

<https://doi.org/10.5800/GT-2017-8-1-0236>

LATE MESOZOIC RIFTING AT THE FLANKS OF THE DZHAGDA SEGMENT OF THE MONGOLIA-OKHOTSK COLLISIONAL OROGEN: GLOBAL AND REGIONAL ASPECTS

G. L. Kirillova

Yu.A. Kosygin Institute of Tectonics and Geophysics, Far East Branch of RAS, Khabarovsk, Russia

Abstract: The role of rifting in the formation of the recent structure of the Mongolia-Okhotsk orogen is extremely high, but it is still underestimated with regard to flanks of the Dzhagda segment of this orogen. Current researches refer to a combination of physical and chemical processes in the depth of the lithosphere, as well as interactions between the Izanagi, Eurasian and Pacific plates as explanations of repeated rifting events in East Asia. Upwelling of the asthenosphere due to significant differences in the lithosphere thickness (150–200 km under cratons, and only 100 km under orogenic belts) was viewed as a cause of rifting. It was assumed that rifting was controlled by mantle plumes, volcanism and heat regime. Structures bordering the Mongolia-Okhotsk orogen from north and south were considered as superimposed or marginal troughs. Recent studies have revealed numerous riftogenic Late Mesozoic structures in the Central Asian orogenic belt, which resulted from the collision of the Siberian and North Chinese cratons. New geological survey and geochemical data on volcanites confirmed the riftogenic origin of the Zeya-Uda (or Uda) and Nora-Selemdzha troughs bordering the Mongolia-Okhotsk orogen from north and south, respectively (Fig. 1, and 2). Geology and geophysics of those troughs has been described. It is noted that riftogenic volcanites formed later in the east than those in the west. The Late Mesozoic rifting is widely manifested in North Eastern Asia across the area exceeding two million square kilometers, from Lake Baikal to the Sikhote-Alin region (west to east) and from the Southern Yakutia basins to North China (north to south). It is evidenced by intra-continental rifts of various trends, volcanic provinces and extension structures along large strike-slip faults [Ren *et al.*, 2002]. The Uda and Nora-Selemdzha marginal troughs located along the Dzhagda segment of the Mongolia-Okhotsk orogen give evidence that compression was replaced by extension in the study area. Rifting structures may be due to physical and chemical processes, the development of plumes [Yarmolyuk *et al.*, 2000], as well as the interaction between the Pacific and Eurasian lithospheric plates. Volcanic activity took place earlier in the west and then propagated to the east due to the shifting of the subduction zone in this direction. This paper analyzes regional and global geological events on the basis of new drilling data and the geochronological dating of volcanites. It describes the Late Mesozoic stage of rifting at the flanks of the Dzhagda segment of the Mongolia-Okhotsk collisional orogen.

Key words: rifting; Late Mesozoic; stratigraphy; volcanism; Mongolia-Okhotsk collisional orogen; Uda and Nora-Selemdzha foreland basins; the Far East of Russia

RESEARCH ARTICLE

Recommended by S.V. Rasskazov (Guest Editor)

Received: May 4, 2016

Revised: December 8, 2016

Accepted: December 15, 2016

For citation: Kirillova G.L., 2017. Late Mesozoic rifting at the flanks of the Dzhagda segment of the Mongolia-Okhotsk collisional orogen: global and regional aspects. *Geodynamics & Tectonophysics* 8 (1), 171–180. doi:10.5800/GT-2017-8-1-0236.

Для цитирования: Кириллова Г.Л. Позднемезозойский рифтогенез на флангах Джэгдинского звена Монголо-Охотского коллизионного орогена: глобальные и региональные аспекты // *Геодинамика и тектонофизика*. 2017. Т. 8. № 1. С. 171–180. doi:10.5800/GT-2017-8-1-0236.

ПОЗДНЕМЕЗОЗОЙСКИЙ РИФТОГЕНЕЗ НА ФЛАНГАХ ДЖАГДИНСКОГО ЗВЕНА МОНГОЛО-ОХОТСКОГО КОЛЛИЗИОННОГО ОРОГЕНА: ГЛОБАЛЬНЫЕ И РЕГИОНАЛЬНЫЕ АСПЕКТЫ

Г. Л. Кириллова

Институт тектоники и геофизики им. Ю.А. Косыгина ДВО РАН, Хабаровск, Россия

Аннотация: Роль рифтогенеза в формировании современной структуры Монголо-Охотского орогена чрезвычайно велика, но до сих пор для рассматриваемой территории недооценивалась. На современном уровне исследований неоднократно рифтогенез на востоке Азии объясняется комбинацией глубинных физико-химических литосферных процессов и взаимодействием плит – Изанаги, Евразийской и Тихоокеанской. Глубинной причиной рифтогенеза считается апвеллинг астеносферы, возникавший из-за существенных различий в мощности литосферы, достигавшей 150–200 км под кратонами и лишь 100 км под орогенными поясами. Предполагается, что мантийные плюмы контролировали рифтогенез, вулканизм и тепловой режим. Ранее структуры, обрамляющие Монголо-Охотский ороген с севера и юга, относились к наложенным или краевым прогибам. На современном уровне исследований доказано широкое распространение рифтогенных позднемезозойских структур, которые формировались после коллизии Сибирского и Северо-Китайского кратонов, в Центрально-Азиатском орогенном поясе. Обобщение новых материалов геолого-съёмочных работ, геохимических исследований вулканитов позволило обосновать рифтогенную природу прогибов, окаймляющих Монголо-Охотский ороген с севера и юга. С севера это Зейско-Удский (или Удский) прогиб, а с юга – Норско-Селемджинский (рис. 1, рис. 2). Дана их геолого-геофизическая характеристика. Отмечено омоложение возраста рифтогенных вулканитов с запада на восток. Позднемезозойский рифтогенез широко проявился в Северо-Восточной Азии от оз. Байкал до Сихотэ-Алиня по широте и от Южно-Якутских впадин до Северного Китая по долготе. Им охвачена территория более 2 млн км². Он проявился в виде внутриконтинентальных рифтов разного направления, вулканических провинций и структур растяжения вдоль крупных сдвигов [Ren et al., 2002]. В частности, вдоль Джагдинского звена Монголо-Охотского коллизионного орогена сформировались Удский с севера и Норско-Селемджинский с юга краевые рифтогенные прогибы, демонстрируя смену фазы сжатия фазой растяжения в этом регионе. Проявления рифтогенеза могут быть обусловлены глубинными физико-химическими процессами, образованием плюмов [Yarmolyuk et al., 2000] и результатами взаимодействия Тихоокеанской и Евразийской литосферных плит. Отмеченное омоложение возраста проявления вулканической активности с запада на восток объясняется смещением зоны субдукции в этом направлении. Таким образом, анализ региональных и глобальных геологических событий с использованием новых данных бурения, геохронологического датирования вулканитов позволил охарактеризовать позднемезозойский этап рифтогенеза на флангах Джагдинского звена Монголо-Охотского коллизионного орогена.

