

Региональная геология

УДК 551(571.53)

<https://doi.org/10.26516/2541-9641.2021.1.7>

Новейшая активизация шовной зоны Сибирского кратона под Южным Байкалом: от мел-палеогенового орогена к неоген-четвертичному рифту

С.В. Рассказов^{1,2}, В.Л. Коломиец^{3,4}, Р.Ц. Будаев⁴, И.С. Чувашова^{1,2},
А. Аль-хамуд^{1,5}, А. Хассан^{1,2,6}, Р. Алокла^{1,7}

¹Иркутский государственный университет, Иркутск, Россия

²Институт земной коры СО РАН, Иркутск, Россия

³Бурятский государственный университет, Улан-Удэ, Россия

⁴Геологический институт СО РАН, Улан-Удэ, Россия

⁵Университет Аль-Фурат, Дейр-Эз-Зор, Сирия

⁶Университет Аль-Басс, Хомс, Сирия

⁷Университет Алеппо, Алеппо, Сирия

Аннотация. На основе пространственно-временного анализа осадочных отложений юга Восточной Сибири, характеризуются два этапа эволюции новейшей структуры: мел-палеогеновый и неоген-четвертичный. Первый этап обозначен формированием Южно-Байкальского орогена с фланговым развитием Предбайкальского и Селенгино-Витимского предгорных прогибов, второй — нисходящими движениями в Южно-Байкальской впадине, ее заполнением осадочными отложениями и водой одновременно с развитием всей Байкальской рифтовой системы.

Ключевые слова. кайнозой, Байкал, осадочные отложения.

Recent reactivation of the Siberian craton suture zone beneath the Southern Baikal: from Cretaceous-Paleogene orogen to Neogene-Quaternary rift

S.V. Rasskazov^{1,2}, V.L. Kolomiets^{3,4}, R.T. Budaev⁴, I.S. Chuvashova^{1,2},
A. Al-Hamoud^{1,5}, A. Hassan^{1,6}, R. Alokla^{1,7}

¹Irkutsk State University, Irkutsk, Russia

²Institute of Earth's Crust SB RAS, Irkutsk, Russia

³Geological Institute SB RAS, Ulan-Ude, Russia

⁴Buryat State University, Ulan-Ude, Russia

⁵Al-Furat University, Deir ez-Zor, Syria

⁶Al-Bass University, Homs, Syria

⁷Aleppo University, Aleppo, Syria

Abstract. From the analysis of spatial-temporal distribution of sediments in the south of Eastern Siberia, we present evidence on two stages in the evolution of neotectonic structure: Cretaceous-Paleogene and Neogene-Quaternary. The former was exhibited by the development of the South Baikal orogen accompanied by flank development of the Predbaikal and Selenga-Vitim foredeeps, the latter by the subsidence of the South Baikal basin, its filling of sediments and water simultaneously with the development of the whole Baikal Rift System.

Keywords: Cenozoic, Baikal, sediments.

Введение

История формирования впадин оз. Байкал и сушидольных впадин Байкальской рифтовой системы слабо обоснована из-за фрагментарности имеющейся геологической информации. Вопрос о начале образования впадин обычно сводился к определению возраста наиболее ранних отложений. Поскольку в дельте р. Селенга на глубине 3100 м были вскрыты скважиной эоцен-олигоценые отложения (Замараев, Самсонов, 1959), начало осадконакопления в ней было отнесено, предположительно, к палеоцену. В Южно-Байкальской впадине как историческом ядре Байкальской рифтовой зоны допускалось длительное существование Селенгинского седловидного понижения в рельефе между Становым и Саяно-Хамардабанским поднятиями Саяно-Байкальской горной страны (Логачев, 1974, 2001, 2003).

При сейсмическом профилировании осадочного наполнения Южно-Байкальской впадины выделены три сейсмокомплекса, названные проторифтовым, среднерифтовым и современнорифтовым (Depositional and tectonic..., 1992). Средний (складчатый) и верхний (горизонтально-слоистый) сейсмокомплексы относились к позднеорогенному этапу, нижний (сейсмически-прозрачный) — к раннеорогенному. Термин «орогенез» использовался в геоморфологическом смысле для обозначения процесса образования гор вокруг Байкала (Флоренсов, 1960; Логачев, 1974). Предполагалось также, что сейсмически-прозрачная часть разреза имела мел-палеогеновый возраст (Кайнозой Байкальской..., 2001; Мац, 2012), хотя отсутствие слоистости этого комплекса не находило никакого объяснения.

