

Памяти А.И. Обжирова

ГАЗОГЕОХИМИЧЕСКИЕ И ЛИТОХИМИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ В ПОВЕРХНОСТНЫХ ОСАДКАХ ЮЖНО-ТАТАРСКОГО ОСАДОЧНОГО БАССЕЙНА (ЯПОНСКОЕ МОРЕ)

© 2024 А.В. Яцук, А.В. Сорочинская, Р.Б. Шакиров, К.И. Аксентов

*Тихоокеанский океанологический институт имени В.И. Ильичева ДВО РАН,
Владивосток, Россия, 690041; e-mail: sorochin2001@mail.ru.*

Поступила в редакцию 11.07.2024; после доработки 15.11.2024; принята в печать 25.12.2024

Представлены результаты газогеохимических и литохимических исследований современных донных осадков, отобранных в Южно-Татарском осадочном бассейне (Японское море) в результате комплексной геолого-геофизической экспедиции на научно-исследовательском судне «Академик Опарин» (ОР-54, 2017 г.). Выявлены аномалии углеводородных газов (УВГ) и химических элементов в поверхностных донных отложениях. Осадки, вмещающие УВГ, представлены, в основном, алевритовыми разностями с содержанием псаммитовой составляющей до 46 % и пелитовой — до 43 %. Максимальные содержания Si, Ti, K, Ca, Sr, Zr, Y отмечены в донных отложениях прибрежных шельфовых зон, концентрации S, Ni, Cu, Zn, Pb, V, Fe, Mn, Rb увеличиваются в направлении «шельф-батиаль». Осадки с аномальными содержаниями метана значительно обогащены S, Mn, V, Cu, Ni, Zn, и Pb. Полученные данные позволяют предполагать существование источников миграции УВГ и в дальнейшем рассматривать перспективы постановки детальных работ для оценки нефтегазоносности и газогидратоносности южной части Татарского пролива.

Ключевые слова: метан, углеводородные газы, донные осадки, Татарский пролив.

ВВЕДЕНИЕ

Японское море — одно из наиболее изученных морей Дальнего Востока, где российскими и иностранными учеными выполнен значительный объем геолого-геофизических исследований, пробурено 10 скважин DSDP (Deep Sea Drilling Project) и ODP (Ocean Drilling Program) (Геология..., 1987; Geology..., 1996; Tamaki, 1988; Tamaki et al., 1990 и др.). Однако, Татарский пролив, являющийся его северным апофизом и отделяющий о. Сахалин от материка, исследован в гораздо меньшей степени, чем основная акватория. В последние десятилетия идет интенсивная работа по оценке нефтегазоносности и газогидратоносности континентального склона и глубоководной акватории российского сектора Японского моря, и многие исследователи занимались вопросами поисков залежей углеводородов в Татарском проливе (Жаров и др., 2004; Жемчу-

гова, 2013; Харахинов, 2010; Нечаюк, Обжиров, 2010). Большой вклад в изучение распространения углеводородных газов (УВГ) в донных отложениях данного региона был сделан в рамках российско-корейско-японского проекта САХАЛИН 2012–2015 (SSGH — Sakhalin Slope Gas Hydrate Project) (Operation Report..., 2013, 2014, 2015, 2016). По программе этого проекта в Южно-Татарском осадочном бассейне (ЮТБ) было проведено четыре морских экспедиции на научно-исследовательском судне (НИС) «Академик М.А. Лаврентьев»: LV-59, LV-62, LV-67, LV-70. Выполненные позднее комплексные научно-исследовательские морские экспедиции на НИС «Академик Опарин» и НИС «Академик М.А. Лаврентьев» (ОР-54 — сентябрь 2017 г., LV-81 — май 2018 г., LV-85 — май 2019 г.) позволили дополнить предыдущие исследования (Валитов и др., 2019а; Валитов и др., 2019б; Валитов и др., 2020). В результате были намечены новые площади, содержащие газогеохимические

признаки зон фокусированной разгрузки флюидов и перспективные зоны нефтегазогенерации и скоплений морских газогидратов. Также был рассчитан региональный фоновый уровень концентрации CH_4 для поверхностных интервалов донных отложений ЮТБ (Yatsuk et al., 2020). В настоящей статье рассматриваются постседиментационные изменения в химическом элементном составе донных отложений северо-восточной и центральной части ЮТБ, которые отмечаются в осадках с аномальными и повышенными содержаниями УВГ.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Исследуемый материал представлен пробами донных осадков 60 литологических станций, отобранных в Южно-Татарском осадочном бассейне Татарского пролива в ходе комплексной геолого-геофизической экспедиции Тихоокеанского океанологического института им. В.И. Ильичева ДВО РАН (ТОИ ДВО РАН) в рейсе на НИС «Академик Опарин» (ОР-54) в сентябре 2017 г. (рис. 1). Использовались гидростатические пробоотборники длиной 350–550 см. Отбор и анализ донных

