

И. И. ГОЛУБЕВА, А. С. ШУЙСКИЙ (ИГ ФИЦ Коми НЦ УрО РАН),
А. В. ТРАВИН (ИГМ СО РАН), В. Б. ХУБАНОВ (ГИН СО РАН)

Новые возрастные данные Гердизского массива (Полярный Урал)

Гердизский массив на Полярном Урале в свое время был выделен как «автохтонный гранит-плутон» ордовикского возраста, образованный за счет просачивания гранитного материала в докембрийские сланцы. В настоящий момент на государственных картах нового поколения Гердизский массив сохраняет свои морфологические особенности, но с совершенно другими, порой противоречивыми интерпретациями его геологии. Новые геологические данные свидетельствуют об искусственном выделении массива, объединяющего породы разного происхождения и возраста. В Гердизский массив были объединены интенсивно дислоцированные (катаклазированные) метасоматизированные породы ханмейхойской свиты и гранитный щелочной массив А-типа.

Ключевые слова: Гердизский массив, Полярный Урал, катаклаз, окварцевание, фельдшпатизация, возраст, генезис

I. I. GOLUBEVA, A. S. SHUYSKIY (IG FRC Komi SC UB RAS),
A. V. TRAVIN (IGM SB RAS), V. B. KHUBANOV (GIN SB RAS)

New age data for the Gerdiz Massif (Polar Urals)

The Gerdiz massif in the Polar Urals was identified as an autochthonous granite-pluton of the Ordovician age, formed by seepage of Precambrian schists by granitic material. On state maps of the new generation, the Gerdiz massif retains its morphological features, but with conflicting interpretations of its geology. New geological data testify to the artificial allocation of a massif that combines rocks of different origin and age. Intensely dislocated (cataclased) metasomatized rocks of the Khanmeikhoi Formation and an A-type alkaline granite massif were combined into the Gerdiz massif.

Keywords: Gerdiz massif, Polar Urals, cataclasis, silicification, feldspathization, age, genesis

Для цитирования: Голубева И. И. Новые возрастные данные Гердизского массива (Полярный Урал) / И. И. Голубева, А. С. Шуйский, А. В. Травин, В. Б. Хубанов // Региональная геология и металлогения. — 2022. — № 92. — С. 50–63. DOI: 10.52349/0869-7892_2022_92_50-63

Введение. На Полярном Урале в пределах Харбейско-Марункеуской структурно-формационной зоны байкалид (Центрально-Уральская мегазона) широко распространены разновозрастные гнейсо-граниты, представленные вытянутыми согласными с коллизионными структурами пластообразными телами длиной 5–13 км и мощностью 200–2000 м и залегающими в толще разной степени метаморфизованных вулканогенно-осадочных пород доордовикского возраста. Наибольшее внимание привлекает так называемый Гердизский массив, выделенный В. Н. Охотниковым (1985 г.) как «гранитоидно-амфиболовый инъекционный комплекс» ордовикского возраста [10], так как в научных публикациях последних лет и легендах современных Государственных геологических карт [4; 6; 8; 7; 15; 20] данный геологический объект трактуется с разных взаимоисключающих точек зрения. В районе самой возвышенной части гряды Гердиз на Полярном Урале в состав Гердизского массива (комплекса) В. Н. Охотников объединил в свое время ряд пластообразных согласных тел гранодиоритового и гранитного составов (рис. 1, а, в).

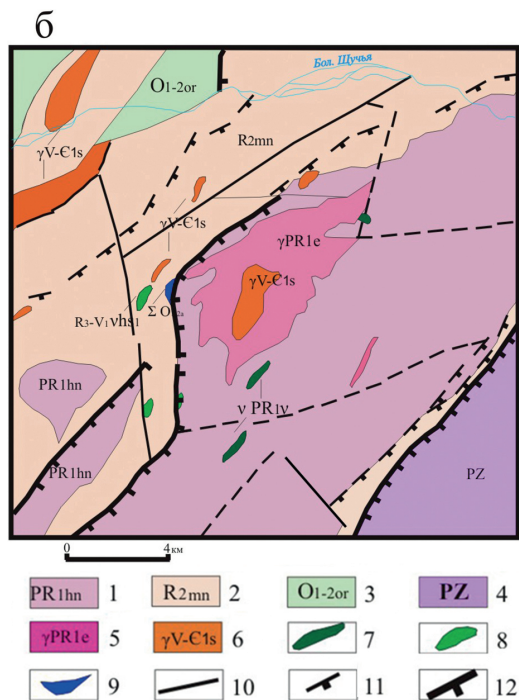
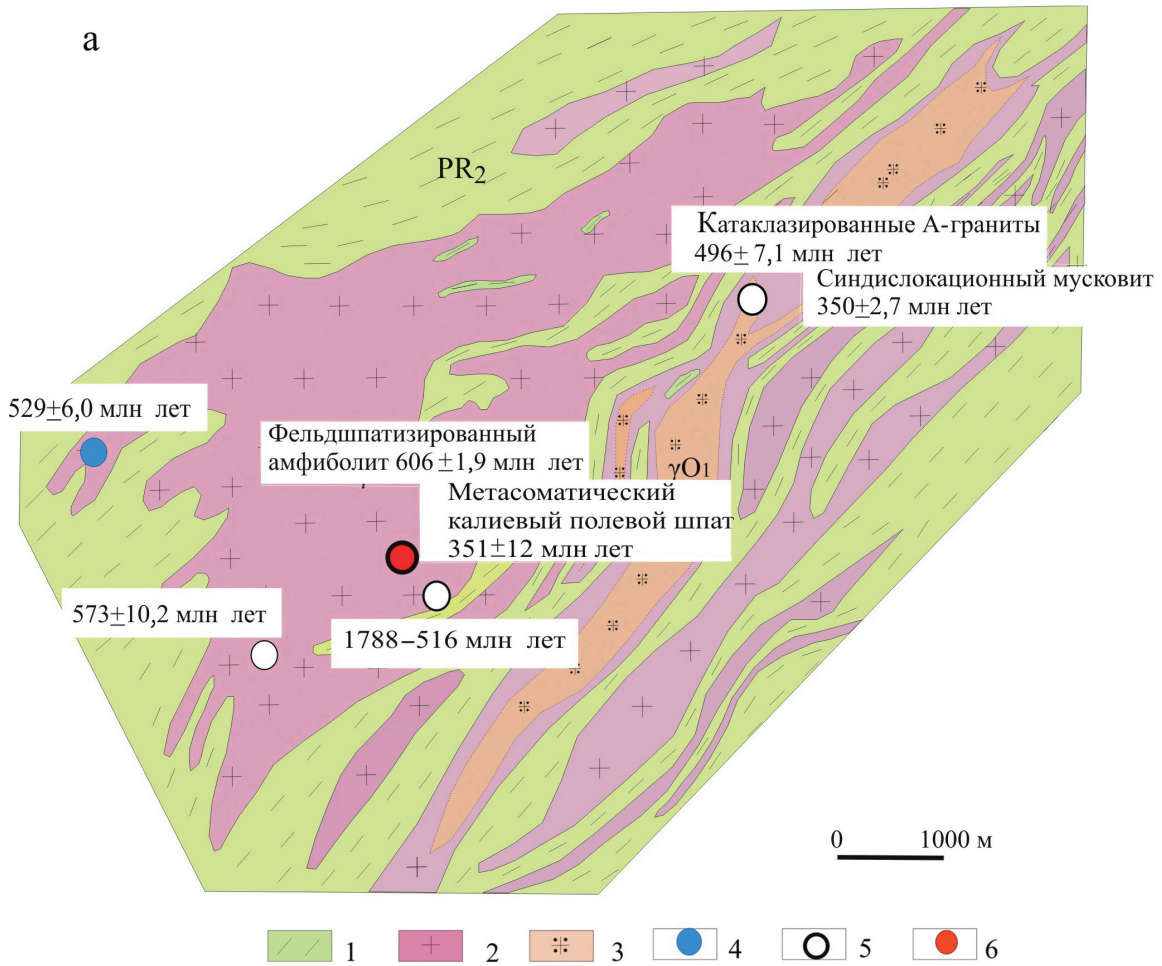
Многочисленные тела массива протяженностью от 1,0–2,0 до 2,0–3,0 км и мощностью от 10–15 до 200–300 м сложены, по определению В. Н. Охотникова, гнейсовидными мелкозернистыми гранитами, гранодиоритами, кварцевыми диоритами, микроклиновыми гранитами, микроклинизованными гнейсо-гранитами. Контакты тел, как правило, не имеют четких границ. По предположению В. Н. Охотникова, пестрые по составу породы отдельных тел или жил, слагающих массив, образовались за счет просачивания гранитного расплава в межплоскостное пространство вмещающих сланцев. В результате образуется целый ряд «гибридных» пород в виде согласных тел, гнейсовидная структура которых наследуется от вмещающих сланцев. За счет сочетания внедренного гранитного материала и «магматического замещения» сланцев образуется целый ряд пород, объединенных общим генезисом и возрастом. Гнейсовидные породы гранитоидного облика В. Н. Охотников объединил в автохтонный мигматит-плутон, названный Гердизским массивом, в виде вытянутого тела, до 15 км в северо-восточном направлении согласно общему простиранию

складчатых структур, с резким расширением его южного окончания (до 6 км) и расщеплением в виде апофиз. Гранитоиды Гердизского массива, по мнению этого исследователя, имеют раннеордовикский возраст, так как они интродуцируют и метаморфизуют доордовикские толщи, при этом галька этих же гранитоидов отсутствует в нижнеордовикских конгломератах. С тех пор Гердизский массив с заданной В. Н. Охотниковым морфологией фигурирует на всех Государственных разномасштабных геологических картах последних поколений, но с радикально противоположными интерпретациями его формирования и возраста. Например, согласно Легенде Государственной геологической карты Российской Федерации масштаба 1 : 200 000 (листы Q-42-I, II) [4; 6; 15] Гердизский массив имеет полихронное строение и сложен двумя разновозрастными плутоническими магматическими комплексами: евьюганским мигматит-плагиогранитовым ($m\gamma PR_{1e}$) и сядатаяхинским гранитовым ($\gamma V-C_{1s}$) (рис. 1, б). Раннепротерозойский возраст пород мигматит-плагиогранитового комплекса, входящего в состав Гердизского массива, был обоснован тем, что идентичные породы, расположенные в южной части Харбейско-Марункеуской структурно-формационной зоны, имеют возраст 1,73–2,22 млрд лет. Выделенные В. Н. Охотниковым микроклинизированные гнейсо-граниты в центральной части Гердизского массива, были отнесены к сядатаяхинскому комплексу на основании петрохимической общности с щелочными гранитами Сядатаяхинской интрузии венд-раннекембрийского возраста. На государственной геологической карте (третьего поколения) масштаба 1 : 1 000 000 Q-42 характерные контуры Гердизского массива, заданные В. Н. Охотниковым, сохранены, но на основании новых изотопных датировок и геологических наблюдений, все породы были объединены в докембрийский евьюганский комплекс (γV_2-C_{2e}) [7].