По высокой степени хомогенного латеритного выветривания к палеоцену относилась вулканогенно-осадочная толща, вскрытая скважинами при разведке Ахаликского бурого угольного месторождения на Еловском отроге в Тункинской долине (Волоколаков, Хлыстов, 1967; Хлыстов, Дехтярева, 1970). Общий анализ палеоценовых толщ в разных районах Азии показал, однако, что кора выветривания латеритного типа в палеоцене этой территории обычно не формировалась. Обогащения глиноземом не обнаружено ни в

палеоценовых красноцветах Тянь-Шаня, ни в, предположительно, палеоценовой коре выветривания на о-ве Ольхон (например, в красноцветных породах м. Харалган), ни в палеоценовых красноцветах Центральной и Южной Монголии. Между тем, образование палеоцен-эоценовых бокситов и латеритов во впадинах Предбайкальского прогиба и на Еловском отроге интерпретировалось именно с позиций высокой степени выветривания осадочного материала (Павлов и др., 1976; Хлыстов, Дехтярева, 1970). На первой территории высокоглиноземистые породы с палеоценовым спорово-пыльцевым комплексом залегают на красноцветах верхоленской свиты верхнего кембрия и, явно, наследуют литологические характеристики этих пород в результате их местного размыва. Подобным образом, с переотложением материала пород верхнего кембрия пространственно связана и осадочно-вулканогенная толща Еловского отрога, но палеоценовый возраст этой толщи не был подтвержден определениями спор и пыльцы.

Исходя из пространственно-временного распределения осадочных отложений и вулканических пород на юге Восточной Сибири, Южно-Байкальская впадина рассматривалась как структура ранне-среднекайнозойской Тунка-Еравнинской рифтовой зоны и позднекайнозойской Байкальской (Rasskazov, 1994). Проблематичность палеоценового возраста высокоглиноземистой вулканогенно-осадочной толщи в Тункинской долине ставит под сомнение единство ранне-среднекайнозойской Тунка-Еравнинской структуры и заставляет нас снова обратиться к анализу палеогеновых и неоген-четвертичных структур юга Восточной Сибири. Возникает вопрос — явились ли ранние и поздние отложения района Южного Байкала отражением процессов единого длительного структурного развития впадины на протяжении всего кайнозоя или обозначили сначала осадконакопление в палеогеновых структурах одного типа, а затем — в неоген-четвертичных другого?

1. Соотношения впадин оз. Байкал с шовной зоной Сибирского кратона

Пространственное положение структурного шва кратона маркируется поясом

положительных гравитационных аномалий. В Южно-Байкальской впадине этот пояс смещен от ее центральной части к северо-западному борту (Мац и др., 2001). По пространственному переходу от геологических комплексов кратона к комплексам аккрецированных террейнов шовная зона протягивается под Южно-Байкальской и Северо-Байкальской впадинами. На междувпадинной структурной перемычке, обозначенной о-вом Ольхон и подводным Академическим хребтом, шовная зона смещена в Приольхонье и проходит по Приморскому разлому.

Милониты шовной зоны, обнаженные на западном окончании Южного Байкала в районе пос. Култук, погружаются под озеро. Мы

предполагаем, что зона милонитов представлена в фундаменте впадины и перекрыта донными отложениями озера (рис. 1).

Одним из аргументов в пользу такой интерпретации служит систематика отношения активностей ($^{234}\text{U}/^{238}\text{U}$) и $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ трещинных вод из тектонитов шовной зоны в районе пос. Култук (Рассказов и др., 2015), из которой следует, что резервуар воды Южно-Байкальской впадины генетически связан с подземными водами, циркулирующими под ней в шовных милонитах, и существенно отличается от подземных вод, циркулирующих в породах сопредельных территорий Сибирского кратона и слюдянского кристаллического комплекса.



Рис. 1. Переход шовной зоны между Сибирским кратоном и слюдянским кристаллическим комплексом от сжимающегося фрагмента Главного Саянского разлома к растягивающемуся фрагменту под Южно-Байкальской впадиной. Переход регистрируется резким возрастанием отношения активностей ($^{234}\text{U}/^{238}\text{U}$) в подземных водах и в глубинной воде Южного Байкала.

