

## НОВЫЕ ДАННЫЕ ПО СТРОЕНИЮ И ВОЗРАСТУ НЕКРАСОВСКОГО ГАББРО-ДИОРИТ-ГРАНИТОИДНОГО МАССИВА (ВОСТОЧНЫЙ СКЛОН СРЕДНЕГО УРАЛА)

© 2016 г. И. И. Казаков\*, Ю. Л. Ронкин, В. Н. Смирнов, А. Гердес\*\*, А. С. Фауст\*

При проведении работ по геологическому доизучению масштаба 1 : 200 000 (ГДП-200) территории листа О-41-XXVI<sup>1</sup> получены новые материалы по составу и возрасту пород некрасовского габбро-диорит-гранитоидного массива. Согласно принятому в настоящее время структурно-формационному районированию этот массив расположен в пределах Сосьвинско-Теченской подзоны Алапаевско-Адамовской СФЗ Восточно-Уральской мегазоны (восточная окраина Среднего Урала) и является петротипом одноименного габбро-диорит-гранитового комплекса [2].

Массив имеет субизометричную форму, его площадь на современном эрозионном срезе составляет около 60 км<sup>2</sup>. Коренные выходы пород в пределах массива крайне редки, и его изучение выполнялось преимущественно по керну картировочных скважин, пробуренных в ходе ГДП-50<sup>2</sup> (северо-восточная часть массива) и ГДП-200. В рамках ГДП-200 в 2013 г. был пройден профиль скважин 6–10 в западной части массива. Контакты массива имеют сложную морфологию с многочисленными апофизами во вмещающие породы. Характерна кольцевая система трещин, подчеркивающая изометричную форму массива. По данным гравиметрии западный контакт погружается до глубины 4 км. Восточный и северо-восточный контакты погружаются в сторону от массива более полого<sup>2</sup>. Вмещающие вулканогенные и субвулканические образования маминской толщи вблизи массива интенсивно ороговикованы. Внутреннее строе-

ние массива характеризуется сложным чередованием разных по составу пород (участками напоминающее концентрически зональное).

Массив сложен широким спектром пород: амфиболовыми габбро ( $vC_1nk_1$ ), диоритами ( $\delta$ ), габбродиоритами ( $v\delta$ ), кварцевыми диоритами ( $q\delta C_1nk_2$ ), гранитами и гранодиоритами ( $\gamma C_1nk_3$ ). Габброиды были включены в состав комплекса по результатам ГДП-200. Преобладающими типами пород являются габбродиориты, диориты и граниты. Амфиболовое среднезернистое габбро фиксируется в поле силы тяжести положительной локальной аномалией. Петрографически это массивная полнокристаллическая интрузивная порода с габброофитовой структурой с элементами пойкилофитовой; состоит из преобладающего плагиоклаза (65–70%) и подчиненного амфибола (30%) с пойкилитовыми вросками клинопироксена. Отмечаются единичные зерна ортопироксена (?). Петрохимические характеристики соответствуют нормальному габбро. Амфиболизированные кварцсодержащие габбродиориты, диориты и кварцевые диориты изучались в ряде обнажений и в керне скважин картировочного бурения на Некрасовском участке (скв. 6–10). Основными пороодообразующими минералами являются роговая обманка с реликтами клинопироксена (10–40%), частично сосюритизированный плагиоклаз (50–80%), кварц (до 10%). Породы различаются большей частью по соотношению основных пороодообразующих минералов. Контакты между разновидностями изучены недостаточно. В скважинах 7–9 в массивных среднезернистых габбродиоритах и диоритах отмечаются маломощные жильные тела мелкозернистых, часто порфирированных, кварцевых диоритов, диоритов и микрогаббро с резкими неровными границами.

Граниты и встречающиеся в небольшом количестве гранодиориты развиты фрагментарно в восточной части Некрасовского массива. Граниты состоят в основном из кварца, калиевого полевого шпата и плагиоклаза примерно в равных количествах. В гранодиоритах преобладает плагиоклаз (60–65%), кварц и калиевый полевой шпат в подчи-

<sup>1</sup> Отчет о результатах работ по объекту “ГДП-200 листа О-41-XXVI (Адуйская площадь)” за 2012–2014 гг. (Государственный контракт № 3/12 от 19 марта 2012 г.) // И.И. Казаков, Е.В. Стороженко, И.Н. Харитонов и др. ТФГИ по УрФО. Инв. № 46286.

