

УДК 550.834 + 550.831(265.546)

© В.Л. Ломтев, В.Н. Патрикеев, В.Н. Сеначин, 2010

Институт морской геологии и геофизики ДВО РАН, Южно-Сахалинск

К СТРОЕНИЮ ТАТАРСКОГО ТРОГА (Японское море): НОВЫЕ ПОДХОДЫ

По данным МОГТ, ГСЗ и гравитационного моделирования и результатам их интерпретации обсуждаются проблемы строения Татарского трога. Впервые показано, что: 1) его западный борт имеет надвиговое, покровное строение, связанное с внутрикоровым срывом к востоку; 2) мощность коры в троге изменяется только в меридиональном направлении, уменьшаясь к югу от 33-35 до 20 км; 3) основным источником углеводородов и сопочной брекчии является мощная осадочная толща палеоцена – эоцена, выполняющая краевой прогиб Сихотэ-Алиня (палеожелоб) и дренируемая эффузивами олигоцена – раннего миоцена.

Введение. В статье в продолжение [1–5] рассматриваются проблемы строения земной коры Татарского пролива (четвертичный тектонический трог) в северной части Японского моря. Более 50 лет она изучается геолого-геофизическими методами, включая бурение на сахалинском шельфе. В итоге здесь было пробурено 11 скважин и две на о-ве Монерон, открыто одно небольшое Изыльметьевское месторождение газа, выделен Северо-Татарский нефтегазоносный бассейн [6, 7]. В [2] проанализованы причины столь скромного успеха нефтегазовой разведки осадочного неогена на сахалинском шельфе и даны рекомендации по доразведке западного борта трога с зоной его регионального выклинивания. Здесь, помимо коллекторов, связанных с близостью области сноса (Сихотэ-Алинь), на погребенном Сюркумском выступе (прибрежная газовая банка площадью 1600 км²) в 1987 г. при подготовке рекомендации на бурение параметрической скважины №1 были зафиксированы первые УВ-аномалии [1–5]. Они выделяются на профилях МОГТ по особенностям строения волнового поля в отложениях неогена и палеогена. В полосе шириной примерно 50 и протяженностью 220 км, что близко к размерам Северо-Сахалинского нефтегазоносного бассейна, описаны аномалии типа «газовая залежь» (АТЗ), структуры прорыва флюидов (СПФ), сходные по строению с грязевыми вулканами, и многочисленные газовые окна и столбы (рис. 1). В [3–5] полагают, что эта газо- и, видимо, нефтеперспективная зона маркирует погребенный палеогеновый краевой прогиб (палеожелоб) и ограничена с запада скрытым преднеогеновым надвигом складчатого Сихотэ-Алиня. Однако это ставит серьезные проблемы перед общепринятой геологической моделью Татарского пролива как палеогенового рифта с зоной выклинивания отложений неогена и палеогена (с карманами) на западном борту и депоцентром на восточном [6–11], даже с учетом идеи [9] о миграции УВ по восстанию пластов. Для модели глубинного строения ключевыми проблемами являются строение палеогенового разреза (сергеевский комплекс), природа и возраст акустического фунда-

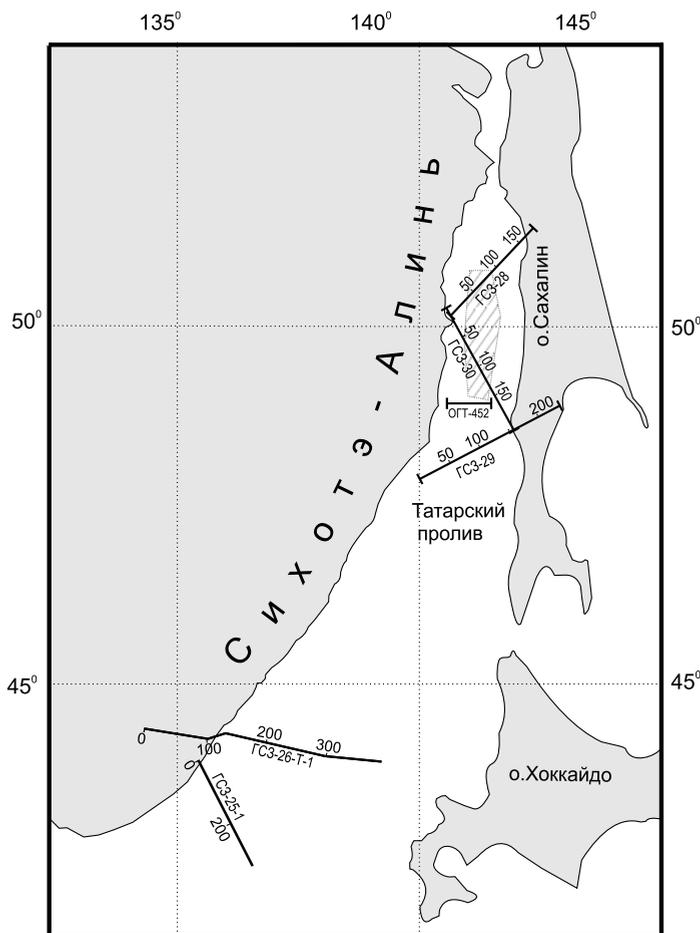


Рис. 1. Схема профилей МОГТ и ГСЗ [12, 13] с положением газо- и возможно нефтеперспективной зоны (заштрихована) в трого по данным [3-5 и работа В.Л. Ломтева и К.Ю. Торгашова в печати]

мента. Ниже они анализируются по результатам переинтерпретации широтного профиля МОГТ 452 ОАО «Дальморнефтегеофизика» (ДМНГ) мористее Совгавани [1, 12], данных ГСЗ [10] и гравитационного моделирования [13], методика которого описана в [14].

