

СОВМЕСТНЫЕ РОССИЙСКО-БРАЗИЛЬСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПЛЮМА РЕКИ АМАЗОНКА В ХОДЕ 52-го РЕЙСА НИС «АКАДЕМИК БОРИС ПЕТРОВ»

П. О. Завьялов¹, О. О. Моллер (мл.)², Е. Г. Морозов¹

¹Институт океанологии им. П. П. Ширшова РАН,
Россия, 117997, Москва, Нахимовский проспект, д. 36,
e-mail: peter@ocean.ru, egmorozov@mail.ru;

²Федеральный университет штата Рио Гранде,
Бразилия, Рио Гранде, 96201-900,
e-mail: dfsomj@furg.br

В информационном сообщении представлены сведения о только что выполненных международных российско-бразильских натурных исследованиях в крупнейшем речном плюме Мирового океана, на шельфе северной части Бразилии в районе устья реки Амазонка. Работы были проведены в период с 20 по 29 ноября 2022 г. как часть научной программы 52-го рейса НИС «Академик Борис Петров». Исследования были организованы и осуществлены совместно российскими и бразильскими учёными. Выполненные на 28-ми станциях измерения включали STD зондирования и отбор проб воды с различных горизонтов, отбор зоопланктона, фитопланктона, а также образцов микропластика буксируемой сетью типа Манта. Как было известно ранее, река Амазонка является крупнейшим источником поступления пластиковых отходов в океан, однако детальные исследования распределения пластика в амазонском плюме крайне немногочисленны. Работа НИС «Академик Борис Петров» у Амазонки в территориальных водах Бразилии стала второй в истории экспедицией российского научного судна в этом районе после 9-го рейса НИС «Профессор Штокман» в 1983 г. Состоявшаяся новая экспедиция позволила получить редкие научные данные об этом уникальном районе океана, а также, по нашему мнению, стала заметной вехой в развитии международного научного сотрудничества между странами БРИКС.

Ключевые слова: НИС «Академик Борис Петров», материковый сток, речные плюмы, река Амазонка, прибрежные экосистемы, микропластик, страны БРИКС

Цели исследования. Воды Атлантики, омывающие побережье южноамериканского континента, являются наиболее интересным районом Мирового океана с точки зрения изучения глобальной роли материкового стока. Из десяти крупнейших (по величине стока) речных устьев мира шесть находятся в Южной Америке. Особняком среди них стоит совершенно уникальный природный объект – устье Амазонки, среднесуточный сток из которого превышает 209.000 м³/с. Для сравнения, среднее значение стока из такой реки, как Енисей, составляет всего около 18.000 м³/с, а из такой, как Волга – около 8.000 м³/с. Таким образом, в определённом смысле Амазонку можно приравнять к 12-ти «Енисеям» или 26-ти «Волгам», впадающим в океан одновременно в одной географической точке. Согласно результатам недавних исследований (например, Varona et al., 2019), динамика амазонского плюма существенным образом

влияет на режим всей экваториальной части Атлантического океана (по крайней мере, в пределах квадрата $60^{\circ} - 24^{\circ}$ з. д. и 5° ю. ш. – 16° с. ш.), снижая поверхностную солёность на 4–8 епс, толщину верхнего квазиоднородного слоя на 20–50 м и уменьшая теплосодержание океана за счёт «барьерного эффекта» даже на большом удалении от устья (до 4.000 км и далее), а также увеличивая восточный перенос течений. Количественные аспекты этого влияния остаются малоизученными. Амазонка является также крупнейшим источником загрязнения океана на обширных акваториях, включая как традиционные виды загрязнителей (углеводороды, пестициды, тяжёлые металлы), так и микропластик и пластиковый мусор. В работах (Schmidt et al., 2019; Santos Queiroz et al., 2022) сообщается, что аномально высокие концентрации пластика в морской воде, связанные с плюмом Амазонки, прослеживаются вплоть до островов Зелёного Мыса и атлантического побережья Африки. Эти же авторы высказывают предположение, что перенос пластиковых и иных терригенных загрязнений на столь значительные расстояния обеспечивается интенсификацией ветровых течений за счёт высокой стратификации приповерхностного слоя океана в зоне влияния пресноводного стока. Эту гипотезу ещё предстоит проверить. Вообще динамические механизмы, ответственные за перенос загрязнений плюмами рек, пока остаются слабо изученными, и плюм такой реки, как Амазонка, является идеальным натурным полигоном для исследований этих процессов.



