

УДК 551.24

КОНТУРИТОВЫЕ ДРИФТЫ В ТАТАРСКОМ ПРОЛИВЕ ЯПОНСКОГО МОРЯ

© 2020 г. **Б. В. Баранов^{1,*}**, академик РАН **Л. И. Лобковский¹**,
Д. Д. Рукавишников¹, **К. А. Дозорова¹**

Поступило 23.01.2020 г.

После доработки 25.01.2020 г.

Принято к публикации 28.01.2020 г.

По данным исследований в рамках международного проекта Sakhalin Slope Gas Hydrates (2012–2015 гг.) в Татарском трого были впервые выделены контуритовые дрифты. В дрифтах наблюдается ряд несогласий, свидетельствующих об изменениях гидрологического режима и объема поступающего осадочного материала на протяжении, по крайней мере, 1 млн лет. Контуритовые дрифты перекрыты тонким слоем осадков, который без перерывов продолжается на западный и восточный склоны трого, что может свидетельствовать об отсутствии в настоящее время придонных течений, способных переносить осадочный материал.

Ключевые слова: Татарский пролив, морфология рельефа, строение осадочного чехла, контуритовые дрифты, придонные течения

DOI: 10.31857/S2686739720030019

ВВЕДЕНИЕ

Татарский пролив приурочен к северному замыканию Японского моря, отделяет материк от острова Сахалин и сообщается с Охотским морем через узкий и мелкий пролив Невельского (рис. 1а). В рельефе дна Татарский пролив соответствует одноименному трого, который простирается в субмеридиональном направлении. Глубина трого на широте 46° с.ш. равна 1800 м и уменьшается до 250 м севернее 49° с.ш. Татарский трог образовался в результате растяжения земной коры в средне-позднеолигоценное-позднемиоценовое время и заполнен кайнозойскими осадками мощностью до 8–10 км, при формировании которых значительную роль играли отложения Палеоамура [1].

В результате геофизических исследований, проведенных в центральной части Татарского пролива, впервые в этом районе были обнаружены и изучены контуритовые дрифты. Описанию их характерных особенностей и связи с придонными течениями посвящено сообщение. Район исследований располагался в центральной части Татарского пролива (рис. 1а); его изучение проводилось в 59-м, 62-м, 67-м и 70-м рейсах нис “Академик М.А. Лаврентьев” в рамках международного проекта “Sakhakin Slope Gas Hydrates”

(“Газогидраты склона о. Сахалин”, SSGH, 2012–2015 гг.). В рейсах выполнялись комплексные исследования, включая батиметрическую съемку однолучевым эхолотом с частотой 12 кГц и сейсмическую съемку с использованием метода непрерывного сейсмического профилирования (НСП). При сейсмической съемке в качестве источника использовался спаркер “Соник 4М” (энергия – 4000 Дж); регистрация проводилась одноканальной сейсмической косой в интервале частот 210–1500 Гц. Глубина проникновения была равна 500 мсек, разрешение 10 мсек [2].

ПОЛУЧЕННЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

Проведенные батиметрические исследования дали возможность выделить на дне трого в интервале глубин 500–800 м два протяженных вала (рис. 1б, 2а). В северной части района валы прилегают к западному борту трого, южнее – отделяются от него и друг от друга каналами, над которыми вершины валов поднимаются на высоту от 20 до 90 м. Валы имеют асимметричный профиль с более крутыми западными склонами и протягиваются с севера на юг на расстояние более 80 км. На севере их ширина составляет 15–20 км, к югу они постепенно сужаются.

Осадочный чехол в пределах трого достигает мощности нескольких километров и полностью нивелирует неровности фундамента [1], что дает основание рассматривать валы и каналы в каче-

