

ГЕОЛОГИЯ

УДК 553.4 (574)

**ВОЗРАСТ РУДОВМЕЩАЮЩИХ ПОРОД ЖЕЛЕЗО-МАРГАНЦЕВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ДЕВОНА ЦЕНТРАЛЬНОГО КАЗАХСТАНА**

© 2021 г. С. И. Школьник<sup>1,2,\*</sup>, Е. Ф. Летникова<sup>1</sup>, А. И. Брусницын<sup>3</sup>, Е. Н. Лепехина<sup>4</sup>,  
А. В. Иванов<sup>1</sup>, Е. Н. Перова<sup>3</sup>

Представлено академиком РАН К.Е. Дегтяревым 30.09.2020 г.

Поступило 30.09.2020 г.

После доработки 06.11.2020 г.

Принято к публикации 06.11.2020 г.

Впервые проведено U–Pb-датирование рудовмещающих пород рифтогенных Fe–Mn-отложений Атасуйского и Жездинского (Джездинского) рудных районов Центрального Казахстана. Установлено, что субсинхронные рудообразованию кислые эффузивы Атасуйского района (месторождение Ушкатын 1) формировались на рубеже франа и фамена ( $373 \pm 4$  млн лет). Накопление рудоносных гравелитов Жездинского района началось не ранее конца раннего девона (позднее 400 млн лет), но до импульса кислого вулканизма на рубеже 370 млн лет. Полученные данные могут указывать на несинхронное накопление Fe–Mn-отложений Жездинского и Атасуйского рудных районов.

*Ключевые слова:* Центральный Казахстан, Атасуйский и Жездинский рудные районы, Fe–Mn-отложения, возраст рудовмещающих пород

DOI: 10.31857/S2686739721010205

С рифтогенным магматизмом связывается значительное количество рудоносных образований, формирование которых происходило как в океанических, так и континентальных структурах Земли. Классическим и одним из наиболее полно изученных представителей проявления осадочного рудообразования в обстановках континентального рифта служат крупные месторождения Zn, Ba, Pb, Fe и Mn Центрального Казахстана ([1–6] и др.). Основные месторождения этих стратиформных руд находятся в Атасуйском рудном районе (месторождения Жайрем, Ушкатын, Жомарт, Каражал и др.) (рис. 1). Менее крупным по запасам и представительным по разнообразию типов руд является расположенный в непосредственной близости Жездинский рудный район (месторождения Жезды, Емельяновское, Надежинское, Бала-Джала и др.). В этих двух районах

сосредоточены основные запасы марганцевых руд Центрального Казахстана [1]. Согласно существующим гипотезам, железные и марганцевые руды Центрального Казахстана представляют собой слабометаморфизованные металлоносные гидротермально-осадочные отложения [4, 6]. При этом считалось ([4, 6] и др.), что их отложение на территории Жездинского и Атасуйского районов происходило синхронно, но в разных фациальных обстановках – соответственно в прибрежных и относительно глубоководных условиях. Эти выводы основывались на биостратиграфических данных, и до сих не были подтверждены геохронологическими методами. Поэтому цель нашего исследования – определить время процессов марганцевого рудообразования в осадочных рифтогенных бассейнах Жездинского и Атасуйского рудных районов Центрального Казахстана путем U–Pb-датирования вулканогенных и осадочных образований железомарганцевых месторождений Жезды (Жездинский рудный район) и Ушкатын-I (Атасуйский рудный район).

В Жездинском районе в основном распространены марганцевые месторождения, а в Атасуйском районе – свинцово-цинковые, железо-марганцевые и баритовые, и барит-свинцовые [3, 5]. Их формирование связывают с верхнедевонским рифтогенным бассейном, возникшим при деформации эпикаледонского Центрально-Казахстанского континентального блока [5–7]. Рудо-

