

УДК 551.465.7

О КЛИМАТОЛОГИИ ЦИКЛОНОВ БАРЕНЦЕВА МОРЯ

Н. А. Вязилова, А. Е. Вязилова

*ФГБУ «Всероссийский научно-исследовательский институт
гидрометеорологической информации – Мировой центр данных»,
ул. Королева, 6, 249035 г. Обнинск, Калужской обл., Россия,
nav@meteo.ru, nev5199@gmail.com*

Представлено исследование внетропических циклонов, генерируемых в районе Баренцева и Карского морей, а также циклонов, выходящих в данный район из других регионов генезиса. Траектории циклонов рассчитаны на основе данных приземного давления реанализа ERA5/ ECMWF за период с 1979 по 2022 гг. Представлено пространственное распределение плотности генезиса и затухания траекторий циклонов, количества глубоких циклонов по районам генезиса. Показаны особенности межгодовой изменчивости количества центров циклонов и индекса циклонической активности в зимнюю и летнюю половину года.

Ключевые слова: траектории циклонов; районы генезиса циклонов; циклоническая активность.

ON CLIMATOLOGY OF BARENTS SEA CYCLONES

N. A. Viazilova, A. E. Viazilova

*FGBU «RIHMI-WDC», Korolev st, 6, 249035, Obninsk, Kaluga reg.,
Russia, nav@meteo.ru, nev5199@gmail.com*

A study of extratropical cyclones generated in the area of the Barents and Kara Seas, as well as cyclones entering this area from other regions of genesis, is presented. The cyclones tracks were calculated based on automated cyclone detection/tracking algorithm based on the 6-hourly MSLP of reanalyses ERA5/ ECMWF for 1979-2022. The spatial distribution of the density of genesis and attenuation of cyclones is presented, the features of interannual variability in the number of cyclone centers and cyclone activity index in the winter and summer half of the year in the study region are shown.

Keywords: cyclonic activity; cyclone trajectories; cyclone genesis regions.

Введение. Внетропические циклоны, зарождающиеся в Северной Атлантике и прибрежных морях Европейского континента, оказывают значительное влияние на различные отрасли экономики и жизнь общества в Европейском регионе, в том числе и на европейской территории России (ЕТР). Целью настоящей работы является анализ климатических характеристик циклонов, идентифицированных в западной части арктической зоны РФ, в районе Баренцева и Карского морей в зимний и летний сезон

за период с 1979 по 2021 гг., на основе синоптических данных реанализа ERA5/ECMWF [1], отличающихся высоким пространственным разрешением. Исследование включает анализ траекторий циклонов по районам генезиса, а также особенностей пространственного распределения плотности центров циклонов и штормовой скорости ветра в этих траекториях.

Данные и методы расчета. В настоящем исследовании центры циклонов и траектории их смещения рассчитаны по 6-часовым данным атмосферного давления на уровне моря (MSLP) в узлах сетки $1,25^\circ \times 1,25^\circ$ реанализа ERA5/ECMWF [1]. Идентификация циклонов проведена в регионе Северной Атлантики и Европы с координатами $[30^\circ \text{с. ш.} - 85^\circ \text{с. ш.}, 50^\circ \text{з. д.} - 90^\circ \text{в. д.}]$. Центры циклонов идентифицировались автоматическим методом. Метод идентификации центров циклонов и алгоритм расчета траекторий смещения центров циклонов подробно описан в статье [2]. Из всех идентифицируемых циклонов для анализа отбирались циклоны, генерируемые в западной части арктической зоны РФ, в районе Баренцева и Карского морей $[66^\circ \text{с. ш.} - 85^\circ \text{с. ш.}, 10^\circ \text{в. д.} - 80^\circ \text{в. д.}]$, а также циклоны, выходящих в данный район из других регионов генезиса. Район генезиса для каждого циклона определялся по координатам начальной точки его траектории. Для всех циклонов, отмеченных в районе Баренцева моря, были построены карты интегральной плотности генезиса и плотности затухания циклонов. Для анализа отбирались циклоны с длиной жизни от 3 сроков наблюдения и более.

