

УДК 551.24

DOI: 10.24930/1681-9004-2019-19-4-519-532

Кокчетай-Иссыккульский террейн Казахстанского палеоконтинента и его палеоширотное положение в ордовике

© 2019 г. В. С. Буртман, А. В. Дворова

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

Поступила в редакцию 13.08.2018 г., принята в печать 20.11.2018 г.

Объект исследований. Казахстанский (Казахско-Киргизский) палеоконтинент изучается многими исследователями. Авторы статьи провели анализ материалов, характеризующих тектоническое строение раннепалеозойского Кокчетай-Иссыккульского сиалического террейна, занимающего значительную часть территории Казахстанского континента. *Материалы и методы.* Для определения палеоширотного положения Кокчетай-Иссыккульского террейна был проведен анализ данных, полученных при изучении ордовикских пород палеомагнитным методом на 11 участках. Был изучен палеомагнетизм красноцветных песчаников, алевролитов и туфоалевролитов а также базальтов, андезитов и туфогенных пород из морских отложений, принадлежность которых к различным ярусам ордовика основана на фауне трилобитов, брахиопод, граптолитов и конодонтов. *Результаты.* Раннепалеозойские породы обнажены на севере Кокчетай-Иссыккульского террейна в Кокчетайском районе, и на юге – в Иссыккульском районе, который охватывает территории Южного Казахстана, Северного Кыргызстана и Западного Синьцзяна. Границами Кокчетай-Иссыккульского террейна служат сuture Чистополь-Терскайской и Ирадыр-Илийской океанических бассейнов. Породы коры этих бассейнов находятся на территории Кокчетай-Иссыккульский террейна в аллохтонном залегании. На Терскайской окраине изучена многоэтажная система шарьяжей, сложенная допалеозойскими и раннепалеозойскими породами коры океанического бассейна, вулканитами океанических островных дуг и породами континентального склона. Эта система шарьяжей перекрыта отложениями с граптолитами флоского-дарривилского возраста. Надсубдукционный вулканизм на этой окраине террейна имеет дарривилский и сандбийский возраст, граниты I-типа – дарривилский возраст. На Илийской окраине Кокчетай-Иссыккульского террейна породы коры Ирадыр-Илийского океанического бассейна были шарьированы также в среднем ордовике, а надсубдукционный магматизм происходил в позднедарривилское и сандбийское время. *Заключение.* Проведенные исследования свидетельствуют о геодинамике региона. В раннем и среднем ордовике Кокчетай-Иссыккульский террейн был сиалической вулканической дугой, отделенной от других сиалических террейнов океаническими бассейнами. В среднем ордовике происходила встречная субдукция коры этих океанических бассейнов под Кокчетай-Иссыккульскую островную дугу. Этот процесс привел к закрытию Чистополь-Терскайской и Ирадыр-Илийской океанических бассейнов и к формированию Казахстанского континента путем коллизии раннепалеозойских сиалических террейнов и океанических островных дуг. Результаты изучения палеомагнетизма ордовикских пород Кокчетай-Иссыккульской островной дуги позволили определить положение средней части этой дуги на палеогеографической широте $9.1 \pm 5.4^\circ$.

Ключевые слова: Казахстан, Тянь-Шань, палеоконтинент, палеоширота, палеотектоническая реконструкция

Kokchetau-Issykkul terrain of the Kazakhstan Paleozoic continent and the Ordovician latitude of the continent

Valentin S. Burtman, Ariadna V. Dvorova

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

Received 13.08.2018, accepted 20.11.2018

Research subject. The Kazakhstan (Kazakh-Kyrgyz) paleocontinent attracts much research attention. In this article, we present data on the tectonic structure of the Early Paleozoic Kokchetau-Issykkul sialic terrain. *Materials and methods.* The geodynamic position of the Kokchetau-Issykkul terrain was determined by analysing samples of Ordovician rocks collected across 11 sites using the paleomagnetism method. Thus, we studied the paleomagnetism of red sandstones, siltstones, tuffaceous siltstones and basalts, as well as that of andesite and tuffaceous rocks in marine sediments, which affiliation to different Ordovician formations was established on the basis of trilobite, brachiopod, conodont and graptolite fauna. *Results.* Early Paleozoic rocks are exposed in the northern part of the studied terrain (Kokchetau district) and in the Issykkul region, which covers southern Kazakhstan, northern Kyrgyzstan and western Xinjiang. The sutures of Chistopol-Terskei and Iradir-Ili ocean basins serving as the boundaries of the Kokchetau-Issykkul terrain are located in the allochthoni-

Для цитирования: Буртман В.С., Дворова А.В. (2019) Кокчетай-Иссыккульский террейн Казахстанского палеоконтинента и его палеоширотное положение в ордовике. *Литосфера*, 19(4), 519–532. DOI: 10.24930/1681-9004-2019-19-4-519-532

For citation: Burtman V.S., Dvorova A.V. (2019) Kokchetau-Issykkul terrain of the Kazakhstan Paleozoic continent and the Ordovician latitude of the continent. *Litosfera*, 19(4), 519–532. DOI: 10.24930/1681-9004-2019-19-4-519-532

us position. A multi-storey system of napes composed of pre-Paleozoic and Early Paleozoic rocks of the oceanic crust, volcanic oceanic island arcs and continental slope were studied near the Terskei margin of the terrain. This system of napes is covered by sediments containing graptolites of the Floian-Darriwilian age. Subduction-related volcanism near this margin of the terrain is of the Darriwilian and Sandbian age, while I-type granites are of the Darriwilian age. The over-thrusting of the Iladyr-Ili oceanic crust on the Ili border of the terrain also occurred in the middle Ordovician. Subduction-related magmatism occurred here in the Late Darriwilian and Sandbian periods. *Conclusion.* The conducted studies testify to the geodynamics of the region. In the Early and Middle Ordovician, the Kokchetau-Issykkul terrain was a sialic volcanic arc separated from other sialic terrains by ocean basins. In the Middle Ordovician, the counter subduction of the oceanic crust under the Kokchetau-Issykkul island arc occurred. This process led to the closure of the Chistopol-Terskei and Iradir-Ili ocean basins in Middle Ordovician and to the formation the Kazakhstan continent by the collision of the Early Paleozoic sialic terrains and oceanic island arcs. According to the study of the paleomagnetism of Ordovician rocks in the Kokchetau-Issykkul island, the position of the middle part of this arc is determined to be at the paleogeographic latitude of $9.1 \pm 5.4^\circ$.

Keywords: Kazakhstan, Tien Shan, paleocontinent, paleolatitude, paleotectonic reconstruction

Acknowledgements

The studies carried according to the plan of the GIN RAS, theme No. 0135-2018-0029.

ВЕДЕНИЕ

Казахстанский (Казахско-Киргизский) средне-позднепалеозойский композитный палеоконтинент был сложен породами раннепалеозойских сиалических террейнов (Кокчетау-Иссыккульского, Сырдарьинского, Актау-Джунгарского) и океанических островных дуг. Палеоконтинент был окружен водами океанических бассейнов – Денисовского (на востоке Урала), Туркестанского, Обь-Зайсанского, Джунгарского. В позднем палеозое эти океанические бассейны были закрыты и Казахстанский палеоконтинент включен в Лавразийский континент. В современной структуре Евразийского континента территория Казахстанского палеоконтинента ограничена позднепалеозойскими сутурами перечисленных океанических бассейнов (рис. 1).

Кокчетау-Иссыккульский террейн занимает значительную часть территории Казахстанского палеоконтинента (рис. 2). Территории, принадлежащие этому террейну, включали в “Иссыккульскую” [Буртман, 2006], “Кокчетау-Северотяньшанскую” [Авдеев, 1984; Bazhenov et al., 2003; Alexeiev et al., 2011], “Чуйско-Кендыктасскую” [Дегтярев, 2012] и другие тектонические зоны и террейны, выделенные в Казахстане, Кыргызстане и в китайской провинции Синьцзянь. Кокчетау-Северотяньшанская тектоническая зона соответствует рассматриваемому террейну, но такое название террейна неудобно из-за исторического несоответствия между географическими и тектоническими зонами, которые были выделены в кыргызской и китайской частях Тянь-Шаня под названием “Северный Тянь-Шань”. Рассматриваемый террейн из кыргызского Северного Тянь-Шаня продолжается в китайском Центральном Тянь-Шане. Поэтому, предпочтительнее называть этот террейн Кокчетау-Иссыккульским.

В статье рассмотрена геодинамика Кокчетау-Иссыккульского террейна в ордовике и определено палеоширотное положение террейна и Казахстанского палеоконтинента по палеомагнитным данным.

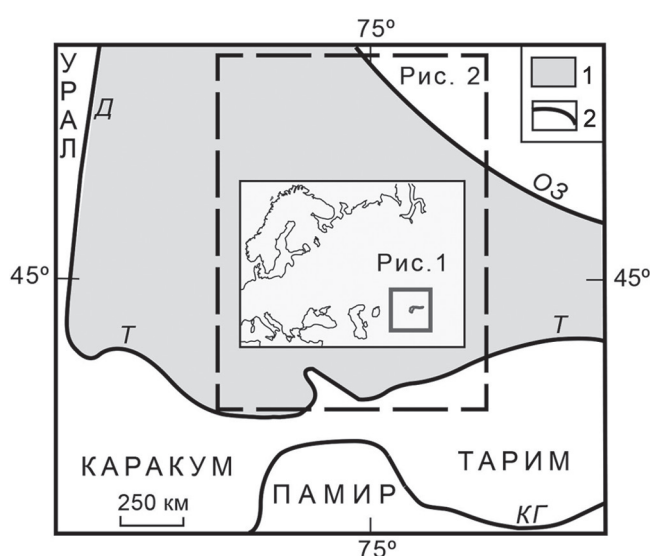


Рис. 1. Казахстанский палеоконтинент.

1 – палеоконтинент; 2 – океанические сутуры: Денисовская (Д), Туркестанская (Т) и Обь-Зайсанская (ОЗ) позднепалеозойские сутуры, КГ – Куньлунь-Гиндукушская триасовая сутура.

Fig. 1. The Kazakhstan paleocontinent.

1 – paleocontinent; 2 – oceanic sutures: Denisov (D), Turkestan (T) and Ob-Zaisan (OZ) late Paleozoic sutures, KG – Kunlun-Hindu Kush Triassic suture.

