

О ВЛИЯНИИ СЕВЕРОАТЛАНТИЧЕСКОГО И ВОСТОЧНО-АТЛАНТИЧЕСКОГО КОЛЕБАНИЙ НА ФОРМИРОВАНИЕ ОПАСНОГО ВОЛНЕНИЯ В СЕВЕРНОЙ АТЛАНТИКЕ

Е.С. Нестеров

*Гидрометеорологический научно-исследовательский центр
Российской Федерации
nesterov@mecom.ru*

Введение

Влияние характеристик атмосферы на формирование ветрового волнения в океанах и морях исследуется на различных пространственно-временных масштабах. Для изучения формирования крупномасштабных особенностей полей волнения в качестве атмосферных характеристик часто привлекаются основные колебания циркуляции атмосферы (телесвязи). При исследовании отклика среднemesячных полей волнения на девять основных телесвязей выявлено, что отклик зимой больше, чем летом, и высота волн более чувствительна к телесвязям в восточной части Северной Атлантики и Тихого океана, чем в западной [17]. Это объясняется тем, что в западных частях океанов в условиях активного циклогенеза связь между локальным ветром и волнением менее устойчива, чем в восточных частях.

В [14] по данным реанализов ERA-Interim и ERA-20C исследовано влияние североатлантического колебания (САК) и явления Эль-Ниньо – Южное колебание (ЭНЮК) на максимальные зимние значения высоты волн и скорости ветра. Получено, что наибольшее влияние САК на эти характеристики оказывает в районах исландского минимума и азорского максимума. Влияние ЭНЮК наиболее значительно в северо-восточной части Тихого океана.

Примечательно, что эти же особенности характерны и для влияния САК и ЭНЮК на средние зимние значения характеристик.

В Северной Атлантике на высоту волн наиболее сильно влияет не только САК, но также восточно-атлантическое (ВАК) колебание. Корреляция среднемесячных значений САК и высоты волн отрицательна между 30 и 40° с. ш. и положительна к северу от 50° с. ш. Корреляция индекса ВАК с высотой волн положительна в восточной части Северной Атлантики [17]. В [13] показано, что наибольшие значения экстремальных высот волн в северо-восточной Атлантике возникают при положительной фазе САК и ВАК. В северной части Тихого океана на характеристики волнения влияют колебания PNA и SOI [7, 11, 17].

В последние годы выполнены исследования о влиянии циркуляции атмосферы не только на высоту волн, но и на их период и направление распространения, а также на спектр волнения. В северо-восточной Атлантике найдена отрицательная корреляция между индексом САК и периодом волн (коэффициент корреляции -0,6) и положительная корреляция между индексом САК и направлением распространения волн (коэффициент корреляции 0,8) [9]. В [11] получено, что в Северной Атлантике наибольшее влияние колебание САК оказывает на период волн у побережья Европы, а на направление распространения – у побережья Канады.

В [10] получены 25 типов циркуляции атмосферы в Северной Атлантике, которые описывают важные особенности влияния атмосферы на волнение. По данным наблюдений за волнением на двух буях в восточной части Северной Атлантики рассчитаны спектры волнения, соответствующие каждому типу циркуляции. Эти спектры дают больше информации, чем традиционные статистические характеристики волнения.

Одним из основных колебаний циркуляции атмосферы, влияющих на формирование и эволюцию циклонов (а значит, и ветрового волнения), в Северной Атлантике является САК. Вместе с тем в некоторых исследованиях указывается, что для описания циркуляции атмосферы в этом регионе одного индекса САК недостаточно. В [16] было получено, что изменчивость траекторий циклонов (шторм-трека) в Северной Атлантике в значительной степени

обусловлена аномалиями давления в северо-восточной части Северной Атлантики, в то время как индекс САК связан с широтным изменением положения шторм-трека в ее центральной части.