О районах генезиса траекторий циклонов Баренцева моря. Анализ интегральной плотности генезиса и затухания циклонов, рассчитанной для зимней (рис.1) и летней половины года, показывает, что основная часть циклонов, идентифицированных в районе Баренцева моря, генерируется непосредственно в данном районе.

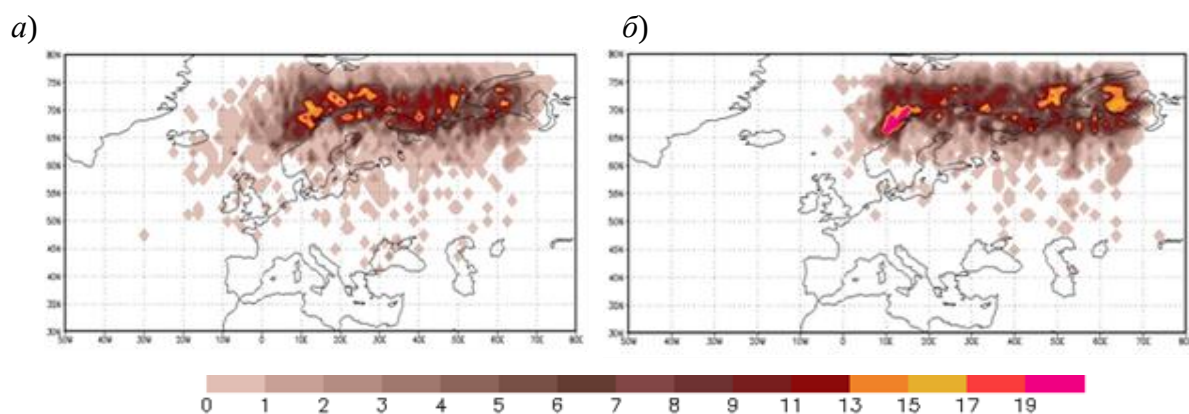


Рис. 1. Распределение интегральной плотности генезиса а) и затухания б) циклонов, траектории которых проходят через район Баренцева моря в зимнюю половину года за весь период исследования

Другая часть циклонов выходит в район Баренцева моря из полярных и умеренных широт акватории Атлантики, северных районов Европы, а также с европейской части территории России (рис.2). Максимальная плотность генезиса циклонов наблюдается в прибрежном регионе Норвежского моря и Баренцева моря. Именно в этом районе по данным исследования [3] отмечена максимальная повторяемость полярных мезоциклонов в европейском секторе Арктики в зимний сезон по спутниковых данным, а также по данным реанализов NASA-MERRA, ERA-INTERIM, NCEP-CFSR, ASR [4].

Анализ показывает, что количество траекторий циклонов, идентифицированных в районе Баренцева моря в зимнюю половину года существенно больше по сравнению с летними месяцами.

