

УДК 574.58,551.46,550.46

ИССЛЕДОВАНИЯ СОВРЕМЕННОГО СОСТОЯНИЯ И ДИНАМИКИ ДОННЫХ СООБЩЕСТВ ЯПОНСКОГО И БЕРИНГОВА МОРЕЙ (93-Й РЕЙС НИС “АКАДЕМИК М.А. ЛАВРЕНТЬЕВ”)

© 2022 г. В. В. Мордухович^{1,2}, Е. М. Крылова³*, Е. И. Рыбакова³, В. В. Калинин⁴,
А. С. Майорова¹, Д. А. Камешков², А. А. Сауленко^{1,2}, Е. Р. Скрипова^{1,2}

¹Национальный научный центр морской биологии им. А.В. Жирмунского ДВО РАН, Владивосток, Россия

²Дальневосточный федеральный университет, Владивосток, Россия

³Институт океанологии им. П.П. Ширшова РАН, Москва, Россия

⁴Тихоокеанский океанологический институт ДВО РАН, Владивосток, Россия

*e-mail: elenamkr@mail.ru

Поступила в редакцию 05.03.2022 г.

После доработки 22.03.2022 г.

Принята к публикации 14.04.2022 г.

В 93-м рейсе НИС “Академик М.А. Лаврентьев” (2021 г.) мы исследовали донные сообщества Гамовского каньона (Японское море), восточного побережья Камчатки, метановых выходов Корякского склона (Берингово море), кроме того, были получены данные о потоках ртути в системе океан–атмосфера. Исследования подтвердили высокий потенциал Гамовского каньона как модельного полигона для долговременных мониторинговых работ. Было показано, что в фоновых сообществах и сообществах метановых выходов Корякского склона произошли значительные изменения в структуре и составе фауны по сравнению с 2018 годом.

Ключевые слова: дальневосточные моря, потоки ртути, глубоководный каньон, холодные высачивания, донная фауна, фитодетрит, годовые изменения

DOI: 10.31857/S0030157422050148

Морские акватории Дальнего Востока России характеризуются высокими видовым богатством и продуктивностью, здесь сосредоточены основные запасы морских биологических ресурсов страны. В последние десятилетия в регионе наблюдаются экосистемные перестройки, сопровождающиеся изменениями биологического разнообразия. Причинами изменений могут быть как естественные процессы, так и антропогенная деятельность. Для понимания особенностей динамики различных морских экосистем необходимы регулярные мониторинговые исследования модельных полигонов.

В качестве полигонов интерес могут представлять глубоководные каньоны, районы разгрузки гидротермальных и холодных метановых выходов в связи с характерными для них высокими градиентами параметров среды, интенсивным осадкообразованием и разнообразием местообитаний. Прогресс в изучении этих экосистем тесно связан с развитием морской техники, в частности, с использованием телеуправляемых необитаемых подводных аппаратов (ТНПА) [1, 2].

В рамках 93-го рейса НИС “Академик М.А. Лаврентьев” в период с 31 мая по 7 июля 2021 г. ННЦМБ ДВО РАН совместно с ИО РАН и ТОИ ДВО РАН провели экспедицию, в которой были продолжены работы по отработке методов мониторинговых исследований глубоководных экосистем с применением ТНПА и оценке современного состояния и динамики глубоководных донных сообществ дальневосточных морей России. В ходе экспедиции выполнено 5 погружений ТНПА “Команч-18” в диапазоне глубин от 418 до 700 м в районе метановых выходов Корякского склона Берингова моря и 3 погружения в Гамовском каньоне Японского моря на глубинах от 500 до 2050 м (рис. 1). Вдоль восточного побережья полуострова Камчатка и южной части Корякского склона сделано 7 станций по отбору донных осадков дночерпателем и мультикорером для анализа содержания спор микроводорослей и состава макро- и мейофауны. На всех полигонах выполнены станции для изучения потоков ртути в системе океан–атмосфера, проведены измерения радона в атмосфере и метеорологические измерения.