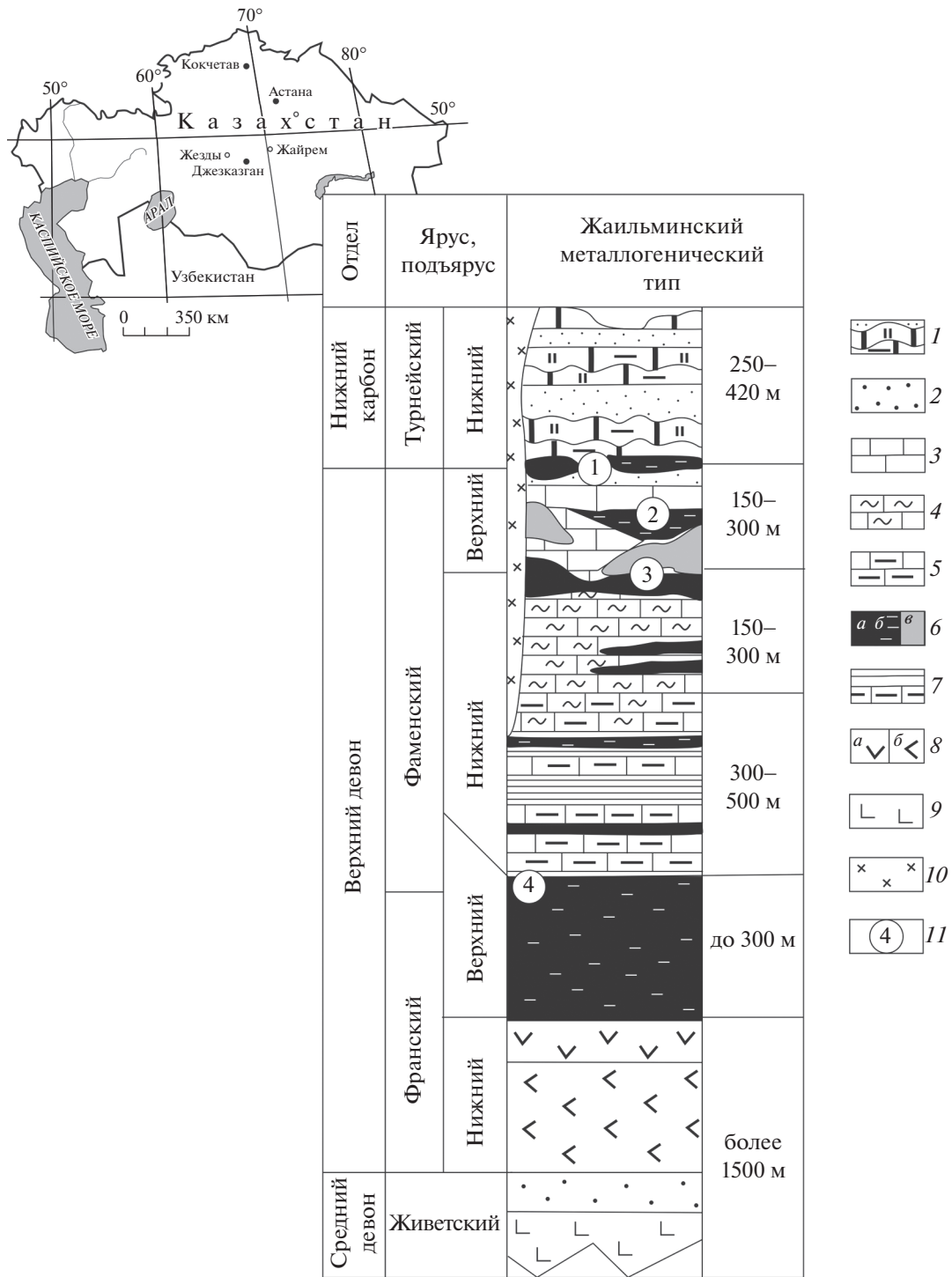
<sup>1</sup>Институт геологии и минералогии им. В.С. Соболева  
Сибирского отделения Российской академии наук,  
Новосибирск, Россия

<sup>2</sup>Институт земной коры Сибирского отделения  
Российской академии наук, Иркутск, Россия

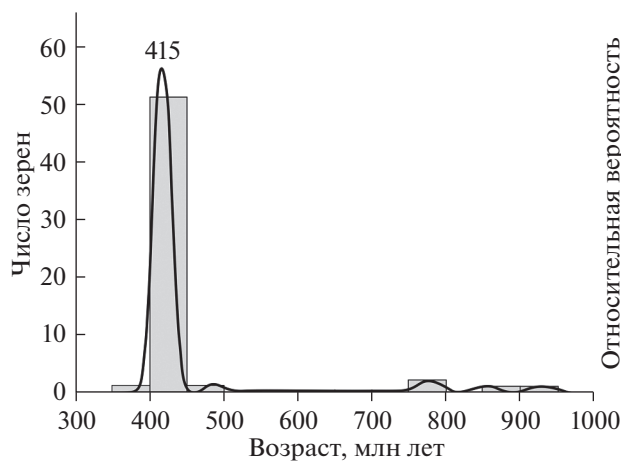
<sup>3</sup>Санкт-Петербургский государственный университет,  
Санкт-Петербург, Россия