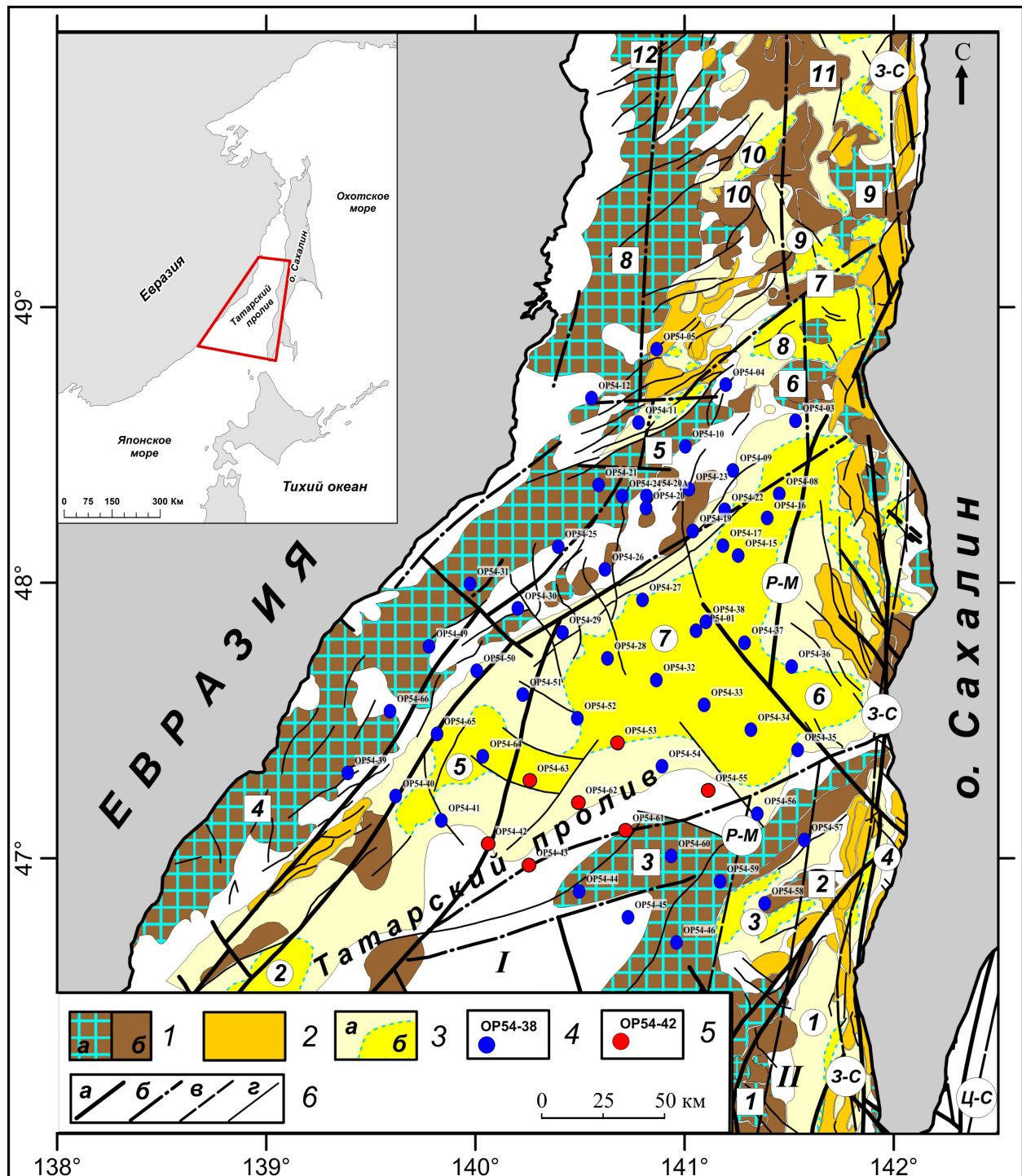


Рис. 1. Структурно-тектоническая схема района исследований по (Жаров и др., 2004) с упрощениями и изменениями по (Шакиров и др., 2020): 1–12 (в квадратах) — поднятия (*a* — тектонические, *б* — вулканотектонические: Монеронское — 1, Холмское — 2, Пионерское — 3, Приморское — 4, Совгаванское — 5, Красногорское — 6, Углегорское — 7, Ванинское — 8, Черноморское — 9, Каменское — 10, Восточно-Сюркумское — 11, Сюркумское — 12); 2 — антиклинальные структуры в осадочном чехле; 3 (в кружках) — осадочные структуры III порядка (*a* — синклиальная зона, *б* — депрессии и прогибы: Монеронская — 1, Самаргинская — 2, Холмская — 3, Ясноморская — 4, Нельминская — 5, Слепиковская — 6, Тернейский прогиб — 7, Ламанонский прогиб — 8, Лесогорская — 9, Тумнинская — 10); 4 — комплексные океанографические станции исследований ТОИ ДВО РАН (рейс ОР-54, НИС «Академик Опарин»); 5 — выбранные для детального анализа станции с аномалиями углеводородных газов и ряда химических элементов в донных отложениях; 6 — разломы (*a* — достоверные, *б* — скрытые, *в* — предполагаемые, *г* — неизвестной морфологии. Ц-С — Центрально-Сахалинский, З-С — Западно-Сахалинский, Р-М — Ребун-Монеронский). Римские цифры — осадочные бассейны: I — Южно-Татарский, II — Исикари-Западно-Сахалинский. На врезке — положение района исследований.

Fig.1. Structural tectonic scheme of the study area according to (Zharov et al., 2004) with simplifications and modifications according to (Shakirov et al., 2020): 1–12 (in squares) — uplifts (*a* — tectonic, *б* — volcano-tectonic: Moneron — 1, Kholm — 2, Pionerskoe — 3, Primorskoe — 4, Sovgavanskoe — 5, Krasnogorskoe — 6, Uglegorskoe — 7, Vaninskoe — 8, Chernomorskoe — 9, Kamenskoe — 10, East Syurkumskoe — 11, Syurkum — 12); 2 — anticlinal structures in the sedimentary cover; 3 (in circles) — sedimentary structures of the third order (*a* — synclinal zone, *б* — depressions and troughs: Moneronskaya — 1, Samarginskaya — 2, Kholmskaya — 3, Yasnomorskaya — 4, Nelminskaya — 5, Slepikovskaya — 6, Terneysky trough — 7, Lamanon trough — 8, Lesogorskaya — 9, Tumninskaya — 10); 4 — complex oceanographic stations, research by POI FEB RAS (cruise OP-54, R/V «Akademik Oparin»); 5 — stations with anomalies of hydrocarbon gases and several chemical elements in bottom sediments selected for detailed analysis; 6 — faults (*a* — reliable, *б* — hidden, *в* — suspected, *г* — of unknown morphology. Ц-С — Central Sakhalin, З-С — Western Sakhalin, Р-М — Rebun-Moneron). Roman numerals are sedimentary basins: I — South Tatar, II — Ishikari-West Sakhalin. The inset shows the location of the study area.

осадков на газогеохимические исследования проводился согласно стандартной методике морских газогеохимических исследований лаборатории газогеохимии ТОИ ДВО РАН (Shakirov et al., 2019; Yatsuk et al., 2020). Подготовка проб и газохроматографический анализ выполнялись на борту судна методом «Headspace» на отечественном газовом хроматографе «Кристаллюкс-4000М» (Россия, г. Йошкар-Ола) по методикам лаборатории газогеохимии ТОИ ДВО РАН (Паспорт Лаборатории 1.051-21, заключение Росстандарта № 58). Интервал отбора проб по каждому керну составлял 20–30 см. Осадок отбирался шприцами объемом 12 мл с обрезанными носиками в склянки 43 мл, заполненные насыщенным раствором NaCl с добавлением консерванта (0.5 мл хлоргексидина биглюконата 0.05 %) В качестве газовой фазы применялся гелий. Пробы интенсивно встряхивались не менее четырех часов на перемешивающем устройстве LS-110 (Россия), чтобы в системе устанавливалось равновесие между жидкой и газовой фазами. После перемешивания шприцем отбирали аликвоту газовой фазы для последующего анализа. Погрешность измерений составляет не более 5 %. В осадке определялись содержания углеводородных газов (ppm, 10^{-4} об. %): метана, этана, этилена, пропана, пропилена. Проанализировано 615 проб донных отложений, отобранных на 58 станциях.

Для получения дополнительной информации о современных осадках изучался валовый элементный состав поверхностного слоя (горизонт 0–15 см). На борту судна были определены

содержания Mg, Al, Si, P, S, K, Ca, Ti, Mn, Fe, Ni, Cu, Zn, As, Rb, Sr, Y, Zr, Nb, Pb на рентгенофлуоресцентном анализаторе DELTA Olympus (США). Точность определения химических элементов проверялась по отечественным стандартным образцам донных отложений (ООПО402, ООКО301, ООКО202, ООКО302, ООКО303) и международным (HISS-1, PACS-3, MESS-4). Ошибка определения — не более 5 %.

Гранулометрический анализ донных отложений осуществлялся на лазерном анализаторе частиц ANALYSETTE 22 NEXT Nano (FRITSCH, Германия). При преобладании песчаных частиц дополнительно проводили ситовой анализ и корректировали данные лазерной дифракции.

Оцифровка и интерпретация результатов работы производилась в программном комплексе ESRI@ArcGIS с помощью модуля GeostatisticalAnalyst по методу обратных взвешенных расстояний (IDW). Статистическая обработка результатов выполнена с использованием программного пакета «STATISTICA» 10.0.

ХАРАКТЕРИСТИКА РАЙОНА РАБОТ

Фактический материал для исследований был отобран в южной части Татарского пролива, в пределах ЮТБ. В район исследований входят такие структурные элементы как Тернейский прогиб, Пионерское поднятие, Приморская моноклираль и Совгаванское поднятие (рис. 1). Приморская моноклираль протягивается вдоль материкового побережья на расстояние около

260 км в виде полосы шириной 20–45 км, образуя полого погружающуюся в юго-восточном направлении террасированную поверхность размыта Восточно-Сихотэ-Алинского вулканоплутонического пояса, характеризующуюся минимальной мощностью кайнозойских осадочных отложений. Совгаванское межбассейновое поднятие является северо-восточным окончанием Приморской моноклинали, прослеживающейся до середины Татарского пролива и разделяющей приматериковые структуры Северо-Татарского и Южно-Татарского бассейнов. Тернейский прогиб представляет собой глубоководную котловину, фундамент которой, предположительно, опущен на глубину 9 км. Приматериковый борт ЮТБ контролируется протяженной системой погребенных сбросов и сдвигов позднепалеогенового заложения. В юго-западной части Тернейского прогиба выделяется Нельминская депрессия (депоцентр позднепалеоген-раннемиоценового прогибания), контролируемая погребенными разломами, которые простираются ортогонально к современной оси Тернейского прогиба. Пионерское поднятие, разделяющее Южно-Татарский и Исикари-Западно-Сахалинский бассейны, протягивается в северо-восточном направлении на 141 км при ширине 58 км. Борты поднятия ограничены крупноамплитудными (более 2 км) конседиментационными сбросами, вероятно со сдвиговой составляющей (Жаров и др., 2004).

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Газогеохимические исследования. Результаты научных экспедиций 2012–2017 гг. были представлены в публикациях (Валитов и др., 2019а, 2019б, 2020), включая исследования по распределению и индивидуальному соотношению углеводородных газов C_1 – C_3 в донных отложениях ЮТБ (Yatsuk et al., 2020). В этой работе было определено значение региональной фоновой концентрации метана для поверхностных отложений Южно-Татарского осадочного бассейна (фоновый уровень — 5.25 ppm). Также установлено, что концентрации метана в колонках донных отложений ЮТБ (в интервалах поддонной глубины от 0.1 до 5.3 м) варьируют от 0.38 до 149000 ppm (14.9 об. %). Максимальные значения метана зафиксированы в колонках с газогидратами и в районах зон фокусированной разгрузки газожидких потоков на западном склоне о. Сахалин. Минимальные значения характерны для донных отложений Приморской моноклинали. Проведенное газогеохимическое районирование донных отложений ЮТБ показало преобладающее распределение аномальных

значений концентраций метана в северо-восточной и центральной части осадочного бассейна (Валитов и др., 2019; Yatsuk et al., 2020). Среди осадочных структур можно выделить Тернейский прогиб с площадным распространением повышенных концентраций метана (> 100 ppm; 0.01%) (Валитов и др., 2019).