Fig. 1. Transition of the suture zone between the Siberian craton and Slyudyanka crystalline complex from a compressional fragment of the Main Sayan Fault to an extensional one beneath the South Baikal basin. The transition is recorded by increasing activity ratio ($^{234}\text{U}/^{238}\text{U}$) in groundwater and deep water of the South Baikal.

В узком изотопном составе урана и стронция глубинных вод резервуара Южного Байкала отразился гомогенный состав их источника. Породы шовной зоны представляют собой интенсивно перетертый гомогенизированный материал, в отличие от существенно неоднородного материала Сибирского кратона и аккрецированных террейнов.

На сейсмическом профиле такой материал шовной зоны должен быть сейсмически-прозрачным. Именно свойство однородности послужило основанием для выделения нижнего сейсмического комплекса Южно-Байкальской впадины (Hutchinson et al., 1992). Мы интерпретируем этот комплекс как фундамент и к собственно осадочным относим только два других вышележащих слоистых комплекса.

2. Развитие рельефа

В Предбайкальском и Селенгино-Витимском прогибах седиментация началась приблизительно в одно время — в кампане–маастрихте (Стратиграфия ..., 2007). Между прогибами, на месте современной Южно-Байкальской впадины, находилось мел-палеогеновое протоподнятия, относительно которого прогибы изначально оформились как фланговые предгорные тектонические структуры.

О существовании такого протоподнятия свидетельствуют резкие отличия мел-палеогеновых растительных комплексов Предбайкальского и Селенгино-Витимского прогибов (устное сообщение В. М. Климановой в 1985 г.). Фитогеографическое отличие территорий севернее и южнее Южного Байкала (соответственно, территории от северной оконечности Байкала до Восточного Саяна и территории Витимского плоскогорья) продолжало сохраняться и в позднем кайнозое; первая территория была частью Казахской фитогеографической провинции, вторая — Приморской (Рассказов и др., 2007).

Реконструируемое мел-палеогеновое Южно-Байкальское протоподнятия образовалось в связи с локальными деформациями в структурном шве между

фундаментом Сибирского кратона и аккрецированными к нему более молодыми террейнами. Предбайкальский и Селенгино-Витимский прогибы были динамически связаны с этим протоподнятием и формировались, соответственно, на краю раннедокембрийского кратона и в сопредельной палеозойской складчатой области (рис. 2).

3. Маркирующие осадочные слои

На северном склоне мел-палеогенового Южно-Байкальского протохребта были экспонированы и размывались красноцветные отложения верхоленской свиты осадочного чехла Сибирской платформы. Материал отлагался в Предбайкальском прогибе (Логачев и др., 1964; Павлов и др., 1976). В Селенгино-Витимском прогибе источником обломочного материала служили породы шовной зоны осевой части и южного склона мел-палеогенового Южно-Байкальского протохребта.

Ранние отложения Южно-Байкальской и Баргузинской впадин были вовлечены в глубокое позднекайнозойское погружение и в настоящее время доступны для изучения на поднятых тектонических ступенях (блоках), испытавших инверсионное поднятие вдоль южных бортов. Ранние отложения Южно-Байкальской впадины обнажены фрагментарно на Прихамардабанской ступени в виде слоя «синих глин» олигоценного возраста в основании разреза р. Половинка Танхойского третичного поля (Рассказов и др., 2014). Наличие прослоев «синих глин» отмечалось в разновозрастных отложениях Танхойского третичного поля и в керне глубокой скважины дельты р. Селенга (Пальшин, 1955; Замаераев, Самсонов, 1959; Рассказов и др., 2014). Синяя окраска объяснялась наличием вивианита (Машук, Акулов, 2012).

Нижние части разрезов отложений Прихамардабанской и Прикатской тектонических ступеней сопоставимы между собой. В обоих случаях аллювиальные красноцветные отложения замещаются по латерали угленосными озерно-болотными отложениями. На Прихамардабанском блоке Южно-Байкальской впадины такое замещение выявлено от бассейна р. Мишиха к бассейну р. Половинка.

