

Исследование случая града 03 июля 2023 года в Санкт-Петербурге с применением модели WRF-ARW

Научный руководитель – Анискина Ольга Георгиевна

Шижкина Татьяна Романовна

Аспирант

Российский государственный гидрометеорологический университет, Санкт-Петербург,
Россия

E-mail: tana-sakura@mail.ru

Град относится к наиболее сложным для прогноза конвективным явлениям вследствие мезомасштабной природы, высокой пространственной неоднородности и кратковременности. В условиях климатических изменений совершенствование методов моделирования града становится особенно актуальной задачей.

Проведены численные эксперименты с использованием мезомасштабной модели WRF-ARW и встроенного в модель модуля роста градин WRF-HAILCAST [1, 2]. Рассматриваемый случай града 03 июля 2023 с 10:00 до 14:00 UTC связан с прохождением холодного фронта и формированием линии неустойчивости. По данным радиолокационных наблюдений град (2–3 мм) отмечался над Кронштадтом и Курортным районом Петербурга. На метеостанциях град не фиксировался.

Ключевую роль в моделировании града отводится описанию микрофизических процессов, определяющих рост гидрометеоров. В работе сопоставлены два подхода: массовый (использовалась схема Goddard 4-ice), в которых прогнозируются интегральные характеристики гидрометеоров, а распределение частиц по размерам задаётся параметрически и спектральный (использовалась схема HUI fast), где явно рассчитывается эволюция распределения частиц по размерам, что обеспечивает более детальное описание процессов роста и взаимодействия гидрометеоров. Расчёты выполнены на трёх вложенных доменах, результаты оценивались в самом мелком домене с разрешением 0,8 км.

В эксперименте с использованием массовой параметризации первые градовые ячейки сформировались в 08:30 UTC, в пределах города наблюдались с 10:15 до 13:45 UTC, отдельные ячейки сохранялись до 16:00 UTC, максимальный диаметр градин при этом достиг 30 мм. В эксперименте с спектральной параметризацией первые ячейки отмечались с 09:30 UTC, в городе — с 09:30 до 13:15 UTC, градовых ячеек после этого времени не наблюдалось, максимальный диаметр градин достиг 20 мм.

Вертикальные профили отражаемости продемонстрировали более реалистичную структуру наковальни и большие значения dBZ при использовании спектральной схемы (см. рис).

Сравнение показало, что спектральная микрофизика обеспечивает более реальное воспроизведение временной эволюции и структуры градовых ячеек, однако во всех экспериментах диаметр градин завышен по сравнению с наблюдениями. Дальнейшие исследования планируется направить на уточнение параметров подстилающей поверхности.

Исследование выполнено при поддержке Российского Научного Фонда (грант №23-77-30008, <https://rscf.ru/project/23-77-30008/>).

Источники и литература

- 1) Шишкина Т. Р. Анализ особенностей образования града с применением гидродинамического моделирования на примере Санкт-Петербурга / Т. Р. Шишкина, О. Г. Анискина // Проблемы физики атмосферы, климатологии и мониторинга окружающей среды : доклады V Международной научной конференции, Ставрополь, 07 ноября – 11 2025 года. – Ставрополь: Северо-Кавказский федеральный университет, 2025. – С. 209-212
- 2) Adams-Selin R. D., Ziegler C. L. Forecasting hail using a one-dimensional hail growth model within WRF // Monthly Weather Review. – 2016. – Т. 144. – №. 12. – С. 4919-4939.

Иллюстрации

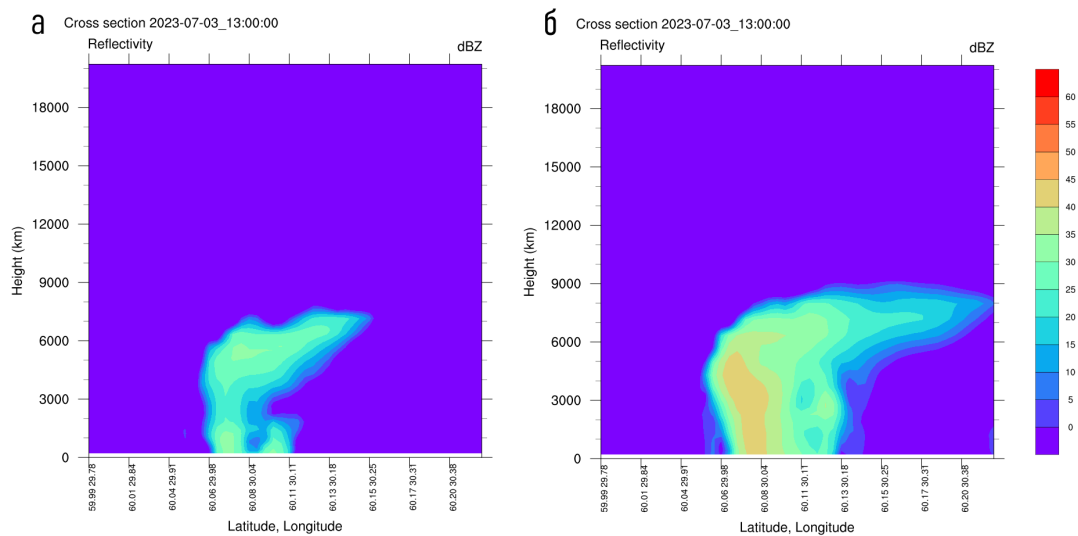


Рис. : Радиолокационная отражаемость по результатам экспериментов с массовой (а) и спектральной (б) параметризациями. Сечение между точками 59.99 с.ш. 29.77 в.д. – 60.22 с.ш. 30.44 в.д. 13:00 UTC.