

УДК 550.83+550.84+551.465(265.72)

ГЕОЛОГО-ГЕОФИЗИЧЕСКИЕ И ОКЕАНОГРАФИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ В ЮЖНО-КИТАЙСКОМ МОРЕ В 88-м РЕЙСЕ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОГО СУДНА “АКАДЕМИК М.А. ЛАВРЕНТЬЕВ”

© 2021 г. Р. Б. Шакиров^{1,*}, До Хуи Кыонг², А. И. Обжиров¹, М. Г. Валитов¹, Н. С. Ли¹,
А. А. Легкодимов¹, В. Ю. Калгин¹, А. И. Еськова¹, З. Н. Прошкина¹, Ю. А. Телегин¹,
А. В. Стороженко¹, М. В. Иванов¹, С. П. Плетнев¹, В. Т. Съедин¹, А. В. Буланов¹, Д. А. Швалов¹,
Н. А. Липинская¹, М. А. Бовсун^{1,3}, Д. С. Максеев¹, Нгуен Чун Тхань², Ле Дык Ань², Ле Дык Лыон⁴

¹Тихоокеанский океанологический институт им. В.И. Ильичева ДВО РАН,
Владивосток, Россия

²Институт морской геологии и геофизики Вьетнамской академии наук и технологий,
Каузяй, Ханой, Вьетнам

³Дальневосточный федеральный университет, Школа естественных наук, кафедра почвоведения,
Владивосток, Россия

⁴Институт геологических наук Вьетнамской академии наук и технологий, Ханой, Вьетнам
*e-mail: ren@poi.dvo.ru

Поступила в редакцию 12.06.2020 г.

После доработки 12.08.2020 г.

Принята к публикации 15.08.2020 г.

В работе приведены краткие результаты комплексных исследований акватории Южно-Китайского моря, полученные в результате проведения совместной российско-вьетнамской экспедиции в ноябре 2019 г. на НИС “Академик М.А. Лаврентьев” (рейс 88). В комплекс методов вошли акустика, геофизика, геология, газогеохимия, палеогеография, геомикробиология, гидрооптика и гидрология. Уточнены рельеф, геофизические и газогеохимические поля, выявлены новые особенности геохимии и минералогии континентального шельфа Вьетнама и прилегающих глубоководных бассейнов.

Ключевые слова: углеводороды, газогеохимия, гравиметрия, магнитометрия, минеральные индикаторы, гидрология, палеогеография

DOI: 10.31857/S0030157421010172

Согласно “Дорожной карте” совместных морских исследований Дальневосточного отделения Российской академии наук и Вьетнамской академии наук и технологий (2018–2025 гг.), ТОИ ДВО РАН в период с 25 октября по 8 декабря 2019 г. провел первую за последние 30 лет комплексную геолого-геофизическую и океанографическую экспедицию в Южно-Китайском море. Цели экспедиции: изучение особенностей геологического строения континентального шельфа и склона Вьетнама, особенностей геофизических полей, исследование океанографических, газогеохимических, геомикробиологических, гидрооптических, атмохимических, гидроакустических характеристик толщи вод и осадочных отложений, поиск индикаторов минеральных ресурсов, палеогеографические и экологические исследования.

Экспедиционные работы были проведены в 3-х районах. Это юго-западная часть Южно-Китайского моря в районе бассейна Намконсон (Nam Con Son), район центрального привьетнамского шельфа и склона (бассейн Фухань (Phu Khanh)) и район осадочного бассейна Красной реки, включающий шельф и континентальный склон (рисунок 1).