¹ Институт океанологии им П.П. Шишова Российской академии наук, Москва, Россия

*E-mail: bbaranov@ocean.ru

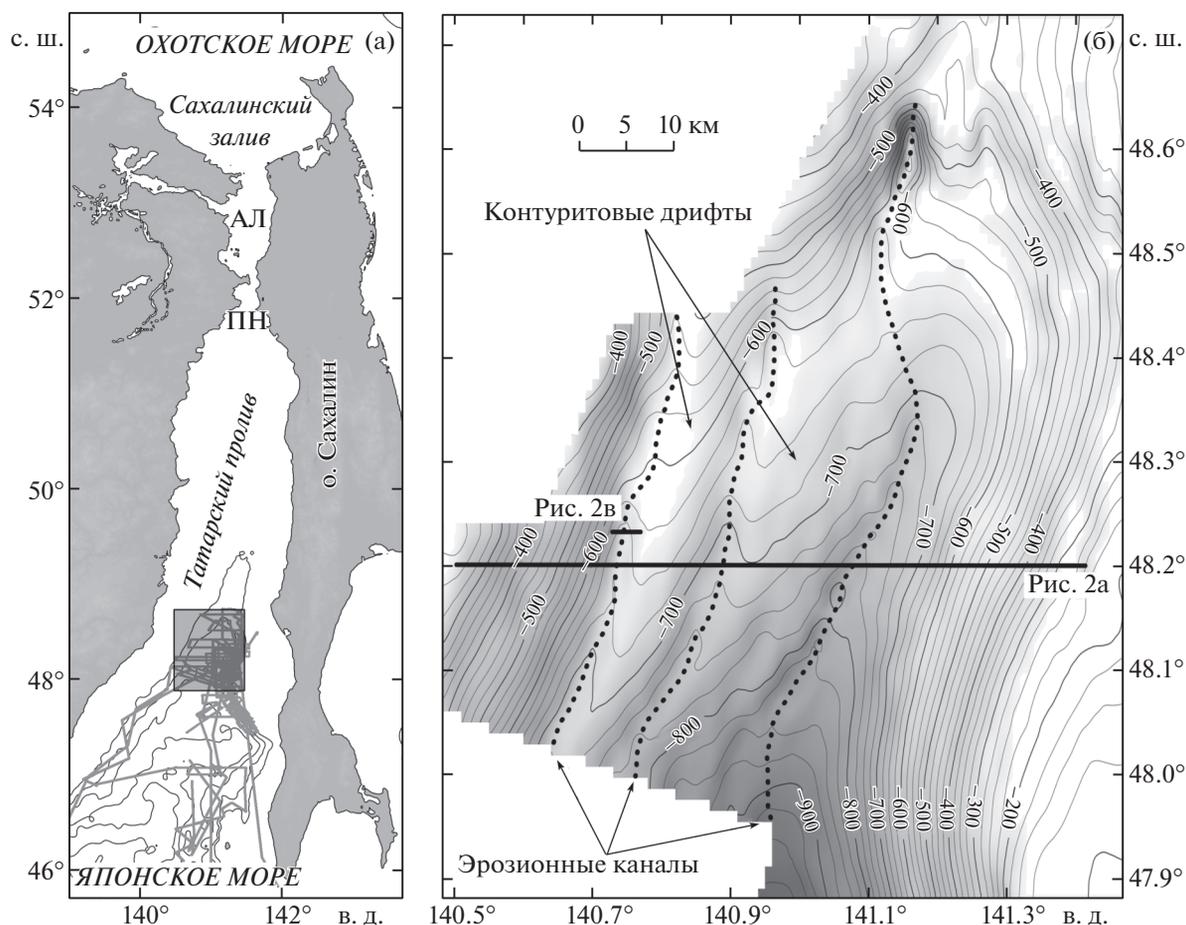


Рис. 1. Положение района исследований (серый прямоугольник) и галсов геофизической съемки (серые линии). Со-кращения: *АЛ* – Амурский лиман, *ПН* – пролив Невельского (а); теневая карта района работ, составленная по резуль-татам батиметрической съемки, освещенность с юго-востока. Жирными линиями показано положение сейсмических разрезов, приведенных на рис. 2 а,в. Изобаты проведены через 25 м (б).

стве эрозионно-аккумулятивных форм рельефа. Валу располагаются на дне узкого трога, имеют одинаковые с ним простирания, асимметричный профиль и ограничены каналами. Таким образом, они обладают структурным положением и морфологией, которые, в соответствии с типизацией в работах [3, 4], дают основание интерпретировать их как валообразные протяженные дрифты. То, что валы являются контуритовыми дрифтами, подтверждают полученные сейсмические профили, на которых присутствует ряд признаков, служащих для выделения этих структур по сейсмическим данным [3].