КОКЧЕТАУ-ИССЫКУЛЬСКИЙ ТЕРРЕЙН

Кокчетау-Иссыккульский сиалический террейн (см. рис. 2) имеет ширину 100–300 км, протяженность – более 2000 км. Фундамент террейна сложен протерозойскими породами [Konopelko et al., 2012; Kröner et al., 2013; Rojas-Agramonte et al., 2014]. Раннепалеозойские породы обнажены на севере террейна в Кокчетауском районе, и на юге – в Иссыккульском районе, который охватывает территории Южного Казахстана, Северного Кыргызстана и часть

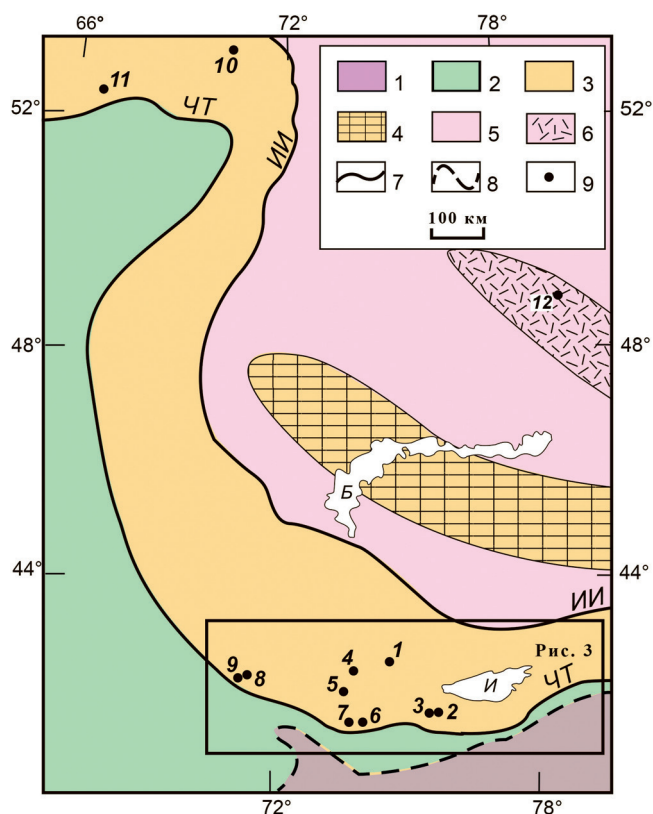


Рис. 2. Каледониды Казахстана и Тянь-Шаня (при составлении схемы использованы публикации [Буртман, 2006; Alexeev et al., 2011; Degtyarev et al., 2016]).

1–4 – объекты, имеющие сиалическую кору и допалеозойский фундамент: 1 – Таримский микроконтинент, 2 – Сырдарьинский микроконтинент, 3 – Кокчетау-Иссыккульская островная дуга, 4 – Актау-Джунгарский микроконтинент; 5–6 – аккреционная зона, в которую включены океанические вулканические островные дуги: 6 – Чингизская вулканическая дуга; 7 – ордовикские океанические сuture (ЧТ – Чистополь-Терская, ИИ – Ирадыр-Илийская); 8 – Туркестанская позднепалеозойская океаническая сuture; 9 – участки (1–12), на которых в ордовикских породах изучена высокотемпературная докладчатая палеомагнитная компонента. Б – оз. Балхаш, И – оз. Иссык-Куль.

Fig. 2. Caledonides in the Kazakhstan and Tien Shan (after [Burtman, 2006; Alexeev et al., 2011; Degtyarev et al., 2016]).

1–4 – the objects with a sialic crust and pre-Paleozoic Foundation: 1 – Tarim microcontinent, 2 – Syr-Daria microcontinent, 3 – Kokchetau-Issyk-Kul island arc, 4 – Aktau-Jungar microcontinent); 5–6 – accretion area, which includes oceanic volcanic island arcs: 6 – Chingiz volcanic arc; 7 – Ordovician oceanic sutures (ЧТ – Chistopol-Terskey, ИИ – Iradyr-Ili); 8 – late Paleozoic Turkistan oceanic suture; 9 – the plots (1–12) of paleomagnetic studies of Ordovician rocks. Б – оз. Балхаш, И – Issyk-Kul lake.

китайской провинции Синьцзянь. Северная оконечность Кокчетау-Иссыккульского террейна скрыта под осадками Западно-Сибирской низменности.

Границами Кокчетау-Иссыккульского террейна служат ордовикские сuture Чистополь-Терской и Ирадыр-Илийской океанических бассейнов (см. рис. 2).

Породы океанической коры пограничных бассейнов в Кокчетау-Иссыккульском террейне

Сutura Чистополь-Терской океанического бассейна в Кокчетауском районе отмечена офиолитами Чистопольской зоны. В кремнях офиолитов содержатся конодонты позднего кембрия и раннего ордовика. Базальты офиолитов принадлежат E-MORB и N-MORB типам [Degtyarev et al., 2016]. Породы коры этого океанического бассейна широко распространены в Иссыккульском районе (рис. 3). Хорошая обнаженность пород и контрастный рельеф Тянь-Шаня позволяют видеть аллохтонное залегание пород океанической коры.

В западной части Киргизского хребта Чистополь-Терские офиолиты принадлежат к E-MORB и N-MORB типам, в них определен раннекембрийский U-Pb возраст цирконов и позднекембрийский возраст конодонтов [Дегтярев и др., 2012, 2014]. В хребте Каракатты в основании аллохтона находится серпентинитовый меланж с глыбами гарцбургитов, лерцолитов и вулканических пород. По соотношению Ст-Тi перидотиты из меланжа принадлежат к породам зоны спрединга. На меланже лежат несколько мощных тектонических пластин [Ломизе, 1994; Lomize et al., 1997]. Нижний шарьяж образован туфами и туффитами базальтового и андезито-базальтового состава и кремнистыми сланцами с брахиоподами, трилобитами, конодонтами флоского-дапинского возраста (чолойская свита, 2000 м) [Мамбетов, Апаев, 1990; Mikolaichuk et al., 1997]. Петрохимические характеристики базальтов из туфо-брекчий свидетельствуют об их островодужном происхождении, спектры редких и редкоземельных элементов указывают на океаническую островную дугу. В верхней части разреза среди вулканитов появляется терригенный материал, в том числе окатанные зерна кварца. Это позволяет предполагать, что в среднем ордовике произошло столкновение этой океанической островной дуги с сиалическим блоком [Lomize et al., 1997].

На описанных породах лежит тектоническая пластина, сложенная подушечными базальтами с прослоями кремней, в которых обнаружены конодонты позднего кембрия (каракаттинская свита, 1000 м) [Киселев, Апаев, 1987; Максумова и др., 1988; Mikolaichuk et al., 1997]. На диаграмме AFM эффузивные породы находятся в поле океанических базальтов, по содержанию редких и редкоземельных элементов они принадлежат к базальтам N-MORB и T-MORB типов. Еще выше лежит шарьяж габброидов [Lomize et al., 1997].

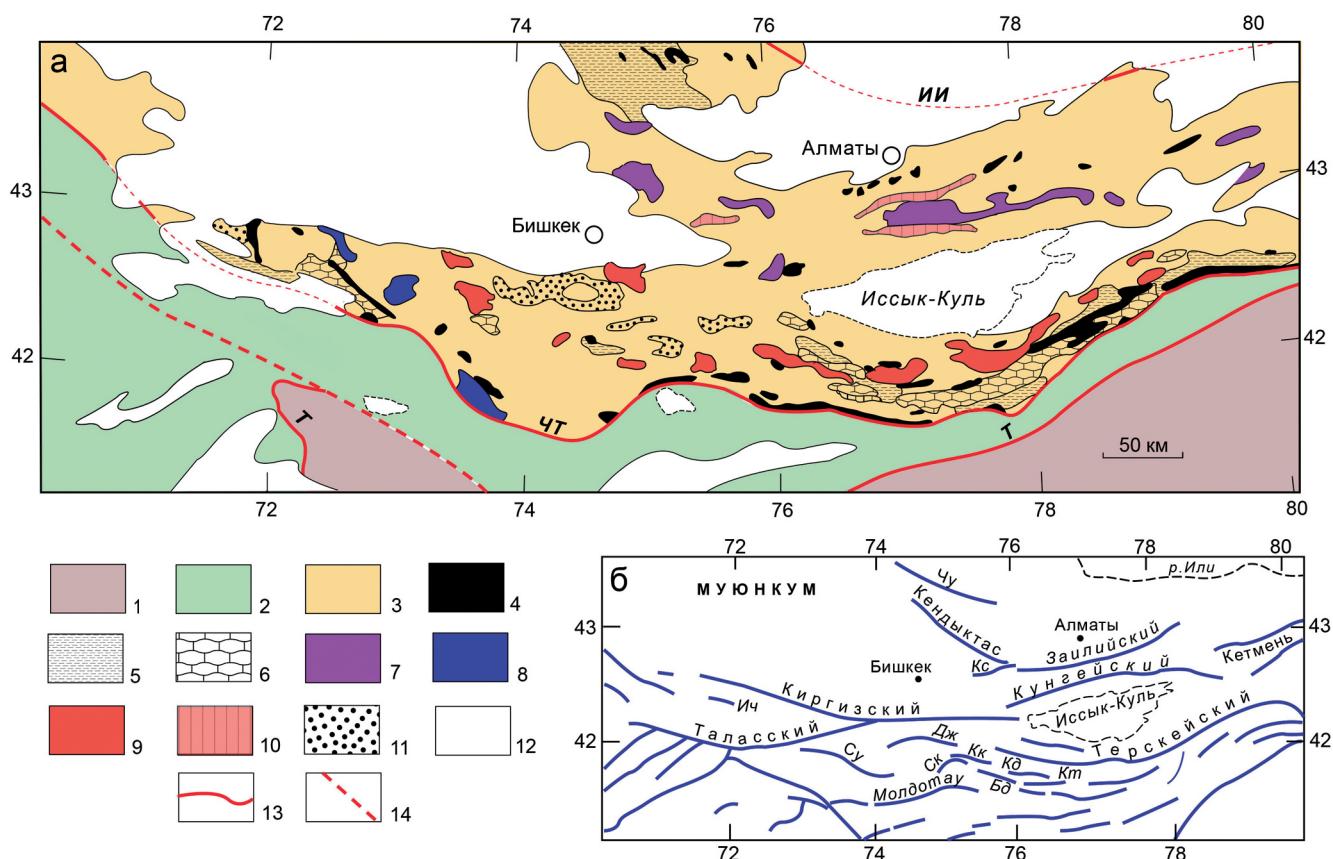


Рис. 3. Иссыккульский район Кокчетау-Иссыккульского раннепалеозойского террейна.

а. 1 – Таримский микроконтинент; 2 – Сырдарьинский микроконтинент; 3 – Кокчетау-Иссыккульская островная дуга; 4 – офиолитовые аллохтоны; 5–6 – раннепалеозойские осадки, в которых преобладают отложения континентального склона (5) и шельфа (6); 7–8 – ордовикские отложения, содержащие надсубдукционные вулканиты в Илийском (7) и Теркейском (8) поясах магматизма; 9–10 – граниты I-типа в Теркейском (9) и Илийском (10) поясах магматизма; 11 – осадки внутриконтинентальных бассейнов; 12 – мезозой и кайнозой; 13 – океанические сuture (III – Ирадыр-Илийская, ЧТ – Чистополь-Теркейская, Т – Туркестанская); 14 – Таласо-Ферганский сдвиг.