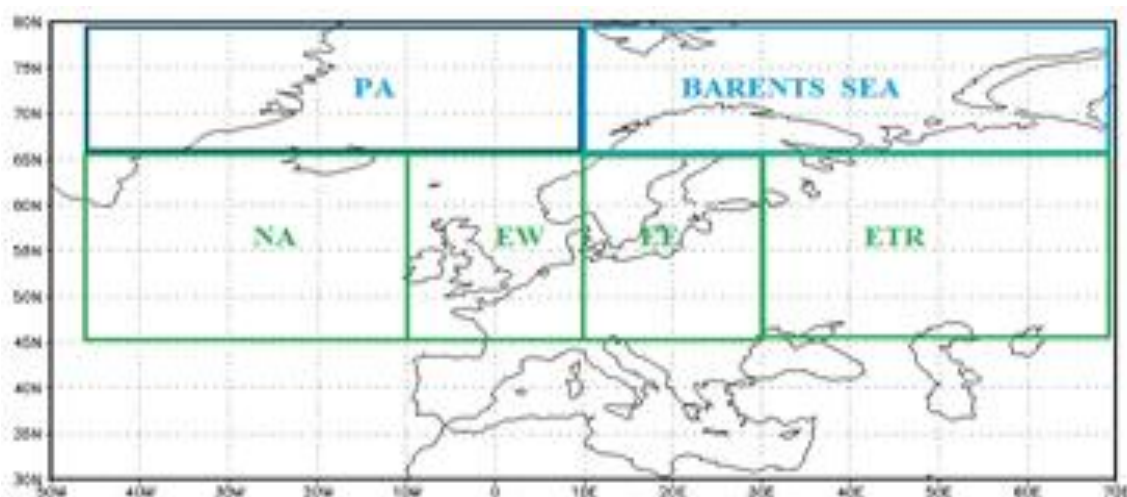


Рис. 2. Районы генезиса траекторий циклонов, идентифицированных в регионе Баренцева моря

Это различие, возможно, действительно связано с генезисом полярных циклонов, так как, согласно выводам исследований [5, 6], полярные мезоциклоны свойственны холодному периоду года, когда арктический холодный воздух натекает на более теплую морскую поверхность.

Известно, что в указанный район Атлантики, Норвежское и Баренцево море, выходят теплые воды северо-атлантической ветви течения Гольфстрим. Циклоны, генерируемые в районе Баренцева моря, представляют основную часть всех траекторий циклонов в этом районе, — около 79,6 %. Значительная часть циклонов, генерируемых как в районе Баренцева

моря, так и вышедших в данный район из приполярного района Атлантики, северных районов Европы и европейской территории России, имеет длину жизни до 2 суток.

Количество циклонов, генерируемых в умеренных широтах Атлантики, и достигших района Баренцева моря невелико, около 1 %. Их длина жизни в среднем превышает 4 суток, а отдельные атлантические циклоны имеют продолжительность более 10 суток.

Максимальная плотность затухания циклонов, идентифицируемых в районе Баренцева и Карского морей, наблюдается у западного побережья Норвегии, а также в западной части Баренцева моря и в районе Карского моря (рис.1б).

Анализ направления траекторий циклонов показал, что основная часть циклонов, генерируемых в районе Баренцева моря, перемещается с запада на восток, многие из них достигают район Карского моря, другая часть циклонов смещается в близлежащие районы, и прежде всего, в район Скандинавии и на европейскую территорию России, иногда достигая ее южных районов.

Анализ траекторий циклонов позволяет выявлять основные районы генезиса и затухания циклонов. Для анализа же циклонической активности в районе исследования чаще всего рассчитывают количество центров циклонов, или используют специальные индексы, такие, например, как индекс циклонической активности [2, 7], представляющий сумму аномалий атмосферного давления в центрах циклонов.

Распределение глубоких циклонов по районам генезиса. К глубоким циклонам в данной работе относились циклоны с давлением в центре от 980 гПа и менее хотя бы раз за историю жизни.

На рисунке 3 представлены карты пространственного распределения количества центров циклонов с давлением от 980 гПа и менее в траекториях циклонов, генерируемых непосредственно в районе Баренцева моря, а также в траекториях, выходящих в данный регион из других районов генезиса (рис. 3): из западных полярных областей Атлантики (РА), западных и восточных районов Северной Европы (EW, EE), а также из умеренных широт акватории Атлантики (NA) и с европейской территории России (ETR).

Анализ карт показывает, что максимальная плотность количества центров циклонов с экстремально низким давлением наблюдается в районах генезиса циклонов, и чем дальше район генезиса от Баренцева моря, тем меньший процент таких центров достигает район исследования