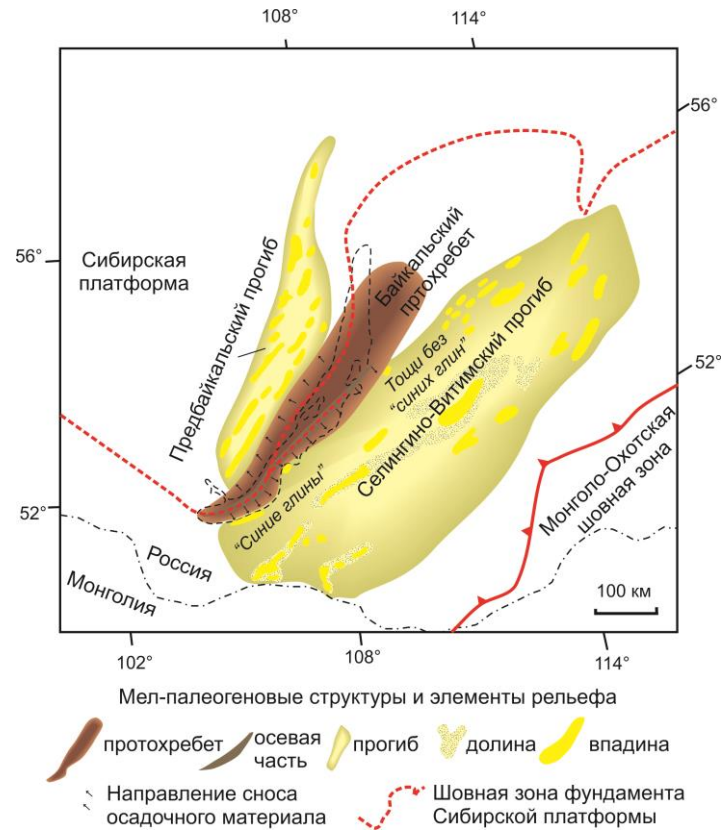


Рис. 2. Схематичная реконструкция мел-палеогенового рельефа и седиментации на юге Восточной Сибири. Контур оз. Байкал показан штриховой линией.

Fig. 2. Schematic reconstruction of the Cretaceous-Paleogene relief and sedimentation in the south of Eastern Siberia. Contour of Lake Baikal is shown by the dashed line.



Рис. 3. Прослой «синих глин» в палеогеновых красноцветных отложениях Танхойской тектонической ступени на правобережье р. Мишиха.

Fig. 3. The layer of "blue clay" in the Paleogene red beds of the Tankhoy tectonic step on the right side of Mishikha River.

Подобное латеральное замещение красноцветных отложений угленосными обнаружено на Приикатском блоке Баргузинской впадины от района пос. Уро к району пос. Бодон. Аллювиальные красноцветные фации территорий датируются палеогеном, угленосные озерно-болотные — нижним-средним миоценом.

Мы предполагаем, что слои «синих глин» представляют собой продукты размыва милонитов из Южно-Байкальского фрагмента шовной зоны Сибирского кратона (рис. 4). Своеобразная окраска глин находит объяснение в идентификации отложений этого типа только в разрезах Прихамардабанской ступени и дельты р. Селенга. До района Баргузинской впадины шовные милониты не распространялись, поэтому «синие глины» в основании разреза отложений Приикатского блока отсутствуют.



Рис. 4. Милонит из шовной зоны (район пос. Култук) – исходный материал для «синих глин».

Fig. 4. Mylonite from the suture zone (near Kultuk village) – the source material for the "blue clay".

4. Геодинамические условия смены сжатия растяжением литосферы

На новейшем геодинамическом этапе литосфера Азии испытывала общее движение в направлении восток-юго-восток (Rasskazov, Chuvashova, 2016). Южно-Байкальское протоподнятия и сопряженные с ним передовые прогибы формировались в процессе воздействия на литосферу

материала первичной Байкальской расплавной аномалии переходного слоя мантии, выраженной в вулканизме Хушиндинского и Иренгинского полей позднего мела–палеогена во временном интервале 100–50 млн лет назад. В области первичной Байкальской расплавной аномалии переходного слоя, располагавшейся под Западным Забайкальем, сформировался подлитосферный противопоток, сопряженный с восток-юго-восточным движением литосферы. Эта динамика явилась реакцией на раннекайнозойское проявление механизма роллбэк на границе между восточной окраиной Азии и плитой Кула-Изанаги.