Строение палеогена и акустический фундамент. В Татарском трого вулканогенно-осадочные отложения палеогена традиционно объединяют в сергеевский комплекс, вскрытый тремя скважинами на ЮЗ шельфе Сахалина [2, 6]. Авторы сводки [6] датируют его концом позднего эоцена – низами раннего миоцена. Для комплекса характерны значительные вариации мощности (осадочные карманы) по площади в сравнении с вышележащими отложениями морского неогена (трог), а также омоложение отложений в подошве к северу на Западном Сахалине. По данным МОГТ и геологической съемки его мощность не превышает 1–3 км с утонением на материковом шельфе.

Здесь, а также в окрестности о-ва Монерон на дно выходит или приближен к нему подстилающий акустический фундамент, сложенный оса-

дочными породами мела или мезозоя, которые местами замещены вулканитами позднего мела – палеоцена [6]. Таким образом, в эоцене, местами позднем мелу-палеоцене, в исследуемом регионе можно предполагать крупный перерыв в морском осадконакоплении (палеосуша?), что при малой мощности сергеевского комплекса и его составе (часть разреза занимают вулканиды и вулканогенно-осадочные породы) не позволяет определить источник УВ.

Кровля акустического фундамента в троге залегает на значительной глубине и не фиксируется на сейсмических профилях. Его выступы на материковом шельфе и смежном склоне в [6] считают продолжением олигоценых и нижнемиоценовых базальтовых плато Восточно - Сихотэ-Алиньского вулканического пояса. Мощность эффузивов, перекрывающих отложения мела и возможно палеоцена–эоцена, достигает 1 км. К востоку они утоняются и погружаются с отметок 500–1000 м под воды пролива, где прослеживаются на многие десятки километров, экранируя отражения от более глубоких горизонтов. В окнах эффузивов профили МОГТ фиксируют «заливами» врезанные с востока карманы расслоенного (осадочного) палеогена (в основном олигоцена). Следовательно, можно предполагать, что под эффузивами залегает мощная осадочная толща палеогена (нефтегазоматеринский комплекс), а ее огромная мощность является основной причиной отсутствия акустического фундамента на сейсмических разрезах на большей части Татарского пролива.

По рассматриваемой проблеме наиболее информативным остается широтный профиль МОГТ 452 (объект 14/86 ОАО “Дальморнефтегеофизика”) протяженностью 56 км [1, 12]. На рис. 2 представлены его временной и глубинный разрезы, демонстрирующие характерную для Татарского трога широтную асимметрию по осадочному неогену, клин которого мощностью здесь до 2,5 км раскрыт к востоку [7–9, 11]. В основании неогена отметим угловое несогласие, связанное с налеганием подошвенной пачки на уступ на пикетах (ПК) 39–42 км в кровле сергеевского комплекса. Уступ возник в результате тектонического сдвигания последнего по пологому преднеогеновому надвигу во фронте Сихотэ-Алиня с видимым смещением к востоку 15–18 км [1]. В аллохтоне мощностью до 4 км выделена система (дуплекс) чешуйчатых надвигов и взбросов западного падения, магматическая и осадочная расслоенность к западу от упомянутого уступа с раздувом мощности на ПК 16–23 км. Последний в [1] описывался как совгаванский клин осадочного палеогена, формирующий асимметричную антиклиналь срыва (к востоку [15]) с крутым восточным крылом.

Особо выделим осадочный карман в начале профиля (ПК 0–2 км) и два поля эффузивов, экранирующих подстилающий осадочный разрез олигоцена на ПК 3–15 и 35–56 км. Карман указывает на прослеживание осадочных толщ олигоцена с борта трога на материковый шельф и их значительную мощность. С востока к нему примыкает поле эффузивов мощностью вероятно первые сотни метров. Оно располагается близ края шельфа, тектонически приподнято, раздроблено и с востока ограничено взбросом западного падения, входящим в дуплекс аллохтона. Второе поле эффузивов с контрастными протяженными отражениями (тектонически раздробленные при