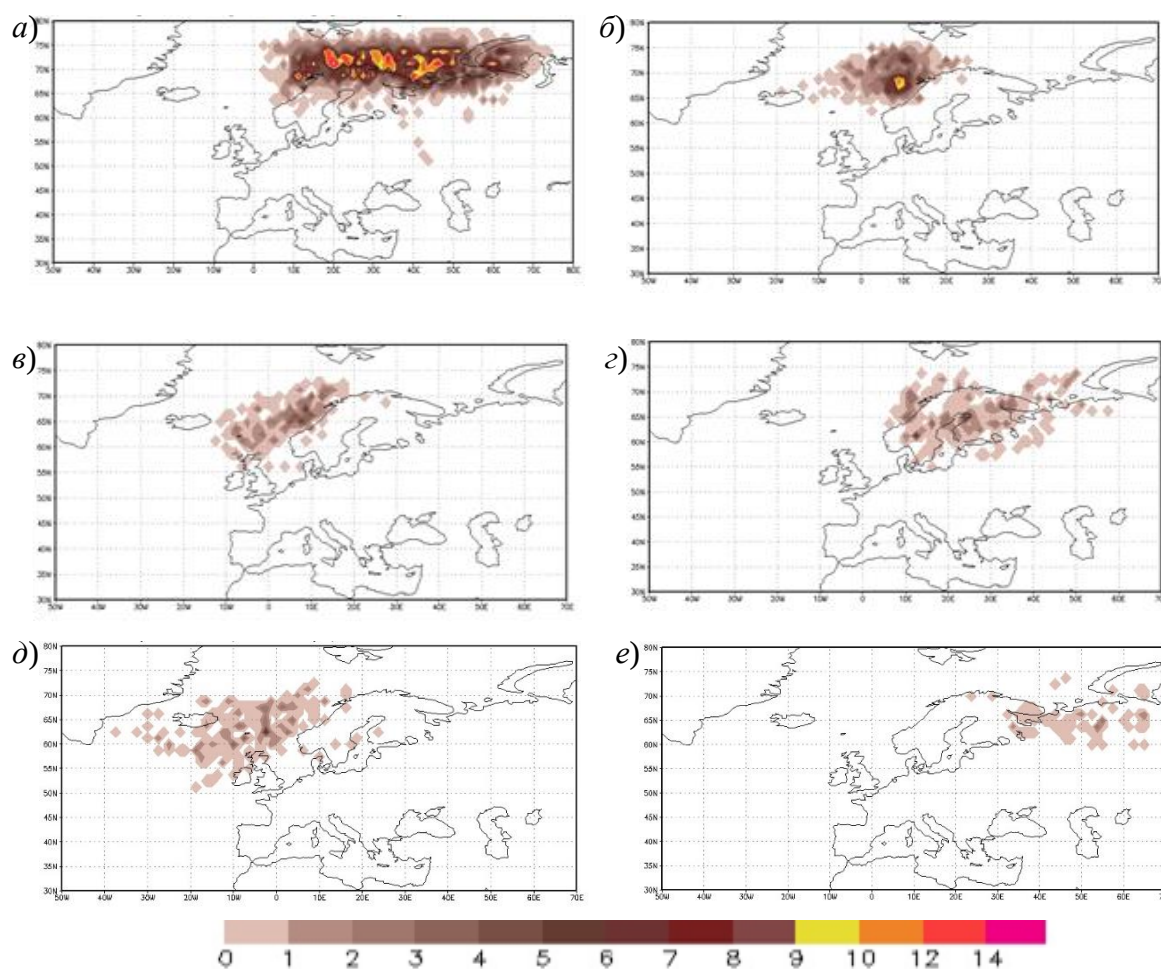
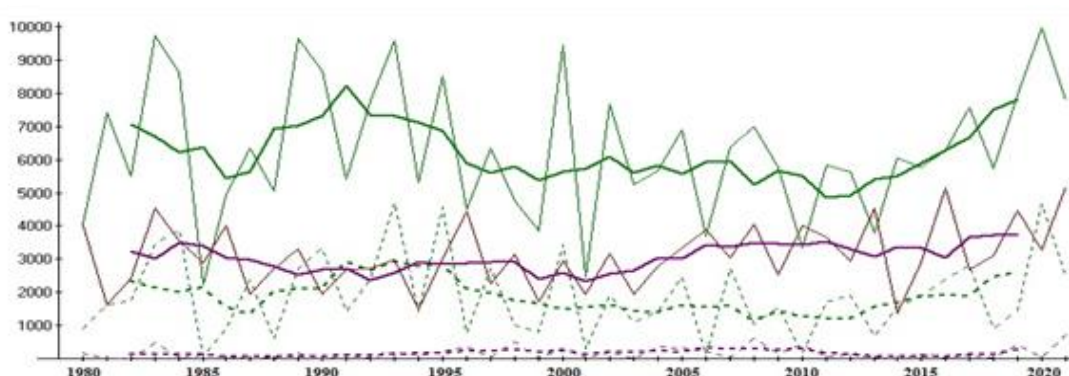


