

УДК 551.24

DOI: 10.24930/1681-9004-2018-18-2-314-321

## КАЗАХСТАНСКИЙ И ТАРИМСКИЙ МИКРОКОНТИНЕНТЫ НА ДЕВОНСКИХ ПАЛЕОТЕКТОНИЧЕСКИХ РЕКОНСТРУКЦИЯХ

© 2018 г. В. С. Буртман, А. В. Дворова

*Геологический институт РАН, 119017, Москва, Пыжевский пер., д. 7, e-mail: vburtman@gmail.com*

Поступила в редакцию 25.04.2017 г., принята к печати 13.06.2017 г.

По палеомагнитным данным установлено палеоширотное положение Казахстанского и Таримского микроконтинентов в девонском периоде. Определение палеоширот основано на результатах изучения на 19 участках доскладчатой высокотемпературной компоненты намагниченности пород. Вычислено положение центра Казахстанского микроконтинента в раннем-среднем девоне на широте  $24.6 \pm 5.5^\circ$ , в позднем девоне – на широте  $22.7 \pm 4.6^\circ$ . Центральная часть Таримского микроконтинента в раннем-среднем девоне находилась на широте  $6.1 \pm 4.2^\circ$ . Было предложено значительное количество палеотектонических схем Центральной Азии с различным дизайном и детализацией. Среди палеотектонических реконструкций можно выделить три группы. На многих реконструкциях распределение террейнов и океанических островных дуг подобно наблюдаемому ныне в Индонезии. К второй группе относятся реконструкции, на которых террейны образуют дугу, которая соединяла Балтийский и Сибирский палеоконтиненты. На реконструкциях третьей группы Казахстанский и Таримский микроконтиненты имеют изолированные позиции в палеоокеане. Мы рассмотрели положение Казахстанского и Таримского микроконтинентов в 19 ордовикских палеотектонических реконструкциях, опубликованных после 2000 года. В результате, предложен путь согласования палеотектонических реконструкций с палеомагнитными данными.

**Ключевые слова:** палеомагнетизм, Казахстан, Тарим, микроконтинент, палеоширота, палеотектоническая реконструкция

## KAZAKHSTAN AND TARIM MICROCONTINENTS ON THE DEVONIAN PALEOTECTONIC RECONSTRUCTIONS

Valentin S. Burtman, Ariadna V. Dvorova

*Geological Institute of RAS, 7 Pyzhevsky line, Moscow, 119017, Russia, e-mail: vburtman@gmail.com*

Received 25.04.2017, accepted 13.06.2017

Devonian latitudes of the Kazakhstan and Tarim microcontinents obtained from paleomagnetic data. Definition based on the results of the study pre-folded high-temperature components of magnetization of rocks. The article uses the results of paleomagnetic studies of Devonian sedimentary and magmatic rocks, which formed on the continental crust. In these studies, conducted by various researchers, the high-temperature pre folded primary component of magnetization detected in Devonian rocks on 19 plots. Based on that data the latitude of  $24.6 \pm 5.5^\circ$  determined for the Center of Kazakhstan microcontinent in the Early-Middle Devonian and  $22.7 \pm 4.6^\circ$  in the Late Devonian. The Early-Middle Devonian latitude  $6.1 \pm 4.2^\circ$  determined for the Center of the Tarim microcontinent. A significant number of paleotectonic schemes of Asia with different design and detail were proposed. We reviewed the position of the Kazakhstan and Tarim microcontinents in 19 paleotectonic reconstructions published after 2000. There are three groups of paleoreconstructions among them. On many reconstructions, the location of continental terranes and island arcs of Kazakhstan and Central Asia in the Early and Middle Paleozoic resembles the modern structure of the Indonesian region. On other reconstructions, these terranes form an arc that connected two paleocontinents in the Paleozoic – the Baltic and the Siberian ones. In the alternative design of reconstructions, the terranes have a relatively isolated position in the Paleoocean. As a result, a way of for co-ordination of matching paleotectonic reconstructions with paleomagnetic data is proposed.

**Keywords:** paleomagnetism, Kazakhstan, Tarim, microcontinent, paleo-latitude, paleotectonic reconstruction

### Acknowledgements

The studies were carried out according to the plan of the GIN RAS, themes No. 0135-2016-0009 and 0135-2018-0029.

**Для цитирования:** Буртман В.С., Дворова А.В. (2018) Казахстанский и Таримский микроконтиненты на девонских палеотектонических реконструкциях. *Литосфера*, 18(2), 314–321. DOI: 10.24930/1681-9004-2018-18-2-314-321

**For citation:** Burtman V.S., Dvorova A.V. (2018) Kazakhstan and Tarim microcontinents on the Devonian paleotectonic reconstructions. *Litosfera*, 18(2), 314–321. DOI: 10.24930/1681-9004-2018-18-2-314-321

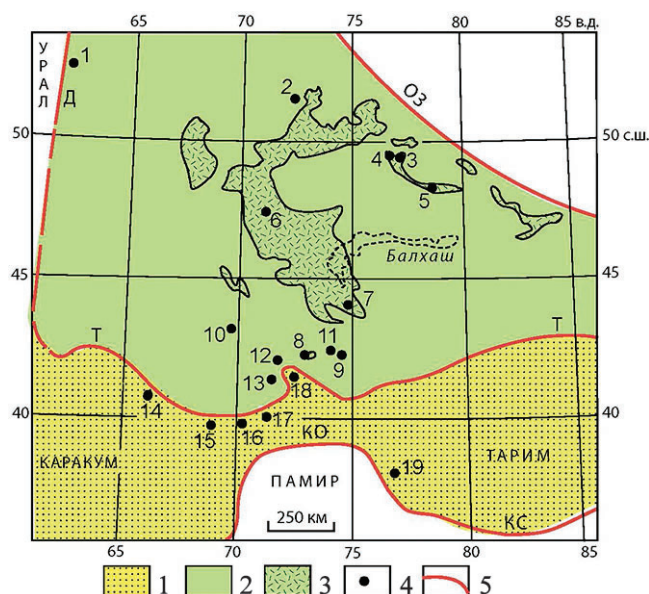
## ВВЕДЕНИЕ

Казахстанский (Казахско-Киргизский) палеозойский террейн (микроконтинент) был сформирован в ордовике в результате объединения раннепалеозойских сиалических террейнов и островных дуг [Дегтярев, 2012]. Таримский (Алай-Таримский, Тарим-Каракумский) террейн (микроконтинент) существовал с протерозоя. Он включает древний Таримский кратон и его окраину, палеозойские породы которой слагают складчатые зоны в Южном Тянь-Шане, Кызылкуме, Северном Памире и Куньлуне [Буртман, 2006].