Аналогичный результат был получен в [15], где указывается, что индекс САК не описывает изменчивость количества и траекторий циклонов в юго-восточной части шторм-трека. В [12] делается вывод, что если индекс САК отражает широтные изменения траектории циклонов, то индекс ВАК – изменения в интенсивности и количестве циклонов. Влияние ВАК на различные характеристики атмосферы и океана рассмотрено в [1–5].

Наибольший интерес вызывают механизмы формирования опасного волнения (ОВ) (с высотой волн более 8 м). В [6] было показано, что такое волнение формируется в основном под влиянием глубоких циклонов (с давлением в центре менее 980 гПа). Количество глубоких циклонов в Северной Атлантике в зимние месяцы за период 1989–2008 гг. было сопоставлено с величинами индексов САК и ВАК [1]. Оказалось, что максимальное количество глубоких циклонов определяется в основном положительной фазой ВАК, а минимальное – отрицательной фазой САК и ВАК.

В данной статье исследуются особенности формирования очагов опасного волнения в Северной Атлантике в разных фазах САК и ВАК.

Анализ возникновения очагов опасного волнения

Характеристики ветрового волнения в Северной Атлантике рассматривались на основе данных реанализа ERA-Interim [8], который был создан в Европейском центре среднесрочных прогнозов погоды вместо реанализа ERA-40 и охватывает период с 1979 года по настоящее время. Помимо метеорологических характеристик он включает значения высоты волн в Северной Атлантике с дискретностью 6 ч, рассчитанные на основе модели WAM с горизонтальным разрешением 110 км. Для анализа высоты волн в реанализе использованы данные альтиметрии со спутников ERS-1, ERS-2, ENVISAT, Jason-1 и Jason-2.

По данным реанализа ERA-Interim для зимних периодов (декабрь–февраль) 1999–2013 гг. на основе рассчитанных значений

высот волн были построены карты распределения областей с высотой волн более 8 м в Северной Атлантике с дискретностью 6 ч. Для каждой из этих областей фиксировалась дата и место ее первоначального образования. Дальнейшая траектория областей не рассматривалась. Некоторые результаты анализа траекторий зон ОВ и их связи с колебаниями атмосферной циркуляции приведены в [2].

Для анализа возникновения ОВ в разных фазах САК и ВАК были отобраны случаи, когда в каком-либо месяце среднемесячное значение одного из индексов (САК или ВАК) было по абсолютной величине больше 1, а другого – меньше. Тем самым как бы выделялась решающая роль одного из колебаний в формировании очагов ОВ.

По этому критерию из рассматриваемого ряда удалось отобрать по три случая для положительной и отрицательной фазы САК и по пять случаев для каждой из фаз ВАК (табл. 1). Цифры в скобках означают месяцы.

Таблица 1

Месяцы с наибольшими по абсолютной величине значениями индексов САК и ВАК в декабре–феврале 1999–2013 гг.

Индекс	Годы	Среднее значение индексов	
		САК	ВАК
САК > 1	1999(12), 2000(2), 2011(12)	1,71	
САК < -1	2009(12), 2010(1), 2010(12)	-1,83	
ВАК > 1	2000(12), 2001(1), 2002(1), 2007(1), 2007(2)		1,61
ВАК < -1	2000(1), 2005(2), 2008(12), 2012(1), 2012(2)		-1,77

Как видно из табл. 1, средние значения индексов по абсолютной величине примерно одинаковы, что свидетельствует о достоверности отбора.

Всего было зафиксировано по 29 случаев образования ОВ в каждой из фаз САК (в среднем 9,7 в месяц), 70 случаев в положительной фазе ВАК (14,0 в месяц) и 39 случаев в отрицательной

фазе ВАК (7,8 в месяц). То есть количество первично возникающих очагов ОВ в противоположных фазах САК примерно одинаково, в то время как в положительной фазе ВАК возникает очагов примерно в два раза больше, чем в отрицательной фазе ВАК. В отдельные месяцы это различие может быть еще больше. Так, в январе 2002 г. (ВАК = 1,68) было зафиксировано 18 очагов ОВ, а в феврале 2005 г. (ВАК = -1,96) и в феврале 2012 г. (ВАК = -1,73) – всего по шесть случаев.

