

УДК 551.242.(2+3+11+31)

СМЕНА ГЕОДИНАМИЧЕСКИХ ОБСТАНОВОК В ЗОНЕ ПЕРЕХОДА ТИХИЙ ОКЕАН — ЕВРАЗИЯ В КОНЦЕ РАННЕГО МЕЛА

Член-корреспондент РАН А. Н. Диденко^{1,3,*}, академик РАН А. И. Ханчук²

Поступило 18.02.2019 г.

В работе предпринята попытка дать новое объяснение смены геодинамического режима у восточной окраины Евразийского палеоконтинента в раннемеловое время с конвергентной окраины на трансформную. Проанализировано поведение некоторых глобальных геодинамических характеристик в интервале 200–65 млн лет, отражающих процессы как в глубине, так и на поверхности Земли, и напрямую, казалось бы, не связанных с образованием трансформной окраины на востоке Азии. Установлено, что смена геодинамических режимов произошла в интервале 115–110 млн лет назад.

Ключевые слова: геодинамика, меловая Буря—Сихотэ-Алиньская континентальная окраина Евразии, смена конвергентного режима на трансформный.

DOI: <https://doi.org/10.31857/S0869-56524874405-408>

В последние годы интерес к изучению континентальных трансформных окраин существенно вырос. Произошла значимая переоценка количества зон с континентальными трансформными границами; суммарная протяжённость идентифицированных к настоящему времени 78 зон составляет 16% от общей длины континентальных окраин [6]. В начале века их было идентифицировано в два раза меньше (по [1]). Орогенез и формирование значительных объёмов континентальной коры различных древних складчатых поясов всё чаще реконструируются в геодинамическом режиме трансформных окраин. Для тихоокеанских окраин Северной Америки на рубеже 1970–1980-х ([13] и др.) и Евразии в конце 1990-х ([4] и др.) годов прошлого столетия было показано, что в мезозое их развитие характеризовалось как конвергентной, так и трансформной геодинамическими обстановками [10], сменяющими друг друга и в пространстве, и во времени. По этим трансформным окраинам осуществлялась трансляция террейнов на север по правосторонней системе сдвигов у побережья Северной Америки, левосторонней системе — у побережья Евразии (рис. 1).

На территории России наиболее изученной как палеоаналог трансформной геодинамической об-

становки является Буря—Сихотэ-Алиньская часть евразийской окраины, для которой характерны проявления своеобразного по составу раннемелового вулканизма — его продукты представлены сериями от базальтов до риолитов, сочетающих в себе геохимические признаки субдукционных и внутриплитных источников, и приурочены они к разломам, ограничивающим бассейны синсдвигового растяжения, неравномерно распределённые вдоль трансформной границы [1]. В конце альба—сеномана на месте Буря—Сихотэ-Алиньской окраины был образован Сихотэ-Алинь—Западно-Сахалинский орогенный пояс, в структуре которого совмещены террейны (фрагменты пород юрских и раннемеловых аккреционных призм, раннемеловых островных дуг и турбидитовых бассейнов) в результате крупномасштабных левых сдвигов вдоль палеотрансформной окраины. Первоначально вывод о значительном перемещении (более 1000 км) отдельных террейнов на север был сделан на основе геолого-структурных и биостратиграфических данных ([1] и др.). К настоящему времени получено подтверждение значительных перемещений некоторых террейнов в северном направлении вдоль континентальной окраины более 2500 км по палеомагнитным данным ([3] и др.).

Предполагается, что смена конвергентного режима на трансформный у восточной окраины Евразии произошла 135 млн лет назад и коррелируется ([1] и др.) с резким изменением скорости с 5 до 30 см/год и направления с СЗ на меридиональное движения океанической плиты Изанаги [7].

