

УДК 551.242.3

ПОЗДНЕМЕЛОВАЯ–ПАЛЕОГЕНОВАЯ ЭШЕЛОНИРОВАННАЯ ТРАНСФОРМНАЯ ЗОНА КАК ФРАГМЕНТ ГРАНИЦЫ ЕВРАЗИЙСКОЙ И СЕВЕРО-АМЕРИКАНСКОЙ ЛИТОСФЕРНЫХ ПЛИТ В ЗЕМНОЙ КОРЕ ЧУКОТСКО-АЛЯСКИНСКОГО ШЕЛЬФА

© 2014 г. В. Д. Чехович, член-корреспондент РАН Л. И. Лобковский,
М. В. Кононов, О. Г. Шеремет, Э. В. Шипилов

Поступило 12.08.2014 г.

DOI: 10.7868/S0869565214360158

В недавних работах авторов данной статьи показано, что в океанической и континентальной коре Берингова моря [1] и структуре континентальной окраины Чукотского моря севернее 70° с.ш. [2] существуют сдвиговые нарушения, которые, видимо, на определенных этапах развития были фрагментами границ литосферных блоков и плит. Сдвиги в Беринговом море и на востоке Арктического шельфа имеют схожие (северо-восточное и субмеридиональное) направления и могли бы рассматриваться как единая система. Однако около 500 км разделяют северную часть Берингова пролива, где были закончены предпринятые геофизические исследования в Беринговом море [1], и южную часть Чукотско-Канадской трансформы на востоке континентальной окраины Чукотского моря [2] (рис. 1). Эта область – шельфовая зона, структуры осадочного чехла которой по данным сейсмических исследований имеют почти поперечную ориентировку к общему направлению упомянутых сдвиговых нарушений [3, 4]. Цель нашей работы состоит в попытке выявления разломов в земной коре под верхнемеловой–кайнозойской частью осадочного чехла путем расчетов положения аномалий *D*-функции (интерпретации гравитационных и магнитных данных [1, 5]) на профилях, пересекающих Чукотско-Аляскинский шельф, что, возможно, позволит установить соединение Чукотско-Канадской трансформы с системой сдвигов в Беринговом море.

При необходимой общей характеристике геологического строения области исследований необходимо упомянуть о соотношениях Чукотки и п-ова Сьюард, разделенных всего 50 км Берингова пролива. В [1] было показано, что структура п-ова Сьюард в конце позднего мела не принадлежала Аляске, а, более вероятно, входила в систему складчатых комплексов северной Чукотки и к Аляске присоединилась лишь позднее. Непосредственно севернее Берингова пролива в акватории расположен широтный бассейн Коцебу, выполненный палеогеновыми отложениями мощностью до 2000 м. Его северным ограничением является свод Коцебу, также широтный, который граничит с кайнозойским бассейном Хоуп. Структуры бассейна Хоуп имеют северо-западную ориентировку, а в западных частях бассейна – северо-северо-западную. Максимальные мощности осадков в отдельных грабенах, не более 5800 м. Северной границей бассейна является сложная структура поднятия (свода) Геральд. Северо-восточной границей поднятия Геральд служит надвиг, по которому нижнепалеозойские(?) осадочные породы с нижнемеловыми отложениями надвинуты на верхнемеловые толщи [6, 7] (рис. 2). Считается, что надвиг Геральд – продолжение в акватории надвига холмов Лисберн северной Аляски. Надвиг Лисберн, в свою очередь, служит аналогом и продолжением надвига складчатого сооружения хребта Брукса на предгорный прогиб Колвилл. Расстояние между уходящим на юг в акваторию Чукотского моря надвигом Лисберн и также скрывающимся под морскими водами надвигом хребта Брукса менее 50 км. Это сочетание формирует резкий поворот складчатого сооружения – так называемый Чукотский синтаксис [8]. К северу установлена сеть разрывов [10], которая отвечает южной части Чукотско-Канадской трансформы [2]. Примерно в 100 км севернее западной части надвига Геральд располагается Се-

*Геологический институт
Российской Академии наук, Москва
Институт океанологии им. П.П. Ширшова
Российской Академии наук, Москва
Полярный геофизический институт
Кольского научного центра
Российской Академии наук, Мурманск*

