

ВЛИЯНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ КОНЦЕНТРАЦИИ ЛЬДА НА ТЕМПЕРАТУРУ ВОЗДУХА В СЕВЕРО-ЕВРОПЕЙСКОМ БАССЕЙНЕ

Каледина А.С.^{1,2}, Башмачников И.Л.^{1,2}

¹ Санкт-Петербургский государственный университет, г. Санкт-Петербург

² Научный фонд «Международный центр по окружающей среде и дистанционному зондированию имени Нансена», г. Санкт-Петербург

a.kaledina@spbu.ru

Ключевые слова: Северо-Европейский бассейн, потоки тепла, ледяной покров, температура воздуха, естественные ортогональные функции.

В условиях меняющегося климата важной задачей стоит изучение факторов, влияющих на увеличение температуры воздуха в арктическом регионе, а также на сокращение ледяного покрова [1]. Одной из причин изменения температуры воздуха в зимний период в Арктическом бассейне является теплоотдача океана [2]. Сокращение ледяного покрова способствует увеличению турбулентных потоков тепла из океана в атмосферу [3, 4].

В данной работе было проанализировано изменение температуры воздуха над Северо-Европейским бассейном за счёт изменения вертикальных потоков тепла из океана по данным атмосферного реанализа ERA5 за период 1959-2021 гг.

Практически во всей акватории Северо-Европейского бассейна, средняя за период анализа температура воды больше температуры воздуха и среднегодовые потоки не только скрытого, но и явного тепла направлены из океана в атмосферу. Наиболее высокие значения суммарной теплоотдачи океана в атмосферу наблюдаются в районе Норвежского моря и в западной части Баренцева моря, с максимальными значениями вдоль Западно-Шпицбергенского и Норвежского течений.

Межгодовая пространственно-временная изменчивость потоков тепла из океана в атмосферу раскладывалась на характерные моды изменчивости методом естественных ортогональных функций (ЕОФ). Суммарная дисперсия первых двух мод ЕОФ составляет 63%. Для объяснения механизмов формирования пространственно-временной изменчивости, проявляющихся в первых ЕОФ, искались корреляционные связи главных компонент (ГК) этих ЕОФ с различными атмосферными и океаническими индексами. Также формировались композитные карты полей скорости приземного ветра и атмосферного давления, для высоких и низких значений ГК. Критерием «высоких» или «низких» значений ГК служило отклонение более чем на одно стандартное отклонение от среднего значения временного ряда ГК.

Первая мода ЕОФ описывает 39% дисперсии потоков тепла из океана в атмосферу и характеризует общий тренд на потепление с 1970-х гг. Наибольшие значения ЕОФ1 наблюдаются в областях существенного уменьшения концентрации льда за последние 50 лет, где происходит устойчивый рост теплоотдачи из океана в атмосферу. Эти же области соответствуют областям наибольшего увеличения температуры воздуха за рассматриваемый период. ГК1 также имеет умеренно высокую корреляцию (0,65) с атмосферным индексом ЕАР (East Atlantic Pattern - Восточно-Атлантическая осцилляция), который характеризует вторую моду изменчивости атмосферного давления над Северной Атлантикой после NAO [5].

Вторая мода ЕОФ описывает 24% дисперсии потоков тепла из океана в атмосферу. При высоких положительных значениях ГК2 пространственная структура ЕОФ2 характеризуется

усилением теплоотдачи в зоне западных ветров над субполярной Атлантикой при одновременном ослаблении теплоотдачи океаном в Норвежско-Гренландском регионе за счет ослабления здесь северных ветров. Изменчивость ГК2 показывает умеренно высокие и значимые корреляции (0,58) с индексом NAO. Вне зон отступления льда, наблюдавшегося в последние десятилетия, пространственная структура ЕОФ1 напоминает таковую для ЕОФ2, что позволяет предположить присутствие одного и того же механизма формирования этой изменчивости. Таким образом, ЕОФ1 имеет смешанное происхождение, объединяя тенденции глобального потепления, проявляющиеся как в отступлении льда, так и в изменении характера атмосферной циркуляции над Северной Атлантикой и Северо-Европейским бассейном.

Исследование выполнено при финансовой поддержке гранта СПбГУ № 94033410.

Список литературы

- 1) Семенов В. А. Современные исследования климата Арктики: прогресс, смена концепций, актуальные задачи // Известия Российской академии наук. Физика атмосферы и океана. 2021. Т. 57, №. 1. С. 21-33
- 2) Alexeev V. A., Walsh J. E., Ivanov V. V., Semenov V. A., Smirnov A. V. Warming in the Nordic Seas, North Atlantic storms and thinning Arctic sea ice // Environmental Research Letters. 2017. Vol. 12, iss. 8. P. 1-14
- 3) Årthun M., Eldevik T., Smedsrud L. H. The role of Atlantic heat transport in future Arctic winter sea ice loss // Journal of Climate. 2019. Vol. 32, iss. 11. P. 3327-3341
- 4) Матвеева Т. А., Семенов В. А., Астафьева Е. С. Ледовитость арктических морей и ее связь с приземной температурой воздуха в Северном полушарии // Лед и снег. 2020. Т. 60, № 1. С. 134–148
- 5) Woollings T., Hannachi A., Hoskins B. Variability of the North Atlantic eddy-driven jet stream // Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society. 2010. Vol. 136, iss. 649. P. 856-868