б. Горные хребты, упомянутые в тексте. Бд – Байдула, Дж. – Джумгалский, Ич – Ичкелетау, Кд – Караджарго, Кк – Каракатты, Кс – Кастек, Кт – Капкаташ, Ск – Сонкультау, Су – Сусамырский, Чу – Чу-Илийские горы.

Fig. 3. Issyk-Kul district of Kokshetau-Issyk-Kul early Paleozoic terrain.

а. 1 – Tarim microcontinent; 2 – Sir-Darya micro continent; 3 – Kokshetau-Issyk-Kul island arc; 4 – ophiolite allochthons; 5–6 – early Paleozoic sediments which are dominated by deposits of the continental slope (5) and shelf (6); 7–8 – Ordovician sediments with subduction related volcanic rocks in the Ili (7) and Terskey (8) zones of magmatism; 9–10 – granite I-type in the Terskey (9) and Ile (10) belts of magmatism; 11 – sediments of inland pools; 12 – Mesozoic and Cenozoic; 13 – ocean sutures (III – Iradar-Ily, ЧТ – Chistopol-Terskey, Т – Turkestan); 14 – Talas-Fergana strike-slip.

б. Mountain ranges mentioned in the article. Бд – Baydula, Дж. – Dzhumgal, Ич – Ichkeletau, Кд – Karadargo, Кк – Karakatty, Кс – Kastek, Кт – Kapkatas, Ск – Sonkultau, Су – Susamyr, Чу – Chu-Ili mountains.

В хребте Караджарго находится смятый в складки ансамбль шарьяжей, в строении которого участвует пластина офиолитов [Хераскова и др., 1997]. В основании видимого геологического разреза хребта Караджарго находятся туфо-турбидиты с пластами олистостромов. В глыбах известняков из олистостромов определены конодонты флоско-го яруса [Mikolaichuk et al., 1997]. На этих породах лежит тектоническая пластина, сложенная известняками, калькаренидами, силицитами и тефротурбидитами среднего и кислого состава с конодонтами позднего кембрия–раннего тремадока (ка-

раджоргинская и др. свиты, 1000 м). В верхней части разреза этой тектонической пластины находится олистостром, на котором лежит вторая тектоническая пластина.

Нижняя часть второй пластины образована известняками и пачкой вулканогенных пород (200 м), в которой чередуются андезиты, подушечные андезиты-базальты и туфы кислого и основного состава. Верхняя часть пластины сложена проксимальными туфо-турбидитами с конодонтами позднего кембрия–тремадока. Условия формирования описанных отложений – склоны и подножие вул-

канов, вероятно, расположенных в океанической островной дуге. Третья тектоническая пластина сложена габбро, габбро-норитами и пироксенитами с дайками и роями параллельных даек, серпентинитовым меланжем и базальтами. В глыбах кремней среди меланжа обнаружены конодонты позднего кембрия, а в кремнях, лежащих на базальтах – конодонты флоского-дапинского возраста [Хераскова и др., 1997; Mikolaichuk et al., 1997]. Большая часть офиолитовых аллохтонов ассоциирована с островодужными вулканитами и представляет собой породы фундамента океанических островных дуг. Это свидетельствует о том, что в Чистополь-Терской бассейне находилась океаническая вулканическая островная дуга или ансамбль таких островных дуг.

Выше по геологическому разрезу хребта Караджарго залегают шарьяжи пород, которые до шарьирования были прорваны гранитами. Pb-Pb возраст цирконов из этих гранитов 611–626 млн лет [Mikolaichuk et al., 1997]. Верхний этаж шарьяжей сложен метаморфизованными терригенными породами и лежащими на них шельфовыми известняками [Хераскова и др., 1997]. Это могут быть породы Сырдарьинского сиалического террейна, шарьированные на Кокчетау-Иссыккульский террейн в процессе коллизии.

Система шарьяжей хребта Караджарго несогласно перекрыта туфо-конгломератами, туфо-песчаниками и тонкозернистыми туффитами с граптолитами флоского-даривилского возраста [Хераскова и др., 1997]. Это свидетельствует о том, что процессы закрытия Чистополь-Терской океанической бассейна, включавшие аккрецию океанической островной дуги у пассивной окраины террейна и коллизию Кокчетау-Иссыккульского и Сырдарьинского террейнов, происходили в среднем ордовике. Об этом же свидетельствует позднедаривилский возраст гранитов, которые в Кыргызском хребте прорывают автохтон и аллохтоны, сложенные породами коры Чистополь-Терской океанической бассейна [Дегтярёв 2014].

Сутура Ирадыр-Илийского океанического бассейна в Кокчетауском районе отмечена офиолитами Ирадырской зоны, в кремнях которой найдены конодонты позднего кембрия и раннего ордовика. Базальты офиолитов Ирадырской зоны принадлежат N-MORB типу [Degtyarev et al., 2016]. В Иссыккульском районе сутура этого океанического бассейна расположена севернее хребтов Заилийского и Кетмень. Восточное продолжение сутуры находится в Синьцзяне южнее хребта Борохоро. Останцы смятых в складки шарьяжей, сложенные породами Ирадыр-Илийского океанического бассейна, расположены в Жалаир-Найманской тектонической зоне Южного Казахстана и хребтах Тянь-Шаня: Кендыктас, Заилийском, Кунгей, Кетмень (см. рис. 3). В хребте Северный Кетмень тектони-

ческая пластина офиолитов налегает на толщу конгломератов, песчаников и известняков с трилобитами и брахиоподами среднего ордовика [Чабдаров и др., 1971; Авдеев, Ковалев, 1989].

В Чу-Илийских горах, в Жалаир-Найманской тектонической зоне, обнажены раннепалеозойские офиолиты – серпентинитовый меланж, дуниты, перидотиты, пироксениты, габбро, базальты, кремни. Относительно полные разрезы офиолитов редки [Абдулин, Паталаха, 1980]. В большинстве случаев породы находятся в тектонических соотношениях друг с другом и с окружающими отложениями. Протяженность этой офиолитовой зоны более 500 км. Среди базальтов преобладают субщелочные и щелочные породы. По петрохимическим характеристикам, они близки к базальтам окраинных морей. Кремни и кремнистые сланцы, принадлежащие офиолитовой ассоциации, содержат прослой известняков с брахиоподами, конодонтами и граптолитами среднего и позднего кембрия, раннего и среднего ордовика. Описано тектоническое наложение офиолитов на неритовые отложения среднего ордовика. Галька ультрабазитов, габбро и базальтов содержится в отложениях со среднеордовикской фауной. Несогласно на офиолитах лежат терригенные породы позднего ордовика [Авдеев, Ковалев, 1989; Якобчук, 1990; Бекжанов и др., 2000; Рязанцев, 2009]. Эти данные свидетельствуют о том, что шарьирование Ирадыр-Илийских офиолитов на Кокчетау-Иссыккульский террейн произошло в конце среднего или начале позднего ордовика.

Окраины Кокчетау-Иссыккульского террейна

Терская окраина. В Иссыккульском районе на краю Кокчетау-Иссыккульского террейна, обращенного к Чистополь-Терскому океаническому бассейну, в хребте Ичкелетау, в тектонических пластинах залегают породы континентального склона – толща углеродистых аргиллитов, алевролитов, кварцевых песчаников и радиоляритов со следами мелкой ряби и тонкой косой слоистостью, характерной для контурных течений. Среди этих пород находятся грубообломочные породы с обломками мелководных известняков и песчаников, которые сформированы в результате оползней и деятельности гравитационных потоков. Количество грубообломочных пород возрастает вверх по разрезу толщи. В этих отложениях собраны граптолиты и брахиоподы флоского-дапинского и даривилского возраста [Максумова, 1999].

В Джумгалском хребте отложения континентального склона также находятся в аллохтонном залегании. Ордовикские турбидиты имеют аркозовый и граувакковый составы, что позволяет предполагать существование двух источников материала – континент и вулканическая островная дуга.

В турбидитах обнаружены граптолиты дарривилского возраста, конодонты и радиолярии раннего и среднего ордовика [Христов, 1997].

В хребтах Караджорго, Капкаташ, Байдула, Сонкультау, Молдотау (см. рис. 3) распространены терригенные флишевые отложения среднего ордовика (долонская, джолджилгинская и др. свиты, 2500 м). В хребте Караджорго они с угловым несогласием лежат на вулканогенных породах позднего кембрия–раннего ордовика, слагающих аккреционную призму, сформированную в аренигское время. В основании разреза залегают конгломераты с галькой подстилающих вулканитов и глыбами шельфовых известняков, содержащих конодонты позднего кембрия–раннего тремадока. В алевролитовом цементе конгломератов содержатся граптолиты ордовика. На конгломератах лежит толща дистальных турбидитов с конодонтами и граптолитами флоского-дапинского возраста. Разрез надстроен толщей проксимальных турбидитов, сложенной ритмично чередующимися конгломератами, гравелитами и песчаниками. В прослоях глинисто-кремнистых сланцев содержатся угнетенные формы трилобитов и граптолиты дарривилского возраста.

В средней части Терсейского хребта в тектоническом блоке сохранилась толща проксимальных турбидитов с брахиоподами среднего ордовика. В восточной части этого хребта вероятным аналогом описанной толщи являются песчано-алевролитовые отложения с граптолитами среднего ордовика (сулусайская свита, 2000 м) [Осмонбетов и др., 1982].

Илийская окраина. В Кунгейском хребте распространена ритмичная толща вулканомиктовых и полимиктовых песчаников, алевролитов и кремнистых туффитов с иероглифами, косой слоистостью, следами оползания осадка, знаками ряби, трещинами усыхания (чолпонатинская свита, 1500 м). В этих породах найдены граптолиты и брахиоподы раннего тремадока. Несогласно, с конгломератами в основании, на описанных отложениях лежат водорослевые и органогенно-обломочные известняки с брахиоподами раннего ордовика, которые согласно перекрыты глинистыми и алевролитовыми сланцами с граптолитами дапинского возраста [Бакиров, Нурманбетов, 1964; Грищенко и др., 1987].

В Кендыктасе находится толща терригенного флиша, в которой содержатся брахиоподы, указывающие на возрастной интервал в пределах кембрия и тремадока (джамбульская свита, 2000 м). Более высокое положение в этом стратиграфическом разрезе занимают косослоистые кварцевые песчаники, алевролиты, аргиллиты и известняки с трилобитами, брахиоподами, гастроподами и граптолитами раннего и среднего ордовика (кендыктасская, агалатасская, курдайская, щербактинская свиты, 2500 м) [Чимбулатов, 1981].