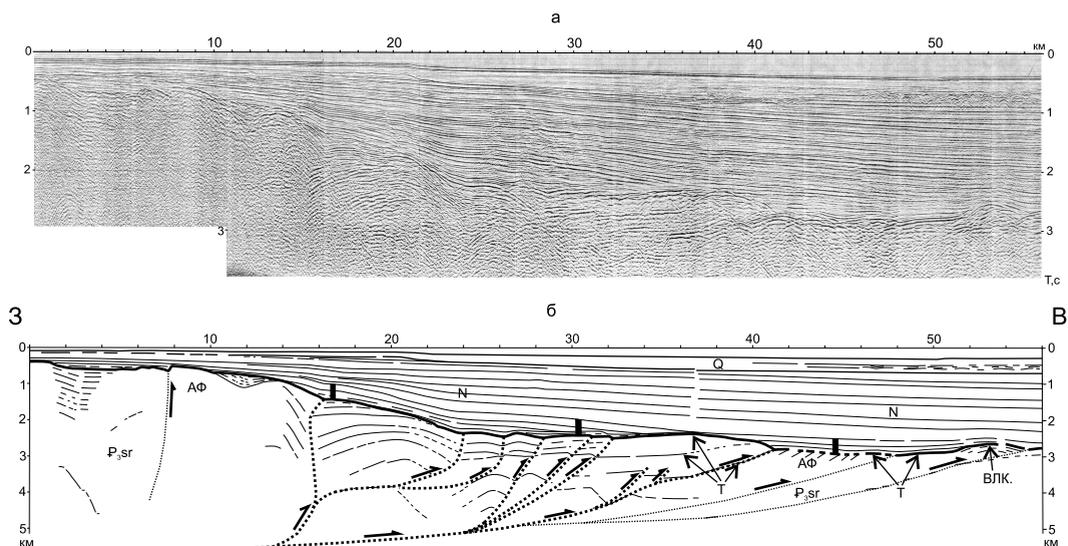


Рис. 2. Временной (а - [12]) и глубинный (б) разрезы по профилю МОГТ 452 (его положение см. на рис.1).

Вертикальный масштаб на временном разрезе – в секундах двойного пробега, горизонтальный – в километрах из расчета 40 гидроточек ОГТ = 1 км профиля. АФ – акустический фундамент, Т – траппы, влк. – вулкан, Q – четвертичные, коррелятные трого, отложения, N – неогеновый чехол, P_{3sr} – сергеевский комплекс. Крупные точки маркируют разломы аллохтона (крупные), мелкие – мористее него, а стрелки указывают направление смещения их активного крыла. Закрашенные колонки выделяют подошвенную пачку неогена, залегающую субгоризонтально во время накопления.

срыве траппы или пачки лавовых потоков) мощностью до 100–200 м находится мористее. Его маркирует низкая вулканическая постройка на конце профиля, сходная по внутреннему строению с полуразрушенным подводным Надеждинским палеовулканом близ п-ова Ламанон [2, 6, 12].

Итак, профиль МОГТ 452 впервые позволяет наметить черты надвиговой (точнее покровной) структуры активной подводной окраины складчатого Сихотэ-Алиня, формирование которой происходило в преднеогеновое время и согласно [15] связано с коровым или внутрикоровым срывом к востоку. С учетом данных геологической съемки Дальнегорского шарьяжа [16] на западном крыле Сихотэ-Алиня приходим к выводу о его дивергентном, альпийском строении, характерном по В.Е. Хаину для перитихоокеанских кордильер. По аналогии с глубоководными желобами Пацифики [17] уступ на ПК 39–42 км можно рассматривать как фронт аккреции, а разлом на ПК 16 км – вероятно как фронт регионального шарьяжа. На карте остаточных гравитационных аномалий последний разделяет зоны положительных (внутренний шельф) и отрицательных (внешний шельф) значений поля [6]. Согласно [3–5], является региональным экраном для УВ и сопочной брекчии структур прорыва флюидов.

На рис. 2 важно отметить отсутствие заметного стратиграфического перерыва между неогеном и олигоценом и значительный (~2 км) постседиментационный перекоп подошвенной пачки неогена к краю шельфа. Сергеевский комплекс из-за вулканогенно-осадочного состава и небольшой мощ-

ности не является сколько-нибудь значительным источником УВ (нефтегазоматеринский комплекс) и сопочной брекчии в сравнении с залегающим под ним палеоцен-эоценовым комплексом выполнения краевого прогиба Сихотэ-Алиня (палеожелоб). Последнее подтверждает заглубление акустического фундамента на профилях МОГТ с выходом за пределы сейсмической записи и развитие структур прорыва флюидов на западном борту трога в отложениях неогена и олигоцена [1–5].

Строение коры. Для разработки модели геологического строения необходимо также знать структуру и мощность земной коры. На севере Японского моря и в Татарском троге отработано шесть профилей методом ГСЗ (см. рис. 1). Их итоги в [10] дают самые общие представления о структуре и мощности коры. Так, на севере трога (профили 28, 30, 18) кора утоняется от 35 км под Сахалином до 18–20 км у побережья Сихотэ-Алиня. Южнее мыса Ламанон (профиль 29) авторы предполагают утонение коры к ЮЗ с приближением к материковому берегу от 30 на ПК 110 до 22 км на ПК 0. Таким образом, по данным ГСЗ на севере трога выявлено узкое, линейное поднятие в рельефе границы М высотой 15 км, вытянутое вдоль материкового берега к ЮЮЗ (Сихотэ-Алиньский вал).