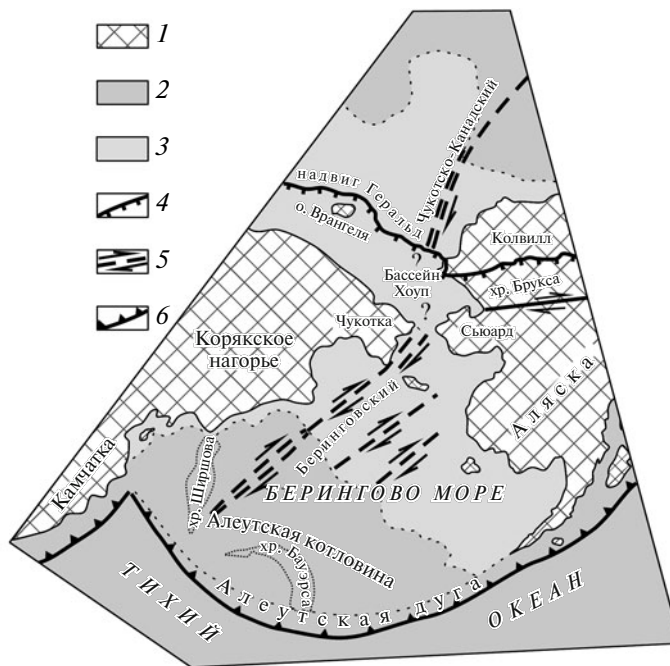


Рис. 1. Схема положения свдиговых зон в Беринговом и Чукотском морях. 1 – Континенты Евразии и Северной Америки; 2 – акватории океана и глубоководных котловин; 3 – шельфовые области Берингова и Чукотского морей; 4 – надвиги: Геральд в Чукотском море и Брукса на Аляске; 5 – сдвиги; 6 – Алеутская зона поглощения.

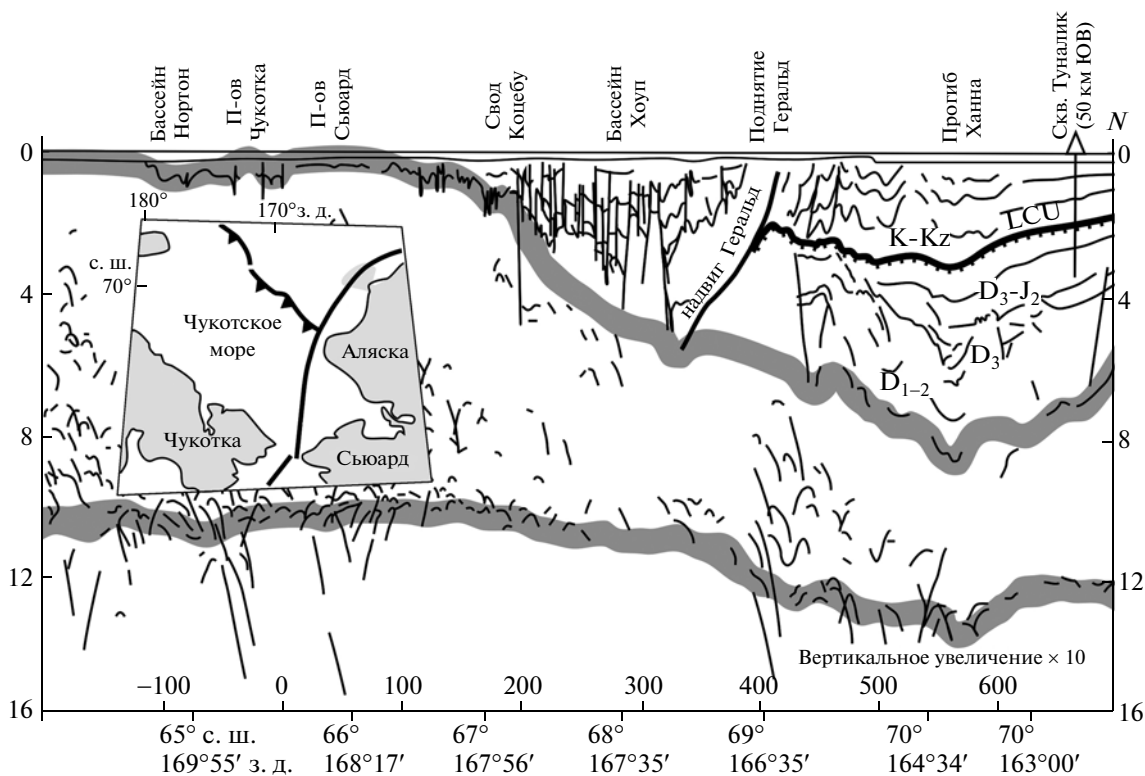


Рис. 2. Участок сейсмического профиля от Берингова пролива через Чукотское море [4]. На профиле: верхняя толстая серая линия – основание стратифицированного разреза (основание ниже-среднедевонских отложений); линия с точками внизу – граница нижнемелового несогласия (LCU); нижняя толстая серая линия – граница. Врезка – участок трассы данного сейсмического профиля [4].