<sup>2</sup> Геологическая съемка и геологическое доизучение масштаба 1 : 50 000 групповым методом Рефтинской площади. Листы О-41-88-В (ю.-в. четв.), О-41-88-Г (ю.-з. четв.), О-41-100-А, Б, В, Г; О-41-112-А, Б, В, Г (сев. пол.). Отчет Рефтинской геологосъемочной партии за 1973–1978 гг. // В.П. Олерский, А.А. Машаров, Т.Г. Грабжева и др. Свердловск, 1978. ТФГИ по УрФО.

\* ОАО “Уральская Геологосъемочная Экспедиция”, Екатеринбург.

\*\* Университет имени Иоганна Вольфганга Гёте, г. Франкфурт-на-Майне, Германия.

**Таблица 1.** Результаты U-Pb изотопно-геохронологического датирования циркона из пород некрасовского комплекса

№ пробы	Массив, порода	U-Pb конкордантный возраст
3174*	Некрасовский массив, габбро	329.7 ± 3.6 млн лет, СКВО <sub>C+E</sub> = 1.9, n = 13, что соответствует визейскому ярусу раннего карбона
C172/24.6-26.2**	Некрасовский массив, кварцевый диорит	320 ± 6 млн лет, СКВО <sub>C+E</sub> = 1.6, n = 20, что соответствует серпуховскому ярусу раннего карбона
3200*	Некрасовский массив, лейкогранит аплитовидный	326.3 ± 2.7 млн лет, СКВО <sub>C+E</sub> = 1.2, n = 25, что соответствует серпуховскому ярусу раннего карбона

Примечание. Монофракции циркона выделены: \* в ОАО УГСЭ, \*\* В.Н. Смирновым (ИГГ УрО РАН). СКВО – средний квадрат взвешенных отношений, C – “concordance”, E – “equivalence”, n – количество фигуративных точек на графике с конкордией.

ненном положении (по 10–30%). Отмечается биотит в количестве до 5%. Породы большей частью массивные, реже – порфириовидные. Иногда отмечаются аплитовидные разности (обн. 3200).

Взаимоотношения габбро с габбродиоритами и диоритами нигде не наблюдались. Контакты между габбродиоритами, диоритами и кварцевыми диоритами резкие, рвущие, но без зон закалки. Жильные образования представлены дайками микрогаббро, диоритовых порфиринов, гранит-порфиринов, аплитов и пегматитов.

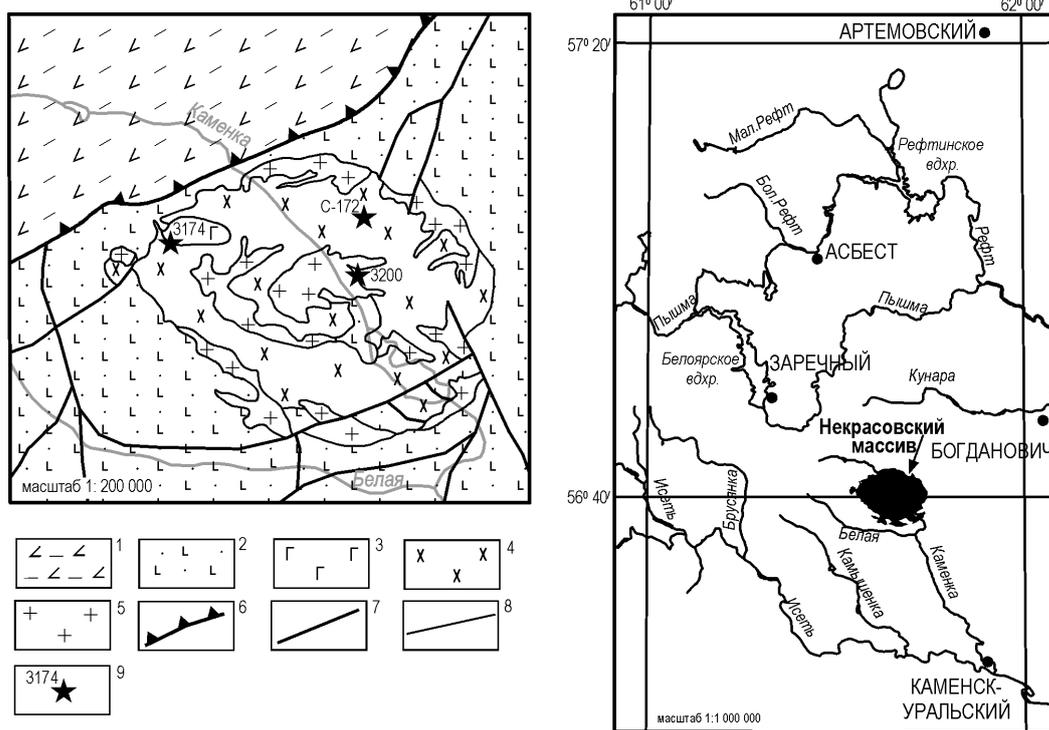
Ранее изотопно-геохронологические данные по породам некрасовского комплекса ограничивались определением возраста циркона из кварцевого диорита (скв. 172)  $352 \pm 12$  млн лет [3]  $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$  “stepwise evaporation” методом [5], суть которого заключается в измерении изотопного состава свинца из циркона, непосредственно нанесенного на ленту источника ионов термоионного масс-спектрометра. На этом принципе основано несколько модификаций метода. В разновидности “термоионной эмиссии” масс-спектрометрические измерения изотопного состава свинца проводятся при относительно высоких (>1500°C) температурах, после предполагаемого “выжигания” обыкновенного свинца. В “термоизохронном” варианте ионные токи свинца регистрируют в более широком диапазоне температур, что позволяет получить так называемый температурно-временной спектр изотопных отношений свинца, при нанесении которых на график в координатах  $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ – $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$  часто наблюдаются линейные тренды соответствующих экспериментальных точек, рассматриваемые как изохронные зависимости. Ввиду явной неоднозначности датирования по отношению  $^{207}\text{Pb}_{\text{рад}}/^{206}\text{Pb}_{\text{рад}}$  автором [5] был реализован учет коррелированных в ходе масс-спектрометрического анализа циркона отношений  $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$  и  $^{208}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ . Однако в любом случае все геохронологические расчеты и соответствующие графические построения в рассматриваемых вариантах так или иначе сводятся к вычислению возраста по отношению радиогенного свинца  $^{207}\text{Pb}_{\text{рад}}/^{206}\text{Pb}_{\text{рад}}$  без учета отношений распространенностей изотопов свинца к  $^{235}\text{U}$  и  $^{238}\text{U}$ , что в конечном счете и является “ахиллесовой пятой”, поскольку в практике геохронологических изыска-

ний достаточно редко можно обнаружить относительно гомогенный в возрастном отношении циркон, в связи с чем в свое время в отечественной печати была опубликована статья коллектива ведущих специалистов в области изотопной геологии [4], констатирующая неприемлемость применения описанного метода для решения геохронологических проблем, что и послужило мотивацией для настоящей работы.

Для U-Pb LA ICP-MS датирования был выделен циркон из трех образцов: габбро, кварцевого диорита, лейкогранита Некрасовского массива. Циркон габбро массива представлен идиоморфными кристаллами и их обломками размером до  $300 \times 130$  мкм. Для циркона и его обломков из кварцевого диорита характерна длиннопризматическая (до 700 мкм) форма с четко проявленной зональностью. Циркон аплитовидного лейкогранита в первом приближении представляет собой микс описанных индивидов.

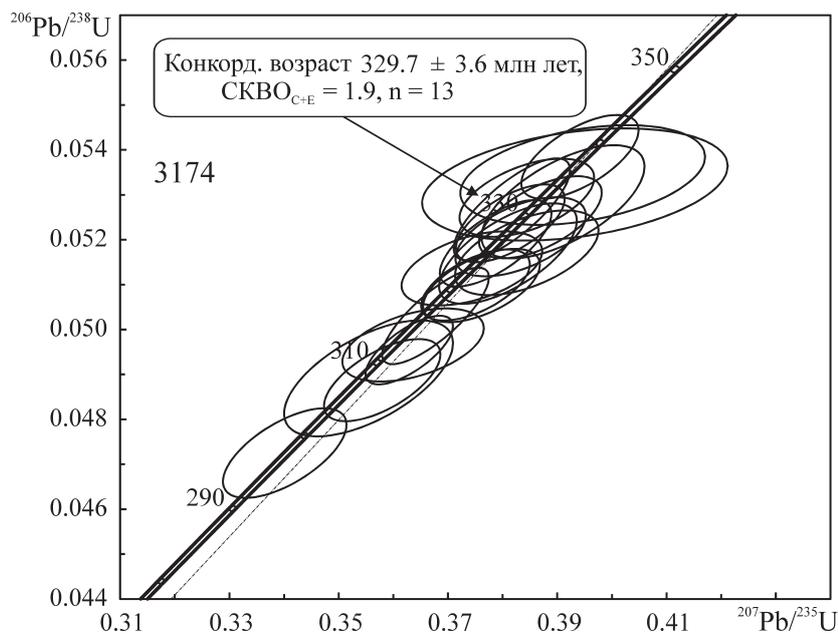
Аналитические процедуры проводились в Институте наук о Земле Университета Йоганна Вольфганга Гёте (г. Франкфурт-на-Майне, ФРГ), с использованием секторного масс-спектрометра ICP-MS Element2, интегрированного с лазерной установкой New Wave UP213 по методике, описанной в работе [1]. Обработка полученных U-Pb данных с помощью программы Isoplot/Ex [6] и учетом минералогических особенностей выявила наличие следующих возрастов (табл. 1, рис. 1–3).

