

УДК 551.241 (268+931/96)

ГЛУБОКО ПОГРУЖЕННАЯ КОРА КОНТИНЕНТАЛЬНОГО ТИПА. ЦЕНТРАЛЬНАЯ АРКТИКА И ЗЕЛАНДИЯ В ТИХОМ ОКЕАНЕ

© 2021 г. Академик РАН Е. В. Артющков¹, О. Е. Смирнов², П. А. Чехович^{1,3,*}

Поступило 16.08.2021 г.

После доработки 16.08.2021 г.

Принято к публикации 24.08.2021 г.

В Тихом океане к востоку от Австралии расположена обширная область площадью до 5 млн км² (Зеландия), где земная кора мощностью 10–23 км погружена до глубины 1–4 км. Это сильно отличает ее от окружающих акваторий, где кора погружена до 5–6 км и имеет более обычную для океанов мощность 7 км. По данным драгирования и бурения кора Зеландии относится к континентальному типу. Долгое время она располагалась вблизи уровня моря, а затем испытала быстрое погружение до большой глубины. Такие же мощности коры, отметки глубин и история погружения характерны для морфоструктур Центральной Арктики – хребта Ломоносова, котловины Подводников и поднятия Менделеева. Континентальная природа их коры доказана бурением и подтверждена результатами изучения поднятых со дна коренных пород. Глубоководные впадины в Центральной Арктике и в Зеландии сформировались без значительного растяжения коры. Их формирование можно объяснить уплотнением пород основного состава в нижней коре в результате проградного метаморфизма.

Ключевые слова: Центральная Арктика, юго-западная Пацифика, глубокие бассейны на континентальной коре, растяжение коры, глубинный метаморфизм, эклогиты, мантийные флюиды

DOI: 10.31857/S2686739721120021

ВВЕДЕНИЕ

На большей части площади океанических котловин, за пределами разрастающихся хребтов, океаническая кора мощностью 7 км залегает на глубинах 5–6 км. В котловинах существуют, однако, крупные области с отметками глубин от 1 до 3–4 км и с мощностью коры до 15–20 км и более, как на плато Онтонг-Джава в Тихом океане или Кергелен в Индийском ([9] и др.). Формирование таких структур обычно связывают с выплавлением крупных объемов магм основного состава в периоды прохождения участков океанической коры над мантийными плюмами.

Глубина воды 1–3 км и мощности коры 15–25 км характерны также для хребта Ломоносова, котловины Подводников и поднятия Менделеева в Центральной Арктике [3]. Поэтому предполагалось ([10] и др.), что под ними залегает аномально мощная океаническая кора, образовавшаяся в большой магматической провинции высокоши-

ротной Арктики (HALIP). Бурение на оси хребта Ломоносова показало, однако, что там залегает кора континентального типа, располагавшаяся вблизи уровня моря еще в олигоцене ([13] и др.). Типичные образцы коренных пород континентального облика были также отобраны на поднятии Менделеева с глубин 1200–2600 м [17]. Остаются нерешенными вопросы: (1) распространена ли кора континентального типа по всей Центральной Арктике, включая котловину Подводников, и (2) с чем было связано ее быстрое погружение до больших глубин. Прояснить проблему позволяет сравнительный анализ данных по Центральной Арктике и по Зеландии ([14] и др.) – крупной области на юго-западе Пацифики со средней мощностью коры ~18 км.

ЦЕНТРАЛЬНАЯ АРКТИКА

Хребет Ломоносова. Бурение на глубине 1 км на оси хребта показало, что, по крайней мере, с кампанского века в позднем мелу и до середины раннего миоцена хребет в течение более 50 млн лет находился вблизи уровня моря ([13] и др.), и вулканизм на нем не проявлялся. Такая геодинамическая обстановка может существовать только на континентальной коре.

В раннем миоцене, около 18 млн лет назад, здесь произошло быстрое погружение. Контин-