Наиболее характерным признаком является широкое распространение несогласий, которые могут быть прослежены через все аккумулятивное тело и маркируются протяженными высокоамплитудными отражающими горизонтами (рис. 2а). Среди них выделяются эрозионные несогласия, которые могут быть базальными, подстилающими дрифты (рис. 2б) или локальными,

связанными со срезанием отражающих горизонтов в эрозионном канале (рис. 2в). Второй тип несогласий связан с проградационным налеганием верхних отражающих горизонтов на нижние, причем наращивание происходит как в сторону эрозионного канала, так и от него и маркируется сигмоидальной или косой геометрией отражающих горизонтов в верхней части разреза (рис. 2б, 2в, 2г). В нижней части разреза наращивание фиксируется только в сторону эрозионного канала, в противоположном направлении происходит аградация (намыв) осадков (рис. 2б).

Отражающие горизонты данного типа контуритовых дрифтов имеют характерную линзовидную форму (рис. 2а, 2б), вверх по разрезу они постепенно выгибаются, образуя в разрезе валообразные очертания, на основании чего такого типа аккумуляционные тела получили название “валообразные дрифты” [3].

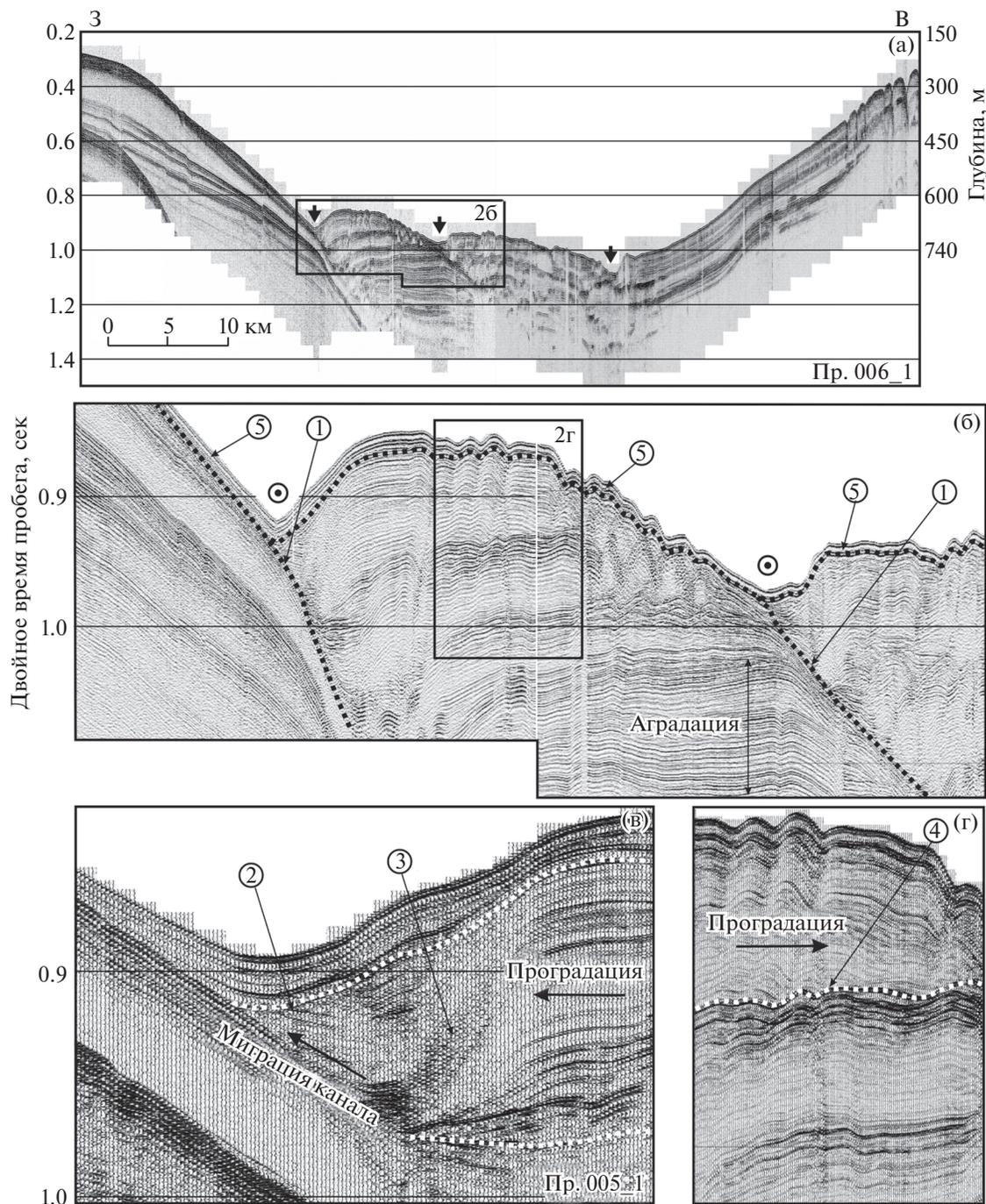


Рис. 2. Сейсмический разрез по профилю 006_1 (а), его увеличенные фрагменты (б, г) и фрагмент сейсмического разреза по профилю 005_1 (в), иллюстрирующие характер взаимоотношений между отражающими горизонтами в верхней части осадочного чехла Татарского трога. Залитые стрелки обозначают эрозионные каналы, кружки с точками — направление придонных течений, точечными линиями белого и черного цветов показаны несогласия. Цифрами обозначены несогласия, связанные с: 1 — базальной эрозией, 2 — локальной эрозией в канале, 3 — проградационным налеганием с сигмоидальными отражающими горизонтами, 4 — проградационным налеганием с косою слоистостью отражающих горизонтов, 5 — осадки, перекрывающие дрифты. Положение разрезов см. на рис. 16.

ОБСУЖДЕНИЕ И ВЫВОДЫ

Контуристовые дрифты образуются в результате аккумуляции больших объемов осадочного материала, переносимого придонными течениями

[3, 4]. В Татарском проливе выделяются течения Шренка и Западно-Сахалинское, которые являются стабильными при различных синоптических условиях [5]. Пограничное течение Шренка

представляет собой поток опресненной холодной воды, проходящий с севера на юг вдоль западного (приморского) побережья пролива. Западно-Сахалинское пограничное течение идет вдоль побережья о. Сахалин с юга на север, продолжая Цусимское течение, являющееся потоком теплых и соленых субтропических вод, ответвляющихся от течения Курисио.

