

КЛИМАТИЧЕСКАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ ЗИМНИХ ЦИКЛОНОВ СЕВЕРНОГО ПОЛУШАРИЯ И РЕГИОНАЛЬНЫЕ ОТКЛИКИ В ЧЕРНОМОРСКО- СРЕДИЗЕМНОМОРСКОМ РЕГИОНЕ

E.H. Воскресенская, В.Н. Маслова

Морской гидрофизический институт
НАН Украины
г. Севастополь, ул. Капитанская, 2
E-mail: elena_voskr@mail.ru

В статье изучены проявления Атлантической мультидекадной и Тихоокеанской декадной осцилляций (АМО и ТДО) в циклонической активности Северного полушария и особенности отклика в Черноморско-Средиземноморском регионе. Показаны схемы преимущественных траекторий зимних циклонов Северного полушария в разные фазы АМО и ТДО и для двух случаев сочетаний фаз этих сигналов.

Введение. На современном этапе международных климатических исследований выявлены основные сигналы, отвечающие за формирование глобальных и региональных гидрометеорологических аномалий междесятилетнего масштаба (более 30 лет). Это Атлантическая мультидекадная осцилляция (АМО) и Тихоокеанская декадная осцилляция (ТДО). Их региональные проявления в Северном полушарии наиболее выражены в зимний сезон, когда наблюдаются максимальные градиенты и дисперсии погодно-климатических параметров.

Проявления междесятилетней моды Северной Атлантики – АМО в Черноморском регионе уже описаны, в частности, в работе [1]. Выявленные закономерности, заключаются в смещении траекторий североатлантических циклонов в северо-восточном / юго-восточном направлении в отрицательную / положительную фазы АМО. Однако для ТДО, основного междесятилетнего сигнала Тихого океана, подобных схем пока не выявлено. Не проводилось до настоящего времени и комплексных исследований совместных проявлений АМО и ТДО в изменчивости климатических характери-

стик, в том числе и циклонической активности, как на глобальном масштабе, так и для отдельных регионов. Именно таким исследованиям для Северного полушария и Черноморско-Средиземноморского региона (ЧСР) посвящена настоящая работа.

Главной целью работы – выявить закономерности проявлений АМО и ТДО в особенностях циклонической активности Северного полушария и изучить их региональные отклики в Черноморско-Средиземноморском регионе.

Данные и методы. В работе использованы методы математической статистики: спектральный, корреляционный и композитный анализ.

Для анализа глобальной и региональной циклонической активности были использованы массивы параметров циклонов (частоты, интенсивности / глубины и площади), полученные с использованием данных реанализа NCEP / NCAR о высоте геопотенциальной поверхности 1000 гПа на регулярной сетке $2,5 \times 2,5^\circ$ (1948 – 2006 гг.).

На основе полученных массивов частоты циклонов проведены расчеты и построены композитные карты повторяемости циклонов Северного полушария (СП), соответствующие определенным фазам АМО и ТДО. Также были составлены композитные карты траекторий циклонов с использованием ежемесячных карт Атласа внетропических штурмтреков (1961 – 1998 гг.) с веб-страницы NASA GISS [2]. В результате обобщения полученных композитных карт повторяемости и траекторий циклонов созданы качественные схемы траекторий циклонов СП.

Для уточнения указанных схем дополнительно использованы соответствующие композитные карты полей геопотенциала и ветра на высотах 500 и 300 гПа для СП, полученные по данным реанализа NCEP/NCAR за период 1948 – 2006 гг. через интерактивный модуль NOAA для анализа среднемесячных и сезонных композитов [3].

Результаты и обсуждение. Основным результатом работы являются качественные схематические представления об основных траекториях зимних циклонов Северного полушария, соответст-

вующих разным фазам АМО и ТДО и двум сочетаниям фаз этих сигналов. Схемы получены на основании результатов предыдущих работ [4, 5], где приведен предварительный анализ композитных карт повторяемости и траекторий циклонов для фаз АМО и ТДО, и результатов анализа положения струйного течения (СТ) в тропосфере. Для характеристики положения СТ были проанализированы композитные карты полей геопотенциала и ветра на высотах 500 и 300 гПа для Северного полушария. Положение СТ соответствует положению планетарной фронтальной зоны, к северу от которой (с небольшим сдвигом по широте) распространяются среднеширотные циклоны.

