

**Использование данных прямых измерений волнения для верификации волновой модели в юго-восточной части Балтийского моря****Научный руководитель – Мысленков Станислав Александрович*****Смирнова Дарья Алексеевна****Студент (бакалавр)*

Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова, Географический факультет, Кафедра океанологии, Москва, Россия

*E-mail: dasha@a-smirnov.com*

Для понимания изменчивости ветрового волнения необходим его прогноз и ретроспективный анализ. Эту задачу помогает решить численное моделирование. Проверка адекватности воспроизведения моделью параметров ветрового волнения (ВВ), в том числе в прибрежной зоне - важнейший и основополагающий этап. В данном исследовании на примере юго-восточной части Балтийского моря с помощью модели SWAN [1] и полей ветра реанализа ERA-5 [4] показано, что модель адекватно воспроизводит волновые условия для данной акватории.

Была использована спектральная волновая модель SWAN (Simulating WAVes Nearshore) версии 41.30. Оценки качества моделирования были проведены для двух периодов, во время которых наблюдались штормовые условия: с 27.10 по 01.11.2016 г. и с 04.06 по 12.06.2020 г. Использовались поля реанализа ERA5 о приземном ветре (на высоте 10 м) с пространственным разрешением  $0,25^\circ$  и временным - 1 ч; рельеф дна Балтийского моря из современной базы данных Baltic Sea Bathymetry Database [2] с шагом 500 м, дополненный эхолотными промерами в районе Балтийской косы, выполненными сотрудниками Атлантического отделения ИО РАН. Расчетная прямоугольная сетка имела шаг  $0,05^\circ$  ( $87375$  узлов). Были получены: значительная высота волн  $H_s$  (среднее от  $1/3$  наибольших волн), период  $T$ , длина волны  $W$  и энергетические спектры с шагом по времени 1 ч. Модельные данные за 2016 г. сравнивались с данными буя Datawell на глубине 13,5 м ( $54,96^\circ$  с.ш.,  $20,18^\circ$  в.д.), записанными с частотой 1,25 Гц, а в 2020 г - с данными акустического волнографа LogAlevel ( $55,34^\circ$  с.ш.  $20,55^\circ$  в.д.) с платформы Д-6 (глубина места 31 м), частота записи 5 Гц. Спектры ВВ были получены с помощью преобразования Фурье (методом Уэлча [3]).

По графикам изменения  $H_s$  и  $T$ , пространственному распределению параметров ВВ ( $H_s$ ,  $T$ ,  $W$ ) и спектрам для разных стадий развития волнения (на этапе роста волн, во время максимального развития и после него), статистическим характеристикам (коэффициенту корреляции  $R$ , средней систематической ошибке  $Bias$ , среднеквадратичному отклонению  $RMSE$ , относительной среднеквадратической ошибке  $SI$ ) был сделан вывод об адекватном воспроизведении параметров ВВ.  $R$  для обоих периодов составил 0,8. Модель сглаживает острые пики и спектры и в среднем завышает значения по  $H_s$  ( $Bias > 0$ ), а по  $T$  занижает. Если рассматривать только максимумы  $H_s$ , например, 2020 г., то мы видим, что модель их занижает на 20 см.

Исследование выполнено в рамках научно-образовательной программы Плавающий университет ИО РАН при поддержке Фонда целевого капитала МФТИ, Центра морских исследований МГУ и фонда поддержки кафедры океанологии МГУ. Анализ и обработка данных проведены в рамках государственного задания ИО РАН (тема № 0149-2019-0005), промерные работы выполнены Закировым Р.Б. и поддерживались за счет гранта РФФИ 18-05-01145.

Booij N., Holthuijsen L. H., Ris R. C. The "SWAN" wave model for shallow water // Coastal Engineering 1996. - 1997. - С. 668-676.

Hell B., Öiås H. A new bathymetry model for the Baltic Sea // The International Hydrographic Review, 2014.

Welch P. The use of fast Fourier transform for the estimation of power spectra: a method based on time averaging over short, modified periodograms // IEEE Transactions on audio and electroacoustics. 1967. V. 15. No. 2. P. 70-73.

Climate Data Store: [cds.climate.copernicus.eu](https://cds.climate.copernicus.eu)