Объект и методы исследования. Объектами исследования послужили окварцованные и калишпатизированные гнейсы и амфиболиты ханмехойской свиты докембрийского возраста, подвергшиеся динамометаморфизму. Породы совместно с катаклазированными щелочными гранитами были включены в Гердизский массив и интерпретировались как автохтонный мигматит-плутон. Для выяснения геологии данного необычного объекта проводилось изучение петрографических особенностей пород в лаборатории петрографии ИГ Коми НЦ УрО РАН (оптический микроскоп OLYMPUS BX 51). Были исследованы изотопно-геохронологические датировки монофракций цирконов и метасоматического калиевого полевого шпата, отобранные из одного и того же штуфа дислоцированного фельдшпатизированного амфиболита. Определение U-Pb изотопного возраста цирконов проведено с помощью лазерной абляции UP-213 (NewWave Research) и одноколлекторного магнитно-сек-

торного масс-спектрометра с индуктивно-связанной плазмой Element XR (Thermo Science) (LA-ICP-MS метод) в ЦКП «Геоспектр» ГИН СО РАН (г. Улан-Удэ). Методика измерения, обработка масс-спектрометрического сигнала, расчет изотопных отношений и возраста изложены в работе В. Б. Хубанова и др. (2016 г.). Монофракция калиевого полевого шпата из фельдшпатизированного амфиболита была выделена по стандартной методике. $^{40}Ar/^{39}Ar$ датирование монофракции выполнено в ИГМ СО РАН методом ступенчатого нагрева по методике, изложенной в работе А. В. Травина, Д. С. Юдина, А. Г. Владимирова и др. (2009 г.). Элементный состав датированных фельдшпатизированных амфиболитов определялся методом ICP-MS на квадрупольном масс-спектрометре ELAN 9000 (PerkinElmer Instruments) в ИГГ УрО РАН (г. Екатеринбург).

Катаклазированные А-граниты Гердизского массива. Проблема осмысления геологии Гердизского массива состоит, по нашему мнению, в его искусственном выделении в виде геологического объекта в целом и как «мигматит-плутон» в частности. В. Н. Охотников, объединяя породы совершенно разного происхождения и возраста в виде своеобразного «автохтонного плутона», не подозревал, что дал геологам будущих поколений непростой «геологический ребус». Ранее в 1960–1970-х годах в районе участка горы Гердъиз на геологических картах первого поколения были закартированы пластовые гранитные интрузии ордовикского возраста, пространственно ассоциирующие с мигматитовыми полями, расположенными в нижнепротерозойской сланцевой раме [5]. Позже при выделении Гердизского массива в данном районе В. Н. Охотников в его центральной части закартировал наиболее лейкократовые породы, представленные как автохтонные калишпатизированные породы ордовика, образованные за счет «магматического замещения» докембрийских сланцев гранитным расплавом (рис. 1, а). Современными геологами данные породы интерпретируются как интрузивные щелочные граниты сядатаяхинского комплекса ($\gamma V-C_{1s}$) [4; 6; 15] в одном случае и автохтонными гнейсо-гранитами евьюганского комплекса (γV_2-C_{2e}) – в другом [7]. Исследования гранитов, относимых к ордовикским автохтонным калишпатизированным гранитам, по В. Н. Охотникову, или к щелочным интрузивным гранитам сядатаяхинского комплекса венд-позднекембрийского возраста показали, что они являются интрузивными породами с возрастным значением 496 ± 7 млн лет, полученным методом датирования цирконов на микрозонде SHRIMP RG [16; 21] (рис. 1, а; 2). Гнейсограниты в результате воздействия тектонических деформаций имеют полосчатую, линзовидно-полосчатую текстуру, обусловленные чередованием слюдистых и кварц-полевошпатовых слоев (рис. 3, а, б). Калиевый полевой шпат (20–30 % объема породы) характеризуется самыми крупными разме-



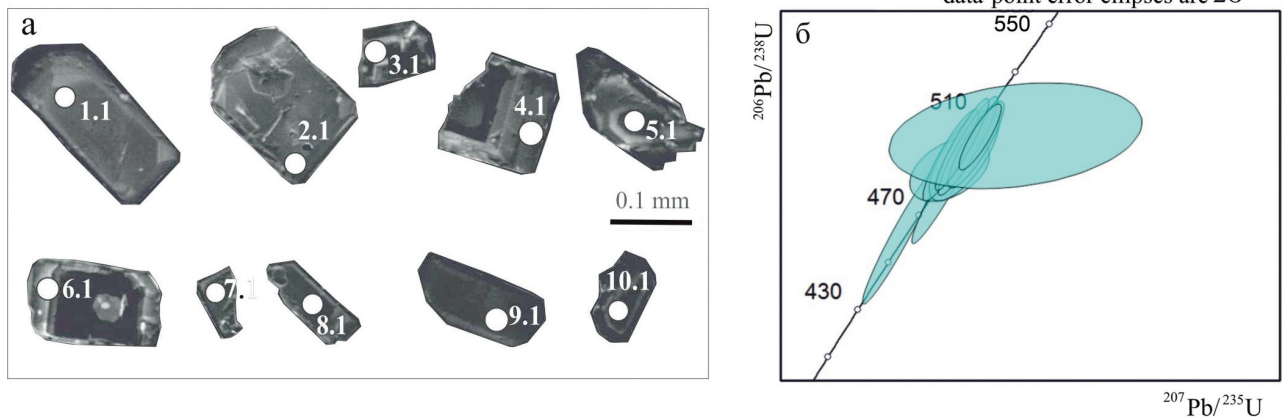


Рис. 2. Возрастные данные катаклазированных А-гранитов Гердизского массива [21]

a – катодолуминесцентные изображения цирконов из А-гранитов Гердизского массива с номерами датирования зерен и аналитических кратеров; *б* – U-Pb диаграмма с конкордией для цирконов. Координаты точек – центры эллипсов погрешностей (2σ). Конкордатный возраст для когерентной группы из 10 определений – 496 ± 7 млн лет

рами 4–6 мм с хорошо выраженными простыми двойниками, микроклиновой решеткой и перлитами замещения. Минерал представлен в основном в виде обломков ромбоидальной или треугольной форм (рис. 3, *в*). В начальной стадии хрупкой деформации идиоморфные сколы по спайности калиевого полевого шпата сохраняют свои очертания. В условиях тектонического скольжения сколы лишь слегка сдвигаются вдоль расщепления (рис. 3, *з*). Встречаются и округленные формы калиевого полевого шпата, образованные при вращении и истирании остроугольных обломков (рис. 3, *ж*). Обломки полевого шпата в краевых участках нередко подвергаются процессам альбитизации, а в центральной – пелитизации (рис. 3, *е*). Отмечается вторичная генерация калиевого полевого шпата в виде вытянутых зерен, ориентированных согласно тектонической сланцеватости. Вторичный калиевый полевой шпат развивается за счет миграции флюидов в дезинтегрированном граните. Мелкие зерна плагиоклаза (0,4–2,0 мм), представленные альбитом, сохраняют первичные гипидиоморфные таблитчатые формы, тогда как более крупные представители разбиты разветвленной системой трещин на отдельные, слегка растащенные сколы (рис. 3, *д*). Мусковит, развивающийся вдоль трещин расщепления в виде слоев, образует относительно крупные чешуйки до 0,3 мм с при-

знаками пластичной деформации. Кварц практически весь перекристаллизован в мозаичный полигональный агрегат. За счет рекристаллизации кварца с укрупнением зерен образуются вытянутые линзы или жилки, подчеркивающие деформационные директивные текстуры. В участках скопления вторичных минералов – геденбергита, хлорита, стильпномелана и эпидота диагностируются алланит, титанит, гранат, апатит, циркон и магнетит. Гранат по химическому составу соответствует альмандин-гроссуляр-спессартиновому ряду [20]. В трещинах калиевого полевого шпата и в интерстициях породообразующих минералов отмечается мелкозернистый флюорит. Описываемые граниты по петрогеохимическим характеристикам соответствуют субщелочным А-гранитам (рис. 5, *а*) [20]. Граниты характеризуются высокой щелочностью ($\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O} = 8,83\text{--}7,39$ масс. %) с калиевым уклоном ($\text{K}_2\text{O}/\text{Na}_2\text{O} = 0,7\text{--}1,4$), низкими содержаниями CaO (0,4–1,24 масс. %), MgO (0,1–0,51 масс. %), TiO_2 (0,078–0,19 масс. %), FeO + Fe_2O_3 (0,5–2,22 масс. %) и соответствующими индикаторными элементами-примесями (средние значения, г/т) Sr = 33,6; Y = 35,2; Nb = 20,4; Ga = 18,8; Zr = 172,8.