Ключевые слова: рифтогенез; поздний мезозой; стратиграфия; вулканизм; Монголо-Охотский коллизионный ороген; Удский, Норско-Селемджинский краевые прогибы; Дальний Восток

1. ВВЕДЕНИЕ

Роль рифтогенеза в формировании современной структуры Монголо-Охотского коллизионного орогена (МОКО) чрезвычайно велика. Неоднократный рифтогенез на востоке Азии объясняется комбинацией глубинных физико-химических литосферных процессов и взаимодействием плит – Изанаги, Евразийской и Тихоокеанской [Ivanov, Erokhin, 2014; Kirillova, 2008; Parfenov et al., 2003; Ren et al., 2002].

Глубинной причиной рифтогенеза считается апвеллинг астеносферы, возникавший из-за существенных различий в мощности литосферы, достигавшей 150–200 км под кратонами и лишь 100 км под орогенными поясами. Мантийные плюмы контролировали рифтогенез, вулканизм и тепловой

режим [Yarmolyuk et al., 2000]. Подобные процессы происходили на северном и южном флангах МОКО в постколлизионный этап.

Главная фаза сжатия в МОКО имела место в средней юре [Kirillova, Turbin, 1979]. Согласно глобальным реконструкциям [Maruyama et al., 1997; Seton et al., 2012], плита Изанаги в юре почти ортогонально пододвигалась под Амурию, формируя субмеридиональные структуры. В то же время в ранней-средней юре, подобно смыкающимся с запада на восток ножницам, на континенте закрылись субширотные Монголо-Охотский и Палеотетический проливы вдоль Монголо-Охотской и Циньлин-Даби сутур соответственно [Kirillova, 2008; Parfenov et al., 2003; Maruyama et al., 1997; Metcalfe, 2013; Ren et al., 2002; Seton et al., 2012]. Под давлением Сибир-

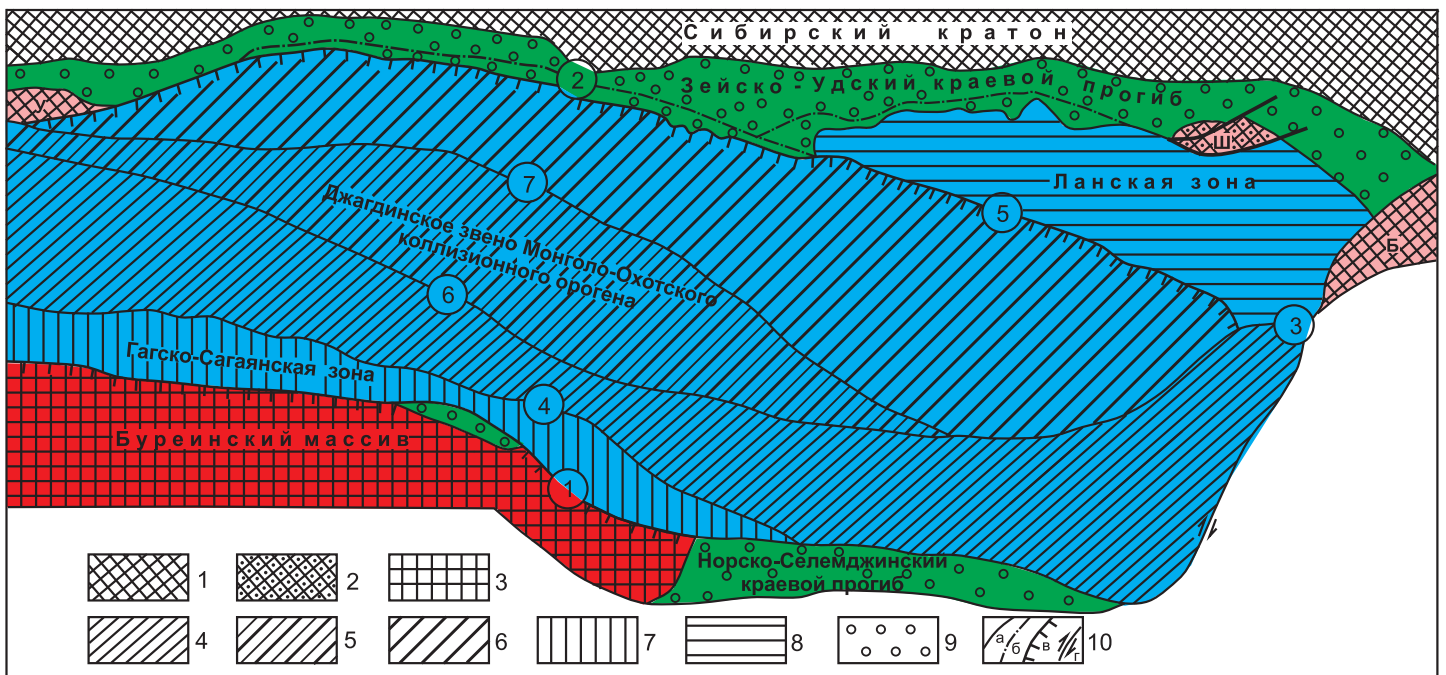


Рис. 1. Схема тектонического районирования Джагдинского звена Монголо-Охотского складчатого орогена (МОКО) [Kirillova, Turbin, 1979].