По профилям 26-Т-1 и 25-1 (см. рис. 1) в 1991 г. проведена повторная интерпретация данных ГСЗ [10]. Она выполнена с использованием моделирования синтетических сейсмограмм для сложнопостроенных сред, новых материалов методов отраженных и преломленных волн, позволяющих учесть влияние верхней части разреза (осадочного слоя). Это существенно уточнило строение коры и ее скоростные характеристики (рис. 3). На разрезах видно, что граница М на юге трога (профиль 25–1) прослеживается на глубине 20 км, в районе возвышенности Витязя (южная граница Татарского трога [11]) – на 4 км глубже, а у побережья она заглубляется до 30 и далее на запад – до 36 км. В котловине (профиль 26-Т-1) ее глубина составляет 11 км, но к побережью Приморья она резко углубляется до значений, отмеченных на профиле 25-1. Изменение мощности коры происходят преимущественно за счет нижнего слоя. Таким образом, при переинтерпретации данных ГСЗ в районе побережья Приморья Сихотэ-Алиньский вал не установлен (рис. 3).

С момента публикации первых итогов ГСЗ по северу Татарского трога появились данные МОГТ, позволяющие учитывать при обработке годографов ГСЗ влияние осадочного слоя, вызывающего значительные искажения при определении глубинного строения коры и ее скоростных характеристик. Однако их переинтерпретация до сих пор не проводилась, поэтому представляет интерес пересмотреть их с учетом новых геолого-геофизических данных. Так, в приматериковой части профилей 28–30 на разрезах ГСЗ выделен Сихотэ-Алиньский вал [10], в осевой части которого отмечается подъем границы М до 18–20 км (рис. 4). Годографы в пределах вала имеют следующие особенности. Во-первых, волны, преломленные на границе М, имеют повышенные до 9 км/с граничные скорости; во-вторых, значения кажущихся скоростей вдоль вышележащей границы (фундамента) по встречным годографам существенно различаются (7,2 и 5,6 км/с), что свидетельствует о ее наклонном залегании с падением к Сахалину или об утонении чехла к материку; в-

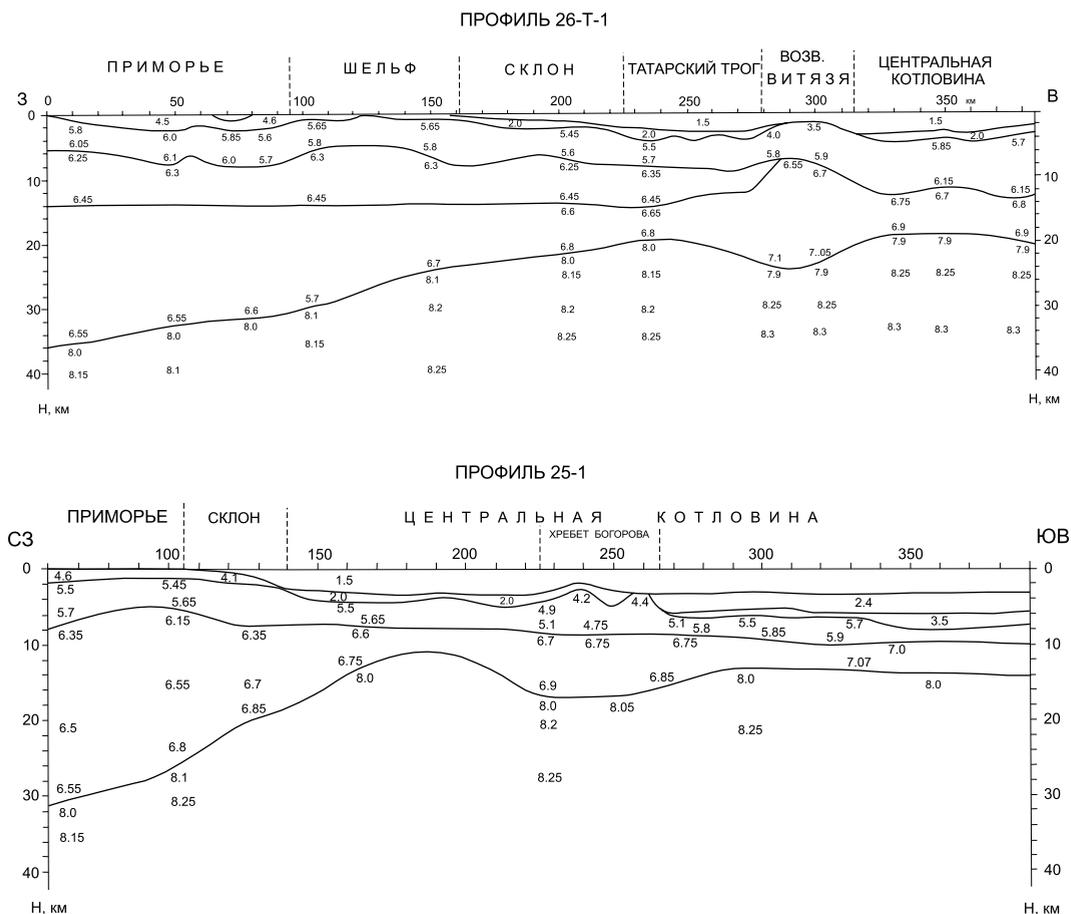


Рис. 3. Разрезы ГСЗ 26-Т-1 и 25-1 с граничными скоростями в км/с [13]. (Их положение см. на рис. 1)

третьих, из годографов следует увеличение скорости продольных волн в чехле на этом участке к матерiku от 2,3 до 3,6 км/с.

