

ИССЛЕДОВАНИЕ ПЕРЕНОСА РЕЧНЫХ ВОД СЕВЕРА ЮЖНОЙ АМЕРИКИ ЭКВАТОРИАЛЬНЫМ ПРОТИВОТЕЧЕНИЕМ АТЛАНТИКИ И СИСТЕМОЙ МЕЗОМАСШТАБНЫХ ВИХРЕЙ

Липинская Н.А., Салюк П.А., Будянский М.В., Холмогоров А.О.

Тихоокеанский океанологический институт им. В.И. Ильичева ДВО РАН, Владивосток, Россия

lipinskaya.na@poi.dvo.ru

Ключевые слова: перенос воды, речные шлейфы, мезомасштабные вихри, лагранжес анализ, спутниковые данные, растворенный метан.

Речные шлейфы – это динамические структуры в океане, играющие важную роль во взаимодействии между океаном и сушей. Шлейфы, образующиеся у устьев крупных рек, могут распространяться на огромные площади в океане, достигая сотен тысяч квадратных километров.

Один из наиболее интересных районов Мирового океана с точки зрения исследования глобальной роли материкового стока представляют собой атлантические воды у побережья севера Южной Америки. Крупнейшие реки Южной Америки - Амазонка, Ориноко и Парана - вносят вклад в формирование этих вод.

Шлейфы, видимые на спутниковых снимках в видимом диапазоне, главным образом связаны с выносами Амазонки, которые стимулируют процесс цветения фитопланктона за счет распространения питательных веществ с помощью вихрей и апвеллингов. Кроме того, эти видимые шлейфы могут иметь прямое происхождение из реки, вынося взвешенные и растворенные органические вещества. Также, эти шлейфы могут служить "носителями" растворенного в морской воде метана. Метан может переноситься на значительные расстояния с течением реки, входящим в океан, и затем передвигаться струйными течениями. При этом метан концентрируется под нижней границей пикноклина, который является естественным термохалинным барьером, частично препятствующим вертикальной миграции CH_4 в поверхностный водный слой и атмосферу [1, 2].

Во время научной экспедиции на исследовательском судне "Академик Борис Петров", рейс № 52, были получены данные о гидрологических показателях (температура, соленость), биооптических характеристиках (концентрация хлорофилла-а и окрашенного растворенного органического вещества) и газогеохимических показателях (концентрация растворенного метана в воде) в районе 11° с. ш. в ноябре (разрез 1) и декабре (разрез 2) 2022 года.

По спутниковым данным второго уровня, среднего пространственного разрешения со сканеров MODIS-Aqua/Terra, в полях концентрации хлорофилла-а, у устья Амазонки и Параны сезонно выделяется шлейф вод с повышенным содержанием фитопланктона, и распространяется в северном направлении.

Согласно спутниковым наблюдениям видимого диапазона, можно заметить, что Амазонский шлейф протекает вокруг Северо-Бразильского течения, которое находится на пятой параллели южной широты, и смещается в восточном направлении в извилистом северном экваториальном противотечении. [3], в районе проведения экспедиционных работ. На полученных экспедиционных данных также были выявлены мезомасштабные неоднородности гидрологических характеристик ($8-10^\circ$ с.ш.), которые могут быть связаны с распространением вод рек севера Южной Америки экваториальным противотечением и системой мезомасштабных вихрей.

В подтверждение этого факта служат данные, полученные во время экспедиции о распределении растворенного метана в морской воде на разных глубинах. В основном, ниже границы пикноклина, концентрация растворенного метана в воде является высокой. Однако в ближнем придонном слое концентрация метана относительно низкая, что свидетельствует об отсутствии интенсивных источников метана на дне. Следовательно, в районе проведения экспедиционных работ отчетливо не наблюдаются признаки вертикальной миграции метана из придонных источников. Вероятно, метан был доставлен в область исследования течением, что подтверждается спутниковыми данными о цвете моря и пространственным распределением гидрологических характеристик морской воды, связанными с плюмами рек Амазонка и Парана.

Результаты численного моделирования подтверждают данные выводы. Было обнаружено, что пробы воды, взятые на станции в ноябре и декабре, имеют общее происхождение, совпадая в примерно одни и те же даты, где пересекаются плюм Амазонки и Параны. Однако на основе данных, полученных в ходе *in situ* измерений в районе экспедиционных работ, можно заметить некоторые различия между пробами воды, взятыми в разные месяцы. Например, воды, взятые в ноябре (на восточной части полигона, разрез 1), оказались более пресными, чем воды западной части полигона, взятые в декабре (разрез 2). Это может быть связано с перемешиванием с морской водой в результате более продолжительного переноса.

Комплексное исследование, которое включает оптические методы, дистанционное зондирование, газогеохимические методы, численное моделирование, а также данные натурных наблюдений, предназначено для демонстрации того, что речные воды были включены в мезомасштабный вихрь, расположенный в северо-западной части экваториального противотечения. Это указывает на значительный вклад стока рек в стратификацию водных масс в субэкваториальной части Атлантического океана. Ранее считалось, что воды реки Амазонка распространяются на большие расстояния. Однако наше исследование показало, что распространение вод происходит не только через Амазонку, но также через реку Парана [4], которая находится южнее плюма Амазонки.

Работа выполнена в рамках госзадания ТОИ ДВО РАН № FWMM-2024-0032

Список литературы

- 1) Kholmogorov A., Syrbu N., Shakirov R. Influence of Hydrological Factors on the Distribution of Methane Fields in the Water Column of the Bransfield Strait: Cruise 87 of the R/V “Academik Mstislav Keldysh”, 7 December 2021–5 April 2022 //Water. 2022. V. 14. No. 20. P. 3311. <http://doi.org/10.3390/w14203311>
- 2) Morozov E.G., Frey D.I., Krechik V.A. et al. Multidisciplinary Observations across an Eddy Dipole in the Interaction Zone between Subtropical and Subantarctic Waters in the Southwest Atlantic //Water. 2022. V. 14. No. 17. P. 2701. <https://doi.org/10.3390/w14172701>
- 3) Muller-Karger F.E., Richardson P. L., McGillicuddy D. On the offshore dispersal of the Amazon’s Plume in the North Atlantic: Comments on the paper by A. Longhurst, “Seasonal cooling and blooming in tropical oceans” //Deep Sea Research Part I: Oceanographic Research Papers. 1995. V. 42. No. 11-12. P. 2127-2137. [https://doi.org/10.1016/0967-0637\(95\)00085-2](https://doi.org/10.1016/0967-0637(95)00085-2)
- 4) Morozov E.G., Zavialov P.O., Zamshin V.V., Moller Jr. O.O., Frey D.I., Zuev O.A., Seliverstova A.M., Bulanov A.V., Lipinskaya N.A., Salyuk P.A., Chvertkova O.I., Nemirovskaya I.A., Krechik V.A., and Chultsova A.L., Spreading of the Amazon River Plume // Russ. J. Earth. Sci. 2023. 23. P. ES4006. <https://doi.org/10.2205/2023es000863>