Рис. 1 – Общее фото участников экспедиции

Уместно напомнить о том, что в 1983 г. экспедиция Института океанологии АН СССР на НИС «Профессор Штокман» выполнила комплексные измерения у устья Амазонки и непосредственно в реке. Как писала тогда советская и бразильская пресса, работа экспедиции явилась примером интернационального содружества учёных

разных стран. В её проведении тогда учтвовали семь бразильских учёных. Сегодня, спустя почти 40 лет, было принято решение повторить этот эксперимент на современном уровне методического и приборного обеспечения, в контексте актуальных научных задач, а также в новых условиях климатической системы Земли. Развитие международного сотрудничества, прежде всего с Бразилией, – одним из партнёров России по межгосударственному объединению БРИКС – являлось одной из важных целей экспедиции.

Общая информация. Международные российско-бразильские экспедиционные исследования в крупнейшем речном плюме Мирового океана – плюме реки Амазонка – были выполнены в период с 20 по 29 ноября 2022 г. как часть научной программы 52-го рейса НИС «Академик Борис Петров» (начальник экспедиции Е. Г. Морозов). Планирование и реализация исследований осуществлялись совместно российскими и бразильскими учёными. На борту судна вместе с российскими участниками находились и 5 бразильских специалистов (рисунок 1).

Измерения были выполнены на 28 станциях, распределённых по 6 разрезам (рисунок 2), также на всей траектории движения судна работала бортовая проточная измерительная система, оснащённая CTD зондом с датчиком флуоресценции.

