

УДК 550.84+550.46

ГАЗОГЕОХИМИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ВНЕШНЕЙ АКВАТОРИИ ЗАЛИВА ПЕТРА ВЕЛИКОГО (ЯПОНСКОЕ МОРЕ) В 83-М РЕЙСЕ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОГО СУДНА “ПРОФЕССОР ГАГАРИНСКИЙ”

© 2024 г. А. В. Яцук*, М. А. Бовсун, Р. Б. Шакиров, А. В. Стороженко, В. В. Калинин, Д. С. Максеев, И. Г. Югай, Е. В. Лифанский, П. Д. Жердев, Р. А. Григоров, Д. А. Швалов, К. И. Аксентов, А. Ю. Лазарюк, Е. И. Ярошук
Тихоокеанский океанологический институт им. В.И. Ильичева ДВО РАН, Владивосток, Россия

* e-mail: yatsuk@poi.dvo.ru

Поступила в редакцию 07.06.23 г.

После доработки 08.08.23 г.

Принята к публикации 28.12.23 г.

В работе приведены краткие результаты газогеохимических и гидрометеорологических исследований внешней акватории залива Петра Великого (Японское море), полученные в результате морского экспедиционного исследования на НИС “Профессор Гагаринский” (рейс № 83) в октябре – ноябре 2022 г. В результате экспедиции впервые выполнены площадные атмосферические измерения климатически активных газов (CH_4 , CO_2 , пары H_2O) и $\text{Hg}(0)$ в приводном слое атмосферы внешней акватории залива Петра Великого, детализированы газогеохимические поля в донных отложениях и водной толще, уточнено современное положение газовых факелов в пределах внешнего шельфа залива Посъет, проведены долговременные станции морского суточного мониторинга.

Ключевые слова: газогеохимия, климатически активные газы, метан, газопроявления, залив Петра Великого, Японское море

DOI: 10.31857/S00301574240167, **EDN:** PQODAW

Экспедиционное морское исследование на НИС “Профессор Гагаринский” рейс № 83 проведено в период с 20 октября по 30 ноября 2022 г. Экспедиция организована ТОИ ДВО РАН в рамках программы фундаментальных научных исследований в Российской Федерации на долгосрочный период (2021–2030 гг.). Основной целью экспедиции являлось исследование газогеохимического и гидрометеорологического состояния внешней акватории залива Петра Великого (Японское море) с учетом влияния климатических факторов и абиотических факторов окружающей среды.

Основными задачами экспедиции являлись: исследование современного состояния газогеохимических и литогеохимических полей в донных отложениях и водной толще; организация суточных морских станций атмосферического, гидрологического и метеорологического мониторинга в условиях мелководного шельфа; проведение площадных попутных атмосферических, газогеохимических, океанологических и метеорологических измерений для изучения процес-

сов газообмена в системе вода–атмосфера в районе внешней акватории залива Петра Великого (ЗПВ).

Общее выполнение научных исследований разбилось на три этапа с работами на двух основных полигонах (рисунок). В составе экспедиции приняли участие 7 научных сотрудников – среди них 4 молодых специалиста в возрасте до 35 лет (один студент и два аспиранта).

Комплекс исследовательских методов включал работы на океанографических станциях, попутные измерения по ходу движения судна и суточный мониторинг климатически активных газов на якорных стоянках (10 суточных станций). На комплексных океанографических станциях выполнялось зондирование водной толщи STD-зондом SBE-19 (114 станций), отбор воды батометрами, отбор донных осадков пробоотборником “Vox Core” (95 станций). Попутные исследования (2730 миль непрерывного профилирования) на переходах включали измерения температуры и солёности с помощью проточно-термосолинографа SBE45, дискретный отбор