Исследования в зоне сочленения глубоководного Татарского трога с ЮТБ позволили обнаружить локальные аномальные концентрации метана в донных отложениях, приуроченные, главным образом, к линейным разломным нарушениям в осадочном чехле. В пределах глубоководной части Татарского пролива (Татарский трог) концентрации метана варьировали от 1.19 до 196200 ppm (19.62 об. %) (Шакиров и др., 2023).

В вертикальном распределении метана в ЮТБ обнаружена четкая тенденция возрастания его концентраций с глубиной опробования. В целом, на станциях с повышенным и аномальным содержанием метана отмечается повышение его концентраций к нижним горизонтам (на 1–5 порядков), и концентрации метана выше 50 ppm. Резкий вертикальный градиент роста концентраций метана в кернах (50–36700 ppm/каждые 25 см) является важным показателем потенциального наличия газогидратов и газонасыщенных слоев в осадках. При этом зачастую даже в колонках с аномальным содержанием метана, в поверхностном горизонте осадка (0–15 см) фиксируются фоновые концентрации, а резкий пикообразный рост концентраций метана наблюдается к забою колонки. Данный факт может быть объяснен биогеохимической особенностью распределения метана в осадках (зона «sulfate-methane interface», SMI), хорошей работой метанотрофного микробного фильтра, а также скоростью диффузии (потока) метана (Fang Yi., Chu F., 2019). В случае преобладания адвективного потока метана и его активной разгрузки в водную толщу в виде газовых факелов концентрации метана в донных отложениях будут максимальными, а в самой осадочной толще, с учетом благоприятных термобарических условий залегания (низкие температуры и высокое давление), можно, с большой вероятностью, ожидать нахождение морских газогидратов (Claypool, Kvenvolden, 1983).

Содержание метана (CH_4) в пробах рейса ОР-54 составляло от 0.35 ppm до 51753 ppm, 5.17 об. % ($N = 615$). Минимальные концентрации зафиксированы в поверхностных горизонтах и западной части Татарского пролива. Максимальные концентрации метана обнаружены в северо-восточной части Тернейского прогиба, на станции ОР54-37, интервал 240 см, глубина моря 414 м. Следует отметить, что станция ОР54-37

находится в пределах закартированной области многочисленных скоплений газовых выходов типа «факел» на изобатах 300–400 м (Shakirov et al., 2019).

Предельные углеводородные газы в пробах были представлены этаном (0.01–9.77 ppm, медиана — 0.21 ppm, N = 568) и пропаном (0.01–1.31 ppm, медиана — 0.06 ppm, N = 215). Среди непредельных углеводородных газов определены этилен (от 0.01 до 1.50 ppm, медиана — 0.09 ppm, N = 568) и пропилен (0.01–1.20 ppm, медиана — 0.06 ppm, N = 232). Максимальные концентрации УВГ были приурочены к нижним поддонным интервалам колонок и газонасыщенным осадкам.

Содержание метана в поверхностных пробах (0–15 см) донных осадков варьировало от 0.35 ppm до 58.45 ppm (медиана — 1.92 ppm). Сумма углеводородных газов C_2 – C_5 составляла 0.02–2.14 ppm

(медиана — 0.15 ppm). Максимальными содержаниями метана и его гомологов характеризуются донные отложения Тернейского осадочного прогиба (рис. 2), однако отмечается разная степень (интенсивность) вертикального градиента концентраций УВГ к нижним горизонтам.

Литохимические исследования осадков. По гранулометрическим показателям основная часть опробованных поверхностных донных отложений представлена терригенным материалом преимущественно алевритовой фракции (80 % проб) с содержанием псаммитовой составляющей до 46 % (медиана — 2 %) и пелитовой — до 43 % (медиана — 22 %). Алеврит-пелитовые разности характерны для центральной глубоководной части Татарского пролива (Тернейский прогиб). Псаммитовый материал сосредоточен в прибрежной и приостровной зоне (сублитораль

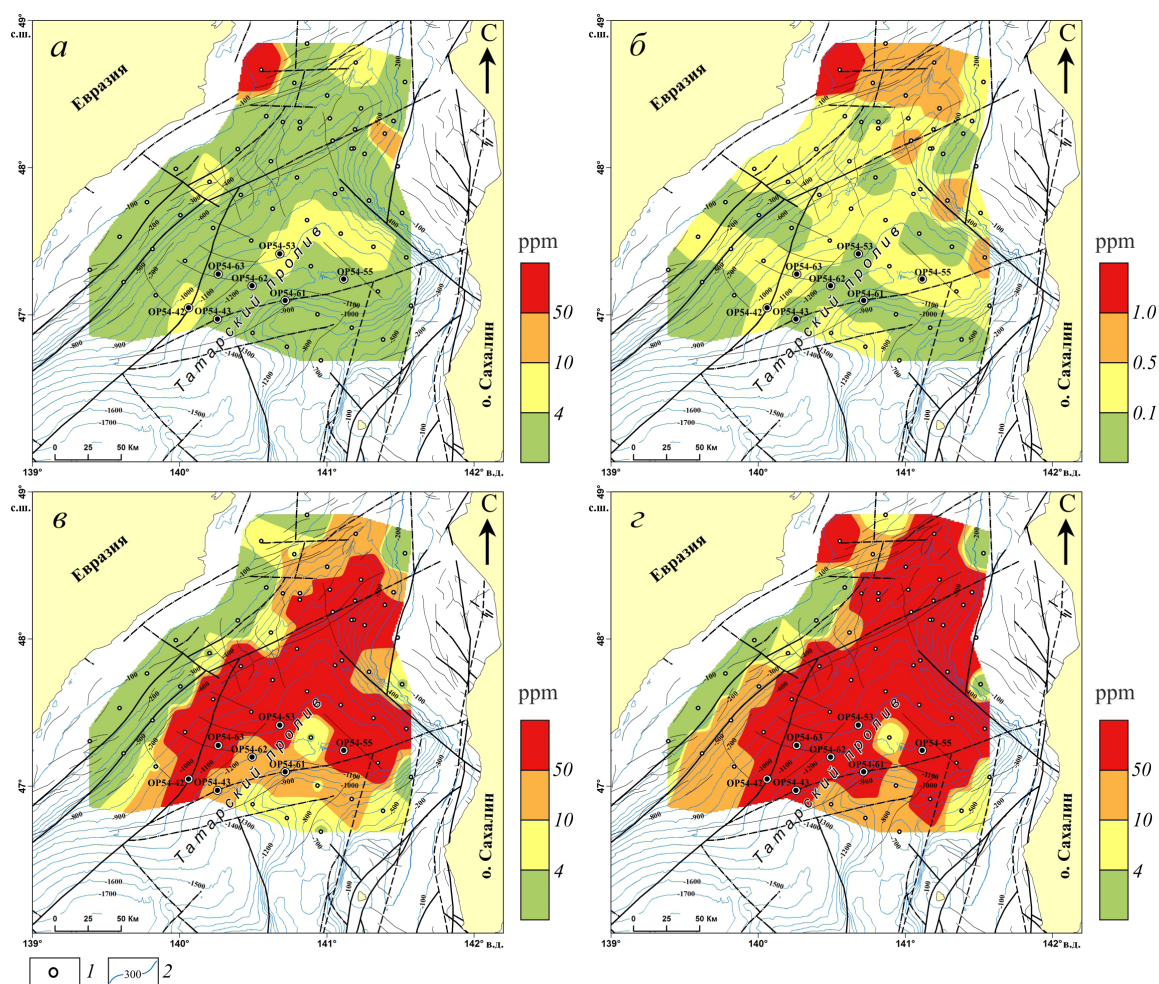


Рис. 2. Распределение содержания (ppm, 10^{-4} об. %) углеводородных газов в донных отложениях Южно-Татарского осадочного бассейна: а — CH_4 , интервал 0–15 см; б — сумма C_2 – C_5 , интервал 0–15 см; в — CH_4 , интервал 100 см; г — CH_4 , нижний горизонт колонок; 1 — станции отбора донных отложений; 2 — изобаты, м. Условные обозначения к тектоническим нарушениям см. на рис. 1.