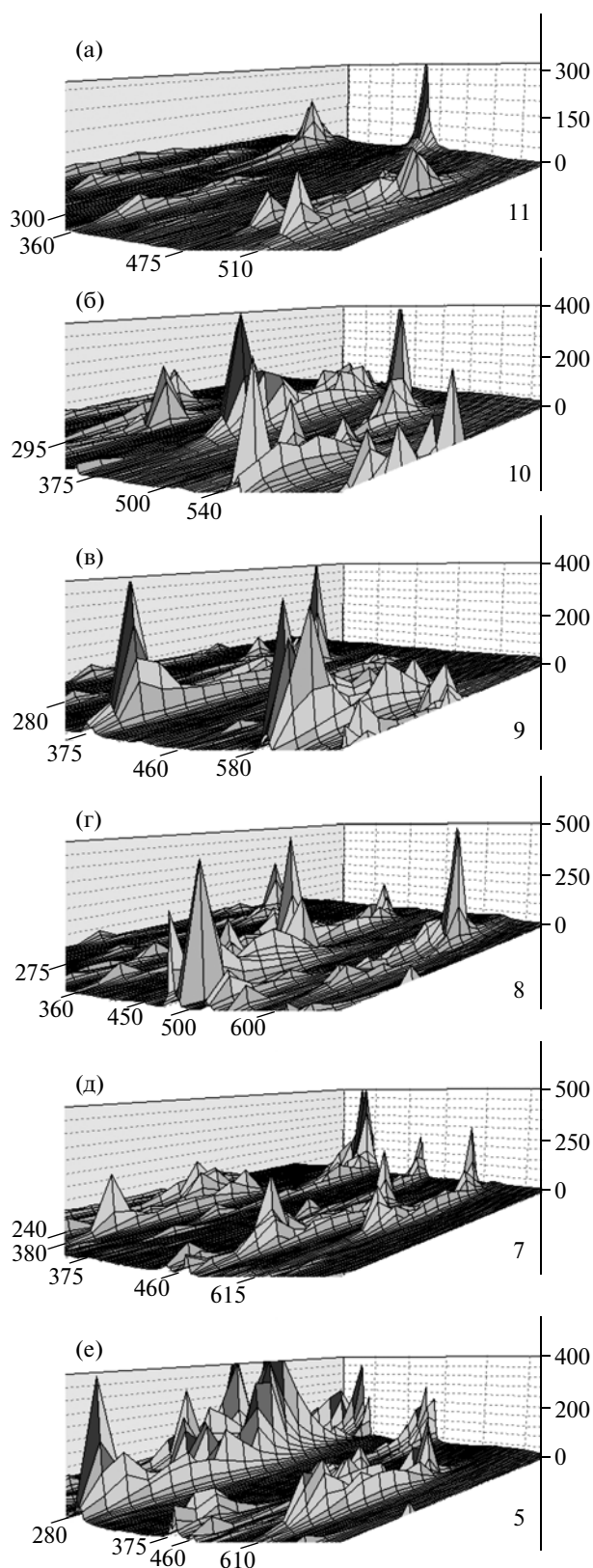


Рис. 3. Профильно-объемные изображения аномалий D -функции на уровнях верхнего полупространства по профилям через бассейн Хоуп, с юга на север профили 5, 7–11. Горизонтальная плоскость – расстояния от меридиана 180° в километрах, по вертикали – положение экстремумов D -функции в единицах СИ.

веро-Чукотский осадочный бассейн с общей мощностью осадочных отложений порядка 18–20 км. Нижняя толща представлена отложениями верхнего палеозоя и мезозоя, а верхняя – верхне-меловыми и кайнозойскими отложениями мощностью более 12 км [9].