Проведенный анализ позволяет предложить простые схемы пространственных смещений преобладающих шторм-треков в разные фазы исследуемых сигналов, поясняющие механизм формирования региональных изменений характеристик циклонов в ЧСР.

Схемы для ТДО. По результатам проведенного анализа впервые получены качественные схемы типичных траекторий зимних циклонов (на примере января) в положительную (1981 – 1985 гг.) и отрицательную (1967 – 1971 гг.) фазы ТДО по аналогии с существующими схемами для Североатлантического колебания (САК).

Полученные схемы приведены на рис. 1. Видно, что положительная фаза ТДО (ТДО+) сопровождается преимущественным направлением траекторий циклонов северных частей Атлантического и Тихого океанов в северо-восточном направлении, в то время как в отрицательную фазу (ТДО-) формируется ветвь траекторий в направлении Южной Европы, Средиземного и Черного морей. Последнее соответствует усилению циклонической активности в ЧСР по сравнению с положительной фазой ТДО. Этот вывод подтвержден полученными ранее количественными оценками в ходе композитного анализа в работе [4].

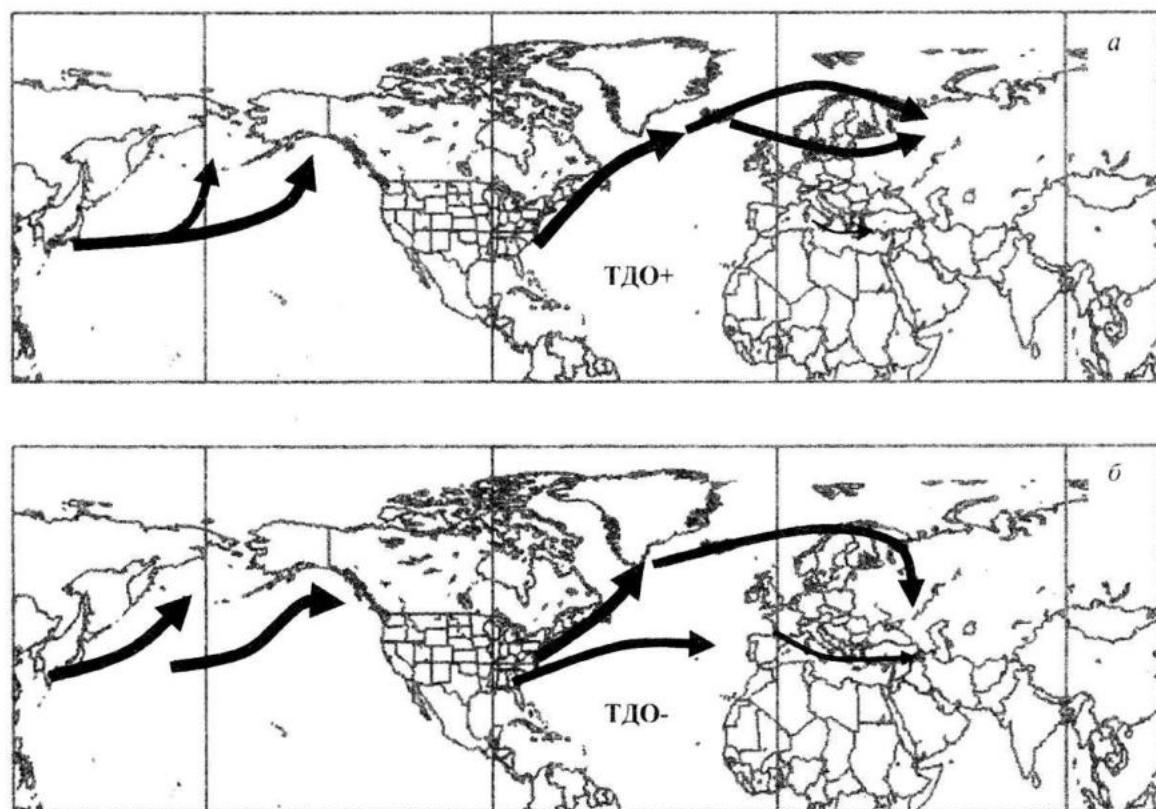


Рис. 1. Схема преобладающих траекторий циклонов в приземном слое в январе в положительную (а) и отрицательную (б) фазы ТДО. Толщина черных стрелок характеризует относительную интенсивность циклогенеза

Схемы для АМО. Из работы [1] известно, что влияние АМО осуществляется по схеме, аналогичной САК, но с противоположным знаком. А именно положительная / отрицательная фаза АМО сопровождается смещением траекторий североатлантических циклонов в юго-восточном / северо-восточном направлении и, следовательно, увеличением / уменьшением циклонической активности в ЧСР.