Таким образом, гнейсограниты, относимые В. Н. Охотниковым к ордовикским калишпатизированным автохтонным гранитам, а авторами Государственных геологических карт последних

Рис. 1. Геологические карты и обнажение Гердизского массива

a – схематическая геологическая карта Гердизской интрузии по В. Н. Охотникову (1985 г.) с авторской интерпретацией: 1 – ханмехойская свита (амфиболиты, гнейсы), 2 – катаклазированные метасоматизированные амфиболиты, плагиогнейсы, граниты(?), 3 – катаклазированные граниты, 4 – возрастные данные пород, полученные ВСЕГЕИ [7], 5 – возрастные данные пород, полученные ИГ Коми НЦ УрО РАН [16–19; 21], 6 – новые возрастные данные; *б* – фрагмент схематической геологической карты дочетвертичных образований (Q-42- I, II) (авторы В. А. Душин, О. П. Сердюкова, 2007): 1 – ханмехойская свита (амфиболиты, гнейсы, линзы мраморов), 2 – минисейшорская свита (метабазальты, филлиты, углеродистые сланцы), 3 – орангская свита (филлиты, углеродистые сланцы, толеитовые базальты), 4 – щучинская структурно-формационная зона, 5 – евьюганский (гердизский) комплекс мигматит-плагиогранитовый; *в* – саядатахинский комплекс гранитовый плутонический (алаяскиты, адамелиты), 7 – васькеуский комплекс метагаббро-долеритовый; 8 – васькеуский комплекс плутонический метагаббро-долеритовый гипабиссальный, 9 – харбей-собский (крестовский) комплекс габбро; 10 – разрывные нарушения, 11 – надвиг второстепенный, 12 – надвиг главный; *г* – обнажение лейкократовых пластов катаклазированных метасоматизированных амфиболитов и плагиогнейсов (левый борт р. Няравойхадата)

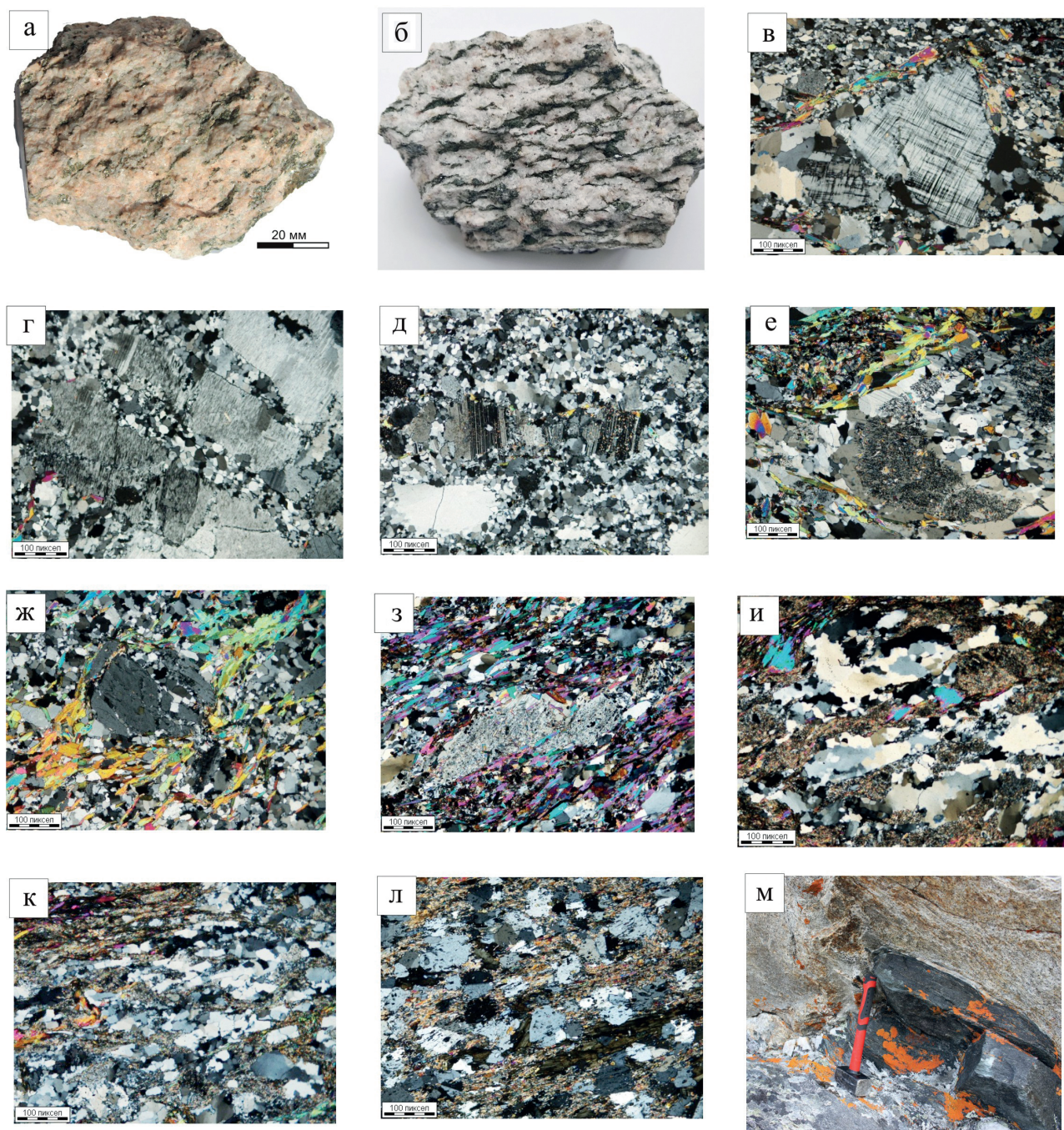


Рис. 3. Петрографические особенности пород Гердизского массива

а – гнейсовидная текстура в катаклазированном щелочном А-граните; *б* – милонитизированный щелочной А-гранит; *в* – остроугольный обломок калиевого полевого шпата в щелочном катаклазированном А-граните; *г* – сколы по спайности калиевого полевого шпата в катаклазированном А-граните; *д* – раздробленный плагиоклаз в катаклазированном А-граните; *е* – линзовидный участок кварц-полевошпатового агрегата, обрамленный слойками мусковитом; *ж* – округленный обломок калиевого полевого шпата; *з* – обломки плагиоклаза в рассланцованном матриксе; *и* – милонитовая полосчатая текстура; *к* – перекристаллизованный кварц в милоните; *л* – альбитизированный амфиболит; *м* – будинаж

поколений к щелочным венд-позднекембрийским гранитам или автохтонным ранневендско-кембрийским, являются интрузивными катаклазированными А-гранитами, генерирующимися в условиях платформенных рифтогенных процессов или коллизионных орогенов. Данные граниты с возрастом 496 ± 7 млн лет (табл. 2; рис. 2, *а, б*) образовались на этапе континентального рифтинга перед раскрытием Палеоуральского океана

на рубеже 520–490 млн лет [2; 11]. В датированном образце гнейсогранитов были проведены также $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ изотопные исследования мусковита с целью получения возраста дислокационного метаморфизма [19]. Возраст кристаллизации мусковита по трещинам тектонического расланцевания гранита имеет значения $350 \pm 2,7$ млн лет и связан с формированием надвиговых уральских структур в условиях коллизии уральского орогена.

Возрастные даты глаукофанового метаморфизма — $347 \pm 2,7$ млн лет и эксгумации эклогитов 360 млн лет на Полярном Урале — косвенно подтверждают время данного геологического события [1; 9; 13].

Разгнейсованные фельдшпатизированные амфиболовые сланцы и плагиогнейсы Гердизского массива. Породы, объединенные В. Н. Охотниковым в Гердизский массив, находятся во фронтальной части Главного Уральского надвига, поэтому были подвергнуты интенсивному тектоническому расланцеванию, сопровождающемуся процессами диафтореза, окварцевания, фельдшпатизации и альбитизации. Действительно, именно на этом участке, как нигде, породы (амфиболиты и плагиогнейсы) ханмехойской свиты претерпели самые масштабные преобразования. В результате сформировались полно-

стью преобразованные породы пестрого состава с гнейсовидными структурами (как и отмечал В. Н. Охотников) залегающие в виде жил или пластов (рис. 1, в). Не исключено, что пластовые тела гнейсовидных лейкократовых кварц-полевошпатовых пород образовались и за счет многочисленных плоскопараллельных отщеплений интрузивного тела А-гранитов (расположенного в центральной части Гердизского массива), смещенных и как бы «затертых» в пластичном гнейсово-сланцевом субстрате вдоль тектонических плоскостей срывов [8]. Породы в таком случае приобретают тонкополосчатые текстуры, а главным породообразующим компонентом становится кварц. Полевые шпаты приобретают округленные очертания или образуют раздробленное крошево, замещенное вторичными минералами. В ханмехойской толще данного района наиболее интенсивно проявились процессы окварцевания с образо-



Рис. 4. Морфология кварцевых жил в амфиболитах ханмехойской свиты

a — катаклазированные прокварцованные участки амфиболитов; *б* — будинированные кварцевые жилки, напоминающие порфиробласты полевого шпата; *в* — мигматитоподобные кварцевые жилки в амфиболите; *г* — пропитанные кварцем амфиболиты, подобно гранитному метатексту в мигматитах

ванием многочисленных кварцевых жил с разной мощностью. Характер морфологии и текстурных особенностей кварцевых жил наглядно демонстрирует длительный непрерывно-прерывистый процесс коллизии. В результате тектонического разгнейсования с сочетанием хрупких и пластичных деформаций кварца наиболее мощные кварцевые жилы приобретают облик лейкократовых гнейсов с типичными линзовидно-полосчатыми текстурами и порфиорократовыми структурами (рис. 4, а). Более тонкие кварцевые жилки будинируются с последующим смещением будин вдоль кливажа расланцевания, что придает прокварцованному гнейсу облик мигматитов или порфиробластических гнейсо-гранитов (рис. 4, б, в). При постепенном локальном пропитывании гидротермальным кварцем амфиболитов образуются кварцевые жилы с сохранившимися реликтами амфиболов, подобные гранитным метатектам с включениями минералов мигматизированного субстрата (рис. 4, з).