Fig. 2. Distribution of content (ppm, 10^{-4} vol. %) of hydrocarbon gases in bottom sediments of the South Tatar sedimentary basin: а — CH_4 , interval 0–15 cm; б — sum C_2 – C_5 , interval 0–15 cm; в — CH_4 , interval 100 cm; г — CH_4 , lower horizon of cores; 1 — bottom sediment sampling station; 2 — isobaths, meters. See Fig. 1 for symbols of tectonic faults.

и часть эпибатиали): Совгаванское и Пионерское поднятия, Приморская моноклираль.

Средние содержания химических элементов и статистические параметры их распределения приведены в таблице. Особенности распределения химических элементов в осадках (рис. 3) характеризуются коэффициентом концентрирования (K_k), который определяется как отношение содержания химического элемента в пробе к среднему содержанию в осадочных породах (Григорьев, 2004). При сопоставлении со средним содержанием в осадочных породах осадки обогащены Si, Mg, S, V, Zn, Pb, Cr (K_k 1.3–2.2) и обеднены такими элементами как Ni, Y, Zr, Al, Mn, K, Ti, Ca ($K_k \leq 0.8$).

По химическому составу исследуемые осадки близки к обычным терригенным обломочно-глинистым отложениям, но отличаются вариациями в содержании основных оксидов: SiO_2 — 66.4–84.6 % (среднее — 71.2 %), Al_2O_3 — 9.2–14.0 % (среднее — 12.6 %), Fe_2O_3 — 2.9–5.8 % (среднее — 4.8 %), MgO — 1.9–4.3 % (среднее — 3.0 %), CaO — 0.1–1.1 % (среднее — 0.4 %), K_2O — 1.8–3.2 % (среднее — 2.3 %), TiO_2 — 0.3–0.6 % (среднее — 0.5%), Mn — 0.025–0.179 % (среднее — 0.049 %).

Приведенные в таблице литохимические модули (Юдович, Кетрис, 2000) характеризуют поверхностные осадки изучаемого района как терригенные отложения без существенного гидротермального влияния.

Алюмокремниевый модуль $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{SiO}_2$, описывающий степень химической дифференциации силикатов и алюмосиликатов в процессе постседиментационного преобразования осадков, меняется от 0.1 до 0.2 и свидетельствует

о незначительных постседиментационных преобразованиях осадков. Величины титанового модуля или модуля Страхова ($\text{Mn} + \text{Fe})/\text{Ti}$ считаются признаком гидротермального влияния на осадки. Значения модуля изменяются от 11.2 до 17.4, что характерно для терригенных осадков, а не металлоносных (Страхов, 1976).

Железомарганцевый модуль Mn/Fe фиксирует разницу в интенсивности водной миграции Mn и Fe, и для осадков большинства станций, расположенных на сублиторали (до 200 м) и эпибатиали (200–500 м), отношение Mn/Fe не превышает 0.005, что характерно для осадочных терригенных осадочных отложений (Юдович, Кетрис, 2011). В осадках глубоководных станций, расположенных в Тернейском прогибе, отмечены максимальные значения Mn/Fe (до 0.0315) и модуля Страхова (до 17.4), указывая на процессы накопления форм Mn^{+4} и возможность присутствия аутигенных минералов (Юдович, Кетрис, 2000).

По характеру распределения на площади проанализированные элементы распадаются на существенно различные группы. Особенностью распределения первой группы элементов (Si, Ti, K, Ca, Sr, Zr, Y) являются их максимальные содержания в прибрежных шельфовых зонах, но постепенно уменьшающиеся с увеличением глубины (рис. 4). Эти элементы связаны, очевидно, с терригенным выносом и концентрацией в прибрежных зонах таких обломочных минералов как кварц, титаномагнетит, титанит, циркон. Корреляционные связи этих элементов с глубинами моря отрицательные (г от -0.1 до -0.8).

Вторая группа элементов (S, Ni, Cu, Zn, Pb, Fe, V, Mn, Rb, Nb) характеризуется увели-

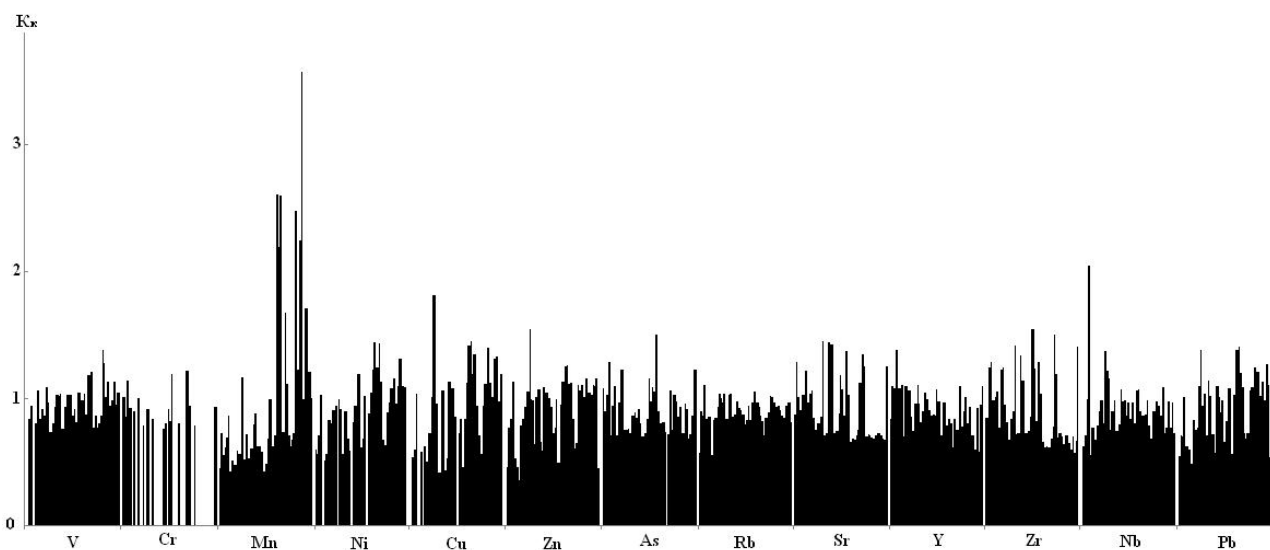


Рис. 3. Концентрации микроэлементов в поверхностном слое осадков Южно-Татарского осадочного бассейна, нормированные на средние содержания в осадочных породах (K_k).

Fig. 3. Concentrations of trace elements in the surface layer of sediments of the South Tatar sedimentary basin, normalized to the average contents in sedimentary rocks (K_k).

чением концентраций от шельфа к батии, а также высокими ($r > 0.75$ для S, Ni, Cu, Zn, Pb) и умеренными ($r = 0.3–0.7$ для V, Mn, Fe, Mg) положительными коэффициентами корреляции между глубинами и концентрацией элементов в осадках, что связано с возрастанием с глубиной доли пелитовой составляющей, способствующей концентрации элементов этой группы (рис. 4, 5).

Содержание *титана* в осадках района исследований составляет 0.19–0.35 %, что ниже среднего содержания в осадочных породах (Виноградов, 1962), а K_k от 0.4 до 0.8. Максимальные концентрации Ti отмечаются в прибрежных шельфовых зонах (0.31–0.36 %) и уменьшаются с увеличением глубин (в Тернейском прогибе — 0.19–0.29 %) (рис. 4). Высокие коэффициенты корреляции титана с Al (0.9), Fe (0.6), Rb (0.6), Nb (0.6) свидетельствуют, что титан в осадках связан

с алюмосиликатами (в пироксенах, амфиболах, слюдах ионы Ti^{4+} могут гетеровалентно замещать собой ионы Al^{3+}), а также с широко распространенными ильменитом и титаномагнетитом (Юдович и др., 2018).

Содержание *марганца* в осадках (рис. 4) варьирует от 193.3 до 1390.5 г/т, K_k от 0.2 до 1.4 (медиана — 0.3), т.е., в основном, осадки недонасыщены марганцем, и увеличение концентраций отмечается в осадках глубоководных станций южной части Тернейского прогиба (K_k от 0.9 до 1.4). Наиболее сильные корреляционные связи марганца с Mg (0.6), Ni (0.5), Cu (0.5), Pb (0.4).

