

УДК 550.834 (571.645)

© В.Л. Ломтев, 2009

Институт морской геологии и геофизики РАН, Дальневосточное отделение, Южно-Сахалинск, Россия

К СТРУКТУРНО-ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКОЙ ХАРАКТЕРИСТИКЕ ДНА ОХОТСКОГО МОРЯ

По результатам переинтерпретации временного и глубинного разрезов профиля МОГТ 1632 обнаружены: 1) погребенный бар и на его уровне региональное позднеплиоценовое несогласие, Большерецкий и Лебеда щитовые субаэральные вулканы, Кони-Пьягинская и Магаданская мегадайки; 2) морфологические признаки покровного строения Охотского свода (моноклинальные надвиговые чешуи акустического фундамента с рамповыми полуграбенами во фронте, раздвиг с одиночным диапиром в Кольском прогибе, разделяющий Охотский свод на два аллохтонных мегаблока со встречной вергентностью надвигов), связанные с дивергентным пластовым срывом вероятно на уровне границы М.

Введение

В статье представлены результаты повторной интерпретации материалов временного и глубинного разрезов по субмеридиональному профилю МОГТ 1632 (метод общей глубинной точки), отработанному в 1986 г. трестом «Дальморнефтегеофизика» (ДМНГ) между Северными Курилами и магаданским шельфом близ п-ова Кони (рис. 1–6; [13, 14, 25, 26]). Параллельно с МОГТ производились набортные гравимагнитные наблюдения, результаты которых с некоторыми ограничениями представлены на рис. 2–4, 6 (фрагменты временного разреза с интерпретацией Л.С. Чуйко, стратиграфия кайнозойского осадочного чехла по В.О. Савицкому, ДМНГ) из отчета по объекту 11/86 (ссылка в [14]). Глубинный разрез по этому профилю построен В.Н. Патрикеевым [25]; временной разрез опубликован в [18], но без какой-либо геологической или тектонической трактовки. Основанием для переинтерпретации материалов профиля МОГТ 1632 стала экспресс-проверка недавнего открытия в нагаевской толще на южной окраине Магадана молодых (позднечетвертичных) структур бокового сжатия, действовавшего со стороны Охотского моря [20], поскольку оно противоречит классическим представлениям о блоковой (грабен-горстовой), рифтовой структуре его дна, связанной с растяжением, рифто- и/или тафрогенезом жесткой, континентальной коры *in situ* в кайнозое [2, 3, 6, 9, 24–26 и др.]. Эти обстоятельства, а также местоположение профиля МОГТ 1632 близ Магадана (рис. 1), предопределили его выбор из числа региональных профилей МОГТ, отработанных трестом ДМНГ в 1970–80-х гг. (схему профилей см. в [25, 26]).

Результаты переинтерпретации

По итогам повторной интерпретации материалов глубинного и временного разрезов МОГТ 1632 выявлены новые объекты и особенности в строении дна и истории Охотского моря (кроме юго-восточной, прикурильской части), представленные ниже (см. также [13, 14]).

Позднеплиоценовые бар и региональное несогласие (рис. 1, 2) по сейсмическим данным на аваншельфе Охотского моря прежде не описывались [2, 3, 6, 25, 26]. Погребенный береговой бар шириной 4 км и высотой 20–30 м обнаружен на пикетах (ПК) 528–532 км профиля близ южного края плоской абрадированной вершины Центрально-Охотского поднятия (палеосуша Охотия [15]). В разрезе он располагается в средней (поздний плиоцен) части плиоцен-четвертичного сейсмокомплекса на глубине 360 м (скорость Р-волн в осадках равна 1600 м/с). На временном разрезе бар опознается по характерному выпуклому и слегка асимметричному, двухфазному отражению [22]. На том же уровне последнее в смежном прогибе Лебеда представляет собой угловое несогласие типа подошвенного прилегания, а за его пределами – согласие, скрытое угловое и возможно азимутальное несогласия регионального масштаба. Поскольку глубина охотского аваншельфа здесь достигает 680 м, то очевидно, что позднеплиоценовые бар и региональное несогласие маркируют последнюю крупную трансгрессию и углубление впадины Охотского моря.

Щитовые вулканы (рис. 1–3) в Охотском море прежде не описывались [2, 3, 6, 7, 25]. На поднятиях Лебеда (ПК 462–484 км на рис. 2) и Большерецком (ПК 178–202 км на рис. 3) обнаружены уникальные структуры, по своему коническому строению сходные с вулканами. Их привершинные конусы осложнены мелкими депрессиями шириной 1–2 км, по форме и местоположению близкими вулканическим кратерам. На склонах этих построек залегают осадочные линзы мощностью до 150 м, характер расслоенности которых позволяет рассматривать их как вулканокластические шлейфы (покровы). Перечисленные особенности строения позволяют даже по одному профилю предполагать их вулканическую природу (щитовые вулканы). Первый из них (Лебеда [14]) с мелким вершинным кратером обнаружен на поднятии или гряде Лебеда с глубинами дна 710–750 м (ПК 462–484 км на рис. 2). Его высота достигает 500 м при диаметре основания 22 км. Однако из-под морских осадков его конус выступает только на 30 м. На пологих, разнонаклонных склонах цоколя развиты вулканокластические шлейфы мощностью до 100–150 м, на которые несогласно налегают морские осадки позднего плиоцена - плейстоцена. Последнее, с учетом превышения этой постройки над погребенным баром и позднеплиоценовым несогласием на рис. 2, указывает на ее формирование в субэаральных условиях (островной вулкан).