В настоящей работе предпринята попытка дать новое объяснение смены геодинамического режима

¹ Институт тектоники и геофизики им. Ю.А. Косыгина
Дальневосточного отделения Российской Академии наук,
Хабаровск

² Дальневосточный геологический институт
Дальневосточного отделения Российской Академии наук,
Владивосток

³ Тихоокеанский национальный университет,
Хабаровск

*E-mail: alexei_didenko@mail.ru

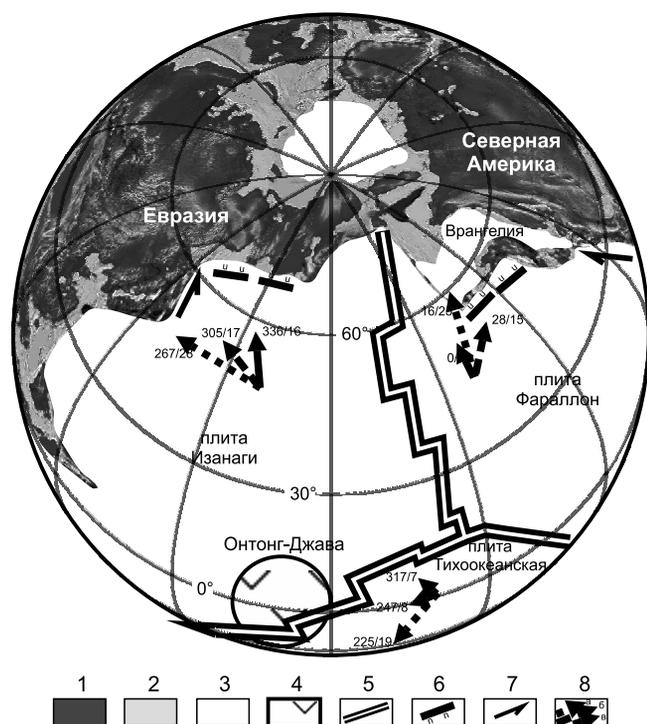


Рис. 1. Реконструкция положения основных литосферных плит северной части Палеотихого океана (Палеопацифика) для второй половины раннего мела по [10, 14, 15] с дополнением. 1 — континенты; 2 — шельф; 3 — океаны; 4 — вулканы Онтонг-Джава (вне масштаба); 5 — океанические срединные хребты; 6 — островные дуги; 7 — трансформная граница океан—континент; 8 — направление и скорость миграции океанических литосферных плит Изаанаги (50° с.ш., 140° в.д.), Фараллон (50° с.ш., 200° в.д.) и Тихоокеанской (10° ю.ш., 180° с.ш.) относительно тихоокеанских горячих точек на 125 (а), 120 (б) и 115 (в) млн лет (рассчитано авторами согласно полюсам вращения плит [15]).

в раннемеловое время с привлечением данных по ряду глобальных геодинамических характеристик, отражающих процессы и в глубине, и на поверхности Земли, и напрямую, казалось бы, не связанных с образованием трансформной окраины на востоке Азии.

Первое, что хотелось бы отметить, — это аномальное поведение геомагнитного поля в это время (рис. 2). В ранней юре (200–175 млн лет) происходило в среднем 2–5 инверсий за 1 млн лет. В интервале 170–160 млн лет назад (байос—оксфорд) наблюдается самое большое количество инверсий — в среднем более 10 за 1 млн лет. В поздней юре и первой половине раннего мела (155–130 млн лет) их количество снова уменьшаться до 2–5 в среднем за 1 млн лет. Затем (!) с рубежа примерно 127–125 млн лет наступает Меловой (Джалал) безинверсионный период, продолжавшийся почти 40 млн

лет (рис. 2). Восстановление нормального инверсионного геомагнитного поля произошло в кампане—маастрихте после 85 млн лет назад.

Как было показано в [2 и ссылки в ней], геодинамо переходит в длительный почти безинверсионный режим после того, как произошёл интенсивный отток тепла и лёгкой фракции с границы ядро—мантия — зарождение плюма. “Приход” плюма в верхние оболочки Земли происходит с временной задержкой в 10–20 млн лет после начала суперхрона. Именно такое временное соотношение между частотой инверсий и проявлениями плюмового магматизма отмечается в раннем мелу. После смены инверсионного характера геомагнитного поля на практически безинверсионный ~130 млн лет назад в интервале 123–117 млн лет объём продуктов крупных изверженных провинций составил более 78 млн км³ (рис. 2), причём все эти провинции находятся в южном полушарии. Более того, все, за исключением о. Кергелен, в южной приэкваториальной части Тихого океана. В фанерозое подобных “выпешек” плюмового магматизма больше не известно [8].