Концентрации железа в поверхностных осадках находятся в пределах 2.6–5.1 %, K_k от 0.8 до 1.5. Схема распределения Fe демонстрирует (рис. 4), что содержания железа повышаются в направлении от сублиторали к батии,

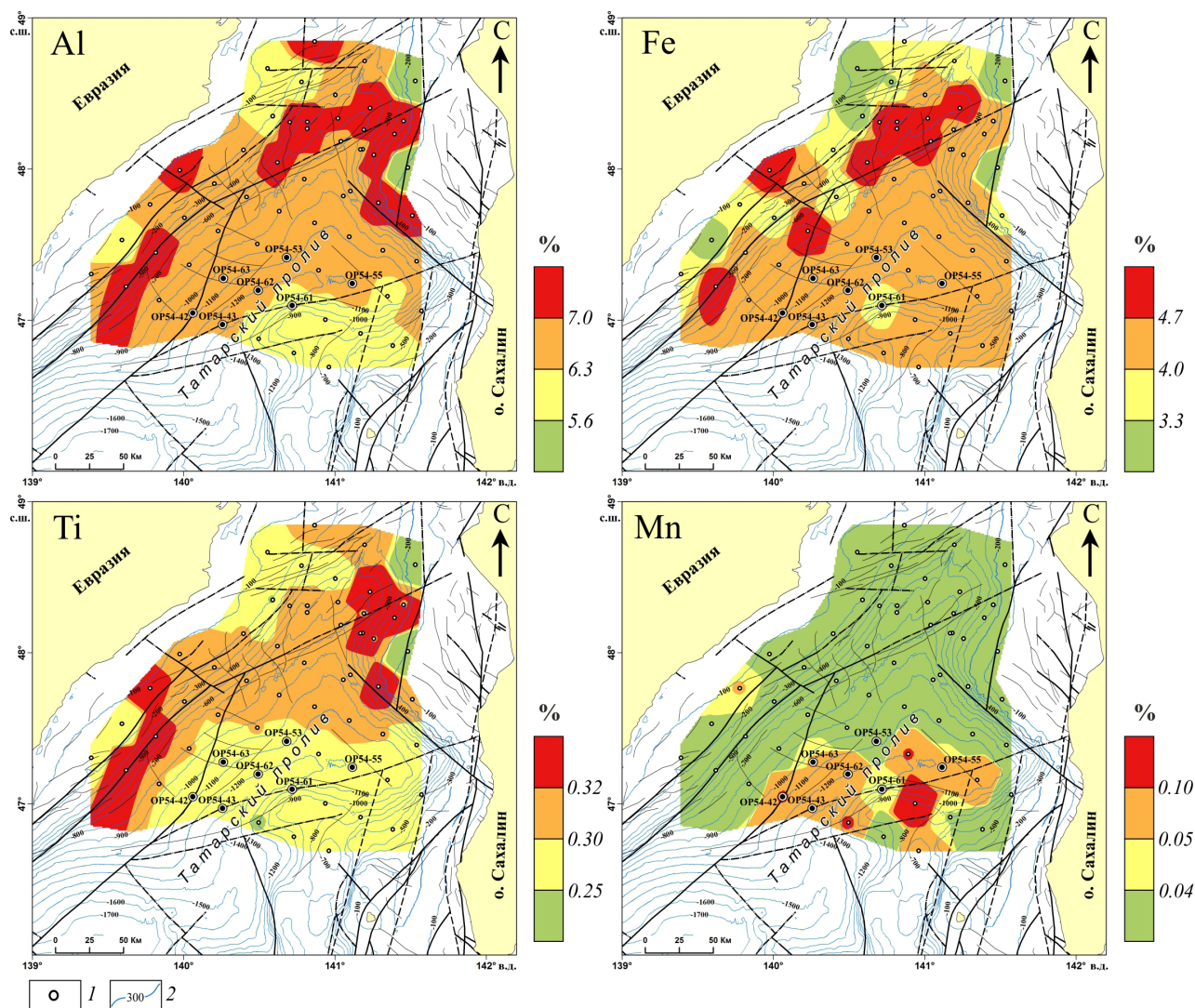


Рис. 4. Содержание (%) отдельных макроэлементов в поверхностных осадках Южно-Татарского осадочного бассейна: 1 — станции отбора; 2 — изобаты, метры. Условные обозначения к тектоническим нарушениям см. на рис. 1.

Fig. 4. Content (%) of individual macroelements in surface sediments of the South Tatar sedimentary basin: 1 — sampling stations; 2 — isobaths, meters. See Fig. 1 for symbols of tectonic faults.

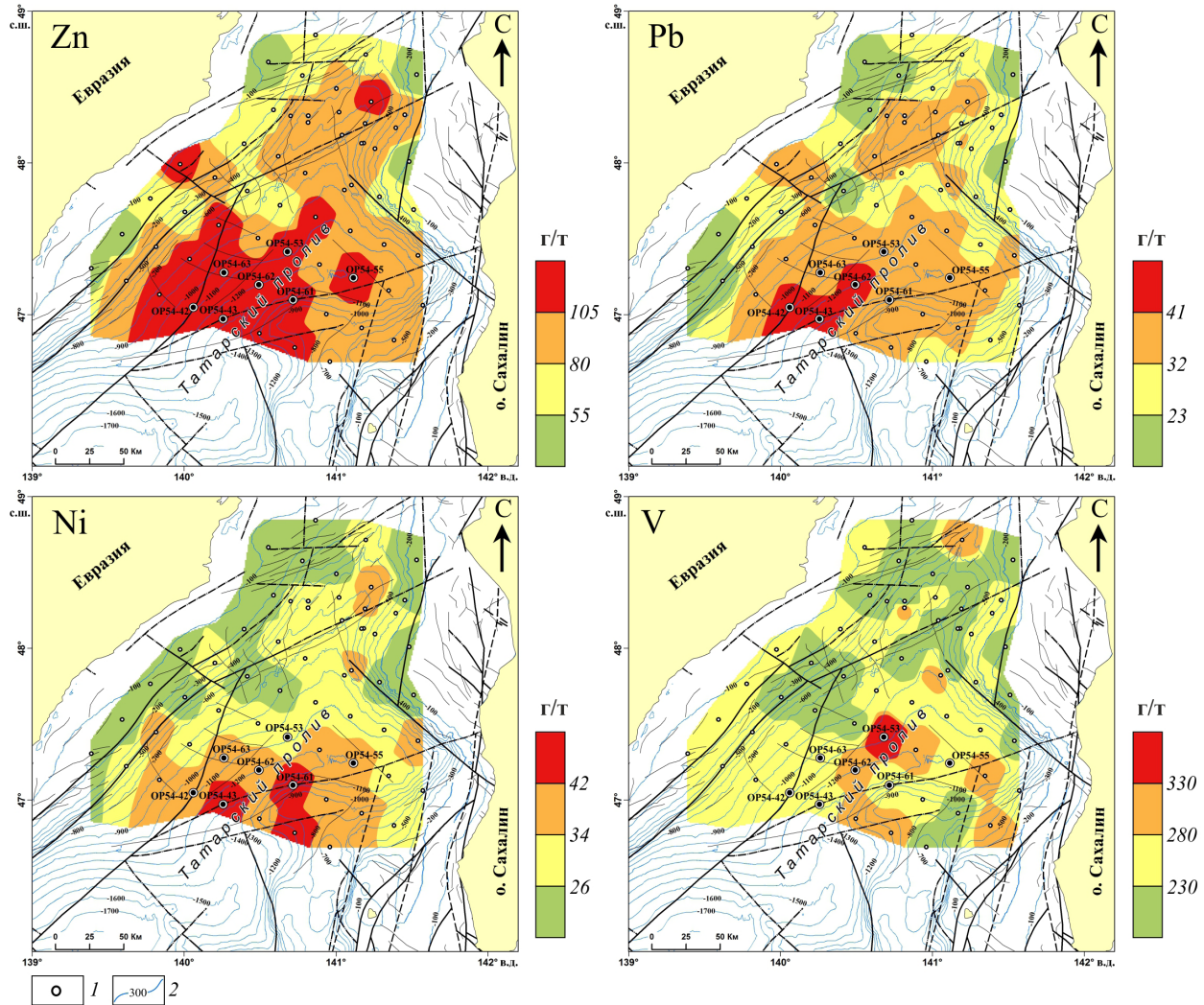


Рис. 5. Содержание (г/т) отдельных микроэлементов в поверхностных осадках Южно-Татарского осадочно-го бассейна: 1 — станции отбора; 2 — изобаты, метры. Условные обозначения к тектоническим нарушениям см. на рис. 1.