<sup>4</sup>Всероссийский научно-исследовательский геологический  
институт им. А.П. Карпинского, Санкт-Петербург,  
Россия

\*E-mail: sink@crust.irk.ru



**Рис. 1.** Схема расположения и стратиграфическая колонка с указанием уровней размещения месторождений Атасуйского и Дездеинского комплексов (по [1]) с упрощениями. 1 – углисто-глинисто-кремнисто-карбонатные породы, сероцветные песчаники, прослои гипса; 2 – песчаники красноцветные; 3 – известняки; 4 – черные силициты, кремни; 5 – известняки глинисто-кремнистые, аргиллиты углистые; 6 – пласти, линзы, залежи руд: железных, железомарганцевых (а), марганцевых (б), свинцово-цинковых и баритово-свинцово-цинковых (в); 7 – ритмиты жаильминского типа – углеродисто-глинисто-кремнисто-известковые; 8 – трахиандезиты (а), андезито-базальты (б); 9 – трахибазальты, базальты; 10 – габбро, габбро-диориты, диоритовые порфиры; 11 – месторождения: 1 – Ушкатынская группа, 2 – Каражал, 3 – Жайрем, 4 – Дезде.



**Рис. 2.** Гистограмма и кривая относительной вероятности U–Pb-возрастов детритовых цирконов из гравелитов уйтасской свиты.

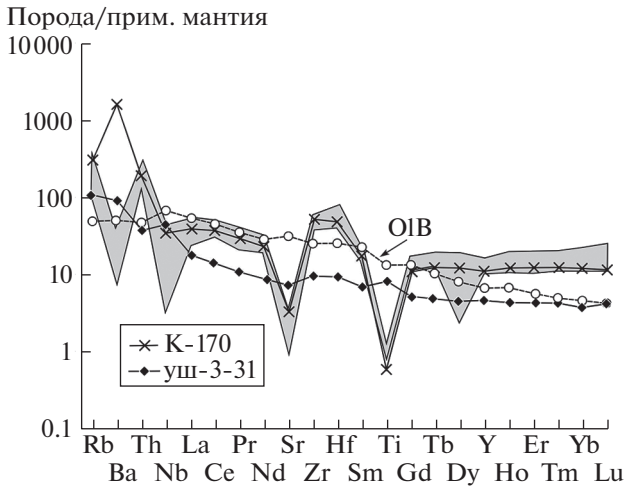
носный, с контрастным базальт-риолитовым вулканизмом, палеорифт Центрального Казахстана хорошо изучен ([8, 9] и мн. др.). Жездинское месторождение марганца приурочено к крыльям небольшой Жездинской антиклинали в Улутауском поднятии. Рудовмещающими являются континентальные отложения средне-верхнедевонской жаксыконской серии (уйтасская и джездинская свиты), согласно перекрытой морскими карбонатными породами верхнего фамена–нижнего карбона. Жездинская свита состоит из валунных и крупногалечных конгломератов, гравелитов, вишнево-красных песчаников, алевролитов и аргиллитов. Марганцевые руды приурочены к основанию уйтасской свиты, сложенной в основном красноцветными песчаниками с цементным оруденением и горизонтами гравелитов и конгломератов. В рудоносных отложениях не обнаружены фаунистические остатки, и возраст принимается условно как позднедевонский (франский) на основе их стратиграфического положения [10]. Временной интервал проявления осадочного рудообразования в Атасуйском рудном районе определен на основе биостратиграфических данных и оценивается как фран-фаменский [11]. До настоящего времени остается открытым вопрос о временной или пространственной взаимосвязи рудообразующих процессов в этих двух пространственно-сопряженных рудных районах.