Расчет аномалий D -функции проведен по 21 профилю западно-северо-западного направления (№ 3–23). Подавляющая часть выявленных аномалий на всех профилях располагается на четырех линиях субмеридионального направления. Есть основание полагать, что аномалии на шельфе Чукотского моря, выстраивающиеся в столь протяженные линии, фиксируют тектонические нарушения в земной коре под осадочным чехлом. Судя по расчетам, нарушения имеют падения близкие к вертикальным. Глубина кромок возмущающих масс определена на профилях через бассейн Хоуп и несколько севернее надвига Лисберн (5, 7–11), что соответствует аномалиям на рис. 3. Положение верхних кромок оценивается в интервале 10–17 км (нижняя часть осадочного чехла и верхняя кора), а интервалы нижних кромок – на разных профилях показывают значения 22–34, 48–77, 93–103 км (нижняя кора и верхняя мантия). Таким образом, ясно, что эти нарушения не вызваны какими-либо феноменами в перекрывающих комплексах чехла выше сейсмически прослеживаемого горизонта нижнемелового несогласия.

Восточная линия аномалий начинается от западной оконечности п-ов Сьюард, продолжаясь в восточную часть бассейна Хоуп, в частности, совпадая с районом Чукотского синтаксиса. Далее к северу аномалии отмечены на п-ове Лисберн вблизи основного меридионального надвига и вблизи м. Лисберн в акватории (рис. 4). Еще далее на север аномалии фиксируются вдоль меридиана 165° з.д., практически приближаясь к 75° с.ш., где они совпадают с восточным разломом эоценового грабена, разделяющего хребет Нортвинд и Чукотское поднятие [9]. Вторая зона линейно ориентированных аномалий D -функции выявлена западнее первой почти параллельно ей, с расстояниями между ними в бассейне Хоуп 130–110 км, а севернее надвига Геральд 80–60 км. Далее эта зона продолжается почти строго на север и не разворачивается к Канадской океанической котловине, а совпадает с западным разломом того же эоценового грабена. Третья линия аномалий также пересекает бассейн Хоуп, поднятие Геральд и протягивается строго на север вдоль меридиана 165° до центральной части восточной ванны Северо-Чукотского бассейна. Последняя, западная линия аномалий D -функции наиболее короткая и пересекает бассейн Хоуп. Профильно-объемные изображения аномалий D -функции на профилях, пересекающих бассейн Хоуп, также отчетливо де-

