

## Вулканизм, новейшая геодинамика

УДК 551.21+551.248.2 (51)

<https://doi.org/10.26516/2541-9641.2023.2.60>

### Современные сейсмотектонические деформации на вулканическом плато Асхатэ и их роль в структуре вулканического поля Дариганга, Юго-Восточная Монголия

И.С. Чувашова<sup>1,2</sup>, С.В. Рассказов<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Институт земной коры СО РАН, г. Иркутск, Россия

<sup>2</sup>Иркутский государственный университет, г. Иркутск, Россия

**Аннотация.** По данным инструментальных измерений в Юго-Восточной Монголии и сопредельной территории Китая определяется слабая сейсмичность. Однако в западной части вулканического поля Дариганга, на краю плато Асхатэ, образовавшегося в результате эрозионного расчленения щитовой постройки возрастом 4.8–4.3 млн лет, обнаружена 7.5-километровая система рвов, которая может иметь сейсмическую природу. Мы предполагаем связь современной сейсмотектонической активности на вулкане Асхатэ с тектоническими движениями в позднекайнозойском Тамцагском предгорном прогибе хр. Нукут-Дабан, оформление которого пространственно связано с новейшей активизацией Солонкерского структурного шва.

**Ключевые слова:** вулканизм, кайнозой, Азия, Монголия, геодинамика, неотектоника, современные движения.

### Recent seismotectonic deformations on the Ashate volcanic plateau and their role in structure of the Dariganga volcanic field, Southeastern Mongolia

I.S. Chuvashova<sup>1,2</sup>, S.V. Rasskazov<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Institute of the Earth's Crust SB RAS, Irkutsk, Russia

<sup>2</sup>Irkutsk State University, Irkutsk, Russia

**Abstract.** From instrumental measurements in southeastern Mongolia and adjacent China, weak seismicity is determined. However, 7.5-kilometer long system of ditches, probably of seismic nature, was detected in the western part of the Dariganga volcanic field, on the edge of the Ashate Plateau that resulted from erosional dissection of the 4.8–4.3 Ma shield edifice. We propose that the modern seismotectonic reactivation of the Askhate volcano is related to tectonic motions in the Late Cenozoic Tamtsag foredeep of the Nukut-Daban range, spatially associated with neotectonic reactivation of the Solonker suture.

**Keywords:** Volcanism, Cenozoic, Asia, Mongolia, geodynamics, recent tectonics, present-day motions.

#### Введение

При объяснении распространения позднекайнозойского вулканизма в Центральной и Восточной Азии обычно обсуждаются гипо-

тезы глубинного происхождения магматических расплавов. Литосферный структурный контроль вулканизма либо не обсуждается, либо уходит на второй план. Между тем,

изучение структурно-тектонических условий на вулканоактивных территориях имеет смысл в связи с инструментальными наблюдениями сейсмической активности, непосредственно сопровождающей вулканические извержения в континентальных рифтовых системах, и в связи с датированием вулканических событий позднего кайнозоя и особенно среднего-позднего плейстоцена и голоцена. Открывается возможность пространственно-временных реконструкций вулканических последовательностей в связи со структурным контролем вулканизма и определения соотношений современных вулканических извержений с сейсмотектоническими процессами.

Вулканические и сейсмотектонические процессы развиваются параллельно, поэтому с самого начала сейсмотектонических исследований в Центральной Азии В.П. Солоненко и др. уделяли особое внимание анализу «живой тектоники» в районах современной вулканической деятельности (Живая тектоника..., 1966). Из прямых сопоставлений пространственно-временного распределения эпицентров землетрясений с активизацией деятельности вулкана Олдонио Ленгаи в 2007 г. также был сделан вывод о структурном контроле проникновения магматических расплавов в кору южной части Кенийского рифта [Calais et al., 2008].

Цель настоящей работы – выявить характер развития современных деформаций в слабо сейсмически активной области Юго-Восточной Монголии на плато Асхатэ и определить положение тектонически-активного центра в структуре вулканического поля Дариганга.

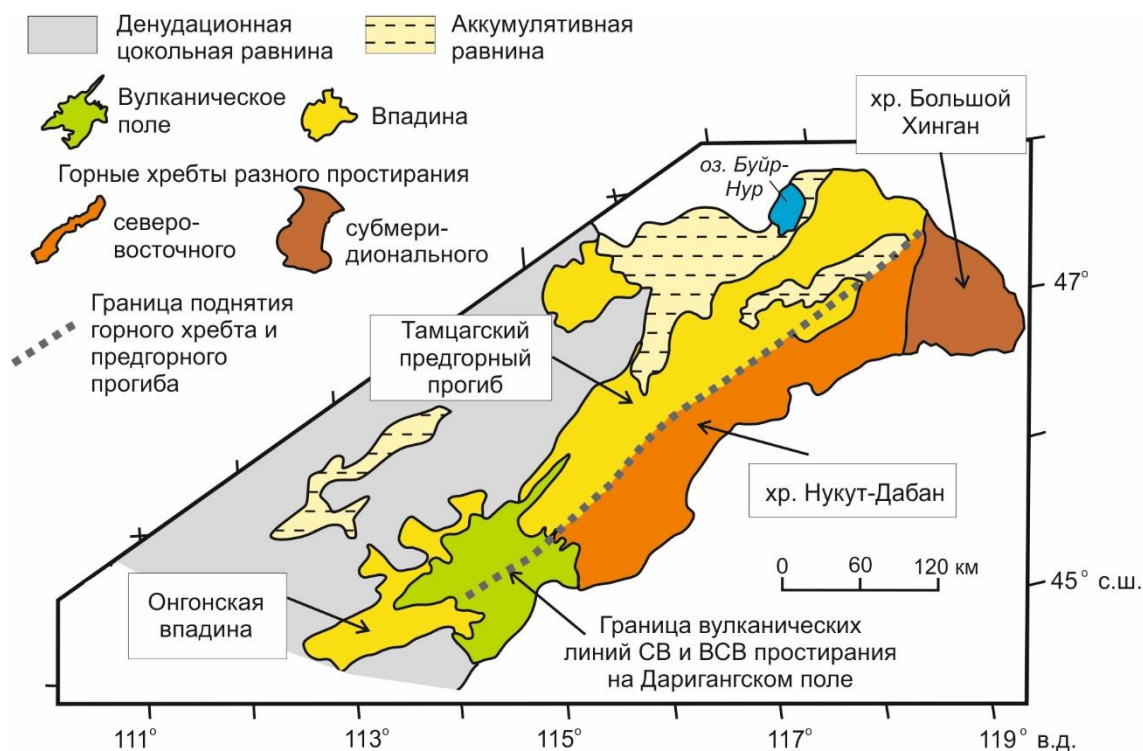
### ***Вулканическое поле Дариганга и новейшие структуры территории***