На территории Костекского хребта в ордовике был расположен карбонатный риф, окруженный флишем с обломками известняков (картабулгинская св., 1000 м). В нижней части рифа содержатся конодонты раннего ордовика, выше – трилобиты и конодонты среднего ордовика. Во флише обнаружены граптолиты дарривилского яруса [Королев и др., 1998].

Внутриконтинентальные осадочные бассейны

В среднем ордовике в Иссыккульском районе возникли внутренние бассейны, в которых были накоплены мощные толщи обломочных пород (см. рис. 3). На западной оконечности Киргизского хребта залегает толща красных и зеленых кварцевых, аркозовых, полимиктовых и туфогенных грубозернистых песчаников и алевролитов, отчасти косослоистых, с прослоями конгломератов и известняков (тектурмасская, алмалинская, карасайская и др. свиты, 5000 м), содержащих брахиоподы, трилобиты и граптолиты среднего и позднего ордовика [Козицкая, 1964; Чимбулатов, 1981].

В средней части Киргизского хребта широко распространены терригенные отложения среднего ордовика (карабалтинская, чонкаиндинская, джарташская свиты, 7000 м). Нижняя часть видимого разреза сложена массивными и тонкослоистым зелеными алевролитами и мелкозернистыми песчаниками с прослоями аргиллитов и линзами известняков. В этой толще найдены трилобиты, граптолиты и брахиоподы дарривилского яруса. На эти породы несогласно, с конгломератами в основании, налегают полимиктовые и кварц-полевошпатовые, большей частью красноцветные песчаники и алевролиты, с прослоями оолитовых известняков. В толще много косослоистых пачек, встречены отпечатки ряби и капель дождя, следы усыхания и растрескивания осадка. Выше согласно лежит толща тонкослоистых углеродисто-глинистых алевролитов и известняков с прослоями кварцевых песчаников. Из этой толщи определены конодонты дарривилского возраста [Клишевич, Семилеткин, 1995]. В разных частях описанного разреза были встречены редкие прослои туфов и лав кислого и среднего состава, в том числе трахиандезитов. Состав и строение осадков свидетельствует об эволюции условий осадконакопления от обстановки предгорий или грабена к мелководной прибрежно-дельтовой обстановке и далее – к анаэробным условиям седиментации [Христов, Шилов, 1998].

На южном склоне Сусамырского хребта залегают красноцветные и пестроцветные кластиты (1000 м) с брахиоподами сандбийского яруса [Мисюс, 1993]. Толща красноцветных и пестрых песчаников и алевролитов (800 м) с брахиоподами позднего ордовика обнажена на северном склоне Заилийского хребта [Белькова, Огнев, 1964]. На восточном окон-

чании этого хребта распространены красноцветные конгломераты, песчаники, алевролиты, аргиллиты и известняки с трилобитами, гастроподами и брахиоподами позднего ордовика (сюгатинская свита, 1000 м) [Бекжанов и др., 2000]. Пестроцветные кластиты и сланцы с моллюсками сандбийского яруса известны также в восточной части хребта Кунгей [Чабдаров, 1962].

Надсубдукционный магматизм

В ордовике в Иссыккульском районе были активны Терскайский и Илийский пояса надсубдукционного магматизма, тяготеющие к границам террейна (см. рис. 3).

Вулканизм. Вулканические породы Терскайского пояса распространены в Киргизском и Сусамырском хребтах. В западной и средней частях Киргизского хребта обнажена толща (кепташская, баркольская, утмекская свиты, 5000 м.), низы разреза которой сложены полимиктовыми песчаниками, алевролитами, известняками, туфо-песчаниками, пепловыми туфами, с пластами андезитов. Верхняя часть разреза насыщена андезитами, дацитами и их туфами. В отложениях содержатся брахиоподы, гастроподы, трилобиты всех отделов ордовика [Буртман и др., 1961, Осмонбетов и др., 1982]. В южной части Сусамырского хребта в подобном разрезе на осадочных породах лежит толща андезитов, дацитов, туфо-песчаников и алевролитов с граптолитами и брахиоподами дарривилского и сандбийского возраста [Мисюс, 1993].

Ордовикские вулканические породы Илийского пояса обнажены на востоке Киргизского хребта и в хребтах Кендыктас, Кастек, Заилийском, Кунгей, Кетмень. На восточном окончании Киргизского хребта развиты андезиты, туфо-брекчии и туфы с прослоями кремнисто-глинистых сланцев, песчаников и известняков с брахиоподами и фораминиферами среднего ордовика (окторкойская свита, 1500 м). В хребте Кендыктас на породах с дарривилскими граптолитами лежит толща, сложенная андезитами и их туфами, туфо-песчаниками, туфо-конгломератами, песчаниками и алевролитами с горизонтами известняков, в которых обнаружены брахиоподы и трилобиты позднедарривилского и сандбийского возраста (ргайтинская, кескентаская свиты, 2500 м). [Бекжанов и др., 2000].

Граниты. В Иссыккульском районе в среднем и позднем ордовике и в раннем силуре в Терскайском хребте и к западу от него внедрились большие массы гранитоидов (см.рис. 3), имеющих U-Pb и Pb-Pb возраст по циркону в интервале 468–435 млн лет. Это граниты и гранодиориты, кварцевые диориты, кварцевые монцониты. Интрузии обычно многофазные, более поздние фазы имеют более кислый состав. Судя по петрохимическим параметрам, среди них находятся субдукционные грани-

ты I-типа и коллизионные граниты S-типа [Гесь, 1999, 2008; Jenchuraeva et al., 2001; Дегтярев и др., 2014].

Граниты Терскайского магматического пояса образуют полосу, которая протягивается вдоль Терскайского и Киргизского хребтов параллельно сутуре Чистополь-Терскайского океанического бассейна, к северу от нее. Внедрение гранитов I-типа, имеющих среднеордовикский или среднепозднеордовикский возраст, обусловлено субдукцией океанической коры этого бассейна. Верхний возрастной предел для формирования интрузии гранитов I-типа, расположенной на западной оконечности Киргизского хребта, определен стратиграфическим наложением на граниты отложений с граптолитами и брахиоподами среднего ордовика. Для пород из этого массива получен U-Pb изохронный возраст 464 ± 2 млн лет. Радиометрические определения возраста получены и для других массивов гранитоидов рассматриваемого типа [Киселев, 1999]. Среднеордовикский возраст имеют тоналиты и гранодиориты Аспаринского массива в средней части Киргизского хребта. На них трансгрессивно, с конгломератами в основании, лежат отложения среднего-верхнего ордовика.

Внедрение гранитных массивов Илийского краевого магматического пояса, которые находятся на территории Заилийского и Кунгейского хребтов, связано с субдукцией со стороны Ирадыр-Илийского океанического бассейна. В Заилийском хребте на этих гранитоидах лежат красноцветные кластиты с фауной катийского-хирнантского возраста [Осмонбетов и др., 1982].

В Иссыккульском районе широко распространены также гранитоиды S-типа, которые прорывают отложения позднего ордовика и граниты I-типа. Возрастной интервал гранитов S-типа охватывает поздний ордовик и силур. Для гранодиоритов S-типа Терскайского хребта по циркону определен U-Pb изохронный возраст 433–437 млн лет [Киселев, 1999].

ПАЛЕОШИРОТНОЕ ПОЛОЖЕНИЕ КАЗАХСТАНСКОГО КОНТИНЕНТА В ОРДОВИКЕ

Палеоширотное положение Казахстанского палеоконтинента в ордовике можно определить по результатам палеомагнитного изучения ордовикских пород Кокчетау-Иссыккульского террейна, проведенного разными исследователями в 2003–2017 гг. (табл. 1). Для других раннепалеозойских сиалических террейнов Казахстанского континента таких данных нет. Определение палеошироты основано на результатах изучения палеомагнитного наклона высокотемпературной доскладчатой компоненты намагниченности пород. В вулканических породах эта первичная палеомагнитная компонен-

Таблица 1. Данные о высокотемпературной доскладчатой компоненте намагниченности ордовикских пород Кокчетау-Иссыкульской островной дуги**Table 1.** Pre-folding and high-temperature magnetization in the Ordovician rocks from the Kokchetau-Issykkul terrain

№	Участок (геогр. коорд.)	A	N (S)	I°	$\alpha 95^\circ$	$\varphi^\circ \pm \Delta\varphi^\circ$	K	T	Лит. источник
1	Агалата (43.0°/74.9°)	O ₁	(5)	16.9	15.0	8.6 ± 8.7	26.9/2.7	F+	[Alexyutin et al., 2005]
2	Долон-А (41.9°/75.7°)	O ₁₋₂	5	17.8	7.3	9.1 ± 4.1	236/42	F+	[Kircher et al., 2017]
3	Долон-Б (41.9°/75.7°)	O ₁₋₂	14(3)	13.7	19.3	6.9 ± 11.1	12.3/9.6	F+	—
4	Каинды (42.6°/73.8°)	O ₂	68	19.1	4.3	9.8 ± 2.4	17/7.9	F+	[Burtman et al., 2003]
5	Толук (41.9°/73.5°)	O ₂₋₃	56(6)	15.7	10.8	8.0 ± 6.0	48/3	F+	[Bazhenov et al., 2003]
6	Дунгурме (41.7°/74.3°)	O ₃	22(3)	16.1	11.4	8.2 ± 6.4	28.9/21.6	F+ R+	[Kircher et al., 2017]
7	Табылгаты (41.7°/74.2°)	O ₃	90(10)	17.4	7.0	8.9 ± 3.9	49/3	F+	[Bazhenov et al., 2001, 2003]
8	Алмалы (42.8°/71.7°)	O ₃	94(13)	17.7	4.0	9.1 ± 2.2	110/30	F+	[Bazhenov et al., 2003]
9	Талас (42.9°/71.5°)	O ₃	24(4)	15.0	9.3	7.6 ± 5.1	99/49	F+?	—
10	Базарбай (53.2°/70.3°)	O ₃	(24)	21.0	10.0	10.9 ± 5.8	—	C+	[Bazhenov et al., 2012]
11	Ишим (52.5°/66.8°)	O ₃	(12)	24.0	9.0	12.6 ± 5.4	—	R+	—
O ₁₋₂ : среднее для участков 1–5						8.5 ± 1.0			
O ₃ синдбай-кати: среднее для южных участков 5–9						8.4 ± 1.0			
O ₃ синдбай-кати: среднее для северных участков 10 и 11						11.8 ± 3.8			
O ₁₋₃ : среднее для участков 1–11						9.1 ± 0.9			

Примечание. № – номер участка на рис. 2; 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 наклонения в стратиграфической системе координат; $\varphi^\circ \pm \Delta\varphi^\circ$ – палеоширота и радиус круга доверия; K – кучности палеомагнитных векторов в стратиграфической/географической системах координат; T – положительные тесты (F+ – складки, R+ – обращения, C+ – конгломераты).