Хорошо сохранившийся вулкан (Большерецкий [14]) высотой 650 м и диаметром основания 24 км обнаружен на Большерецком выступе акустического фундамента на глубинах 450–600 м (ПК 178–202 км на рис. 3). В рельефе дна (аваншельф) он представляет собой низкий (150 м) одиночный конус диаметром 5 км с мелким вершинным кратером глубиной 75 м. Конус опирается на пологий, разнонаклонный цоколь, северный склон которого

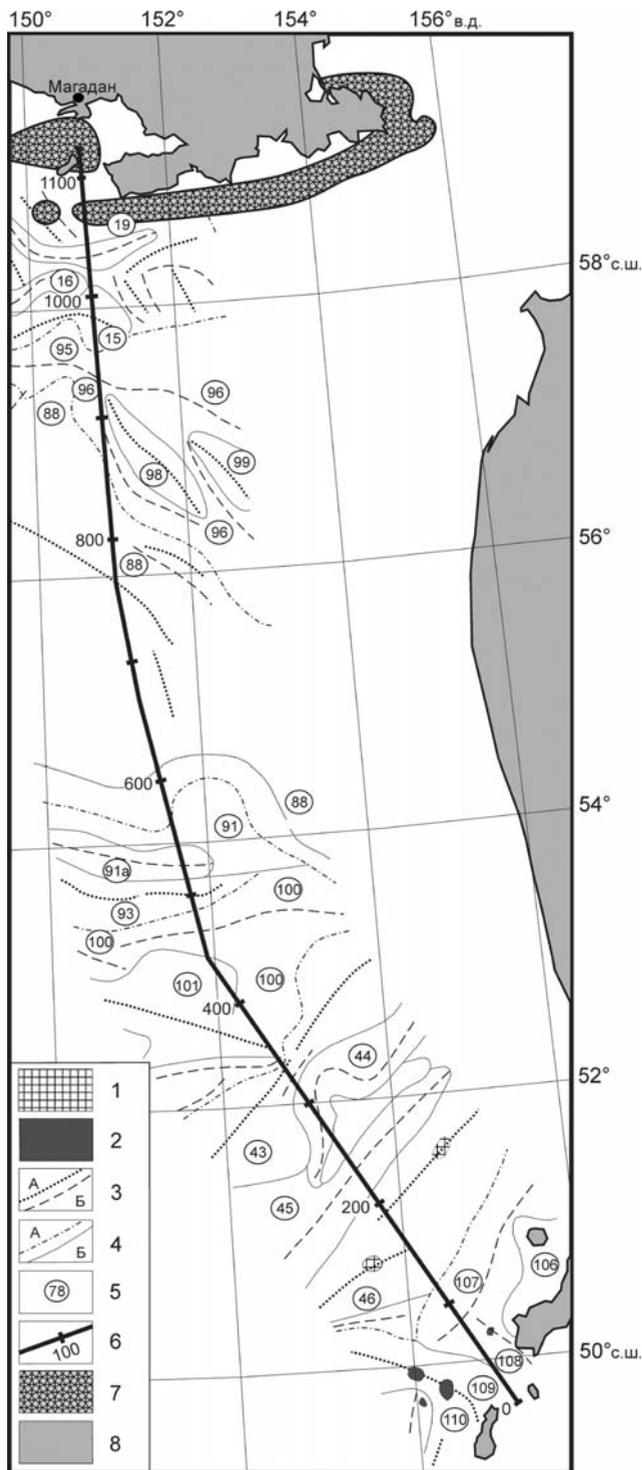


Рис. 1. Фрагмент карты структурных элементов осадочного чехла Охотского моря с положением профиля МОГТ 1632 [25]: 1 – выходы акустического фундамента на дно, 2 – вулканы плиоцен–четвертичного возраста, 3 – оси относительных поднятий (А) и прогибов (Б), 4 – границы тектонических элементов и зон (А) и структур в пределах зон (Б), 5 – номера структурных элементов, 6 – положение профиля МОГТ 1632 с номерами пикетов. Поворот профиля с СЗ курса на субмеридиональный происходит на пикете 445 км, 7 – положительные магнитные аномалии с карты Л.М. Лютой [24] над Кони-Пьягинской (справа) и Магаданской мегадайками, 8 – побережье Охотского моря. На рис. 1, 5 цифрами обозначены поднятия: Северо-Охотское – 15, Западно-Тинровское – 98, Восточно-Тинровское – 99, Центральное-Охотское – 88, Лебеда – 93, Атласовское – 101, Соболевское – 43, Большерецкое – 46, Алайд-Парамуширское – 106, Онекотанское – 109; Экарма-Симуширское – 110; прогибы: Кони – 19, Мотыклейский – 16, Северо-Западный Тинровский – 95, Центральный Тинровский – 96, Лебеда – 91, Линейный – 91а, Центрально-Охотский – 100, Кольский – 44, Большерецкий – 45, Голыгинский – 107, Четвертого Курильского пролива – 108, Северо-Охотский – 15, 19, 96.

драпирован маломощным (до 100 м) вулканокластическим плащом с несогласно налегающими на нем морскими осадками позднего плиоцена–плейстоцена мощностью до 400 м. Последнее, с учетом превышения вулкана над позднеплиоценовым несогласием, указывает на субаэральную обстановку формирования (островной вулкан).

На южном цоколе вулканокластический шлейф вероятно абрадирован и/или имеет малую (20–30 м) мощность, близкую разрешающей способности МОГТ в кайнозойском осадочном чехле. Отметим приуроченность этих вулканических построек к