Позднекайнозойское вулканическое поле Дариганга пространственно обособлено от вулканических полей Центральной Монголии и сближено с вулканическими полями, распространенными на континентальной окраине Восточной Азии – в Восточном Китае, Корее и на Дальнем Востоке России. В отличие от вулканических пород Централь-

ной Монголии, в которых проявляется калиевая специализация, вулканические породы Дариганги имеют умеренно калиевый (кали-натровый) состав. Предполагалось, что различие по содержанию калия вулканических пород обусловлены более глубинными процессами магмообразования под первой территорией и менее глубинными – под второй (Кепежинская, 1979). Это предположение вызвало сомнения в связи с находками на вулканах Дариганги в составе глубинных включений пикроильменита, характерного для ассоциации включений из кимберлитов (Салтыковский, Геншафт, 1985).

Лавы южной части вулканического поля Дариганга подняты на расчлененном рельефе хр. Нукут-Дабан, протягивающегося в северо-северо-восточном направлении вдоль границы Монголии и Китая. Лавы вулканов центральной и северной частей поля представляют собой аккумулятивное сооружение между Тамцагской и Онгонской впадинами (рис. 1).

Кайнозойская Тамцагская впадина вытянута вдоль хр. Нукут-Дабан и в этом отношении должна рассматриваться как предгорная структура. Под названием «Тамцагский» рассматривается также более обширный позднемезозойский нефтеносный бассейн (синеклиза). Эта структура занимает крайнюю, северо-восточную часть Гобийского прогиба и значительной своей частью расположена на территории Китая. В границах Монголии находится ее юго-восточная часть, вырисовывающаяся в виде прогиба, имеющего северо-восточную ориентировку, заполненного отложениями верхней юры – нижнего мела мощностью до 4 км. В ряде мест верхнемеловые отложения перекрыты неогеновыми и четвертичными отложениями изменчивой мощности (от 20 до 200 м). Протяженность Тамцагской синеклизы с юго-востока на северо-запад (в границах Монголии) – около 300 км, с севера на юг – до 150 км. С юга она ограничена Нукутдабанским поднятием, с запада – Северо-Монгольским поднятием (Нагибина, 1975; Нагибина и др., 1977).



**Рис. 1.** Местоположение Дариганского вулканического поля в Юго-Восточной Монголии между Онгонской и Тамцагской впадинами. Границы новейших структур приведены по работе (Сырнев, 1982). Граница территорий с разнонаправленными вулканическими линиями поля Дариганга показана как продолжение границы между поднятием хр. Нукут-Дабан и Тамцагским предгорным прогибом (Чувашова и др., 2012). Образование хр. Нукут-Дабан и Тамцагского предгорного прогиба связывается с активизацией Солонкерского структурного шва, расположенного на сопредельной территории Китая.

**Fig. 1.** Location of the Dariganga volcanic field in Southeastern Mongolia between the Ongon and Tamtsag basins. Boundaries between neotectonic structures are adopted from (Syrnev, 1982). Border between areas with differently directed volcanic lines of the Dariganga field is shown as a continuation of the one between the Nukut-Daban uplift and Tamtsag foothill foredeep (Chuvashova et al., 2012). Formation of the Nukut-Daban range and Tamtsag foredeep is associated with reactivation of the Solonker suture, located in the adjacent China.

Уместно провести аналогии развития вулканизма и седиментационных бассейнов территории с развитием вулканизма и мезозойских и кайнозойских впадин Прибайкалья и Забайкалья (Флоренсов, 1960). Мезозойский этап вулканизма, сопровождавшего формирование бассейнов Забайкалья, сменялся переходным этапом конца мела и палеогена, во время которого оформились Селенгино-Витимский и Приморский передовые прогибы Южно-Байкальского орогена. Вулканизм сопутствовал развитию Селенгино-Витимского прогиба. Байкальская полоса поднятий и впадин (рифтовая зона) начала фрагментарно проявляться в позднем олигоцене и резко обозначилась, начиная с миоцена, в последние 20 млн лет. Горячая тран-

стенция была запущена на северо-востоке Байкальской рифтовой системы 16–14 млн лет назад. Ядро Байкальской рифтовой зоны (Южно-Байкальской впадины) заложились вдоль Приморского шва, отделяющего фундамент Сибирского палеоконтинента от аккрецированных террейнов.

Подобные этапы различаются в развитии мезозойских и кайнозойских седиментационных структур и вулканизма Юго-Восточной и Южной Монголии. После юрско-мелового этапа вулканизма и седиментации, получил развитие вулканизм с фрагментарным формированием бассейнов седиментации Южной и Средней Гоби переходного этапа позднего мела и палеогена. Структура рассматривалась как «Гобий-

ская плита» (Нагибина, 1975; Нагибина и др., 1977). В позднем кайнозое какое-то время происходил снос материала в Тамцагский бассейн с юга (со стороны Китая) (Сырнев и др., 1986). Затем образовался хр. Нукут-Дабан и структура Тамцагского бассейна оформилась как Тамцагский предгорный прогиб этого хребта. На этом (неотектоническом) этапе проявился вулканизм Дариганского поля, начиная, приблизительно, с 18 млн лет назад. Близкий по времени вулканизм имел место на полях Абага и Далинур, протягивающихся от Дариганского поля до Солонкерского шва палеоокеана, закрывшегося в позднем палеозое. Хр. Нукут-Дабан и сопряженный с ним Тамцагский предгорный прогиб сформировались, таким образом, как новейшие структуры, пространственно связанные с активизацией Солонкерского шва.

По пространственному распределению вулканических построек поле Дариганга разделяется на две половины: северо-западную, в которой постройки контролировались разломами северо-восточной ориентировки (азимут  $45^\circ$ ), и юго-восточную, в которой постройки контролировались разломами восточно-северо-восточной ориентировки (азимут  $30^\circ$ ). В отдельных фрагментах северо-западной половины поля можно видеть короткие (до 15 км) линии построек с азимутом  $30^\circ$  и  $70^\circ$  (Влодавец, 1950, 1955). Северо-западная половина поля связывается нами со структурами рифтовых впадин, а юго-восточная – с поднятием хр. Нукут-Дабан (Чувашова и др., 2012).