В пределах каждого района выполнялись: отбор проб осадков (создана коллекция кернов) и воды, литологическое описание осадков, промывка керна на наличие тяжелой фракции, извлечение газа из проб керна донных осадков и колонок воды, наборный газохроматографический анализ, минералогические и микробиологические исследования, исследование вертикальных профилей гидролого-гидрохимических и гидрооптических параметров морской воды, регистра-

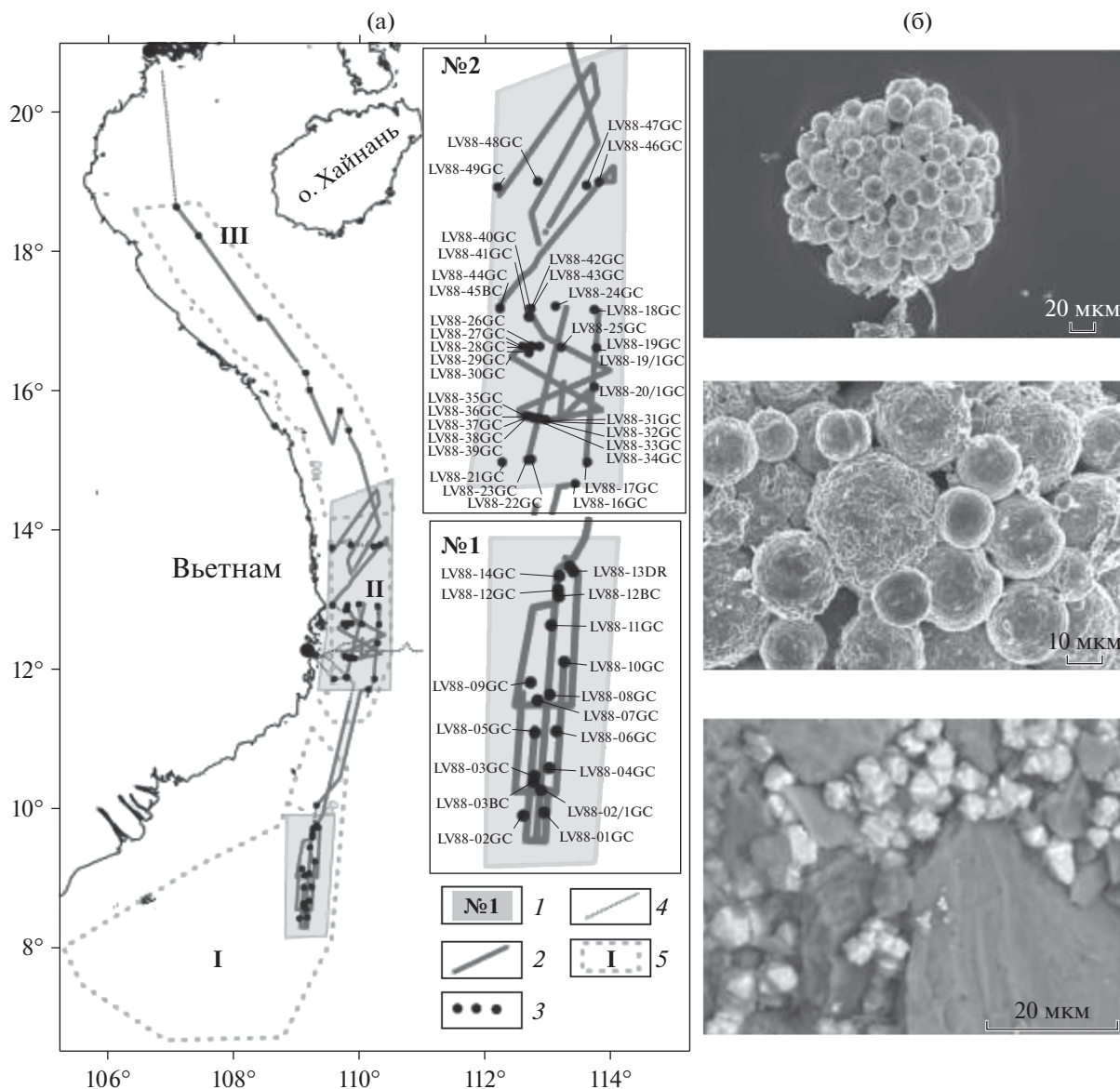


Рис. 1. Карта-схема маршрута исследования и расположения районов работ в рейсе № 88 НИС «Академик М.А. Лаврентьев» (а); глобулы и октаэдрические кристаллы сульфидных конкреций со станции LV88-21/1GC (б), выполнено на СЭМ в Национальном научном центре морской биологии им. А.В. Жирмунского ДВО РАН, а также в Институте геологии и геохимии им. акад. А.Н. Заварицкого Уральского отделения РАН.