¹ Институт физики Земли им. О.Ю. Шмидта
Российской академии наук, Москва, Россия

² ВНИИ Океангеология, Санкт-Петербург, Россия

³ Московский государственный университет
имени М.В. Ломоносова, Москва, Россия

*E-mail: p.chekhovich@gmail.com

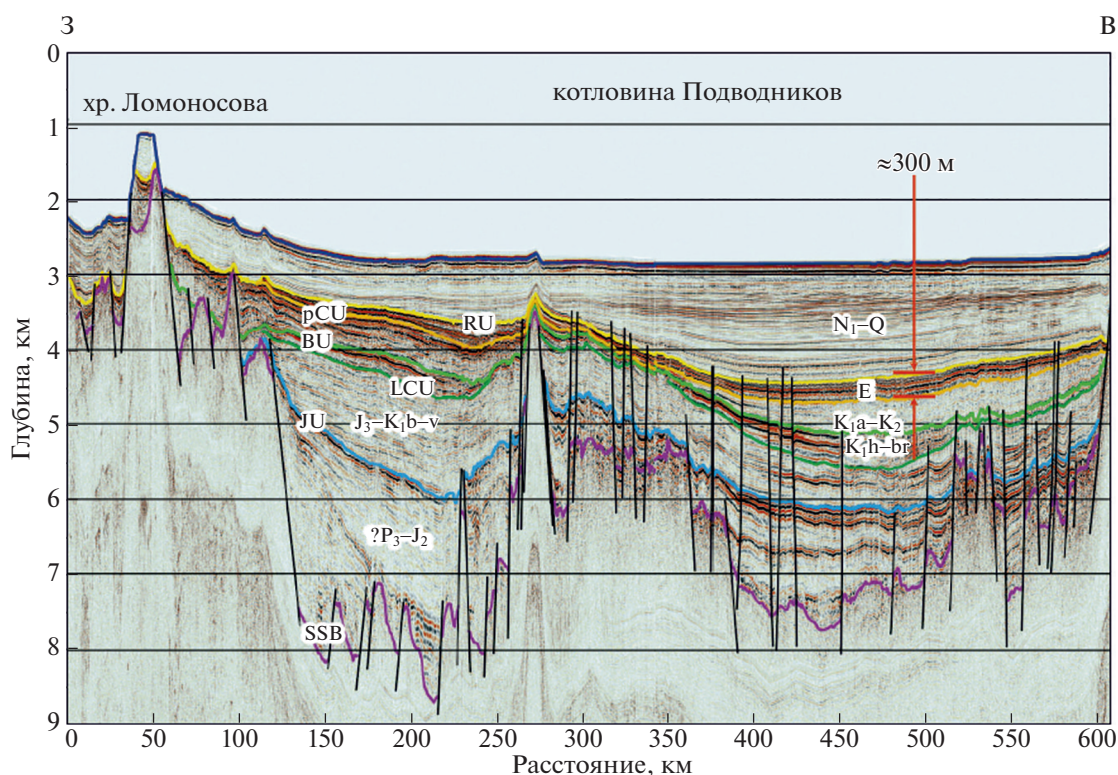


Рис. 1. Сейсмический разрез через восточный склон хр. Ломоносова и котловину Подводников. С изменениями по [3], несогласия: RU – региональное, pCU – посткампанское, BU – брукское, LCU – нижнемеловое, JU – юрское, SSB – акустический фундамент, чёрными линиями показаны разрывные нарушения.

нентальные и мелководно-морские отложения олигоцена были перекрыты глубоководными осадками неогена с формированием ярко выраженного регионального несогласия RU ([3, 13] и др.). На 200 м ниже был выделен еще один яркий рефлектор – посткампанское несогласие pCU. Его образование было связано с перерывом в осадконакоплении на отрезке от 72 до 56 млн лет (поздний кампан–ранний эоцен), когда кора располагалась выше уровня моря.

Котловина Подводников. На сейсмических профилях [3] несогласия RU и pCU с хребта Ломоносова непрерывно прослеживаются на восток в котловину Подводников, оставаясь на расстоянии друг от друга по глубине в 100–300 м (рис. 1). Это означает, что с конца позднего мела и до середины раннего миоцена кора в котловине также располагалась вблизи уровня моря, а в раннем миоцене в ней произошло быстрое погружение с образованием впадины с отметками глубин до 3 км. Как и для хребта Ломоносова, длительное расположение коры в котловине вблизи уровня моря указывает на ее континентальную природу.

Поднятие Менделеева. В 2014 и 2016 г. по инициативе директора ФГУП ОКБ Океанологической техники РАН С.Я. Суконкина и одного из авторов этой статьи с научно-исследовательской

подводной лодки были отобраны образцы коренных пород. Отбор проводился манипулятором на глубинах 1200–2600 м и сопровождался видеорегистрацией. Палеонтологическое и литологическое изучение образцов [17] показало, что с позднего силура и до конца девона в течение ~60 млн лет вся эта область находилась вблизи уровня моря в отсутствие интенсивного вулканизма. Это однозначно указывает на континентальную природу развитой здесь коры.

