

Влияние вертикального разрешения на высоту пограничного слоя в WRF-ARW

Научный руководитель – Анискина Ольга Георгиевна

Клецова Влада Александровна

Аспирант

Российский государственный гидрометеорологический университет, Санкт-Петербург,
Россия

E-mail: vlada.kletsova@yandex.ru

Вертикальная дискретизация в приземной части атмосферы остаётся одним из ключевых источников неопределённости в городских расчётах WRF-ARW: она влияет на диагностику высоты планетарного пограничного слоя (PBLH) и на оценки турбулентного перемешивания. Цель работы – количественно оценить, как сгущение вертикальной сетки в нижней тропосфере изменяет PBLH и турбулентную кинетическую энергию в пределах ППС (ТКЕ_PBL) в зимнем случае для Санкт-Петербурга.

Численные эксперименты выполнены с использованием модели WRF-ARW 4.6 [4] с городской параметризацией ВЕР [3] и заданием подстилающей поверхности по локальным климатическим зонам LCZ на основе глобального набора CGLC-MODIS-LCZ [1]. Проанализированы два прогона модели, различающиеся только вертикальной сеткой при верхней границе 50 гПа: базовая конфигурация (34 массовых уровня) и вариант с уточнением в ППС (49 уровней; `auto_levels_opt=2`, `dzbot=30` м, `dzstretch_s=1.2`, `dzstretch_u=1.06` – сгущение уровней). Анализ проведён за период 00 UTC 2 января – 12 UTC 3 января 2021 г.

Уточнение сетки уменьшило высоту первого модельного уровня с 24 до 14 м и увеличило число уровней внутри ППС (в типичных условиях порядка 5 против 9 при PBLH ~0.4–0.55 км). Пространственные поля разности PBLH (`extra-base`) характеризуются чередованием локальных положительных и отрицательных аномалий; в отдельные сроки модуль разности достигает нескольких сотен метров. Наиболее выраженные расхождения проявляются ночью: профили ТКЕ_PBL демонстрируют более длительное сохранение турбулентности по высоте в варианте с уточнённой сеткой, что согласуется с эпизодическим увеличением диагностируемой PBLH. Усреднённые по высоте ППС характеристики турбулентности изменяются преимущественно локально, без устойчивого систематического смещения, что подчёркивает роль параметризаций пограничного слоя [2,4].

Сравнение с данными метеостанции показывает, что повышение вертикального разрешения может улучшать воспроизведение приземного ветра, однако сопровождаться ростом ошибки приземной температуры. Таким образом, сгущение уровней целесообразно для детального анализа структуры ночного ППС и турбулентного перемешивания над городом, но требует аккуратной настройки конфигурации модели при задачах прогноза у поверхности.

Источники и литература

- 1) Demuzere M., He C., Martilli A., Zonato A. Technical documentation for the hybrid 100-m global land cover dataset with Local Climate Zones for WRF. Zenodo. 2023. DOI: 10.5281/zenodo.7670792.
- 2) Janjić Z.I. Nonsingular Implementation of the Mellor–Yamada Level 2.5 Scheme in the NCEP Meso Model. NCEP Office Note No. 437. 2001.

- 3) Martilli A., Clappier A., Rotach M.W. An Urban Surface Exchange Parameterisation for Mesoscale Models. *Boundary-Layer Meteorology*. 2002. Vol. 104. P. 261–304. DOI: 10.1023/A:1016099921195.
- 4) Skamarock W.C., Klemp J.B., Dudhia J., Gill D.O., Liu Z., Berner J., Wang W., Powers J.G., Duda M.G., Barker D.M. A Description of the Advanced Research WRF Model Version 4. NCAR Technical Note NCAR/TN-556+STR. 2019. DOI: 10.5065/1DFH-6P97.