Fig. 5. Content (g/t) of individual trace elements in surface sediments of the South Tatar sedimentary basin: 1 — sampling stations; 2 — isobaths, meters. See Fig. 1 for symbols of tectonic faults.

максимальные величины — в осадках Тернейского прогиба. Для железа характерна высокая положительная корреляция с Al (0.7), S (0.8), Ti (0.6), Zn (0.8), Rb (0.8), Pb (0.7), позволяющая говорить, что основная масса Fe связана с терригенными глинистыми минералами (смектиты, хлориты, железистые гидрослюды) и сульфидами.

Содержание ванадия (рис. 5) варьирует от 180.1 до 353.0 г/т, что в целом выше его среднего содержания в осадочных породах (K_k — 1.5–2.9). Аномально высокие концентрации ванадия отмечаются в осадках Тернейского прогиба. Положительные коэффициенты корреляции связывают ванадий с Ni (0.3), Cu (0.3), Mn (0.3), Pb (0.2), S (0.2). В морских осадках ванадий может существовать в виде сульфидов, а также способен образовывать металлоорганические соединения с близкими по геохимическим свойствам элементами (Холодов, 1973).

Среднее содержание *цинка* в осадках исследуемого района составляет 90.4 г/т. Практически на всех станциях концентрации цинка выше его среднего содержания в осадочных породах (K_k — 0.8–2.4). Схема распределения цинка демонстрирует его максимальные концентрации в осадках Тернейского прогиба (рис. 5). Высокие положительные коэффициенты корреляции связывают цинк с S (0.9), Fe (0.8), Ni (0.8), Cu (0.9) и Pb (0.9), что свидетельствует о его существовании в осадках в сульфидной форме.

Содержание *свинца* в поверхностных осадках колеблется от 17.6 до 46.0 г/т, что выше среднего содержания в осадочных породах (Григорьев, 2004), (K_k от 1.2 до 3.0, медиана — 2.3). Схема распределения свинца в осадках аналогична схеме распределения цинка (рис. 5). Высокие положительные корреляционные связи наблюдаются у свинца с S (0.8), Fe (0.8), Ni (0.7), Cu (0.8),

Zn (0.9), т.е., очевидно, сульфиды — основные его концентраторы.

Среднее содержание никеля в осадках составляет 31.1 г/т, при этом они, как правило, недонасыщены этим элементом (K_k колеблется от 0.4 до 1.0). Характер его распределения в поверхностном слое осадков аналогичен распределению цинка и свинца (рис. 5). Высокие коэффициенты корреляции никеля с S (0.6), Cu (0.8), Zn (0.8), Pb (0.7), Fe (0.3) свидетельствуют, что никель входит, в основном, в состав сульфидов.

В ряде исследований отмечаются постседиментационные изменения в химическом элементном составе донных отложений, связанные с поступлением в осадки термогенных флюидов предполагаемых газовых, газонефтяных и нефтяных залежей. Это косвенно подтверждается аномальным содержанием УВГ, обусловленным наличием путей миграции флюидов к поверхности (Старобинец, Петухов и др., 1993). Установлено, что в восточной части Восточно-Сибирского моря, в зонах, которые контролируются неотектоническими разломами и характеризуются аномалиями УВГ, фиксируются аномальные концентрации ряда элементов (Mn, Cu, Ag) благодаря возникающим специфическим физико-химическим условиям осадконакопления (Шакиров и др., 2013). Значительное обогащение донных отложений Ni, Mo, V, Co, Cu, Sc, Y, Sb, Nb, Th, Cr, Be, Ta, Pb, W и РЗЭ, средние содержания которых в 1.2–3.0 раза превышают аналогичные значения на фоновых станциях, отмечается и в западной части Восточно-Сибирского моря, локализуясь в пределах распространения предполагаемых газонефтяных и нефтяных залежей (Гресов и др., 2022). Схожая специфика была установлена для глубоководных донных отложений Татарского трога, где в осадках с аномальными содержаниями метана были определены повышенные содержания таких элементов как Mn, Sc, V, Co, Ni, Cu, As, Se, Mo, Cd, Sb, Te, Tl и U, коэффициенты концентрирования которых в 1.3–5.9 раза выше, чем на фоновых станциях (Шакиров и др., 2023). Такие особенности распределения газогеохимических аномалий УВГ и сопутствующие им геохимические аномалии элементов были выявлены авторами также на привьетнамском шельфе и склоне Южно-Китайского моря и представляют особый интерес в контексте исследования путей миграции и накопления химических элементов в современных отложениях, а также поисковых работах по расширению минерально-сырьевой базы РФ.

В настоящей работе рассмотрены 7 литологических станций (ОР54-42, ОР54-43, ОР54-53, ОР54-55, ОР54-61, ОР54-62, ОР54-63), где в осадках зафиксированы аномалии УВГ и

повышенные содержания ряда химических элементов. Станции расположены в южной части Тернейского прогиба и зоне перехода к Пионерскому поднятию (рис. 1) в осевой части Татарского пролива, глубины моря — 1050–1289 м. Замеры температуры в нижней части колонок показали узкий диапазон значений (1.0–1.1 °C). Содержание метана в выбранных колонках варьировало от 1 ppm до 652 ppm (медиана — 79 ppm). Сумма углеводородных газов C_2 – C_5 составляла 0.05–8.40 ppm (медиана — 0.65 ppm). На этих станциях отмечается обогащение поверхностных осадков Mn, V, Cu, Ni, Zn, Pb в 1.3–3.8 раза по сравнению с другими донными станциями.

Колонка ОР54-42 отобрана в приразломной зоне на глубине 1082 м (рис. 1). Содержание метана увеличивается вниз по разрезу колонки в 60 раз (от 4 до 238 ppm). Предельные гомологи метана (этан до 3.8 ppm, пропан до 0.06 ppm) преобладают над непредельными. Максимальные градиенты роста метана (10–75 ppm/25 см) приурочены к горизонтам 175–300 см. Поверхностные донные осадки данной станции характеризуются повышенными содержаниями Ni, Cu, Zn, Pb (в 1.3–1.5 раза) и Mn — в 2.7 раза по сравнению с другими станциями.

Колонки ОР54-43 и ОР54-61 отобраны в предполагаемой приразломной зоне, глубины моря соответственно 1289 м и 1074 м. Концентрация метана к низу колонки ОР54-43 увеличивается в 50 раз (от 2 до 100 ppm), присутствует этан (до 0.8 ppm) и следы этилена. Содержания Ni, Cu, Zn, Pb в поверхностном слое осадков выше в 1.3–1.5 раза, а Mn — в 2.3 раза по сравнению с другими станциями. В колонке ОР54-61 концентрация метана растет вниз по разрезу от 2 до 406 ppm (в 203 раза). Максимальный градиент роста метана (28–131 ppm/25 см) также зафиксирован с горизонта 175 см; присутствует этан (до 8.4 ppm). В поверхностном слое осадка, по сравнению с другими станциями, повышены содержания V, Ni, Cu, Zn, Pb (K_k до 1.4).

Колонка ОР54-53 (1078 м). Содержание метана увеличивается вниз по разрезу колонки в 86 раз, от 7 до 600 ppm, присутствуют также этан (до 0.8 ppm), пропан (0.22 ppm) и следы непредельных гомологов метана. Максимальный градиент роста метана с горизонта 175 см (60–222 ppm/25 см). В поверхностных донных осадках отмечены повышенные концентрации V, Ni, Cu, Zn, Pb (K_k до 1.5).

Колонки ОР54-55 и ОР54-62 отобраны на глубине 1190 м и 1200 м соответственно. Сохраняется обычный тренд увеличения концентраций УВГ в осадке к забою колонки (от 1–3 до 100–120 ppm); присутствует этан (до 1 ppm). Коэффициенты концентрирования для V, Ni,

Cu, Zn, Pb в поверхностном слое осадка выше средних значений (K_k до 1.4), на станции ОР54-62 повышены содержания Mn в 1.8 раза.

Колонка ОР54-63 отобрана в пределах ортогональной приразломной зоны осевой части Тернейского прогиба на глубине 1050 м. Обнаружена максимальная концентрация метана для данного глубоководного района, 2–652 ppm (увеличение в 326 раза), присутствуют этан (до 2.3 ppm), пропан (до 0.24 ppm). Максимальный градиент роста (97–315 ppm/25 см) зафиксирован с горизонта 175 см. Концентрации Ni, Zn, Cu, Pb выше по сравнению с другими станциями в 1.2–1.3 раза, Mn — в 1.3 раза.