Проведенный нами анализ морфологии рельефа и структуры верхней части осадочного чехла показал, что влияние придонной составляющей течений Западно-Сахалинского и Шренка на формирование верхней части осадочного чехла наблюдается только на дне и западном склоне Татарского трога. Принимая во внимание скорости осадконакопления [1] и видимую на разрезах мощность контуритовых дрейфов, можно сделать предположение, что их возраст и соответственно возраст активности придонных течений составляет не менее 1 млн лет.

В течение этого времени Западно-Сахалинское пограничное течение на процесс осадконакопления на восточном склоне Татарского трога влияние не оказывало, поскольку верхняя часть его осадочного чехла состоит из протяженных, параллельных дну отражающих горизонтов (рис. 2а). Такой тип отражений характерен для слоистых толщ средне- и тонкозернистых осадков и может соответствовать обстановкам накопления пелагических и/или гемипелагических отложений в низкоэнергетической среде на континентальных склонах [6].

Формирование контуритовых дрейфов в западной части Татарского трога, по всей видимости, было связано с течением Шренка, которое на глубине формировало струи, приуроченные к эрозионным каналам (рис. 2а, 2б). В дрейфах Татарского трога наблюдается множество несогласий, что, как было показано ранее для контуритовых дрейфов Мирового океана [3, 4], свидетельствует об изменениях гидрологических условий, которые могут быть связаны с вариациями скоростей придонных течений и количеством поступающего осадочного материала.

Одной из причин изменений гидрологических условий в Татарском проливе могли быть эвстатические колебания уровня моря [7], когда при его понижении обмен водами между Амурским лиманом и Татарским заливом прекращался. Вариации в гидрологических условиях и количестве осадочного материала, по-видимому, были также связаны с субмеридиональной миграцией за последние 2.5 млн лет дельты Палеоамура в сторону Татарского пролива или Сахалинского залива [8]. В первом случае расположение палеодельты в самом проливе обеспечивало вынос больших объемов воды и осадков в Татарский пролив.

В настоящее время контуритовые дрейфы не активны, поскольку они перекрыты тонким слоем осадков мощностью около 15–20 м, который без перерывов продолжается на западный и восточные склоны трога (рис. 2б), что свидетельствует об очень низкой скорости придонных течений вдоль Татарского трога или их отсутствии.

Это предположение подтверждается изучением современного процесса осадконакопления в Татарском троге, который рассматривается в качестве застойной зоны, где происходит формирование отложений нефелоидного терригенного материала [9]. Исследование распространения плюма реки Амур также показало, что в настоящее время вынос его вод вместе с терригенным осадочным материалом происходит в основном в Сахалинский залив, а не в Татарский пролив [10].