Границей между Казахстанским и Таримским террейнами в современной структуре Азии служит сутура Туркестанского палеозойского океанического бассейна [Буртман и др., 1977], которая находится в Тянь-Шане и Кызылкуме (рис. 1). Ее вероятным продолжением является Денисовская сутура в Восточном Урале [Samygin, Burtman, 2009]. На востоке Казахстанский террейн ограничен Обь-Зайсанской и Джунгарской сутурами Палеоазиатского океанического бассейна. В позднем палеозое Туркестанский, Уральский и Палеоазиатский океанические бассейны были закрыты, Казахстанский и Таримский террейны вошли в состав Евразии.

Южной границей Таримского террейна в современной структуре служит сутура Куньлунь-Гиндукушского океанического бассейна, который был закрыт в триасе. В Западном Куньлуне это океаническая сутура Куди-Субаши, в Памирском кайнозойском аллохтоне – океаническая сутура Калайхумб-Ойтаг (см. рис. 1) [Буртман, 2006]. Западная и восточная границы Таримского среднепалеозойского террейна являются предметом дискуссий, на палеотектонических реконструкциях Таримский палеозойский террейн нередко показан в контурах Таримского кратона.

В настоящее время предлагается значительное количество палеотектонических схем Азии, имеющих разную конструкцию и детальность. Среди них можно выделить три группы палеореконструкций. На многих из них расположение континентальных террейнов и островных дуг Казахстана, Средней и Центральной Азии в раннем и среднем палеозое напоминает современное строение Индонезийского региона [Моссаковский и др., 1993; Диденко и др., 1994; Filippova et al., 2001; Куренков и др., 2002; Stampfli, Borel, 2002; Windley et al., 2007; Коробкин, Буслов, 2011; Wan, Zhu, 2011; Самыгин и др., 2015]. На других реконструкциях эти террейны образуют дугу, которая, подобно Центральной Америке в современную эпоху, соединяла в палеозое два палеоконтинента – Балтийский и Сибирский [Sengor, et al., 1993, 2014; Scotese, 2014]. Вариант такой дуги, но без участия Балтийского палеоконтинента, предложен в работе [Wilhem et al., 2012]. В реконструкциях третьей группы рассма-



**Рис. 1.** Участки палеомагнитных исследований девонских пород Казахстанского и Таримского террейнов.

1 – Таримский террейн; 2 – Казахстанский террейн; 3 – девонский вулканический пояс Казахстана; 4 – участки палеомагнитных исследований; 5 – океанические сутуры: Д – Денисовская, КО – Калайхумб-Ойтаг, КС – Куди-Субаши, ОЗ – Обь-Зайсанская, Т – Туркестанская.

**Fig. 1.** Plots of paleomagnetic studies of Devonian rocks of the Kazakhstan and Tarim terranes.

1 – Tarim terrane; 2 – Kazakhstan terrane; 3 – Devonian volcanic belt of Kazakhstan; 4 – plots of paleomagnetic research; 5 – oceanic sutures: Aitag, KC – Kudi-Subashi, OZ – Ob'-Zaisan, T – Turkestan.

триваемые террейны имеют относительно изолированное положение в палеоокеане [Зоненшайн и др., 1990; Kravchinsky et al., 2002; Torsvik, Cocks, 2004; Levashova et al., 2007; Abrajewitch et al., 2008; Metcalfe, 2011; Bazhenov et al., 2012; Golonka, Gaweda, 2012; Верниковский и др., 2013; Domeier, Torsvik, 2014].

В данной статье рассмотрено палеоширотное положение Таримского и Казахстанского террейнов на палеотектонических реконструкциях, которые опубликованы после 2000 г.

## ПАЛЕОШИРОТЫ КАЗАХСТАНСКОГО И ТАРИМСКОГО ТЕРРЕЙНОВ В ДЕВОНСКОЕ ВРЕМЯ

Определение палеошироты основано на результатах изучения первичной высокотемпературной до складчатой компоненты намагниченности пород. Эта компонента намагниченности возникла в вулканогенных породах во время остывания лавы, а в осадках – вероятно, в процессе седиментации.

В статье использованы результаты палеомагнитных исследований девонских осадочных и магматических пород, которые формировались на континентальной коре. В этих исследованиях, проведенных разными авторами, первичная высокотемпературная доскладчатая компонента намагниченности была выявлена в девонских породах на 19 участках, что позволяет надежно определить палеоширотное положение террейнов в девонское время. Важным фактором при использовании палеомагнитных данных является также надежное определение возраста большинства изученных пород.

### Казахстанский террейн

Наиболее северные обнажения девонских пород Казахстанского террейна находятся в Зауральской зоне. В долине р. Тобол (см. рис. 1, уч. 1; 52.3°N, 61.6°E) около Денисовской океанической сутуры были изучены песчаники и алевролиты из толщи туфоконгломератов, гравелитов и мелкообломочных пород, среди которых залегают известняки с брахиоподами, трилобитами и кораллами эйфельского возраста [Burtman et al., 2000]. На севере Центрального Казахстана в хр. Ерментау (см. рис. 1, уч. 2; 51.5°N, 72.6°E) в горах Керегетас изучены красноцветные алевролиты и мелкозернистые песчаники из толщи, содержащей флору живетского яруса и позднего девона. Выше по разрезу эта толща перекрыта осадками с брахиоподами фаменского яруса [Burtman et al., 1998b].