1, 2 – Сибирская платформа: 1 – выступы фундамента (Б – Баладекский), 2 – выступы, перекрытые платформенным чехлом (Ш – Шевлинский); 3 – Буреинский массив; 4–8 – Джагдинское звено МОКО: 4–6 – Западно-Джагдинская зона (4 – Долбырь-Тунгалинская подзона, 5 – Туксинская подзона, 6 – Унья-Бомская подзона), 7 – Гагско-Сагаянская зона, 8 – Ланская зона; 9 – краевые прогибы; 10 – разломы: а – наблюдаемые; б – скрытые под рыхлыми образованиями, в – надвиги, г – сдвиги. Цифры в кружках – главные разломы: 1 – Нинни-Сагаянский, 2 – Тукурингрский, 3 – Улигданский, 4 – Южно-Тукурингрский, 5 – Ланский, 6 – Чампулинский, 7 – Джелтулинский.

Fig. 1. Schematic map showing tectonic zoning of the Dzhagda segment of the Mongolia-Okhotsk folded orogen (MOFO) [Kirillova, Turbin, 1979].

1, 2 – Siberian platform: 1 – edges of the basement (Б – Baladeksky), 2 – edges overlapped by the platform cover (Ш – Shevlinsky); 3 – Bureya massif; 4–8 – Dzhagda segment of MOFO: 4–6 – West Dzhagda zone (4 – Dolbyr-Tungalinskaya subzone, 5 – Tuksinskaya subzone, 6 – Unya-Bomskaya subzone), 7 – Gagsko-Sagayanskaya zone, 8 – Lanskaya zone; 9 – marginal troughs; 10 – faults: а – observed; б – hidden under unconsolidated sediments; в – thrusts, г – strike-slip faults. Numbers in circles – major faults: 1 – Ninni-Sagayansky, 2 – Tukuringrsky, 3 – Uligdansk, 4 – South Tukuringrsky, 5 – Lansky, 6 – Champulinsky, 7 – Dzheltulinsky.

ского кратона с севера и Буреинского массива с юга образовался складчато-надвиговый Монголо-Охотский коллизионный ороген (рис. 1).

В наиболее изученном Джагдинском звене этого орогена [Kirillova, Turbin, 1979] выделяется три структурных элемента: складчатая структура в центре, Норско-Селемджинский рифтогенный прогиб на юге и Зейско-Удский – на севере, выполненные слабодислоцированными и субгоризонтальными грубообломочными и вулканогенными образованиями позднеюрского–раннемелового возраста (рис. 1–4). Грабенообразная структура этих прогибов подтверждается геофизическими данными (рис. 4). Далее к западу ороген сужается и постколлизийные позднеюрские структуры представлены Умлекано-Огоджинским вулканоплутоническим поясом и цепочкой мелких грабенов южнее

Монголо-Охотской сутуры (Уруша-Ольдойский, Урканский, Депский, Норский).

В поздней юре скорость субдукции резко увеличилась до 300 см/год, направление ее изменилось на меридиональное. Образовалась трансформная континентальная окраина. В то же время начался рифтогенез на Евразийском континенте, выразившийся: 1) в активизации вулканической деятельности (вулканический пояс Большого Хингана с мощностью вулканитов до 1000 м, 2) в формировании огромной провинции хребтов и бассейнов под будущими бассейнами Амуро-Зейским и Сунляо и 3) в образовании транстензионных бассейнов вдоль крупных северо-восточных левых сдвигов системы Тан-Лу [Ren et al., 2002].

Севернее Монголо-Охотской сутуры формировался Становой плутонический пояс, а затем Уд-

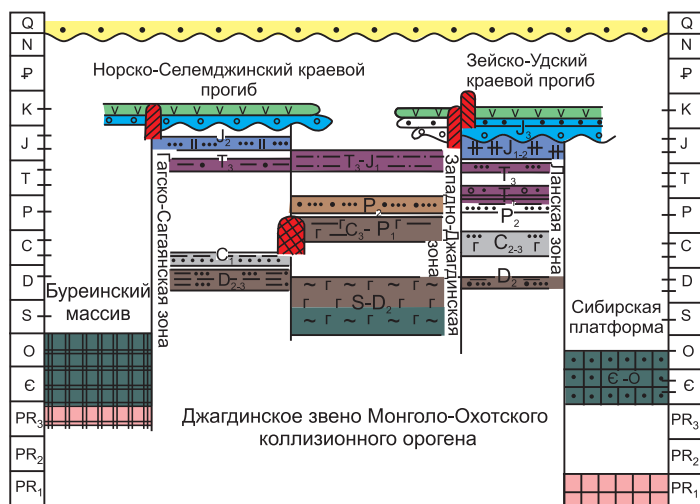


Рис. 2. Схема взаимоотношения структурных элементов [Kirillova, Turbin, 1979].

Fig. 2. Relationships between structural elements [Kirillova, Turbin, 1979].

ский и Южно-Якутский бассейны. Оба бассейна асимметричны: крутой южный борт, где мощность познеюрско-меловых вулканогенно-терригенных осадков достигает 4 км, и пологий северный.

2. УДСКИЙ ОСАДОЧНЫЙ БАССЕЙН

Удский осадочный бассейн (УОБ) имеет линейную форму, простираясь в субширотном направлении от р. Зeya до Охотского моря на расстояние около 500 км при ширине 30–100 км (см. рис. 3). По геофизическим данным [Lishnevsky, Zemlyanov, 1972], в осевой части западного крыла УОБ выделяются Дутканское, Сирикское и Амканское погружения фундамента до глубины 3000 м. Фундамент восточного крыла УОБ менее погружен, и здесь также выделяется серия поднятий. На побережье Удской губы фундамент залегает на глубине около 500 м и протягивается под водами Охотского моря параллельно хр. Прибрежному.

Стратиграфия Удского бассейна изучалась палеонтологами ВСЕГЕИ И.И. Сей и Е.Д. Калачевой. Ими предложена схема расчленения и корреляции верхнеюрских отложений по рекам Урми и Герби́кан (рис. 5) по аммонитам и бухиям [Sey, Kalacheva, 1985, 1990]. Почти одновременно в процессе геологосъемочных работ было дано посвитное расчленение разреза Удского бассейна, которое принято ныне [Roganov et al., 1999, 2005; Resolutions..., 1994].