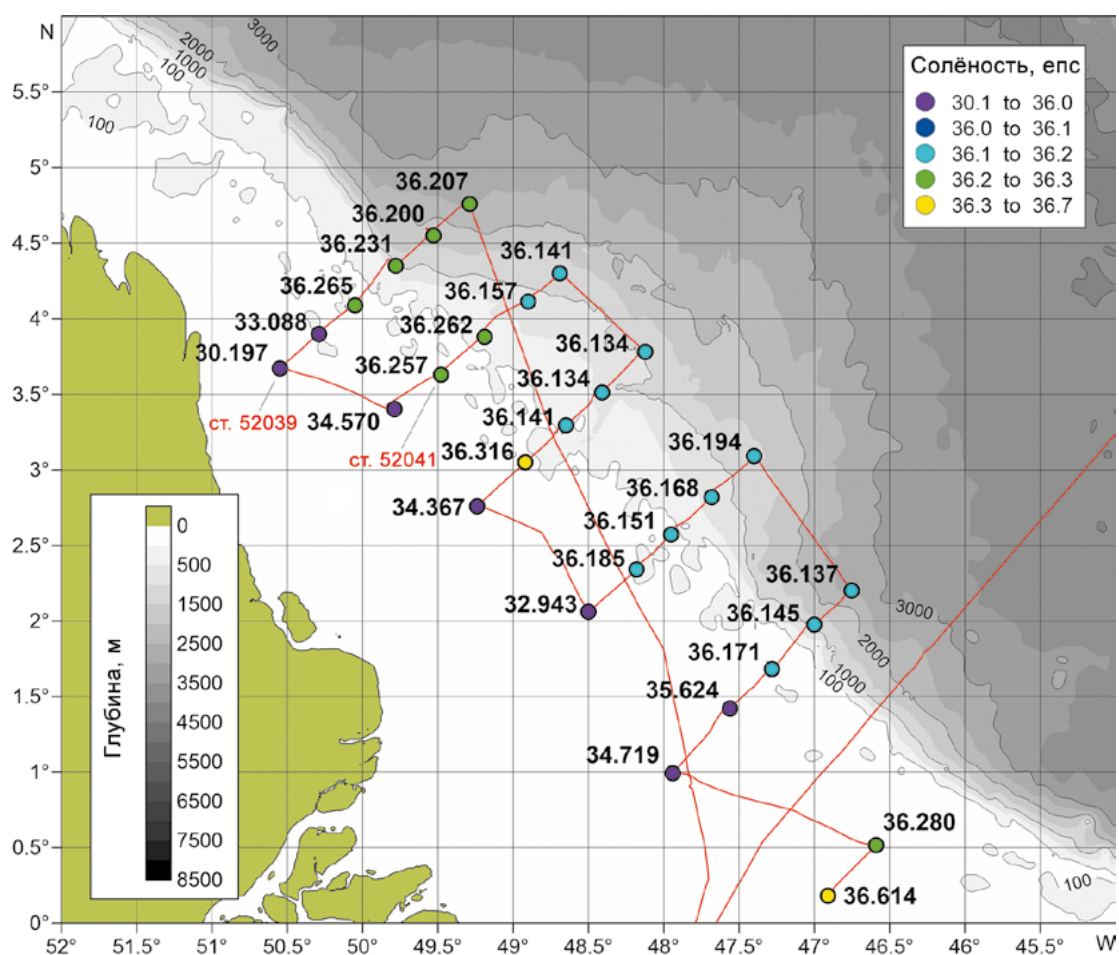


Рис. 2 – Маршрут движения судна и станции полигона у устья реки Амазонка. Показаны также изобаты (м) и значения солёности (епс) у поверхности на каждой станции

Выполненные измерения включали CTD и ADCP зондирования и отбор проб воды с помощью батометров розетки с различных горизонтов для анализа на минеральную и органическую взвесь и растворенную органику, проб зоопланктона и фитопланктона, а также сбор образцов микропластика буксируемой сетью типа Манта (рисунок 3).



Рис. 3 – Настройка на борту судна сети типа Манта для сбора микропластика в поверхностном слое моря

Предварительное обсуждение. Судя по зарегистрированному во время экспедиционных работ пространственному распределению солёности, станции полигона пришлось на мористую часть речного плюма Амазонки и его периферию над континентальным склоном, а также внешнюю акваторию океанских вод, практически не затронутых влиянием материкового пресноводного стока и идентифицируемых как центральная атлантическая водная масса.

Как подтверждают спутниковые данные за период экспедиции, наиболее опреснённые и богатые взвесью и хлорофиллом воды были локализованы на внутреннем шельфе. При этом в области, непосредственно охваченной судовыми измерениями, солёность не опускалась ниже 30 епс. Тем не менее, горизонтальная и вертикальная структура термохалинных полей указывает на наличие хорошо выраженного речного плюма (рисунок 4) толщиной около 15 м, формирующего значительную вертикальную стратификацию. Уменьшение солёности в плюме по отношению к фоновым значениям составляло более 6 епс даже на расстоянии 300–400 км от устья. Воды плюма характеризовались повышенными значениями концентрации фитопланктона (представленного преимущественно колониальными диатомеями, в том числе солонатоводных видов), а также высоким содержанием взвеси и повышенной мутностью (глубина видимости белого диска – 6–8 м и менее против 18–22 м вне плюма). Пробы морского микропластика ещё предстоит количественно проанализировать, однако предварительные оценки также указывают на его повышенные концентрации в пределах плюма.