В Центральном и Южном Казахстане находится девонский вулканический пояс (см. рис. 1), в котором проведены палеомагнитные исследования на нескольких участках. В восточной ветви девонского вулканического пояса в Чингизской тектонической зоне на уч. Кайнар (см. рис. 1, уч. 3; 49.1°N, 77.5°E) изучены андезиты, риолиты и туфопесчаники, содержащие девонскую флору. Выше по разрезу лежат осадки с фауной живетского яруса [Burtman et al., 1998b]. В той же тектонической зоне вулканические породы изучены на участках Кенсу-Догодан (уч. 4; 49.5°N, 77.0°E) и Курбаканас (уч. 5; 48.3°N, 78.3°E) [Levashova et al., 2009; Левашова и др., 2011]. В западной ветви девонского вулканического пояса породы среднего девона исследованы на участках Микайнар (уч. 6; 47.5°N, 71.0°E) и Кургашолак (уч. 7; 44.1°N, 74.8°E) [Гришин и др., 1997; Abrajevitch et al., 2007].

В Северном Тянь-Шане в Киргизском хребте на уч. Арал (уч. 8; 42.6°N, 72.7°E) изучены базальты и андезиты, среди которых есть прослои известковистых песчаников с фораминиферами позднего девона [Bazhenov et al., 2013]. В том же хребте на уч. Бешалаарча (рис. 1, уч. 9; 42.4°N, 74.6°E) исследованы красноцветные алевролиты и мелкозернистые песчаники из толщи, содержащей ихтиофауну среднего-позднего девона и флору поздне-

го девона [Burtman et al., 1998a]. В хр. Малый Каратау на уч. Жанатас (уч. 10; 43.7°N, 69.9°E) изучены тонкозернистые красноцветные осадочные породы фаменского яруса [Kirscher et al., 2013]. Опубликованы также обобщенные данные по четырём участкам, расположенным в Киргизском и Джумгольском хребтах (уч. 11), где исследованы красноцветные песчаники и алевролиты [Клишевич, Храмов, 1993], для которых вероятен средне-позднедевонский возраст.

В Среднем Тянь-Шане палеомагнетизм девонских песчаников и алевролитов изучен на территории Чаткальского хребта [Burtman et al., 1998a] – в истоках р. Чаткал на уч. Аксу (уч. 12; 42.1°N, 71.9°E) и на южном склоне этого хребта на уч. Алабука (уч. 13; 41.5°N, 71.5°E). На уч. Аксу песчаники чередуются со слоями известняков, содержащих брахиоподы фаменского яруса, на уч. Алабука исследованная толща содержит брахиоподы живетского и франского ярусов и согласно перекрыта известняками фаменского яруса.

Результаты изучения палеомагнетизма девонских пород Казахстанского террейна приведены в табл. 1.

### Таримский террейн

В Таримском террейне палеомагнитному изучению были подвергнуты породы нижнего-среднего девона из Кызылкума, Южного Тянь-Шаня и Куньлуня. В Кызылкуме на участке, охватывающем горы Сангунтау и Шохтау (уч. 14; 40.7°N, 66.0°E), исследовались песчаники и известняки, содержащие амфиоры и кораллы нижнего девона [Попов, Бискэ, Храмов, 2007]. В Тянь-Шане в западной части Туркестанского хребта в истоках р. Замин (рис. 1, уч. 15; 39.63°N, 68.4°E) исследованы пестроцветные алевролиты и мелкозернистые песчаники из толщи, содержащей тентакулиты эмского яруса нижнего девона [Бискэ, 1996; Попов и др., 2007]. В восточной части Туркестанского хребта (см. рис. 1, уч. 16; 39.8°N, 70.3°E) изучены мелкообломочные породы нижнего девона, в восточной части Алайского хребта (уч. 17; 40.1°N, 71.3°E) – красноцветные кремнистые алевролиты нижнего девона, сформированные на континентальном склоне Таримского террейна [Клишевич, Храмов, 1993]. В Северо-Восточной Фергане среди известняков, содержащих амфиоры живетского яруса [Бискэ, 1996], и над этими известняками залегают щелочные базальты, туфы, туфо-алевролиты и мелкозернистые песчаники. Палеомагнитному исследованию [Burtman et al., 1998a] подвергнуты породы этой толщи, обнаженные в долине р. Каинды (уч. 18; 41.6°N, 72.9°E).

Сведения о палеомагнетизме пород нижнего-среднего девона в Северо-Западном Куньлуне (уч. 19), опубликованы в виде обобщенных дан-



**Таблица 1.** Данные о высокотемпературной доскладчатой компоненте намагниченности девонских пород в Казахском террейне

**Table 1.** Primary magnetization in the Ordovician rocks from the Kazakhstan terrain

№ уч.	Название участка	A	N(S)	I, °	$\alpha 95^\circ$	$\varphi \pm \Delta\varphi, ^\circ$	K	T	Лит. источник
1	р. Тобол	D <sub>2</sub>	31	37	4.8	$20.6 \pm 3.8$	27.9/12.7	F+	[Burtman et al., 2000]
2	Ерментау	D <sub>2-3</sub>	18	31	8.9	$16.7 \pm 5.6$	13.8/5.1	F+	[Burtman et al., 1998b]
3	Кайнар	D <sub>2</sub>	40	41	6.4	$23.5 \pm 4.8$	12.2/4.1	F+R+	—
4	Кенсу-Догодан	D <sub>1-2</sub>	(18)	60.2	8.0	$41.1 \pm 9.3^*$	—	F+R+	[Levashova et al., 2009]
5	Курбаканас	D <sub>2</sub>	(10)	44.3	7.8	$26.0 \pm 6.2$	41/34	F+R+	[Левашова и др., 2011]
6	Микайнар	D <sub>2</sub>	7	46	14.2	$27.4 \pm 12^*$	14/6	F+	[Гришин и др., 1997]
7	Кургашолак	D <sub>2</sub>	(13)	46.4	8.0	$27.7 \pm 6.7$	—	R+B+	[Abrajevitch et al., 2007]
8	Арал	D <sub>3</sub>	(36)	42.7	3.4	$24.8 \pm 2.6$	48.9/37.3	F+R+C+	[Bazhenov et al., 2013]
9	Бешалаарча	D <sub>2-3</sub>	22	36.0	6.5	$20.0 \pm 4.4$	21.0/12.1	F+	[Burtman et al., 1998a]
10	Жанатас	D <sub>3</sub>	8	47.7	6.9	$28.8 \pm 5.9$	66.3/3.6	F+	[Kirscher et al., 2013]
11	К-Джумгол	D <sub>2-3</sub>	28	38.2	7.1	$21.5 \pm 5.0$	—	F+R+	[Клишевич, Храмов, 1993]
12	Аксу	D <sub>3</sub>	31	37	6.0	$20.6 \pm 4.2$	17.6/4.8	F+	[Burtman et al., 1998a]
13	Алабука	D <sub>2-3</sub>	37	42	4.4	$24.2 \pm 3.3$	27.7/3.2	F+R+	—
D <sub>1-2</sub> – среднее для участков 1, 3, 5 и 7						$24.6 \pm 5.5$			
D <sub>3</sub> – среднее для участков 2 и 8–13						$22.7 \pm 4.6$			