Среди лейкократовых пластовых тел наиболее представительной группой пород являются плагиогнейсы. Процессы деформаций и вторичных минеральных изменений по площади распространения пород прошли неравномерно. В одном случае в породе наблюдается только перекристаллизация кварца и развитие вторичного мусковита вдоль плоскостей расланцевания без особых признаков хрупких деформаций минералов. В другом случае при милонитизации альбит дробится в мелкообломочное крошево, растаскивается вдоль плоскостей деформационного сжатия и в ассоциации с хлоритом и эпидотом образует четко выраженные слои, переслаивающиеся с перекристаллизованным кварцем (рис. 3, з, и, к). Порода приобретает типичные милонитовые полосчатые текстуры. Интенсивное окварцевание пород сопровождается полным замещением первичных минералов.

Катакластические очковые текстуры в деформированных плагиогнейсах образуются за счет пластичного оконтуривания слоями мусковита или эпидота округленных пойкилобластов альбита или калиевого полевого шпата. Амфиболиты за счет интенсивной альбитизации (рис. 3, л) и окварцевывания приобретают облик лейкократовых гнейсо-гранитов. Неизменные пласты амфиболитов будинируются и затираются в виде скиалитов в альбитизированном милоните (рис. 3, м).

Катаклазированные фельдшпатизированные амфиболиты ханмехойской свиты, включенные в Гердизский массив (рис. 6, а), нами были исследованы на предмет изотопного возраста для корреляции с амфиболитами таковой свиты за пределами массива, а также для подтверждения синколлизии природы калишпатового порфиробластеза, прошедшего в этих же породах. Для этого были отобраны из одного и того же образца (№ 14 – 2017) цирконы для U-Pb датирования и порфиробласты калиевого полевого шпата для определения возраста его кристаллизации $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ методом. Порода имеет типичную очковую свилеватую деформационную текстуру, обусловленную обтеканием пластичным мусковит-эпидот-амфиболовым агрегатом, вдоль границ крупных, согласных ориентированному тектоническому напряжению гипидиоморфных порфиробластов калиевого полевого шпата и линзовидных «гнезд» новообразованного крупнокристаллического кварца с секториальным погасанием. Калиевый полевой шпат с размерами до $2 \times 3-4$ см образует порфиропойкилобласты с пойкилитовыми включениями серицитизированного альбита. Целостность минерала в породе практически не нарушается. Катаклиз проявляется лишь серией сколовых трещин в полевым шпате, залеченных гранулированным кварцем. В породе отмечаются процессы перекристаллизации, особенно хорошо проявленные в рекристал-

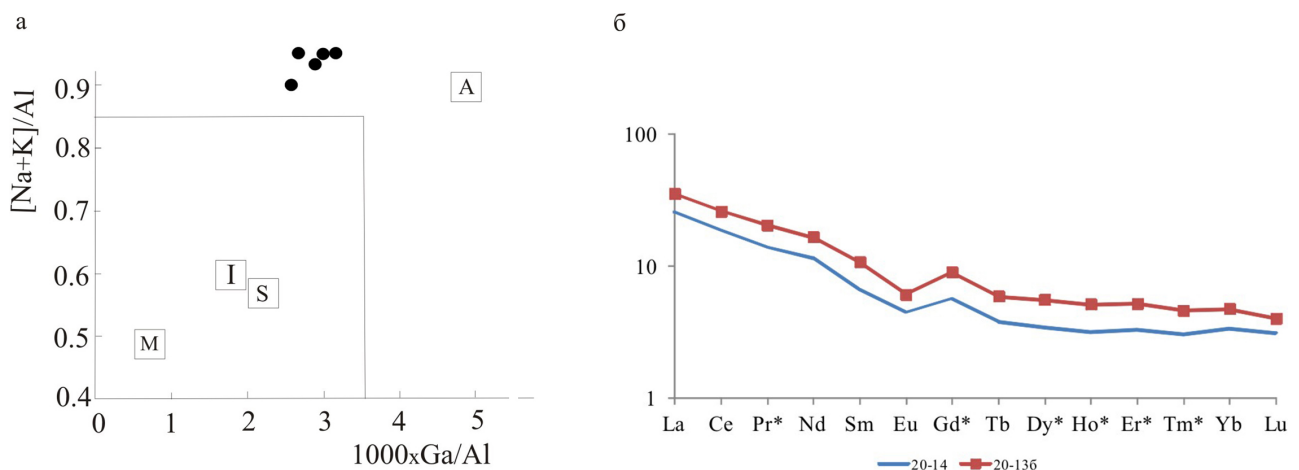


Рис. 5. Петрохимические особенности гранитов и фельдшпатизированных амфиболитов

а – диаграмма Дж. Вейлена [22] для восстановления субстрата выплавления М-, I-, S-, А-гранитов; б – спектры распределения редкоземельных элементов в фельдшпатизированном амфиболите, исследованном на изотопный возраст субстрата и метасоматического калиевого полевого шпата

**Результаты U-Pb датирования цирконов из фельдшпатизированных амфиболитов,
входящих в Гердизский массив (образец 14-2017)**

Номер точки	Изотопные отношения				Rho	Возраст, млн лет						D %
	$\frac{^{207}\text{Pb}}{^{235}\text{Pb}}$	1 σ	$\frac{^{206}\text{Pb}}{^{238}\text{U}}$	1 σ		$\frac{^{206}\text{Pb}}{^{238}\text{U}}$	1 σ	$\frac{^{207}\text{Pb}}{^{235}\text{Pb}}$	1 σ	$\frac{^{207}\text{Pb}}{^{206}\text{Pb}}$	1 σ	
52	0,71	1,3	0,92	0,1	0,59	567	6,15	547,2	7,98	407,1	41,17	-3,5
48	0,77	1,2	0,1	0,1	0,67	597,2	6,27	582,3	7,2	528,5	35,08	-2,5
29	0,66	0,9	0,09	0,1	0,76	530,8	5,33	517,6	5,56	461,9	30,32	-2,5
31	0,66	0,9	0,08	0,1	0,76	527,1	5,32	515,2	5,58	465,3	30,4	-2,2
18	0,75	0,9	0,09	0,1	0,79	580,2	5,68	567,2	5,59	517,4	28,53	-2,2
49	0,76	1,2	0,09	0,1	0,67	588,6	6,19	575,8	7,17	530	35,19	-2,2
2	0,18	0,9	0,09	0,1	0,75	559,1	5,4	550,2	5,63	514,8	29,85	-1,6
39	0,50	0,7	0,08	0,1	0,73	421,3	4,36	414,7	4,98	381,6	32,33	-1,5
13	0,73	0,9	0,09	0,1	0,80	566,9	5,52	558,4	5,48	525,9	28,38	-1,5
19	0,74	0,9	0,10	0,1	0,78	569	5,6	560,5	5,66	528,2	29,18	-1,5
86	0,71	1,7	0,09	0,1	0,45	551,6	6,1	543,4	10,6	513,9	55,8	-1,5
32	0,89	1,3	0,11	0,1	0,71	654,6	6,62	645,1	7,13	615,5	31,94	-1,5
37	0,75	1,2	0,09	0,1	0,65	578,9	6,01	570,6	7,28	540,9	36,77	-1,5
44	0,74	1,2	0,09	0,1	0,65	568,5	5,98	560,9	7,23	534,3	36,59	-1,3
35	0,71	1,5	0,09	0,1	0,48	554,4	5,77	547,2	9,47	520,4	48,72	-1,3
91	0,74	1,4	0,09	0,1	0,55	569,6	5,92	562,9	8,44	540,5	43,64	-1,2
10	0,73	0,8	0,09	0,1	0,83	560,8	5,41	554,8	5,13	532	26,98	-1,1
1	0,73	1,1	0,09	0,1	0,68	565,3	5,54	559,5	6,44	537,2	33,78	-1,0
101	0,78	1,7	0,09	0,1	0,49	591	6,35	586,1	10,21	573,3	50,21	-0,8
85	0,77	1,4	0,09	0,1	0,57	583,1	6,01	578,4	8,26	564,5	41,02	-0,8
3	0,73	0,9	0,09	0,1	0,77	563	5,43	558,5	5,58	541,4	29,48	-0,8
42	0,74	1,1	0,09	0,1	0,69	569,9	5,91	565,5	6,71	552	33,05	-0,8
46	0,75	1,2	0,09	0,1	0,66	571,9	6,01	567,8	7,18	555,7	35,23	-0,7
55	0,75	1,3	0,09	0,1	0,63	571,8	6,17	567,8	7,76	557	37,47	-0,7
15	0,73	0,9	0,09	0,1	0,76	558,2	5,49	554,3	5,78	540,3	30,38	-0,7
11	1,59	2,3	0,18	0,2	0,79	1074,2	10,1	1066,7	8,51	1053,5	26,14	-0,7
75	0,78	1,2	0,001	0,1	0,65	587,5	5,92	583,5	7,17	571,7	35,27	-0,7
54	0,76	1,3	0,001	0,1	0,64	581,3	6,23	577,4	7,62	566,9	36,5	-0,7
41	0,74	1,1	0,001	0,1	0,69	565,1	5,86	562,4	6,69	555,5	33,14	-0,5
43	0,74	1,1	0,001	0,1	0,68	567,1	5,91	565,2	6,84	560,1	33,75	-0,4
83	0,72	1,3	0,001	0,1	0,57	551,5	5,72	549,3	8,06	544,8	41,71	-0,3
50	0,72	1,2	0,001	0,1	0,64	554,2	5,9	552	7,38	547,6	36,97	-0,4
65	0,74	1,0	0,001	0,1	0,70	564	5,64	562,1	6,39	557,4	32,32	-0,3
102	0,88	2,0	0,001	0,1	0,48	640,8	6,9	639,1	11,1	639,1	50,69	-0,2
68	0,70	1,5	0,001	0,1	0,49	542,7	5,62	542,1	9,13	543	47,35	-0,1
30	0,76	1,1	0,001	0,1	0,72	567,6	5,82	576	6,38	576,9	31,34	-0,1
88	0,77	1,4	0,001	0,1	0,56	581,8	6,01	581,4	8,41	584,7	41,5	-0,1
57	0,86	1,4	0,001	0,1	0,62	629,5	6,39	630,3	7,92	635,2	36,35	-0,1
36	0,74	1,2	0,001	0,1	0,65	563,2	5,84	564,6	7,12	573,8	35,38	-0,2
87	0,77	1,4	0,001	0,1	0,57	577	5,96	578,5	8,34	589,4	41,27	-0,2
38	0,72	1,1	0,001	0,1	0,66	541,5	5362	543	6,82	552,9	34,97	-0,3
72	0,71	1,1	0,001	0,1	0,67	546	5,5	547,8	6,66	558,9	34,62	-0,3
56	0,78	1,1	0,001	0,1	0,70	583,2	5,84	585,3	6,67	595,3	33,14	-0,4
92	0,78	1,5	0,001	0,1	0,54	583,1	6,07	585	8,83	599,7	43,26	0,4
73	0,70	1,5	0,094	0,1	0,49	542,7	5,62	542,1	9,13	543,0	47,35	-0,1
62	0,77	1,2	0,094	0,1	0,66	580,1	5,83	582,9	7,05	597,7	34,5	0,48