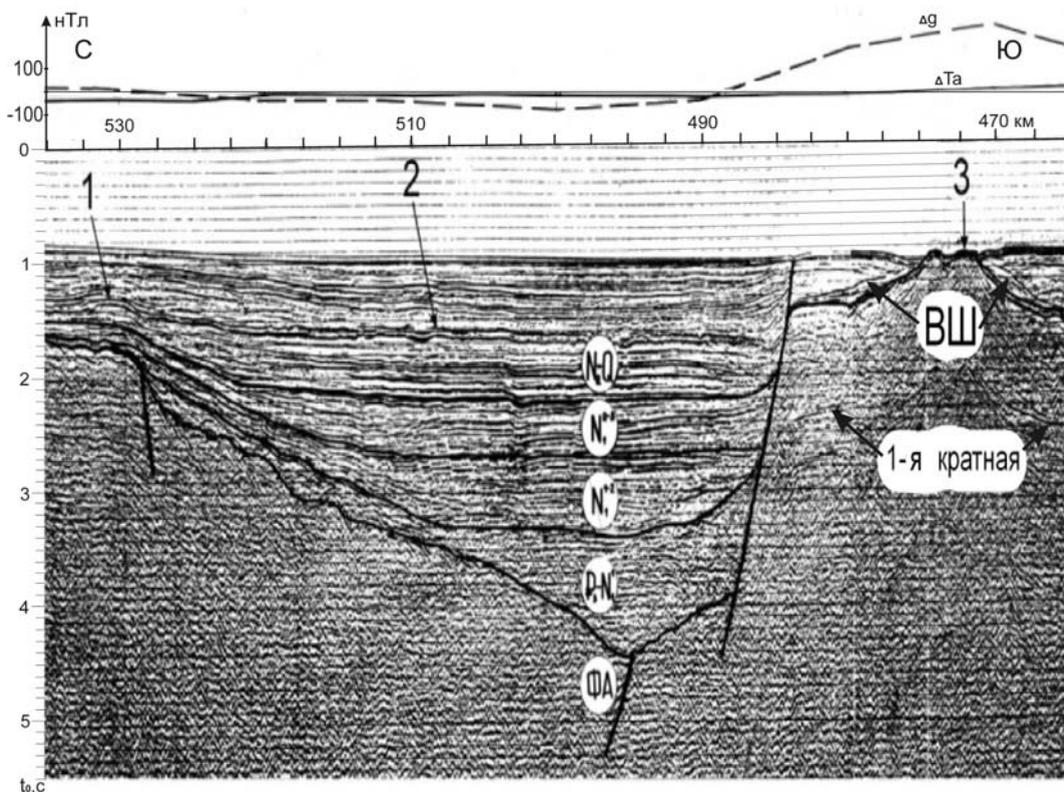


Рис. 2. Фрагмент временного разреза МОГТ 1632 через прогиб и поднятие Лебеда с наблюдаемыми значениями аномальных, гравитационного (пунктирная линия) и магнитного (сплошная линия) полей здесь и на рис. 3, 4, 6 из отчета по объекту 11/86 – ссылка в [14]: 1 – погребенный бар, 2 – позднеплиоценовое региональное несогласие, 3 – щитовой вулкан Лебеда с вулканокластическими шлейфами (ВШ – здесь и на рис. 3), ФА – акустический фундамент здесь и на рис. 6. Сплошные субвертикальные линии в осадочном чехле и подстилающем акустическом фундаменте здесь и на рис. 2–6 – сместители нормальных сбросов в трактовке авторов отчета по объекту 11/86.

выступам плотных, вулканогенно-осадочных пород юры и мела [2, 3, 6, 25, 26], кровля которых фиксируется интенсивными кратными волнами на временном разрезе (рис. 2,3). Последнее, с учетом явных различий в морфологии Лебеда и Большерецкого вулканов в сравнении с курильскими вулканами [5, 10, 12, 25], позволяет предварительно считать их щитовыми, преимущественно базальтовыми, постройками. По данным А.Я. Ильева [25, 26] драгированием они пока не изучены. Особо выделим тот факт, что в аномальных, грави- и магнитном полях оба вулкана почти незаметны, что может указывать на выветрелость слагающих их вулканитов.

Кони-Пьягинская и Магаданская мегадайки (рис. 1, 4) представляют собой новые объекты в геологии магаданского шельфа Охотского моря [14], тяготеющие к южному флангу мелового Охотско-Чукотского вулканического пояса [2, 3, 7, 25, 26]. На временном разрезе эти структуры выделяются на ПК 1082-1087 и 1111-1119 км соответственно по вертикальным зонам реверберации плоскопараллельных контрастных отражений шириной 5 и 8 км, связанных вероятно с внедрением плотных, высокоскоростных (ультра-

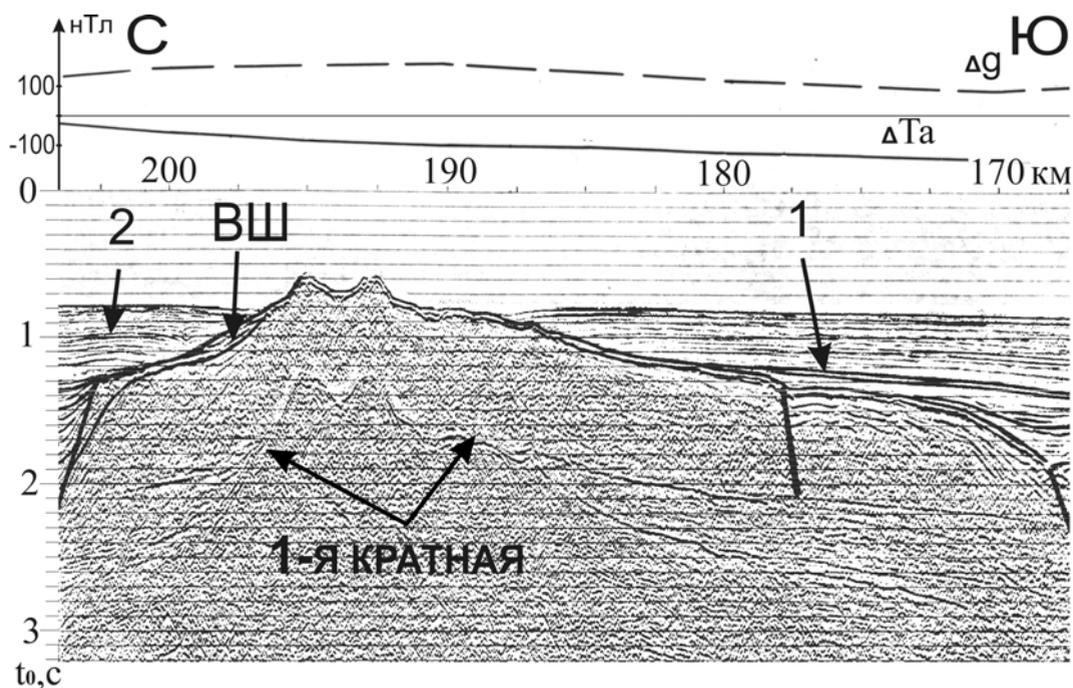


Рис. 3. Фрагмент временного разреза МОГТ 1632 через Большерецкий выступ акустического фундамента и одноименный, вероятно щитовой, вулкан: 1 – подошва плиоцен-четвертичного сейсмокомплекса, 2 – позднеплиоценовое несогласие