Отмеченная закономерность подтверждается в нашей работе положительным знаком корреляции частоты циклонов с индексом АМО. Корреляционный анализ связи параметров циклонов в ЧСР и несглаженного индекса АМО был проведен отдельно для периодов положительной / отрицательной фаз АМО и для периодов перехода от одной фазы АМО к другой. Для всех парамет-

ров циклонов в ЧСР максимальные значимые коэффициенты корреляции (0,3 – 0,58) наблюдаются в холодный период года для всех рассмотренных временных интервалов.

Кроме этого, проводился анализ композитов пространственного распределения повторяемости и траекторий зимних циклонов в положительную (1994 – 1998 гг.) и отрицательную (1971 – 1975 гг.) фазы АМО. В ходе проведенного анализа была уточнена описанная выше схема влияния АМО на формирование погодно-климатических аномалий Атлантико-Европейского региона. Полученные результаты для января иллюстрирует рис. 2.

Приведенные схемы дают одно из возможных объяснений проявлений АМО в циклонической активности ЧСР, подробно описанных в работе [5].

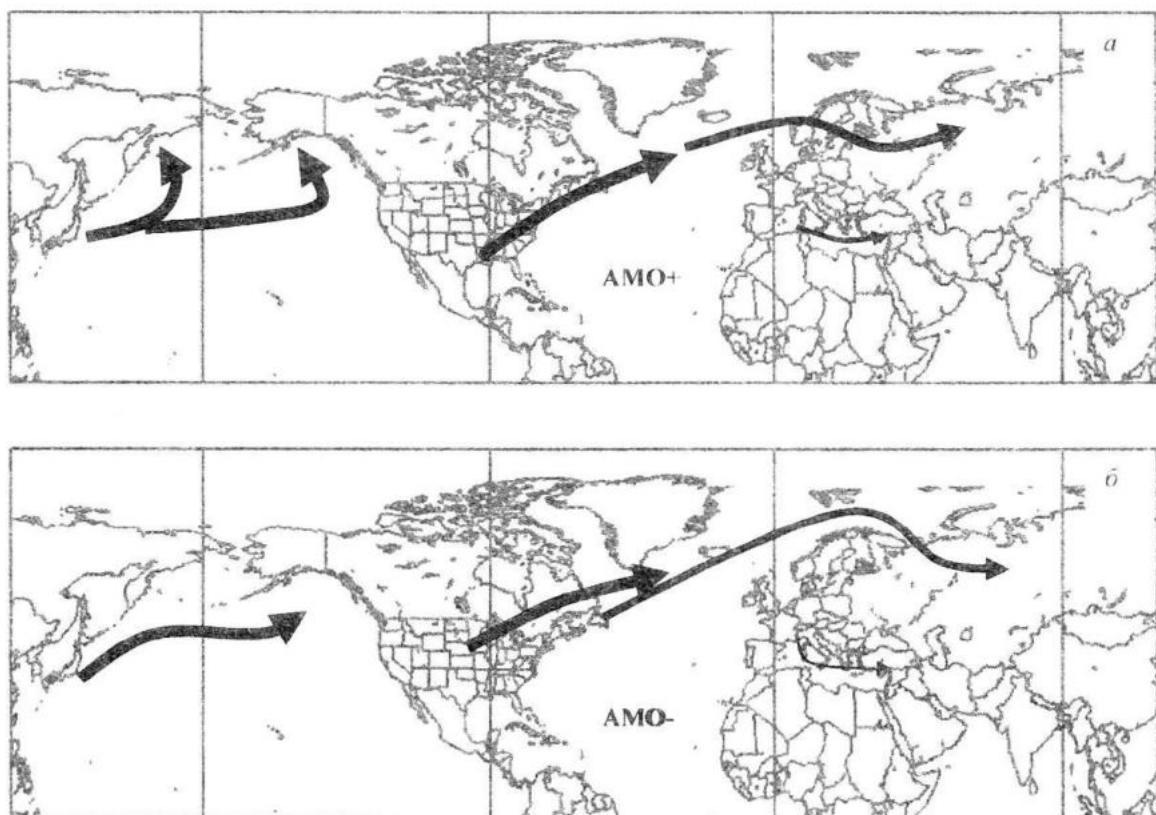


Рис. 2. Схема преобладающих траекторий циклонов в приземном слое в январе в положительную (а) и отрицательную (б) фазы АМО. Толщина черных стрелок характеризует относительную интенсивность циклогенеза

