

ОЦЕНКА ПРОГНОЗА ВОЛН В МОДЕЛЬНОЙ СИСТЕМЕ «WRF-WAVEWATCH III»

Стригунова Я.В.¹

¹ – *Российский государственный гидрометеорологический университет, Санкт-Петербург, Россия, strigunova.jana@yandex.ru*

Аннотация. Исследуется влияние выбора параметризации планетарного пограничного слоя атмосферы для региона Балтики на качество воспроизведения эволюции ветрового волнения. Получено, что не всегда осредненные характеристики могут давать лучшие результаты.

Ключевые слова: совместная модель, параметризация атмосферного пограничного слоя, высота доминантной волны.

Динамика атмосферной циркуляции является ключевым элементом при прогнозе погоды на разные сроки. При региональном масштабе, в отличие от глобального, следует учитывать более мелкие процессы, так как они могут быть основными над рассматриваемой территорией, особенно это касается водной поверхности (в этом случае значим перенос энергии и импульса от ветра к волнам).

На сегодняшний день этот механизм (более детальное описание указано в [1]) напрямую практически не рассматривается во многих современных совместных моделях океана и атмосферы (взаимодействие осуществляется посредством потоков импульса тепла и влаги) и все параметризуется [2].

В случае использования модели морских волн учет ветрового воздействия рассматривается как источник энергии для волн (поэтому так важно описывать поле ветра с минимальной погрешностью). Также входными данными являются поля температуры воздуха и влажностью над поверхностью. Ввиду этого, более предпочтительно задействовать модель атмосферной региональной циркуляции. Широко используемой, а соответственно и самой апробированной, можно считать модель WRF (Weather Research and Forecasting) [3]. Стоит отметить, что практически в каждом региональном центре разработана собственная модель. Например, в Европейском центре среднесрочных прогнозов внедрено несколько таких: CCLM (COSMO model in CLimate Mode), RACMO (Regional Atmospheric Climate Model), ALADIN (Aire Limitée Adaptation dynamique Développement InterNational), RegCM (Regional Climatic Model), RCA4 (Rossby Centre regional atmospheric model) и т.д.)

Ранее уже была проведена оценка чувствительности прогностической системы атмосфера/волны к выбору параметризации пограничного слоя с помощью модельной системы, состоящей из компонент WRF и WAVEWATCH [4], в ходе которой оптимальной стала схема Mellor-Yamada-Janjic (MYJ), основанная на уравнении кинетической энергии турбулентности (базисом является модель Mellor-Yamada с 1.5 порядком замыкания с использованием масштаба турбулентных образований).

Дальнейший интерес представляет сравнение результатов моделирования, полученных при включении MYJ и осредненных. Сопоставление производилось точек буев, принадлежащих FMI [5] (Finnish Meteorological Institute).

Таблица 1 - Используемые буи для верификации

№	1	2	3	4
Область, в которой находится буй	Центральная часть Балтийского моря	Финский залив	Ботнический залив, юг	Ботнический залив, север
Код буя	134220	134221	134246	137228
Координаты	59°15' с.ш.	59°58' с.ш.	61°48' с.ш.	64°41' с.ш.
	21°00' в.д.	25°14' в.д.	20°14' в.д.	23°14' в.д.

Сравнение производилось для двух штормовых случаев, наблюдающихся с 18 по 21 августа и с 4 по 10 октября 2014 года. В качестве характеристики оценки используется среднеквадратическая ошибка воспроизведения высоты доминантной волны. Результаты представлены в Табл. 2.

Таблица 2 - Среднеквадратическое отклонение высоты доминантной волны для Балтийского моря

11-20.08.2014				4-10.10.2014			
134220		134221		134220		134221	
Вариант	СКО	Варианты	СКО	Варианты	СКО	Варианты	СКО
МУЖ	0,43	МУЖ	0,3	МУЖ	0,38	МУЖ	0,38
Среднее	0,41	Среднее	0,28	Среднее	0,39	Среднее	0,38
134246		137228		134246		137228	
МУЖ	0,39	МУЖ	0,36	МУЖ	0,48	МУЖ	0,39
Среднее	0,37	Среднее	0,31	Среднее	0,52	Среднее	0,32

Для августовского волнения осреднение дает меньшую ошибку, но различие незначительно. Однако, оно хуже для октября в 2 точках, в Финском заливе разницы нет и только для севера Ботнического залива вновь осредненная высота доминантной волны ближе к наблюдаемой. Лучшее отображение высоты доминантной волны просматривается для буя в Финском заливе в августе (0.31). Наихудшее – в октябре в южной части Ботнического залива (0.52).

В ходе исследования получено, что осредненное значение наиболее близко к наблюдаемым данным. Однако, если перед осреднением имелись уже большие отклонения, то осреднение может дать ошибки большие, чем при включении одной параметризации. К тому же, СКО осредненной величины незначительно отличается от СКО для параметризации Mellor-Yamada-Janjic.

Литература

1. Чаликов Д. В., Булгаков К. Ю. Ветровые волны как элемент гидродинамической системы океан-атмосфера // Известия Российской академии наук. Физика атмосферы и океана. 2015. Т. 51. № 3. С. 386-391.
2. Булгаков К. Ю., Стригунова Я. В. Схема расчета притока энергии от ветра к волнам для моделей прогноза ветровых волн // Фундаментальная и прикладная гидрофизика. 2017. Т. 10, № 2. С. 20—24.
3. Michalakes J., Dudhia J., Gill D., Henderson T., Klemp J., Skamarock W., Wang W. The Weather Research and Forecast Model: Software Architecture and Performance // Proceedings of the 11th ECMWF Workshop on the Use of High Performance Computing In Meteorology, 25—29 October 2004, Reading U.K. Ed. George Mozdzynski.
4. Tolman H. L. A third generation model for wind waves on slowly varying, unsteady and inhomogeneous depths and currents // J. Phys. Oceanogr. 1991. V. 21. P. 782—797.
5. Honkola, Maija-Liisa; Kukkurainen, Nina; Saukkonen, Lea; Petäjä, Anu; Karasjärvi, Janna; Riihisaari, Tarja; Tervo, Roope; Visa, Mikko; Hyrkkänen, Juhana; Ruuhela, Reija. The Finnish Meteorological Institute: final report for the open data project. / Finnish Meteorological Institute (Erik Palménin aukio 1), P.O. Box 503. December 2013. P. 38

WAVE FORECAST EVALUATION IN THE MODEL SYSTEM “WRF-WAVEWATCH III”

Strigunova I.V.¹

¹ – Russian State Hydrometeorological University, St. Petersburg, Russia, strigunova.jana@yandex.ru

Abstract. The influence of the choice of the planetary boundary layer parametrization for the Baltic Sea on the quality of evolution wind wave reproduction is investigated. It is obtained that average characteristic do not always better reproduce observations

Keywords: couple model, boundary layer parameterization, significant wave height.