В концепции глобальной тектоники предполагается, что литосферные плиты перемещаются благодаря эффекту волочения, обусловленному мантийным потоком, действующим на основание литосферы. В условиях медленного мел-палеогенового движения литосферы Азии (со средней скоростью около $0,1 \text{ см} \times \text{год}^{-1}$) эффект волочения распространялся от первичной Байкальской расплавной аномалии до юго-восточной шовной зоны, вызывая ее сжатие, повлекшее образование орогена (в тектоническом смысле этого термина). Переход к развитию структур Байкальской рифтовой зоны отразил перестройку движения плит на востоке Азии. Субдукция Тихоокеанской плиты, ннициированная на рубеже олигоцена и миоцена, сопровождалась повторным включение механизма роллбэк и существенным увеличением скорости движения литосферы Азии (до $3 \text{ см} \times \text{год}^{-1}$). В этих условиях эффект волочения привел к растяжению юго-восточной шовной зоны Сибирского кратона.

На неоген-четвертичном этапе обособилась вторичная верхнемантийная Северо-Байкальская расплавная аномалия, активность которой проявилась в извержениях начала вулканического следа на Витимском плоскогорье со середины миоцена до неоплейстоцена (с 16 до 0,6 млн лет назад). Над первичной Байкальской расплавной аномалией образовалась Селенгинская седловина, над вторичной Северо-

Байкальской активизировался северо-байкальский фрагмент шовной зоны Сибирского кратона.

5. Обсуждение и заключение

Итак, в основании разрезов осадочных отложений на Прихамардабанском и Приикатском тектонических блоках идентифицированы палеогеновые и нижне-среднемиоценовые толщи. При формировании этих толщ рельеф не был существенно расчленен. Базис эрозии находился приблизительно на одном уровне. В обоих тектонических блоках эти толщи перекрыты средне-верхнемиоценовыми озерными и плиоцен-четвертичными полифациальными отложениями.

В суходольных впадинах северо-восточной части Байкальской рифтовой зоны седиментация началась в среднем миоцене (Рассказов и др., 2007). Во впадинах оз. Байкал и впадинах Тункинской рифтовой долины осадочные отложения угленосной танхойской свиты датируются миоценом — нижним плиоценом. Небольшие фрагменты олигоценовых отложений (в том числе, отложений «синих глин») представляют собой останцы, уцелевшие от эрозии, сопровождавшей образование впадин Байкальской рифтовой зоны. Эти фрагменты рассматриваются нами в составе дотанхойского (мел-палеогенового) осадочного комплекса (Рассказов и др., 2007, 2014). В настоящей работе дотанхойские отложения связываются с этапом формирования передовых прогибов Южно-Байкальского протоподнятия (орогена).

Мы приходим к выводу о том, что ранние и поздние отложения района Южного Байкала не могут рассматриваться как отражение процессов единого, длительного структурного развития впадины на протяжении всего кайнозоя. Ранние отложения обозначили осадконакопление в палеогеновых структурах одного типа, поздние — в структурах другого типа. Из анализа пространственно-временного распределения осадочных отложений следует вывод о начальном мел-палеогеновом формировании Южно-Байкальского протоподнятия

(орогена) с фланговым развитием предгорных прогибов и о последующем (неоген-четвертичном) развитии полосы впадин и поднятий Байкальской рифтовой зоны.

Южно-Байкальская впадина, заполненная осадочными отложениями и водой, образовалась при смене восходящих движений позднего мела–палеогена нисходящими движениями неогена–квартера. Смена орогенного этапа рифтовым в развитии шовной структуры Южного Байкала согласуется с гипотезой о двухэтапной новейшей геодинамической эволюции Азии, характеризующейся однонаправленным восток-юго-восточным движением ее литосферы.

6. Благодарности

Работа выполнена в Китайско-Российском исследовательском центре Удальячи–Байкал по новейшему вулканизму и окружающей среде, грант № P162011012 и грант научно-исследовательского фонда Академии наук провинции Хэйлуцзян КНР (2016 г.) при частичном финансировании РФФИ, грант 17-05-00808.

Литература

Замараев С.М., Самсонов В.В. Геологическое строение и нефтегазоносность Селенгинской депрессии // Геология и нефтегазоносность Восточной Сибири. — М.: Госпотехиздат, 1959. — С. 435–475.

Волколаков Ф.К., Хлыстов П.А. О наличии гидрагиллита в палеогеновой (?) коре выветривания Тункинской впадины // Материалы по геологии и полезным ископаемым Бур. АССР. — Вып. II. Улан-Удэ, 1967. — С. 51–53.