Выявленная в южной части Тернейского прогиба зона с повышенными газогеохимическими полями УВГ и литохимическими аномалиями в поверхностных осадках достаточно хорошо коррелирует с тектоническим каркасом сети пронизываемых зон-разломов (рис. 1, 2, 4, 5). Это находит отражение в компонентном составе УВГ (наличие аномалий метана, преобладание этана и пропана над неопредельными гомологами) и высоких градиентах вертикального распределения метана в колонках.

Отдельно следует отметить колонку ОР54-37, отобранную в северо-восточной части Тернейского прогиба на глубине 414 м. На этой станции определены ураганные концентрации метана, достигающие 51753 ppm на горизонте 240 см (рост в 13988 раз!). Подобные концентрации в ЮТБ характерны для газогидратоносных осадков (Yatsuk et al., 2020). Резкий пикообразный рост метана зафиксирован с горизонта 175 см. Кроме того, в керне обнаружены этан и пропан (0.19 и 0.18 ppm соответственно). В поверхностных осадках отмечены повышенные содержания серы (в 1.7 раза) по сравнению со средними значениями для осадочных пород.

Полученные данные, по нашему мнению, дают ценную информацию о современных газогеохимических полях УВГ и геохимических полях элементов в приповерхностных донных отложениях Татарского пролива, а также позволяют, опираясь на предыдущие исследования (Yatsuk et al., 2020), прогнозировать наличие морских газогидратов в глубоководных частях Тернейского прогиба, приуроченные к очагам нефтегазогенерации осадочного чехла и районам флюидоразгрузки.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Приведенные данные по изучению приповерхностных осадков в пределах Южно-Татарского осадочного бассейна с помощью газогеохимического метода позволили выявить зоны с аномальными и повышенными содержаниями

УВГ в северо-восточной и центральной части осадочного бассейна. Минимальными значениями концентраций метана характеризуются донные отложения Приморской моноклинали, а повышенные концентрации (> 100 ppm) характерны для осадков Тернейского прогиба. Здесь же отмечается резкий вертикальный градиент роста концентраций метана в осадках, что является важным показателем наличия газонасыщенных слоев и газогидратов.

Изучение литохимических особенностей поверхностных донных осадков, вмещающих УВГ, показало, что они представлены терригенным материалом преимущественно алевроитовой размерности без примеси эксгалационных компонентов. Установлено, что в осадках южной части Тернейского прогиба, характеризующихся аномальными содержаниями метана, фиксируются повышенные концентрации Mn, V, Cu, Ni, Zn, Pb, коэффициенты концентрирования которых в 1.3–3.8 раза превышают аналогичные их значения на других донных станциях. Одной из причин, очевидно, являются постседиментационные изменения в осадках, связанные с миграцией флюидов и формированием специфических гидрогазогеохимических условий, способствовавших накоплению ряда элементов. Полученные данные позволяют предполагать существование источников миграции УВГ и в дальнейшем рассматривать перспективы постановки детальных работ для оценки нефтегазоносности и газогидратоносности южной, глубоководной части Татарского пролива.

Авторы выражают благодарность сотрудникам ТОИ ДВО РАН М.Г. Валитову за организацию экспедиций и поддержку в проведении морских газогеохимических исследований, Д.С. Максееву за помощь в пробоподготовке и Е.В. Лифанскому за выполнение хроматографических анализов.

Исследования выполнены в рамках Гостемы ТОИ ДВО РАН № FWM-2024-0029 (124022100076-3): «Геология и геохимия природных газов, газогеохимические индикаторы геологических процессов и полезных ископаемых Мирового океана» и частично за счет гранта Российского научного фонда (проект № 24-47-04001).

В рамках Гостемы ТОИ ДВО РАН (124022100076-3) выполнены экспедиционные исследования, аналитические работы, интерпретация результатов и написание статьи, при поддержке гранта РФФИ № 24-47-04001 выполнены методические работы с целью сравнения геохимических процессов в рифтогенных структурах северной части Японского моря и северной и центральной части привьетнамского шельфа Южно-Китайского моря.

Список литературы [References]

- 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. <https://doi.org/10.31857/S0030-1574592311-314> [Valitov M.G., Shakirov R.B., Yatsuk A.V. et al. Integrated Geological and Geophysical Expedition aboard the R/V Akademik Oparin to the Tatar Strait, Sea of Japan (Cruise 54, 2017) // *Oceanology*. 2019. V. 59. № 2. P. 253–286. <https://doi.org/10.1134/S0001437019020188>].
- Валитов М.Г., Шакиров Р.Б., Яцук А.В. и др.* Комплексные геолого-геофизические, газогеохимические и океанографические исследования в Японском море и Татарском проливе в 81-ом рейсе НИС «Академик М.А. Лаврентьев» // *Тихоокеанская геология*. 2019. Т. 38. № 4. С. 97–105. <https://doi.org/10.30911/0207-4028-2019-38-4-97-105> [Valitov M.G., Shakirov R.B., Yatsuk A.V. et al. Integrated geological-geophysical, gas-geochemical and oceanographic studies in the Sea of Japan and the Tatar Strait on the 81st cruise of the R/V «Akademik M.A. Lavrentyev» // *Pacific Geology*. 2019. V. 38. № 4. P. 97–105 (in Russian)].
- Валитов М.Г., Ли Н.С., Яцук А.В. и др.* Комплексные геолого-геофизические, газогеохимические и океанографические исследования в Японском море и Татарском проливе в 85-ом рейсе НИС «Академик М.А. Лаврентьев» // *Тихоокеанская геология*. 2020. Т. 39. № 3. С. 104–109. <https://doi.org/10.30911/0207-4028-2020-39-3-104-109> [Valitov M.G., Lee N.S., Yatsuk A.V. et al. Integrated Geological-Geophysical, Gas-Geochemical and Oceanographic Research in the Sea of Japan and the Tatar Strait during the 85th Cruise of the R/V Akademik M. A. Lavrentyev // *Pacific Geology*. 2020. V. 14. № 6. P. 586–590. <https://doi.org/10.1134/S1819714020060093>].
- Виноградов А.П.* Средние содержания химических элементов в главных типах изверженных горных пород земной коры // *Геохимия*. 1962. № 7. С. 555–571 [Vinogradov A.P. Average contents of chemical elements in the main types of igneous rocks of the earth's crust // *Geochemistry*. 1962. № 7. P. 555–571 (in Russian)].
- Геология дна Японского моря / А.Г. Аблаев (ред.)*. Владивосток: ДВНЦ АН СССР, 1987. 140 с. [Geology of the bottom of the Japan Sea / A.G. Ablaev (ed.). Vladivostok: the USSR Academy of Sciences, 1987. 140 p. (in Russian)].
- Гресов А.И., Яцук А.В., Аксентов К.И. и др.* Геохимические исследования плейстоценовых отложений окраинно-шельфовой зоны Восточно-Сибирского моря и Северного Ледовитого океана // *Геохимия*. 2022. Т. 67. № 10. С. 961–977. <https://doi.org/10.31857/S001675252210003X> [Gresov A.I., Yatsuk A.V., Aksentov K.I. et al. Geochemical studies of Pleistocene sediments of the marginal shelf zone of the East Siberian Sea and the Arctic Ocean // *Geochemistry*. 2022. V. 67. № 10. P. 965–980 <https://doi.org/10.1134/S0016702922100032>].
- Григорьев Н.А.* Среднее содержание химических элементов в горных породах, слагающих верхнюю часть континентальной коры // *Геохимия*. 2004. № 7. С. 785–792 [Grigoriev N.A. Average content of chemical elements in rocks composing the upper part of the continental crust // *Geochemistry*. 2004. № 7. P. 785–792 (in Russian)].
- Жаров А.Э., Кириллова Г.Л., Маргулис Л.С. и др.* Геология, геодинамика и перспективы нефтегазоносности осадочных бассейнов Татарского пролива. Владивосток: Дальнаука, 2004. 220 с. [Zharov A.E., Kirillova G.L., Margulis L.S. et al. Geology, geodynamics and prospects for oil and gas content of sedimentary basins of the Tatar Strait. Vladivostok: Dalnauka, 2004. 220 p. (in Russian)].
- Жемчугова Т.А.* Нефтегазоносный потенциал кайнозойских отложений в центральной части Татарского пролива // *Вестник МГУ. Серия 4. Геология*. 2013. № 2. С. 69–75 [Zhemchugova T.A. Oil and gas potential of Cenozoic deposits in the central part of the Tatar Strait // *Bulletin of Moscow State University. Series 4. Geology*. 2013. № 2. P. 69–75 (in Russian)].
- Нечаюк А.Е., Обжиров А.И.* Структуры и нефтегазоносность бассейнов Татарского пролива // *Вестник КРАУНЦ. Науки о Земле*. 2010. № 2. Вып. 16. С. 27–34 [Nechayuk A.E., Obzhirov A.I. Structures and oil and gas content of the basins of the Tatar Strait // *Vestnik KRAUNTs. Nauki o Zemle*. 2010. № 2 (16). P. 27–34 (in Russian)].
- Старобинец И.С., Петухов А.В., Зубайраев С.Л. и др.* Основы теории геохимических полей углеводородных скоплений. М: Недра, 1993. 332 с. [Starobinets I.S., Petukhov A.V., Zubairayev S.L. et al. Fundamentals of the theory of geochemical fields of hydrocarbon accumulations. Moscow: Nedra, 1993. 332 p. (in Russian)].
- Страхов Н.М.* Проблемы геохимии современного океанского литогенеза. М.: Наука, 1976. 299 с. [Strakhov N.M. Problems of geochemistry of modern oceanic lithogenesis. Moscow: Nauka, 1976. 299 p. (in Russian)].
- Харахинов В.В.* Нефтегазовая геология Сахалинского региона. М.: Научный мир, 2010. 276 с. [Kharakhinov V.V. Oil and gas geology of the Sakhalin region. Moscow: Scientificworld, 2010. 276 p. (in Russian)].
- Холодов В.Н.* Осадочный рудогенез и металлогения ванадия. М.: Наука, 1973. 292 с. [Kholodov V.N. Sedimentary ore genesis and metallogeny of vanadium. Moscow: Nauka, 1973. 292 p. (in Russian)].
- Шакиров Р.Б., Сорочинская А.В., Обжиров А.И.* Газогеохимические аномалии в осадках Восточно-Сибирского моря // *Вестник КРАУНЦ. Науки о Земле*. 2013. 21(1). С. 98–110 [Shakirov R.B., Sorochinskaya A.V., Obzhirov A.I. Gas geochemical anomalies in sediments of the East Siberian Sea // *Vestnik KRAUNTs. Nauki o Zemle*. 2013. 21(1). P. 98–110 (in Russian)].
- Шакиров Р.Б., Яцук А.В., Сорочинская А.В. и др.* Газогеохимические аномалии в осадках Татарского трога (Японское море) // *Доклады Российской Академии наук. Науки о Земле*. 2023. Т. 513. № 2. С. 110–116. <https://doi.org/10.31857/S2686739723601540>. [Shakirov R.B., Yatsuk A.V., Sorochinskaya A.V. et al. Gas geochemical anomalies in