Рифтогенный этап развития УОБ характеризует непрерывный разрез позднеюрских-берриасских

отложений. Он включает урманскую, устьэтматинскую, иликанскую и тохикан-макитскую толщи [Resolutions..., 1994]. В разрезе урманской толщи, залегающей с резким угловым несогласием на палеозойских отложениях, преобладают песчаники с прослоями алевролитов, «узорчатых» песчаников, конгломератов и гравелитов. Нижняя подтолща (1370 м), охарактеризованная разнообразным комплексом двустворок и редкими белемнитами, непосредственно подстилает средне- и верхнеоксфордские слои верхней подтолщи (1000 м) с *Dichotomosphinctes cf. kiritaniensis* Sato. Наиболее надежно эти отложения датирует комплекс бухид зоны *Praebuchia lata* – *Buchia concentrica*, равной двум подъярусам оксфорда.

На урманской толще без признаков углового несогласия, но с горизонтом конгломератов в основании залегает близкая ей по составу **устьэтматинская толща**. Фаунистический комплекс нижней подтолщи (500–750 м) представлен в основном двустворками и белемнитами, характерными и для нижележащих оксфордских отложений [Resolutions..., 1994]. Однако здесь прослеживается нижнекимериджская зона *Buchia concentrica* – *B. tenuistriata*. Комплекс органических остатков верхней подтолщи (410–450 м) обогащается *Buchia mosquensis* (Buch), *B. cf. russiensis* (Pavlov) и датируется поздним кимериджем.

На устьэтматинской толще без видимого несогласия, но с мощным пластом конгломератов в основании залегает **иликанская толща**. Нижняя подтолща (430 м) – более пестрая по составу. Она сложена разнозернистыми полимиктовыми и кварц-полевошпатовыми песчаниками и конгломератами с пластом черных алевритистых известняков, переслаивающихся с аргиллитами, и прослоем (0.4 м) каменного угля. В верхней подтолще (1425 м) преобладают мелкозернистые песчаники и алевролиты, содержащие прослои разнозернистых песчаников и ракушняков. Обе подтолщи хорошо охарактеризованы ископаемой фауной, представленной преимущественно двустворчатыми моллюсками. Среди них преобладают бухииды.

В составе терминального яруса юры в Удском бассейне установлены четыре бухиазоны: зона *Buchia rugosa*-*B. mosquensis* в объеме нижневолжского подъяруса и части среднего, две зоны – *Buchia mosquensis*-*B. russiensis* и *Buchia russiensis*-*B. fischeriana* в пределах средневолжского подъяруса и зона *Buchia piochii*-*B. terebratuloides*, отвечающая верхневолжскому подъярусу. В верхней части средневолжского подъяруса в бухиазоне *Buchia risiensis*-*B. fischeriana* на р. Герби́кан найдены *Durangites* sp., близкий к *D. aff. rarifurcatus* Imley, и *Partschiceras schetuchaense* Chudoley [Sey, Kalacheva, 1990]. В Средиземноморской области в кровле зоны

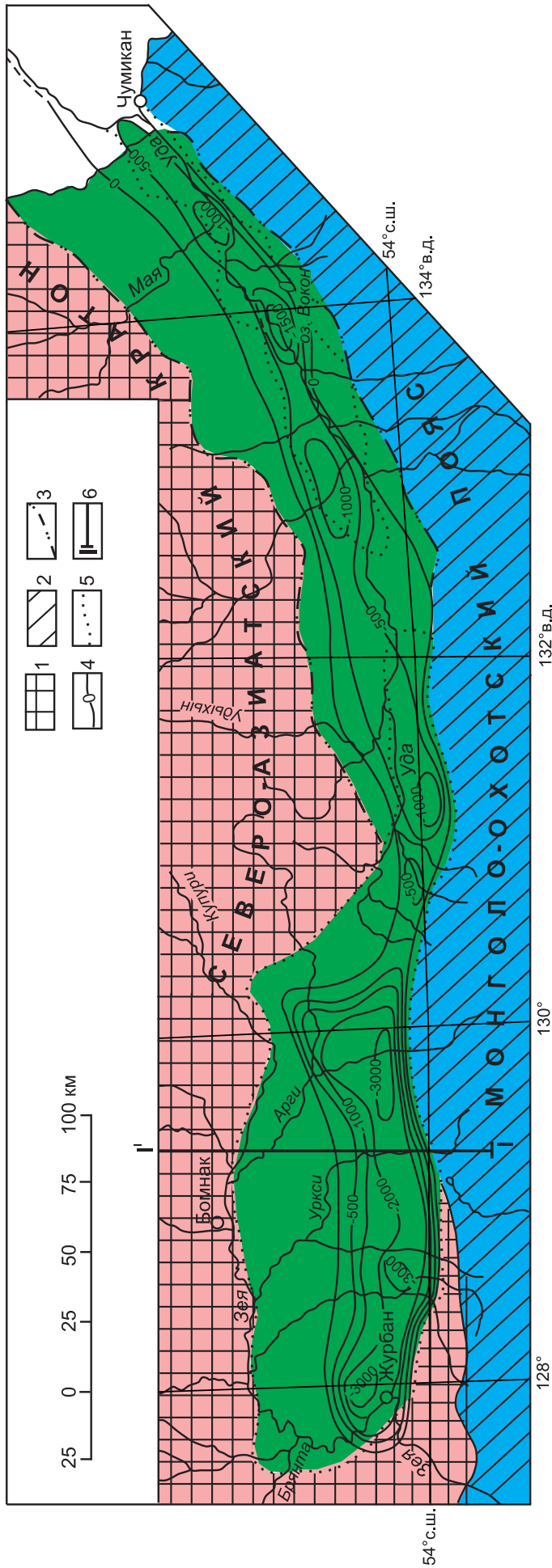


Рис. 3. Структурно-тектоническая схема Зейско-Удского прогиба по геофизическим данным [Lishnevsky, Zemlyanov, 1972].

1 – Становой блок Северо-Азиатского кратона; 2 – выходы на поверхность структурных комплексов Монголо-Охотского и Охотско-Корякского орогенных поясов; 3 – граница Зейско-Удского бассейна по контуру эффузивных и осадочных верхнеюрско-нижнемеловых континентальных образований; 4 – изогипсы поверхности фундамента бассейна, м; 5 – контур распространения неоген-четвертичных отложений; 6 – линия профиля.