базиты) пород в кайнозойский осадочный чехол, включая придонные, плиоцен-четвертичные осадки. Реверберация сейсмических волн на магаданских мегадайках и, напротив, прозрачный разрез Трехбратской мегадайки на внешнем крае шельфа СВ Сахалина на десятках профилей МОГТ треста «Дальморнефтегеофизика» определяются разной (примерно 1–2 и 15–20 м соответственно) мощностью валунно-галечной отмостки на их бенчах. Последняя обуславливает резкий или более плавный перепад скорости при распространении волн от водной толщи к ультрабазитам [14]. Их молодой, четвертичный возраст и интрузивную природу, по аналогии с Трехбратской мегадайкой [17], также подчеркивают антиклинальные складки с плоскими, абрадированными на уровне шельфа сводами, и линейные положительные магнитные и гравитационные аномалии. Смещение аномалий относительно мегадаек на рис. 4 позволяет, по данным атласа Д.С. Микова (ссылка в [14]), предполагать их противоположное (встречное) падение в верхней коре, достигающее возможно $\sim 45^\circ$, хотя на глубине они могут быть связаны с глубинным разломом, ограничивающим, по мнению многих исследователей, южный фланг Охотско-Чукотского вулканического пояса [2, 3, 9].

Моноклиальные гряды акустического фундамента (рис. 1, 2, 4) в литературе обычно описывались как выступы, поднятия или горсты акустического фундамента, ограниченные нормальными сбросами [2, 3, 6, 69, 25, 26]. Однако профиль МОГТ 1632 обнаруживает их моноклиальное строение, которое четко опознается по разнонаклонным фасам (склонам) высотой до 5–6 км. Так, у Центрально-Охотской гряды (мегамоноклиаль), ограничивающей с юга Северо-Охотский прогиб, передний фас имеет наклон

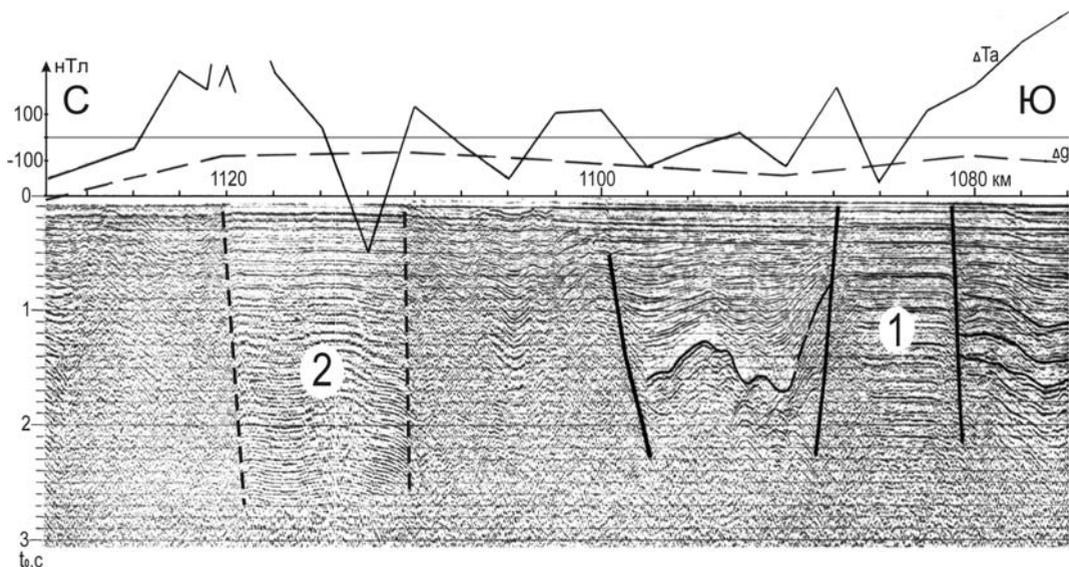


Рис. 4. Фрагмент временного разреза МОГТ 1632 через мегадайки 1 – Кони–Пьягинская; 2 – Магаданская (ее боковые стенки намечены субвертикальными пунктирными линиями)

45°, а тыловой, южный – 16°. При этом ширина гряд превышает 10–20 км. Согласно [11, 17, 19], они образуются при пластовом срыве, поэтому в разрезе ограничены чешуйчатыми надвигами (аллохтонные чешуи и пластины). У дна надвиги осложнены или переходят во взбросо-надвиги и взбросы. Их сместители на рис. 5 намечены по аналогии с глубинными разрезами МОГТ и НСП в [16, 19]. Так, фронтальный (подошвенный) надвиг каждой пластины как бы продолжает пологий внешний борт смежного прогиба на глубину, где он разделяет аллохтонный и автохтонный комплексы акустического фундамента. Тип разломов определялся с использованием принципа Лагранжа аналогично [16]. В итоге по обе стороны от Кольского (желоб Макарова [3]) субширотного прогиба (раздвиг) наметилась встречная вергентность надвигов, характерная для зоны развития дивергентного срыва [13, 17]. Раздвиг разделил Охотский свод на два аллохтонных мегаблока, медленно расходящихся к северу и югу от него. Самой крупной пластиной его северного блока является Центрально-Охотская мегамоноклиналь шириной 180 км, состоящая из нескольких чешуй. Судя по рельефу кровли фундамента одни из них можно отнести к пластовым моноклиналям, другие – к складчатым, хотя первые имеют местами мелкую, вероятно складчатую, гофрировку.

