ МГУ и ИВМ РАН.

Соискателем показано, что разработанный программный комплекс является эффективным инструментом для микромасштабного моделирования аэрозольного загрязнения в сложных условиях урбанизированной территории. Впервые на основе классификации локальных климатических зон доказано, что в гетерогенной городской среде определяющим фактором дисперсии аэрозолей выступают осредненные морфометрические характеристики района, например, классы локальных климатических зон. Весь статистический и пространственный анализ, разработка генератора городских конфигураций, а также подготовка и проведение масштабных суперкомпьютерных численных экспериментов выполнены автором лично. Кроме того, автор принимал активное участие в полевых работах. В частности, он участвовал в экспедиции в Калмыкию в 2021 году, в которой производились исследования содержания и переноса пылевых и песчаных аэрозолей. Данные аналогичных предыдущих экспедиций были успешно использованы для верификации разработанной им численной модели.

Отличительной особенностью работы является то, что автор создал математическую модель, которая прошла полный набор этапов верификации от аналитических решений до сравнения с натурным экспериментом, а затем, пользуясь моделью как готовым инструментом, провёл законченный цикл исследований известной проблемы городской метеорологии. Основные научные результаты, представляющие научную новизну, касаются влияния типов городской застройки на дисперсию частиц в пограничном слое.

За время работы над диссертацией А.И. Варенцов проявил себя как инициативный, самостоятельный, ответственный, дисциплинированный и в целом одарённый научный

сотрудник. Работа является оригинальным научным исследованием. Развитие модели и проведение численных экспериментов осуществлялись в рамках проектов: РФФИ 20-05-00776 «Численное моделирование и параметризация турбулентных процессов в геофизических пограничных слоях», РФФИ 25-77-20011 «Новые вычислительные технологии многомасштабного прогнозирования и мониторинга состояния городской среды», мегагранта 075-15-2021-574 «Мегаполис как остров загрязнения и тепла: междисциплинарный гидроклиматический, геохимический и экологический анализ», а также других проектов при поддержке РФФИ и РФФИ.

Полученные результаты и выводы диссертационной работы могут быть использованы при разработке новых параметризаций влияния городской среды в мезомасштабных моделях прогноза погоды и качества воздуха, как гидродинамических, так и на основе машинного обучения, при проведении градостроительных изысканий и оценке экологической эффективности различных архитектурных решений.

Основные результаты работы прошли всестороннюю апробацию и были доложены А.И. Варенцовым на 12 всероссийских и международных конференциях по атмосферно-климатической тематике.

Диссертация А.И. Варенцова представляет собой оригинальное законченное научное исследование и соответствует всем требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям согласно Положению о присуждении учёных степеней в Московском государственном университете имени М.В. Ломоносова. А.И. Варенцов является сформировавшимся научным сотрудником и специалистом, способным ставить и решать научные задачи. Рекомендую его диссертацию к защите на соискание ученой степени кандидата географических наук по специальности 1.6.18. Науки об атмосфере и климате.

Доктор физико-математических наук,
заместитель директора
Научно-исследовательского вычислительного центра
Московского государственного университета
имени М.В. Ломоносова

26.09.2025 г.

 В.М. Степаненко

Подпись Степаненко В.М. заверяю:

