

U-Pb ВОЗРАСТА ЦИРКОНОВ ИЗ ИНТРУЗИВНЫХ ПОРОД БАШКИРСКОГО МЕГАНТИКЛИНОРИЯ – СВИДЕТЕЛЬСТВА ИМПУЛЬСОВ ЭНДОГЕННОЙ АКТИВНОСТИ НА ВОСТОЧНОЙ ОКРАИНЕ ВОСТОЧНО-ЕВРОПЕЙСКОГО КРАТОНА

© 2013 г. Г. Ю. Шардакова

История геологического развития Башкирского мегантиклинория (БМА) была длительной и сложной: он являлся восточным краем стабильной структуры – Восточно-Европейского кратона (ВЕК), претерпел многочисленные эпизоды рифтинга, влияние раннего орогенеза, впоследствии сомкнулся с Уральским орогеном и был затронут коллизионными процессами. Для БМА по совокупности геологических, литолого-стратиграфических, петрологических и изотопно-геохронологических данных прослежены следующие импульсы тектономагматической активности: 1700–1600, 1550–1450, 1385–1350, 1050–945, 730–610 до 540–510 (?) млн. лет [1, 3, 16, 17, 19, 21, 32 и др.]. Магматические породы являются маркерами для большинства этих событий.

В работе Р. Эрнста с уральскими коллегами [41] приведены определения возраста и геодинамическая типизация докембрийских эффузивных и ряда интрузивных образований основного состава в БМА. Все уточняются временные рамки внедрения докембрийских гранитоидов Ахмеровского массива [6], Бердяшского плутона [17, 19, 42], Рябиновского и Губенского массивов и сопряженных с ними образований [32–34 и др.]. Автором опубликованы венд-кембрийские и палеозойские датировки для гранитоидов севера БМА [33, 37–38]. В рамках обозначенной темы в табл. 1 приведены сводные данные определений **U-Pb возраста цирконов из гранитоидов БМА**, позволяющие проследить следующие геодинамические обстановки и их временную эволюцию. Сначала обсуждаются цифры, характеризующие непосредственно возраст гранитных серий как “прямых участников” магматических импульсов, затем – остальные данные.

Среднерифейский эпизод (“машакский”). В среднем рифее в БМА сформировались *Губенский, Рябиновский* (Кусинско-Копанская интрузия), *Бердяшский* и *Ахмеровский* гранитные массивы, имеющие геохимические характеристики, присущие типичным внутриплитным сериям [5, 6, 21, 33 и др.]. Их возраст 1386–1360 млн. лет фиксирует наиболее крупное для Южного Урала машакское рифтогенное событие – формирование в узкой линейной зоне мощной вулканогенно-терригенной последовательности с характерным для рифтов би-

модальным вулканизмом и его интрузивными аналогами [18]. Данные по Rb-Sr и Sm-Nd **возрасту** пород укладываются в этот же интервал [29, 34]. Верхняя граница становления гранитоидных и сопряженных с ними базитовых комплексов и рудно-магматических систем в пределах Кусинско-Копанской интрузии определяется возрастом (1353 ± 16 млн. лет) гранит-порфира, секущего габброиды и титано-магнетитовые руды на Медведевском месторождении [34]. Цифры 1330 млн, отмеченные в гранитах Губенского массива [5], относятся к каймам цирконов и могут отражать этапы преобразований более древних зерен.

Венд-кембрийский эпизод (“тиманский”). Одной из единичных датировок в пределах этого времени является возраст гнейсо-гранитов *юрминского комплекса* (с-в БМА), секущих таганайскую свиту среднего рифея, составляющий 540–510 млн. лет [37, 38] и отвечающий, по-видимому, заключительным импульсам тиманского (кадомского) геодинамического эпизода. Юрминские гранито-гнейсы по поведению ряда малых и редких элементов близки как к интрузивным внутриплитным образованиям среднего рифея БМА, так и к венд-кембрийским орогенным гранитам, широко развитым на Полярном Урале [1, 9, 26 и др.] (подробнее см. ниже). Произвести типизацию геодинамических обстановок на основе данных по геохимии трудно, вероятно, из-за сходной доли сиалической и симатической составляющих в субстрате для выплавления упомянутых выше континентально-рифтогенных и орогенных серий.

Отметим, что в пределах Кусинско-Копанской интрузии развита *тоналит-трондьемитовая дайковая серия*, по которой нет данных об **U-Pb возрасте**, но K-Ar возраст (по амфиболу) составляет 660 ± 35 млн. лет, и породы этой серии также имеют “промежуточные” между рифтогенными и орогенными образованиями петрогеохимические характеристики [33, 37], и, по-видимому, фиксируют начало тиманской активности в БМА.

Палеозойский эпизод (“уральский”). Юго-восточнее Кусинско-Копанской интрузии расположены несколько интрузивных тел, секущие метаморфические породы среднего рифея (таганайской и уреньгинской свит), для которых определен уни-

Таблица 1. Обзор современных данных об U-Pb возрасте цирконов из интрузивных пород Башкирского мегантиклинория (2005–2012 гг.)

Возраст	Примечание	Эпизод эндогенной активности	Геодинамический этап
Ахмеровский массив [6]			
1413	Ранние цирконы субстрата		Ранний рифтогенез
1381 ± 23	Возраст гранитов	Машакский	Рифтогенез
1175, 1072, 974	Этапы преобразований	Гренвилльский	Орогенез/рифтогенез
562	Возраст диафтореза	Кадомский	Орогенез/ начало рифтогенеза
Главная Дайка (Бакал) [41]			
1385 ± 1.4*	Изохронный возраст долеритов	Машакский	Рифтогенез
Бердяушский плутон			
<i>Нефелиновые сиениты [42]</i>			
1332 ± 37	Возраст пород	Машакский	Рифтогенез
1201–1010	Возраста промежуточных зон	Гренвилльский	Орогенез/рифтогенез
792	диафторез	Аршинский	Импульс рифтинга
1373±21 [21]	Возраст пород	Машакский	рифтогенез
<i>Габбро-гранитная серия [21]</i>			
1388 ± 28	Возраст габбро	Машакский	Рифтогенез
1372 ± 12	Возраст сиенодиоритов	Машакский	То же
1369 ± 13	Возраст гранитов-рапакиви	Машакский	То же
Губенский массив [5]			
2645	Древние полигенные цирконы	Из фундамента Русской плиты	Стабильный (платформа)
1660–1700	Цирконы субстрата и их преобразования	Айский	Рифтогенез
1330 ± 16	Возможно, возраст гранитов (?)	Машакский	Рифтогенез
651–657	Этап преобразований	Тиманский	Орогенез/рифтогенез
Медведевское месторождение [34]			
1353 ± 16	Возраст гранит-порфира	Машакский	Рифтогенез
1379 ± 8	Возраст анортозита	Машакский	То же
1385 ± 24	Верхнее пересечение дискордии с конкордией	То же	То же
1115–1038	Диафторез	Гренвилльский	Орогенез/рифтогенез
551 ± 59	Нижнее пересечение дискордии с конкордией	Тиманский	Орогенез/начало рифтогенеза
510	Метасом.изменения	То же	То же
Рябиновский массив [5, 33]			
1386 ± 34	Возраст габброидов и гранитов	Машакский	рифтогенез
Юрминский комплекс [37]			
1412	Цирконы субстрата	Импульс	
1376–1323	Этапы преобразований древних зерен	Машакский	Рифтогенез
1296–1056	То же	Гренвилльский	Орогенез/рифтогенез
540–510	Образование гранитов	Тиманский (финал)	Орогенез/начало рифтогенеза
470	Метасоматические изменения		Эпизод рифтогенеза
Семибратский комплекс [36]			
1636	Цирконы субстрата	Айский	Рифтогенез
1365	Цирконы субстрата	Машакский	Рифтогенез
378	Метасом. изменения, каймы	“Максютовский”	Ранний орогенез
302	Возраст гранитов	Уральский	Коллизия
Киалимский массив [35]			
3162	Верхнее пересечение дискордии с конкордией	Максимальный возраст субстрата	Стабильный (платформа)
1942	Цирконы субстрата	возраст субстрата	Стабильный
746	диафторез	Аршинский	Импульс рифтогенеза
664	Нижнее пересечение дискордии с конкордией	Тиманский	Орогенез/начало рифтогенеза
638	Метасом.изменения	Тиманский	То же
314	Возраст гранитов	Уральский	коллизия

В работе [41] возраст диабазов определен по бадделенту.

кальный для гранитоидов БМА палеозойский возраст – это *Киалимский массив* (314 млн. лет) [35] и *семибратский комплекс* (300 млн. лет) [36]. Гранитоиды обоих объектов очень близки по возрасту и петрогеохимическим признакам к раннеорогенным сериям западной окраинно-континентальной зоны Урала, входящим в состав Верхисетского батолита [25, 29 и др.], Шабровского, Шарташского, Каменского и др. массивов [15, 30]. Данные по Rb-Sr и Sm-Nd изотопии, позволяющие оценить вклад мантийного материала в субстрат молодых гранитов БМА, пока отсутствуют. Поэтому мы можем пользоваться только аналогиями: в примыкающем к БМА с севера Уфалейском блоке полным аналогом киалимских и семибратских гранитов являются породы Нижнеуфалейского массива (317 млн. лет), имеющие $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr} = 0.7028$ и ϵNd около +4 [23]. Для упомянутых выше типичных раннеорогенных гранитов характерны близкие изотопные параметры, указывающие на присутствие деплетированного мантийного материала в субстрате. В целом гранитоиды карбонового возраста образуют длинный субмеридиональный пояс, который тянется с юга на север – от зоны Уралтау через С-В часть БМА и центральную часть Уфалейского блока и продолжается далее на север, пересекая зону Главного Уральского разлома.

Если считать, что каждый набор возрастов, зафиксированных в образовании (и последующих преобразованиях) цирконов, отражает какое-то тектоно-термальное событие, то, помимо возрастов, отвечающих формированию собственно гранитоидных серий, можно отметить некоторые важные цифры, указывающие на присутствие древнего вещества в субстрате для выплавления интрузивов и подчёркивающие докембрийскую активность в БМА.

1. Цирконы с возрастом (3162) 2645, 1942 млн. лет указывают на присутствие древнего (дорифтогенного) вещества, заимствованного, по-видимому, из фундамента ВЕК. Цирконы подобного возраста распространены, например, в Тараташском блоке [22].

2. Возраст 1700–1600 млн. лет имеют реликтовые цирконы из пород Кусинско-Копанской интрузии и семибратского комплекса (см. табл. 1 и ссылки в ней). Эти цифры совпадают со временем излияния вулканитов айской свиты – первого прямого “свидетеля” рифтогенных событий на Южном Урале. Многие годы датировка вулканитов навьшской (нижней) пачки этой свиты – 1615 ± 15 млн. лет использовалась для обоснования нижней границы рифея [3]. В последней работе В.Н. Пучкова с коллегами [17] возраст навьшских трахибазальтов определен как 1752 ± 18 млн. лет (U-Pb, по цирконам). Отметим, что в детритных цирконах из песчаников айской свиты присутствуют популяции раннепалеопротерозойских (1891–2187 млн. лет) и архейских цирконов (2943–2626 млн. лет), а также и

зерна с чрезвычайно древними возрастaми – 3600–3000 млн. лет [27].

3. Возраст 1230–1056 (до 974) млн. лет имеют древние цирконы (и этапы их преобразования) из гранитов Ахмеровского массива, Бердяушского плутона, Медведевского месторождения, юрминского комплекса. Эти датировки, по-видимому, отражают активность, синхронную Гренвилльской орогении; параллельно с этим шло формирование сидеритовых и флюоритовых месторождений в БМА [8]. Если для Европы в этом возрастном интервале явно имели место орогенные события, то для БМА события, синхронные Гренвиллю – это, скорее всего, эпизод рифтогенеза. Метаморфические изменения древних гранито-гнейсов и амфиболитов в соседнем Уфалейском блоке [12] также происходили в этот период времени.

4. Возраста около 790–740 млн. лет определены в измененных цирконах из гранитов Киалимского массива и нефелиновых сиенитов Бердяушского плутона, они отвечают верхнерифейскому импульсу эндогенной активности. Следует отметить, что в наиболее южном секторе зоны сочленения Урала с ВЕК – поднятии Уралтау – U-Pb возраст 725 млн. лет имеют граниты Барангуловского массива [4], которые характеризуются геохимическими параметрами, указывающими на внутриплитную обстановку формирования.

А.А. Краснобаевым и др. [7] для рифтогенной аршинской серии (которая до последнего времени относилась к нижнему венду), расположенной в р-не Тирлянской мульды (Ю. Урал), по U-Pb возрасту цирконов определены 2 этапа эволюции – 707.0 ± 2.3 млн. лет и 732.1 ± 1.7 млн. лет. С учетом принятого возраста основания венда (600 ± 10 млн. лет) и этих данных выделяется стратон аршиний (завершающий рифей, RF₄) в границах, приблизительно отвечающих интервалу 600–760 млн. лет.

Отметим для сравнения, что в этот же возрастной промежуток попадает U-Pb возраст граносиенитов Троицкого массива (Кваркушко-Каменогорский мегантиклинорий, Средний Урал) 671 ± 24 млн. лет [20], в субстрате которого предполагается, большей частью, мантийный материал, то есть генерация связана с океанической (островодужной) обстановкой [14].

5. Цирконы (и зоны преобразований в них) с возрастным диапазоном 650–630 присутствуют в гранитах Губенского и Киалимского массивов, а 560–510 млн. лет – распространены в гранитах Ахмеровского массива и Медведевского месторождения. Вероятно, они, как и внедрение гранитоидов юрминского комплекса (см. выше), фиксируют начальный и конечный этапы тиманской активности в БМА.

Природа этой активности до сих пор активно обсуждается. При интерпретации материалов геологии, литологии, петрогеохимии и возрасту пород разного генезиса существуют неясности и “бе-

лые пятна”. Эволюцию гранитоидных серий в БМА пытаются параллелизовать с таковой для Полярноуральского сегмента северо-восточной окраины ВЕК, где тоже широко распространены доордовикские магматические породы.

Бесспорно, что в интервале от позднего рифея до кембрия северо-восточная (Полярный Урал) и юго-восточная (БМА и Уралтау) окраина ВЕК испытала тектоно-магматическую активизацию. Этот этап считается “доуральским” [16 и др.]. По мнению ряда исследователей, [16, 17, 44], в этот период здесь имели место орогенез+аккреция+сопутствующий метаморфизм, и возник пояс тиманид – возрастной аналог кадомид. По мнению С.Н. Иванова, А.И. Русина [2], к формированию складчатых сооружений на восточной окраине ВЕК привел предрифтовый подъем земной коры. Еще одна группа гипотез говорит о столкновении и аккреции островных дуг с пассивной окраиной континента [45]. При этом не вполне ясно, какие единицы взаимодействовали: континенты Балтика и Гондвана [46], Балтика и Арктида (в северной части) [43], Балтика и Лаврентия [16, 47].

Наиболее значительными являются временные реконструкции доордовикских событий на северо-восточной окраине ВЕК, проводимые Н.Б. Кузнецовым, О.В. Удоратиной, А.А. Соболевой. По данным работы [26], самыми древними магматитами Полярного Урала являются кварцевые диориты и тоналиты няюсского комплекса, имеющие U-Pb возраст 734–719 млн. лет (SHRIMP-2, по цирконам, все цифры далее – этот же метод) и особенности химического состава [11, 39], указывающие на образование в надсубдукционных условиях. Плагиигранитные жилы (670 млн. лет [31]), секущие эти гранитоиды, отличаются по составу и, предположительно, маркируют какой-то древний период аккреции. Вендский возраст имеют граниты Поетарского массива (559–562 млн. лет [13]) и риолиты лядгейского комплекса (555–547 млн. лет [40]), а также габбро и диориты кызыгейского комплекса (542 ± 9 млн. лет [39]). Венд-раннекембрийские цирконы обнаружены в гранитах Харбейского массива (525–592 млн. лет) [13]. Более молодые граниты с возрастными в диапазоне 512–536 млн. лет слагают ряд массивов на Полярном Урале – Усть-Мраморный, Лонготьюганский, Тайкеу, Сядатяхинский [1, 13].

В работе [26] впервые приводится U-Pb возраст гранитоидов массива Южный и гранитных галек из конгломератов энганэпэйской (поздний венд-ранний кембрий) – 660–632 млн. лет. Данные породы имеют “надсубдукционные” геохимические характеристики. Авторы отмечают ценность последней датировки: она подтверждает наличие позднерифейского этапа гранитоидного магматизма на Полярном Урале. “...геохимическая характеристика гранитоидов массива Южный свидетельствует о том, что условия активной окраины существовали на этой терри-

тории и в конце позднего рифея, а все имеющиеся на сегодня данные позволяют предположить наличие длительно развивающейся активной окраины с 734 млн. лет и, возможно, вплоть до 512 млн. лет...” (см. самую молодую датировку выше).

Обсуждаются также новые данные об U-Pb возрасте гранитоидов полярноуральского комплекса, дающие широкий возрастной диапазон. По мнению авторов работы [10], этап 590–530 млн. лет связан с тиманскими орогенными событиями, а интервал 485–475 млн. лет – это импульс рифтогенеза на окраине ВЕК. По петрогеохимии большинство пород полярноуральского комплекса относятся к А-типу гранитов и близки к породам описанным автором выше венд-кембрийских магматитов БМА (юрминский комплекс, дайки в кусинско-копанском комплексе),

6. Наиболее молодыми являются цифры 470 и 378 млн. лет (см. табл. 1), фиксирующие этапы диафореза в древних зернах цирконов и, по-видимому, также отражающие эпизоды относительно молодой эндогенной активности. Последняя цифра близка к времени эксгумации максютовского комплекса [16]. Заметим, что возраст около 340 млн. лет (также U-Pb) имеет Артлышский массив, расположенный в восточном борту Зилаирского мегасинклинория. Формирование гранитов связывается [24] с начавшейся коллизией окраины ВЕК и островной дуги, то есть с процессами, которые явились причиной глаукофан-сланцевого метаморфизма максютовского комплекса. Также в интервале 378–319 млн. лет по цирконам из гранитов полярноуральского комплекса фиксируется время метасоматических преобразований пород [10]; возраста гранитов Собского и Янаслорского комплексов (Малоуральский пояс, Полярный Урал) составляют 395–386 и 383 млн. лет, соответственно [28]; изотопные (ISr, εNd, δ¹⁸O) характеристики указывают на значительную роль деплетированного мантийного материала в источнике (окончание субдукции/начало коллизии).

Таким образом, венд-кембрийские возраста магматитов (или цирконов как маркеров тектоно-термальных событий), широко фиксируемые на С-В окраине ВЕК, улавливаются и в пределах БМА; при этом геохимические параметры гранитоидных серий обоих сегментов достаточно близки – и это позволяет проводить аналогии при рассмотрении этапов геологического развития Полярного и Южного Урала в данном возрастном интервале.

Более древние, рифейские датировки, широко распространенные в цирконах из магматических пород БМА, дополняют и уточняют рамки доуральских рифтогенных событий в БМА, а редкие молодые, карбоновые возраста гранитов указывают на вовлечение Ю-В окраины ВЕК в коллизионные процессы, в ходе которых в самом Уральском орогене имела место генерация большого количества гранитных плутонов, в субстрате которых прини-

мало участие как сиалическое, так и деплетированное мантийное вещество.

Работа выполнена при финансовой поддержке Программы президиума РАН № 27 (проект № 12-П-5-2015) и РФФИ (грант № 12-05-00109-а) и совместной Программы УрО, СО и ДВО РАН (проект № 12-С-5-1022).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Андреев В.Л., Литвиненко В.Л. Изотопная геохронология гранитоидного магматизма фундамента Печорской плиты. Сыктывкар: Геопринт, 2007. 68 с.
2. Иванов С.Н., Русин А.И. Поздневендский этап тектонического развития Урала // Геотектоника. 2000. № 3. С. 21–31.
3. Краснобаев А.А., Бибилова Е.В., Ронкин Ю.Л., Козлов В.И. Геохронология вулканитов айской свиты и изотопный возраст нижней границы рифея // Изв. АН СССР. Сер. геол. 1992. № 6. С. 25–43.
4. Краснобаев А.А., Козлов В.И., Пучков В.Н. и др. Полигенно-полихронная цирконология и проблема возраста Барангуловского габбро-гранитного комплекса // Докл. АН. 2007. Т. 416, № 2. С. 241–246.
5. Краснобаев А.А., Ферштатер Г.Б., Холоднов В.В. и др. Цирконовый возраст габбро и гранитоидов кусинско-копанского комплекса (Южный Урал) // Ежегодник-2005. Екатеринбург: ИГГ УрО РАН, 2006. С. 300–303.
6. Краснобаев А.А., Козлов В.И., Пучков В.Н. и др. Ахмеровский гранитный массив – представитель мезопротерозойского интрузивного магматизма на Южном Урале // Докл. АН. 2008. Т. 418, № 2. С. 241–246.
7. Краснобаев А.А., Козлов В.И., Пучков В.Н. и др. Новые данные по цирконовой геохронологии аршинских вулканитов (Южный Урал) // Литосфера. 2012. № 4. С. 127–13.
8. Крупенин М.Т. Минерагеническое и геодинамическое значение среднерифейского времени на западном склоне Южного Урала // Докл. АН. 2004. Т. 399, № 4. С. 503–505.
9. Кузнецов Н.Б. Комплексы проторуалитид-тиманид и позднедокембрийско-раннепалеозойская эволюция восточного и северо-восточного обрамления Восточно-Европейской платформы. Автореф. ... докт. геол.-мин. наук. Москва: ГИН РАН, 2009. 49 с.
10. Куликова К.В., Удоратина О.В., Шуйский А.С. Гранитоиды полярноуральского комплекса: состав и геотектоническая позиция // Современные проблемы геохимии: мат-лы Всерос. совещ. к 95-летию со дня рождения акад. Л.В. Таусона. Т. 2. Иркутск: СО РАН, 2012. С. 155–157.
11. Моргунова А.А., Соболева А.А. Реликты корневой части позднерифейской примитивной островной дуги на севере поднятия Енганэпэ (Полярный Урал) // Вестник ИГ Коми НЦ УрО РАН. 2007. № 12. С. 13–18.
12. Нечухин В.М., Краснобаев А.А., Соколов В.Б. Геохронология и структурное положение нижнего докембрия в Уральском аккреционно-складчатом обрамлении Русской плиты // Общие вопросы расчленения докембрия. Апатиты: КНЦ РАН, 2000. С. 201–203.
13. Основные черты геологического строения и минерально-сырьевой потенциал Северного, Приполярного и Полярного Урала / Под ред. А.Ф. Морозова, О.В. Петрова, А.Н. Мельгунова. СПб.: ВСЕГЕИ, 2010. 274 с.