Быстрое накопление избыточной массы в локализованном объёме внутри или на поверхности Земли может нарушить уравновешенное до этого действие центробежных сил и изменить момент её инерции, что может привести к истинному блужданию полюса ([12] и др.). Огромный по объёму магматический материал, поступивший в середине апта всего лишь за 5–6 млн лет в экваториальные и приэкваториальные широты западной части Тихого океана, мог, полагаем, вызвать истинную миграцию полюса. Согласно палеомагнитным данным по магматическим породам [11], она могла произойти в интервале 115–110 млн лет назад и составить 20° (рис. 2).

Вероятно, до момента истинного смещения полюса миграция тихоокеанских литосферных плит контролировалась двухъярусной конвекцией (верхняя и нижняя мантия), тогда как после — общемантийной. Причиной возникновения последней могут быть восходящие от границы ядро—мантия струи плюма/ов, приводящие в итоге к реорганизации движения литосферных плит, что мы наблюдаем для всех основных океанических литосферных плит Палеопацифики в интервале 120–110 млн лет. Рассчитанные направления векторов движения 125 млн лет назад Тихоокеанской, Изаанаги и Фараллон плит относительно горячих точек [15] существенно различаются — 225, 267 и 16° соответственно, тогда как уже 115 млн лет назад их направления миграции приобретают превалирующую северную компоненту — 317, 336, 0° (рис. 1).