Итак, судя по стилю дислокаций на рис. 5, в охотской части профиля МОГТ 1632 доминирует сжатие коры (кроме узкой зоны раздвиги). С ним связано четвертичное воздымание некоторых гряд на 1-1,5 км, например Лебеда (см. рис. 2), развитие надвигов северного мегаблока Охотского свода по региональному восстанию дна и кровли акустического фундамента к северу от Кольского прогиба, т.е. аналогично региональным шарьяжам в тихоокеанских желобах [16, 17]. В миниатюре такая кинематика характерна для каждой аллохтонной чешуи или пластины акустического фундамента.

Рамповые полуграбены (рис. 1, 2, 4) в Охотском море прежде не описывались [2, 3, 6, 9, 25, 26]. Однако на профиле МОГТ 1632 Северо-Охот-

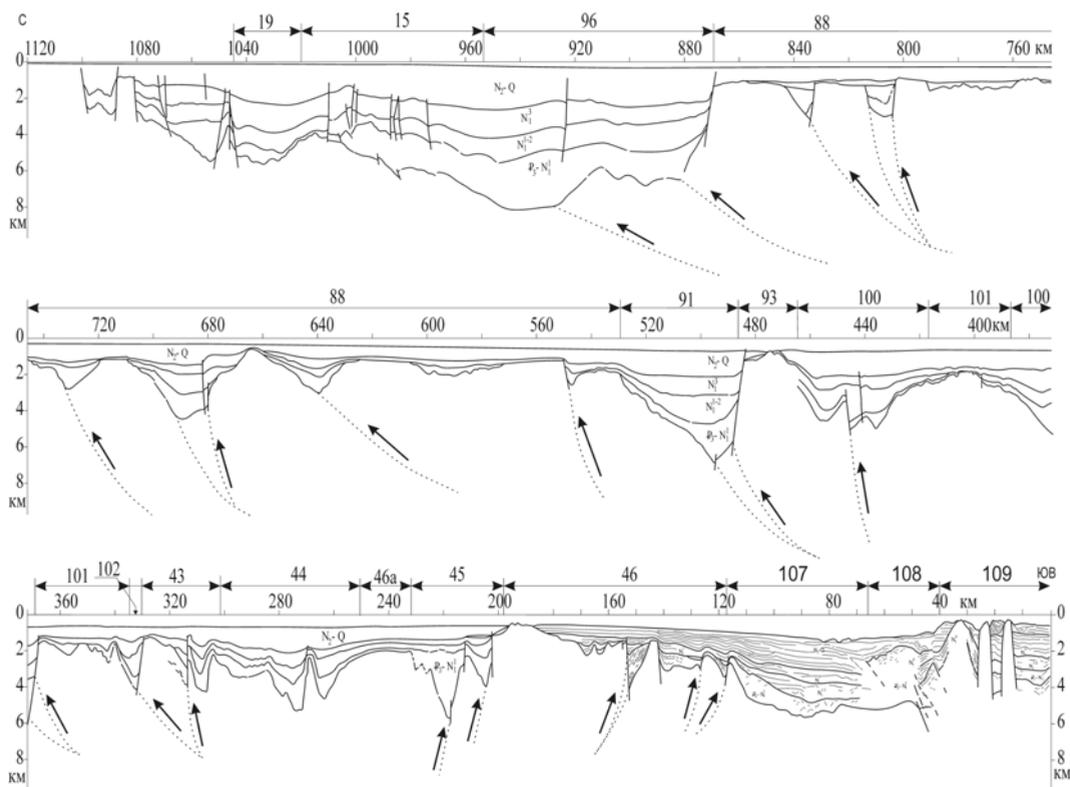


Рис. 5. Глубинный разрез МОГТ 1632 из [25] с новой тектонической трактовкой уступов фундамента (разломы сжатия, предполагаемые сместители которых выделены точками со стрелками [13, 14]). Цифрами обозначены поднятия и прогибы (см. подпись к рис. 1)

ский и более мелкие, компенсированные кайнозойскими континентальными и морскими осадками прогибы [1, 25], в поперечном сечении асимметричны (кроме Кольского), что типично для полуграбенов или односторонних грабенов. Их борта слабо террасированы разломами, особенно крутые (до 45°), к которым тяготеют депоцентры прогибов. Судя по надвиговым ограничениям смежных моноклиналиных гряд на рис. 5 и их кинематике, полуграбены следует считать рамповыми, т.е. структурами сжатия коры, а не рифтовыми, как полагали до сих пор [2, 3, 6, 9, 25]. Более того, их уместно объединять с грядами акустического фундамента в покровные тектонопары «надвиговая моноклираль – рамповый полуграбен», характерные для зоны развития дивергентного срыва. Образование полуграбенов, по аналогии с тихоокеанскими желобами [16, 17], вероятно вызвано опусканием акустического фундамента под весом смежных аллохтонных чешуй (этот механизм предполагал еще А. Вегенер для Перу-Чилийского желоба (ссылка в [16]).

Некоторые исследователи образование полуграбенов связывают с растяжением коры в сдвиговых зонах в рамках новой тектонической концепции pull-apart basins [8]. Однако в исследуемой части Охотского моря этому противоречат площадное, а не линейное, как у сдвигов, развитие покровных тектонопар (см. рис. 1), признаки молодого (четвертичного) воздымания некоторых моноклиналиных гряд (рис. 2, 5) и бокового сжатия на окра-

ине г. Магадан [20], а также намечаемая, по результатам структурной интерпретации, встречная вергентность чешуйчатых надвигов (см. рис. 2).