Для установления возраста рудоносных отложений Жездинского типа в карьере месторождения в районе пос. Жезды из основания уйтасской свиты была отобрана проба гравелитов с синоседочным марганцевым цементом. Исследование выделенных зерен циркона проводилось (А.И. Прошенкин, ИГМ СО РАН) методом LA–ICP–MS в ГЕОХИ РАН с использованием ICP–MS Element XR (“ThermoFinnigan”). Зерна

циркона в основном удлиненной формы с осцилляторной зональностью, типичной для вулканических пород. Это указывает на то, что зерна циркона этой популяции попали в матрикс гравелитов без существенной транспортировки и, возможно, вулканические процессы совпали по времени с накоплением рудоносных гравелитов уйтасской свиты. U–Pb-датирование циркона (53 зерна) дало возрастной интервал  $399 \pm 7 - 430 \pm 8$  млн лет с максимумом 415 млн лет (рис. 2). Эти данные могут свидетельствовать о проявлении вулканизма в изучаемом регионе на границе силура и девона. Единичные анализы зерен дали следующие значения: 487, 776, 780, 854 и 928 млн лет и одно зерно – 2.45 млрд лет. На основании полученных данных можно предполагать, что накопление гравелитов уйтасской свиты началось не ранее конца раннего девона – позднее 400 млн лет.

В строении Атасуйского рудного района значительную роль играет верхнедевонско-нижнекаменноугольный вулканогенно-осадочный комплекс (дарьинская свита ( $D_3fr$ )). В нижней части его разреза залегают красноцветные алевролиты, песчаники и конгломераты, которые перекрываются рудовмещающей глинисто-кремнисто-карбонатной толщей фаменского возраста ( $D_3fm$ ) [11]. Синхронная осадконакоплению вулканическая деятельность приурочена к зонам разломов в фундаменте рифта, которые выявлены в пределах всех рудных полей. Вулканыты представлены породами контрастно-дифференцированной формации с субщелочными базальтами и риолитами повышенной щелочности.

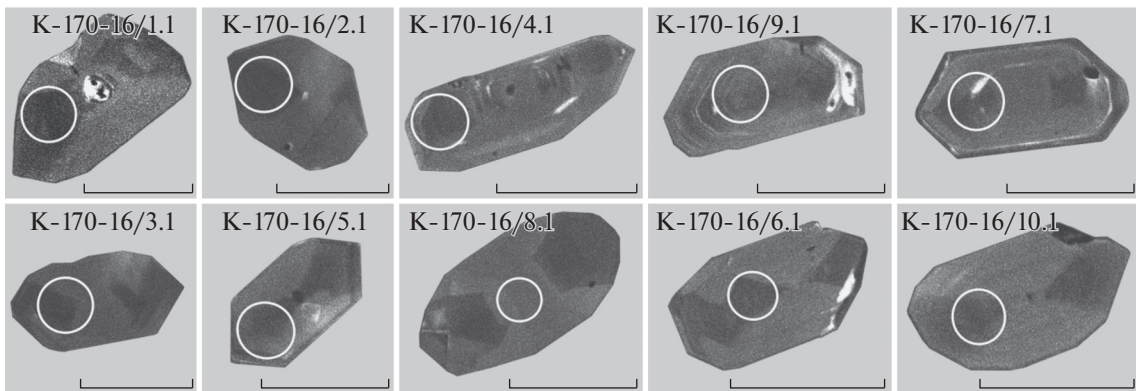
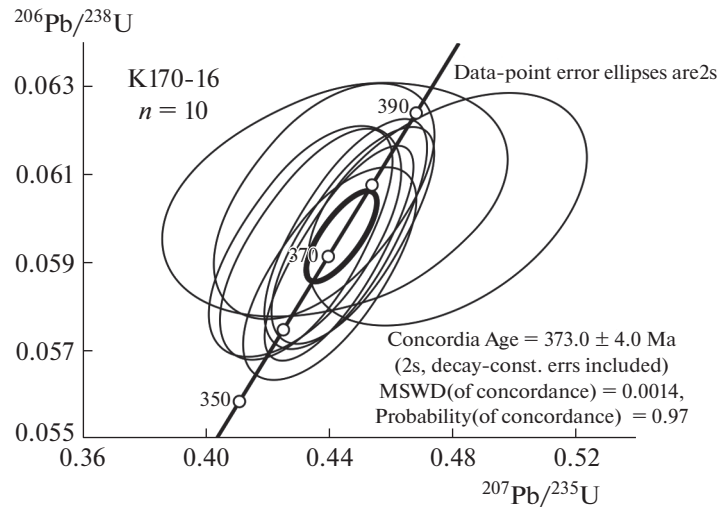
Для установления возраста руд Жайремского узла из разреза в карьере Ушкатын-1 нами была отобрана проба риолита с реликтовой порфириковой структурой, фельзитовой структурой матрикса и фенокристами, представленными преимуще-



**Рис. 3.** Спектры распределения редких элементов, нормализованные к составу примитивной мантии [13], для риолита (К-170) и базальта (уш-3-31) Ушкатынской группы месторождений. Показаны спектры составов базальтов океанических островов (OIB) по [13] и поле рифтогенных риолитов А-типа [14].