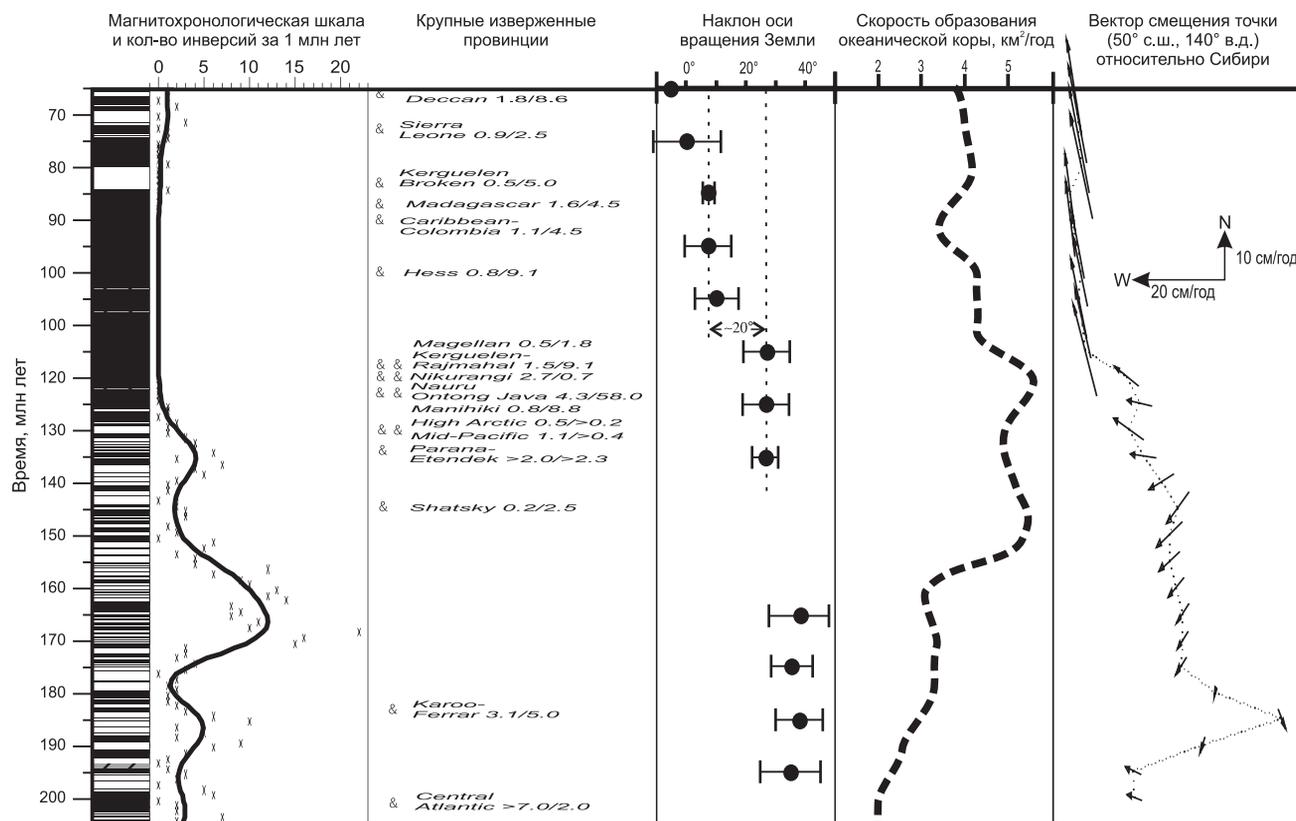


Рис. 2. Событийная схема некоторых глобальных глубинных и поверхностных геодинамических процессов в юрско-меловое время. Магнитохронологическая шкала [9] и количество инверсий за 1 млн лет (кресты), сплошная линия — среднее по 5 точкам. Глобальные (затитые значки) и главные (незатитые) изверженные провинции на шкале времени с указанием их площади (числитель, Мкм²) и объёма (знаменатель, Мкм³) [8, 9]. Наклон оси вращения Земли [11] с упрощением. Скорость образования океанической коры [5]. Вектор смещения точки (50° с.ш. и 140° в.д.) на плите Изнаги относительно Сибири: направление стрелки указывает азимут, длина — скорость (см/год), рассчитано авторами по программе GPlates-2.1 согласно реконструкциям [15].

Именно в этот момент на участках конвергентных границ плит Изнаги и Фараллон с Евразией и Северной Америкой с простираем, близким направлению движения этих плит, произошла смена субдукционного режима на трансформный (рис. 1). Подтверждением этого может быть резкое замедление скорости образования новой океанической коры [5], которая в период 120–110 млн лет уменьшилась в 1,6 раза (рис. 2).

Для более точного определения смены режима субдукции на трансформный у активной Буря—Сихотэ-Алиньской окраины Евразийского палеоконтинента были рассчитаны направление и скорость миграции плиты Изнаги относительно последнего в юрско-меловое время (рис. 2). На вновь рассчитанной зависимости отчётливо видно, что в интервале 200–120 млн лет движение плиты осуществлялось преимущественно в ЮЗ–З-румбах со скоростью порядка 5–10 см/год. В интервале 115–110 млн лет направление движения плиты сменилось на субмеридиональное с увеличением ско-

рости до 20 см/год и продолжалось в этом направлении до конца мелового времени. Полагаем, что интервал 115–110 млн лет и есть время смены режима конвергенции на трансформный и образования в конце раннего—начале позднего мела обширной магматической провинции в синсдвиговой обстановке у восточной окраины Евразии.

Источник финансирования. Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (проект 18–05–00117).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Геодинамика, магматизм и металлогения Востока России / Под ред. А.И. Ханчука. Владивосток: Дальнаука, 2006. Кн. 1. 572 с. Кн. 2. 409 с.
2. Диденко А.Н. О возможной причине квазипериодических колебаний частоты геомагнитных инверсий и величины ⁸⁷Sr/⁸⁶Sr вод в морских карбонатных породах в фанерозое // Геология и геофизика. 2011. № 12. С. 1945–1956.
3. Диденко А.Н., Песков А.Ю., Кудымов А.В., Войнова И.П., Тихомирова А.И., Архипов М.В. Палео-