На рис. 2 видно, что обе фазы АМО характеризуются преобладающим направлением перемещения североатлан-

тических и северотихоокеанских циклонов в северо-восточном направлении. Однако в положительную фазу АМО

(AMO+) наблюдается больше меридиональных перемещений циклонов, и траектории североатлантических циклонов проходят над Европой южнее, чем в отрицательную фазу (AMO-), создавая условия для увеличения циклонической активности в ЧСР.

Схемы для двух сочетаний фаз АМО и ТДО. Ранее, например, в работе [6] был предложен механизм взаимодействия климатических систем Тихого и Атлантического океанов, осуществляющийся по так называемому «атмосферному мосту» между северными частями океанов. Результаты настоящей работы согласуются с этим механизмом. В нем участвуют северотихоокеанские и североатлантические циклоны и тропосферное струйное течение. Вдоль оси СТ распространяются циклоны на начальных фазах своего существования, однако по достижении зрелой фазы циклоны сами начинают действовать на СТ как «отрицательная вязкость». Таким образом, положение СТ и траектории северотихо-

океанских циклонов оказывают влияние на интенсификацию циклогенеза в определенных районах Северной Америки, у восточных берегов которой находится одна из главных зон циклогенеза Северной Атлантики.

В настоящей работе мы ограничились рассмотрением типичного пространственного распределения траекторий циклонов Северного полушария для двух случаев сочетания климатических сигналов Северной Атлантики (АМО) и северной части Тихого океана (ТДО). Первый – сочетание отрицательных фаз АМО и ТДО, соответствующий периоду времени 1967 – 1971 гг., второй – сочетание положительной фазы ТДО и отрицательной фазы АМО, приходящийся на период 1988 – 1992 гг.

В результате проведенного анализа составлены схемы преимущественных направлений перемещения зимних циклонов для рассмотренных сочетаний фаз АМО и ТДО, которые приведены на рис. 3. Охарактеризуем их.