Из этих результатов также следует, что если в отрицательных фазах САК и ВАК вероятность возникновения очагов ОВ примерно одинакова, то в положительной фазе ВАК она значительно больше, чем в положительной фазе САК. В качестве подтверждения наиболее благоприятных условий формирования ОВ в положительной фазе ВАК можно привести февраль 2007 г., когда при индексе ВАК = 1,68 и довольно развитой отрицательной фазе САК (индекс -0,98) количество очагов ОВ оказалось большим (16).

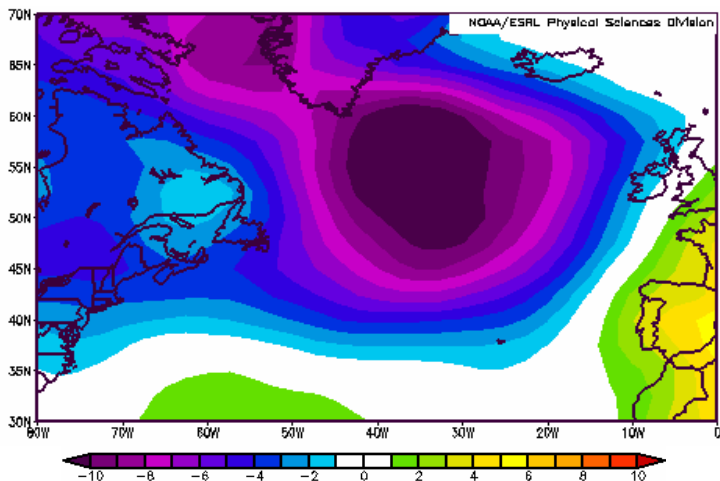
Интересно отметить, что если для количества очагов ОВ в разных фазах САК и ВАК удалось отметить различия, то для районов их возникновения – нет. Эти данные в совокупности с выводами [2] свидетельствуют о том, что основные колебания атмосферной циркуляции в Северной Атлантике больше влияют на количество вновь образующихся очагов ОВ и на их дальнейшие траектории, чем на место их образования.

Для иллюстрации различий в циркуляции атмосферы в месяцы с максимальным и минимальным количеством очагов формирования ОВ были рассмотрены месячные аномалии давления на уровне моря и аномалии зонального компонента скорости ветра на поверхности 500 гПа в январе 2002 г. (18 очагов ОВ) и в феврале 2005 года (6 очагов ОВ).

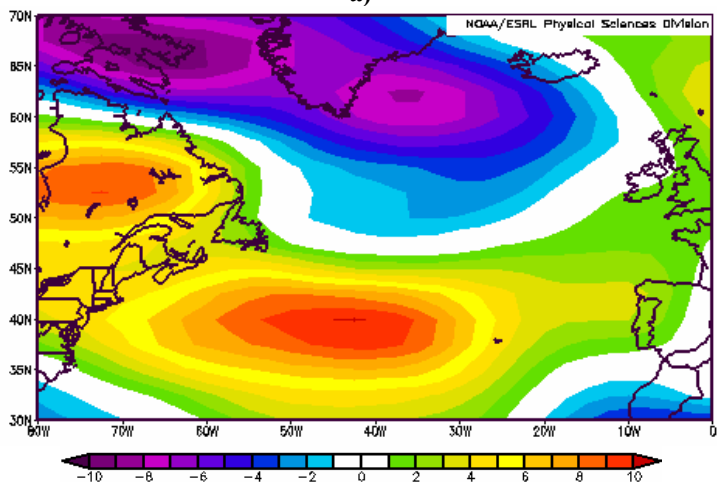
Как видно из рис. 1 и 2, для января 2002 г. (положительная фаза ВАК) характерно увеличение циклонической активности и усиление зонального переноса в средней тропосфере, а в феврале 2005 г. (отрицательная фаза ВАК) эти процессы были существенно ослаблены.