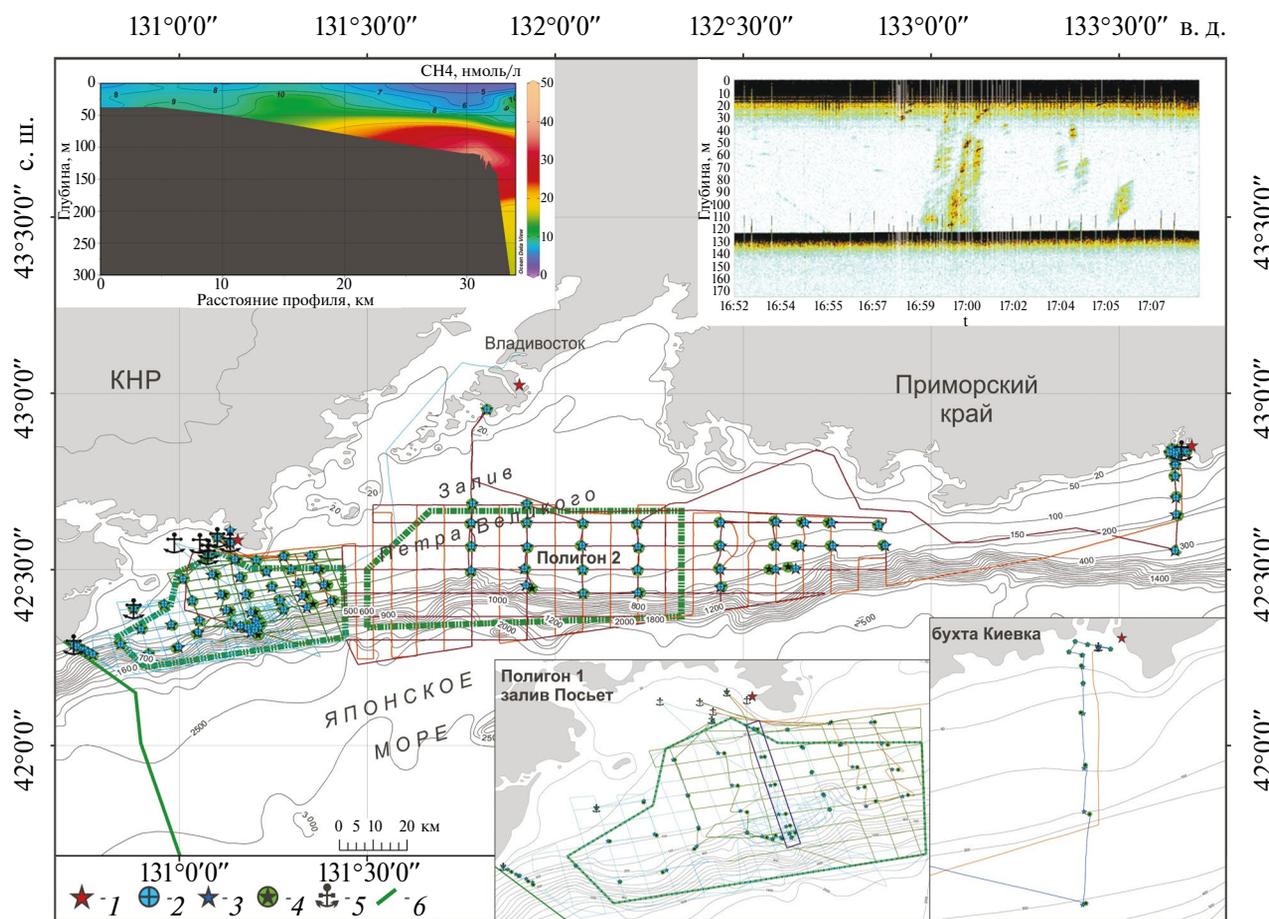


Рисунок. Карта-схема маршрута исследования и расположения основных полигонов работ в рейсе № 83 НИС “Профессор Гагаринский”, 20 октября – 30 ноября 2022 г. На врезках примеры индикации газовых факелов (справа) и распределения метана (в нмоль/л) по профилю в водной толще залива Посыет (слева). 1 – площадки проекта Дальневосточный карбоновый полигон Приморского края; 2 – станции зондирования водной толщи; 3 – отбор проб водной толщи; 4 – отбор проб донных отложений; 5 – станции суточного газогеохимического мониторинга; 6 – граница территориальных вод РФ.

и набортный газохроматографический анализ проб поверхностной морской воды; атмосферические ($\text{Hg}(0)$, CH_4 , CO_2 , пары H_2O) и метеорологические измерения в приводном слое атмосферы.

В результате экспедиции впервые выполнены синхронные и взаимодополняющие себя атмосферические измерения атомарной ртути $\text{Hg}(0)$ и климатически активных газов (CH_4 , CO_2 , пары H_2O) в пределах всей внешней акватории ЗПВ, позволяющие проводить моделирование сезонного атмосферного переноса, верифицировать возможные источники в системе суша–море и море–атмосфера. Полученные результаты легли в основу зарегистрированных баз данных [3, 4] и дополнили исследования по глубоководным акваториям Японского моря [5].