Примечание. A – возраст палеомагнитной компоненты; N(S) – количество образцов (сайтов), данные по которым вошли в статистику; I – палеомагнитное наклонение;  $\alpha 95^\circ$  – радиус круга доверия величины палеонаклонения в стратиграфической системе координат;  $\varphi \pm \Delta\varphi$  – палеоширота и радиус ее круга доверия; K – кучность векторов в стратиграфической/географической системах координат; T – положительные тесты (F+ – складки, R+ – обращения, C+ – конгломератов, B+ – горячего контакта). \*Не учтено при вычислении средних величин.

Note. A – age of pre-folding and high-temperature magnetization; N(S) – number of accepted samples and (sites); I – inclination;  $\alpha 95^\circ$  – radius of confidence circle;  $\varphi \pm \Delta\varphi$  – paleo-latitude and radius of 95% confidence; K – concentration parameters in stratigraphic/geographic systems; T – positive tests (F+ – fold, R+ – reversal, C+ – conglomerate, B+ – baked contact). \*Not taken into account when calculating averages.

ных по пяти участкам [Li et al., 1995]. Палеоширота, определенная по этим данным, близка таковой, полученной в Южном Тянь-Шане (табл. 2).

## ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

В Казахском террейне участки, на которых изучен палеомагнетизм пород девона, рассредоточены по всей территории террейна, где обнажены девонские породы. Расстояние между наиболее удаленными друг от друга участками около 1500 км. Среднюю палеошироту, основанную на данных о палеошироте изученных участков (см. табл. 1), можно рассматривать как палеошироту пункта, находящегося в центре изученной территории. Рассредоточенность участков исследований по Казахстанскому террейну позволяет считать, что этот пункт близок к середине террейна.

Палеомагнитные данные с уч. 1, 3, 5 и 7 (см. табл. 1) позволяют установить положение середины Казахстанского террейна в раннем-среднем девоне –  $24.6 \pm 5.5^\circ$ . При вычислении этой палеошироты не использованы данные уч. 4, на котором определена палеоширота, которая отличается на  $15\text{--}20^\circ$  от палеоширот всех участков. Не использованы также данные, полученные на уч. 6, так как возможная ошибка определения палеошироты превышает здесь  $10^\circ$ . Данные с уч. 2 и 8–13 позволяют определить положение середины террейна в

позднем девоне –  $22.7 \pm 4.6^\circ$ . Разница между ранне-среднедевонской и позднедевонской палеоширотами незначительная, интервалы доверия для этих определений:  $19\text{--}30^\circ$  – для раннего-среднего девона и  $18\text{--}27^\circ$  – для позднего девона.

В табл. 3 показаны результаты сравнения палеоширотного положения Казахстанского и Таримского террейнов на опубликованных палеотектонических реконструкциях с определением палеошироты центров этих террейнов палеомагнитным методом. В колонке “b” табл. 3 показано расстояние, на которое необходимо переместить Казахстанский террейн на палеотектонической реконструкции для того, чтобы центр этого террейна находился в пределах круга доверия палеошироты центра террейна, определенной палеомагнитным методом (см. табл. 1).

Положение Казахстанского террейна во многих реконструкциях соответствует палеомагнитным данным или близко к этому (см. табл. 3). В реконструкциях № 4 [Torsvik, Cocks, 2004], № 11 [Golonka, Gaweda, 2012] и № 14 [Верниковский и др., 2013] необходимы перемещения террейна на значительные расстояния. Согласование реконструкции № 10 [Wilhem et al., 2012] с палеомагнитными данными потребует изменения ее структуры.

Территория, на которой изучен палеомагнетизм девонских пород **Таримского террейна**, расположена в его северной части. Расстояние между край-

**Таблица 2.** Данные о высокотемпературной до складчатой компоненте намагниченности девонских пород в Таримском террейне**Table 2.** Primary magnetization in the Ordovician rocks from the Tarim terrain

№ уч.	Название участка	A	N(S)	I°	$\alpha 95^\circ$	$\phi \pm \Delta\phi, ^\circ$	K	T	Лит. источник
14	Шохтау	D <sub>1</sub>	11	8.4	7.6	4.2 ± 4.0	33.4/3.5	F+R+	[Попов, Бискэ, Храмов, 2007]
15	р. Заамин	D <sub>1</sub>	10	15.7	7.6	8.0 ± 4.2	41.4/29.0	F+	—”—
16	Туркестан	D <sub>1</sub>	26	0.6	7.6	0.3 ± 3.8	26.9/3.2	F+	[Клишевич, Храмов, 1993]
17	Алай	D <sub>1</sub>	34	9.0	8.0	4.5 ± 4.2	13.7/3.1	F+R+	—”—
18	р. Каинды	D <sub>2</sub>	21	15	3.1	7.6 ± 1.7	97.0/17.7	F+	[Burtman, 1998a]
19	Кульнунь	D <sub>1-2</sub>	(78)	15.8	12.2	8.0 ± 6.0	—	?	[Li et al., 1995]
D <sub>1-2</sub> – среднее						6.1 ± 4.2			

Примечание. Обозначения см. в табл. 1.

Note. For notations see Table 1.