Мац В.Д. [и др.] Кайнозой Байкальской рифтовой впадины: строение и геологическая история. — Новосибирск: Изд-во СО РАН, филиал «Гео», 2001. — 252 с.

Павлов С.Ф. [и др.] Кайнозойские коры выветривания и осадочные формации Западного Прибайкалья. — Новосибирск, 1976. — 160 с.

Логачев Н.А. Саяно-Байкальское и Становое нагорья // Нагорья Прибайкалья и Забайкалья. — М.: Наука, 1974. — С. 16–162.

Логачев Н.А. Об историческом ядре Байкальской рифтовой зоны // Доклады АН, 2001. — Т. 376, № 4. — С. 510–513.

Логачев Н.А. История и геодинамика Байкальского рифта // Геология и геофизика, 2003. — Т. 44, № 4–5. — С. 391–406.

Логачев Н.А., Ломоносова Т.К., Климанова В.М. Кайнозойские отложения Иркутского амфитеатра. — М.: Наука, 1964. — 187 с.

Мац В.Д. Возраст и геодинамическая природа осадочного выполнения Байкальского рифта / В.Д. Мац // Геология и геофизика, 2012. — Т. 53, № 9. — С. 1219–1244.

Машук И.М., Акулов Н.И. Олигоценные отложения Байкальской рифтовой впадины // Геология и геофизика, 2012. — Т. 53, № 4. — С. 461–475.

Рассказов С.В. [и др.] Отложения Танхойского третичного поля, Южнобайкальская впадина: стратиграфия, корреляции и структурные перестройки в Байкальском регионе // *Geodynamics & Tectonophysics*. — 2014. — V. 5, No. 4. — P. 993–1032.

Рассказов С.В. [и др.] Разработка Култукского сейсмопрогностического полигона: вариации ($^{234}\text{U}/^{238}\text{U}$) и $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ в подземных водах из активных разломов западного побережья Байкала // *Geodynamics & Tectonophysics*, 2015. — V. 6, No. 4. — P. 519–554. DOI:10.5800/GT-2015-6-4-0192.

Рассказов Сергей Васильевич,
доктор геолого-минералогических наук, профессор,
664003 Иркутск, ул. Ленина, д. 3,
Иркутский государственный университет,
геологический факультет,
заведующий кафедрой динамической геологии
664033 Иркутск, ул. Лермонтова, д. 128,
Институт земной коры СО РАН,
заведующий лабораторией изотопии и геохронологии,
тел.: (3952) 51–16–59,
email: rassk@crust.irk.ru.

Rasskazov Sergei Vasilyevich,
Doctor of Geological and Mineralogical Sciences,
Professor,
664003 Irkutsk, Lenin str., 3,
Irkutsk State University, Faculty of Geology,
Head of the Dynamic Geology Chair
664033 Irkutsk, Lermontov str., 128,
Institute of the Earth's Crust SB RAS,

Рассказов С.В. [и др.] Стратиграфия кайнозоя Витимского плоскогорья: феномен длительного рифтогенеза на юге Восточной Сибири. — Новосибирск: Академическое изд-во «Гео», 2007. — 193 с.

Флоренсов Н.А. Мезозойские и кайнозойские впадины Прибайкалья. — М.–Л.: Изд-во Академии наук СССР, 1960. — 258 с.

Хлыстов П.А., Дехтярева Л.В. Основные этапы мезо-кайнозойского выравнивания и кооробразования в Западном Забайкалье // Матлы по геол. и полезн. ископ. Бурятской АССР. — Вып. XIII. — Улан-Удэ: Бурят. Кн. изд-во, 1970. — С. 50–57.

Hutchinson D.R. [et al.] Depositional and tectonic frame work of the rift basin of Lake Baikal from multichannel seismic data // *Geology*, 1992. — V. 20. — P. 589–592.

Rasskazov S.V. Magmatism related to the East Siberia rift system and the geodynamics / S.V. Rasskazov // *Bull. Centres Rech. Explor.- Prod. Elf. Aquitaine*, 1994. — V. 18, No. 2. — P. 437–452.

Rasskazov S.V. The latest geodynamics in Asia: Synthesis of data on volcanic evolution, lithosphere motion, and mantle velocities in the Baikal-Mongolian region / S.V. Rasskazov, I.S. Chuvashova // *Geoscience Frontiers*. 2016. — doi:10.1016/j.gsf.2016.06.009.