Note. № – number in Fig. 2; A – age of primary magnetization; N(S) – number of accepted samples and (sites); I – inclination; $\alpha 95^\circ$ – radius of confidence circle; $\varphi^\circ \pm \Delta\varphi^\circ$ – paleo-latitude and radius of confidence circle; K – concentration parameters in stratigraphic/geographic systems; T – positive tests (F+ – fold, R+ – reversal, C+ – conglomerates).

та возникла во время остывания лавы, а в осадках – в процессе седиментации.

В породах Кокчетау-Иссыкульского террейна палеомагнетизм ордовикских пород изучен на 11 участках (1–11, рис. 2). Участки 1–9 находятся в Иссыкульском районе террейна. В хребте Кендыктас на участке Агалата изучен палеомагнетизм красноцветных песчаников и алевролитов из морских отложений, флоский возраст которых основан на фауне трилобитов и брахиопод [Alexyutin et al., 2005]. В хребте Караджорго на участках Долон-А и Долон-Б изучен палеомагнетизм песчаников и туфоалевролитов из толщи, содержащей граптолиты нижнего-среднего ордовика [Kircher et al., 2017]. На северном склоне Киргизского хребта, на участке Каинды, изучены алевролиты и песчаники, содержащие конодонты дарривилского яруса среднего ордовика [Burtman et al., 2003]. В Сусамырском хребте, на участке Толук, были изучены терригенные и вулканогенные кластиты дарривилского и сандбийского ярусов среднего-верхнего ордовика [Bazhenov et al., 2003]. В хребте Молдотау, на участке Дунгурме, изучен палеомагнетизм алевролитов, принадлежность которых к сандбийскому ярусу обоснована фауной трилобитов и брахиопод [Kircher et al., 2017]. На участке Табылгаты в бассейне р. Кокомерен изучен палеомагнетизм красноцветных песчаников и алевролитов из толщи, в которой в слоях известняков содержатся

брахиоподы сандбийского яруса [Bazhenov et al., 2001, 2003]. В Таласской долине на склоне Киргизского хребта на участках Алмалы и Талас в долине одноименной реки изучены песчаники и алевролиты катийского яруса верхнего ордовика [Bazhenov et al., 2003].

В Кокчетауском районе островной дуги палеомагнетизм пород верхнего ордовика изучен на двух участках – 10 и 11, (см. рис. 2). На участке Базарбай – это базальты и андезиты, на участке Ишим – андезиты и туфоогенные отложения, которые содержат синдбайско-катиюскую фауну [Bazhenov et al., 2012].

Палеомагнитные исследования, проведенные в Кокчетау-Иссыкульском террейне разными исследователями, показали, что в раннем и позднем ордовике – до и после главной стадии формирования Казахстанского континента – палеошироты имеют близкие значения, которые находятся в пределах доверительного интервала этих определений (см. табл. 1). Позднеордовикская палеоширота террейна изучена в его южной и северной частях. Различия между позднеордовикскими палеоширотами, определенными в Иссыкульском и Кокчетауском районах террейна также находятся в пределах доверительного интервала палеомагнитных определений. Это позволяет провести обобщение палеомагнитных данных, полученных на 11 участках. Результат такого обобщения показывает палео-

широту средней части Кокчетау-Иссыккульского террейна в ордовике. По палеомагнитным данным, середина террейна в ордовике находилась на широте $9.1 \pm 0.9^\circ$ (см. табл. 1). Террейн мог находиться и перемещаться в ордовике в северном или южном полушарии, изменяя палеошироту в пределах доверительного интервала этого определения.

Вне территории Кокчетау-Иссыккульского террейна было получено определение палеошироты при изучении туфопесчаников и туфоалевролитов нижнего ордовика Чингизской вулканической океанической островной дуги (см. рис. 2, точка 12.) [Collins et al., 2003]. Вычисленная раннеордовикская палеоширота этой островной дуги ($12.2 \pm 3.6^\circ$) находится в пределах доверительного интервала определений палеошироты Кокчетау-Иссыккульского террейна для раннего и раннеордовика (см. табл. 1). Вероятно, сиалические и симатические террейны – компоненты Казахстанского континента, созданного в среднем ордовике, находились в раннем ордовике недалеко друг от друга. Это делает возможной экстраполяцию данных об ордовикской палеошироте Кокчетау-Иссыккульского террейна на весь Казахстанский континент.

Ордовикские палеотектонические реконструкции опубликованы разными авторами (табл. 2). Казахстан представлен на них в двух видах – как си-

стема сиалических и симатических островных дуг или в виде одного микроконтинента. В первом случае (см. реконструкции 2–7, 11–13, табл. 2) удается выделить на реконструкциях территорию Кокчетау-Иссыккульского террейна и рассмотреть его палеоширотное положение, при втором варианте (см. реконструкции 1, 8–10, 14, табл. 2) рассмотрено палеоширотное положение Казахстанского композитного палеоконтинента.

Ранние палеотектонические реконструкции, охватывающие рассматриваемый регион, были составлены до появления палеомагнитных определений палеошироты сиалических террейнов региона. На некоторых ранних ордовикских палеорекострукциях (Городницкий и др., 1978; Зоненшайн и др., 1990) Казахстанский палеоконтинент был помещен вблизи экватора в южном или северном полушарии, и такое его положение стало традиционным в последующих публикациях. Палеомагнитные определения ордовикской палеошироты на территории Кокчетау-Иссыккульского сиалического террейна подтвердили расположение террейна вблизи экватора (см. табл. 1). Палеоширотное положение террейна на большинстве ордовикских палеотектонических реконструкциях близко результатам палеомагнитных исследований, в некоторых из них необходима небольшая коррекция (см. табл. 2).

Таблица 2. Положение Кокчетау-Иссыккульского террейна и Казахстанского палеоконтинента на ордовикских палеотектонических реконструкциях

Table 2. The position of the Kokchetau-Issykkul terrain and Kazakhstan paleo-continent in Ordovician paleotectonic reconstructions

№	Лит. источник	A	a°	b°	c°
1	[Городницкий и др., 1978]	O ₁₋₃	-5...-27	-11	≥1
2*	[Зоненшайн и др., 1990]	O ₂	+4...+22	+13	≥3
3*	[Моссаковский и др., 1993]	O ₃	+8...+20	+14	≥4
4*	[Диденко и др., 1994]	O ₁₋₃	0...+20	+10	0
5*	[Kheraskova et al., 2003]	O ₃	-12...-26	-19	≥9
6*	[Levashova et al., 2007]	O ₃	-3...-18	-10.5	0
7*	[Korobkin, Buslov, 2011]	O ₂₋₃	-8...-24	-16	≥6
8	[Metcalf, 2011]	O ₁	0...-28	-14	≥4
9	[Golonka, Gaweda, 2012]	O ₁	-3...+13	+8	0
10	[Верниковский и др., 2013]	O ₃	+12...-10	+1	≥7
11*	[Bazhenov et al., 2012]	O ₂₋₃	-10...-13	-11.5	≥1
12*	[Sengor et al., 2014]	O ₂	-8...-23	-15.5	≥5
13*	[Samygin et al., 2015]	O ₂₋₃	+5...-20	-7.5	0
14	[Safonova et al., 2017]	O ₂	0...+26	+13	≥3

Примечание. № – номер палеорекострукции; A – возраст реконструкции; a° – интервал палеоширот, в котором находится объект на реконструкции; b° – палеоширотное положение средней части объекта на реконструкции; c° – величина, на которую положение объекта на реконструкции отличается от палеомагнитных данных. Объектом на реконструкциях 2–7 и 11–13 (они помечены знаком *) является Кокчетау-Иссыккульский террейн, на остальных реконструкциях рассмотрено положение Казахстанского палеоконтинента.

Note. № – number of the reconstruction; A – age of the reconstruction; a° – latitudes of the object in the reconstruction; b° – latitude of middle part of the object in the reconstruction; c° – necessary correction for the reconstruction. Kokchetau-Issykkul terrain is the object in reconstructions 2*–7* and 11*–13*; Kazakhstan paleo-continent is the object in reconstructions 1, 8–10 and 14.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Рассмотрение ордовикского осадконакопления и магматизма на Кокчетау-Иссыккульском сиалическом террейне свидетельствует о том, что в раннем и среднем ордовике этот терреин был сиалической вулканической дугой, отделенной от других сиалических террейнов океаническими бассейнами. В среднем и позднем ордовике происходила встречная субдукция коры океанических бассейнов под Кокчетау-Иссыккульскую островную дугу. Этот процесс сопровождался шарьированием пород океанической коры на островную дугу и надсубдукционной магматической активностью. Он привел к закрытию Чистополь-Терской и Ирадыр-Илийской океанических бассейнов и коллизии Кокчетау-Иссыккульской островной дуги с соседними террейнами. При этом произошло объединение Кокчетау-Иссыккульской сиалической островной дуги с Сырдарьинским и Актау-Джунгарским сиалическими террейнами, которые в неопротерозое, кембрии и раннем ордовике были микроконтинентами, и с океаническими островными дугами, которые находились между сиалическими террейнами и около них. Следствием этого процесса было формирование в среднем ордовике Казахстанского композитного континента (рис. 4). Коллизионные процессы инициировали в Кокчетау-Иссыккульском террейне орогенез, тафрогенез и формирование внутренних бассейнов.

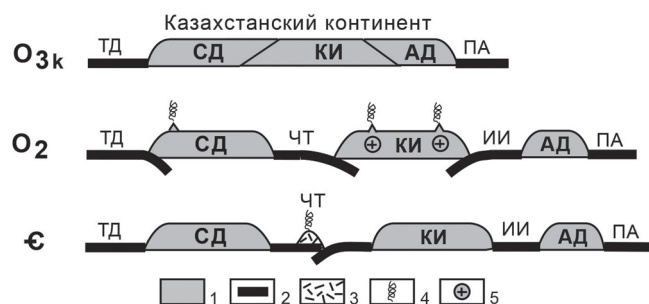


Рис. 4. Схема коллизионного процесса при формировании Казахстанского палеоконтинента.

1 – сиалические террейны (СД – Сырдарьинский, КИ – Кокчетау-Иссыккульский, АД – Актау-Джунгарский); 2 – океаническая кора; 3 – океаническая вулканическая островная дуга; 4 – надсубдукционный вулканизм; 5 – граниты I-типа. Океанические бассейны: ИИ – Ирадыр-Илийский, ПА – Палеоазиатский, ТД – Туркестано-Денисовский, ЧТ – Чистополь-Терский.

Fig. 4. The collision process in the formation of the Kazakhstan paleocontinent.

