

РЕЦИРКУЛЯЦИЯ АТЛАНТИЧЕСКИХ ВОД В ПРОЛИВЕ ФРАМА

Демченко А.Ю.^{1,2}, Башмачников И.Л.^{1,2}, Будянский М.В.³

¹ Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург² Международный центр по окружающей среде и дистанционному зондированию имени Нансена, Санкт-Петербург

³ Тихоокеанский океанологический институт им. В.И. Ильичева, Владивосток

asha.demchenko@gmail.com

Ключевые слова: атлантические воды, Западно-Шпицбергенское течение, пролив Фрама, Арктический бассейн, лагранжев метод.

Пролив Фрама является одной из областей активного взаимодействия вод Арктического бассейна Северного Ледовитого океана (СЛО) и вод Северо-Европейского бассейна. Атлантические воды (АВ) переносятся Западно-Шпицбергенским течением (ЗШТ) через пролив Фрама на север, а некоторое количество АВ рециркулирует в южном направлении (рециркулирующими АВ – РАВ). Согласно оценкам [1], примерно половина АВ, транспортируемая в ЗШТ, рециркулирует между 76° и 81° с.ш. Остальная часть АВ переносится ЗШТ в Арктический бассейн.

Водные массы, переносимые через пролив Фрама, вносят значительный вклад в тепловой баланс Арктического и Северо-Европейского бассейнов, влияют на глубокую конвекцию в Гренландском море. В этой работе, для исследования эйлеровых характеристик АВ и РАВ, таких как температура, расход, потоки тепла, использовался реанализ RARE1.15.2. Была исследована межгодовая изменчивость перечисленных характеристик и уровня моря за зимний сезон (декабрь-апрель). Было показано, что расходы АВ и РАВ слабо коррелируют друг с другом, что может говорить о разных механизмах, управляющих их межгодовой изменчивостью.

Для изучения кинематики вод был выбран лагранжев метод, который позволяет отследить пути и скорость переноса вод различного происхождения и их изменчивость во времени [2]. Месячный интервал данных реанализа RARE1.15.2 не позволяет отслеживать траектории частиц, поэтому для построения лагранжевых карт использовался реанализ GLORYS12v1. Для анализа использовалась глубина 100 м, на которой возможно отследить основные пути как АВ, так и РАВ [3]. Анализ проводился для 2022 года. Ежедневно район исследования засеивался пятном маркеров с начальными условиями в узлах равномерной сетки 400×400. Для каждого маркера (узла) в обратном времени сроком на 185 суток производился численный расчет траектории, после чего все траектории проверялись на факт пересечения отрезка, соответствующего створу ЗШТ и фронтальной ветви Норвежского течения. В дальнейшем рассматривались только те маркеры, траектории которых в прошлом пересекли указанный отрезок. Затем среди отобранных траекторий выбирались только те, начальные условия которых находятся вблизи отрезка, пересекающего основные рециркулирующие ветви атлантических вод (78–80° с.ш., 4° в.д.). Был построен набор статистик, отражающих временные характеристики адвекции маркеров от створа ЗШТ до отрезка РАВ, а также от створа ЗШТ до отрезка, соответствующего входу АВ в Арктический бассейн (80.4°–81.5° с.ш., 15° в.д.).

На графике временного интервала переноса вод, от разреза через ЗШТ до разреза РАВ, в течение модельного года, выделяется пик на 45–50 сутках. Для вод, переносимых от створа ЗШТ до разреза в Арктическом бассейне, выделяется пик на 60–65 сутках. Также были построены статистики по времени пересечения лагранжевыми частицами отрезков ЗШТ и РАВ,

и ЗШТ и северного отрезка. Первая статистика дает возможность выделить моменты времени, когда маркеры стартуют на отрезке разреза через ЗШТ. Был отмечен порционный приход, что может быть связано с сезонными колебаниями ЗШТ и фронтальной ветви Норвежского течения, а также существенной роли вихрей в переносе РАВ. Вторая статистика позволяет выделить сезоны активного прихода маркеров, запущенных в прошлом на разрезе через ЗШТ к разрезу РАВ и к разрезу на входе в Арктический бассейн. Для разреза, определяющего вход в Арктику, активное поступление частиц выделяется в зимне-весенний сезон.

Было построено распределение лагранжевых частиц, достигших разрезов РАВ и разреза на входе в Арктический бассейн по координатам их запуска на отрезке ЗШТ. Выделяются два пика для графика ЗШТ-РАВ на 7–8 в.д. и 12–14 в.д., что говорит о поступлении в рециркулирующую зону как вод фронтальной ветви Норвежского течения, так и ЗШТ. Для графика ЗШТ-Арктика характерен один пик в восточной части, что говорит о преимущественном поступлении вод ЗШТ.

Список литературы

- 1) Marnela M., Rudels B., Houssais M.N., Beszczynska-Möller A., Eriksson P.B. Recirculation in the Fram Strait and transports of water in and north of the Fram Strait derived from CTD data // *Ocean Sci.*, 2013. – 9. – P. 499–519
- 2) Prants S.V., Budyansky M.V., Uleysky M.Yu. Statistical analysis of Lagrangian transport of subtropical waters in the Japan Sea based on AVISO altimetry data // *Nonlin. Processes Geophys.*, 2017. – 24. – P. 89–99
- 3) Wang Q., Wekerle C., Danilov S., Wang X., Jung T. A 4.5[U+202F]km resolution Arctic Ocean simulation with the global multi-resolution model FESOM 1.4 // *Geosci. Model Dev.*, 2018. – 11. – P. 1229–1255