

МОДЕЛИРОВАНИЕ МЕЗОМАСШТАБНЫХ КОНВЕКТИВНЫХ СИСТЕМ СО СМЕРЧАМИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МОДЕЛИ WRF

Быков А.В.¹, Шихов А.Н.¹, Чернокульский А.В.²

¹ - Пермский государственный национальный исследовательский университет, г. Пермь, Россия, meteo@psu.ru

² - Институт физики атмосферы им А.М. Обухова Российской академии наук, г. Москва, Россия

Аннотация. Проведена сравнительная оценка успешности численного моделирования мезомасштабных конвективных систем с сильными смерчами на территории России с использованием модели WRF-ARW с применением различных начальных и граничных условий.

Ключевые слова: смерчи, мезомасштабные конвективные системы, моделирование, модель WRF

Краткосрочный прогноз возникновения конвективных опасных явлений, в частности смерчей, представляет собой одну из нерешенных проблем метеорологии. Для ее решения используются различные мезомасштабные модели атмосферы, в частности модель WRF, получившая широкое распространение благодаря открытому исходному коду. Рост вычислительных возможностей в последние годы позволяет успешно моделировать с помощью модели WRF не только возникновение суперячейковых штормов, но и сами смерчи [3]. Однако основной проблемой остается повышение точности воспроизведения траектории прохождения мезомасштабных конвективных систем со смерчами. Такой прогноз часто сопровождается значительными ошибками [1, 2]. Одним из значимых факторов, влияющих на успешность прогноза, является выбор начальных и граничных условий для запуска модели WRF.

В настоящей работе проведено моделирование с помощью модели WRF для десяти случаев смерчей и их серий с категорией интенсивности F2 и выше, наблюдавшихся в России в период 2007-2017 гг. Все случаи были выявлены или подтверждены по результатам анализа вызванных ими ветровалов по космическим снимкам. В качестве начальных условий использованы данные реанализа NCEP-GFS, NCEP-CFS (шаг сетки 0,5°) и ECMWF ERA-5 (шаг сетки 0,25°).

Для расчетов использована модель WRF с динамическим ядром ARW версии 3.9.1.1, установленная на вычислительном кластере с гибридной архитектурой «ПГНИУ-Кеплер». Расчеты с использованием в качестве исходных данных реанализа ERA-5 проведены на высокопроизводительном персональном компьютере. Использовались параметризации подсеточных процессов, рекомендованные руководством по экспликации модели для использования в умеренных широтах. Параметризация процессов конвекции не использовалась, применялось их прямое моделирование.

Результаты расчетов модели WRF обрабатывались в геоинформационной системе ArcGIS 10.x, при этом данные расчетов предварительно переводились в растровый формат в программном комплексе OpenGrADS. Мезоциклоны выделялись путем анализа полей приземного давления, завихренности (Storm relative helicity, SRH), радиолокационной отражаемости и скорости ветра в порывах. Кроме того, по данным реанализа отдельно оценены значения параметров неустойчивости, которые применяются для прогноза мезоциклонов: потенциальная доступная энергия неустойчивости (CAPE), энергии задерживающего слоя (CIN), индекса плавучести (LI), относительной завихренности (SRH), энергии завихренности (EHI), скорости восходящих потоков на изобарической поверхности 925 гПа.

Для каждого набора начальных и граничных условий удалось воспроизвести мезоциклоны в трех случаях из десяти. Отдельно стоит отметить данные реанализа ERA-5, на которых удалось воспроизвести квазилинейные системы глубокой конвекции с сильными шквалами, которые не воспроизводились с использованием других начальных и граничных условий. В целом данные реанализа ERA-5 имеют более высокое качество в сравнении с данными реанализа NCEP-CFS и NCEP-GFS.

Исследование проведено при поддержке РФФ (проект № 18-77-10076)

Литература

1. Калинин Н.А., Шихов А.Н., Быков А.В. Прогноз мезомасштабных конвективных систем на Урале с помощью модели WRF и данных дистанционного зондирования // Метеорология и гидрология. 2017. № 1. С. 16-28.
2. Dmitrieva T.G., Peskov B.E. Synoptic conditions, nowcasting, and numerical prediction of severe squalls and tornados in Bashkortostan on June 1, 2007 and August 29, 2014 // Russian Meteorology and Hydrology. 2016. Vol. 41(10). P. 673-682.
3. Schenkman, A.D.; Xue, M.; Ни, М. Tornadogenesis in a high-resolution simulation of the 8 May 2003 Oklahoma City supercell. J. Atmos. Sci. 2014. 71(1), 130-154.

NUMERICAL SIMULATION OF THE MESOSCALE CONVECTIVE SYSTEMS WITH STRONG TORANADOES WITH USE WRF MODEL

Bykov N.A.¹, Shikhov A.N.¹, Chernokulsky A.V.²

¹ - Perm State University, Perm, Russia, meteo@psu.ru

² - A.M. Obukhov Institute of Atmospheric Physics of the Russian Academy of Sciences

Abstract. The comparative assessment of accuracy of the numerical simulation of mesoscale convective systems with strong tornadoes with the use of the WRF-ARW driven by various initial data was performed.

Key words: strong tornadoes, mesoscale convectives systems, simulation, WRF model