В пределах Дариганского вулканического поля выделяются две зоны высоко-Mg вулканических пород – базанитов (11.0–15.8 мас. % MgO): субширотная (СШ-зона) и северо-восточная (СВ-зона). СШ-зона трассируется от вулкана Авгойт-Ула на западе до вулкана Сэнджитийн-Ундэр на востоке, на расстояние не менее 110 км, а СВ-зона – от вулкана Авгойт-Ула на юго-западе до вулкана Бурхант на северо-востоке, на расстояние 85 км. Ширина обеих зон достигает 10 км. Первая зона находится в основном в юго-восточной половине поля и протягивается в юго-западную часть северо-западной половины. Вторая зона полностью соответствует северо-западной половине поля и, та-

ким образом, пространственно соответствует Тамцагскому предгорному прогибу хр. Нукут-Дабан.

По всей протяженности СШ-зоны вулканические породы содержат включения граната. На вулканах северо-восточной зоны включения граната отсутствуют, кроме находки на вулкане Авгойт-Ула, расположенном на взаимном пересечении зон высоко-Mg вулканических пород. Распространение мантийных включений этого типа свидетельствует о поднятии более глубинного литосферного материала в СШ-зоне высоко-Mg вулканических пород, чем в СВ-зоне. Именно в СШ-зоне находятся наиболее крупные вулканические постройки и самая высокая из них – постройка Шилин-Богд (1778 м).

СВ-зона высоко-Mg вулканических пород продолжается по простиранию умеренно-Mg базальтами, образующими апофизы поля Дариганга: юго-западную – около 25 км и северо-восточную – до 90 км. Апофизы распространяются вдоль Тамцагского предгорного прогиба в северо-восточном направлении на 200 км. СШ-зона высоко-Mg вулканических пород характеризуется резким ограничением на западе, но, возможно, продолжается на востоке в пределах вулканического поля Абага территории Китая. Двустороннее дистальное распределение извержений северо-восточной зоны отражает развитие вулканизма вдоль предгорного прогиба, а их резкое западное ограничение в субширотной зоне свидетельствует о резком ограничительном контроле вулканизма этой же структурой.

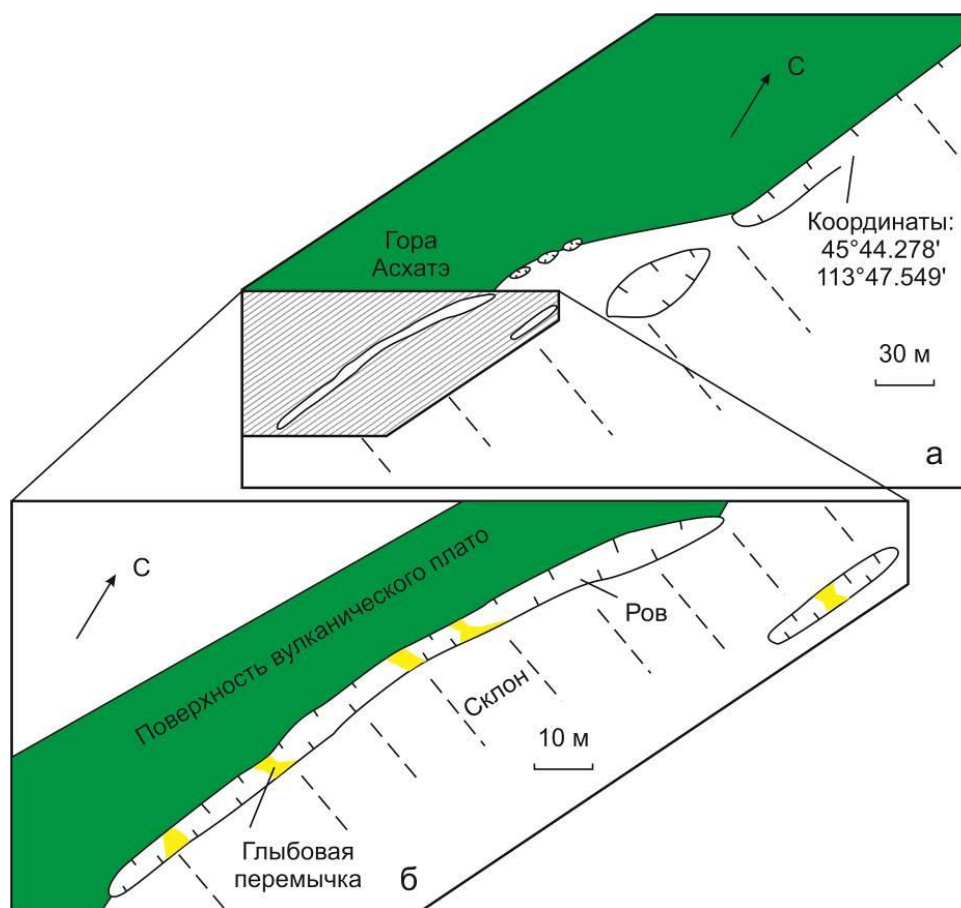
### **Плато Асхатэ и его сейсмотектонические рвы**

Плато находится в СВ зоне высоко-Mg вулканических пород (см. рис. 1). Оно было отмечено В.В. Кепежинским (1979) как «редкий случай вертикального размаха рельефа» (не менее 100 м). Краткая характеристика плато приводилась нами в коротком сообщении (Расказов и др., 2010).

Морфологически Асхатэ представляет собой поднятое столовое сооружение, обнаженность которого отражает его современную тектоническую активность. Следы активности выявляются вдоль юго-юго-

восточного фаса плато в виде системы рвов. Общая протяженность этой системы в уступе плато Асхатэ составляет 7.5 км при ширине до 1 км. Ближе к восточно-северо-

восточному окончанию системы рвов их ориентировка становится северо-северо-восточной (азимут 30°). Местами рвы образуют левосторонние кулисы (рис. 2).



**Рис. 2.** Схема кулисообразного соотношения сейсмостектонических рвов на юго-восточном краю плато Асхатэ (а) и более детальная схема рвов с глыбовыми перемычками (б) (см. текст).

**Fig. 2.** Scheme of echelon relationship between seismotectonic ditches in the southeastern edge of the Ashate plateau (a) and more detail scheme of ditches with blocky bridges (b) (explanations in the text).