Контуритовые дрейфы в Татарском проливе сформировались за счет придонных течений, которые в виде струй идут с севера на юг по трем эрозионным каналам. Несогласия в дрейфах свидетельствуют об изменениях в режиме течений, которые могут быть связаны с колебаниями уровня моря и миграцией дельты Палеоамура. В настоящее время дрейфы неактивны, что, по всей видимости, обусловлено вариациями в скорости течений, связанными с понижением уровня моря во время последнего ледникового максимума и выносом осадочного материала рекой Амур, главным образом, в Охотское море.

ИСТОЧНИКИ ФИНАНСИРОВАНИЯ

Исследования в экспедициях проводились в рамках корейско-российско-японского проекта SSGH, финансируемого Японским обществом содействия науки (гранты KAKENHI 232540083 и KAKENHI 22540485) и Корейским институтом полярных исследований (грант PN12020). Работа выполнена в рамках государственного задания ИО РАН № 0149–2019–0005.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Харахинов В.В.* Нефтегазовая геология Сахалинского региона. М.: Научный мир, 2010. 275 с.
2. Operation Report of Sakhalin Slope Gas Hydrate Project II, 2015, R/V Akademik M. A. Lavrentyev Cruise 70 // Н. Minami, Y. K. Jin, B. Baranov, N. Nikolaeva, A. Obzhairov, Eds. Kitami: Kitami Institute of Technology, 2016. 119 p.
3. *Faugères J.C., Stow D.A.V., Imbert P., et al.* Seismic Features Diagnostic of Contourite Drifts // *Marine Geology*. 1999. V. 162. P. 1–38.
4. *Rebesco M., Hernández-Molina F.J., Rooij D.V., et al.* Contourites and Associated Sediments Controlled by Deep-water Circulation Processes: State-of-the-art and Future Considerations // *Marine Geology*. 2014. V. 352. P. 111–154.

5. Юрасов Г.И., Яричин В.Г. Течения Японского моря. Владивосток: Изд. ДВО АН СССР, 1991. 174 с.
6. Damuth J.E. Use of High-frequency (3.5–12 kHz) Echograms in the Study of Near-bottom Sedimentation Processes in the Deep-sea: A Review // *Marine Geology*. 1980. V. 38. P. 51–75.
7. Haq B.U., Hardenbol J., Vail P.R. Chronology of Fluctuating Sea Levels Since the triassic // *Science*. 1987. V. 235. № 4793. P. 1156–1167.
8. Nicholson U., van der Es B., Clift P.D., et al. The Sedimentary and Tectonic Evolution of the Amur River and North Sakhalin Basin: New Evidence from Seismic Stratigraphy and Neogene–Recent Sediment Budgets // *Basin Research*. 2016. V. 28. P. 273–297. <https://doi.org/10.1111/bre.12110>
9. Лихт Ф.Р. Литодинамическая дифференциация донных отложений в седиментационных бассейнах разного морфоструктурного типа (на примере Татарского пролива) // Лихт Ф.Р., Деркачев А.Н., Боцул А.И., редакторы. Условия образования донных осадков и связанных с ними полезных ископаемых в окраинных морях. Владивосток: Дальнаука, 2002. С. 5–24.
10. Осадчиев А.А. Распространение плюма реки Амур в Амурском лимане, Сахалинском заливе и Татарском проливе // *Океанология*. 2017. Т. 57. № 3. С. 417–424.

CONTOURITE DRIFTS IN THE TATAR STRAIT, JAPAN SEA

B. V. Baranov^{a, #}, Academician of the RAS L. I. Lobkovsky^a, D. D. Rukavishnikova^a, and K. A. Dozorova^a

^a P.P. Shirshov Institute of Oceanology, Russian Academy of Sciences, Moscow, Russian Federation

[#] E-mail: bbaranov@ocean.ru

Contourite drifts have been first detected in the Tatar Strait on base of data obtained in frames of the International Project “Sakhalin Slope Gas Hydrates” (2012–2015). A number of unconformities have been observed inside the drifts; they point on variations in hydrological regime and volumes of sedimentary supply during at least 1Ma. Contourite drifts were overlapped by thin sedimentary cover that continue without interruptions onto western and eastern slopes of the strait; it obviously means that presently there is no bottom currents strong enough to transport deposits here.

Keywords: Tatar Strait, relief morphology, sediments structure, contourite drifts, bottom currents