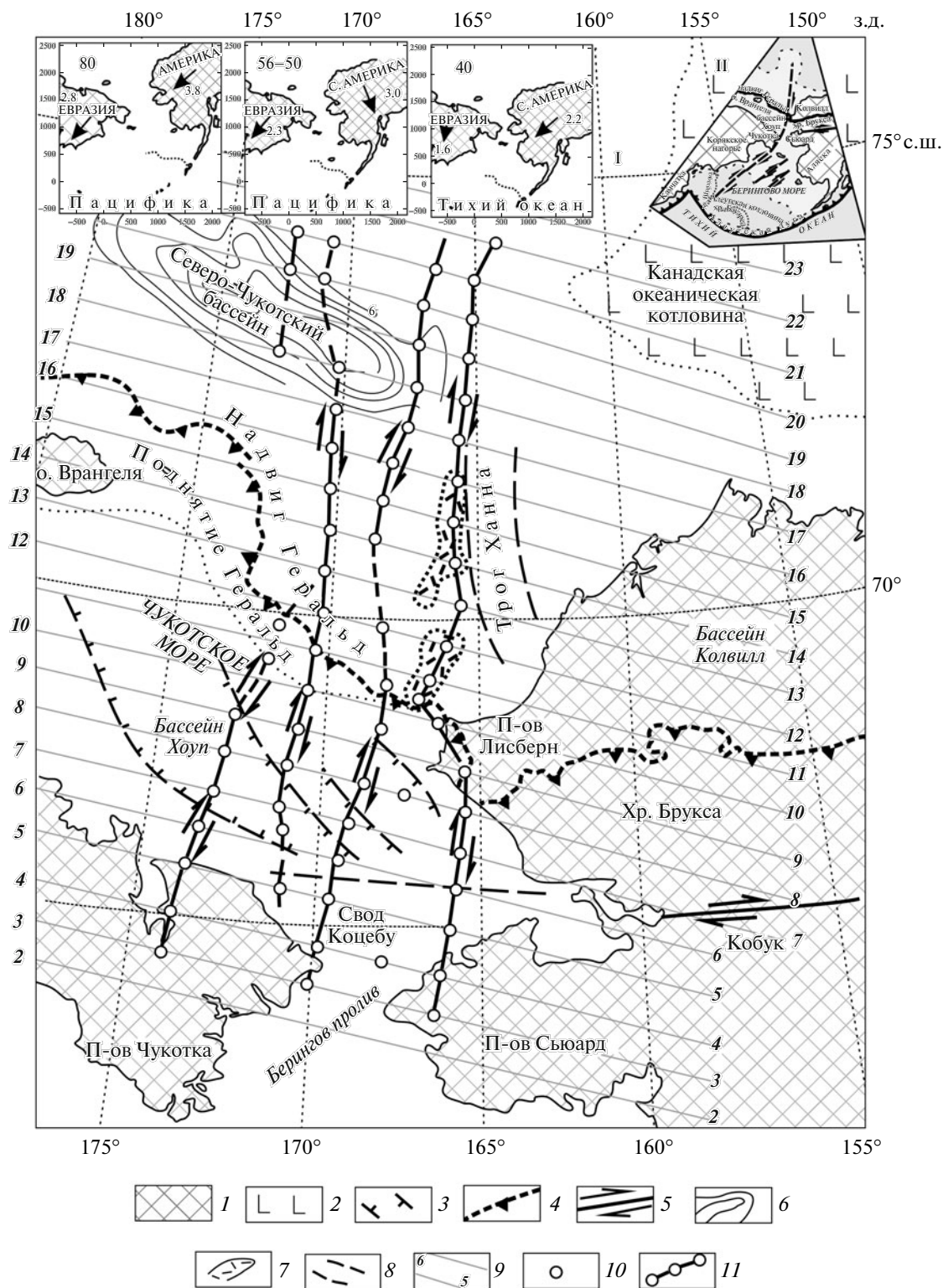


Рис. 4. Положение аномалий *D*-функции на расчетных профилях в Чукотском море и их интерпретация. 1 – суша; 2 – Канадская океаническая котловина; 3 – сбросы; 4 – надвижки; 5 – сдвиги; 6 – изопакиты верхнемеловых–кайнозойских отложений Северо-Чукотского бассейна [9]; 7 – зона повышенных значений магнитного поля; 8 – условные границы трога Ханна; 9 – профили расчетов аномалий *D*-функции; 10 – положение аномалий *D*-функции на профилях; 11 – разломы в коре Чукотско-Аляскинского шельфа по данным аномалий *D*-функции. Врезка I: перемещения Евразии и Северной Америки на 80, 56–50, 40 млн лет; стрелки указывают направление, а числа – скорость перемещения континентов, см/год. Врезка II – соединение Беринговского и Чукотско-Канадского реликтовых (поздний мел – палеоген) частей трансформной границы между Евразией и Северной Америкой по данным проведенных исследований.

монстрируют четыре группы аномалий, выстроенных в линии (рис. 3).

В [1] было показано, что возраст трех крупных сдвигов в земной коре Берингова моря различен и они представляют собой эшелонированную в пространстве и времени систему сдвигов, определявших перемещение Северной Америки относительно Евразии. Восточные сдвиги в пределах Беринговского шельфа были активны с конца позднего мела и в первой половине палеогена. Западный сдвиг, протягивающийся через западную часть шельфа и продолжающийся в океанической коре Алеутской котловины, в основном перемещался со среднего эоцена (50–47 млн лет) вплоть до позднего миоцена, хотя и мог существовать в конце позднего мела в пределах шельфа. Чукотско-Канадская трансформа по природе [2] и соответственно по времени связывается с раскрытием Канадской океанической котловины. Время формирования этой котловины – предмет дискуссий. Наиболее предпочтительно следующее мнение: максимального раскрытия котловина достигла в конце неокома. Если следовать этой точке зрения, то предполагаемые более поздние движения, завершившиеся в апт-альбское время Брукской коллизией, уже не затрагивали Канадскую котловину, а переместились в южную часть трансформы. Нет данных, что Чукотско-Канадская трансформа рассекала надвиг Геральд или оставила следы в кайнозойских отложениях бассейна Хоуп. Скорее всего, этому способствовали правосторонние сдвиги, установленные по аномалиям *D*-функции, вероятно, возникшие в фундаменте несколько позже. Медленные правосторонние движения по эшелонированным сдвигам со скоростью относительного перемещения менее 0.3 см/год вызвали постепенное, не отразившееся в структурах верхней части чехла смещение к югу, восточной части свода и надвига Геральд и восточных структур бассейна Хоуп.