Отсутствие сильного растяжения коры. Одной из возможных причин крупного погружения коры может быть ее сильное растяжение, что было впервые использовано для объяснения формирования Байкальской впадины [4]. В дальнейшем этот механизм был обобщен на случай растяжения всего литосферного слоя ([11] и многие другие). В настоящее время большинством исследователей растяжение рассматривается как главная причина образования глубоких осадочных бассейнов. Сильное растяжение континентальной коры предполагается и для Центральной Арктики ([15] и др.).

Как следует из условия сохранения изостатического равновесия, для образования за счет растяжения на шельфе впадины с глубиной воды h_B

нужно растянуть кору мощностью h_k^0 и плотностью ρ_k в β раз

$$\beta = \{1 - [(\rho_m - \rho_v)/(\rho_m - \rho_k)](h_v/h_k^0)\}^{-1}. \quad (1)$$

Здесь $\rho_m = 3.33 \text{ г/см}^3$ – плотность мантии, $\rho_v = 1.03 \text{ г/см}^3$ – плотность морской воды. При $\rho_k = 2.84 \text{ г/см}^3$ и $h_k^0 = 40 \text{ км}$ для впадины с глубиной воды $h_v = 1\text{--}3 \text{ км}$ из (1) находим:

$$\beta = 1.13\text{--}1.54. \quad (2)$$

Доля суммарной ширины разрывов слоев на сбросах от общей ширины впадины составляет

$$\varepsilon = (\beta - 1)/\beta. \quad (3)$$

Для образованной растяжением впадины глубиной $h_v = 1\text{--}3 \text{ км}$

$$\varepsilon = (12\text{--}35)\%. \quad (4)$$

Через хребет Ломоносова проведен ряд высокоточных сейсмических профилей [3]. На основной части его площади рефлекторы RU и pCU непрерывны. Это исключает существенный вклад растяжения в образование на хребте глубоководной впадины в неогене [5].

Выделение по сейсмическим данным крупных сбросов в фундаменте глубоких впадин Центральной Арктики весьма неоднозначно. По данным [15] была проведена оценка максимально возможного растяжения фундамента в котловине Подводников [2]. Оказалось, что при существующей надежности методов интерпретации растяжением можно объяснить не более трети наблюдаемого погружения.

В отличие от фундамента, строение неогеновых рефлекторов RU и pCU в Центральной Арктике определяется с более высокой точностью. На восточном склоне хребта Ломоносова и в котловине Подводников (рис. 1) в них проникают многочисленные сбросы, но к существенным смещениям рефлекторов они не приводят, и общее растяжение коры в неогене не превышает одного процента. На поднятии Менделеева степень раздробленности рефлекторов RU и pCU выше. Нетрудно, однако, показать, что и там растяжение коры в неогене обеспечивает лишь малую долю ее общего погружения до глубины 1–3 км.

Близкое расположение рефлекторов RU и pCU как указание на условия, характерные для стабильной платформы. Пара ярких рефлекторов хорошо прослеживается по всей Центральной Арктике (см. рис. 1, [2, 3] и др.). Несмотря на то что по возрасту они разделены большим интервалом времени ~50 млн лет, по глубине рефлекторы отстоят друг от друга лишь на 100–300 м. Согласно буровым данным [13], все это время кора располагалась вблизи уровня моря, а средняя скорость погружения коры была крайне низкой, составляя

от 2 до 6 м/млн лет. Такая ситуация характерна для стабильных платформ, например, для нижнего палеозоя и начала девона Восточно-Европейской платформы, для раннего пенсильвания (середины карбона) Северо-Американской платформы и для ряда других регионов.

Для сравнения можно указать, что между рефлектором pCU и фундаментом SSB залегает 3000–4000 м осадков (см. рис. 1), накопившихся за 200 млн лет. Это дает среднюю скорость погружения 15–20 м/млн лет. При сохранении изостатического равновесия для компенсации осадками глубоководной впадины, образовавшейся в котловине Подводников с раннего миоцена за ≤ 18 млн лет, потребовалось бы $\Delta h_{oc} \sim 9000$ м осадков [2], что дает среднюю скорость осадконакопления ≥ 500 м/млн лет.

ЗЕЛАНДИЯ – ГЛУБОКО ПОГРУЖЕННЫЙ ФРАГМЕНТ ГОНДВАНЫ

Данные о природе коры. На юго-западе Тихого океана к востоку и к юго-востоку от Австралии расположена область площадью около 5 млн км² с отметками глубин от 1 км до 3–4 км (рис. 2). Обычно ее называют Зеландией [14, 19]. Всеми исследователями она рассматривается как крупный погруженный блок Восточной Гондваны. В ее пределах расположены оба острова Новой Зеландии и ряд архипелагов. В северной части Зеландии на акватории площадью 3 млн км² мощность коры изменяется от 10 до 30 км, в среднем составляя 18 км ([16] и др.). Драгами в этой области были подняты многочисленные образцы палеозойских и мезозойских пород континентального облика – гранитов, сланцев и граувакк (см. ссылки в [14]). Наиболее древними являются кембрийские известняки и граниты. Вдали от Антарктиды их связь с ледовым разносом исключена.