Подобные различия для противоположных фаз ВАК были отмечены также в значениях скорости ветра и высоты волн по данным буев в Северной Атлантике [1]. Если при положительной фазе

ВАК преобладает скорость ветра 9–12 м/с и высота волн 4–4,5 м, то при отрицательной фазе – скорость ветра 7–10 м/с и высота волн 2,5–3 м.

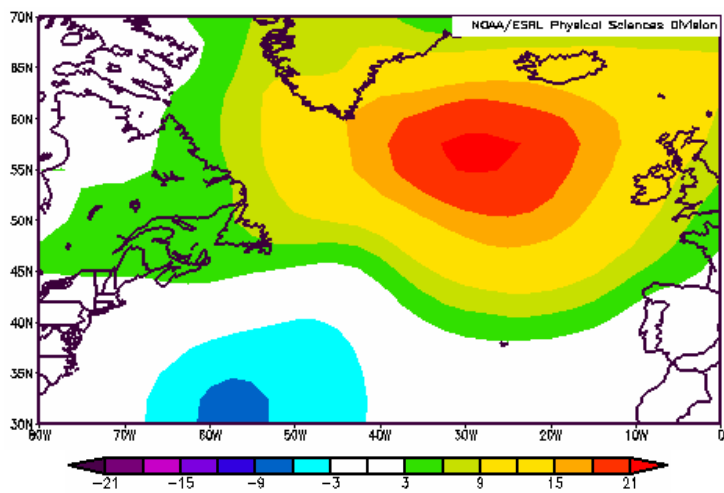


а)

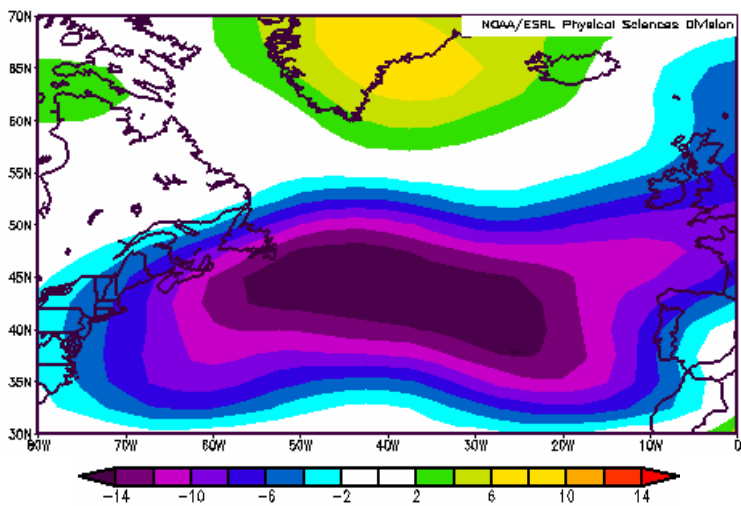


б)

Рис. 1. Аномалия давления на уровне моря (гПа) (а) и аномалия зонального компонента скорости ветра на поверхности 500 гПа (м/с) (б) в январе 2002 г.



a)



б)

Рис. 2. Аномалия давления на уровне моря (гПа) (а) и аномалия зонального компонента скорости ветра на поверхности 500 гПа (м/с) (б) в феврале 2005 г.

Заключение

Рассмотрены случаи формирования очагов опасного волнения в Северной Атлантике в различных фазах североатлантического и восточно-атлантического колебаний. Получено, что если в противоположных фазах САК количество возникающих очагов ОВ примерно одинаково, то в положительной фазе ВАК возникает очагов примерно в два раза больше, чем в отрицательной фазе ВАК. Это связано с увеличением циклонической активности и интенсификацией зонального переноса в средней тропосфере в положительной фазе ВАК и ослаблением этих процессов в отрицательной фазе ВАК.