Повышенные значения кажущихся скоростей вдоль границы М на этом участке могут иметь два различных объяснения. Первое связано с ее наклонным залеганием, что и было принято авторами первичных разрезов ГСЗ. Второе объяснение заключается в латеральном изменении скоростей в коре. Этот вариант интерпретации не рассматривался, однако исходя из особенностей годографов, отмеченных выше в пунктах 2 и 3, в верхах коры по тем же данным ГСЗ скорость сейсмических волн увеличивается в направлении материка. Остается оценить, какое повышение кажущейся скорости вдоль границы М, при условии ее горизонтального залегания, следует ожидать в результате такого увеличения скоростей в верхах коры. Простые кинематические расчеты показывают, что кажущиеся скорости вдоль границы М должны возрасти до 9,3 км/с, поэтому на западном борту Татарского трога не только не наблюдается подъема границы М, но даже происходит некоторое ее опускание в сторону материка.

Независимое подтверждение проведенных рассуждений и расчетов получено при гравитационном моделировании. Его суть заключалась в том,

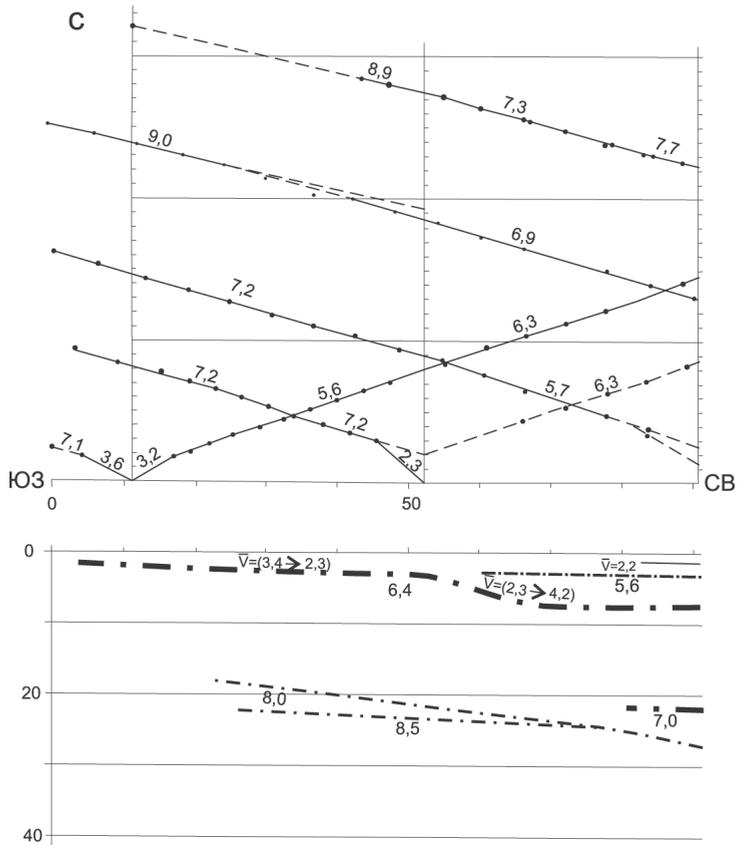


Рис. 4. Годографы и фрагмент глубинного разреза по профилю ГСЗ 28 [10]. Цифры над годографами - кажущиеся скорости, на разрезе – средние (над границами) и граничные (под границами) скорости в км/с

что для заданной по данным сейсмических результатов плотностной модели проводился расчет аномального гравитационного поля. Затем оно сравнивалось с наблюдаемым полем, корректировались плотность и глубина слоев, снова производился расчет аномального поля и так далее до совпадения наблюдаемого и расчетного полей [14]. Для профилей ГСЗ 28 и 30 рассмотрено по две модели. Первая базировалась на первичных разрезах ГСЗ и данных МОВ. Во второй использовались данные МОВ и ГСЗ о строении верхней части коры, а границы М и нижних слоев коры задавались горизонтальными. Варьировалась лишь глубина залегания границы М.

Результаты гравитационного моделирования представлены на рис. 5. На севере пролива (профили 28 и 30) совпадение расчетного и наблюдаемого гравитационных полей удалось получить только для второй модели, где граница М залегает горизонтально на глубине 33 км. Таким образом, гравитационное моделирование также подтверждает отсутствие здесь Сихотэ-Алиньского вала, установленного при первичной интерпретации данных ГСЗ [10]. На юге пролива (профиль ГСЗ 29) совпадение расчетного и наблюдаемого гравитационных полей получено для модели, в которой граница М поднимается к ЮЗ с глубины 35 км в районе мыса Ламанон до 26 км у берега Приморья.