Молодой одиночный диапир (рис. 6) – уникальная структура для Охотского свода, ранее неизвестная [2, 3, 6, 9, 25, 26 и др.]. Обнаружена в Кольском прогибе (зона раздвига) на ПК 266–274 км, где диапир прорывает низы его кайнозойского осадочного выполнения без изменения мощности слоев и формирует в придонных, плиоцен-четвертичных осадках низкую (150 м) антиклиналь шириной до 6–8 км. Молодой возраст складки определяется

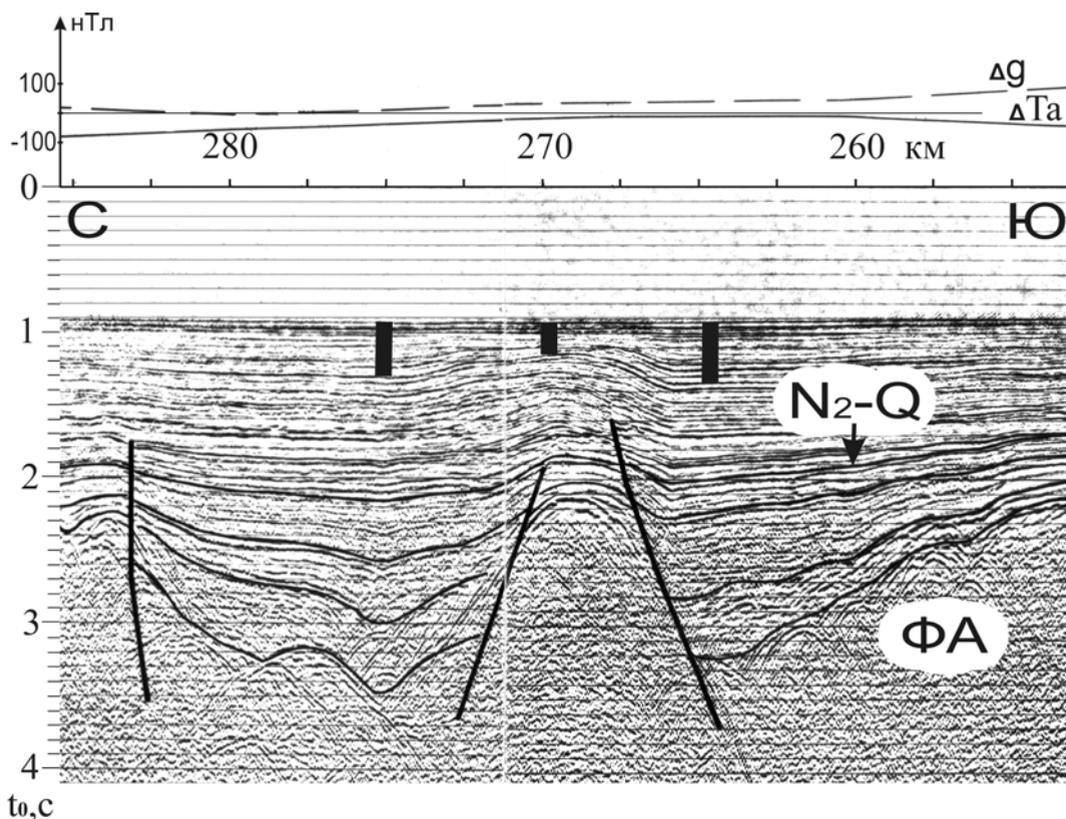


Рис. 6. Фрагмент временного разреза МОГТ 1632 через Кольский прогиб с диапиром. Стрелкой показана подошва плиоцен–четвертичного сейсмокомплекса; зачерненные колонки – придонные осадки, накапливавшиеся одновременно с внедрением диапира

по конседиментационному утонению (от 350 до 170 м) к своду придонных, вероятно, четвертичных [1–3, 6, 25, 26] осадков. В рельефе охотского аваншельфа из-за его эрозии придонными течениями складка незаметна. Не проявился диапир в аномальных магнитном и гравитационном полях. Он почти незаметен в магнитном и гравитационном полях. Это не предполагает его связи с позднекайнозойским экструзивным магматизмом, обнаруженным недавно по данным НСП МОВ на охотской подводной окраине Курильской дуги и ложе СЗ Пацифики [12, 17, 25, 26]. С учетом известного конического строения диапиров независимо от состава их ядер протыкания (соль, глина или вязкая магма), их диагностика по одиночным профилям МОГТ или НСП вполне вероятна [12, 17].

Обсуждение результатов

Повторная интерпретация материалов временного и глубинного разрезов МОГТ по профилю 1632 позволила обнаружить ряд новых черт в геологии, тектонике и истории развития впадины Охотского моря. Так, позднеплиоценовые погребенный бар и региональное несогласие отмечают начало последней крупной трансгрессии и углубления на примерно 1 км. Эти события тесно коррелируются с данными бурения трех скважин в Североохотском прогибе (континентальные вулканиты мела в кровле акустического фундамента, драпированные пляжными конгломератами и угленосами палеоцена–эоцена [1]), а также данными драгирования валунно-галечного материала местных пород на охотском аваншельфе [2, 3, 6, 25, 26], обширными бенчами и абразионными плато Охотии (поздний мезозой – ранний кайнозой [15]) и Большерецким и Лебеда субаэральными щитовыми вулканами [14]. Однако возраст и география этого несогласия нуждаются в изучении.

Формирование упомянутых субаэральных вулканов на вершинах моноклинальных выступов, видимо, связано с раздробленностью пород акустического фундамента при срыве и, следовательно, хорошей проницаемостью для базальтовых лав в сравнении со смежными прогибами. Поэтому здесь можно предполагать развитие вулканических гряд, состоящих из одиночных или слившихся щитовых построек. Возраст открытых вулканов с учетом сейсмостратиграфической привязки кайнозойского чехла на профиле МОГТ 1632 к Магаданской параметрической скв. 1 в Северо-Охотском прогибе (по данным Л.С. Чуйко и др. – ссылка на отчет по объекту 11/86 см. в [14]) можно определить как позднеплиоценовый. Это согласуется с плиоценовым возрастом (четыре датировки) продуктов подводного островодужного вулканизма на возвышенности Академии наук [23]. Однако тип построек пока не изучен по данным НСП или МОГТ. С учетом последней сводки по континентальному юрско-четвертичному вулканизму Охотского моря [7] представленные выше данные МОГТ позволяют расширить ареал плиоценового вулканизма, спектр его построек, продуктов и обстановок извержений.