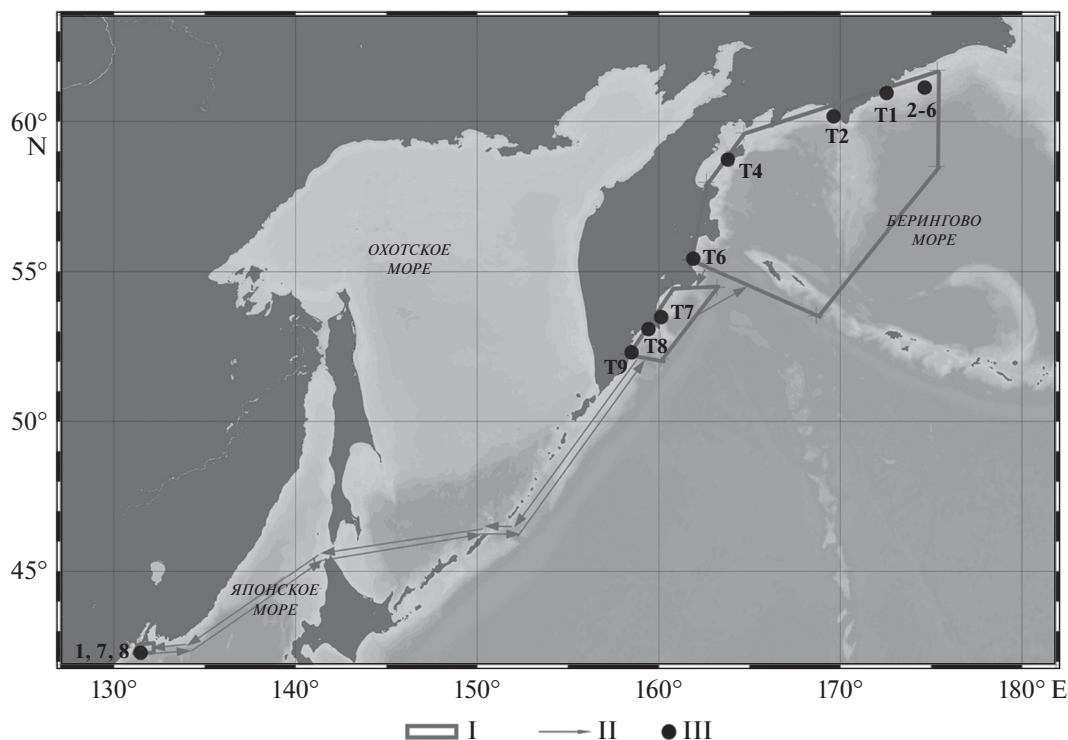


Рис. 1. Карта схема полигонов работы (I), маршрута экспедиции (II), погружений ТНПА “Команч” (III, 1–8) и станций отбора донных осадков (III, T1–T9).

Среднее значение (1.19 ± 0.33 нг/м³) и медиана (1.14 нг/м³) содержания ртути были ниже диапазона фоновых значений для Северного полушария ($1.3–1.6$ нг/м³) [5]. Максимальные концентрации были зарегистрированы в Японском море в начале июня и начале июля. Анализ CWT (Concentration Weighted Trajectory) позволил установить, что потенциальными регионами-источниками, оказывавшими влияние на содержание Hg(0) в приземной атмосфере в ходе рейса, были территории северной Кореи и северо-востока Китая. Потоки Hg(0) из моря в атмосферу отмечены в диапазоне от 0 до 1.48 нг/м²/ч, причем среднее значение 0.57 нг/м²/ч находилось на том же уровне, что и большинство значений, зарегистрированных в северных акваториях [3].

Для Гамовского каньона в диапазоне глубин около 1500 м отмечено значительное разнообразие фауны, фаций донных осадков и элементов рельефа, на отдельных участках дна обнаружены бактериальные маты. Высокое биоразнообразие в пределах относительно небольшой локальной акватории, близкое расположение профильных организаций, научного флота и возможность проведения работ в любой сезон года увеличивают потенциал Гамовского каньона как модельного полигона для проведения мониторинговых работ.

Предварительные результаты работ на Корякском склоне указывают на то, что сообщества ме-

тановых выходов подвержены влиянию факторов, действующих в масштабе всей экосистемы Северной-Западной Пацифики. За три года, прошедшие со времени обнаружения метановых выходов в 2018 году, произошли сильные изменения в биоте этого района. Наиболее существенные сдвиги отмечены для верхнего горизонта глубин (412–435 м), как в фоновых сообществах, так и на активных участках выходов, где численность доминирующих видов уменьшилась на порядки. По предварительным данным, к основным изменениям можно отнести: (1) значительное увеличение обилия фитодетрита на осадке на всем градиенте изученных глубин (412–690 м); (2) двукратное увеличение численности доминирующего вида офиуры *Ophiophthalmus normani* в фоновом сообществе на глубинах 642–690 м; (3) увеличение численности живых гребешков *Delectopecten vancouverensis* в переходной зоне и активных участках сообществ на глубинах 642–690 м; (4) резкое уменьшение плотности поселения морских перьев *Balticina* cf. *willemoesi* (с 1300 экз/100 м² в 2018 году, до 25 экз/100 м² в 2021 г.) и живущей в симбиозе с морскими перьями офиуры *Asteronux loveni* (с 800 экз/100 м² в 2018 г. до 64 экз/100 м² в 2021 г.) на глубинах 435–412 м; (5) уменьшение плотности поселения ежей *Brisaster latifrons* на поверхности бактериальных матов с около 95 экз/м² в 2018 году до менее 5 экз/м² в 2021 году.