Номер точки	Изотопные отношения				Rho	Возраст, млн лет						D %
	$\frac{^{207}\text{Pb}}{^{235}\text{Pb}}$	1 σ	$\frac{^{206}\text{Pb}}{^{238}\text{U}}$	1 σ		$\frac{^{206}\text{Pb}}{^{238}\text{U}}$	1 σ	$\frac{^{207}\text{Pb}}{^{235}\text{Pb}}$	1 σ	$\frac{^{207}\text{Pb}}{^{206}\text{Pb}}$	1 σ	
45	0,87257	1,4	0,10332	0,1	0,64	633,8	6,67	637	8,1	652,2	36,09	0,5
69	0,7735	1,1	0,09392	0,1	0,67	578,7	5,8	581,8	6,84	597,2	33,51	0,6
47	0,6668	1,0	0,08334	0,1	0,68	516,0	5,43	518,8	6,48	534,8	34,54	0,5
70	0,70856	1,0	0,08749	0,1	0,68	540,7	5,43	543,9	6,45	560,8	33,37	0,6
84	0,81181	1,4	0,09747	0,1	0,6	599,6	6,11	603,5	8Ю04	622,5	38,31	0,65
33	0,90056	1,4	0,10563	0,1	0,66	647,3	6,63	652,0	7,79	671,6	34,39	0,72
103	0,7893	1,7	0,09519	0,1	0,49	586,2	6,27	590,8	10,13	614,6	49,24	0,78
93	0,73758	1,5	0,09018	0,1	0,51	556,6	5,92	561,0	9,34	584,3	47,32	0,79
16	0,75435	1,2	0,09181	0,1	0,66	566,2	5,6	570,7	6,8	591,2	33,79	0,79
27	0,81301	1,1	0,09742	0,1	0,74	599,3	5,97	604,1	6,4	625,4	30,1	0,8
17	0,72116	2,5	0,08823	0,1	0,32	545,1	5,93	551,3	15,06	579,9	75,74	1,13
90	0,75511	1,4	0,09155	0,1	0,56	564,7	5,86	571,2	8,44	602,0	42,1	1,15
89	0,74907	1,5	0,09084	0,1	0,55	560,5	5,83	567,7	8,59	601,4	43,0	1,28
7	0,74685	1,1	0,09062	0,1	0,7	559,2	5,5	566,4	6,37	597,4	32,12	1,28
5	1,84226	2,3	0,17629	0,2	0,8	1046,7	9,76	1060,7	8,25	1091,4	25,44	1,33
62	0,87946	1,4	0,10304	0,1	0,65	632,2	6,37	640,7	7,65	673,5	34,52	1,34
59	0,78708	1,1	0,09435	0,1	0,73	581,2	5,78	589,5	6,35	624,0	30,61	1,43
67	0,8197	1,2	0,09721	0,1	0,67	598,0	6,01	606,9	7,16	643,2	33,78	1,49
66	0,7533	1,2	0,09101	0,1	0,66	561,5	5,67	570,1	6,96	607,8	34,55	1,53
14	0,76338	1,1	0,09195	0,1	0,74	567,0	5,58	576,0	6,05	613,6	29,9	1,59
28	0,76228	1,2	0,09173	0,1	0,66	565,8	5,7	575,1	7,0	616,2	34,16	1,68
20	0,71456	1,5	0,08709	0,1	0,51	538,3	5,55	547,5	8,96	588,2	45,82	1,71
6	0,88829	1,1	0,10336	0,1	0,76	634,1	6,13	645,5	6,35	687,5	28,71	1,79
82	0,78873	1,5	0,09407	0,1	0,57	579,6	5,99	590,4	8,42	636,9	40,64	1,86
100	0,87335	2,8	0,10189	0,1	0,39	625,5	7,56	637,4	15,3	685,6	69,09	1,90
51	0,73456	1,7	0,08877	0,1	0,5	548,3	6,12	559,2	9,97	608,9	49,28	1,99
58	0,71864	1,0	0,0871	0,1	0,71	538,3	5,39	549,9	6,19	600,3	31,55	2,15
78	0,71343	1,2	0,08645	0,1	0,61	534,5	5,47	546,8	7,39	602,5	37,99	2,30
81	0,72687	1,3	0,08773	0,1	0,61	542,1	5,55	554,7	7,5	611,2	38,07	2,32
64	0,72343	1,1	0,08712	0,1	0,65	538,5	5,46	552,7	6,89	614,5	35,0	2,64
61	0,59381	0,8	0,07412	0,1	0,72	460,9	4,63	473,3	5,43	535,8	31,97	2,69
9	0,76691	1,0	0,09107	0,1	0,74	561,8	5,46	578,0	6,04	644,1	29,69	2,88
98	0,67873	1,4	0,08239	0,1	0,51	510,4	5,43	526,0	8,82	600,3	46,88	3,06
63	0,71692	1,5	0,08604	0,1	0,50	532,1	5,54	548,8	9,07	621,8	46,05	3,14
79	0,75961	3,8	0,09003	0,1	0,23	555,7	6,32	573,8	22,07	650,3	105,18	3,26
4	0,91344	1,1	0,10386	0,1	0,78	637,0	6,13	658,9	6,28	736,5	27,81	3,44
95	0,71944	1,5	0,08594	0,1	0,52	531,5	5,62	550,2	8,86	633,6	45,22	3,52
94	0,72871	1,6	0,08678	0,1	0,49	536,5	5,73	555,8	9,68	641,0	48,84	3,60
8	0,62251	0,8	0,07589	0,0	0,78	471,6	4,6	491,4	5,03	587,2	28,29	4,20
99	0,67939	1,5	0,08146	0,1	0,49	504,8	5,47	526,4	9,47	627,0	50,03	4,28
26	0,92566	1,5	0,10391	0,1	0,64	637,3	6,4	665,3	8,0	764,4	34,38	4,39
96	0,71488	1,5	0,08459	0,1	0,51	523,5	5,59	547,6	9,23	655,1	47,1	4,60
71	0,66902	1,0	0,07819	0,1	0,66	485,3	4,92	520,1	6,46	679,6	34,0	7,17
12	0,8104	0,9	0,09034	0,0	0,83	667,6	5,41	602,7	5,56	778,4	25,84	8,09