1 – полигоны работ; 2 – профили геофизической съемки; 3 – комплексные океанологические станции; 4 – маршрут движения судна; 5 – районы работ.

ция концентрации хлорофилла-*a* и содержания растворенного органического вещества в водной толще. Попутно проводились гидрологические, гидрооптические, оксиметрические и атмосферические измерения.

За время рейса выполнено более 2197 погонных миль акустического зондирования толщи вод и батиметрической съемки дна, 2326 миль гравиметрической съемки, 1559 миль магнитометрической съемки. Геологическое опробование донных

осадков произведено на 65 станциях на глубинах от 50 до 2400 м. Гидрологические исследования выполнены на 40 станциях, отобраны пробы на микробиологический, газогеохимический, химический анализы, на анализ полиароматических углеводородов, определены гидрооптические компоненты (в том числе флуоресценция и концентрация рассеянного органического вещества). С помощью лазерных газоанализаторов с горизонтов 14 и 7 м над уровнем моря получено

5895 и 2754 пятиминутных измерений по углекислому газу и 6183 и 3042 пятиминутных измерений по метану соответственно.

Построены карты гравитационного и магнитного полей. Выполненные работы существенно дополнили геофизические данные, полученные в 80–90-х гг. прошлого столетия. Выявлено сложное морфотектоническое строение склона бассейна Фухань. Проведено картирование рельефа, уточнены батиметрические профили континентального шельфа и склона Вьетнама.

Получены уникальные данные по распределению углекислого газа, метана и ртути в приводном слое атмосферы Японского, Восточно-Китайского и Южно-Китайского морей. Закартированы акватории эмиссии метана, углекислого газа и ртути из водной толщи в атмосфере. Впервые выявлены закономерности распределения газогеохимических полей углеводородных газов, гелия, водорода, азота и углекислого газа в главных осадочных бассейнах привьетнамского шельфа и склона, обнаружены новые перспективные зоны нефтегазогенерации и миграции углеводородов. Аномалии метана в толще вод достигали 4000 нл/л, что сравнимо с районами нефтегазоносного присахалинского шельфа. На склоне бассейна Фухань выявлены признаки сильной палеогипоксидной обстановки. Получены результаты о полезных геохимических свойствах тонкодисперсных карбонатных осадков. Атмохимическая съемка позволила зафиксировать индикаторные поля концентраций метана и углекислого газа над нефтегазоносным бассейном Намконсон, а также выявить особенности распределения атомарной ртути и ее аномалии.

Создан депозитарий геомикробиологических образцов, выявлены процессы нефтеокисления, сульфатредукции, газоокисления и газогенерации в осадочных отложениях. Отобраны пробы для исследований видового разнообразия бентосных фораминифер, диатомей и радиолярий и их взаимосвязи с газовыми потоками. Описаны новые особенности палеогеографии привьетнамского шельфа, а также обнаружены латеритные отложения древнего берега в районе Тонкинско-го залива.

Получены новые данные, касающиеся комплексных лито-геохимических и минералогических характеристик осадочных отложений континентального шельфа и склона Вьетнама. Повсеместно в осадочных отложениях обнаружены проявления сульфидной минерализации (марказит, пирит), которая закономерно распределяется по латерали и вертикали осадочного слоя в соответствии с геологическим строением, газогеохимическими аномалиями и связана также с микробиологическими процессами. Обнаружены карбонатные трубки с каналами газовой миграции в

бассейне Намконсон. В южном районе обнаружен разлом, в зоне динамического влияния которого зафиксированы проявления метана, сероводорода, сульфидов и железомарганцевых корок (в некоторых выявлено содержание Rb до 2% по данным рентгенофлуоресцентного анализа). Проанализировано распределение минералов тяжелой фракции, выделены группы рудных минералов, амфиболов-пироксенов, устойчивых минералов и минералов метаморфических пород (ставролит, андалузит), а в северном районе (III на рис. 1) в осадках обнаружены кристаллы турмалинов.