**Таблица 3.** Положение Казахстанского и Таримского террейнов на девонских палеотектонических реконструкциях**Table 3.** The position of the Kazakhstan and Tarim in Devonian paleotectonic reconstructions

№	Лит. источник	A	Казахстан		Тарим	
			a°	b°	c°	d°
1	[Filippova et al., 2001]	D <sub>2</sub>	12...28	0	20...35	≥18
2	[Куренков и др. 2002]	D <sub>1-2</sub>	13...35	0	–5...20	0
3	[Kravchinsky, et al., 2002]	D <sub>1-2</sub>	10...38	0	10...32	≥11
4	[Torsvik, Cocks, 2004]	D <sub>1</sub>	1...15	≥10	9...24	≥7
5	[Windley et al., 2007]	D <sub>2</sub>	10...28	0	8...30	≥9
6	[Abrajevitch et al., 2008]	D <sub>1-2</sub>	14...35	0	7...23	≥5
7	[Коробкин, Буслов, 2011]	D <sub>2</sub>	7...26	≥3	10...30	≥10
8	—”—	D <sub>3</sub>	14...35	0	18...36	—
9	[Metcalf, 2011]	D <sub>3</sub>	22...42	≥2	4...10	—
10	[Wilhem, et al., 2012]	D <sub>3</sub>	35...65	≥23	20...35	—
11	[Golonka, Gaweda, 2012]	D <sub>1</sub>	–6...15	≥9	–12...1	0
12	—”—	D <sub>3</sub>	16...37	0	1...13	—
13	[Bazhenov et al., 2012]	D <sub>1-2</sub>	17...43	0	N	—
14	[Верниковский и др., 2013]	D <sub>3</sub>	–8...12	≥16	N	—
15	[Sengor et al., 2014]	D <sub>1</sub>	10...41	0	N	—
16	—”—	D <sub>3</sub>	13...25	0	N	—
17	[Domeier, Torsvik, 2014]	D <sub>1</sub>	15...25	0	18...31	≥15
18	—”—	D <sub>3</sub>	15...31	0	18...31	—
19	[Самыгин и др., 2015]	D <sub>2-3</sub>	12...32	0	5...22	≥4

Примечание. A – возраст реконструкции; a°, c° – интервал палеоширот Казахстанского (a°) и Таримского (c°) террейнов на реконструкции; b°, d° – величина, на которую необходимо сместить Казахстанский (b°) и Таримский (d°) террейны для согласования их палеоширотного положения на реконструкции с палеомагнитными данными; N – террейн на реконструкции отсутствует.

Note. A – age of the reconstruction; a°, c° – latitudes of the Kazakhstan (a°) and Tarim (c°) in the reconstruction; b°, d° – necessary corrections for the reconstructions; N – terrain is lacking in the reconstruction.

ними участками более 1000 км. Центр исследованной территории находится в Западном Тянь-Шане. Таримский палеозойский террейн имеет удлиненную форму, вытянутую ныне в широтном направлении. По данным о палеомагнитных склонениях, в девоне длинная ось террейна имела направление, близкое к меридиональному. Изученная территория находилась в средней части этого субмеридионально простиравшегося террейна, и палеоширота

ее середины близка к палеошироте центра террейна. По палеомагнитным данным (см. табл. 2), центр террейна в раннем-среднем девоне располагался в интервале широт 2–10°.

Положение Таримского террейна в реконструкции № 11 [Golonka, Gaweda, 2012] соответствует палеомагнитным данным. На других реконструкциях для согласования с результатами палеомагнитных исследований необходимо поместить

центр террейна в пределы круга доверия величины палеомагнитной широты этого центра, определенной палеомагнитным методом. Величины необходимых перемещений Таримского террейна на реконструкциях показаны в колонке “d” табл. 3. В процессе коррекции наиболее значительные изменения произойдут в реконструкции № 1 [Filippova et al., 2001].

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

По палеомагнитным данным, полученным на 19 участках, определены палеошироты центров Казахстанского и Таримского террейнов (микроконтинентов) в девонское время. Центр Казахстанского микроконтинента в раннем-среднем девоне находился на широте  $24.6 \pm 5.5^\circ$ , в позднем девоне – на широте  $22.7 \pm 4.6^\circ$  (см. табл. 1, 2). Центр Таримского микроконтинента в раннем-среднем девоне находился на широте  $6.1 \pm 4.2^\circ$ . Проведено сравнение палеоширот, определенных палеомагнитным методом, с положением террейнов на девонских палеотектонических реконструкциях. Для реконструкций, на которых положение микроконтинентов не соответствует палеоширотам, полученным при палеомагнитных исследованиях, показан путь коррекции реконструкций (см. табл. 3).