Главной структурой северной части Зеландии является крупное подводное поднятие Лорд Хау (Lord Howe Rise) протяженностью 1600 км (см. рис. 2). Оно отделилось от Австралии в результате спрединга в Тасмановом море, завершившегося около 80 млн лет назад. Современные отметки глубин на поднятии составляют 1–3 км. В его пределах и в прилегающих областях пробурен ряд скважин, вскрывающих верхнюю, кайнозойскую, часть чехла ([19] и др.). Согласно буровым данным, в раннем кайнозое на основной части площади земная кора располагалась на глубинах ~1 км. По данным скважины U1506, пройденной в северной части поднятия (см. рис. 2), к раннему эоцену, 50 млн лет назад, кора испытала здесь воздымание до уровня моря, и на ней сформировалась карбонатная платформа. На сейсмических профилях на этом уровне в ряде мест наблюдается субаэральный размыв. К среднему эоцену (45 млн

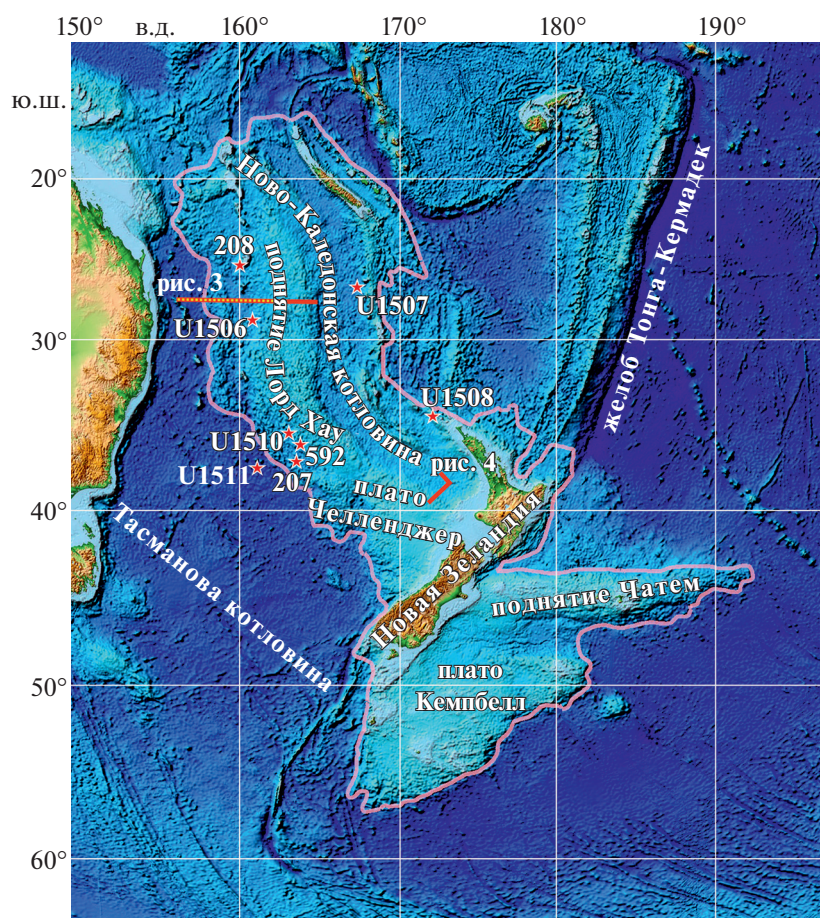


Рис. 2. Основные структуры юго-западной Пацифики. Звездочками показано расположение скважин глубоководного бурения проектов DSDP и ODP; цветными линиями – сейсмические профили на подводном поднятии Лорд Хау (пояснения в тексте). Топооснова: the free media repository. Retrieved 14:34, August 1, 2021, from https://commons.wikimedia.org/w/index.php?title=File:Zealandia_topography.jpg&oldid=572728571.

лет назад) кора в районе бурения скважины погрузилась до ~600 м, а в настоящее время глубина воды составляет здесь 1770 м. Расположенная севернее скважина 208 проекта DSDP пробурена на глубине 1609 м. В этой области уже 43–45 млн лет назад отметки палеоглубин составляли 600–1000 м, но в палеоцене 56–65 млн лет назад для нее были характерны значительно меньшие глубины.