Рис.3. Распределение многолетней плотности центров циклонов с давлением в центре от 980 мб и менее в зимнюю половину года, в траекториях циклонов, генерируемых в районе Баренцева моря а), а также выходящих в данный район из других регионов генезиса б) РА, в) EW, г) EE, д) NA, е) ETR

О циклонической активности в районе Баренцева моря. Анализ индекса циклонической активности, рассчитанного для всего региона Баренцева моря для зимнего и летнего сезона, показывает (рис. 4), что интенсивность циклонической активности в районе Баренцева моря в зимний сезон существенно выше по сравнению с летним периодом в течение всего времени исследования. Максимальное усиление циклонической активности в данном районе отмечалось в зимние сезоны 1989-1990, 1999-2000, 2019-2020 гг. Минимальные значения индекса циклонической активности отмечены в зимние сезоны 1984-1985, 2001-2002, 2005-2006, 2009-2010 гг. Согласно результатам исследования [2], усиление активности циклонов, как в районе Исландского минимума, основном районе циклонической активности в Северной Атлантике, так и в районе Баренцева моря в зимний сезон наблюдается в годы развития интенсивной положительной фазы се-

веро-атлантического колебания (САК). Следует отметить, что зимние сезоны 1989-1990, 1999-2000 и 2019-2020 гг. отличились достаточно интенсивным развитием положительной фазы САК, среднее значение за зимний сезон индекса НАО, являющегося основным критерием развития САК, в эти годы был равен соответственно +0.8, +0.8 и +0.5. В последние несколько лет отмечается тенденция к усилению циклонической активности в районе Баренцева моря, как в зимние, так и летние месяцы. В зимний сезон значительный вклад в циклоническую активность (более 30 %) вносят глубокие циклоны.



Обозначения: сплошная линия – все циклоны, точки – глубокие циклоны.
жирная линия – скользящие средние за пять лет.

Рис. 4. Индекс циклонической активности в районе Баренцева моря в зимнюю (зеленый цвет линий) и летнюю (бордовый цвет линий) половину года

Библиографические ссылки

1. Hersbach et. al. The ERA5 global reanalysis // Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society, 2020, Vol.146, Is.730. P. 1999-2049.
2. Вязилова Н. А. Циклоническая активность и колебания циркуляции в Северной Атлантике // Метеорология и гидрология, 2012, № 7, С. 5-14.
3. Акперов М. Г., Мохов И. И., Дембицкая М. А. Арктические мезоциклоны по спутниковым данным, данным реанализа и модельным расчетам. // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2017. Т. 14. № 3. С. 297-304.
4. Noer G., Saetra O., Lien T., Gusdal Y. A climatological study of polar lows in the Nordic Seas // Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society, 2011, Vol. 137, No. 660. P. 1762–1772.
5. Rasmussen E. A., Turner J. Polar lows // Cambridge: Cambridge University press, 2003, 602 p.
6. Mokhov I. I., Akperov M. G., Lagun V. E., Lutsenko E. I. Intense arctic mesocyclones // Izvestiya Atmos Ocean Phys, 2007, Vol. 43, №. 3. P. 259–265.
7. Zhang X., Walsh J., Zhang J. Climatology and Interannual Variability of Arctic Cyclone Activity: 1948-2002 // J. Climate, 2004, v.17. P. 2300-2317.