Исследования проведены по плану ГИН РАН, темы № 0135-2016-0009 и 0135-2018-0029.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Бискэ Ю.С. (1996) Палеозойская структура и история Южного Тянь-Шаня. СПб: СПбГУ, 192 с.
- Буртман В.С. (2006) Тянь-Шань и Высокая Азия: тектоника и геодинамика в палеозое. М.: ГЕОС, 216 с.
- Буртман В.С., Клишевич В.Л., Котова Л.Н., Куренков С.А., Назаров Б.Б., Чернышук В.П. (1977) Новые данные о палеозойском океане в Южной Фергане. Докл. АН СССР, **237**, 668-671.
- Верниковский В.А., Добрецов Н.Л., Метелкин Д.В., Матушкин Н.Ю., Кулаков И.Ю. (2013) Проблемы тектоники и тектонической эволюции Арктики. Геология и геофизика, **54**, 1083-1107.
- Гришин Д.В., Печерский Д.М., Дегтярев К.Е. (1997) Палеомагнетизм и реконструкция среднепалеозойской структуры Центрального Казахстана. Геотектоника, (1), 71-81.
- Дегтярев К.Е. (2012) Тектоническая эволюция раннепалеозойских островодужных систем и формирование континентальной коры каледонид Казахстана. М.: ГЕОС, 289 с.
- Диденко А.Н., Моссаковский А.А., Печерский Д.М., Руженцев С.В., Самыгин С.Г., Хераскова Т.Н. (1994) Геодинамика палеозойских океанов Центральной Азии. Геология и геофизика, **35**(7-8), 59-75.
- Зоненшайн Л.П., Кузьмин М.И., Натапов Л.М. (1990) Тектоника литосферных плит территории СССР. Кн. 2. М.: Недра, 336 с.
- Клишевич В.Л., Храмов А.Н. (1993) Реконструкция Туркестанского океана (Южный Тянь-Шань) для раннего девона. Геотектоника, (4), 66-75.
- Коробкин В.В., Буслов М.М. (2011) Тектоника и геодинамика западной части Центральнo-Азиатского складчатого пояса (палеозойды Казахстана). Геология и геофизика, **52**(12), 2032-2055.
- Куренков С.А., Диденко А.Н., Симонов В.А. (2002) Геодинамика палеоспрединга. М.: ГЕОС, 294 с.
- Левашова Н.М., Баженов М.Л., Ван дер Во Р., Абражевич А.В. (2011) Новые палеомагнитные данные по силурийским и девонским вулканитам Чингизской островной дуги Казахстана и их вклад в представления о тектонической эволюции Урало-Монгольского пояса. Геодинамика и тектонофизика, **2**(3), 266-288.
- Моссаковский А.А., Руженцев С.В., Самыгин С.Г., Хераскова Т.Н. (1993) Центральнo-Азиатский складчатый пояс: геодинамическая эволюция и история формирования. Геотектоника, (6), 3-32.
- Попов В.В., Бискэ Ю.С., Храмов А.Н. (2007) Палеомагнитные данные о движении Кызылкумo-Алайского континентального блока в девоне и карбоне. Палеомагнетизм осадочных бассейнов Северной Евразии. СПб: ВНИГРИ, 155-172.
- Самыгин С.Г., Хераскова Т.Н., Курчавов А.М. (2015) Тектоническое развитие Казахстана и Тянь-Шаня в неопротерозое и в раннем-среднем палеозое. Геотектоника, (3), 66-92.
- Abrajevitch A.V., Van der Voo R., Bazhenov M.L., Levashova N.M., McCausland P.J.A. (2008) The role of the Kazakhstan orocline in the late Paleozoic amalgamation of Eurasia. Tectonophysics, **455**, 61-76.
- Abrajevitch A.V., Van der Voo R., Levashova N.M., Bazhenov M.L. (2007) Paleomagnetic constraints on the paleogeography and oroclinal bending of the Devonian volcanic arc in Kazakhstan. Tectonophysics, **441**, 67-84.
- Bazhenov M.L., Levashova N.M., Degtyarev K.E., Van der Voo R., Abrajevitch A.A., McCausland P.J.A. (2012) Unraveling the early-middle Paleozoic paleogeography of Kazakhstan on the basis of Ordovician and Devonian paleomagnetic results. Gondwana Research, **22**, 974-991.
- Bazhenov M.L., Van der Voo R., Levashova N.M., Dominguez A.R. (2013) Late Devonian palaeomagnetism of the North Tien Shan, Kyrgyzstan: can secular variation vary on a short timescale? Geophys. J. Intern., **193**, 635-649.
- Burtman V.S., Gurarii G.Z., Belen'kii A.V., Ignat'ev A.V., Audibert M. (1998) Turkestan ocean in the Middle Paleozoic: reconstruction using paleomagnetic data for the Tien Shan. Geotectonics, **32**(1), 11-21.
- Burtman V.S., Gurarii G.Z., Belen'kii A.V., Kudasheva I.A. (1998) Kazakhstan and the Altai in the Devonian: paleomagnetic evidence. Geotectonics, **32**(6), 479-487.
- Burtman V.S., Gurarii G.Z., Dvorova A.V., Kuznetsov N.B., Shipunov S.V. (2000). The Uralian Paleoocean in the Devonian (as inferred from paleomagnetic data). Geotectonics, **34**(5), 397-406.
- Domeier M., Torsvik T.H. (2014) Plate tectonics in the late Paleozoic. Geosci. Front., **5**(3), 303-350.
- Filippova I.B., Bush V.A., Didenko A.N. (2001) Middle Paleozoic subduction belts: the leading factor in the formation of the Central Asian fold-and-thrust Belt. Russian J. Earth Sci., **3**(6), 405-426.