ществено идиоморфными кристаллами кварца. По химическому составу кислые вулканы относятся к трахириолитам, для которых характерны невысокие содержания Sr (63 г/т), и Nb (25 г/т), повышенные концентрации Y (49 г/т) и спектры распределения, указывающие на слабое фракционирование редкоземельных элементов ( $La_n/Yb_n = 3-4$ ). Эти особенности, сочетающие резкие минимумы по Sr, Ti и обогащение рядом высокозарядных элементов (рис. 3), являются типичными для гранитов А-типа, формирование которых связывается с внутриплитными обстановками [12]. Высококалиевые субвулканические риолиты относятся к образованиям, завершающим магматизм фаменского времени [1]. Выделенные из риолита кристаллы циркона идиоморфные или субидиоморфные с хорошо выраженной осцилляционной зональностью и Th/U-отношением, варьирующим от 0.65 до 0.90. Это указывает на магматическое происхождение циркона.

U–Pb-датирование циркона было проведено авторами на ионном микроанализаторе SHRIMP-II в



**Рис. 4.** Диаграммы с конкордией и примеры кристаллов цирконов с осцилляционной зональностью (католюминесцентное фото, размерная линейка на всех фото соответствует 100 мкм) из риолита (К-170) Ушкатынской группы месторождений.

центре изотопных исследований ВСЕГЕИ им. А.П. Карпинского. Полученные точки анализов на диаграмме образуют конкордантный кластер возрастом  $373 \pm 4$  млн лет, соответствующим рубежу франского-фаменского яруса верхнего девона (рис. 4). Полученная оценка возраста отвечает времени кристаллизации эффузивов, субсинхронных рудообразованию. В Ушкатынском рудном поле эти вулканиты залегают в дарьинской свите ( $D_3fr$ ), которая перекрывается собственно рудоносной (Mn-Fe) глинисто-кремнисто-карбонатной толщей фаменского возраста ( $D_3fm$ ), и маркируют начало процессов рудогенеза в Атасуйском районе.

Таким образом, формирование субсинхронных рудообразованию кислых эффузивов Атасуйского рудного района (месторождение Ушкатын-1) происходило на рубеже франа и фамена, что согласуется с геологическими наблюдениями. Синхронные вулканиты и/или продукты их разрушения фран-фаменского возраста в разрезе уйтаской свиты Жездинского месторождения не обнаружены. Это указывает на различное время накопления рудовмещающих пород Жездинского и Атасуйского рудных полей и более раннее формирование первых. U-Pb-изотопное датирование детритовых зерен циркона из рудоносных гравелитов Жездинского месторождения указывает на их накопление позднее 400 млн лет в девоне, но до импульса кислого вулканизма на рубеже 370 млн лет на границе франа и фамена, т.е. раньше образования руды месторождений Атасуйского поля.

#### БЛАГОДАРНОСТИ

Авторы выражают благодарность председателю правления АО «Жайремский ГОК» (поселок Жайрем, Республика Казахстан) А.Ю. Бурковскому и геологам этого предприятия В.А. Волкову, О.А. Муратову и др. за содействие в реализации полевых исследований.