1 – sialic terrains (СД – Syr-Daria, КИ – Kokshetau-Issyk-Kul, АД – Aktau-Dzungar); 2 – oceanic crust; 3 – oceanic volcanic island arc; 4 – subduction related volcanism; 5 – I-type granites. Ocean basins: ИИ – Iradar-Ili, ПА – Paleo-Asiatic, ТД – Turkestan-Denis, ЧТ – Chistopol-Terskey.

По палеомагнитным данным, полученным на 11 участках, определена палеоширота середины Кокчетау-Иссыккульской сиалической островной дуги в ордовике, равная $9.1 \pm 0.9^\circ$. Проведено сравнение палеошироты, определенной палеомагнитным методом, с положением этой островной дуги и Казахстанского континента на ордовикских палеотектонических реконструкциях, опубликованных разными авторами.

Исследования проведены по плану ГИН РАН, тема 0135-2018-0029.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Абдуллин А.А., Паталаха Е.И. (1980) (Ред. Е.И. Паталаха) Чу-Илийский рудный пояс: геология Чу-Илийского региона. Алма-Ата: Наука, 504 с.
- Авдеев А.В. (1984) Офиолитовые зоны и история геологического развития территории Казахстана с мобилистических позиций. *Сов. Геология*, (4), 63-72.
- Авдеев А.В., Ковалев А.А. (1989) Офиолиты и эволюция юго-западной части Урало-Монгольского складчатого пояса. М.: МГУ, 229 с.
- Бакиров А., Нурманбетов К. (1964). О двух типах разрезов в бассейне реки Чон-Кемин. *Тектоника западных районов Северного Тянь-Шаня*. Фрунзе: Илим, 3-13.
- Бекжанов Г.Р., Кошкин В.Я., Никитченко И.И., Скринник Л.И., Азизов Т.М., Тимуш А.В. (2000) Геологическое строение Казахстана. Алматы: Акад. минерал. ресурсов, 395 с.
- Белькова Л.Н., Огнев В.Н. (1964) Древние толщи Северного Тянь-Шаня. М.: Недра, 136 с.
- Буртман В.С. (2006) Тянь-Шань и Высокая Азия: тектоника и геодинамика в палеозое. М.: Геос, 215 с.
- Буртман В.С., Каткова Н.С., Кордун Б.М., Медведев В.Я. (1961) Объяснительная записка к геологической карте СССР масштаба 1 : 200 000, лист К-43-XIV. М.: Госгеолиздат, 76 с.
- 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.
- Гесь М.Д. (1999) Магматизм и геодинамическая эволюция каледонского орогена Тянь-Шаня. *Проблемы геологии и географии в Кыргызстане*. Бишкек: Илим, 33-42.
- Гесь М.Д. (2008) Террейновая структура и геохимическая эволюция каледонид Тянь-Шаня. Бишкек: ИГ НАН, 130 с.
- Городницкий А.М., Зоненшайн Л.П., Мирлин Е.Г. (1978) Реконструкции положения материков в фанерозое. М.: Наука, 124 с.
- Грищенко В.А., Зима М.Б., Королев В.Г. (1987) Граптолитовые комплексы нижнего и среднего ордовика в верховьях реки Чон-Кемин. *Каледониды Тянь-Шаня*. Фрунзе: Илим, 92-108.
- Дегтярев К.Е. (2012) Тектоническая эволюция раннепалеозойских островодужных систем и формирование континентальной коры каледонид Казахстана. М.: Геос, 289 с.
- Дегтярев К.Е., Рязанцев А.В., Третьяков А.А., Толма-

- чева Т.Ю., Якубчук А.С., Котов А.Б., Сальникова Е.Б., Ковач В.П. (2014) Строеие каледонид Киргизского хребта и тектоническая эволюция Северного Тянь-Шаня в позднем докембрии–раннем палеозое. *Геотектоника*, (6), 3-38. Doi: 10.7868/S0016853X14060034
- Дегтярев К.Е., Толмачева Т.Ю., Рязанцев А.В., Третьяков А.А., Якубчук А.С., Котов А.Б., Сальникова Е.Б., Яковлева С.З., Гороховский Б.М. (2012) Строеие, обоснование возраста и тектоническая позиция нижнее-среднеордовикских вулканогенно-осадочных и плутонических комплексов западной части Киргизского хребта (Северный Тянь-Шань). *Стратиграфия. Геол. корреляция*, 20(4), 3-32.
- 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.
- Киселев В.В. (1999) Уран-свинцовая (по цирконам) геохронология магматических проявлений Северного Тянь-Шаня. *Проблемы геологии и географии в Кыргызстане*. Бишкек: Илим, 21-33.
- Киселёв В.В., Апияров Ф.Х. (1987) Новые данные о стратиграфии нижнего палеозоя хребта Каракатты. *Каледониды Тянь-Шаня*. Фрунзе: Илим, 64-79.
- Клишевич В.Л., Семилеткин С.А. (1995) Терригенно-карбонатные комплексы нижнего палеозоя западной части Северного и Среднего Тянь-Шаня. *Бюлл. МОИП, отд. геол.*, 70(2), 59-74.
- Козицкая М.Т. (1964). Объяснительная записка к геол. карте СССР масштаба 1 : 200 000, лист К-42-XII. М.: Недра, 88 с.
- Королев В.Г., Мамбетов А.М., Макаров В.А. (1998) Взаимоотношение и возраст карагайлинской и киртобулгинской свит нижнего палеозоя Кастекского хребта. *Стратиграфия. Геол. корреляция*, 6(6), 72-81.
- Ломизе М.Г. (1994) Важнейшая структурная линия Тянь-Шаня (линия Николаева 60 лет спустя). *Вестник МГУ, сер. геол.*, (1), 48-64.
- Максумова Р.А. (1999) Новый тип разреза нижнего палеозоя Северного Тянь-Шаня. *Проблемы геологии и географии в Кыргызстане*. Бишкек: Илим, 92-99.
- Максумова Р.А., Захаров И.Л., Зима М.Б., Христова М.П., Чернышук В.П. (1988) Покровно-чешуйчатая структура ранних каледонид Тянь-Шаня в свете новых данных по стратиграфии нижнепалеозойских толщ. *Докембрий и нижний палеозой Тянь-Шаня*. Фрунзе: Илим, 144-152.
- Мамбетов А.М., Апияров Ф.Х. (1990) О возрасте вулканогенно-осадочных отложений нижнего палеозоя хребта Каракатты. *Изв. АН СССР, сер. геол.*, (10), 128-132.
- Мисюс П.П. (1993) Новые данные о толукской свите ордовика Северного Тянь-Шаня. *Новые данные о биостратиграфии докембрия и палеозоя Кыргызстана*. Бишкек: Илим, 81-91.
- 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.
- Осмонбетов К.О., Кнауф В.И., Королев В.Г. (1982) (Ред. В.Г. Королев) Стратифицированные и интрузивные образования Киргизии, кн. 1-2. Фрунзе: Илим, 602 с.
- Рязанцев А.В., Дегтярев К.Е., Котов А.Б., Сальникова Е.Б., Анисимова И.В., Яковлева С.З. (2009) Офиолиты Джалаир-Найманской зоны (Южный Казахстан): строеие разрезов, обоснование возраста. *Докл. АН*, 427(3), 359-364.
- Хераскова Т.Н., Дубинина С.В., Орлова А.Р., Сережникова Е.А. (1997) Раннепалеозойский аккреционный комплекс Северного Тянь-Шаня. *Тектонические и геодинамические феномены*. М.: Наука, 221-242.
- Христов Е.В. (1997) Отложения преддуговой зоны активной континентальной окраины на примере нижнего палеозоя Джумгалского хребта, Тянь-Шань. *Бюлл. МОИП, отд. геол.*, 72(3), 23-31.
- Христов Е.В., Шилов Г.Г. (1998) Отложения ордовикского эпиконтинентального бассейна в Северном Тянь-Шане. *Бюлл. МОИП, отд. геол.*, 73(4), 39-45.
- Чабдаров Н.М. (1962) Объяснительная записка к геол. карте СССР масштаба 1 : 200 000, лист К-44-VII. М.: Госгеолтехиздат, 98 с.
- Чабдаров Н.М., Бажанов О.В., Колесников А.А. (1971) Объяснительная записка к геол. карте СССР масштаба 1 : 200 000, лист К-44-VIII. М.: Госгеолтехиздат, 100 с.
- Чимбулатов М.А. (1981) Объяснительная записка к геол. карте Казахской ССР масштаба 1 : 500 000, сер. Южно-Казахстанская. Алма-Ата: ЮКГУ, 248 с.
- Якобчук А.С. (1990) Тектоническая позиция офиолитовых зон в структуре палеозойид Центрального Казахстана. *Геотектоника*, (6), 55-68.
- Alexeiev D.V., Ryzantsev A.V., Kröner A., Tretyakov A.A., Xia X., Liu D.Y. (2011) Geochemical data and zircon ages for rocks in a high-pressure belt of Chu-Yili mountains, southern Kazakhstan: implications for the earliest stages of accretion in Kazakhstan and the Tianshan. *J. Asian Earth Sci.*, 42, 805-820. Doi:10.1016/j.jseas.2010.09.004
- Alexyutin M.V., Bachtadse V., Alexeiev D.V., Nikitina O.I. (2005) Paleomagnetism of Ordovician and Silurian rocks from the Chu-Yili and Kendyktas mountains, South Kazakhstan. *Geophysical J. Intern.*, 162, 321-331. Doi: 10.1111/j.1365-246X.2005.02533.x
- Bazhenov M.L., Burtman V.S., Levashova N.M., Mikolaichuk A.V. (2001) Position of the Kazakh-Kyrgyz continent in the Late Ordovician: evidence from the paleomagnetic data. *Transactions (Doklady) Russian Acad. Sci.*, 380(1), 753-757.
- Bazhenov M.L., Collins A.Q., Degtyarev K.E., Levashova N.M., Mikolaichuk A.V., Pavlov V.E. Van der Voo R. (2003) Paleozoic northward drift of the North Tien Shan (Central Asia) as revealed by Ordovician and Carboniferous paleomagnetism. *Tectonophysics*, 366, 113-141. Doi:10.1016/S0040-1951(03)00075-1
- Bazhenov M.L., Levashova N.M., Degtyarev K.E., Van der Voo R., Abrajevitch A.V., 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. Doi:10.1016/j.gr.2012.02.023
- Burtman V.S., Gurary G.Z., Dvorova A.V. (2003) The position of microcontinents in the Northern Tien Shan and the Eastern Urals in the Ordovician and Silurian from pa-