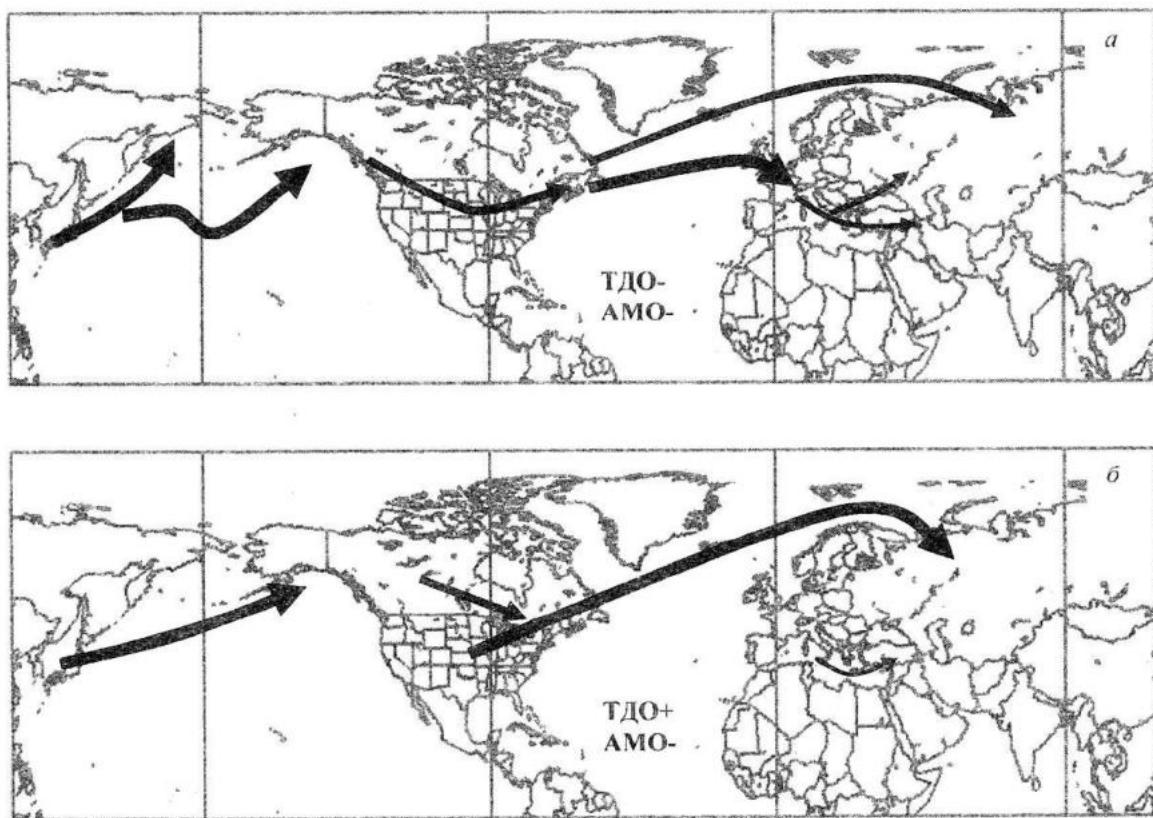


Рис. 3. Схема преобладающих траекторий циклонов в приземном слое в январе при сочетании фаз ТДО- и АМО- (а); ТДО+ и АМО- (б). Толщина черных стрелок характеризует относительную интенсивность циклогенеза

При сочетании отрицательных фаз АМО и ТДО траектории циклонов в Атлантико-Европейском регионе в основном проходят через полярные области и ЧСР (рис. 3а). В Северотихоокеанском регионе Алеутский минимум ослабевает, а в прибрежных районах умеренных широт и в центре субтропической части Тихого океана повторяемость циклонов увеличивается (рис. 3а). В этом случае взаимосвязь климатических систем северных частей Тихого и Атлантического океанов осуществляется по «атмосферному мосту» преимущественно через центральные районы Северной Америки.

Сочетание положительной фазы ТДО и отрицательной фазы АМО сопровождается уменьшением повторяемости циклонов в Европе, включая ЧСР (рис. 3б). В Северотихоокеанском регионе Алеутский минимум углубляется, и тихоокеанские циклоны смещаются в северо-восточном направлении (рис. 3б), что способствует созданию условий для взаимосвязи климатических систем северных частей Тихого и Атлантического океанов по «атмосферному мосту» преимущественно через северные районы Северной Америки.

Заключение. В результате анализа типичного пространственного распределения траекторий циклонов Северного полушария, включая Черноморско-Средиземноморский регион, при разных климатических ситуациях выявлены закономерности в циклонической активности.

Составлены схемы преимущественных траекторий зимних циклонов Северного полушария в разные фазы АМО, ТДО и при двух сочетаниях фаз этих сигналов. Установлено, что сочетание отрицательных фаз АМО и ТДО в зимние месяцы сопровождается смещением траекторий атлантических циклонов к юго-востоку и усилением циклони-

ческой активности в Черноморско-Средиземноморском регионе. Показано, что сочетание положительной фазы ТДО и отрицательной фазы АМО в зимний сезон сопровождается смещением траекторий атлантических циклонов к северо-востоку и ослаблением циклонической активности в Черноморско-Средиземноморском регионе.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Полонский А.Б. Атлантическая мультидекадная осцилляция и ее проявления в Атлантико-Европейском регионе // МГЖ. – 2008. – 4. – С. 47 – 58.
2. URL: <http://data.giss.nasa.gov/stormtracks/>
3. URL: <http://www.esrl.noaa.gov/psd/cgi-bin/data/composites/printpage.pl>
4. Воскресенская Е.Н., Маслова В.Н. Проявления Атлантической мультидекадной осцилляции и Тихоокеанской декадальной осцилляции в изменчивости циклонической активности в Черноморско-Средиземноморском регионе в зимний период // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексное использование ресурсов шельфа. – Севастополь: МГИ НАН Украины, 2010. – Вып. 23. – С. 7 – 21.
5. Воскресенская Е.Н., Маслова В.Н., Юровский А.В. Пространственная изменчивость параметров зимних циклонов в Черноморско-Средиземноморском регионе // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексное использование ресурсов шельфа. – Севастополь: МГИ НАН Украины, 2011. – Вып. 24. – С. 163 – 172.
6. Fraedrich K., Bantzer C., Burkhardt U. Winter climate anomalies in Europe and their associated circulation at 500 hPa // Climate Dynamics. – 1993. – 8, 4. – Р. 161 – 175.