

**Верификация модели переноса частиц в городских условиях на
аналитических решениях**

Научный руководитель – Степаненко Виктор Михайлович

Варенцов Александр Иванович

Студент (бакалавр)

Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова, Географический
факультет, Кафедра метеорологии и климатологии, Москва, Россия

E-mail: jdeadfox17@gmail.com

В рамках ранее проделанной работы была разработана модель переноса частиц в условиях городской среды с высоким пространственным и временным разрешением. Главными особенностями модели стали лагранжев подход, учёт подсеточных стохастических пульсаций скорости потока, возможность использования входных данных из различных моделей и способность учитывать взаимодействие частиц с различными поверхностями, например, со стенами зданий. Целью данной работы стала количественная оценка точности разработанной модели путём проведения экспериментов для случаев с известными аналитическими решениями. Такие решения в терминах концентраций могут быть получены только при использовании эйлерова подхода, поэтому возникает вопрос: возможно ли сравнивать концентрации частиц из эйлерова решения и расчётов лагранжевой модели? Согласно [1], можно показать, что уравнения этих подходов эквивалентны с точки зрения переноса концентраций при шаге по времени, стремящемся к нулю. То есть при достаточно малом шаге по времени возможно сравнение концентраций из лагранжевой модели с аналитическим решением для эйлерова подхода. В рамках работы было принято, что течение является стационарным и горизонтально однородным по всем параметрам, средняя вертикальная скорость равна нулю. На нижней границе области был задан поток частиц с поверхности, на верхней границе - условие нулевой концентрации частиц (непротекания), на боковых - периодические условия. В первом идеализированном случае - случае логарифмического профиля - считалось, что на нижней границе есть неподвижная поверхность-источник, а на верхней - только условие. Во втором случае - случае течения Куэтта - считалось, что на нижней границе есть неподвижная поверхность-источник, а на верхней - движущаяся поверхность, при попадании на которую частицы оседают. Для сравнения лагранжевой модели с аналитическим решением в модель и решение подставлялись одни и те же значения требуемых параметров, одновременно в модели учитывались вышеуказанные условия и характеристики течения. Результаты получены следующие: профили, построенные по модельным данным и по аналитическому решению, имеют очень высокий коэффициент корреляции, небольшие расхождения наблюдаются только у границ расчётной области. В целом можно говорить о практически полном соответствии разных подходов в данном случае. Таким образом, разработанная модель в идеализированных экспериментах показала высочайшую степень корреляции с аналитическими решениями, что позволяет перейти к её уверенному использованию и тестированию в более сложных и приближенных к реальности задачах.

Источники и литература

- 1) Durbin P.A. Stochastic differential equations and turbulent dispersion. 1983.
- 2) Glazunov A. [и др.]. Large-eddy simulation and stochastic modeling of Lagrangian particles for footprint determination in the stable boundary layer // Geoscientific Model Development. 2016. № 9 (9). С. 2925–2949.