Общая кинематика перемещений северо-востока Евразии и Северной Америки в мезозое и кайнозое рассмотрена в [10] в контексте распада и перемещения фрагментов древнего континента Арктида [11]. Проведенные расчеты направления, скорости перемещения Евразии и Северной Америки (рис. 4) показывают, что в позднем мелу обе континентальные плиты перемещались в одном направлении (к юго-западу), но скорость движения Северной Америки была на 1 см/год выше, чем скорость движения Евразии, что определяло их сближение. Вероятно, это привело к формированию надвига Геральд, который вызван поддвигом к югу фрагмента Арктиды, как и более раннее образование надвига хребта Брукса [12]. В конце палеоцена и раннем эоцене (56–50 млн лет) сохранялось перемещение обоих континентов в южных румбах, однако Северная Америка двигалась на юго-юго-восток и также с большей скоростью

(на 0.7 см/год быстрее Евразии), т.е. отдаляясь от Евразии, что приводило к растяжению. С этим растяжением и перемещением Северной Америки, которое, видимо, происходило по правым сдвигам, связано упоминавшееся перемещение надвига Геральд к югу. После изменения направления движения Тихоокеанской плиты и заложения Алеутской зоны субдукции (47 млн лет) Евразия и Северная Америка перемещаются к юго-западу почти параллельно с небольшим углом сходимости при несколько большей скорости Северной Америки. Основные движения переходят на западные сдвиги, что способствует дальнейшему повороту бассейна Хоуп. Медленное смещение Северной Америки относительно Евразии продолжается вплоть до образования малой литосферной плиты Берингия в миоцене.

ВЫВОДЫ

1. Расчетами аномалий *D*-функции по профилям через Чукотско-Аляскинский шельф установлены четыре параллельные линии аномалий, которые соответствуют разломам в коре и верхней мантии.
2. Анализ общей кинематики и эволюции тектонических элементов позволяет считать, что выявленные разломы являются правыми сдвигами, формирующими сдвиговую систему, вследствие которой произошло движение и поворот крупных литосферных блоков без нарушения сплошности осадочного чехла.
3. Сдвиговая система, пересекающая бассейн Хоуп, на юге соединяется с системой сдвигов в Беринговом море [1], а на север продолжается в Чукотский бордерленд. Это позволяет говорить о существовании эшелонированной, протяженной и непрерывной во времени и пространстве разломной зоны трансформного типа между литосферными плитами Евразии и Северной Америки в конце позднего мела и палеогене. Причиной возникновения этой трансформной зоны, вероятно, могло служить более быстрое перемещение Северной Америки относительно Евразии в связи с открытием Северной Атлантики в позднем мелу.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Чехович В.Д., Шеремет О.Г., Кононов М.В. // Геотектоника. 2014. № 4. С. 3–22.
2. Шупилов Э.В., Лобковский Л.И. // ДАН. 2014. Т. 455. № 1. С. 67–71.
3. Grantz A., May D.S. // Earth Sci. Ser. 1987. V. 6. P. 37–58.
4. Klemperer S.L., Miller E.L., Grantz A., Scholl D.W., and the Bering-Chukchi Working Group // Geol. Soc. Amer. Spec. Pap. 2002. V. 360. P. 1–22.
5. Нападенский Г.Б., Шеремет О.Г. Разведочная геофизика. 1982. № 94. С. 134–146.

6. *Wolf L.W., McCaleb R.C., Stone D.B., Brocher T.M., Fujita K., Klempner S.L.* // *Geol. Soc. Amer. Spec. Pap.* 2002. V. 360. P. 25–37.
7. *Hannula K.A., McWilliams M.O.* // *J. Metamorph. Geol.* 1995. P. 125–139.
8. *Sherwood K.W., Jonson P.P., Craig J.D., Zerwick S.A., Lothamer R.T., Thurston D.K., Hurbert S.B.* // *Geol. Soc. Amer. Spec. Pap.* 2002. V. 360. P. 39–66.
9. *Хаин В.Е., Филатова Н.И., Полякова И.Д.* Тектоника, геодинамика и перспективы нефтегазоносности Восточно-Арктических морей и их континентального обрамления // *Тр. ГИН РАН.* 2009. В. 601. 227 с.
10. *Лаверов Н.П., Лобковский Л.И., Кононов М.В., Добрецов Н.Л., Верниковский В.А., Соколов С.Д., Шупилов Э.В.* // *Геотектоника.* 2013. № 1. С. 3–35.
11. *Зоненшайн Л.П., Натанов Л.М.* В кн.: *Актуальные проблемы тектоники океанов и континентов.* М.: Наука, 1987. С. 31–57.
12. *Fuis G.S., Murphy J.M., Lutter W.J., Moore T.E., Bird K.J., Christensen N.I.* // *J. Geophys. Res.* 1997. V. 102. P. 20.873–20.896.