В южной части поднятия скважина U1510 была пробурена на глубине 1238 м. Относительно недалеко от нее расположены скважины 592 и 207 (см. рис. 2). Вблизи всех этих скважин в конце эоцена и в начале олигоцена существовали области, где кора располагалась вблизи уровня моря. Поднятие коры с глубины ~1 км связывают с деформациями сжатия, обнаруженными по данным сейсмического профилирования. Это так называемое событие ТЕСТА, датированное интервалом времени от 48–53 до 34–37 млн лет назад [18]. В настоящее время в южной приосевой части поднятия Лорд Хау поверхность коры располагается на глубине около 1 км.

Для северной части Зеландии построено большое число сейсмических профилей на отраженных волнах. На широтном профиле (см. рис. 2, желтый пунктир) протяженностью 680 км были проведены также зондирования на преломленных волнах с использованием 100 донных сейсмографов (OBS-line в работе [8]). На поднятии Лорд Хау мощность коры составляет на профиле 20–23 км, а на фундаменте залегает до 3 км осадков. Предполагается, что кора на поднятии утонена примерно вдвое, а ее погружение до глубины 1–3 км было в основном обусловлено рифтогенезом. Как и в Центральной Арктике, для погружения коры до такой глубины за счет растяжения согласно (1) потребовалось бы растянуть ее на 11–35%.

В створе профиля OBS-line ранее был построен [7] более протяженный сейсмический разрез (красная линия на рис. 2) длиной ~900 км. В западной части, где оба профиля совпадают, строение чехла и фундамента идентично. На рис. 3 представлен фрагмент этого профиля для нижней части западного склона поднятия Лорд Хау. Здесь

хорошо видна пара несогласий, обозначенных нами как U_1 и U_2 . По глубине они отстоят друг от друга на расстоянии $\Delta t = 0.1$ с, что при $V_p \approx 2000$ м/с соответствует $\Delta h = V_p \times \Delta t / 2 = 100$ м. В [7] эти рефлекторы прослеживаются по всей ширине поднятия Лорд Хау на протяжении 500 км, а также в западной части профиля на подводном поднятии Дампьер шириной 150 км.

Возраст рефлекторов U_1 и U_2 в процитированной работе не указан. Тем не менее в рассматриваемых регионах наблюдается весьма сходная картина. На обоих профилях в осадочном чехле выделяются пары сильно сближенных рефлекторов, U_1 , U_2 на рис. 3 и RU, pCU на рис. 1, которые почти непрерывно прослеживаются на большом протяжении. Это указывает на длительное существование в каждой из областей сходных, но весьма специфических условий. Поэтому можно предположить, что несогласия U_1 и U_2 на рис. 3, как и несогласия RU и pCU на рис. 1, формировались в эпоху, когда кора располагалась вблизи уровня моря. Именно так, судя по данным глубоководного бурения, обстояло дело 50 млн лет назад в северной части поднятия Лорд Хау [19].

Отсутствие сильного растяжения коры. Рельеф акустического фундамента ABS на рис. 3 резко отличается от пилообразной формы рельефа, характерной для рифтогенных областей (см., например, рис. 7 в [20]). Лишь несколько выступов фундамента достигают рефлектора U_1 , образовавшегося к началу погружения. Авторами профиля крупные сбросы на рис. 3 не выделяются, но если попытаться выделить такие сбросы, то угол их падения оказывается чрезвычайно небольшим. На рис. 3 в качестве примера условно показан сброс на одном из участков профиля (красный пунктир). С учетом соотношения вертикального и горизонтального масштабов, принятого на этом разрезе, угол падения сброса $\phi \approx 6^\circ$. Крупные сбросы с такими пологими углами в осадочных бассейнах практически не встречаются. Даже $\phi \sim 30^\circ$ соответствуют редким случаям, так называемым low angle normal faults. Поэтому там, где на рис. 3 можно было бы предположить существование сбросов, в действительности это, скорее всего, просто пологие склоны рельефа, захороненные под осадками.