Различие в локализации возникновения очагов ОВ на акватории Северной Атлантики в разных фазах САК и ВАК не обнаружено. С учетом ранее выполненных исследований можно предположить, что основные колебания атмосферной циркуляции в Северной Атлантике больше влияют на количество вновь образующихся очагов ОВ и на их дальнейшие траектории, чем на место их образования.

Список использованных источников

1. *Абузяров З.К., Нестеров Е.С.* О связи ветра и волнения в Северной Атлантике с колебаниями атмосферной циркуляции // *Метеорология и гидрология.* – 2014. – № 7. – С. 63–71.
2. *Красюк Т.В., Нестеров Е.С.* О характеристиках глубоких циклонов и экстремального волнения в Северной Атлантике по данным реанализа ERA-Interim // *Метеорология и гидрология.* – 2015. – № 3. – С. 65–74.
3. *Куликова И.А., Круглова Е.Н., Киктев Д.Б.* Крупномасштабные моды атмосферной изменчивости. Часть II. Их влияние на пространственное распределение температуры и осадков на территории Северной Евразии // *Метеорология и гидрология.* – 2015. – № 4. – С. 5–16.
4. *Нестеров Е.С.* О восточно-атлантическом колебании циркуляции атмосферы // *Метеорология и гидрология.* – 2009. – № 12. – С. 32–40.
5. *Нестеров Е.С.* Североатлантическое колебание: атмосфера и океан. – М.: Триада лтд, 2013. – 144 с.
6. *Нестеров Е.С.* Экстремальные волны в океанах и морях. – М.; Обнинск: ИГ-СОЦИН, 2015. – 64 с.

7. Bromirski P.D., Cayan D.R., Flick R.E. Wave spectral energy variability in the northeast Pacific // J. Geoph. Res. – 2005. – Vol. 110. – C03005. – doi: 10.1029/2004JC002398.

8. Dee D.P., Uppala S.M., Simmons A.J. et al. The Era-Interim reanalysis: configuration and performance of the data assimilation system // Quart. J. Roy. Met. Soc. – 2011. – Vol. 137. – P. 553–597.

9. Dodet G., Bertin X., Taborda R. Wave climate variability in the northeast Atlantic ocean over the last six decades // Ocean Modell. – 2010. – Vol. 31. – P. 120–131.

10. Espejo A., Camus P., Losada I. J, Méndez F.J. Spectral ocean wave climate variability based on atmospheric circulation patterns // J. Phys. Oceanogr. – 2014. – Vol. 44, No. 8. – P. 2139–2152.

11. Fan Y., Lin S.-J., Held I.M. et al. Global ocean surface wave simulation using a coupled atmosphere–wave model // J. Clim. – 2012. – Vol. 25, No. 18. – P. 6233–6252.

12. Franzke C., Feldstein S.B. The continuum and dynamics of Northern hemisphere teleconnection patterns // J. Atm. Sci. – 2005. – Vol. 62, No. 9. – P. 3250–3267.

13. Izaguirre C., Menendez M., Camus P. et al. Exploring the interannual variability of extreme wave climate in the Northeast Atlantic Ocean // Ocean Modelling. – 2012. – Vol. 59–60, No. 22. – P. 31–40.

14. Kumar P. et al. Influence of climate variability on extreme ocean surface wave heights assessed from ERA-Interim and ERA-20C // J. Clim. – 2016. – Vol. 29, No. 11. – P. 4031–4046.

15. Mailier P.J., Stephenson D.B., Ferro C.A.T., Hodges K.I. Serial clustering of extratropical cyclones // Mon. Weath. Rev. – 2006. – Vol. 134, No. 8. – P. 2224–2240.

16. Rogers J.C. North Atlantic storm track variability and its association to the North Atlantic Oscillation and climate variability of Northern Europe // J. Clim. – 1997. – Vol. 10, No. 7. – P. 1635–1647.

17. Shimura T., Mori N., Mase H. Ocean waves and teleconnection patterns in the Northern hemisphere // J. Clim. – 2013. – Vol. 26, No. 21. – P. 8654–8670.

Поступила в редакцию 06.07.2016 г.