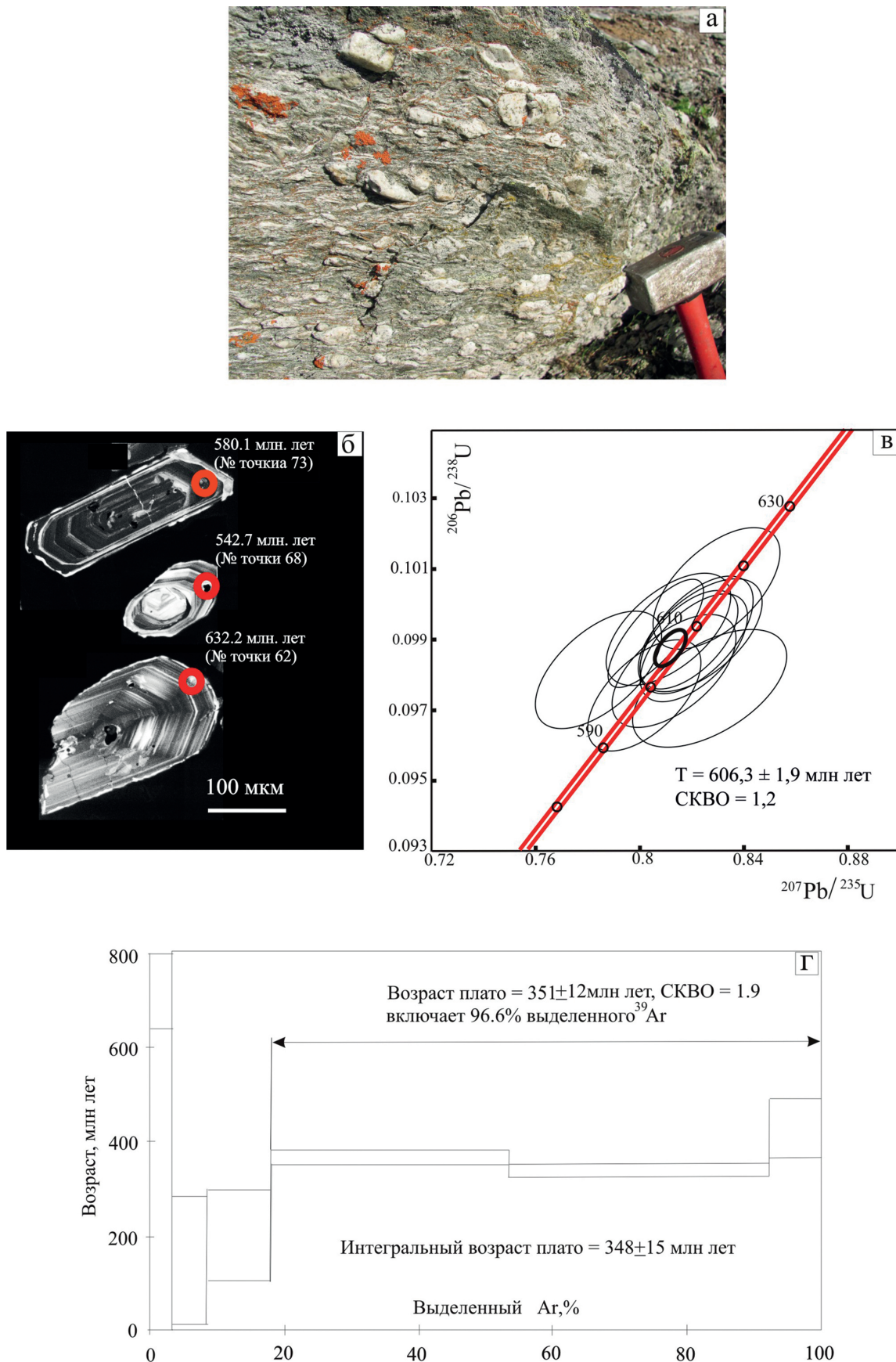


Рис. 6. Возрастные U-Pb и $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ данные фельдшпатизированных катаклазированных амфиболитов

a – обнажение катаклазированных фельдшпатизированных амфиболитов; *б* – катодоллюминесцентные изображения цирконов из фельдшпатизированных катаклазированных амфиболитов; *в* – U-Pb диаграмма с конкордией для цирконов из фельдшпатизированных катаклазированных амфиболитов; *г* – результаты $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ изотопного датирования порфиробластического калиевого полевого шпата. Приведен возрастной спектр

**Результаты U-Pb датирования цирконов из катаклазированных
А-гранитов Гердизского массива [21]**

Зерно, кратер	$^{206}\text{Pb}_c$ %	Содержания, мкг			$^{232}\text{Th}/$ ^{238}U	Возраст млн лет		D, %	Изотопные отношения		
		$^{206}\text{Pb}^*$	U	Th		$^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$	$^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$		$^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$	$^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$	$^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$
7.1 ц	0,06	25,2	395	228	0,6	$461,5 \pm 19,2$	$445,1 \pm 25,9$	-4	$0,0558 \pm 1,2$	$0,57 \pm 4,4$	$0,074 \pm 4,2$
8.1 к	0,16	22,6	337	223	0,68	$484,8 \pm 18,7$	$509,9 \pm 24,8$	5	$0,0575 \pm 1,1$	$0,62 \pm 4,1$	$0,078 \pm 3,9$
10.1 ц	0,51	73,9	1091	686	0,65	$489,1 \pm 8,8$	$493,2 \pm 84,3$	1	$0,0571 \pm 3,8$	$0,62 \pm 4,2$	$0,079 \pm 1,8$
1.1 ц	0,18	13,5	196	147	0,77	$494,8 \pm 12,9$	$516,9 \pm 55,8$	4	$0,0577 \pm 2,5$	$0,64 \pm 3,7$	$0,080 \pm 2,7$
5.1 ц	0	20,3	296	105	0,37	$495,4 \pm 12,8$	$469,8 \pm 28,3$	-6	$0,0565 \pm 1,3$	$0,62 \pm 2,9$	$0,080 \pm 2,6$
3.1 к	0,24	32,8	475	270	0,59	$498,8 \pm 13,9$	$512,0 \pm 26,0$	3	$0,0576 \pm 1,2$	$0,64 \pm 3,1$	$0,080 \pm 2,9$
6.1 к	0,08	14,6	211	83	0,41	$498,9 \pm 12,2$	$536,1 \pm 30,9$	7	$0,0582 \pm 1,4$	$0,65 \pm 2,9$	$0,081 \pm 2,5$
9.1 ц	0,02	24,5	354	227	0,66	$499,8 \pm 12,8$	$488,8 \pm 23,5$	-2	$0,0570 \pm 1,1$	$0,63 \pm 2,8$	$0,081 \pm 2,6$
2.1 к	0,46	20,8	300	195	0,67	$500,9 \pm 15,4$	$648,6 \pm 253,0$	23	$0,0613 \pm 11,8$	$0,69 \pm 12,2$	$0,081 \pm 3,0$
4.1 к	0,13	21,6	310	150	0,5	$502,2 \pm 9,3$	$535,9 \pm 23,6$	6	$0,0582 \pm 1,1$	$0,65 \pm 2,2$	$0,081 \pm 1,9$

Примечание: ц – центральная часть зерна; к – краевая часть зерна.

лизации титанита. Минерал крупных размеров 0,5–1,0 мм кристаллизуется в виде кристаллов с характерной ромбовидной огранкой. Альбит за счет регенерационных каемок разрастается до размеров 2,5–3 мм. Из аксессуарных минералов диагностируются апатит и алланит, замещаемый эпидотом. Породы, в которых был продатирован циркон и порфиروبластический калиевый полевой шпат, обнаруживают невысокие содержания редкоземельных элементов, характерные для основных пород. Отмечается низкая степень дифференциации и небольшой европиевый минимум (рис. 5).

Отобранный циркон из катаклазированных фельдшпатизированных амфиболитов, принадлежащих к ханмехойской свите, имеет желтоватую окраску, представлен длиннопризматическими кристаллами с хорошо сформированными пирамидами. Его размеры по длине составляют от 0,002 до 0,25 мм. На катодолюминесцентном изображении наблюдается концентрическая зональность (рис. 6, б). Конкордатное значение возраста, полученное методом лазерной абляции в ГИН СО РАН (г. Улан-Удэ) составляет $606 \pm 1,9$ млн лет (табл. 1, рис. 6, в) и укладывается в диапазон значений ранее полученных изотопных дат для пород ханмехойской свиты Харбейско-Марункеуской структурно-формационной зоны. Возрастной диапазон, полученный ранее для пород ханмехойской свиты, представленный плагиогнейсами, альбитовыми амфиболитами и гранитизированными амфиболитами, развитыми в районе акватории среднего течения р. Харбей, ручьев Базовый и Няровейхадата (р. Бол. Хадата), составляет 577–685 млн лет [9]. Возрастные данные, полученные ранее для преобразованных метаморфитов этой же свиты, включенных В. Н. Охотниковым в Гердизский массив, имеют

близкие значения 529–685 млн лет (рис. 1, а) [7; 16; 18]. Предположение о синколлизионной фельдшпатизации ханмехойских сланцев, включенных в Гердизский массив с продатированными нами цирконами ($606 \pm 1,9$ млн лет), подтвердилось полученными возрастными определениями порфиروبластов калиевого полевого шпата методом $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ в ИГМ СО РАН (г. Новосибирск) и составляет 348 ± 15 млн лет. (рис. 6, з). Возраст фельдшпатизации амфиболитов практически совпадает с датами кристаллизации синкинематического мусковита ($350 \pm 2,7$ млн лет) [20], развивающегося по плоскостным трещинам деформации А-гранитов, расположенного в центральной части Гердизского массива (рис. 1, а), и, опять же, с возрастными глаукофанового метаморфизма (347 ± 72 млн лет) и эксгумации эклогитов – (360 млн лет) на Полярном Урале [1; 7; 13]. Новые возрастные данные по синкинематической минерализации в породах Гердизского массива фиксируют время коллизионного этапа формирования уральского орогена.

Таким образом, надо полагать, что основная часть Гердизского массива, выделенного В. Н. Охотниковым как гранитный мигматит-плутон, представлена в разной степени развалцованными, фельдшпатизированными, альбитизированными и окварцованными переслаивающимися амфиболовыми сланцами и плагиогнейсами ханмехойской свиты позднеерифейского возраста.