- магнетизм и аккреционная тектоника северного Сихотэ-Алиня // *Физика Земли*. 2017. № 5. С. 121–138.
4. Ханчук А.И., Иванов В.В. Мезо-кайнозойские геодинамические обстановки и золотое оруденение Дальнего Востока России // *Геология и геофизика*. 1999. Т. 40 (11). С. 1635–1645.
 5. Coltice N., Seton M., Rolf T., Müller R.D., Tackley P.J. Convergence of Tectonic Reconstructions and Mantle Convection Models for Significant Fluctuations in Seafloor Spreading // *Earth and Planet. Sci. Lett.* 2013. V. 383. P. 92–100.
 6. De Lepinay M.M., Loncke L., Basile C., Roest W.R., Patriat M., Maillard A., De Clarens P. Transform Continental Margins. P. 2. A Worldwide Review // *Tectonophysics*. 2016. V. 693(A). P. 96–115.
 7. Engebretson D.C., Cox A., Gordon R.G. Relative Motions Between Oceanic and Continental Plates in the Pacific Basin // *Geol. Soc. Amer. Spec. Pap.* 206. 1985. 60 p.
 8. Ernst R.E. Large Igneous Provinces. Cambridge: Cambridge Univ. Press, 2014. 653 p.
 9. Gradstein F.M., Ogg J.G., van Kranendonk M. On the Geologic Time Scale 2008 // *Newslett. on Stratigr.* 2008. V. 43 (1). P. 5–13.
 10. Nokleberg W.J., Parfenov L.M., Monge J.W.H., Norton I.O., Khanchuk A.I., Stone D.B., Scholl D.W., Fujita K. Phanerozoic Tectonic Evolution of the Circum North Pacific // *U.S. Geol. Surv.* 2001. Profes. Pap. 1626. 122 p.
 11. Prevot M., Mattern E., Camps P., Daignieres M. Evidence for a 20° Tilting of the Earth's Rotation Axis 110 Million Years Ago // *Earth and Planet. Sci. Lett.* 2000. V. 179. P. 517–528.
 12. Ricard Y., Spada G., Sabadini R. Polar Wandering of a Dynamic Earth // *Geophys. J. Int.* 1993. V. 113. P. 284–298.
 13. Saleeby J.B. Accretionary Tectonics of the North American Cordillera // *Ann. Rev. Earth and Planet. Sci.* 1983. V. 15. P. 45–73.
 14. Scotese C.R. PALEOMAP PaleoAtlas for GPlates and the PaleoData Plotter Program, PALEOMAP Project. 2016. <http://www.earthbyte.org/paleomappaleoatlas-for-gplates/>
 15. Seton M., Muller R.D., Zahirovic S., Gaina C., Torsvik T.H., Shephard G., Talsma A., Gurnis M., Turner M., Maus S., Chandler M. Global Continental and Ocean Basin Reconstructions Since 200 Ma // *Earth-Sci. Revs.* 2012. V. 113 (3–4). P. 212–270.

CHANGE OF GEODYNAMIC SETTINGS IN THE EURASIA — PACIFIC TRANSITION ZONE IN THE LATE EARLY CRETACEOUS

Corresponding Member of the RAS A. N. Didenko^{1,3}, Academician of the RAS A. I. Khanchuk²

¹*Yu.A. Kosygin Institute of Tectonics and Geophysics, Far Eastern Branch
of the Russian Academy of Sciences, Khabarovsk, Russian Federation*

²*Far East Geological Institute, Far Eastern Branch of the Russian Academy of Sciences,
Vladivostok, Russian Federation*

³*Pacific National University, Khabarovsk, Russian Federation*

Received February 18, 2019

The paper seeks to explain in new ways the change in the geodynamic regime at the eastern margin of the Eurasian paleocontinent in the Early Cretaceous from the convergent type of plate boundary to the transform boundary. Certain global geodynamic characteristics were analyzed in the 200–65 Ma interval, which reflect the processes both at depth and on the Earth's surface and are seemingly unrelated directly to the formation of the transform boundary in the east of Asia. The change of geodynamic regimes is found to occur within the 115 to 110 million years ago time range.

Keywords: geodynamics, Cretaceous Bureya—Sikhote-Alin continental margin of Eurasia, change of convergent regime to transform one.