При изучении Кони-Пьягинской и Магаданской четвертичных мегадаек уместно обратить внимание на их потенциальную рудную и нефтяную специализации. Первая следует из металлогении и многолетней горнорудной разработки (руды хрома, никеля, платины и асбеста) Великой дайки (крупнейшая дайка мира шириной 2–3 и протяженностью 500 км [4]), а нефтяная – с предполагаемой нефтегазогенерирующей ролью Трехбратской мегадайки, к западу от которой находятся все известные месторождения углеводородов Северо-Сахалинского кайнозойского нефтегазоносного бассейна [17]. Традиционной «горстовой» трактовке Кони-Пьягинской мегадайки в [25, 26] противоречит видимое «срезание» ею восточной оконечности низкогорного п-ова Пьягина (см. рис. 1) и встречное падение мегадаек в верхней коре. Кроме того, если бы оба «горста» возникли до позднего плиоцена, то с учетом последнего подъема уровня моря (см. выше) они были бы абрадированы полностью (тогда здесь бы залегали позднеплиоцен-четвертичные осадки мощностью около 1 км) или частично (усеченный горст с лестницей абразионных террас). Конечно, магаданские мегадайки, вслед за

авторами [21], можно было бы считать офиолитовыми поясами древней (мезозой) субдукционной зоны по аналогии с Трехбратской структурой. Однако подобную трактовку едва ли можно согласовать с их внедрением в придонные, плиоцен-четвертичные осадки, фиксирующем заведомо четвертичный возраст мегадаек, а также их встречным падением в верхней коре (см. выше).

В тектонике Охотского свода материалы профиля МОГТ 1632 позволили выделить морфологические тектонопары «моноклиальная гряда – рамповый полуграбен», и узкую зону раздвига в Кольском прогибе с одиночным молодым диапиром, разделяющую свод на южный и северный аллохтонные мегаблоки со встречными надвигами, которые предполагают развитие дивергентного срыва на глубине. Плоскость срыва может быть намечена по материалам ГСЗ [25, 26] в подошве слоя инверсии скорости (до 0.5 км/с) мощностью 4 км (слой трения в низах аллохтона [13], залегающего над границей М). Региональный наклон последней под горное обрамление впадины Охотского моря может способствовать, согласно [11, 13], развитию корового срыва в кайнозой. Одно из его проявлений – диапиризм в зоне раздвига – вызван, видимо, внедрением пластичных пород слоя трения аналогично многочисленным диапирам (экструзивные купола) в зоне раздвига на краевом вале и в зоне разлома Хоккайдо [11, 17]. Возможно с коровым срывом связана мелкофокусная (коровая) сейсмичность в Охотском море, известная по данным А.А. Поплавского и А.О. Бобкова (Сахалинский филиал Геофизической службы РАН).

В контексте статьи особо подчеркиваем согласие между представленными данными профиля МОГТ 1632 и выводами авторов [20] о позднечетвертичном боковом сжатии коры на южной окраине Магадана и его ориентировке (с юга), а также необходимость в повторной интерпретации и других региональных профилей МОГТ ДМНГ в Охотском море как основы перехода от классической, грабен-горстовой (рифтовой) модели растяжения коры к новой, покровной, связанной с ее срывом и сжатием в аллохтонных мегаблоках Охотского свода.

Автор благодарен М.Г. Гуринову за компьютерную подготовку графики и В.Н. Патрикееву за обсуждение ряда вопросов интерпретации материалов профиля МОГТ 1632.

Выводы

Переинтерпретация материалов глубинного и временного разрезов МОГТ 1632 позволила обнаружить в строении дна и истории Охотского моря новые черты, а именно: позднеплиоценовые бар и несогласие, маркирующие начало последнего крупного (~1 км) подъема уровня моря, два субаэральных щитовых вулкана, венчающих моноклиальные гряды акустического фундамента, две четвертичные мегадайки близ южного фланга мелового Охотско-Чукотского вулканического пояса и признаки дивергентного, вероятно корового, срыва (покровные тектонопары, ограниченные чешуйчатыми разломами сжатия, молодой диапир в зоне раздвига в Кольском прогибе, разделяющей Охотский свод на два аллохтонных мегаблока с надвигами встречного падения). Это открывает новые направления и

объекты для будущих геолого-геофизических исследований на длительную перспективу.