Заключение. Гердизский массив, выделенный В. Н. Охотниковым на Полярном Урале в пределах Харбейско-Марункеуской структурно-формационной зоны байкалид (Центрально-Уральская мегазона) как автохтонный гранит-плутон, на самом деле представляет собой зону интен-

сивно дислоцированных, прокварцованных, альбитизированных и фельшпатизированных пород ханмехойской свиты с включенным в центральной части гранитным интрузивным телом. Гнейсо-граниты – по В. Н. Охотникову ордовикские калишпатизированные автохтонные граниты, относимые позднее авторами Государственных геологических карт последних поколений к щелочным венд-позднекембрийским гранитам или автохтонным ранневендско-кембрийским, являются разгнейсованными интрузивными А-гранитами с возрастом 496 ± 7 млн лет, образованными в условиях континентального рифтинга перед раскрытием Палеоуральского океана на рубеже 520–490 млн лет. $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ изотопный возраст кристаллизации мусковита в зонах рассланцевания датированного А-гранита, составил 350 ± 3 млн лет и связан с формированием надвиговых уральских структур в условиях коллизии Уральского орогена.

Полученные данные по изотопному возрасту фельшпатизированных амфиболитов, включенных в Гердизский массив, (606 ± 2 млн лет) совпадают не только с данными возраста подобных пород, полученными ранее, в том же массиве (529–685 млн лет), но и с изотопными датами сланцев ханмехойской свиты (577–685 млн лет), распространенными в Харбейско-Марункеуской структурно-формационной зоне вне массива [9]. В этих же продатированных фельшпатизированных породах был изучен возраст ($^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ методом) синколлизивной кристаллизации порфиобластов калиевого полевого шпата. Новые данные 348 ± 15 млн лет практически соответствуют возрасту синкинематического мусковита (350 ± 3 млн лет), развивающегося по плоскостным трещинам деформации А-гранитов, включенного В. Н. Охотниковым в состав Гердизского мигматитового плутона (рис. 1, а). Полученные возрастные даты синкинематических минерализаций мусковита и калиевого полевого шпата практически совпадают с возрастными глаукофанового метаморфизма (347 ± 72 млн лет) и эксгумации эклогитов – (360 млн лет) на Полярном Урале, отражающими Уральский орогенез.

Гердизский массив является, видимо, искусственно выделенным геологическим телом, сложенным фелдшпатизированными, рассланцованными и (впоследствии) диафторированными породами ханмехойской свиты с включенным разгнейсованным интрузивным телом А-гранитов и представляет собой условно оконтуренный участок интенсивно преобразованных пород в условиях коллизивного орогенеза. Авторы не исключают, что в зоне интенсивного катаклаза могут оказаться в некотором количестве амфиболиты с протерозойской мигматизацией, но с завуалированными характерными структурно-текстурными особенностями.

Работа выполнена в рамках тем государственного задания ИГ ФИЦ Коми НЦ УрО РАН (№ 1021062211107-6-1.5.6) ГИН СО РАН (№ ААА-А21-121011390002-2) и ИГМ СО РАН.

1. Андреев В. Л. К-Ag, Rb-Sr, Sm-Nd, Pb-Pb изотопно-геохронометрические системы в эклогитах Марункеуского блока (Полярный Урал). – Сыктывкар: Геопринт, 2003. – 26 с.

2. Андреев В. А. Геохронология гранитоидного магматизма Приполярного Урала // Вестник Коми НЦ УрО РАН. – Сыктывкар, 2010. – № 11. – С. 7–12.

3. Андреев В. Л., Ларионов А. Н., Литвиненко А. Ф. Новые Rb-Sr и U-Pb данные о возрасте гранитоидов Сядаяхинской интрузии (Полярный Урал). – Литосфера, 2007. – № 1. – С. 147–154.

4. Геологическая карта РФ второго поколения. Масштаб 1 : 200 000. Серия Полярно-Уральская. Лист Q-42-I,II (Лаборова). Объяснительная записка / ред. А. П. Казак. – СПб.: Картографическая фабрика ВСЕГЕИ, 2009. – 372 с.

5. Геологическая карта СССР первого поколения. Масштаб 1 : 200 000. Серия Северо-Уральская. Лист Q-42-I. Объяснительная записка / А. В. Цимбалюк. – М., 1968 – 107 с.

6. Государственная геологическая карта РФ. Издание второе. Масштаб 1 : 200 000. Серия Полярно-Уральская. Лист Q-42-VII,VIII (Обской). Объяснительная записка / В. А. Душин, О. П. Сердюкова, А. А. Малюгин, И. А. Никулина, В. С. Козьмин, П. Л. Бурмако, И. В. Абатурова, Л. И. Козьмина. – СПб.: Картографическая фабрика ВСЕГЕИ, 2014. – 446 с.

7. Государственная геологическая карта РФ. Третье поколение. Масштаб 1 : 1 000 000. Серия Западно-Сибирская. Лист Q-42 – Салехард. Объяснительная записка / Л. И. Зылёва, А. Л. Коновалов, А. П. Казак, А. В. Жданов, К. В. Коркунов, В. А. Денисов, Л. П. Новикова, Н. А. Румянцева, Ю. П. Черепанов, Черкашин А. В., Хрякова Л. А. – СПб.: Картографическая фабрика ВСЕГЕИ. – 2014. – 400 с.

8. Махлаев Л. В. Гранитоиды севера Центрально-Уральского поднятия (Полярный и Приполярный Урал). – Екатеринбург, 1996. – 150 с.

9. О тектонической границе между метаморфическими сланцевыми и кристаллическими образованиями позднего протерозоя Харбейского антиклинория (Полярный Урал) // А. И. Коновалов, К. И. Лохов, А. В. Черкашин, О. В. Вакуленко // Региональная геология и металлогения. – 2016. – № 68. – С. 5–20.

10. Охотников В. Н. Гранитоиды и рудообразование. (Полярный Урал). – Л.: Наука, 1985. – 184 с.

11. Пучков В. Н. Геология Урала и Приуралья (актуальные вопросы стратиграфии, тектоники, геодинамики и металлогении). – Уфа: ДизайнПолиграфСервис, 2010. – 280 с.

12. Травин А. В. Термохронология Чернорудской гранулитовой зоны (Ольховский регион. Западное Прибайкалье) / А. В. Травин, Д. С. Юдин, А. Г. Владимиров, С. В. Хромых, Н. И. Волкова, А. С. Мехоношин, Т. Б. Колотилина // Геохимия. – 2009. – № 11. – С. 1181–1199.

13. Удовкина Н. Г. Эклогиты Полярного Урала (на примере южной части хр. Марун-Кей). – М.: Наука, 1971. – 191 с.

14. Хубанов В. Б., Буянтуев М. Д., Цыганков А. А. U-Pb изотопное датирование цирконов из Pz3-Mz магматических комплексов Забайкалья методом магнитно-секторной масс-спектрометрии с лазерным пробоотбором: процедура определения и сопоставления с SHRIMP данными // Геология и геофизика. – 2016. – Т. 57, № 1. – С. 241–258.

15. Шишкин М. А., Криночкин В. Г. Легенда для геологической карты донеогенных образований Полярно-Уральской серии Госгеолкарты-200. – СПб., 1999. – 198 с.

16. Шуйский, А. С., Удоратина О. В. Кобл М. А. Гранитоиды Гердизского массива: U-Pb (SIMS) данные //

Труды XVII Ферсмановской научной сессии ГИ КНЦ РАН. — 2020. — № 17. — С. 568–572.

17. Шуйский А. С. Гранитоиды Гердизского массива (Полярный Урал): новые данные / А. С. Шуйский, О. В. Удоратина, Е. Л. Миллер, М. А. Кобл // Взаимодействие учреждений Роснедра, Минобрнауки России и РАН при региональном геологическом изучении территории Российской Федерации и ее континентального шельфа. — Минприроды России, Роснедра, ВСЕГЕИ. — С. 499–502.

18. Шуйский А. С., Удоратина О. В., Кобл М. А. Гранитоиды центральной части Гердизского массива (Полярный Урал): U-Pb (SIMS) данные // Методы и геологические результаты изучения изотопных геохронометрических систем минералов и пород. — М.: ИГЕМ РАН. — 2018. — С. 383–386.

19. Шуйский А. С., Травин А. В. Гранитоиды северной части Гердизского массива (Полярный Урал): Ar-Ar данные // Структура, вещество, история литосферы Тимано-Северо-Уральского сегмента. — Сыктывкар: ИГ ФИЦ Коми НЦ УрО РАН, 2019. — С. 210–214.

20. Шуйский А. С., Голубева И. И. Новые данные по гранитоидам Гердизского массива (Полярный Урал). — Вестник Института геологии Коми НЦ УрО РАН. — 2016 — № 8. — С. 14–20.

21. Shuyskiy A. S., Udoratina O. V., Miller E. L., Coble M. A. 2018. Granites of the Gerdiz massif (Polar Urals): new data. *Vestnik IG Komi SC UB RAS.* — 2018. — No. 12. — Pp. 23–30.

22. Whalen J. B., Currie K. L., Chappell B. W. A-type granites: geochemical characteristics, discrimination and petrogenesis // *Contributions to Mineralogy and Petrology.* — 1987. — Vol. 95. — Pp. 407–419.

1. Andreichev V. L. K-Ar, Rb-Sr, Sm-Nd, Pb-Pb izotopno-geohronometricheskie sistemy v jeklogitah Marunkeuskogo bloka (Poljarnyj Ural). *Syktvykar, Geoprint, 2003, 26 p.*

2. Andreichev V. A. Geohronologija granitoidnogo magmatizma Pripoljarnogo Urala. *Vestnik Komi NC UrO RAN.* Syktvykar, 2010, no. 11, pp. 7–12.