- leomagnetic data. *Geotectonics*, **37**(5) 352-367.
- Collins A.Q., Degtyarev K.E., Levashova N.M., Bazhenov M.L., Van der Voo R. (2003) Early Paleozoic paleomagnetism of east Kazakhstan: implications for paleolatitudinal drift of tectonic elements within the Ural-Mongol belt. *Tectonophysics*, **377**, 229-247. Doi:10.1016/j.tecto.2003.09.003
- Degtyarev K.E., Tolmacheva T.Y., Tretyakov A.A., Kotov A.B., Shatagin K.N. (2016) Cambrian to Lower Ordovician complexes of the Kokchetav massif and its fringing (Northern Kazakhstan): structure, age, and tectonic settings. *Geotectonics*, **50**(1), 71-142. DOI: 10.1134/S0016852116010027
- Golonka J., Gaweda A. (2012) Plate Tectonic Evolution of the Southern Margin of Laurussia in the Paleozoic. *Intech Tectonics – recent advances*, **10**, 262-282. <http://dx.doi.org/10.5772/50009>
- Jenchuraeva R., Bakirov A., Ghes M., Seltnmann R., Shatov V., Popov V. (2001) Mineral deposits map of Kyrgyzstan, scale 1 : 1 000 000. London-Bishkek.
- Kheraskova T.N., Didenko A.N., Bush V.A., Volozh Y.A. (2003) The Vendian-Early Paleozoic history of the continental margin of Eastern Paleogondwana, Paleoasian ocean, and Central Asian foldbelt. *Russian J. Earth Sci.*, **5**(3), 165-184. Doi: 10.2205/2003ES000123
- Kirscher U., Bachtadse V., Mikolaichuk A.V., Kröner A., Alexeiev D.V. (2017) Palaeozoic evolution of the North Tianshan based on palaeomagnetic data – transition from Gondwana towards Pangaea. *Intern. Geology Review*, **59**(16), 2003-2020. Doi: 10.1080/00206814.2017.1308840
- Konopelko D., Kullerud K., Apayarov F., Sakiev K., Baruleva O., Ravna E., Lepekhina E. (2012) SHRIMP zircon chronology of HP-UHP rocks of the Makbal metamorphic complex in the Northern Tien Shan, Kyrgyzstan. *Gondwana Research*, **22**(1), 300-309.
- Korobkin V.V., Buslov M.M. (2011) Tectonics and geodynamics of the Western Central Asian fold belt (Paleozoic Kazakhstan Paleozoides) *Russ. Geol. Geophys.*, **52**, 1600-1618.
- Kröner A., Alexeiev D.V., Rojas-Agramonte Y., Hegner E., Wong J., Xia X., Belousova E., Mikolaichuk A.V., Seltnmann R., Liu D., Kiselev V.V. (2013) Mesoproterozoic (Grenville-age) terranes in the Kyrgyz North Tianshan: Zircon ages and Nd-Hf isotopic constraints on the origin and evolution of basement blocks in the southern Central Asian Orogen. *Gondwana Research*, **23**, 272-295.
- 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 Middle-Late Paleozoic paleogeography during the assembly of Eurasia. *Earth Planet. Sci. Lett.*, **257**, 104-120. Doi: 10.1016/j.epsl.2007.02.025
- Lomize M.G., Demina L.I., Zarshchikov A.A. (1997) The Kyrgyz-Terskei Paleooceanic Basin, Tien Shan. *Geotectonics*, **31**(6), 463-482.
- Metcalf I. (2011) Palaeozoic–Mesozoic history of SE Asia. History and Tectonics of the Australia–Asia Collision. *Geol. Soc. London Special Publ.*, **355**, 7-35. Doi: 10.1144/SP355.2
- Mikolaichuk A.V., Kurenkov S.A., Degtyarev K.E., Rubtsov V.I. (1997) Northern Tien Shan: Main Stages of Geodynamic Evolution in the Late Precambrian–Early Paleozoic *Geotectonics*, **31**(6), 445-462.
- Rojas-Agramonte Y., Kröner A., Alexeiev D.V., Jeffreys T., Khudoley A.K., Wong J., Geng H., Semiletkin S.A., Mikolaichuk A.V., Kiselev V.V., Yang J. (2014) Detrital and igneous zircon ages for supracrustal rocks of the Kyrgyz Tianshan and palaeogeographic implications. *Gondwana Research*, **26**(3-4), 957-974. <https://doi.org/10.1016/j.gr.2013.09.005>
- Safonova I., Kotlyarov A., Krivonogov S., Xiao W. (2017) Intra-oceanic arcs of the Paleo-Asian ocean. *Gondwana Research*, **50**, 167-194. <http://dx.doi.org/10.1016/j.gr.2017.04.005>
- Samygin S.G., Kheraskova T.N., Kurchavov A.M. (2015) Tectonic development of Kazakhstan and Tien Shan in the Neoproterozoic and Early-Middle Paleozoic. *Geotectonics*, **49**(3), 219-250.
- 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.

REFERENCES

- Abdulin A.A., Patalakha E.I. (1980) (Ed. E.I. Patalakha) *Chu-Iliiskii rudnyi poyas: geologiya Chu-Iliiskogo regiona* [The Chu-Yili ore belt: Geology of Chu-Yili region]. Alma-Ata, Nauka Publ., 504 p. (In Russian)
- Alexeiev D.V., Ryzantsev A.V., Kroner A., Tretyakov A.A., Xia X., Liu D.Y. (2011) Geochemical data and zircon ages for rocks in a high-pressure belt of Chu-Yili mountains, southern Kazakhstan: implications for the earliest stages of accretion in Kazakhstan and the Tianshan. *J. Asian Earth Sci.*, **42**, 805-820. Doi:10.1016/j.jseaes.2010.09.004
- Alexyutin M.V., Bachtadse V., Alexeiev D.V., Nikitina O.I. (2005) Paleomagnetism of Ordovician and Silurian rocks from the Chu-Yili and Kendykta mountains, South Kazakhstan. *Geophysical J. Intern.*, **162**, 321-331. Doi: 10.1111/j.1365-246X.2005.02533.x
- Avdeev A.V. (1984) Ophiolite zones and geological history of the Kazakhstan in mobilistic vision, *Sov. Geologiya*, (4), 63-72. (In Russian)
- Avdeev A.V., Kovalev A.A. (1989) *Ofiolity i evolyutsiya yugo-zapadnoi chasti Uralo-Mongol'skogo skladchatogo poyasa* [Ophiolites and evolution of the southwestern part of the Ural-Mongolian fold belt]. Moscow, Moscow St. Univ. Publ., 229 p. (In Russian)
- Bakirov A., Nurmanbetov K. (1964) About two types of sections in the basin of the Chon-Kemin River. *Tektonika zapadnykh raionov Severnogo Tyan'-Shanya* [Tectonics of the western regions of the Northern Tien Shan]. Frunze, Ilim Publ., 3-13. (In Russian)
- Bazhenov M.L., Burtman V.S., Levashova N.M., Mikolaichuk A.V. (2001) Position of the Kazakh-Kyrgyz continent in the Late Ordovician: evidence from the paleomagnetic data. *Dokl. Earth Sci.*, **380**(1), 753-757.
- Bazhenov M.L., Collins A.Q., Degtyarev K.E., Levashova N.M., Mikolaichuk A.V., Pavlov V.E., Van der Voo R. (2003) Paleozoic northward drift of the North Tien Shan (Central Asia) as revealed by Ordovician and Carboniferous paleomagnetism. *Tectonophysics*, **366**, 113-141. Doi:10.1016/S0040-1951(03)00075-1
- Bazhenov M.L., Levashova N.M., Degtyarev K.E., Van der