В верхней части склона глубина рвов составляет 3–5 м при ширине в среднем около 5–8 м. Ниже по склону рвы становятся менее глубокими и достигают в ширину нескольких десятков метров. Рвы проходят по коренным породам и по развалам глыб (рис. 3). В верхней части склона рвы разделены

глыбовыми перемычками на ячейки длиной от 10 до 50 м (рис. 4). Морфологически сейсмостектоническая структура наиболее отчетливо выражена в центральной части (рис. 5), но хорошо прослеживается к северо-востоку и юго-западу (рис. 6, 7).



**Рис. 3.** Ров в коренном обнажении лавового потока (*a*) и в развалах глыб (*б*).

**Fig. 3.** A ditch in bedrock outcrop of lava flow (*a*) and in blocks (*b*).



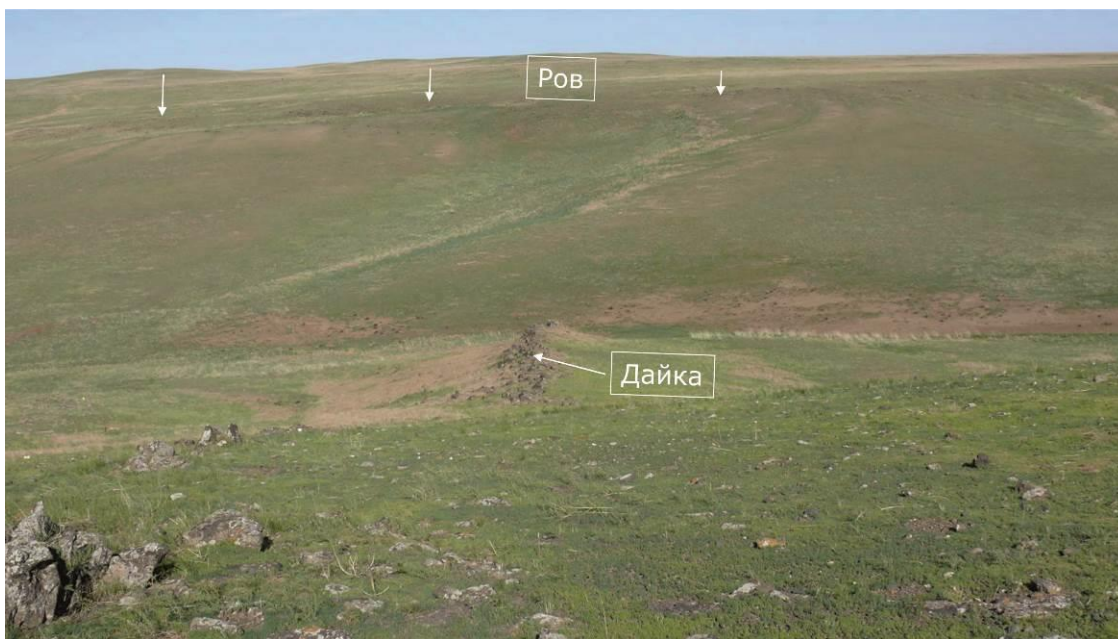
**Рис. 4.** Глыбовая перемычка.

**Fig. 4.** Blocky bridge.



**Рис. 5.** Уступ плато Асхатэ, отпрепарированный сейсмотектоническим рвом (центральная часть структуры) (ров отмечен белыми стрелками).

**Fig. 5.** Ledge of the Ashate plateau, prepared by a seismotectonic ditch (central part of the structure) (the ditch is marked with white arrows).



**Рис. 6.** Плато Асхатэ в северо-восточной части сейсмотектонической структуры (ров отмечен белыми стрелками). На переднем плане находится фрагмент дайки.

**Fig. 6.** Ashate plateau in the northeastern part of the seismotectonic structure (the ditch is marked with white arrows). Observed in the foreground is a dyke fragment.



**Рис. 7.** Юго-западная часть сеймотектонического рва (отмечена белыми стрелками), отделяющая поверхность плато (слева) от пологого склона (справа).

**Fig. 7.** The southwestern part of the seismotectonic ditch (it is marked with white arrows), separating the surface of the plateau (to the left) from the gentle slope (to the right).

Северо-восточная часть плато обрывается широкой (1.0–1.5 км) субмеридиональной долиной, на восточном борту которой находятся базальтовые дайки протяженностью 200–250 м субширотной (азимут 90°) и северо-восточной (азимут 50°) ориентировки (рис. 8). Восточная часть субширотной дайки выклинивается, приобретая северо-восточную ориентировку. Породы даек ха-

рактеризуются видимыми зернами оливина, петрографически идентичны между собой и по-видимому, внедрялись одновременно с накоплением вулканической толщи плато Асхатэ. Здесь для базальтов получены К–Аг датировки в интервале 4.8–4.3 млн лет (Коннова и др., 1988).



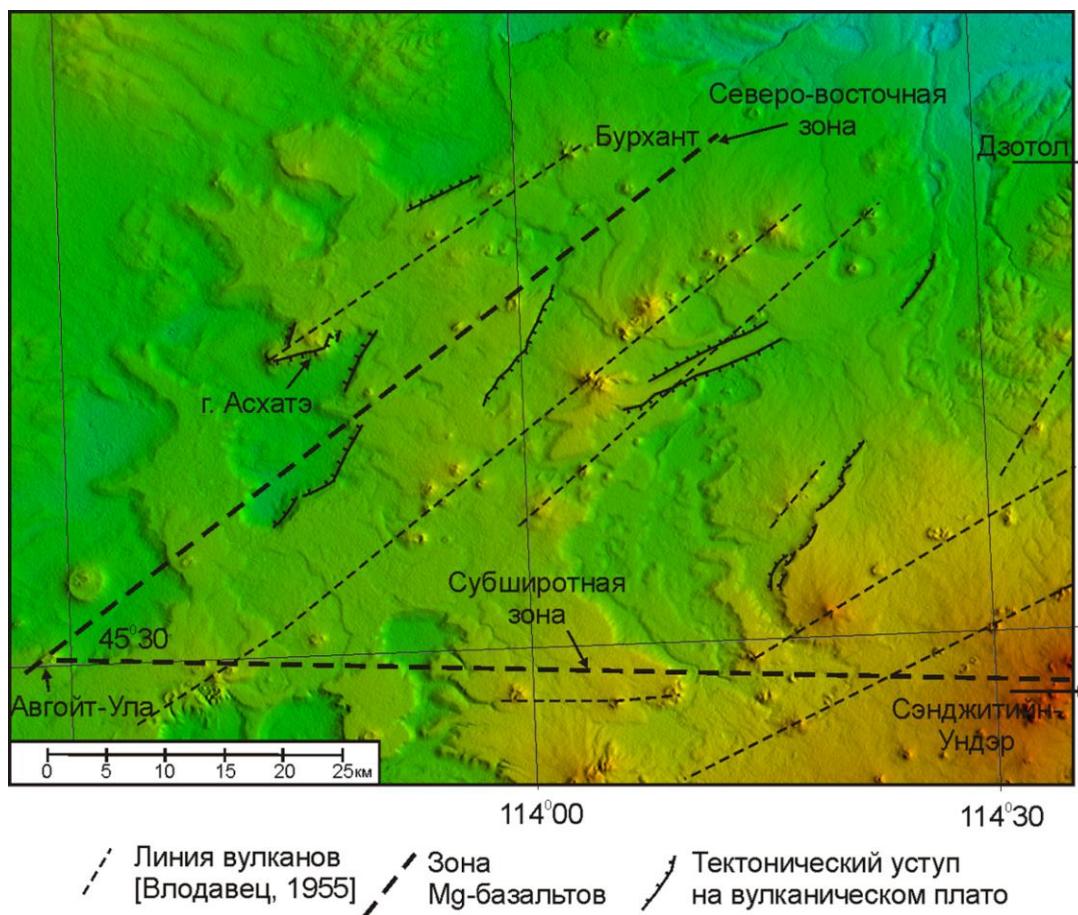
**Рис. 8.** Коренное обнажение даек в восточном борту субмеридиональной долины, обозначенным вулканическим сооружением напротив северо-восточной части сеймотектонического рва плато Асхатэ (см. фотографию рис. 6).