#### ИСТОЧНИК ФИНАНСИРОВАНИЯ

Работа выполнена при финансовой поддержке РНФ, грант 19-17-00099.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Мазуров А.К. Металлогения океанических и континентальных палеорифтов Казахстана // Известия Томского политехн. ун-та. 2002. № 6. С. 76–89.
2. Щерба Г.Н. Месторождения атасуйского типа // Геология рудных месторождений. 1967. № 5. С. 106–114.
3. Бузмаков Е.И., Шибрик В.И., Рожнов А.А., Серeda В.Я., Радченко Н.М. Стратиформные железо-марганцевые и полиметаллические месторождения Ушкатынского рудного поля (Центральный Казахстан) // Геология рудных месторождений. 1975. № 1. С. 32–46.
4. Рожнов А.А. Сравнительная характеристика марганцевых месторождений Атасуйского и Никопольско-чиатурского типов. Геология и геохимия марганца. 1982. М.: Наука. С. 116–121.
5. Веймарн А.Б. Железо-марганцевые месторождения фамена Центрального Казахстана // Геология и геохимия марганца (Отв. ред. И.М. Варенцов). М.: Наука, 1982. С. 122–127.
6. Варенцов И.М., Веймарн А.Б., Рожнов А.А., Шибрик В.И., Соколова А.Л. Геохимическая модель формирования марганцевых руд фаменского рифтогенного бассейна Казахстана (главные компоненты, редкие земли, рассеянные элементы) // Литология и полезные ископаемые. 1993. № 3. С. 56–79.
7. Бузмаков Е.И., Шибрик В.И. Стратиграфия и литология фаменских и отложений Атасуйского рудного района // Советская геология. 1976. № 2. С. 61–79.
8. Бахтеев М.К., Васюков Ю.А., Сорокина И.М. Фаменский вулканизм западной части Центрального Казахстана // Советская геология. 1977. № 4. С. 78–89.
9. Веймарн А.Б., Милановский Е.Е. Фаменский рифтогенез и глобальные события на рубеже франского и фаменского веков // Проблемы геологии и металлогении Центрального Казахстана. М.: Наука, 1993. С. 108–119.
10. Голубковский В.А., Зайцев Ю.А., Петренко А.З. Новые данные по стратиграфии девона Джесказган-Улутауского района / Вопросы геологии Центрального Казахстана. Издательство МГУ. 1971. 654 с.
11. Веймарн А.Б. Фаменская железо-марганцеворудная эпоха в Казахстане и ее значение в геологической истории // Автореф. докт. дисс. М.: МГУ, 1992. 45 с.
12. Frost B.R., Barnes C.G., Collins W.J., Arculus R.J., Ellis D.J., Frost C.D. A Geochemical Classification for Granitic Rock // Journal of Petrology. 2001. V. 42. P. 2033–2048.
13. Sun S., McDonough W.F. Chemical and Isotopic Systematics of Oceanic Basalts: Implications for Mantle Composition and Processes. (Eds. Saunders A.D., Norry M.J.). Magmatism in Oceanic Basins / Geol. Soc. London. Spec. Pub. 1989. V. 42. P. 313–345.
14. Zhang X., Yuan L., Xue F., Yan X., Mao Q. Early Permian A-type Granites from Central Inner Mongolia, North China: Magmatic Tracer of Post-collisional Tectonics and Oceanic Crustal Recycling // Gondwana Research. 2015. V. 28. P. 311–327.

## AGE OF ORE-BEARING ROCKS OF IRON-MANGANESE DEPOSITS OF DEVON, CENTRAL KAZAKHSTAN

S. I. Shkolnik<sup>a,b,#</sup>, E. F. Letnikova<sup>a</sup>, A. I. Brusnitsyn<sup>c</sup>, E. N. Lepekhina<sup>d</sup>, A. V. Ivanov<sup>a</sup>, and E. N. Perova<sup>c</sup>

<sup>a</sup> Sobolev Institute of Geology and Mineralogy, Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences,  
Novosibirsk, Russian Federation

<sup>b</sup> Institute of the Earth's Crust, Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, Irkutsk, Russian Federation

<sup>c</sup> Sankt-Petersburg State University, Sankt-Petersburg, Russian Federation

<sup>d</sup> Karpinskiy All-Russian Scientific-Research Geological Institute, Sankt-Petersburg, Russian Federation

<sup>#</sup> E-mail: sink@crust.irk.ru

Presented by Academician of the RAS K.E. Degtyariov September 30, 2020

The isotope study of ore-bearing rocks of Fe-Mn rift deposits of the Atasu and Zhezda (Dhezda) ore regions of Central Kazakhstan is presented. It was found that acid effusive rocks of Atasu district (Ushkatyn-1 deposit), synchronous to ore formation, were formed at the boundary between the Fran and Famen ( $373 \pm 4$  Ma). The accumulation of ore-bearing gravelites of the Dzhezda region began not earlier than the end of the Early Devonian (after 400 Ma), but before the impulse of acid volcanism at the turn of 370 Ma. The data obtained may indicate an not synchronous accumulation of Fe-Mn in the Dzhezda and Atasu ore regions.

*Keywords:* Central Kazakhstan, Atasu and Zhezda ore regions, Fe-Mn deposits, age of ore-bearing rocks