На рис. 4 приведен композитный сейсмический разрез к югу от поднятия Лорд Хау (см. рис. 2). Северный отрезок профиля проходит во впадине Таранаки параллельно краю крупного подводного поднятия плато Челленджер. Южнее профиль поворачивает под углом 90° и постепенно выходит на это плато. Глубина воды в северной части профиля (см. рис. 4) $h_b \sim 1.5$ км. Над подошвой позднемеловой формации North Cape там залегают несколько километров осадков. В их отсутствие и при соблюдении изостатического равно-

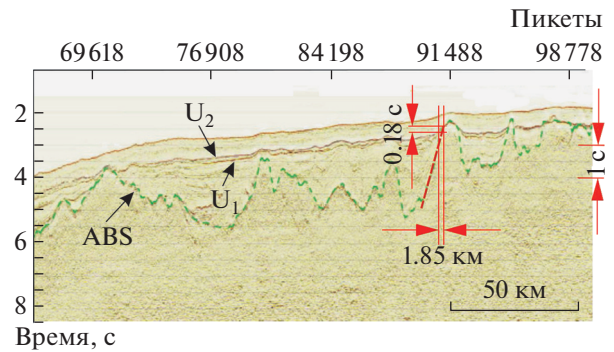


Рис. 3. Фрагмент сейсмического разреза через западный склон поднятия Лорд Хау (с изменениями по [7, 8]. U_1 и U_2 — пара ярких несогласий в верхней части осадочного чехла, ABS — акустический фундамент. Красными стрелками показаны амплитуды возможных смещений рефлектора U_1 по вертикали (0.18 с) и по горизонтали (1.85 км) на гипотетическом разрыве (красный пунктир). Рефлекторы U_1 и U_2 непрерывны повсюду, кроме нескольких коротких отрезков. Это исключает существенное растяжение коры.

веса глубина воды увеличилась бы на ~ 1 км и достигла бы $h_b \sim 2.5$ км. Как следует из (1), для формирования такой впадины за счет растяжения нужно было бы растянуть кору на 42%. В действительности подошва формации North Cape непрерывна. Это исключает растяжение как причину крупного погружения коры.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Как показывают приведенные данные, Центральная Арктика и Зеландия обнаруживают большое сходство. Мощность коры 15–20 км в них в несколько раз больше средней мощности океанической коры (7 км), а глубина воды 1–4 км значительно меньше, чем в областях с древней океанической корой (5–6 км). Обе области долгое время располагались вблизи уровня моря, а затем испытали быстрые погружения до большой глубины. В каждой из областей это привело к образованию сближенных рефлекторов: RU, pCU на рис. 1 и U_1 , U_2 на рис. 3. Крупные погружения в обоих случаях не сопровождались значительным растяжением. Это подтверждает континентальную природу коры в Центральной Арктике и с большой вероятностью указывает на один и тот же механизм погружения.

Центральная Арктика расположена вдали от конвергентных границ между плитами. Это исключает погружение коры за счет упругого изгиба литосферного слоя по направлению к таким границам. Над рассматриваемой областью существуют лишь слабые аномалии силы тяжести в свободном воздухе [3], что не позволяет связать погружение коры с нисходящими течениями в

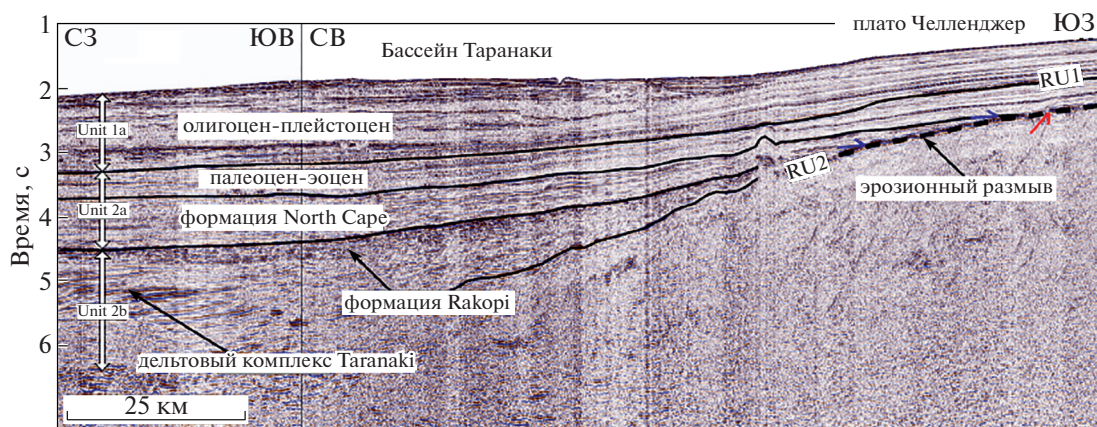


Рис. 4. Сейсмический разрез через впадину Таранак и плато Челленджер (с изменениями по [6]). Положение профиля показано на рис. 2. RU1 – подошва олигоцена. Непрерывность рефлектора в подошве палеоцена в левой части профиля исключает растяжение коры после позднего мела.