Fig. 3. Structural-tectonic scheme of the Zeya-Uda trough, based on geophysical data [Lishnevsky, Zemlyanov, 1972].

1 – Stanovoy block of the North Asian craton; 2 – outcrops of structural complexes of the Mongolia-Okhotsk and Okhotsk-Koryak orogenic belts; 3 – boundary of the Zeya-Uda basin along the contour of volcanic and sedimentary Upper Jurassic – Lower Cretaceous continental formations; 4 – isohypses of the surface of the basin's base, m; 5 – area with Neogene-Quaternary sediments; 6 – line of the profile.

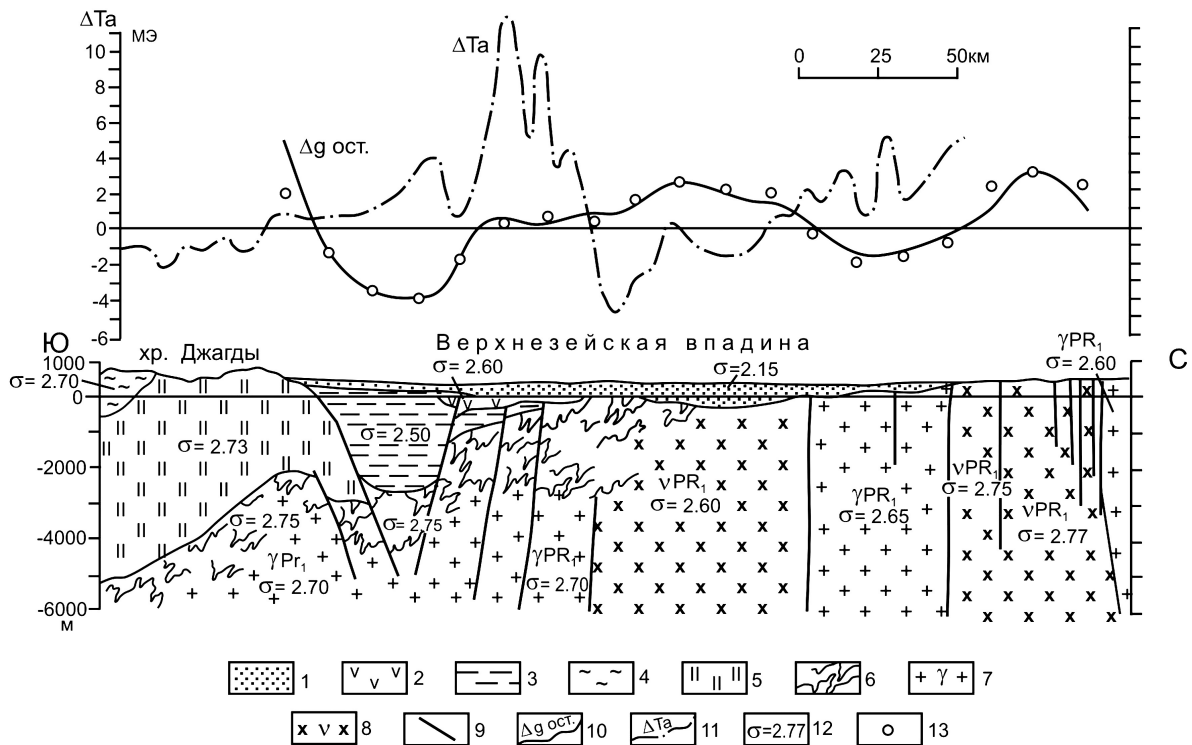


Рис. 4. Геолого-геофизический профиль через Зейско-Удский прогиб по долготе оз. Огорон – пос. Бомнак [Lishnevsky, Zemlyanov, 1972]. Расположение профиля см. на рис. 3.

1 – рыхлые неоген-четвертичные отложения; 2 – нижнемеловые эффузивы среднего состава; 3 – верхнеюрско-нижнемеловые терригенные отложения; 4 – метаморфизованные песчано-сланцевые толщи верхнего триаса – нижней юры; 5 – метаморфизованные вулканогенно-терригенные образования силура – перми; 6 – нижнепротерозойские гнейсы; 7 – нижнепротерозойские гранитоиды; 8 – нижнепротерозойские габбро и габбро-диориты; 9 – разрывные нарушения; 10 – кривая остаточных аномалий силы тяжести; 11 – кривая магнитных аномалий; 12 – плотность пород, принятая при расчетах; 13 – величина вычисленного гравитационного эффекта при принятых значениях плотности и положении гравитационных границ.

Fig. 4. Longitudinal profile across the Zeya-Uda trough from Lake Ogoron to Bomnak settlement [Lishnevsky, Zemlyanov, 1972]. Location of the profile is shown in Fig. 3.

1 – unconsolidated Neogene – Quaternary sediments; 2 – Lower Cretaceous volcanic rocks of intermediate composition; 3 – Upper Jurassic – Lower Cretaceous terrigenous deposits; 4 – metamorphosed sand-shale strata of the Upper Triassic – Lower Jurassic; 5 – metamorphosed volcano-clastic formations of the Silurian – Permian; 6 – Lower Proterozoic gneiss; 7 – Lower Proterozoic granitoid; 8 – Lower Proterozoic gabbro and gabbro-diorite; 9 – faults; 10 – curve of residual gravity anomalies; 11 – curve of magnetic anomalies; 12 – rock density assumed for the calculations; 13 – estimated gravitational effect at assumed density values and positions of gravity-active boundaries.

Durangites по границе ее с зоной *Jacobi-Grandis* установлена граница юрской и меловой систем.

Верхняя часть мезозойского разреза бассейна представлена чередующимися морскими и континентальными отложениями, объединенными в **тохикан-макитскую толщу**. Среди фаунистических остатков в ней преобладают бухииды, характерные для волжских отложений. В составе палинологического комплекса средней части толщи преобладает пыльца *Classopolis* и хвойных, характерных для позднеюрских комплексов Средней Азии, Забайкалья и Северо-Восточного Китая. В верхней части разреза толщи отмечено присутствие раннемеловых спор и макроостатков *Coniopteris burejensis*.