## REFERENCES

- Golonka J., Gaweda A. (2012) Plate Tectonic Evolution of the Southern Margin of Laurussia in the Paleozoic. *In-tech Tectonics – recent advances*, **10**, 262-282.
- Kirscher U., Zwing A., Alexeiev D.V., Echtler H.P., Bachtadse V. (2013) Paleomagnetism of Paleozoic sedimentary rocks from the Karatau Range, Southern Kazakhstan: multiple remagnetization events correlate with phases of deformation. *J. Geophys. Res., Solid Earth*, **118**, 3871-3885.
- Kravchinsky V.A., Sorokin A.A., Courtillot V. (2002) Paleomagnetism of Paleozoic and Mesozoic sediments from the southern margin of Mongol-Okhotsk ocean, far eastern Russia. *J. Geophys. Res.*, **107**(B10), 2253-2274.
- Levashova N.M., Mikolaichuk A.V., McCausland P.J.A., Bazhenov M.L., Van der Voo R. (2007) Devonian paleomagnetism of the North Tien Shan: implications for the middle-Late Paleozoic paleogeography of Eurasia. *Earth Planet. Sci. Lett.*, **257**, 104-120.
- Levashova N.M., Van der Voo R., Abrajevich A.V., Bazhenov M.L. (2009) Paleomagnetism of midpaleozoic subduction related volcanics from the Chingiz range in NE Kazakhstan: the evolving paleogeography of an amalgamating Eurasian supercontinent. *Geol. Soc. Amer. Bull.*, **121**, 555-573.
- Li Y., Li Q., Zhang H., Sun D., Cao Y., Wu S. (1995) Paleomagnetic study of Tarim and its adjacent area as well as the formation and evolution of Tarim basin. *Xinjiang Geology*, **3**(4), 293-376. (in Chinese)
- Metcalfe I. (2011) Palaeozoic-Mesozoic history of SE Asia. *History and Tectonics of the Australia-Asia Collision. Geol. Soc. London, Spec. Publ.*, **355**, 7-35.
- Samygin S.G., Burtman V.S. (2009) Tectonics of the Ural Paleozooids in comparison with the Tien Shan. *Geotectonics*, **43**(2), 133-151.
- Scotese C.R. (2014) Atlas of Plate Tectonic Reconstructions. *PALEOMAP Project*, 46 p.: www.scotese.com.
- Sengor A.M.C., Natalin B.A., Burtman V.S. (1993) Evolution of the Altaid Tectonic collage and Paleozoic crustal growth in Eurasia. *Nature*, **364**(6435), 299-307.
- Sengor A.M.C., Natalin B., Van der Voo R., Sunal G. (2014) A new look at the Altaids: a superorogenic complex in northern and central Asia as a factory of continental crust, part II: palaeomagnetic data reconstructions, crustal growth and global sea-level. *Austrian J. Earth Sci.*, **107**(2), 131-181.
- Stampfli G.M., Borel G.D. (2002) A plate tectonic model for the Paleozoic and Mesozoic constrained by dynamic plate boundaries and restored synthetic oceanic isochrones. *Earth Planet. Sci. Lett.*, **196**, 17-33.
- Torsvik T.H., Cocks L.R.M. (2004) Earth geography from 400 to 250 Ma: a palaeomagnetic, faunal and facies review. *J. Geol. Soc. London*, **161**, 555-572.
- Wan T., Zhu H. (2011) Chinese continental blocks in Global paleocontinental reconstruction during Paleozoic and Mesozoic. *Acta Geologica Sinica*, **85**(3), 581-597.
- Wilhem C., Windley B.F., Stampfli G.M. (2012) The Altaids of Central Asia: a tectonic and evolutionary innovative review. *Earth-Science Reviews*, **113**, 303-341.
- Windley B., Alexeiev D., Xiao W., Kroner A., Badarch G. (2007) Tectonic models for accretion of the Central Asian Orogenic Belt. *J. Geol. Soc. London*, **164**, 31-47.
- Abrajevitch A.V., Van der Voo R., Bazhenov M.L., Levashova N.M., McCausland P.J.A. (2008) The role of the Kazakhstan orocline in the late Paleozoic amalgamation of Eurasia. *Tectonophysics*, **455**, 61-76.
- Abrajevitch A.V., Van der Voo R., Levashova N.M., Bazhenov M.L. (2007) Paleomagnetic constraints on the paleogeography and oroclinal bending of the Devonian volcanic arc in Kazakhstan. *Tectonophysics*, **441**, 67-84.
- Bazhenov M.L., Levashova N.M., Degtyarev K.E., Van der Voo R., Abrajevitch A.A., McCausland P.J.A. (2012) Unraveling the early-middle Paleozoic paleogeography of Kazakhstan on the basis of Ordovician and Devonian paleomagnetic results. *Gondwana Research*, **22**, 974-991.
- Bazhenov M.L., Van der Voo R., Levashova N.M., Dominguez A.R. (2013) Late Devonian palaeomagnetism of the North Tien Shan, Kyrgyzstan: can secular variation vary on a short timescale? *Geophys. J. Intern.*, **193**, 635-649.
- Biske Yu.S. (1996) *Paleozoyskaya struktura i istoriya Juzhnogo Tyan'-Shanya* [Paleozoic structure and a history of the South Tien Shan]. St.Petersburg, St.Petersburg St. Univ. Publ., 192 p. (In Russian)
- Burtman V.S. (2006) *Tyan'-Shan' i Vysokaya Asiya. Tektonika i geodinamika paleozoya* [Tien Shan and High Asia. Tectonics and geodynamics in the Paleozoic]. Moscow, GEOS Publ., 216 p. (In Russian)
- Burtman V.S., Gurarii G.Z., Belen'kii A.V., Ignat'ev A.V., Audibert M. (1998) Turkestan ocean in the Middle Paleozoic: reconstruction using paleomagnetic data for the Tien Shan. *Geotectonics*, **32**(1), 11-21.
- Burtman V.S., Gurarii G.Z., Belen'kii A.V., Kudasheva I.A. (1998) Kazakhstan and the Altai in the Devonian: paleomagnetic evidence. *Geotectonics*, **32**(6), 479-487.
- Burtman V.S., Gurarii G.Z., Dvorova A.V., Kuznetsov N.B., Shipunov S.V. (2000). The Uralian Paleoocean in the Devonian (as inferred from paleomagnetic data). *Geotectonics*, **34**(5), 397-406.
- Burtman V.S., Klishevich V.L., Kotova L.N., Kurenkov S.A., Nazarov B.B., Chernyshuk V.P. (1977) Paleozoic ocean in the South Fergana: New data. *Doklady AN SSSR*, **237**, 668-671. (In Russian)
- Degtyarev K.E. (2012) *Tektonicheskaya evolyutsiya ranne-paleozoyskikh ostrovoduzhnykh sistem i formirovanie kontinental'noi kory kaledonid Kazakhstana* [Tectonic evolution of the Early Paleozoic island arcs and continental crust formation in Caledonides of the Kazakhstan]. Moscow, GEOS Publ., 289 p. (In Russian)
- Didenko A.N., Mossakovskii A.A., Pecherskii D.M., Ruzhentsev S.V., Samygin C.G., Kheraskova T.N. (1994) Geodynamics of Paleozoic oceans of the Central Asia. *Geol. Geofiz.*, **35**(7-8), 59-75. (In Russian)
- Domeier M., Torsvik T.H. (2014) Plate tectonics in the late Paleozoic. *Geosci. Front.*, **5**(3), 303-350.
- Filippova I.B., Bush V.A., Didenko A.N. (2001) Middle Paleozoic subduction belts: the leading factor in the formation of the Central Asian fold-and-thrust Belt. *Russ. J. Earth Sci.*, **3**(6), 405-426.
- Golonka J., Gaweda A. (2012) Plate Tectonic Evolution of the Southern Margin of Laurussia in the Paleozoic. *In-tech Tectonics – recent advances*, **10**, 262-282.