Head of the Laboratory for Isotopic and Geochronological Studies,
tel.: (3952) 51–16–59,
email: rassk@crust.irk.ru.

Коломиец Владимир Леонидович,
кандидат геолого-минералогических наук,
670047, г. Улан-Удэ, ул. Сахьяновой, ба,
Геологический институт СО РАН,
старший научный сотрудник,
670000, г. Улан-Удэ, ул. Смолина, 24а,
Бурятский государственный университет, химический факультет,
доцент кафедры геологии,
email: kolom@gin.bscnet.ru.
Kolomiets Vladimir Leonidovich,
Candidate of Geological and Mineralogical Sciences,
670047, Ulan-Ude, Sakhyanova str., ба,
Geological Institute SB RAS,
Senior Researcher,
670000, Ulan-Ude, Smolina str., 24a,

*Buryat State University, Faculty of Chemistry,
Assistant Professor of the Department of Geology,
email: kolom@gin.bsnet.ru.*

Будаев Ринчин Цыбикжапович,
кандидат геолого-минералогических наук
670047, г. Улан-Удэ, ул. Сахьяновой, 6а,
Геологический институт СО РАН,
старший научный сотрудник,
email: burgin@gin.bsnet.ru.

Budaev Rinchin Tsybikzharovich,
Candidate of Geological and Mineralogical Sciences
670047, Ulan-Ude, Sakhyanova str., 6a,
Geological Institute SB RAS,
Senior Researcher,
email: burgin@gin.bsnet.ru.

Чувашова Ирина Сергеевна,
кандидат геолого-минералогических наук,
664003 Иркутск, ул. Ленина, д. 3,
Иркутский государственный университет,
геологический факультет,
доцент,
664033 Иркутск, ул. Лермонтова, д. 128,
Институт земной коры СО РАН,
старший научный сотрудник,
тел.: (3952) 51–16–59,
email: chuvashova@crust.irk.ru.

Chuvashova Irina Sergeevna,
Candidate of Geological and Mineralogical Sciences,
664003 Irkutsk, Lenin str., 3,
Irkutsk State University, Faculty of Geology,
Assistant Professor,
664033 Irkutsk, Lermontov str., 128,
Institute of the Earth's Crust SB RAS,
Senior Researcher,
tel.: (3952) 51–16–59,
email: chuvashova@crust.irk.ru.

Аль-хамуд Аднан,
664003 Иркутск, ул. Ленина, д. 3,
Иркутский государственный университет,
геологический факультет,
аспирант,
Дейр-Эз-Зор, Сирия,
Университет Аль-Фурат,
преподаватель,
email: hamoudadnan04@gmail.com.

Al-Hamoud Adnan,
664003 Irkutsk, Lenin str., 3,
Irkutsk State University, Faculty of Geology,
graduate student
Deir ez-Zor, Syria,
Al-Furat University,
teacher
email: hamoudadnan04@gmail.com.

Хассан Абдулмонем,
664003 Иркутск, ул. Ленина, д. 3,
Иркутский государственный университет,
геологический факультет,
аспирант,
664033 Иркутск, ул. Лермонтова, д. 128,
Институт земной коры СО РАН,
ведущий инженер,
Хомс, Сирия,
Университет Аль-Басс,
преподаватель,
email: abdulmonemhassan86@gmail.com.

Hassan Abdulmonem,
664003 Irkutsk, Lenin str., 3,
Irkutsk State University, Faculty of Geology,
graduate student,
664033 Irkutsk, Lermontov str., 128,
Institute of the Earth's Crust SB RAS,
Leading Engineer,
Homs, Syria,
Al Bass University,
teacher
e-mail: abdulmonemhassan86@gmail.com.

Алокла Рияд,
664003 Иркутск, ул. Ленина, д. 3,
Иркутский государственный университет,
геологический факультет,
аспирант,
Алеппо, Сирия,
Университет Алеппо,
преподаватель,
email: riyad.198762@gmail.com.

Alokla Riyadh,
664003 Irkutsk, Lenin str., 3,
Irkutsk State University, Faculty of Geology,
graduate student,
Aleppo, Syria,
University of Aleppo,
teacher
e-mail: riyad.198762@gmail.com.