3. НОРСКО-СЕЛЕМДЖИНСКИЙ РИФТОГЕННЫЙ КРАЕВОЙ ПРОГИБ

Этот прогиб обрамляет с юга Монголо-Охотский коллизионный ороген. В современном структурном срезе сохранились лишь фрагменты этого прогиба. Между меридианами 123 и 131° с запада на восток прослеживаются Уруша-Ольдойский, Урканский, Пиканский, Деспский и Норский фрагменты Норско-Селемджинского рифтогенного прогиба. Верхнеюрские отложения представлены конгломератами и песчаниками толбузинской свиты мощностью до 2600 м. Она перекрыта нижнемеловыми вулканитами, которые совместно с ассоциирующимися с ними гранитоидами образуют Умлекано-Огоджин-

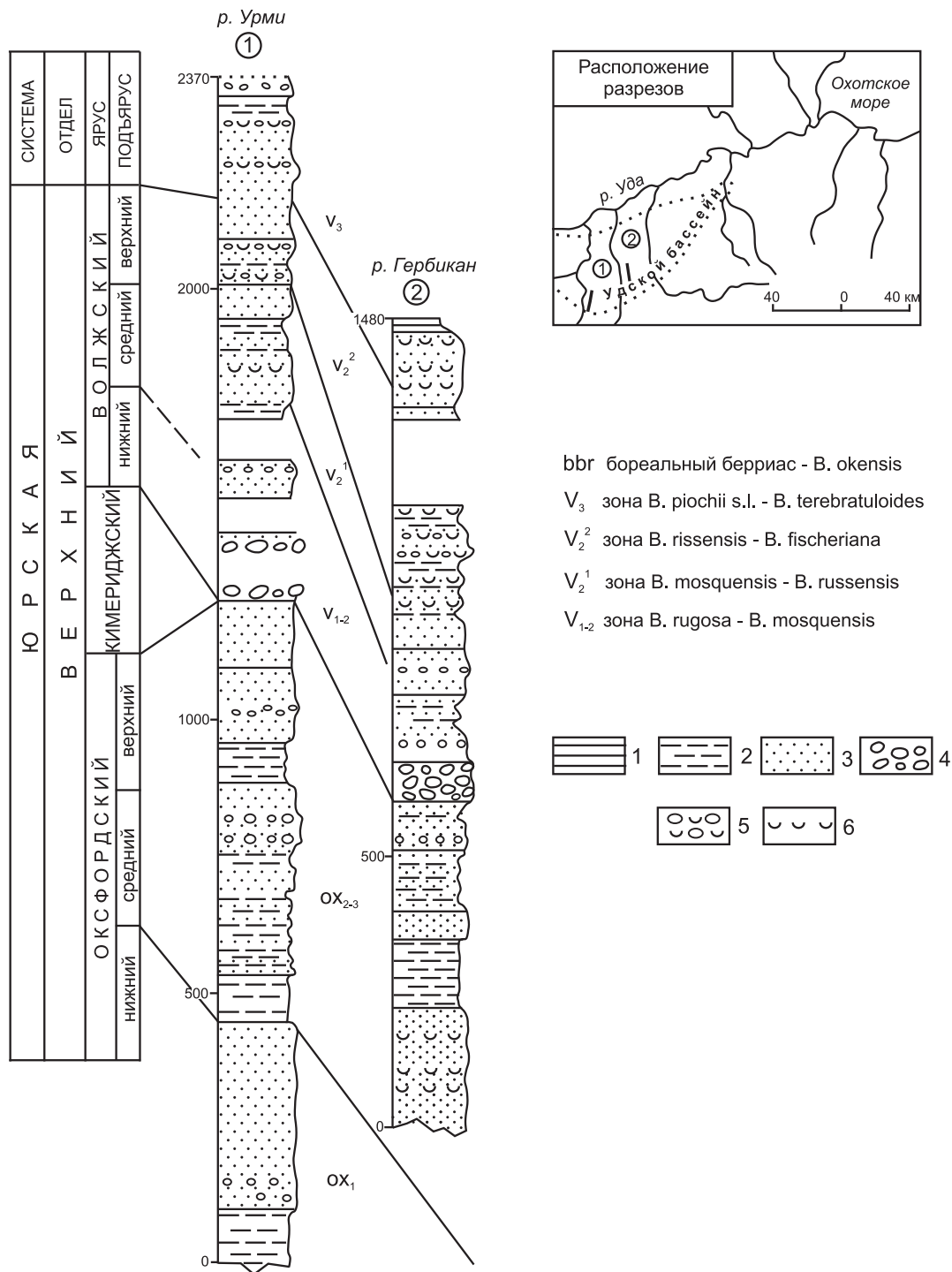


Рис. 5. Разрезы позднеюрских отложений по рекам Урми и Гербикан [Sey, Kalacheva, 1993].

1 – аргиллиты; 2 – алевролиты; 3 – песчаники; 4 – конгломераты; 5 – конгломераты с ракушняковым цементом; 6 – ракушники.

Fig. 5. Profiles of the Late Jurassic sediments along the Urmi and Gerbikan rivers [Sey, Kalacheva, 1993].

1 – argillites; 2 – siltstones; 3 – sandstones; 4 – conglomerates; 5 – a shell-rich cement conglomerates; 6 – shellstones.

ский вулканоплутонический пояс, протягивающийся на 600 км от пос. Огоджа до р. Умлекан. Вулканы представлены лавами и, в меньшей мере, пирокластическими образованиями преимущественно андезитового и андезибазальтового состава,

в верхах разреза отмечаются вулканы умеренно кислого состава. В западной части пояса, в районах Мамынского и Гонжинского выступов Буреинского массива, велика роль кислых пород повышенной щелочности, также тяготеющих к верхам разреза.

Гранитоиды представлены небольшими гипабиссальными телами диоритов, гранодиоритов, гранитов и гранит-порфиров.