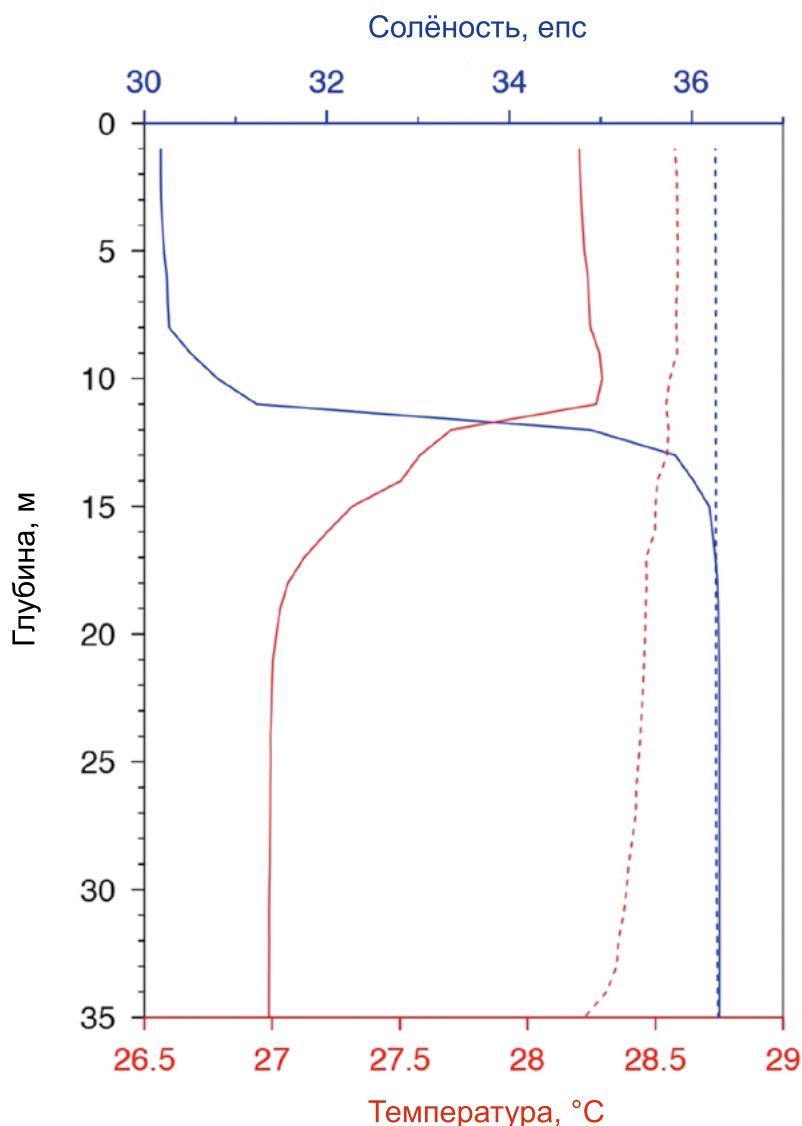


Рис. 4 – Вертикальные профили солёности (синие кривые) и температуры (красные кривые) в верхнем слое океана в пределах плюма реки Амазонка (сплошные линии, станция 52039) и вне его (пунктирные линии, станция 52041)

Подробный анализ данных, который только начинается в настоящее время, позволит получить новую информацию об этом уникальном районе океана и об общих закономерностях усвоения материкового стока океаном. Состоявшаяся экспедиция, по нашему мнению, стала также заметной вехой в развитии международного научного сотрудничества со странами БРИКС.

Благодарность. Исследования выполнены в рамках тем государственного задания FMWE-2021-0001 при поддержке гранта РФФИ 19-55-80004 и гранта Национального совета по научно-техническому развитию CNPq 402906/2019-5.

Список литературы

1. Santos Queiroz A. F., Saraiva da Conceicao A., Chelazzi D., Rollnic M., Cincinelli A., Giarrizzo T., Martinelli Filho J. E. First assessment of microplastic and artificial microfiber contamination in surface waters of the Amazon Continental Shelf // *Science of The Total Environment*. 2022. Vol. 839. P. 156259. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.156259>.
2. Schmidt N., Fauvelle V., Ody A., Castro-Jiménez J., Jouanno J., Changeux T., Thibaut T., Sempéré R. The Amazon River: A major source of organic plastic additives to the tropical North Atlantic? // *Environmental Science & Technology*. 2019. No. 53 (13). P. 7513–7521. <https://doi.org/10.1021/acs.est.9b01585>.
3. Varona H. L., Veleda D., Silva M., Cintra M., Araujo M. Amazon River plume influence on Western Tropical Atlantic dynamic variability // *Dynamics of Atmospheres and Oceans*. 2019. Vol. 85. <https://doi.org/10.1016/j.dynatmoce.2018.10.002>.

Статья поступила в редакцию 09.11.2022, одобрена к печати 09.12.2022.