мантии. В неогене значительного растяжения коры в Центральной Арктике не было [2, 3]. Поднятие Лорд Хау находится на значительном удалении от желоба Тонга-Кермадек (рис. 2). Океаническая плита погружается в желобе не в сторону океана, а под Зеландию. Поэтому изгиб плиты по направлению к конвергентной границе не мог обеспечить крупного погружения на поднятии Лорд Хау. Более того, отметки глубин на поднятии возрастают не только к востоку, в сторону желоба, но и в противоположном направлении.

В таких условиях, как и для Центральной Арктики, быстрое образование обширной глубоководной впадины на месте шельфа можно объяснить только уплотнением пород коры в литосферном слое. Единственным известным механизмом, который мог его обеспечить, является переход габбро в нижней части коры в более плотные гранатовые гранулиты и эклогиты, катализированный инфильтрацией в кору флюидов из мантии [2, 5]. Данный механизм в последнее время использовался рядом исследователей для объяснения образования глубоких осадочных бассейнов без значительного растяжения. Его реальность подтверждается сейсмическими и гравиметрическими данными, указывающими на существование крупных масс эклогита в Мексиканском заливе, в Северо-Баренцевской и Прикаспийской впадинах, а также в ряде других глубоко погруженных областей ([1, 12] и др.).

Проведенное рассмотрение показывает, что впадины Центральной Арктики и Зеландии по строению земной коры и истории ее погружения являются весьма сходными. Поэтому сделанные для них выводы могут быть использованы и по отношению к другим структурам данного типа, расположенным в Мировом океане.

ИСТОЧНИКИ ФИНАНСИРОВАНИЯ

Исследования выполнены в рамках госзаданий Минобрнауки России для ИФЗ РАН на 2019–2021 гг., № 0144-2019-0002, МГУ им. М.В. Ломоносова (рег. № AAAA-A16-116042010088–5).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Артюшков Е.В., Беляев И.В., Казанин Г.С., Павлов С.П., Чехович П.А., Шкарубо С.И. Механизмы образования сверхглубоких прогибов: Северо-Баренцевская впадина. Перспективы нефтегазоносности // Геология и геофизика. 2014. Т. 55. № 5–6. С. 821–846. <https://doi.org/10.15372/GiG20140508>
2. Артюшков Е.В., Смирнов О.Е., Чехович П.А. Континентальная кора в западной части Американо-Тихоокеанского бассейна. Механизмы погружения // Геология и геофизика. 2021. Т. 62. № 7. С. 885–901. <https://doi.org/10.15372/GiG2020129>
3. Пискарев А.Л., Поселов В.А., Аветисов Г.П., Буценко В.В., Глебовский В.Ю., Гусев Е.А., Жолондз С.М., Каминский В.Д., Киреев А.А., Смирнов О.Е., Фирсов Ю.Г., Зинченко А.Г., Павленкин А.Д., Поселова Л.Г., Савин В.А., Черных А.А., Элькина Д.В. Арктический бассейн (геология и морфология). Гл. ред. В. Д. Каминский. СПб.: ВНИИОкеангеология, 2017. 291 с.
4. Artemjev M.E., Artyushkov E.V. Structure and Isostasy of the Baikal Rift and the Mechanism of Rifting // J. Geophys. Res. 1971. 76 (5). P. 1197–1211.
5. Artyushkov E.V., Chekhovich P.A. Geodynamics of the Lomonosov Ridge in the Central Arctic // Russ. J. Earth. Sci. 2019. № 19. ES1004. <https://doi.org/10.2205/2018ES000652>
6. Bache F., Mortimer N., Sutherland R., et al. Seismic Stratigraphic Record of Transition from Mesozoic Subduction to Continental Breakup in the Zealandia Sector of Eastern Gondwana // Gondwana Research. 2014. V. 26. P. 1060–1078. <https://doi.org/10.1016/j.gr.2013.08.012>