**Fig. 8.** Outcrop of dikes in the eastern side of north-south valley marked by a volcanic edifice in opposite to the northeastern part of seismotectonic ditch in the Ashate plateau (see photograph in Fig. 6).



Тектонические уступы и системы рвов с азимутами простирания  $30^\circ$  и  $70^\circ$  протяженностью от 5 до 22 км распространены на вулканическом плато Дариганга в районе горы Асхатэ и восточнее ее в субширотной полосе протяженностью не менее 60 км и шириной около 30 км (рис. 9). Эта территория находится в северо-западной половине поля, в которой, как показано В.И. Влодав-

цом, вулканы контролировались зонами северо-восточной ориентировки. Активизация разрывов с простиранием  $30^\circ$  может свидетельствовать о том, что деформации, свойственные юго-восточной половине плато и выраженные в линейном восточно-северо-восточном распределении вулканических аппаратов, проявляются на современном этапе в его северо-западной половине.



**Рис. 9.** Схема местоположения сеймотектонического уступа г. Асхатэ в СВ зоне высоко-Mg вулканических пород АвгойтУла – Бурхант и подобных тектонических уступов центральной и западной частей Даригангского вулканического поля (объяснения в тексте).

**Fig. 9.** Scheme of location of seismotectonic scarp of the Ashate plateau in the NE (Avgoyt Ula-Burkhan) zone of high-Mg volcanic rocks and similar tectonic scarps in the central and western parts of the Dariganga volcanic field (explanations in the text).

### Обсуждение

#### Сеймотектонические структуры, связанные с вулканизмом Внутренней Азии

Вслед за В.П. Солоненко и др. (Живая тектоника..., 1966) высокий уровень тектонической активности на Удоканском вулканическом поле северо-востока Байкальской

рифтовой системы подчеркивался в работах М.Г. Демьяновича (1973, 1980), С.В. Рассказова (1982, 1985, 1999) и Ф.М. Ступака (1987). На фоне преобладающего северо-западного и субмеридионального растяжения коры была выявлена смена тектонических напряжений с растяжением в северо-восточном направлении во время структур-

ной перестройки на рубеже плиоцена–плейстоцена (2.6–2.4 млн лет назад). Эта структурная перестройка сопровождалась сменой ориентировки даек с субширотной и северо-восточной на северо-западную при переходе на северном краю вулканического поля от извержений недифференцированных лав умеренно щелочного состава к извержениям высокощелочных недифференцированных лав. Другое подобное азимутальное отклонение от преобладающего северо-западного и субмеридионального растяжения коры имело место во время предголоценовой–голоценовой структурной перестройки в зоне юного вулканизма (14.4–8.8 календарн. тыс. лет назад). В этом случае перестройка повлекла за собой пространственно-временное перераспределение недифференцированных и дифференцированных магм умеренно щелочной серии. Пример Удоканского вулканического поля свидетельствует о существенном контроле эволюции вулканизма трансензионными тектоническими деформациями коры и литосферной мантии (Чувашова и др., 2007; Рассказов, Чувашова, 2018).

Отчетливый структурный контроль вулканизма отмечался в Тункинской долине юго-западной части Байкальской рифтовой системы. Эпицентр сильного Быстринского землетрясения, произошедшего в восточной части долины 21 сентября 2020 г., находился в плоскости Главного Саянского разлома и пространственно совпадал со среднемиоценовым Анчугским вулканом Камарско-Становой зоны трансенсии, которая была активной в интервале 18–12 млн лет назад (Rasskazov et al., 2021).