1. *Бялобжеский С.Г., Гревцев А.В., Соинская С.М. и др.* К прогнозу коллекторов в Северо-Охотской системе прогибов // Геодинамика, магматизм и минералогия континентальных окраин Севера Пацифики. – Магадан: СВКНИИ ДВО РАН, 2003. Т. 2. – С. 31-34.
2. *Васильев Б.И., Сигова К.И., Обжиров А.И., Югов И.В.* Геология и нефтегазоносность окраинных морей Северо-Запада Тихого океана. – Владивосток: Дальнаука, 2001. – 309 с.
3. *Гнибиденко Г.С.* Тектоника дна окраинных морей Дальнего Востока. – М.: Наука, 1979. – 163 с.
4. *Горная энциклопедия / Республика Зимбабве.* – М.: Изд-во Сов. энциклопедия, 1986. Т. 2. – С. 388-392.
5. *Горшков Г.С.* Вулканизм Курильской островной дуги. – М.: Наука, 1968. – 288 с.
6. *Дальневосточные моря России. Кн.3: Геологические и геофизические исследования (отв. ред. Р.Г. Кулинич).* – М.: Наука, 2007. – 503 с.
7. *Емельянова Т.А.* Вулканизм Охотского моря. – Владивосток: Дальнаука, 2004. – 147 с.
8. *Йогансон Л.И.* Присдвиговые осадочные бассейны (бассейны Pull-Apart) (обзор литературы) // Геотектоника. – 2005. №2. – С. 66-80.
9. *Красный М.Л.* Геофизические поля и глубинное строение Охотско-Курильского региона. – Владивосток: ДВО АН СССР, 1990. – 162 с.
10. *Курильские острова (природа, геология, землетрясения, вулканы, история, экономика) / Т.К. Злобин, И.П. Фархутдинов, М.С. Высоков и др.* – Южно-Сахалинск: Сахалинское книжное изд-во, 2004. – 227 с.
11. *Ломтев В.Л.* К диагностике пластовых срывов // Общие и региональные проблемы тектоники и геодинамики: мат-лы ХLI Тектонического совещания. – М.: ГЕОС, 2008. Т. 1. – С. 508-512.
12. *Ломтев В.Л.* Экструзии юга охотской окраины Курильской дуги близ кальдеры Львиная Пасть (о-в Итуруп) // Известия вузов. Геология и разведка. – 2008, №4. – С. 72-75.
13. *Ломтев В.Л., Гуринов М.Г.* Дивергентный срыв в Охотском море // Фундаментальные проблемы геотектоники: мат-лы ХL Тектонического совещания. – М.: ГЕОС, 2007. Т. – С. 401-404.
14. *Ломтев В.Л., Гуринов М.Г.* Новое в строении и истории Охотского моря // Геодинамика формирования подвижных поясов Земли: мат-лы межд. конф. – Екатеринбург: ИГиГ УрО РАН, 2007. – С. 197-200.
15. *Ломтев В.Л., Жигулев В.В., Патрикеев В.Н., Кочергин Е.В.* Охотия / Строение, геодинамика и металлогения Охотского региона и прилегающих частей Северо-Западной Тихоокеанской плиты: мат-лы межд. научного симп. – Южно-Сахалинск: ИМГиГ ДВО РАН, 2002. Т. 1. – С. 224-226.
16. *Ломтев В.Л., Патрикеев В.Н.* Структуры сжатия в Курильском и Японском желобах. – Владивосток: ДВНЦ АН СССР, 1985. – 141 с.
17. *Ломтев В.Л., Патрикеев В.Н.* Сейсмические исследования ИМГиГ ДВО РАН в Северо-Западной Пацифике (1980-2005 гг.) // Вестник ДВО РАН. – 2006. №1. – С. 59-66.
18. *Международный геолого-геофизический атлас Тихого океана: ред. Г.Б. Удинцев.* МОК (ЮНЕСКО), РАН, ФГУП ПКО «Картография», ГУНиО, – М.-СПб., 2003. – 192 с.

19. Патрикеев В.Н., Ломтев В.Л. Сейсмостратиграфия Северо-Западной плиты Тихого океана на профиле МОГТ // Структура и вещественный состав осадочного чехла северо-запада Тихого океана. - Южно-Сахалинск: ИМГиГ ДВО РАН, 1997. - С. 42-64.
20. Пахомов А.Ю., Лямин С.М. Модель тектонических движений в Магаданской впадине // Геодинамика, магматизм и минерагения континентальных окраин Севера Пацифики. - Магадан: СВКНИИ ДВО РАН, 2003. Т. 1. - С. 253-255.
21. Родников А.Г., Сергеева Н.А., Забаринская Л.П. Глубинное строение впадины Дерюгина (Охотское море) // Тихоокеан. геология. - 2002. Т. 21, №4. - С. 3-8.
22. Сейсмическая стратиграфия. В 2-х частях. - М.: Мир, 1982. - 846 с. Съедин В.Т., Емельянова Т.А., Леликов Е.П. Плиоценовый вулканизм возвышенности Академии наук / Строение, геодинамика и металлогения Охотского региона и прилегающих частей Северо-Западной Тихоокеанской плиты: мат-лы межд. научного симп. - Южно-Сахалинск: ИМГиГ ДВО РАН, 2002. Т. 1. - С. 264-265.
23. Сычев П.М. Основные этапы геологического развития Охотского моря и прилегающих районов // Геофизические поля и моделирование тектоносферы. - Южно-Сахалинск: ИМГиГ ДВО РАН, 1997. - С. 169-190.
24. Тектоника и углеводородный потенциал Охотского моря / О.В. Веселов, А.Я. Ильев, В.Э. Кононов и др. - Владивосток: ДВО РАН, 2004. - 160 с.
25. Тектоническое районирование и углеводородный потенциал Охотского моря / О.В. Веселов, Е.В. Грецакая, А.Я. Ильев и др. - М.: Наука, 2006. - 130 с.

За результатами переінтерпретації тимчасового й глибинного розрізів профілю МОГТ 1632 виявлено: 1) похований бар і на його рівні регіональне пізньопліоценове неузгодження, Більшоріцький та Лебедя щитові субаеральні вулкани, Коні-Пягинська й Магаданська мегадайки; 2) морфологічні ознаки покрівної будови Охотського склепіння (моноклінальні насувні луски акустичного фундаменту з рамповими напівграбенами у фронті, розсув з самотинним діапіром у Кольському прогині, який розділяє Охотське склепіння на два алохтонних мегаблоки із зустрічною вергентністю насувів), пов'язані з дивергентним пластовим зривом вірогідно на рівні границі М.

From results of time and deep sections of CDP 1632 profile reinterpretation are found: 1) submerged bar and regional Late Pliocene unconformity at its level, Bol'sheretsky and Lebed' subaerial shield volcanoes, Kony-P'jagin and Magadan megadikes; 2) morphological signs of the Okhotsk swell nuppe structure (monoclinical thrust slices of acoustical basement with ramp one-half grabens at front, «spreading» with solitary Quaternary diapir in the Kolsky trough, divided Okhotsk swell into two allochthonous megablocks with opposite vergence of thrusts), connected with divergent bed glide possibly at the M discontinuity.