3. Andreichev V. L., Larionov A. N., Litvinenko A. F. Novye Rb-Sr i U-Pb dannye o vozraste granitoidov Sjadatajahinskoj intruzii (Poljarnyj Ural). *Litosfera, 2007, no. 1, pp. 147–154.*

4. Geologicheskaja karta RF vtorogo pokolenija. Masshtab 1 : 200 000. Serija Poljarno-Ural'skaja. List Q-42-I,II (Laborovaja). Ob"jasnitel'naja zapiska [Geological map of the Russian Federation of the second generation. Scale 1 : 200 000. Poljarno-Ural'skaja series. Sheet Q-42-I,II (Laborovaja). Explanatory note]. Ed.: A. P. Kazak. St. Petersburg, Kartograficheskaja fabrika VSEGEI, 2009, 372 p.

5. Geologicheskaja karta SSSR pervogo pokolenija. Masshtab 1 : 200 000. Serija Severo-Ural'skaja. List Q-42-I. Ob"jasnitel'naja zapiska [Geological map of the USSR of the first generation. Scale 1 : 200 000. Severo-Ural'skaja series. Sheet Q-42-I. Explanatory note]. Ed.: A. V. Cimbajuk. Moscow, 1968, 107 p.

6. Gosudarstvennaja geologicheskaja karta RF. Izdanie vtoroe. Masshtab 1 : 200 000. Serija Poljarno-Ural'skaja. List Q-42-VII,VIII (Obskoj). Ob"jasnitel'naja zapiska. [State geological map of the Russian Federation of the second generation. Scale 1 : 200 000. Poljarno-Ural'skaja series. Sheet Q-42-VII,VIII (Obskoj). Explanatory note]. Eds.: V. A. Dushin, O. P. Serdjukova, A. A. Maljugin, I. A. Nikulina, V. S. Koz'min, P. L. Burmako, I. V. Abaturova, L. I. Koz'mina. St. Petersburg, Kartograficheskaja fabrika VSEGEI, 2014, 446 p.

7. Gosudarstvennaja geologicheskaja karta RF. Tret'e pokolenie. Masshtab 1 : 1 000 000. Serija Zapadno-Sibirskaja. List Q-42 — Salehard. Ob"jasnitel'naja zapiska [State geological map of the Russian Federation of the third generation. Scale 1 : 1 000 000. Zapadno-Sibirskaja series. Sheet Q-42 — Salehard. Explanatory note]. Eds.: L. I. Zyljova, A. L. Kononov, A. P. Kazak, A. V. Zhdanov, K. V. Korkunov, V. A. Denisov, L. P. Novikova, N. A. Rumjanceva, Yu. P. Cherepanov, A. V. Cherkashin., L. A. Hrkajova. St. Petersburg, Kartograficheskaja fabrika VSEGEI, 2014, 400 p.

8. Mahlaev L. V. Granitoidy severa Central'no-Ural'skogo podnjatija (Poljarnyj i Pripoljarnyj Ural). *Ekaterinburg, 1996, 150 p.*

9. O tektonicheskoj granice mezhdju metamorficheskimi slancevymi i kristallicheskimi obrazovanijami pozdnego prote-rozoja Harbejskogo antiklinorija (Poljarnyj Ural). A. I. Kononov, K. I. Lohov, A. V. Cherkashin, O. V. Vakulenko. *Regional'naja geologija i metallogenija.* 2016, no. 68, pp. 5–20.

10. Ohotnikov V. N. Granitoidy i rudoobrazovanie. (Poljarnyj Ural). *Leningrad, Nauka, 1985, 184 p.*

11. Puchkov V. N. Geologija Urala i Priural'ja (aktual'nye voprosy stratigrafii, tektoniki, geodinamiki i metallogenii). *Ufa, DizajnPoligrafServis, 2010, 280 p.*

12. Travin A. V. Termohronologija Chernorudskoj granulitovoj zony (Ol'hovskij region. Zapadnoe Pribajkal'e). A. V. Travin, D. S. Judin, A. G. Vladimirov, S. V. Hromyh, N. I. Volkova, A. S. Mehonoshin, T. B. Kolotilina. *Geohimija.* 2009, no. 11, pp. 1181–1199.

13. Udovkina N. G. Jeklogity Poljarnogo Urala (na primere juzhnoj chasti hr. Marun-Keu). *Moscow, Nauka, 1971, 191 p.*

14. Hubanov V. B., Bujantuev M. D., Cygankov A. A. U-Pb izotopnoe datirovanie cirkonov iz Pz3-Mz magmaticheskikh kompleksov Zabajkal'ja metodom magnitno-sekturnoj mass-spektrometrii s lazernym probootborom: procedura opredelenija i sopostavljenija s SHRIMP dannymi. *Geologija i geofizika.* 2016, vol. 57, no. 1, pp. 241–258.

15. Shishkin M. A., Krinochkin V. G. Legenda dlja geologicheskaj karty donegennovykh obrazovanij Poljarno-Ural'skoj serii Gosgeol'karty-200. *St. Petersburg, 1999, 198 p.*

16. Shujskij, A. S., Udoratina O. V. Kobl M. A. Granitoidy Gerdizskogo massiva: U-Pb (SIMS) dannye. *Trudy XVII Fersmanovskoj nauchnoj sessii GI KNC RAN.* 2020, no. 17, pp. 568–572.

17. Shujskij A. S. Granitoidy Gerdizskogo massiva (Poljarnyj Ural): novye. A. S. Shujskij, O. V. Udoratina, E. L. Miller, M. A. Kobl. *Vzaimodejstvie uchrezhdenij Rosnedra, Minobrnauki Rossii i RAN pri regional'nom geologicheskom izuchenii territorii Rossijskoj Federacii i ee kontinental'nogo shel'fa.* Minprirody Rossii, Rosnedra, VSEGEI, pp. 499–502.

18. Shujskij A. S., Udoratina O. V., Kobl M. A. Granitoidy central'noj chasti Gerdizskogo massiva (PoljarnyjUral): U-Pb (SIMS) dannye. *Metody i geologicheskije rezul'taty izuchenija izotopnykh geohronometricheskikh sistem mineralov i porod.* Moscow, IGEM RAN, 2018, pp. 383–386.

19. Shujskij A. S., Travin A. V. Granitoidy severnoj chasti Gerdizskogo massiva (Poljarnyj Ural): Ar-Ar dannye. *Struktura, veshhestvo, istorija litosfery Timano-Severo-Ural'skogo segmenta.* Syktvykar, IG FIC Komi NC UrO RAN. 2019, pp. 210–214.

20. Shujskij A. S., Golubeva I. I. Novye dannye po granitoidam Gerdizskogo massiva (Poljarnyj Ural). *Vestnik Instituta geologii Komi NC UrO RAN.* 2016, no. 8, pp. 14–20.

21. Shuyskiy A. S., Udoratina O. V., Miller E. L., Coble M. A. 2018. Granites of the Gerdiz massif (Polar Urals): new data. *Vestnik IG Komi SC UB RAS.* 2018, no. 12, pp. 23–30.

22. Whalen J. B., Currie K. L., Chappell B. W. A-type granites: geochemical characteristics, discrimination and petrogenesis. *Contributions to Mineralogy and Petrology.* 1987, vol. 95, pp. 407–419.

Голубева Ирина Игоревна – канд. геол.-минерал. наук, ст. науч. сотрудник, ИГ ФИЦ Коми НЦ УрО РАН¹. <iigolybeva2@yandex.ru>

Шуйский Александр Сергеевич – мл. науч. сотрудник, ИГ ФИЦ Коми НЦ УрО РАН¹. <self88@yandex.ru>

Травин Алексей Валентинович – доктор геол.-минерал. наук, профессор, вед. науч. сотрудник, зав. лабораторией изотопно-аналитической геохимии, ИГМ СО РАН. <travin@igm.nsc.ru>

Хубанов Валентин Борисович – канд. геол.-минерал. наук, зав. лабораторией геохронологии и геохимии окружающей среды, ГИН СО РАН³. <khubanov@mail.ru>

Golubeva Irina Igorevna – Candidate of Geological and Mineralogical Sciences, Senior Researcher, IG FRC Komi SC UB RAS¹. <iigolybeva2@yandex.ru>

Shuyskiy Alexandr Sergeevich – Junior Researcher, IG FRC Komi SC UB RAS¹. <self88@yandex.ru>

Travin Alexey Valentinovich – Doctor of Geological and Mineralogical Sciences, Head of the Laboratory of Isotope Analytical Geochemistry, IGM SB RAS². <travin@igm.nsc.ru>

Khubanov Valentin Borisovich – Candidate of Geological and Mineralogical Sciences, Head of the Laboratory of Geochronology and Geochemistry of the Environment, GIN SB RAS³. <khubanov@mail.ru>

¹ Институт геологии им. академика Н. П. Юшкина Федерального исследовательского центра «Коми научный центр Уральского отделения Российской академии наук» (ИГ ФИЦ Коми НЦ УрО РАН). Первомайская ул., 54, Сыктывкар, Россия, 167982.

Institute of Geology of Komi Science Center of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences (IG FRC Komi SC UB RAS). 54 Ul. Pervomayskaya, Syktyvkar, Russia, 167982.

² Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт геологии и минералогии им. В. С. Соболева Сибирского отделения Российской академии наук (ИГМ СО РАН). Пр. Академика Коптюга, 3, Новосибирск, Россия, 630090.

V. S. Sobolev Institute of Geology and Mineralogy Siberian Branch Russian Academy of Sciences (IGM SB RAS). 3 Prospect Academician Koptuyug, Novosibirsk, Russia, 630090.

³ Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Геологический институт Сибирского отделения Российской академии наук (ГИН СО РАН). Ул. Сахьяновой, 6а, Улан-Удэ, Россия, 670047.

Geological Institute of Siberian Branch of Russian Academy of Sciences (GIN SB RAN). 6a Ul. Sakh'yanova, Ulan-Ude, Russia, 670047.