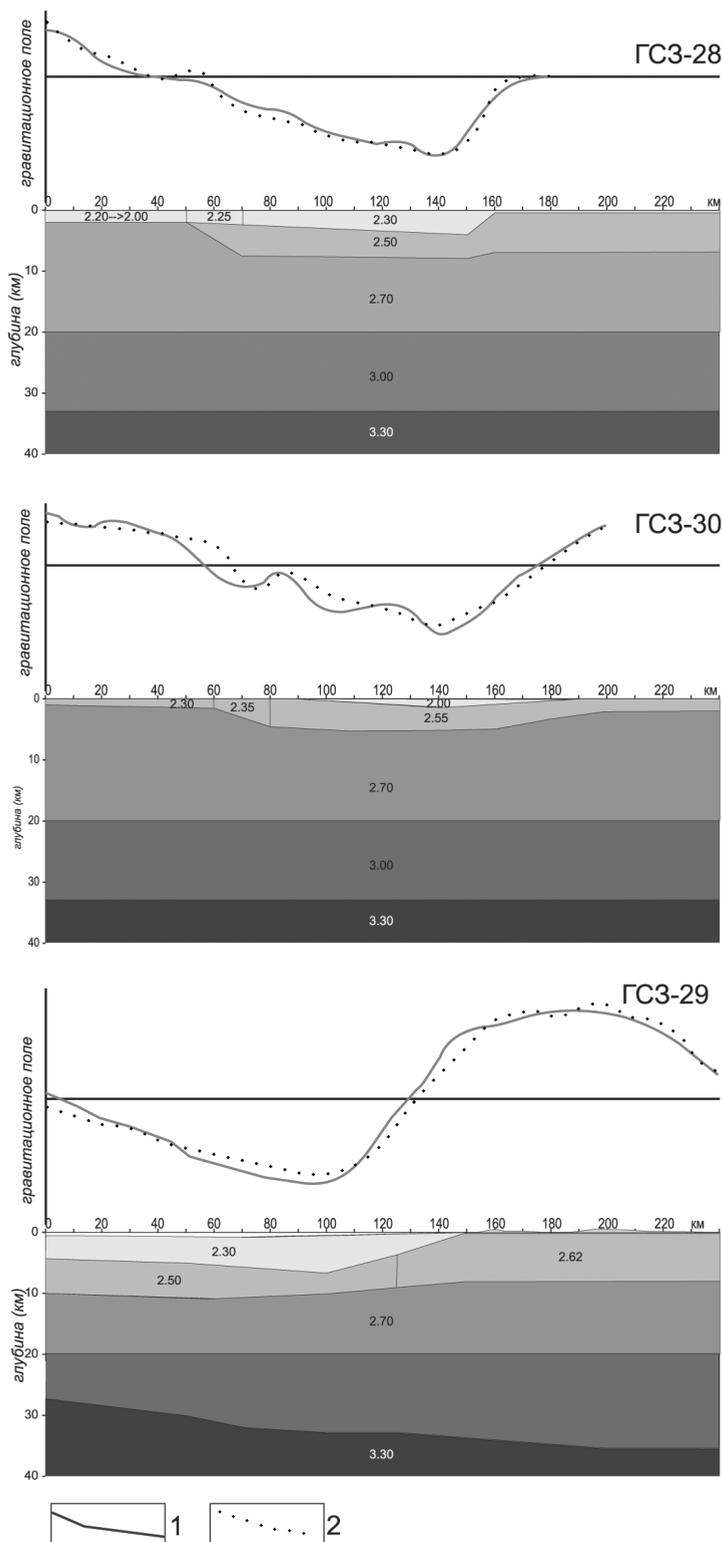


Рис. 5. Гравитационные модели земной коры вдоль профилей ГСЗ 28, 29 и 30: 1 – наблюдаемые значения гравитационного поля (аномалии Фая), 2 – расчетные значения гравитационного поля. Цифрами обозначены значения плотностей в г/см^3 .

Итак, из материалов ГСЗ и гравиметрии следует, что глубина границы М в Татарском трого увеличивается к северу от 20 до 33–35 км на широте мыса Ламанон и далее практически не изменяется, т.е. трог маркирует выступ мантии. В направлении Центральной котловины Японского моря глубина границы М резко уменьшается до 12 км. Обратим внимание на почти горизонтальную границу на глубинах 8–10 км на профилях 25–1 и 26–Т-1, непараллельную ниже- и особенно вышележащим. Согласно [15], такое строение разреза указывает на срыв верхней коры вдоль этой границы к востоку, что согласуется с результатами интерпретации профиля МОГТ 452 (см. выше и рис. 2).