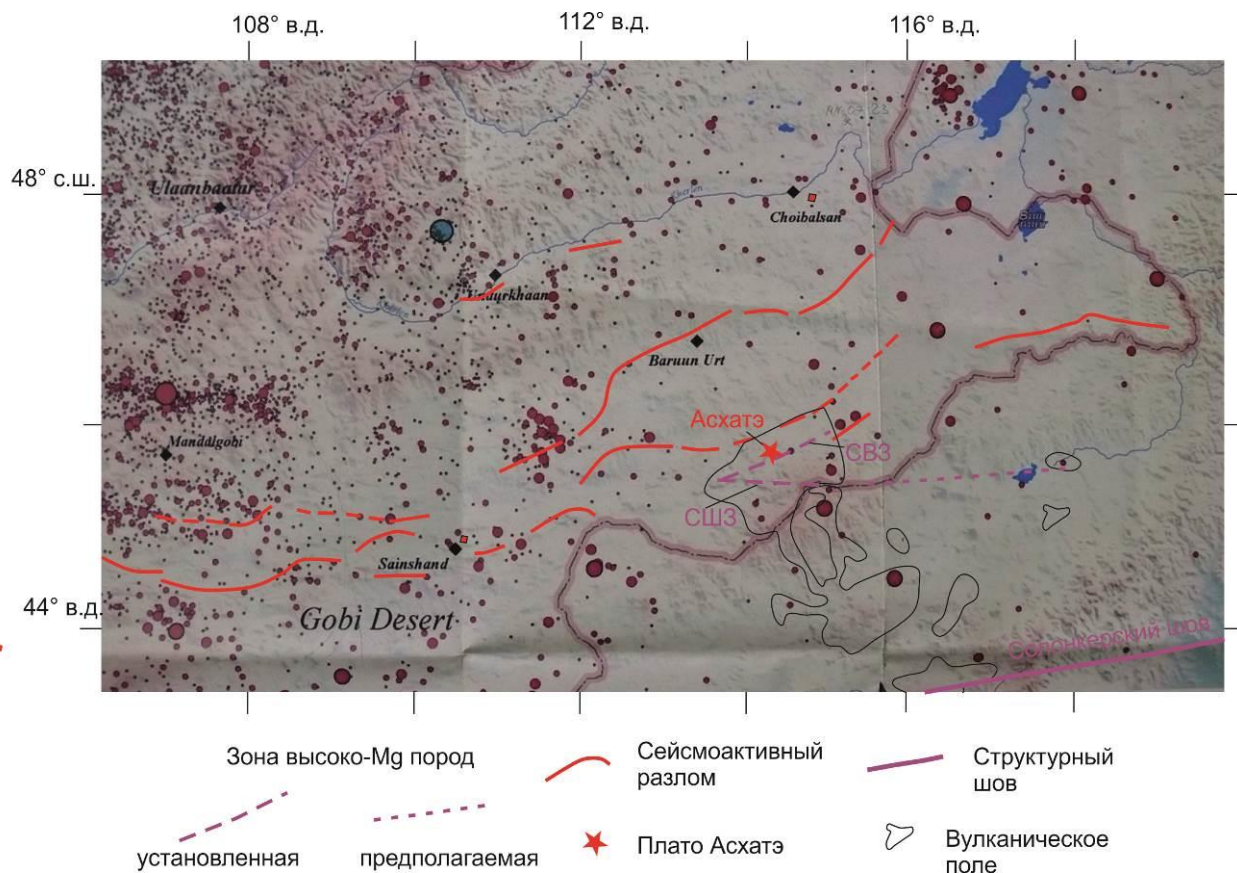
Еще один пример яркого проявления тектонического контроля вулканизма – изменение компонентного состава магматических расплавов в зоне Удаляньчи Северо-Восточного Китая. В центральной части поля Удаляньчи установлено последовательное продвижение вулканических извержений от

лавового потока Лаошантоу, излившегося около 2.5 млн лет назад, через извержения на вулканах Уохушан и Бидзиашиан к историческим извержениям вулканов Лаохейшан и Хуошаошан в 1720–1721 гг. и в 1776 г. При извержении двух последних вулканов проникновение магматических расплавов сквозь земную кору контролировалось тектоническим разрывом с коренной сменой магматических источников на уровне подошвы литосферы (Rasskazov et al., 2016). Интервал заключительных вулканических событий на поле Удаляньчи совпал по времени с эндогенной катастрофой на Камчатке в 1736–1742 гг. (Рассказов и др., 2009).

На территории Монголии крупные сейсмические события последнего столетия были сосредоточены в ее центральной и западной частях, в окружении Хангайского нагорья (Dugarmaa, Shlupp, 2003). В Тарятской впадине Хангая устанавливается смена субширотной линии вулканов Однобокий, Лиственничный и Сосновый (возраст около 50 тыс. лет) линией построек северо-восточного простирания вулкана Хорго (возраст около 9 тыс. лет). Эта смена воспринимается как прообраз сейсмоактивной структуры Чулутынской зоны горячей трансенсии, активной в последние 10 млн лет (Чувашова и др., 2022).

#### *Тектонический контроль вулканизма Дариганского поля и сейсмичность*

В юго-восточной части Монголии землетрясения с магнитудой до 5.5 редки. Эпицентр одного из таких землетрясений определен вблизи вулканического поля Дариганга, на поле Абага сопредельной территории Китая. На карте мезозойской и кайнозойской тектоники Монголии показаны сейсмоактивные разломы, протягивающиеся из Южной Гоби через северный край Дариганского вулканического поля до района населенного пункта Нумрэг самой восточной части территории Монголии (рис. 10).



**Рис. 10.** Схема сейсмоактивных структур Юго-Восточной Монголии. В качестве основы использован фрагмент карты «One century of seismicity in Mongolia» (Dugarmaa, Schlupp, 2003). Сейсмоактивные разломы показаны по карте (Нагибина, 1975). Зоны высоко-Mg пород: СШЗ – субширотная, СВЗ – северо-восточная. Солонкерский шов обозначен разломом Линси. Пространственное распределение вулканических полей на территории Китая показано по работе (Hou et al., 2023).

**Fig. 10.** Scheme of seismically active structures in Southeastern Mongolia. A fragment of the map "One century of seismicity in Mongolia" (Dugarmaa, Schlupp, 2003) was used as a basis. Seismically active faults are shown after the map (Nagibina, 1975). Zones of high-Mg rocks: СШЗ – west-eastern, СВЗ – northeastern. The Solonker suture is marked by the Linxy Fault. Spatial distribution of volcanic fields in China is shown after (Hou et al., 2023).

На территории Юго-Восточной Монголии наиболее молодые извержения Даригангского поля определяются по морфологической сохранности сооружений вулкана Дзотол, «долинных» потоков урочищ Арагол, Баин-Булак и долины р. Цамхак. Самой молодой постройкой считается вулкан Дзотол (Влодавец, 1955; Кепежинская, 1979). Расположение молодых построек на северо-восточном краю Даригангского поля может свидетельствовать о горячем потенциале района его перехода к Тамцагскому предгорному прогибу хр. Нукут-Дабан. На сопредельной территории Китая, от границы с Монголией протягиваются молодые «долинные» потоки. Финальные извержения опре-

деляются самой молодой К–Аг датировкой пород вулканического поля Абага 160 тыс. лет (Zhang, Guo, 2016).

### Заключение

В районах Внутренней Азии рассмотрены случаи, свидетельствующие о тесной связи вулканизма с развитием новейшей структуры в позднем кайнозое. Такая связь выявляется в пространственно-временном перераспределении вулканической деятельности и отражается в смене компонентного состава изливающихся расплавов. Вулканические и сеймотектонические процессы связаны

между собой на обширных территориях и на конкретных вулканах.