7. *Boston B., Kodaira S., Nakamura Y., et al.* The Lord Howe Rise: New Views of Enigmatic Continental Ribbon Breakup from Multi-channel Seismic Reflection Data // American Geophysical Union, Fall Meeting 2016. Abstract #T41E-2989. <https://ui.adsabs.harvard.edu/abs/2016AGUFM.T41E2989B/abstract>
8. *Gallais F., Fujie G., Boston B., et al.* Crustal Structure Across the Lord Howe Rise, Northern Zealandia, and Rifting of the Eastern Gondwana Margin // *J. Geophys. Res.: Solid Earth*. 2019. V. 124. P. 3036–3056. <https://doi.org/10.1029/2018JB016798>
9. *Gladczenko T.P., Coffin M.F., Eldholm O.* Crustal Structure of the Ontong Java Plateau: Modeling of New Gravity and Existing Seismic Data // *J. Geophys. Res.* 1997. V. 102. P. 22711–22729.
10. *Grantz A., Hart P., Childers V.* In: Spencer A.M., Embry A.F., Gautier D.L. et al. (Eds.). *Arctic Petroleum Geology*. Geological Society (London) Memoirs. 2011. (35). P. 771–799.
11. *McKenzie D.* Some Remarks on the Development of Sedimentary Basins // *Earth and Planet. Sci. Lett.* 1978. (40). P. 25–32.
12. *Mooney W.D., Kaban M.K.* The North American Upper Mantle: Density, Composition, and Evolution // *J. Geophys. Res. Solid Earth*. 2010. 115 (B12). <https://doi.org/10.1029/2010JB000866>
13. *Moran K., Backman J., Brinkhuis Y., et al.* The Cenozoic Palaeoenvironment of the Arctic Ocean // *Nature*. 2006. 444. P. 601–606.
14. *Mortimer N., Campbell H.J., Tulloch A.J., et al.* Zealandia: Earth's Hidden Continent // *GSA Today*. 27 (3). P. 27–35. <https://doi.org/10.1130/GSATG321A.1>
15. *Nikishin A.M., Petrov E.I., Malyshev N.A., Ershova V.P.* Rift Systems of the Russian Eastern Arctic Shelf and Arctic Deep-water Basins: Link between Geological History and Geodynamics // *Geodynamics & Tectonophysics*. 2017. 8 (1). P. 11–43. <https://doi.org/10.5800/GT-2017-8-1-0231>
16. *Segev A., Rybakov M., Mortimer N.* A Crustal Model for Zealandia and Fiji // *Geophysical J. Int.* 2012. V. 189. P. 1277–1292. <https://doi.org/10.1111/j.1365-246X.2012.05436.x>
17. *Skolotnev S., Aleksandrova G., Isakova T., et al.* Fossils from Seabed Bedrocks: Implications for the Nature of the Acoustic Basement of the Mendeleev Rise (Arctic Ocean) // *Marine Geology*. 2019. V. 407. P. 148–163. <https://doi.org/10.1016/j.margeo.2018.11.002>
18. *Sutherland R., Collot J., Bache F., et al.* Widespread Compression associated with Eocene Tonga-Kermadec Subduction Initiation // *Geology*. 2017. V. 45 (4). P. 3255–3258. <https://doi.org/10.1130/G38617.1>
19. *Sutherland R., Dickens G.R., Blum P., et al.* Continental-scale Geographic Change Across Zealandia during Paleogene Subduction Initiation // *Geology*. 2020. V. 48. P. 419–424. <https://doi.org/10.1130/G47008.1>
20. *Ziegler P.A.* North Sea Rift System // *Tectonophysics*. 1992. V. 208. № 1–3. P. 55–75.

THE DEEP SUBMERGED CONTINENTAL CRUST. CENTRAL ARCTIC AND ZEALANDIA IN SOUTHWEST PACIFIC

Academician of the RAS **E. V. Artyushkov^a**, **O. E. Smirnov^b**, and **P. A. Chekhovich^{a,c,#}**

^a *Schmidt Institute of Physics of the Earth of the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russian Federation*

^b *VNIIOkeangeologiya, St-Petersburg, Russian Federation*

^c *Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russian Federation*

[#] *E-mail: p.chekhovich@gmail.com*

A vast area of up to 5 million km² lies in the Pacific Ocean to the east of Australia. The Earth crust up to 10–23 km thick is submerged here to a depth of 1–4 km. This contrasts with the surrounding Southwest Pacific where the crust is submerged up to 5–6 km and has most usual for oceans 7 km thickness. From dredging and deep-sea drilling, Zealandia is composed of continental crust. For a long time, it was close to the sea level and then was subsided into deep. The same thickness, water depths and subsidence history are found for some domains in Central Arctic, the Lomonosov Ridge, Podvodnikov Basin, and Mendeleev Rise. A continental nature of the crust has been proven here by drilling and suggested by the results of sea floor bedrock study. Deep basins of Central Arctic and Zealand were formed without large crustal stretching. Its origin can be explained by the density increase of gabbroids in the lower crust due to prograde metamorphism.

Keywords: Central Arctic, Southwest Pacific, deep basins on the continental crust, crustal stretching, deep metamorphism, eclogite, mantle fluids