Таким образом, выполненное нами U-Pb LA ICP-MS датирование циркона некрасовского комплекса, основанное на статистически значительном объеме экспериментальных данных, – циркона из трех образцов (общее количество исследованных кристаллов 58), входящего в состав Сосьвинско-Теченской подзоны Алапаевско-Адамовской СФЗ Восточно-Уральской мегазоны, выявило величины, отвечающие визейскому-серпуховскому ярусам нижнего отдела каменноугольной системы палеозоя, значительно отличающиеся от ранее опубликованных [3]. Соответственно, геологические выводы, основанные на результатах  $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$  “stepwise evaporation” датирования в работе [3], представляются невалидными.



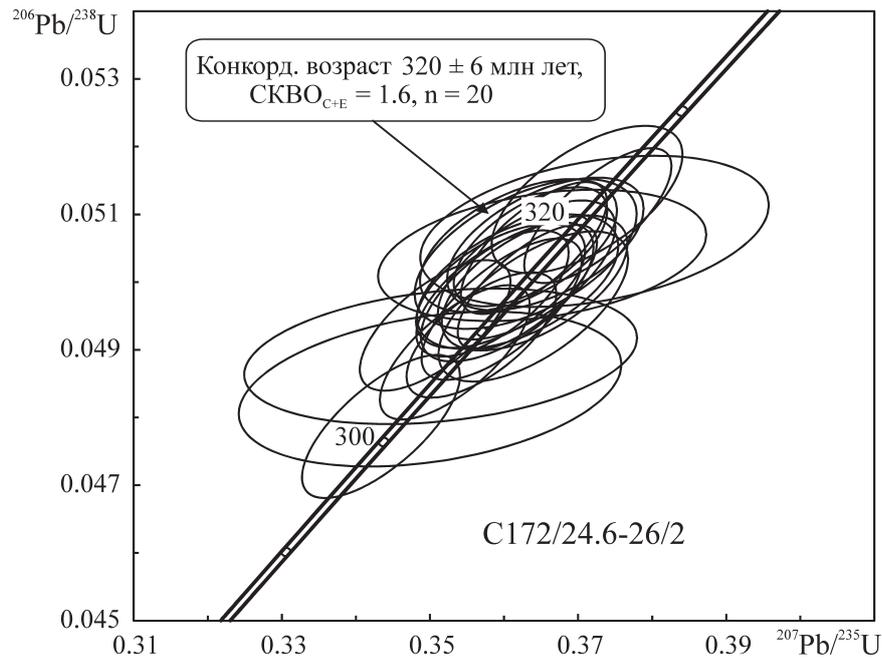
**Рис. 1.** Геологическая карта Некрасовского массива с точками отбора проб для изотопно-геохронологических исследований.

1 – позднеордовикские метаморфизованные вулканогенно-осадочные образования белоярской толщи – metabазальты, амфиболиты, апобазальтовые зеленые сланцы, реже кварциты, углеродисто-кварцевые, хлорит-серицит-кварцевые парасланцы; субвулканические образования – метадолериты, метадациты и метариолиты; 2 – средне-позднедевонские вулканогенно-осадочные образования маминской толщи – лавы пироксен-плагиофировых, редко афировых базальтов и андезитбазальтов, их туфы с горизонтами туфопесчаников, туфитов, глинисто-кремнистых, кремнистых, углеродисто-кремнистых пород; 3–5 – породы Некрасовского массива – 3 – габбро, 4 – диориты, габбродиориты, кварцевые диориты и тоналиты, 5 – граниты, гранодиориты; 6 – Измодеповский шарьяж; 7 – тектонические нарушения; 8 – границы между образованиями разных фаз некрасовского комплекса; 9 – места отбора проб на абсолютный возраст.