По данным инструментальных наблюдений в Юго-Восточной Монголии и в сопредельном Китае определяется слабая сейсмичность. В западной части Даригангского вулканического поля охарактеризована активная сейсмотектоническая структура края плато Асхатэ. Щитовая постройка, образовавшаяся в плиоцене, 4.8–4.3 млн лет назад, активно эродируется. На ней прослежена 7.5-километровая система рвов, которая может иметь сейсмическую природу. Современные движения на вулкане Асхатэ сопряжены с тектоническими движениями в горячей структуре предгорного прогиба хр. Нукут-Дабан. С этой структурой пространственно связаны наиболее молодые (средне-позднеплейстоценовые) вулканические извержения.

Выявление следов юной сейсмотектонической и вулканической активности на Даригангском вулканическом поле свидетельствует о вероятности будущих вулканических и сейсмических событий на этой территории. Вулканизм Даригангского поля Монголии и полей Абага и Далинуор сопредельного Китая маркирует ослабленную зону литосферы в активизированной части Солонкерского структурного шва палеоокеана, закрывшегося в позднем палеозое. Вулканизм сопровождал новейшую активизацию шва с образованием хр. Нукут-Дабан и Тамцагского предгорного прогиба.

### **Благодарности**

Исследования частично выполнены при выполнении госзадания ИЗК СО РАН на 2021–2025 гг. «Современная геодинамика, механизмы деструкции литосферы и опасные геологические процессы в Центральной Азии» (FWEF-2021-0009).

### **Литература**

Влодавец В.И. Даригангская вулканическая область // ДАН СССР. 1950. Т. 72, № 5. С. 933–935.

Влодавец В.И. О некоторых чертах кайнозойского вулканизма Даригангской области Монголии // Вопросы геологии Азии. М.: Изд-во АН СССР, 1955. Т. 2. С. 679–685.

Демьянович М.Г. Структурно-геологическая особенность проявления кайнозойского вулканизма на Становом нагорье // Вопросы геологии Прибайкалья и Забайкалья. Чита, 1973. С. 33–36.

Демьянович М.Г. Структурно-геологические особенности и сейсмотектоника Удоканского поля кайнозойских базальтов // Сейсмотектоника и сейсмичность района строительства БАМ. М.: Наука, 1980. С. 63–71.

Живая тектоника, вулканы и сейсмичность Станового нагорья / В.П. Солоненко, А.А. Тресков, Р.А. Курушин и др. М.: Наука, 1966. 231 с.

Кепежинская В.В. Кайнозойские щелочные базальтоиды Монголии и их глубинные включения. М.: Наука, 1979. 310 с.

Кононова В.А., Иваненко В.В., Карпенко М.И. и др. Новые данные о К–Аг возрасте кайнозойских континентальных базальтов Байкальской рифтовой системы // ДАН СССР. 1988. Т. 303, № 2. С. 454–457.

Нагибина М.С. Позднемезозойские структуры Восточной Монголии / Мезозойская и кайнозойская тектоника и магматизм Монголии. Труды Совместной Советско-Монгольской научно-исследовательской геологической экспедиции, вып. 11. М.: Наука, 1975. 307 с.

Нагибина М.С., Шувалов В.Ф., Мартинсон Г.Г. Основные черты стратиграфии и истории развития мезозойских структур Монголии / Основные проблемы геологии Монголии. Труды Совместной Советско-Монгольской научно-исследовательской геологической экспедиции, вып. 22. М.: Наука, 1977. С. 76–91.

Рассказов С.В. Юные вулканы хребта Удокан // Поздний плейстоцен и голоцен юга Восточной Сибири. Новосибирск: Наука, 1982а. С. 125–136.

Рассказов С.В. Базальтоиды Удокана. Новосибирск: Наука, 1985. 142 с.

Рассказов С.В. Среднеголоценовое изменение тектонических напряжений в вулканической зоне хребта Удокан, Восточная Сибирь // Вулканология и сейсмология. 1999. № 2. С. 70–74.

Рассказов С.В., Чувашова И.С., Ершов К.В. Новые данные о юных вулканах и сейсмотектонике Центральной и Юго-Восточной Монголии // Современная геодинамика и опасные природные процессы в Центральной Азии. Труды VIII Российско-Монгольской конференции по астрономии и геофизике. Иркутск: Институт земной коры СО РАН, 2010. С. 66–72.

Салтыковский А.Я., Генштафт Ю.С. Геодинамика кайнозойского вулканизма юго-востока Монголии. М.: Наука, 1985. 135 с.

Ступак Ф.М. Кайнозойский вулканизм хребта Удокан. Новосибирск: Наука. Сиб. отд.-ние, 1987. 169 с.

Сырнев И.П. Восточно-Монгольская равнина // Геоморфология Монгольской Народной Республики. М.: Наука, 1982. С. 166–176.

Сырнев И.П., Малаева Е.М., Крамаренко Г.С., Лефлат О.Н. К палеогеографии Тамцагской впадины на востоке МНР в среднем плейстоцене // Бюллетень комиссии по изучению четвертичного периода. 1986. № 55. С. 35–44.

Флоренсов Н.А. Мезозойские и кайнозойские впадины Прибайкалья / Труды Вост.-Сиб. фил. СО АН СССР. Вып. 19. Серия геол. М.–Л.: Изд-во АН СССР, 1960. 258 с.

Чувашова И.С., Рассказов С.В., Ясныгина Т.А. Трассирование потенциальной сейсмической структуры в Тарятской впадине Центральной Монголии вулканическими извержениями из ОИВ-подобного источника 50–9 тыс. лет назад // Геология и окружающая среда. 2022. Т. 2, № 4. С. 80–103. DOI 10.26516/2541-9641.2022.4.80

Чувашова И.С., Рассказов С.В., Ясныгина Т.А. и др. Голоценовый вулканизм в Центральной Монголии и Северо-Восточном Китае: асинхронное декомпрессионное и флюидное плавление мантии // Вулканология и сейсмология. 2007. № 6. С. 19–45.

## References

Влодавец В.И. Даригангская вулканическая область // ДАН СССР. 1950. Т. 72, № 5. С. 933–935.

Влодавец В.И. О некоторых чертах кайнозойского вулканизма Даригангской области Монголии // Вопросы геологии Азии. М.: Изд-во АН СССР, 1955. Т. 2. С. 679–685.

Демьянович М.Г. Структурно-геологическая особенность проявления кайнозойского вулканизма на Становом нагорье // Вопросы геологии Прибайкалья и Забайкалья. Чита, 1973. С. 33–36.

Демьянович М.Г. Структурно-геологические особенности и сейсмотектоника Удоканского поля кайнозойских базальтов // Сейсмотектоника и сейсмичность района строительства БАМ. М.: Наука, 1980. С. 63–71.