В районе Гамовского каньона (внешний шельф залива Посыет) выполнены детальные гидроакустические исследования подводных газопроявлений (рисунок), в результате которых

уточнено их современное положение. Всего было обнаружено около 113 газопроявлений различной формы и интенсивности, на глубинах 100–150 м. Наличие подобной зоны активной флюидоразгрузки в непосредственной близости от г. Владивостока (в пределах 30 км) является прекрасным морским полигоном для отработки методов фиксации газовыделений и валидации газогеохимических данных, получаемых на различных уровнях исследований (от ДЗЗ до измерений *in situ*). В заливе Посыете обнаружено аномальное газогеохимическое поле метана (концентрации метана свыше 40 нмоль/л, при фоновых концентрациях 4–6 нмоль/л) в придонных водных горизонтах сипового поля (рисунок). Данный район нуждается в постановке дальнейших детальных комплексных исследований, в том числе и в глубоководной части, перспективной для поиска морских газогидратов и других форм минеральных ресурсов [1, 2].

Выполненное в экспедиции газогеохимическое опробование водной толщи и донных осадков ЗПВ существенно расширило современную газогеохимическую изученность района исследований. Были получены важные сведения о базовых литолого-геохимических характеристиках донных осадков (физико-химические свойства, органонасыщенность, микробиологические параметры и др.) в пределах двух локаций Дальневосточного карбонового полигона Приморского края (МЭС “м. Шульца” и бухта Киевка), которые будут использованы в дальнейших исследованиях углеродного цикла морских экосистем данных площадок.

Благодарности. Научный состав благодарит капитана О.Н. Угольникову и экипаж за активную помощь в работе. Отдельная благодарность руководству ТОИ ДВО РАН, НацОНИФ и Минобрнауки РФ за содействие в решении вопросов организации экспедиции.

Финансирование работы. Экспедиционные работы проведены при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования Российской Федерации в рамках Госзаданий и НИР Тихоокеанского океанологического института им. В.И. Ильичева ДВО РАН: ФНТП “Разработка системы климатического мониторинга Дальневосточных морей” в рамках мероприятия “Климатический и экологический мониторинг ключевых районов Мирового океана, прибрежных зон и морей России, включая характеристики циркуляции, теплосодержания и потоков парниковых газов и энергии на границе океан–атмосфера” (рук. от ТОИ ДВО РАН академик РАН Долгих Г.И.); Важнейшего инновационного

проекта государственного значения “Единая национальная система мониторинга климатически активных веществ” (рук. от ТОИ ДВО РАН академик РАН Долгих Г.И.); № FWMM-2024-0029; Дальневосточного Федерального университета № FZNS-2023-0019.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Буров Б.А., Обжиров А.И., Гресов А.И. и др. К вопросу о формировании аномалий концентраций метана и электромагнитного поля в юго-западной части залива Петра Великого (Японское море) // Геология и геофизика. 2018. Т. 59. № 9. С. 1469–1480.
2. Валитов М.Г., Шакиров Р.Б., Яцук А.В. и др. Комплексная геолого-геофизическая экспедиция на научно-исследовательском судне “Академик Опарин” в Татарском проливе Японского моря (рейс № 54, 2017 г.) // Океанология. 2019. Т. 59. № 2. С. 311–314.
3. Яцук А.В., Бовсун М.А. Климатически активные газы в приводном слое атмосферы залива Петра Великого (Японское море), измеренные за период с 21 октября по 30 ноября 2022 г.: RU2023620699 Россия. ТОИ ДВО РАН. 2023.
4. Яцук А.В., Бовсун М.А. Метеорологические и климатические параметры приводного слоя атмосферы залива Петра Великого (Японское море), измеренные за период с 21 октября по 30 ноября 2022 г.: RU2023620723 Россия. ТОИ ДВО РАН. 2023.
5. Kalinchuk V., Yatsuk A., Marchesini L.B. et al. The first simultaneous and continuous underway measurements of atmospheric gaseous elemental mercury, carbon dioxide and methane in the marine boundary layer: Results of cruise study in the Sea of Japan in May 2018 // Atmospheric Pollution Research. 2022. V. 13. № 7. 101458.

АНГЛИЙСКИЙ???????