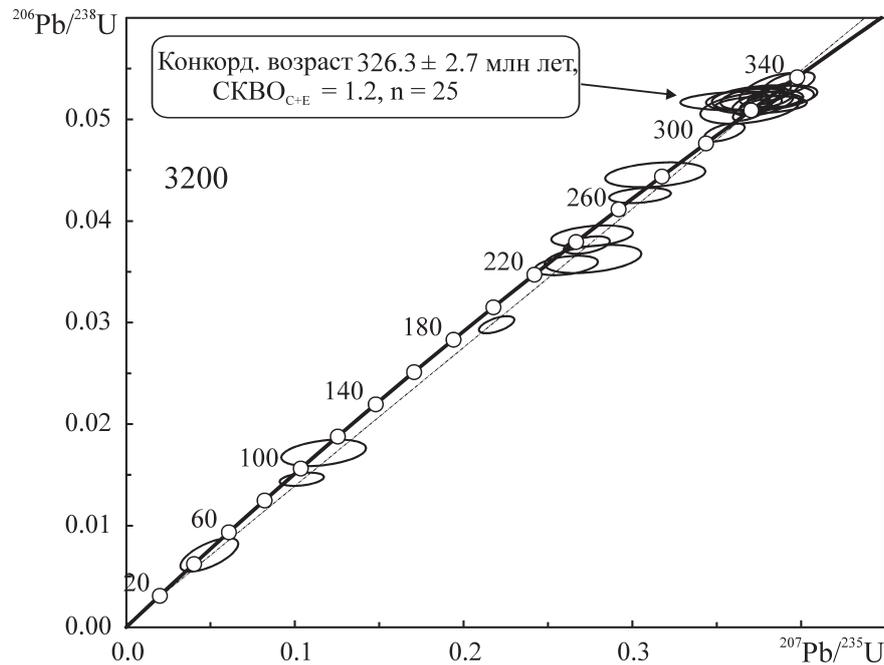


**Рис. 2.** График с конкордией для циркона из габбро (обр. 3174) Некрасовского массива.

СКВО – средний квадрат взвешенных отношений, С – “concordance”, Е – “equivalence”, n – количество фигуративных точек, используемое в расчетах.



**Рис. 3.** График с конкордией для циркона из кварцевого диорита (обр. C172/24.6-26.2) Некрасовского массива. СКВО – средний квадрат взвешенных отношений; С – “concordance”; Е – “equivalence”; n – количество фигуративных точек, используемое в расчетах.



**Рис. 4.** График с конкордией для циркона из лейкогранита (обр. C-1035/337) Некрасовского массива.

СКВО – средний квадрат взвешенных отношений; С – “concordance”; Е – “equivalence”; n – количество фигуративных точек, используемое в расчетах.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гердес А., Зех А., Ронкин Ю.Л. U–Pb и Lu–Hf LA-ICP-MS датирование циркона из рудных месторожде-

- ний // Колчеданные месторождения – геология, поиски, добыча и переработка руд: мат-лы Всерос. науч. конф. Екатеринбург: ИГГ УрО РАН, 2013. С. 192–195.
2. Петров Г.А., Жиганов А.А., Стефановский В.В., Ша-

- лагинов В.В., Петрова Т.А., Овчинников Р.А., Гертман Т.А.* Государственная геологическая карта Российской Федерации. Масштаб 1 : 1 000 000 (третье поколение). Серия Уральская. Лист О-41 – Екатеринбург. СПб.: Картфабрика ВСЕГЕИ, 2011.
3. *Феритатер Г.Б., Краснобаев А.А., Бородин Н.С.* Фаменский (365–355 млн лет) магматизм Уральского эпокееанического орогена: новые данные по эволюции, геохимии, изотопии // Литосфера. 2011. № 2. С. 53–67.
  4. *Чернышев И.В., Левченко О.А., Бибикина Е.В., Бартицкий Е.Н., Шуколюков Ю.А.* Анализ возможностей и ограничений “термоионного” и “термоизохронного” методов изотопного датирования // Изв. Сер. геол. 1989. № 3. С. 3–16.
  5. *Kober B.* Whole-grain evaporation for  $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$  age-investigations on single zircons using a double-filament thermal ion source // Contrib. Mineral. Petrol. 1986. V. 93. No. 4. P. 482–490.
  6. *Ludwig K.R.* User’s Manual for Isoplot/Ex, Version 3.6, A geochronological toolkit for Microsoft Excel // Berkeley Geochronology Center Special Publication. 2008. V. 4. P. 77.