Живая тектоника, вулканы и сейсмичность Станового нагорья / В.П. Солоненко, А.А. Тресков, Р.А. Курушин и др. М.: Наука, 1966. 231 с.

Кепежинская В.В. Кайнозойские щелочные базальтоиды Монголии и их глубинные включения. М.: Наука, 1979. 310 с.

Кононова В.А., Иваненко В.В., Карпенко М.И. и др. Новые данные о К–Аг возрасте кайнозойских континентальных базальтов Байкальской рифтовой системы // ДАН СССР. 1988. Т. 303, № 2. С. 454–457.

Нагибина М.С. Позднемезозойские структуры Восточной Монголии / Мезозойская и кайнозойская тектоника и магматизм Монголии. Труды Совместной Советско-Монгольской научно-исследовательской геологической экспедиции, вып. 11. М.: Наука, 1975. 307 с.

Нагибина М.С., Шувалов В.Ф., Мартинсон Г.Г. Основные черты стратиграфии и истории развития мезозойских структур Монголии / Основные проблемы геологии Монголии. Труды Совместной Советско-Монгольской научно-исследовательской геологической экспедиции, вып. 22. М.: Наука, 1977. С. 76–91.

Рассказов С.В. Юные вулканы хребта Удокан // Поздний плейстоцен и голоцен юга Восточной Сибири. Новосибирск: Наука, 1982а. С. 125–136.

Рассказов С.В. Базальтоиды Удокана. Новосибирск: Наука, 1985. 142 с.

Рассказов С.В. Среднеголоценовое изменение тектонических напряжений в вулканической зоне хребта Удокан, Восточная Сибирь // Вулканология и сейсмология. 1999. № 2. С. 70–74.

Рассказов С.В., Чувашова И.С., Ершов К.В. Новые данные о юных вулканах и сейсмотектонике Центральной и Юго-Восточной Монголии // Современная геодинамика и опасные природные процессы в Центральной Азии. Труды VIII Российско-Монгольской конференции по астрономии и геофизике. Иркутск: Институт земной коры СО РАН, 2010. С. 66–72.

Салтыковский А.Я., Генштафт Ю.С. Геодинамика кайнозойского вулканизма юго-востока Монголии. М.: Наука, 1985. 135 с.

Ступак Ф.М. Кайнозойский вулканизм хребта Удокан. Новосибирск: Наука. Сиб. отд.-ние, 1987. 169 с.

Сырнев И.П. Восточно-Монгольская равнина // Геоморфология Монгольской Народной Республики. М.: Наука, 1982. С. 166–176.

Сырнев И.П., Малаева Е.М., Крамаренко Г.С., Лефлат О.Н. К палеогеографии Тамцагской впадины на востоке МНР в среднем плейстоцене // Бюллетень комиссии по изучению четвертичного периода. 1986. № 55. С. 35–44.

Флоренсов Н.А. Мезозойские и кайнозойские впадины Прибайкалья / Труды Вост.-Сиб. фил. СО АН СССР. Вып. 19. Серия геол. М.–Л.: Изд-во АН СССР, 1960. 258 с.

Чувашова И.С., Рассказов С.В., Ясныгина Т.А. Трассирование потенциальной сейсмической структуры в Тарятской впадине Центральной Монголии вулканическими извержениями из ОИВ-подобного источника 50–9 тыс. лет назад // Геология и окружающая среда. 2022. Т. 2, № 4. С. 80–103. DOI 10.26516/2541-9641.2022.4.80

Чувашова И.С., Рассказов С.В., Ясныгина Т.А. и др. Голоценовый вулканизм в Центральной Монголии и Северо-Восточном Китае: асинхронное декомпрессионное и флюидное плавление мантии // Вулканология и сейсмология. 2007. № 6. С. 19–45.

Calais E., d'Oreye N., Albaric J. et al. Strain accommodation by slow slip and dyking in a youthful continental rift, East Africa // Nature. 2008. V. 456. P. 783–787.

Dugarmaa T, Schlupp A. One century of seismicity in Mongolia (1900–2000). Ulanbaatar: RCAG – DASE, 2003.

**Чувашова Ирина Сергеевна,**

кандидат геолого-минералогических наук,  
664003 Иркутск, ул. Ленина, д. 3,  
Иркутский государственный университет, геологический факультет,  
доцент кафедры динамической геологии,  
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,  
Associate Professor of the Dynamic Geology chair,  
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.

**Рассказов Сергей Васильевич,**

доктор геолого-минералогических наук, профессор,

Hou J., Wu Q., Yu D., Ye Q., Zhang R. Study on surface-wave tomography in Abaga volcanic area, Inner Mongolia // Front. Earth Sci. 2023. V. 11. P. 1131393. doi: 10.3389/feart.2023.1131393

Liu J., Han J., Fyfe W.S. Cenozoic episodic volcanism and continental rifting in Northeast China and possible link to Japan sea development as revealed from K–Ar geochronology // Tectonophysics. 2001. V. 339. P. 385–401.

Rasskazov S.V., Chuvashova I.S., Sun Y-m., Yang Ch., Xie Zh., Yasnygina T.A., Saranina E.V., Zhengxing F. Sources of Quaternary potassic volcanic rocks from Wudalianchi, China: Control by transtension at the lithosphere–asthenosphere boundary layer // Geodynamics & Tectonophysics, 2016. V. 7, N 4. P. 495–532.

Rasskazov S., Chuvashova I., Yasnygina T., Saranina E., Gerasimov N., Ailow Y., Sun Y.-M. Tectonic generation of pseudotachylytes and volcanic rocks: Deep-seated magma sources of crust-mantle transition in the Baikal Rift System, Southern Siberia // Minerals. 2021. V. 11, N 5. P. 487.

Zhang M., Guo Z. Origin of Late Cenozoic Abaga–Dalinoer basalts, eastern China: Implications for a mixed pyroxenite – peridotite source related with deep subduction of the Pacific slab // Gondwana Research. 2016. V. 37. P. 130–151. doi: 10.1016/j.gr.2016.05.014

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 Vasilievich,**

doctor of geological and mineralogical sciences, professor,  
664003 Irkutsk, Lenin str., 3,  
Irkutsk State University, Faculty of Geology,  
Head of Dynamic Geology Chair,  
664033 Irkutsk, Lermontov str., 128,  
Institute of the Earth's Crust SB RAS,  
Head of the Laboratory for Isotopic and Geochronological Studies,  
tel.: (3952) 51–16–59,  
email: rassk@crust.irk.ru.

---