14. Петров Г.А., Маслов А.В., Ронкин Ю.Л. Допалеозойские магматические комплексы Кваркушско-Каменногорского антиклинория (Средний Урал): Новые данные по геохимии и геодинамике // Литосфера. 2005. № 4. С. 42–69.
15. Прибавкин С.В., Ферштатер Г.Б., Пушкарев Е.В. и др. К вопросу о возрасте Шабровского и Шарташского гранитоидных массивов // Ежегодник-2007. Екатеринбург: ИГГ УрО РАН, 2008. С. 271–277.
16. Пучков В.Н. Геология Урала и Приуралья (актуальные вопросы стратиграфии, тектоники, геодинамики и металлогении). Уфа, 2010. 280 с.
17. Пучков В.Н., Краснобаев А.А., Козлов В.И., Сергеева Н.Д. Новые определения изотопного возраста вулканических излияний в типовом разрезе рифея ми венда Южного Урала: следствия для стратиграфии и тектоники // Геология, полезные ископаемые и проблемы геологии Башкортостана: мат-лы науч. конф. Уфа: ИГ БНЦ РАН, 2012. С. 52–56.
18. Ронкин Ю.Л., Маслов А.В., Казак А.П. и др. Граница нижнего и среднего рифея на Южном Урале: новые изотопные U-Pb-SHRIMP-II ограничения // Докл. АН. 2007. Т. 415, № 3. С. 370–376.
19. Ронкин Ю.Л., Маслов А.В., Матуков Д.И. и др. Бердяшский массив: 1350 ± 10 млн. лет или древнее? // Ежегодник-2005. Екатеринбург: ИГГ УрО РАН, 2006. С. 310–314.
20. Ронкин Ю.Л., Маслов А.В., Петров Г.А. и др. “In situ” U-Pb (SHRIMP)-датирование граносиенитов Троицкого массива (Кваркушско-Каменногорский мегантиклинорий, Средний Урал) // Докл. АН. 2007. Т. 412, № 1. С. 87–92.
21. Ронкин Ю.Л., Матуков Д.И., Маслов А.В. и др. “In situ” U-Pb SHRIMP датирование цирконов нефелиновых сиенитов Бердяшского массива // Литосфера. 2005. № 1. С. 135–142.
22. Ронкин Ю.Л., Синдерн С., Гердес А. и др. Древнейшие цирконы и монациты Урала: “in situ” U-Pb изотопная систематика // Геодинамика, рудные месторождения и глубинное строение литосферы: мат-лы конф. XV чтения памяти А.Н. Заварицкого. Екатеринбург: ИГГ УрО РАН, 2012. С. 229–231.
23. Ронкин Ю.Л., Шардакова Г.Ю., Маслов А.В. и др. Sr-Nd изотопная систематика гранитоидов Уфалейского блока (Южный Урал) // Стратиграфия и геологическая корреляция. 2009. Т. 17, № 2. С. 29–37.
24. Рыкус М.В., Сначев В.И., Насибуллин Р.А. и др. Осадконакопление, магматизм и рудоносность северной части зоны Уралтау. Уфа: БГУ, 2002. 266 с.
25. Смирнов В.Н., Иванов К.С. Возраст и геодинамические условия формирования гранитоидов Верхисетского массива // Геодинамика, рудные месторождения и глубинное строение литосферы: мат-лы конф. XV чтения памяти А.Н. Заварицкого. Екатеринбург: ИГГ УрО РАН, 2012. С. 239–242.
26. Соболева А.А., Карчевский А.Ф., Ефанова Л.И. и др. Свидетельства позднерифейского гранитообразования на территории Полярного Урала // Докл. АН. 2012. Т. 442, № 4. С. 524–530.