- bottom sediments of the Tatar trough (Sea of Japan) // Doklady Earth Sciences. 2023. V. 513(2). P. 1379–1384. <https://doi.org/10.1134/S1028334X236021>.
- Юдович Я.Э., Кетрис М.П. Геохимические индикаторы литогенеза (литологическая геохимия). Сыктывкар: Геопринт, 2011. 742 с. [Yudovich Ya.E., Ketris M.P. Geochemical indicators of lithogenesis (lithological geochemistry). Syktyvkar: Geoprint, 2011. 742 p. (in Russian)].
- Юдович Я.Э., Кетрис М.П. Основы литохимии. СПб.: Наука, 2000. 478 с. [Yudovich Ya.E., Ketris M.P. Fundamentals of lithochemistry. St. Petersburg: Nauka, 2000. 478 p. (in Russian)].
- Юдович Я.Э., Кетрис М.П., Рыбина Н.В. Геохимия титана. Сыктывкар: ИГ Коми НЦ УрО РАН, 2018. 432 с. [Yudovich Ya.E., Ketris M.P., Rybina N.V. Geochemistry of titanium. Syktyvkar: IG Komi Scientific Center Ural Branch RAS, 2018. 432 p. (in Russian)].
- Claypool G.E., Kvenvolden K.A. Methane and other hydrocarbon gases in marine sediments. // Annual Review of Earth and Planetary Sciences. 1983. V. 11. P. 299–327. <https://doi.org/10.1146/annurev.ea.11.050183.001503>.
- Fang Yi., Chu F. The relationship of sulfate-methane interface, the methane flux and the underlying gas hydrate // Marine Science Bulletin. 2008. 10 (1). P. 28–37.
- Geology and Geophysics of the Japan Sea (Japan-USSR Monograph. Series. V. 1) / Edited by N. Isezaki et al. Tokyo: TERRAPUB, 1996. 487 p.
- Operation Report of Sakhalin slope gas hydrate Project 2012, R/V «Akademik M.A. Lavrentyev» Cruise 59 / Y.K. Jin, et al. (Eds). Korea Polar Res. Inst. Incheon. 2013. 163 p.
- Operation Report of Sakhalin slope gas hydrate Project, 2013, R/V «Akademik M.A. Lavrentyev» Cruise 62 / H. Shoji, et al. (Eds). New Energy Resources Res. Center, Kitami Inst. of Technology. 2014. 111 p.
- Operation Report of Sakhalin slope gas hydrate Project, 2014, R/V «Akademik M.A. Lavrentyev» Cruise 67 / Y.K. Jin, et al. (Eds). Korea Polar Res. Inst. Incheon. 2015. 121 p.
- Operation Report of Sakhalin Slope Gas Hydrate Project II, 2015, R/V «Akademik M.A. Lavrentyev» Cruise 70 / H. Minami, et al. (Eds). Kitami Institute of Technology. Kitami. 2016. 119 p.
- Shakirov R.B., Valitov M.G., Obzhirov A.I. et al. Methane anomalies, its flux on the sea-atmosphere interface and their relations to the geological structure of the South-Tatar sedimentary basin (Tatar Strait, the Sea of Japan) // Marine Geophysical Research. 2019. V. 40. P. 581–600. <https://doi.org/10.1007/s11001-019-09389-3>.
- Tamaki K. Geological structure of the Japan Sea and its tectonic implications // Bulletin Geol. Survey of Japan. 1988. V. 39. № 5. P. 269–365.
- Tamaki K., Pisciotto K., Allan J. et al. 1990. Proc. ODP, Init. Repts., 127: College Station, TX (Ocean Drilling Program), 844 p.
- Yatsuk A., Shakirov R., Gresov A. et al. Hydrocarbon gases in seafloor sediments of the TATAR strait, the northern Sea of Japan // Geo-Marine Letters. 2020. № 40. P. 481–490. <https://doi.org/10.1007/s00367-019-00628-5>.

In memory of A.I. Obzhirov

GAS-GEOCHEMICAL STUDIES OF SURFACE SEDIMENTS OF THE SOUTH TATAR SEDIMENTARY BASIN (SEA OF JAPAN)

A.V. Yatsuk, A.V. Sorochinskaya, R.B. Shakirov, K.I. Aksentov

V.I. Il'ichev Pacific Oceanological Institute Far Eastern Branch, Russian Academy of Sciences, Vladivostok, Russia, 690041

Received July 07, 2024; revised November, 15, 2024; accepted December 25, 2024

The results of gas-geochemical and litho-geochemical studies of modern bottom sediments sampled in the South Tatar sedimentary basin (Sea of Japan) during a comprehensive geological and geophysical expedition on the R/V Akademik Oparin (OP-54) are presented. Anomalies of hydrocarbon gases (УВГ) and chemical elements in surface bottom sediments were estimated. Sediments hosting hydrocarbons are mainly represented by aleuritic varieties with psammitic (up to 46%) and pelitic (up to 43%) components. The maximum contents of Si, Ti, K, Ca, Sr, Zr, Y are noted in the bottom sediments of coastal shelf zones; the concentrations of S, Ni, Cu, Zn, Pb, V, Fe, Mn, Rb increase in the shelf-bathyal direction. Sediments with anomalous methane contents are significantly enriched in S, Mn, V, Cu, Ni, Zn, Pb. The data obtained allows to suggest the presence of sources of hydrocarbon migration and further consider the prospects for conducting detailed work to assess the oil, gas and gas hydrate content in the southern part of the Tatar Strait.

Keywords: methane, hydrocarbon gases, bottom sediments, Tatar Strait.