Умлекано-Огоджинский пояс, обнаруживающий много общего с окраинно-континентальными вулканоплутоническими поясами типа Охотско-Чукотского (как по составу слагающих его образований, так и по своему строению), принципиально от них отличается своей тектонической позицией. По сравнению с окраинно-континентальными поясами, располагающимися вдоль границы континентов с океаном и фиксирующими их активные окраины, Умлекано-Огоджинский пояс возник после замыкания морских прогибов и складчатости, залегая на молассах складчатой зоны. Это эпиколлизионный вулканоплутонический пояс. Его существование свидетельствует о возникновении условий растяжения вслед за длительно существовавшим сжатием.

Возраст континентальных грубообломочных моласс, фиксирующих время замыкания морских прогибов Монголо-Охотской системы, последовательно уменьшается вдоль ее простираения в направлении с запада на восток. В Восточном Забайкалье континентальные молассы сменяют морские песчано-сланцевые толщи уже в интервале 140–130 млн лет [Yarmolyuk et al., 2000] юры, в Верхнем Приамурье – в поздней юре, а в Западном Приохотье – лишь в раннем мелу [Nagibina, 1963]. Во всех районах вслед за молассами формируются вулканоплутонические пояса и зоны, аналогичные Умлекано-Огоджинскому поясу. Их возраст также уменьшается в восточном направлении.

Пик вулканической активности наблюдается в позднем палеозое в центральных районах Монголии, в интервале 140–130 Ма в Забайкалье [Yarmolyuk et al., 2000], в интервале 131–110 Ма с пиком 125 Ма на Большом Хингане [Zhang et al., 2008], 110 Ма в бассейне Сунляо [Zhang et al., 2008], 110–105 Ма и 101–99 на Малом Хингане [Sorokin et al., 2004].

По мнению В.В. Ярмолюка с соавторами [Yarmolyuk et al., 2000], вулканизм обусловлен присутствием суперплюма, а миграция фронта вулканизма на восток – смещением зоны субдукции в восточном направлении.

6. ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

- Ivanov K.S., Erokhin Y.V., 2014. Paleogeodynamics of Triassic grabens system formation in the Western Siberia. *Doklady Earth Sciences* 458 (2), 1197–1200. <https://doi.org/10.1134/S1028334X14100067>.
- Kirillova G.L., 2008. Stages of late mesozoic and cenozoic rifting in southeastern Russia and adjacent regions: Implication for the petroleum potential. *Doklady Earth Sciences* 419 (1), 239–242. <https://doi.org/10.1134/S1028334X08020116>.
- Kirillova G.L., Turbin M.T., 1979. Formations and Tectonics of the Dzhagdy Link, Mongol-Okhotsk Fold Area. Nauka, Moscow, 116 p. (in Russian) [Кириллова Г.Л., Турбин М.Т. Формации и тектоника Джагдинского звена Монголо-Охотской складчатой области. М.: Наука, 1979. 116 с.].

Для рифтогенеза характерна и сдвиговая компонента, поскольку в юрско-раннемеловое время плита Изанаги косо субдуцировала под Азиатскую континентальную окраину [Maruyama et al., 1997].

4. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Позднемезозойский рифтогенез широко проявился в Северо-Восточной Азии от оз. Байкал до Сихотэ-Алиня по широте и от Южно-Якутских впадин до Северного Китая по долготе. Им охвачена территория более 2 млн км². Он проявился в виде внутриконтинентальных рифтов разного направления, вулканических провинций и структур растяжения вдоль крупных сдвигов [Ren et al., 2002]. В частности, вдоль Джагдинского звена Монголо-Охотского коллизионного орогена сформировались Удский с севера и Норско-Селемджинский с юга краевые рифтогенные прогибы, демонстрируя смену фазы сжатия фазой растяжения в этом регионе.

Проявления рифтогенеза объясняются глубинными физико-химическими процессами, образованием плюмов [Yarmolyuk et al., 2000] и результатами взаимодействия Тихоокеанской и Евразийской литосферных плит.

Отмеченное уменьшение возраста проявления вулканической активности с запада на восток объясняется смещением зоны субдукции в этом направлении.

Таким образом, анализ региональных и глобальных геологических событий с использованием новых данных бурения, геохронологического датирования вулкаников позволил охарактеризовать позднемезозойский этап рифтогенеза на флангах Джагдинского звена Монголо-Охотского коллизионного орогена.

5. БЛАГОДАРНОСТИ

Работа частично выполнена в рамках проекта РФФИ № 16-05-00571. Благодарю рецензентов за внимательное прочтение статьи и сделанные замечания, которые были учтены.