- Voo R., Abrajevitch A.V., 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. Doi:10.1016/j.gr.2012.02.023
- Bekzhanov G.R., Koshkin V.Ya., Nikitchenko I.I., Skrinik L.I., Azizov T.M., Timush A.V. (2000) *Geologicheskoe stroenie Kazakhstana* [Geological structure of the Kazakhstan]. Almaty, Akad. mineral resursov Publ., 395 p. (In Russian)
- Belkova L.N., Ognev V.N. (1964) *Drevniye tolshchi Severnogo Tyan'-Shanya* [Ancient strata of the Northern Tien Shan]. Moscow, Nedra Publ., 136 p. (In Russian)
- Burtman V.S. (2006) *Tyan'-Shan' i Vysokaya Asiya: tektonika i geodinamika v paleozoe* [Tien Shan and High Asia: tectonics and geodynamics in the Paleozoic]. Moscow, GEOS Publ., 216 p. (In Russian)
- Burtman V.S., Gurary G.Z., Dvorova A.V. (2003) The position of microcontinents in the Northern Tien Shan and the Eastern Urals in the Ordovician and Silurian from paleomagnetic data. *Geotectonics*, **37**(5) 352-367.
- Burtman V.S., Katkova N.S., Kordun B.M., Medvedev V.YA. (1961) *Ob'yasnitel'naya zapiska k geol. karte SSSR masshtaba 1 : 200 000, list K-43-XIV* [Explanatory note to the geological map of the USSR in scale 1 : 200 000, sheet K-43-XIV]. Moscow, Gosgeolizdat Publ., 76 p. (In Russian)
- Chabdarov N.M. (1962) *Ob'yasnitel'naya zapiska k geol. karte SSSR masshtaba 1 : 200 000, list K-44-VII* [Explanatory note to geological map of the USSR scale 1 : 200 000, sheet K-44-VII]. Moscow, Gosgeoltekhizdat Publ., 98 p. (In Russian)
- Chabdarov N.M., Bazhanov O.V., Kolesnikov A.A. (1971) *Ob'yasnitel'naya zapiska k geol. karte SSSR masshtaba 1 : 200 000, list K-44-VIII* [Explanatory note to the geological map of the USSR, scale 1 : 200 000, sheet K-44-VIII]. Moscow, Gosgeoltekhizdat Publ., 100 p. (In Russian)
- Chimbatov M.A. (1981) *Ob'yasnitel'naya zapiska k geol. karte Kazakhskoi SSR masshtaba 1 : 500 000, ser. Yuzhno-kazakhstanskaya* [Explanatory note to geological map of the Kazakh SSR, scale 1 : 500 000, ser. Southern Kazakhstan]. Alma-Ata, Geological Department of the South Kazakhstan Publ., 248 p. (In Russian)
- Collins A.Q., Degtyarev K.E., Levashova N.M., Bazhenov M.L., Van der Voo R. (2003) Early Paleozoic paleomagnetism of east Kazakhstan: implications for paleolatitudinal drift of tectonic elements within the Ural-Mongol belt. *Tectonophysics*, **377**, 229-247. Doi:10.1016/j.tecto.2003.09.003
- Degtyarev K.E. (2012) *Tektonicheskaya evolyutsiya rannepaleozoyskikh ostrovoduzhnykh sistem i obrazovaniya kontinental'noi kory kaledonid Kazakhstana* [Tectonic evolution of the Early Paleozoic island arc systems and formation of the continental crust of the Kazakhstani Caledonides]. Moscow, GEOS Publ., 289 p. (In Russian)
- Degtyarev K.E., Ryazantsev A.V., Tretiakov A.A., Tolmacheva T.Yu., Yakubchuk A.S., Kotov A.B., Salnikova E.B., Kovach V.P. (2014) Structure of Caledonides of the Kyrgyz Range and Tectonic Evolution of the Northern Tien Shan in Late Precambrian and Early Paleozoic. *Geotektonika*, (6), 3-38. Doi: 10.7868/S0016853X14060034. (In Russian)
- Degtyarev K.E., Tolmacheva T.Y., Ryazantsev A.V., Tretiakov A.A., Yakubchuk A.S., Kotov A.B., Salnikova Ye.B., Yakovleva S.Z., Gorokhovskiy B.M. (2012) The structure, justification of age and tectonic position of the Lower-Middle-Ordovician volcanogenic-sedimentary and plutonic complexes of the western part of the Kirghiz Range (Northern Tien Shan). *Stratigr. Geol. Korrel.*, **20**(4), 3-32. (In Russian)
- Degtyarev K.E., Tolmacheva T.Y., Tretiakov A.A., Kotov A.B., Shatagin K.N. (2016) Cambrian to Lower Ordovician complexes of the Kokchetav massif and its fringing (Northern Kazakhstan): structure, age, and tectonic settings. *Geotectonics*, **50**(1), 71-142. DOI: 10.1134/S0016852116010027
- Didenko A.N., Mossakovskiy A.A., Pecherskiy D.M., Ruzhencev S.V., Samygin S.G. Kheraskova T.N. (1994) Geodynamics of the Paleozoic Oceans of Central Asia. *Geol. Geofiz.*, **35**(7-8), 59-75. (In Russian)
- Ges M.D. (1999) Magmatism and geodynamic evolution of the Tian Shan Caledonian orogen. *Problemy geologii i geografii v Kyrgyzstane* [Problems of Geology and geography in Kyrgyzstan]. Bishkek, Ilim Publ., 33-42. (In Russian)
- Ges M.D. (2008) *Terreinovaya struktura i geokhimicheskaya ehvolyutsiya kaledonid Tyan'-Shanya* [Terrain structure and geochemical evolution of the caledonides of the Tien Shan]. Bishkek, IG NAN Publ., 130 p. (In Russian)
- Golonka J., Gaweda A. (2012) Plate Tectonic Evolution of the Southern Margin of Laurussia in the Paleozoic. *Intech Tectonics – recent advances*, **10**, 262-282. <http://dx.doi.org/10.5772/50009>
- Gorodnitskiy A.M., Zonenshajn L.P., Mirlin E.G. (1978) *Rekonstruktsii polozheniya materikov v fanerozoe* [Reconstruction of the position of the continents in Phanerozoic]. Moscow, Nauka Publ., 124 p. (In Russian)
- Grishchenko V.A., Zima M.B., Korolev V.G. (1987) Graptolite complexes of the Lower and Middle Ordovician in the upper reaches of the Chon-Kemin River. *Kaledonidy Tyan'-Shanya* [Caledonides of the Tien Shan]. Frunze, Ilim Publ., 92-108. (In Russian)
- Jenchuraeva R., Bakirov A., Ghes M., Seltsmann R., Shatov V., Popov V. (2001) Mineral deposits map of Kyrgyzstan, scale 1 : 1 000 000. London-Bishkek.
- Kheraskova T.N., Didenko A.N., Bush V.A., Volozh Y.A. (2003) The Vendian-Early Paleozoic history of the continental margin of Eastern Paleogondwana, Paleasian ocean, and Central Asian foldbelt. *Russian J. Earth Sci.*, **5**(3), 165-184. Doi: 10.2205/2003ES000123
- Kheraskova T.N., Dubinina S.V., Orlova A.R., Seryozhnikova E.A. (1997). Early Paleozoic accretion complex of the Northern Tien Shan. *Tektonicheskkiye i geodinamicheskkiye fenomeny* [Tectonic and geodynamic phenomena]. Moscow, Nauka Publ., 221-242. (In Russian)
- Khrstov E.V. (1997) Deposits of the pre-arc zone of the active continental margin: the example of the Lower Paleozoic of the Djungal Range, Tien Shan. *Byulleten MOIP, otd. geol.*, **72**(3), 23-31. (In Russian)
- Khrstov E.V., Shilov G.G. (1998) Deposits of the Ordovician epicontinental basin in the Northern Tien Shan. *Byulleten MOIP, otd. geol.*, **73**(4), 39-45. (In Russian)
- Kirscher U., Bachtadse V., Mikolaichuk A.V., Kröner A., Alexeev D.V. (2017) Palaeozoic evolution of the North Tianshan based on palaeomagnetic data – transition from Gondwana towards Pangaea. *Intern. Geology Review*, **59**(16), 2003-2020. Doi:

- 10.1080/00206814.2017.1308840
- Kiselev V.V. (1999) Uranium-lead (on zircons) geochronology of magmatism of the Northern Tien Shan. *Problemy geologii i geografii v Kyrgyzstane* [Problems of geology and geography in Kyrgyzstan]. Bishkek, Ilim Publ., 21-33. (In Russian)
- Kiselev V.V., Apayarov F.H. (1987) New data on the lower Paleozoic stratigraphy of the Karakatta Range. *Kaledonidy Tyan'-Shanya* [Caledonides of the Tien Shan]. Frunze, Ilim Publ., 64-79. (In Russian)
- Klishevich V.L., Semiletkin S.A. (1995) Terrigenous-carbonate complexes of the Lower Paleozoic in the western part of the Northern and Middle Tien Shan. *Bull. MOIP, otd. geol.*, **70**(2), 59-74. (In Russian)
- Korobkin V.V., Buslov M.M. (2011) Tectonics and geodynamics of the Western Central Asian fold belt (Paleozoic Kazakhstan Paleozoides). *Russian Geol. Geophys.*, **52**, 1600-1618.
- Korolev V.G., Mambetov A.M., Makarov V.A. (1998) The relationship and age of the Karagailin and Kirtobulginsky formations of the Lower Paleozoic rocks in the Kastek Range. *Stratigr. Geol. Korrel.*, **6**(6) 72-81. (In Russian)
- Kozitskaya M.T. (1964) *Ob'yasnitel'naya zapiska k geol. karte SSSR masshtaba 1 : 200 000, list K-42-XII* [Explanatory note to geological map of the USSR in scale 1 : 200 000, sheet K-42-XII]. Moscow, Nedra Publ., 88 p. (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 Middle-Late Paleozoic paleogeography during the assembly of Eurasia. *Earth Planet. Sci. Lett.*, **257**, 104-120. Doi: 10.1016/j.epsl.2007.02.025
- Lomize M.G. (1994) The most important structural line of the Tien Shan (Nikolaev line 60 years later). *Vestn. Mosk. Univ., Ser. 4: Geol.*, (1), 48-64. (In Russian)
- Maksumova R.A. (1999) A new type of Lower Paleozoic section of the Northern Tien Shan. *Problemy geologii i geografii v Kyrgyzstane* [Problems of geology and geography in Kyrgyzstan]. Bishkek, Ilim Publ., 92-99. (In Russian)
- Maksumova R.A., Zakharov I.L., Zima M.B., Hristova M.P., Chernyshuk V.P. (1988) The nape-scaly structure of the early Caledonides of the Tien Shan in the light of new data on the stratigraphy of the Lower Paleozoic strata. *Dokembrii i nizhnii paleozoi Tyan'-Shanya* [Precambrian and Lower Paleozoic of the Tien Shan]. Frunze, Ilim Publ., 144-152. (In Russian)
- Mambetov A.M., Apayarov F.Kh. (1990) On the age of volcanic-sedimentary deposits of the Lower Paleozoic of the Karakatty Range. *Izvestiya Akad. Nauk SSSR, Ser. Geol.*, (10), 128-132. (In Russian)
- Metcalfe I. (2011) Palaeozoic-Mesozoic history of SE Asia. *History and Tectonics of the Australia-Asia Collision. Geol. Soc. London Special Publ.*, **355**, 7-35. Doi: 10.1144/SP355.2
- Misyus P.P. (1993) New data on the Toluksky Formation of the Ordovician in the Northern Tien Shan. *Novyye dannyye o biostratigrafii dokembriya i paleozoya Kyrgyzstana* [New data on biostratigraphy of Precambrian and Paleozoic of Kyrgyzstan]. Bishkek, Ilim Publ., 81-91. (In Russian)
- 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)
- Osmonbetov K.O., Knauf V.I., Korolev V.G. (1982) (Ed. V.G. Korolev) *Stratifikatsirovannyye i intruzivnyye obrazovaniya Kirgizii* [Stratified and intrusive formations of Kyrgyzstan]. Frunze, Ilim Publ., 602 p. (In Russian)
- Rojas-Agramonte Y., Kröner A., Alexeiev D.V., Jeffreys T., Khudoley A.K., Wong J., Geng H., Semiletkin S.A., Mikolaichuk A.V., Kiselev V.V., Yang J. (2014) Detrital and igneous zircon ages for supracrustal rocks of the Kyrgyz Tianshan and palaeogeographic implications. *Gondwana Research*, **26**(3-4), 957-974. <https://doi.org/10.1016/j.gr.2013.09.005>
- Ryazantsev A.V., Degtyarev K.Ye., Kotov A.B., Sal'nikova Ye.B., Anisimova I.V., Yakovleva S.Z. (2009) Ophiolites of the Jalair-Naimansk zone (Southern Kazakhstan): structure of sections, the rationale for the age. *Dokl. Akad. Nauk*, **427**(3), 359-364. (In Russian)
- Safonova I., Kotlyarov A., Krivonogov S., Xiao W. (2017) Intra-oceanic arcs of the Paleo-Asian ocean. *Gondwana Research*, **50**, 167-194. <http://dx.doi.org/10.1016/j.gr.2017.04.005>
- Samygin S.G., Kheraskova T.N., Kurchavov A.M. (2015) Tectonic development of Kazakhstan and Tien Shan in the Neoproterozoic and Early-Middle Paleozoic. *Geotectonics*, **49**(3), 219-250.
- 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.
- Vernikovskiy V.A., Dobretsov N.L., Metelkin D.V., Matushkin N.Yu., Koulakov I.Yu. (2013) Problems of the tectonics and tectonic evolution of Arctic. *Geol. Geofiz.*, **54**, 1083-1107. (In Russian)
- Yakobchuk A.S. (1990) Tectonic position of ophiolite zones in the Paleozoic structure of Central Kazakhstan. *Geotektonics*, (6), 55-68. (In Russian)
- Zonenshajn L.P., Kuzmin M.I., Natapov L.M. (1990) *Tektonika litosfernykh plit territorii SSSR, kniga 2* [Tectonics of lithospheric plates of the USSR territory, Book 2]. Moscow, Nedra Publ., 336 p. (In Russian)