На всех станциях выявлен пикноклин в поверхностном слое моря на глубинах 30–60 м. Данному пикноклину соответствует пик в вертикальном распределении концентрации хлорофилла-*a* порядка 0.5–1 мкг/л. Придонный слой (10–50 м, в зависимости от станции) ярко выражен отсутствием изменчивости гидрологических параметров. Также наблюдалось снижение концентрации кислорода до 70–110 мкмоль/кг с глубиной.

Получен уникальный массив гидроакустических данных, позволяющий исследовать тонкие неоднородности толщи вод, поведение биомассы, газовых включений (факелов и плюмов пузырей газа), нелинейные параметры водных масс в осенне-зимний сезон на шельфе и склоне Вьетнама. Представительные данные по распределению коэффициента обратного рассеяния звука в толще вод позволяют исследовать нелинейные процессы, а профили дна – сложную его морфологию.

Благодарности. Научный состав благодарит капитана дальнего плавания С.С. Склярова и экипаж судна за помощь в успешном выполнении запланированных в экспедиции исследований. Отдельная благодарность ТБФ ИО РАН и Минобрнауки РФ за обеспечение рейса и содействие в решении вопросов организации экспедиции, МИД РФ, руководству ВАНТ и ДВО РАН, Министерству природных ресурсов и соответствующим ведомствам Социалистической Республики Вьетнам за оперативную работу по оформлению документов и процедур, необходимых для проведения экспедиции.

Источник финансирования. Экспедиционные работы проведены при финансовой поддержке Минобрнауки России в рамках Госзадания ТОИ ДВО РАН: Рег. №№ АААА-А17-117030110035-4, АААА-А19-119122090009-2, АААА-А17-117030110032-3, АААА-А17-117030110042-2, АААА-А17-117030110033-0, АААА-А17-117030110040-8, АААА-А17-117030110037-8. Работа частично поддержана грантами РФФИ №№ 18-05-00153, 20-55-50005, 20-55-50005 ЯФ_а, 18-32-20146 мол_а_вед, а также программы “Дальний Восток” (20-ВАНТ-010 (VAST QTRU 02.02/20-21; 19-019 (QTRU02.03/19-20)) и 18-1-008).

Geological-Geophysical and Oceanographic Researches in the South China Sea 88th Cruise of the R/V *Akademik M.A. Lavrentyev*

R. B. Shakirov^{a, #}, Do Huy Cuong^b, A. I. Obzhirov^a, M. G. Valitov^a, N. S. Lee^a, A. A. Legkodimov^a,
V. Yu. Kalgin^a, A. I. Yeskova^a, Z. N. Proshkina^a, Yu. A. Telegin^a, A. V. Storozhenko^a, M. V. Ivanov^a,
S. P. Pletnev^a, V. T. Sedin^a, A. V. Bulanov^a, D. A. Shvalov^a, N. A. Lipinskaya^a, M. A. Bovsun^{a, c},
D. S. Makseev^a, Nguyen Trung Thanh^b, Le Duc Anh^b, Le Duc Luong^d

^a*Il'ichev Pacific Oceanological Institute, Far Eastern Branch, Russian Academy of Sciences, Vladivostok, Russia*

^b*Institute of Marine Geology and Geophysics, Vietnam Academy of Sciences and Technologies, Hanoi, Vietnam*

^c*Far Eastern Federal University, School of Natural Sciences, Department of Soil Science, Vladivostok, Russia*

^d*Institute of Geological Sciences, Vietnam Academy of Sciences and Technologies, Hanoi, Vietnam*

[#]*e-mail: ren@poi.dvo.ru*

The paper gives brief results of comprehensive studies of the South China Sea obtained as a result of a joint Russian-Vietnamese expedition in November 2019 (Cruise 88, R/V *Akademik M.A. Lavrentyev*). The set of methods included acoustics, geophysics, geology, gasgeochemistry, paleogeography, geomicrobiology, hydrooptics and hydrology. The relief, geophysical and gas-geochemical fields are refined, new features of geochemistry and mineralogy of the continental shelf of Vietnam and the adjacent deep-sea basins are revealed.

Keywords: hydrocarbons, gasgeochemistry, gravimetry, magnetometry, mineral indicators, hydrology, paleogeography