27. *Соболева А. А., Кузнецов Н. Б., Миллер Э. Л. и др.* Первые результаты U/Pb-датирования детритных цирконов из базальных горизонтов уралид (Полярный Урал) // Докл. АН. 2012. Т. 445, № 5. С. 570–576.
28. *Удорткина О.В., Кузнецов Н.Б., Андреев В.Л., Посохов В.Ф.* Изотопно-геохронометрические системы в гранитоидах Собского массива (Полярный Урал) // Геохронометрические изотопные системы, методы их изучения, хронология геологических процессов. М: ИГЕМ РАН, 2012. С. 356–358.
29. *Феритатер Г.Б., Холоднов В.В., Краснобаев А.А. и др.* Интрузивный магматизм разных стадий развития Среднего и Южного Урала: петрология, геохимия, изотопный возраст, геодинамическая интерпретация // Геология Урала и сопредельных территорий. Сборник статей. Екатеринбург: ИГГ УрО РАН, 2007. С. 98–124.
30. *Феритатер Г.Б., Шардакова Г.Ю., Краснобаев А.А. и др.* Rb-Sr и цирконовый U-Pb возраст Каменского мигматит-плутона (Средний Урал) // Ежегодник-2006. Екатеринбург: ИГГ УрО РАН, 2007. С. 200–205.
31. *Хаин Е.В., Бибикова Е.В., Дегтярев К.Е. и др.* Геологическое развитие протерозойских перикратонных и палеоокеанических структур Северной Евразии. СПб: Тема, 1999. С. 244–246.
32. *Холоднов В.В., Феритатер Г.Б., Ронкин Ю.Л. и др.* Sm-Nd-, Rb-Sr- возраст габброидов, гранитоидов и титаномагнетитовых руд из расслоенных интрузий Кусинско-Копанского комплекса (Южный Урал) // Докл. АН. 2010. Т. 432, № 2. С. 131–134.
33. *Холоднов В.В., Феритатер Г.Б., Шардакова Г.Ю. и др.* Гранитоидный магматизм зоны сочленения Урала и Восточно-Европейской платформы (Южный Урал) // Литосфера. 2006. № 3. С. 3–28.
34. *Холоднов В.В., Шагалов Е.С.* Верхний и нижний возрастные рубежи среднерифейских рудоносных (Ti-Fe-V) интрузий кусинско-копанского комплекса на Южном Урале: U-Pb датирование цирконов Медведовского месторождения // Докл. АН. 2012. Т. 446, № 4. С. 432–437.
35. *Шардакова Г.Ю.* Новые данные о палеозойском возрасте гранитоидов Киалимского массива (с-в часть Башкирского мегантиклинория) // Литосфера. 2012. № 6. С. 100–105.
36. *Шардакова Г.Ю., Крупенин М.Т.* Гранитоиды и базиты семирятского комплекса (Ю. Урал): возраст, петрогеохимические особенности, геодинамическая позиция // Литосфера. 2008. № 4. С. 48–62.
37. *Шардакова Г.Ю., Ронкин Ю.Л., Крупенин М.Т., Холоднов В.В.* Гранитоидный магматизм северо-восточной части Башкирского мегантиклинория как свидетельство влияния Уральского орогена на процессы гранитообразования в зоне сочленения с Русской платформой // Структурно-вещественные комплексы и проблемы геодинамики докембрия: мат-лы III чтений памяти С.Н. Иванова. Екатеринбург: ИГГ УрО РАН, 2008. С. 48–52.
38. *Шардакова Г.Ю., Шагалов Е.С., Середа М.С.* Геохимические различия гранитоидов Таганайско-Иремельского антиклинория (Центрально-Уральская мегазона) // Докл. АН. 2007. Т. 413, № 4. С. 545–549.
39. *Шишкин М.А., Астанов А.П., Кабатов В.Н.* Государственная геологическая карта РФ 1 : 1000000 (третье поколение). Урал. сер. Лист Q-41 (Воркута). Объяснит. записка. СПб.: Изд-во СПб-картофабрики ВСЕГЕИ, 2005.
40. *Шишкин М.А., Малых И.М., Матуков Д.И., Сергеев С.А.* // Геология и минеральные ресурсы европейского северо-востока России: мат-лы XIV Геологического съезда Республики Коми. Т. 2. Сыктывкар: Геопринт, 2004. С. 148–150.
41. *Ernst R.E., Pease V., Puchkov V.N. et al.* Geochemical characterization of Precambrian magmatic suites of the Southeastern margin of the East European Craton, Southern Urals, Russia // Геологический сборник. 2006. № 5. Уфа: ИГ БНЦ РАН. С. 119–161.
42. *Krasnobaev A.A., Popov V.S., Belyatsky V.B.* Zirconology of nepheline syenites of Berdyaush pluton (Southern Urals) // Doklady Earth Science. 2011. V. 436, № 3. P. 377–380.
43. *Kuznetsov N.B., Natapov L.M., Belousova E.A. et al.* Geochronological, geochemical and isotopic study of detrital zircon suites from late Neoproterozoic clastic strata along the NE margin of the East European Craton: Implications for plate tectonic models // Gondwana Research. 2010. 17 (2–3). P. 583–601.
44. *Pease V., Dovzikova E., Belyakova L., Gee D.G.* Late Neoproterozoic granitoid magmatism in the Pechora Basin basement to, NW Russia: geochemical constraints indicate westward subduction beneath EN Baltica // The Neoproterozoic Timanide Orogen of Eastern Baltica. London: Geological Society, 2004. P. 75–85.
45. *Scarrow J.H., Pease V., Fleutelot C., Dushin V.* The late Neoproterozoic Enganepe ophiolite, Polar Urals, Russia: An extension of the Cadomian arc? // Precambrian Research. 2001. № 110. P. 255–275.
46. *The Neoproterozoic Timanide Orogen of Eastern Baltica / Gee D.J., Pease V.L. (Eds).* Geological Society. V. 30. L.: Memoirs, 2004. 248 p.
47. *Torsvik T.H., Rehnstrom E.F.* Cambrian palaeomagnetic data from Baltica: Implications for true polar wander and Cambrian palaeogeography // Journal of the Geological Society. London, 2001. P. 897–900.
48. *Walderhaug H.J., Torsvik T.H., Halvorsen I.* The Egersund dykes (SW Norway): a robust Early Ediacarian (Vendian) palaeomagnetic pole from Baltica // Geophys. J. Int. 2007. V. 168. P. 935–948.