- Grishin D.V., Pecherskii D.M., Degtyarev K.E. (1997) Paleomagnetism and reconstruction of the Middle Paleozoic structure of the Central Kazakhstan. *Geotektonika*, (1), 71-81. (In Russian)
- Kirschner U., Zwing A., Alexeiev D.V., Echtler H.P., Bachtadse V. (2013) Paleomagnetism of Paleozoic sedimentary rocks from the Karatau Range, Southern Kazakhstan: multiple remagnetization events correlate with phases of deformation. *J. Geophys. Res., Solid Earth*, **118**, 3871-3885.
- Klishevich V.L., Hramov A.N. (1993) Reconstruction of the Turkestan ocean for the Early Devonian time. *Geotektonika*, (4), 66-75. (In Russian)
- Korobkin V.V., Buslov M.M. (2011) Tectonics and geodynamics of the Western part of Central Asian fold belt (Paleozoic Kazakhstan). *Geol. Geofiz.*, **52**(12), 2032-2055. (In Russian)
- Kravchinsky V.A., Sorokin A. A., Courtillot V. (2002) Paleomagnetism of Paleozoic and Mesozoic sediments from the southern margin of Mongol-Okhotsk ocean, far eastern Russia. *J. Geophys. Res.*, **107**(B10), 2253-2274.
- Kurenkov C.A., Didenko A.N., Simonov V.A. (2002) *Geodinamika paleospredinga* [Geodynamics of paleospreading]. Moscow, GEOS Publ., 294 p. (In Russian)
- Levashova N.M., Bazhenov M.L., Van der Vo R., Abrazhevich A.V. (2011) New paleomagnetic data on the Silurian and Devonian volcanic rocks of the Chingiz island arc, Kazakhstan, and their contribution to the understanding of the tectonic evolution of the Ural-Mongolian belt. *Geol. Geofiz.*, **2**(3), 266-288. (In Russian)
- Levashova N.M., Mikolaichuk A.V., McCausland P.J.A., Bazhenov M.L., Van der Voo R. (2007) Devonian paleomagnetism of the North Tien Shan: implications for the middle-Late Paleozoic paleogeography of Eurasia. *Earth Planet. Sci. Lett.*, **257**, 104-120.
- Levashova N.M., Van der Voo R., Abrajevich A.V., Bazhenov M.L. (2009) Paleomagnetism of midpaleozoic subduction-related volcanics from the Chingiz range in NE Kazakhstan: the evolving paleogeography of an amalgamating Eurasian supercontinent. *Geol. Soc. Amer. Bull.*, **121**, 555-573.
- Li Y., Li Q., Zhang H., Sun D., Cao Y., Wu S. (1995) Paleomagnetic study of Tarim and its adjacent area as well as the formation and evolution of Tarim basin. *Xinjiang Geology*, **3**(4), 293-376. (in Chinese)
- Metcalf I. (2011) Palaeozoic-Mesozoic history of SE Asia. *History and Tectonics of the Australia-Asia Collision*. *Geol. Soc. London Spec. Publ.*, **355**, 7-35.
- Mossakovskii A.A., Ruzhentsev S.V., Samygin S.G., Kheraskova T.N. (1993) The Central Asian fold belt: geodynamic evolution and formation history. *Geotektonika*, (6), 3-32. (In Russian)
- Popov V.V., Biske Ju.S., Khramov A.N. (2007) Paleomagnetic data on the movement of Kyzylkum-Alai continental blocks in the Devonian and Carboniferous. *Paleomagnetizm osadochnykh basseinov Severnoi Evrazii*. St.Petersburg, VNIGRI Publ., 155-172. (In Russian)
- Samygin S.G., Burtman V.S. (2009) Tectonics of the Ural Paleozooids in comparison with the Tien Shan. *Geotectonics*, **43**(2), 133-151.
- Samygin S.G., Kheraskova T.N., Kurchavov A.M. (2015) Tectonic development of Kazakhstan and the Tien Shan in the Neoproterozoic and early-middle Paleozoic. *Geotektonika*, (3), 66-92. (In Russian)
- Scotese C.R. (2014) Atlas of Plate Tectonic Reconstructions. *PALEOMAP Project*, 46 p.: www.scotese.com.
- Sengor A.M.C., Natalin B.A., Burtman V.S. (1993) Evolution of the Altaid Tectonic collage and Paleozoic crustal growth in Eurasia. *Nature*, **364**(6435), 299-307.
- Sengor A.M.C., Natalin B., Van der Voo R., Sunal G. (2014) A new look at the Altai: a superorogenic complex in northern and central Asia as a factory of continental crust, part II: palaeomagnetic data reconstructions, crustal growth and global sea-level. *Austrian J. Earth Sci.*, **107**(2), 131-181.
- Stampfli G.M., Borel G.D. (2002) A plate tectonic model for the Paleozoic and Mesozoic constrained by dynamic plate boundaries and restored synthetic oceanic isochrones. *Earth Planet. Sci. Lett.*, **196**, 17-33.
- Torsvik T.H., Cocks L.R.M. (2004) Earth geography from 400 to 250 Ma: a palaeomagnetic, faunal and facies review. *J. Geol. Soc. London*, **161**, 555-572.
- Vernikovskii V.A., Degtyarev K.E., Metelkin D.V., Matushkin N.Ju., Kulakov I.Ju. (2013) Problems of a tectonic evolution of the Arctic. *Geol. Geofiz.*, **54**, 1083-1107. (In Russian)
- Wan T., Zhu H. (2011) Chinese continental blocks in Global paleocontinental reconstruction during Paleozoic and Mesozoic. *Acta Geologica Sinica*, **85**(3), 581-597.
- Wilhem C., Windley B.F., Stampfli G.M. (2012) The Altai of Central Asia: a tectonic and evolutionary innovative review. *Earth-Science Reviews*, **113**, 303-341.
- Windley B., Alexeiev D., Xiao W., Kroner A., Badarch G. (2007) Tectonic models for accretion of the Central Asian Orogenic Belt. *J. Geol. Soc. London*, **164**, 31-47.
- Zonenshain L.P., Kuz'min M.I., Natapov L.M. (1990) *Tektonika litosfernykh plit territorii SSSR. Kn. 2* [Tectonics of lithospheric plates of the USSR. Book 2]. Moscow, Nedra, Publ., 336 p. (In Russian)