Для цитирования: Завьялов П. О., Моллер (мл.) О. О., Морозов Е. Г. Совместные российско-бразильские исследования плюма реки Амазонка в ходе 52-го рейса НИС «Академик Борис Петров» // *Океанологические исследования*. 2022. № 50 (4). С. 203–209. [https://doi.org/10.29006/1564-2291.JOR-2022.50\(4\).8](https://doi.org/10.29006/1564-2291.JOR-2022.50(4).8).

JOINT RUSSIAN-BRAZILIAN RESEARCH OF THE AMAZON RIVER PLUME DURING THE 52nd CRUISE OF THE R/V “AKADEMIK BORIS PETROV”

P. O. Zavialov¹, O. O. Moller Jr.², E. G. Morozov¹

¹ Shirshov Institute of Oceanology, Russian Academy of Sciences,
36, Nakhimovskiy prospekt, Moscow, 117997, Russia,
e-mail: peter@ocean.ru, egmorozov@mail.ru;

² Federal University of the State of Rio Grande,
96201-900, Rio Grande, Brazil
e-mail: dfsomj@furg.br

The paper provides information about the international Russian-Brazilian field studies in the largest river plume of the World Ocean, on the shelf of the northern part of Brazil near the mouth of the Amazon River. The field work was conducted from November 20 to November 29, 2022, as part of the scientific program of the 52nd cruise of the R/V “Akademik Boris Petrov”. The research was organized and implemented jointly by Russian and Brazilian scientists. Measurements performed at 28 stations included CTD profiling and sampling of water from different depth levels, zooplankton and phytoplankton collection, as well as the collection of microplastic samples by a towed Manta net. It is known that the Amazon River is the largest source of plastic litter into the ocean, but such detailed studies of the distribution of plastic in the Amazon plume are very few. The work of the R/V “Akademik Boris Petrov” near the Amazon in the territorial waters of Brazil was the second ever expedition of a Russian scientific vessel in this area, after the 9th cruise of the R/V “Professor Shtokman” in 1983. The new expedition made it possible to obtain rare scientific data on a unique region of the ocean, and also, in our opinion, became a significant milestone in the development of international cooperation between the BRICS countries.

Keywords: R/V “Akademik Boris Petrov”, continental discharges, river plumes, Amazon River, coastal ecosystems, microplastics, BRICS countries

Acknowledgments: This research was carried out within the framework of the State Assignment task FMWE-2021-0001 with the support of the RFBR Grant 19-55-80004 and CNPq Grant 402906/2019-5.

References

1. Santos Queiroz, A. F., A. Saraiva da Conceicao, D. Chelazzi, M. Rollnic, A. Cincinelli, T. Giarrizzo, and J. E. Martinelli Filho, 2022: First assessment of microplastic and artificial microfiber contamination in surface waters of the Amazon Continental Shelf. *Science of The Total Environment*, **839**, 156259, <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.156259>.
2. Schmidt, N., V. Fauvelle, A. Ody, J. Castro-Jiménez, J. Jouanno, T. Changeux, T. Thibaut, and R. Sempéré, 2019: The Amazon River: A major source of organic plastic additives to the tropical North Atlantic? *Environmental Science & Technology*, **53** (13), 7513–7521, <https://doi.org/10.1021/acs.est.9b01585>.
3. Varona, H. L., D. Veleda, M. Silva, M. Cintra, and M. Araujo, 2019: Amazon River plume influence on Western Tropical Atlantic dynamic variability. *Dynamics of Atmospheres and Oceans*, **85**, <https://doi.org/10.1016/j.dynatmoce.2018.10.002>.

Submitted 09.11.2022, accepted 09.12.2022.

For citation: Zavialov, P. O., O. O. Moller Jr., and E. G. Morozov, 2022: Joint Russian-Brazilian studies of the Amazon River plume during 52th cruise of the R/V “Akademik Boris Petrov”. *Journal of oceanological research*, **50** (4), 203–209, [https://doi.org/10.29006/1564-2291.JOR-2022.50\(4\).8](https://doi.org/10.29006/1564-2291.JOR-2022.50(4).8).