Обсуждение результатов. В контексте работы важно обратить внимание на следующие аспекты. Так, новая тектоническая интерпретация профиля МОГТ 452 (см. рис. 2) с преднеогеновыми надвигами западного падения, фронтами аккреции и регионального шарьяжа позволяет снять давнее противоречие между сбросовой структурой подводного восточного склона Сихотэ-Алиня и Дальнегорским шарьяжем на его западном склоне, которые, как известно, формируются в условиях растяжения и сжатия коры соответственно. Уточнен и тектонический тип этого горного, покровно-складчатого сооружения – дивергентный ороген, характерный для активных тихоокеанских окраин. Вместе с тем на профилях ГСЗ 28 и 30 в кровле консолидированной коры (подошва кайнозойского осадочно-вулканогенного чехла) четко выделяется уступ восточного падения высотой 4–6 км. Он ограничивает с запада газо- и возможно нефтеперспективную зону распространения аномалий типа «газовая залежь» и структур прорыва флюидов (см. рис. 1). Традиционно его можно считать нормальным сбросом во фронте Сихотэ-Алиня, хотя в желобах Пацифики крупные уступы акустического фундамента формируют надвиги и шарьяжи [17]. Нерешенной остается проблема прослеживания осадочных толщ палеогена и эффузивов на материковом шельфе Татарского трого, где вероятно лучше использовать возможности КМПВ в сравнении с МОГТ и ГСЗ, а также гравитационное моделирование верхней коры (см. рис. 2, 4, 5). Есть проблемы и в картировании, особенно на шельфе, фронтального надвига Сихотэ-Алиня как регионального флюидоэкрана, контролирующего положение УВ-аномалий и структур прорыва флюидов на рис. 1.

В кайнозойской истории и тектонике исследуемого региона важно привлечь внимание к пластовым срывам в коре и мантии, поскольку с ними тесно связано развитие покровно-складчатых сооружений Сихотэ-Алиня и Сахалина, региональная сейсмичность и вероятно генерация магм [18, 19]. В этой связи обратим внимание на постседиментационный перекося примерно на 2 км подошвенной пачки неогенового чехла на профиле МОГТ 452 (см. рис. 2). В отсутствие надвигов западного падения и развития малоамплитудных (50–100 м) сбросов и флексур в неогеновом чехле [2, 6, 8, 12], не показанных на рис. 2 из-за масштаба, не приходится говорить о связи такого перекося со срывом. Его причины нужно искать в интрузивном и/или экструзивном магматизме (Восточно -Сихотэ-Алиньский вулканический пояс) и особенно региональном опускании автохтона и аллохтона под литостатической нагрузкой последнего, известном в глубоководных желобах

Пацифики по данным сейсмических исследований и бурения. Для Перу – Чилийского желоба его предполагал еще А. Вегенер [17].

Классической проблемой морской геологии и геофизики последние 50 лет остается утонение континентальной нижней коры в Японском и других окраинных морях Пацифики с 30–40 до 10–20 км. Многие исследователи связывают это с трансформацией континентальной коры в океаническую или субокеаническую под действием кайнозойского магматического диапиризма (по Д. Каригу). В Татарском трогe заметное утонение континентальной коры происходит с севера на юг в сторону Центральной котловины Японского моря от 33–35 до 20 и 12 км соответственно, но без изменения ее мощности по широте (см. рис. 3–5). Однако оно не проявляет себя в очертаниях главных субмеридиональных морфоструктур региона, дискордантности элементов аномального магнитного поля простирающую четвертичных структур Татарского трогa и Западного Сахалина [6, 12] или в развитии четвертичного корового срыва на Сахалине и Охотском море [18, 19]. Следовательно, выступ мантии в Японском море суть пассивная в кайнозойе автохтонная структура (область сноса в окружении морских палеобассейнов докембрия?).

Выводы. Представленные в статье материалы МОГТ, ГСЗ и гравитационного моделирования и их интерпретация позволили впервые выявить признаки покровной, надвиговой структуры активной подводной окраины складчатого Сихотэ-Алиня, или западного борта Татарского трогa, связанные с внутрикоровым срывом к востоку. Мощность коры в трогe изменяется только в меридиональном направлении, уменьшаясь к югу от 33–35 до 20 км. Намечен основной источник УВ (нефтегазоматеринский комплекс) и сопочной брекчии структур прорыва флюидов. Таковым является мощная осадочная толща, выполняющая палеоцен – эоценовый краевой прогиб Сихотэ-Алиня (палеожелоб) и перекрытая эффузивами олигоцена – раннего миоцена. С последними связаны новые подходы к геологии акустического фундамента и интерпретации сейсмических данных, в частности, трактовка осадочных карманов как окон в эффузивах. Таким образом., в Татарском трогe открываются новые направления дальнейших исследований, включая КМПВ (оценка мощности осадочного палеогена, особенно в окнах эффузивов) и объекты для разведочного бурения крупных аномалий типа «газовая залежь», например, на Сюркумском погребенном выступе.

Данная работа поддержана грантом РФФИ – Дальний Восток №09-05-98577. Особую признательность авторы выражают председателю ДВО РАН, академику В.И. Сергиенко за внимание и поддержку в проведении настоящих исследований.

1. Ломтев В.Л., Кононов В.Э. Проблемы тектоники Северо-Татарского трогa // Строение, геодинамика и металлогения Охотского региона и прилегающих частей Северо-Западной Тихоокеанской плиты: мат-лы междунар. науч. симп. – Южно-Сахалинск: ИМГиГ ДВО РАН, 2002. Т. 1. – С. 227–229.
2. Ломтев В.Л., Кругляк В.Ф., Савицкий В.О. Геологическое строение, история геологического развития в неогене и направление нефтепоисковых работ в северной части Татарского пролива // Геология и стратиграфия кайнозойских отложений Северо-Западной Пацифики. – Владивосток: ДВО АН СССР, 1991. – С. 63–69.