- Lishnevsky E.N., Zemlyanov V.N., 1972. Deep structure of the Upper Zeya and Uda troughs from geological and geophysical data. *Russian Geology and Geophysics* 13 (2), 141–146 (in Russian) [Лишневецкий Э.Н., Землянов В.Н. Глубинное строение Верхнезейского и Удского прогибов по геолого-геофизическим данным // *Геология и геофизика*. 1972. Т. 13. № 2. С. 141–146].
- Maruyama S., Isozaki Y., Kimura G., Terabayashi M., 1997. Paleogeographic maps of the Japanese Islands: plate tectonic synthesis from 750 Ma to the present. *Island Arc* 6 (1), 121–142. <https://doi.org/10.1111/j.1440-1738.1997.tb00043.x>.
- Metcalfe I., 2013. Gondwana dispersion and Asian accretion: tectonic and palaeogeographic evolution of eastern Tethys. *Journal of Asian Earth Sciences* 66, 1–33. <https://doi.org/10.1016/j.jseaes.2012.12.020>.
- Nagibina M.S., 1963. Tectonics and Magmatism of the Mongolia-Okhotsk Belt. Proceedings of GIN, vol. 79. Publishing House of the USSR Academy of Sciences, Moscow, 459 p. (in Russian) [Нагибина М.С. Тектоника и магматизм Монголо-Охотского пояса. Труды ГИН. Вып. 79. М.: Изд-во АН СССР, 1963. 459 с.].
- Parfenov L.M., Berzin N.A., Khanchuk A.I., Badarch G., Belichenko V.G., Bulgatov A.N., Dril S.I., Kirillova G.L., Kuzmin M.I., Nokleberg W.J., Prokopyev A.V., Timofeev V.F., Tomurtoogo O., Yang H., 2003. A model for the formation of orogenic belts in Central and Northeast Asia. *Tikhookeanskaya Geologiya (Russian Journal of Pacific Geology)* 22 (6), 7–41 (in Russian) [Парфенов Л.М., Берзин Н.А., Ханчук А.И., Бадарч Г., Беличенко В.Г., Булгатов А.Н., Дриль С.И., Кириллова Г.Л., Кузьмин М.И., Ноклеберг У., Прокопьев А.В., Тимофеев В.Ф., Томуртоого О., Янь Х. Модель формирования орогенных поясов Центральной и Северо-Восточной Азии // *Тихоокеанская геология*. 2003. Т. 22. № 6. С. 7–41].
- Ren J., Tamaki K., Li S., Junxia Z., 2002. Late Mesozoic and Cenozoic rifting and its dynamic setting in Eastern China and adjacent areas. *Tectonophysics* 344 (3–4), 175–205. [https://doi.org/10.1016/S0040-1951\(01\)00271-2](https://doi.org/10.1016/S0040-1951(01)00271-2).
- Resolutions of the IV Interdepartmental Regional Stratigraphic Conference on the Precambrian and Phanerozoic in the Southern Far East and Eastern Transbaikalia, 1994. Dal'geologiya, Khabarovsk, 124 p. (in Russian) [Решения IV Межведомственного регионального стратиграфического совещания по докембрию и фанерозою юга Дальнего Востока и Восточного Забайкалья. Хабаровск: ПГО «Дальгеология», 1994. 124 с.].
- Roganov G.V., Brudnitskaya E.P., Kislyakov S.G., Makhinin A.V., 1999. Stratigraphy and conditions of sedimentation in the Toroma and Uda troughs. In: Geology and mineral resources of the Amur Region. Magellan, Khabarovsk, p. 80–94 (in Russian) [Роганов Г.В., Брудницкая Е.П., Кисляков С.Г., Махинин А.В. Стратиграфия и условия формирования отложений Торомского и Удского прогибов // *Геология и полезные ископаемые Приамурья*. Хабаровск: Магеллан, 1999. С. 80–94].
- Roganov G.V., Kirillova G.L., Kiryanova V.V., Litvinenko N.D., 2005. Sedimentological peculiarities and biota of the J/K transional deposits in the epicontinental basins of Russian Priamurie. *Tikhookeanskaya Geologiya (Russian Journal of Pacific Geology)* 24 (4), 3–23 (in Russian) [Роганов Г.В., Кириллова Г.Л., Кирьянова В.В., Литвиненко Н.Д. Состав и биота переходных юрско-меловых отложений в эпиконтинентальных бассейнах Приамурья // *Тихоокеанская геология*. 2005. Т. 24. № 4. С. 3–23].
- Seton M., Müller R.D., Zahirovic S., Gaina C., Torsvik T., Shephard G., Talsma A., Gurnis M., Turner M., Maus S., Chandler M., 2012. Global continental and ocean basin reconstructions since 200 Ma. *Earth-Science Reviews* 113 (3–4), 212–270. <https://doi.org/10.1016/j.earscirev.2012.03.002>.
- Sey I.I., Kalacheva E.D., 1985. Scheme of biostratigraphy of the Upper Jurassic marine sediments in the northern regions of the Far East. *Geologiya i Geofizika (Russian Geology and Geophysics)* 26 (5), 136–138 (in Russian) [Сей И.И., Калачева Е.Д. Схема биостратиграфии верхнеюрских морских отложений северной части Дальнего Востока // *Геология и геофизика*. 1985. Т. 26. № 5. С. 136–138].
- Sey I.I., Kalacheva E.D., 1990. Zonal stratigraphy of the Upper Jurassic and Lower Cretaceous of the Far East. In: New data on the Paleozoic and Mesozoic biostratigraphy of the Southern Far East. Far East Branch of the USSR Academy of Sciences, Vladivostok, p. 162–170 (in Russian) [Сей И.И., Калачева Е.Д. Зональная стратиграфия верхней юры и низов мела Дальнего Востока // Новые данные по биостратиграфии палеозоя и мезозоя юга Дальнего Востока. Владивосток: ДВО АН СССР, 1990. С. 162–170].
- Sey I.I., Kalacheva E.D., 1993. Buchiids and zoned stratigraphy of the Russian Far East Upper Jurassic deposits. *Geologiya i Geofizika (Russian Geology and Geophysics)* 34 (8), 46–60 (in Russian) [Сей И.И., Калачева Е.Д. Бухии и зональная стратиграфия верхнеюрских отложений северной части Дальнего Востока // *Геология и геофизика*. 1993. Т. 34. № 8. С. 46–60].
- Sorokin A.A., Ponomarchuk V.A., Derbeko I.M., Sorokin A.P., 2004. New data on geochronology of magmatic assemblages in the Khingan-Olonoy volcanic zone (Russian Far East). *Tikhookeanskaya Geologiya (Russian Journal of Pacific Geology)* 23 (2), 52–62 (in Russian) [Сорокин А.А., Пономарчук В.А., Дербeko И.М., Сорокин А.П. Новые данные по геохронологии магматических ассоциаций Хингано-Олонойской вулканической зоны (Дальний Восток) // *Тихоокеанская геология*. 2004. Т. 23. № 2. С. 52–62].
- Yarmolyuk V.V., Kovalenko V.I., Kuz'min M.I., 2000. North Asian superplume activity in the Phanerozoic: magmatism and geodynamics. *Geotectonics* 34 (5), 343–366.
- Zhang X., Zhang M., Chi X., Liu Zh., 2008. The division and evolution of Mesozoic basin groups in Northeastern China. In: Workshop on petroleum geology and mineral resources in Northeastern Asia. Abstract Volume. Jilin University, Changchun, China, p. 38–39.



Кириллова Галина Леонтьевна, докт. геол.-мин. наук
Институт тектоники и геофизики им. Ю.А. Косыгина ДВО РАН
680000, Хабаровск, ул. Ким Ю Чена, 65, Россия
✉ e-mail: kirillova@itig.as.khb.ru

Kirillova, Galina L., Doctor of Geology and Mineralogy
Yu.A. Kosygin Institute of Tectonics and Geophysics, Far East Branch of RAS
65 Kim Yu Chen Street, Khabarovsk 680000, Russia
✉ e-mail: kirillova@itig.as.khb.ru