Исследование динамики сообществ метановых выходов является одной из актуальных, но методологически трудно выполнимых задач изучения восстановительных сообществ. Информации об изменениях фауны активных зон сообществ в масштабах лет крайне мало [4], что увеличивает ценность полученных в экспедиции данных. Выявленные нами изменения вызваны, по всей видимости, не вариациями в активности метановых выходов, а более общими причинами, в том числе связанными со значительным увеличением количества фитодетрита в толще воды и на донных осадках. Причины и механизмы этих изменений требуют дальнейшего тщательного изучения.

Благодарности. Авторы благодарят капитана В.Б. Птушкина и всю команду судна “Академик М.А. Лаврентьев”, а также пилотов и техников ТНПА “Команч-18” за высокопрофессиональную работу.

Источник финансирования. Экспедиционные исследования проведены при финансовой поддержке ФАНО (целевое финансирование на проведение морских экспедиционных исследований), отбор и первичная обработка материалов выполнены при финансовой поддержке грантов РФФИ № 20-04-00919-а, РФФИ № 19-04-00281-а и РНФ № 19-77-10011.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Галкин С.В., Мордухович В.В., Крылова Е.М. и др.* Исследования экосистем гидротермальных выходов и холодных высачиваний в Беринговом море (82-й рейс научно-исследовательского судна “Академик М.А. Лаврентьев” // *Океанология*. 2019. Т. 59. № 4. С. 95–98.
2. *Григорьева Н.И., Ивин В.В.* Подводные исследования Большого Гамовского каньона (район залива Петра Великого, Японское море) // *Тихоокеанская геология*. 2015. Т. 34. № 1. С. 103–108.
3. *Kalinchuk V.V., Lopatnikov E.A., Astakhov A.S. et al.* Distribution of atmospheric gaseous elemental mercury (Hg(0)) from the Sea of Japan to the Arctic, and Hg(0) evasion fluxes in the Eastern Arctic Seas: Results from a joint Russian-Chinese cruise in fall 2018 // *Science of the Total Environment*. 2021. V. 753. P. 142003.
4. *Levin L.* Ecology of cold seep sediments: Interactions of fauna with flow // *Chemistry and microbes. Oceanography and Marine Biology: An Annual Review*. 2005. V. 43. P. 1–46.
5. *Sprovieri F., Pirrone N., Bencardino M. et al.* Atmospheric mercury concentrations observed at ground-based monitoring sites globally distributed in the framework of the GMOS network // *Atmospheric Chemistry and Physics*. 2016. V. 16. 11915–11935.

Studies of the Current State and Dynamics of Bottom Ecosystems of the Sea of Japan and Bering Sea (93rd Cruise RV *Akademik M.A. Lavrentyev*)

V. V. Mordukhovich^{a, b}, E. M. Krylova^{c, #}, E. I. Rybakova^c, V. V. Kalinchuk^d, A. S. Mayorova^a, D. A. Kameshkov^b, A. A. Saulenko^{a, b}, E. R. Skripova^{a, b}

^a*A.V. Zhirmunsky National Scientific Center of Marine Biology of FEB RAS, Vladivostok, Russia*

^b*Far East Federal University, Vladivostok, Russia*

^c*Shirshov Institute of Oceanology RAS, Moscow, Russia*

^d*V.I. Il'ichev Pacific Oceanological Institute, Vladivostok, Russia*

[#]*e-mail: elenamkr@mail.ru*

During the 93rd cruise of RV *Akademik M. A. Lavrentyev* (2021) we investigated benthic communities of the Gamov Canyon (Sea of Japan), coastal communities of the east of the Kamchatka peninsula (Pacific) and cold seep communities of the Koryak slope of the Bering Sea; additionally investigation of the sea-air mercury flux was conducted. Obtained data has confirmed the high potential of the Gamov Canyon as a model site for long-term monitoring studies. We documented significant changes in the structure and composition of fauna compared to 2018 in the background and methane seep communities of the Koryak Slope.

Keywords: far-east seas, mercury flux, deep-sea canyon, cold seeps, benthic fauna, phytodetritus, annual change