3. Ломтев В.Л., Торгашов К.Ю., Гуринов М.Г. К строению и газоносности западного борта Татарского трога (Японское море) // Геодинамика. Глубинное строение. Тепловое поле Земли. Интерпретация геофизических полей. Пятые научные чтения памяти Ю.П. Булашевича. Мат-лы докл. - Екатеринбург: ИГФ УрО РАН, 2009. - С. 295-300.
4. Ломтев В.Л., Торгашов К.Ю., Патрикеев В.Н. Структуры прорыва флюидов и газовые окна на западном борту Татарского трога (Японское море) // Тектоника и глубинное строение востока Азии: VI Косыгинские чтения: доклады все-росс. конф. - Хабаровск: ИТиГ ДВО РАН, 2009. - С. 327-329.
5. Ломтев В.Л., Торгашов К.Ю., Патрикеев В.Н. Аномалии типа «залежь» на западном борту Татарского трога (Японское море) // Хабаровск: ИТиГ ДВО РАН, 2009. С. 329-331.
6. Геология, геодинамика и перспективы нефтегазоносности осадочных бассейнов Татарского пролива. - Владивосток: ДВО РАН, 2004. - 220 с.
7. Тронов Ю.А., Харахинов В.В., Кононов В.Э., Пудиков Э.Г. Северо-Татарский нефтегазоносный бассейн // Тихоокеан. геология. - 1987. - №6. - С. 45-49.
8. Антипов М.П. Тектоника неоген-четвертичного осадочного чехла дна Японского моря. - М.: Наука, 1987. - 86 с.
9. Варнавский В.Г. О перспективах нефтегазоносности приматерикового шельфа Татарского пролива // Тихоокеан. геология. - 1994. - №3. - С. 33-44.
10. Глубинное сейсмическое зондирование земной коры Сахалино-Хоккайдо-Приморская зона. - М.: Наука, 1971. - 286 с.
11. Гнибиденко Г.С. Тектоника дна окраинных морей Дальнего Востока. - М.: Наука, 1979. - 161 с.
12. Чуйко Л.С., Куделькин В.В., Карней Т.И. и др. Комплексные рекогносцировочные геофизические исследования в Охотском море. - Южно-Сахалинск: ДМНГ, 1988. - 284 с.
13. Тектоносфера Тихоокеанской окраины Азии. - Владивосток: ДВО РАН, 1992. - 238 с.
14. Сеначин В.Н. Методика регионального гравитационного моделирования. - Южно-Сахалинск: ИМГиГ ДВО РАН, 1992. - 62 с.
15. Ломтев В.Л. К диагностике пластовых срывов // Общие и региональные проблемы тектоники и геодинамики. Мат-лы XLI Тектонического совещания. - М.: ГЕОС, 2008. Т.1. - С. 508-512.
16. Калягин А.Н. О соотношении аллохтонных и автохтонных структур Сихотэ-Алиня // Геология дна Тихого океана и зоны перехода к Азиатскому континенту. - Владивосток: ДВО АН СССР, 1989. - С. 60-69.
17. Ломтев В.Л., Патрикеев В.Н. Структуры сжатия в Курильском и Японском желобах. - Владивосток: ДВНЦ АН СССР, 1985. - 141 с.
18. Ломтев В.Л. К структурно-геоморфологической характеристике дна Охотского моря // Геология и полезные ископаемые Мирового океана. 2009. №2. С. 70-81.
19. Ломтев В.Л., Никифоров С.П., Ким Ч.У. Тектонические аспекты коровой сейсмичности Сахалина // Вестник ДВО РАН. №4. С. 64-71.

За даними МОГТ, ГСЗ і гравітаційного моделювання та результатами їх інтерпретації обговорюються проблеми будови Татарського трогу. Уперше показано так: 1) його західний борт має насувну, покривну будову, пов'язану із внутрішньокоровим зривом на схід; 2) товщина кори в трозі змінюється тільки в меридіональному напрямку, зменшуючись на південь від 33-35 до 20 км; 3) головним джерелом вуглеводнів і сопкової брекчії є потужна осадова товща палеоцену - еоцену, що виповнює крайовий прогин Сихоте-Аліню (палеозолоб) і перекрита ефузивами олігоцену-раннього міоцену.

Based on the CDP (common depth point method), DSS (deep seismic soundings) and gravitational modelling data, problems of the Tatarsky trough structure are discussed. It is first show, that: 1) its western side have thrust, nappe structure, associated with intracrustal glide to the east; 2) crustal thickness change only in a meridional direction, decreasing to the south from 33-35 to 20 km in the trough; 3) great sedimentary strata of Paleocene-Eocene, infilling a marginal basin of Sikhote-Alin (paleotrench) and covered Oligocene – Low Miocene effusives, is a main source of hydrocarbons and mud hill breccia.

Получено 30.03.2010 г.