

*Geology*

## Genetic Typification of Zircons from Infrastructure of the Elbrus Subterrane (Caucasus)

David Shengelia\*, Ketevan Chikhelidze\*\*, Manana Togonidze\*\*, Giorgi Beridze\*\*, Ketevan Gabarashvili\*\*, Irakli Javakhishvili\*\*

\*Academy Member, Alexandre Janelidze Institute of Geology, Ivane Javakhishvili Tbilisi State University, Tbilisi, Georgia

\*\*Alexandre Janelidze Institute of Geology, Ivane Javakhishvili Tbilisi State University, Tbilisi, Georgia

**ABSTRACT.** In the crystalline substrate of the Elbrus subterrane intensively metamorphosed, unstratified, migmatized infrastructure and less metamorphosed, un-migmatized stratified supra-structure built up of mainly mica schists are distinguished distinctly. The oldest formations of the Elbrus subterrane infrastructure are represented by garnet-cordierite-sillimanite-K-feldspar bearing gneisses and migmatites that formed under temperature conditions of biotite-sillimanite-K-feldspar bearing and garnet-cordierite-orthoclase bearing facies of metamorphism. Opinions on the age of protoliths of these formations and of regional metamorphism extremely differ and it covers a time span from the Proterozoic to Late Paleozoic. The age of these rocks corresponds to the Late Baikalian and Ordovician phases of folding. At the next stage, in the infrastructure granodiorite gneisses (so-called Adylsu type orthogneisses) were formed. The next stage of regional metamorphism is connected with the Bretonian orophase of folding and covers mainly temperature conditions of facies of biotite-muscovite bearing gneisses. Late Variscan granites that developed in the infrastructure are represented by two varieties – porphyroblastic and equigranular (so-called Ulukami granites) granites. In the Elbrus infrastructure 5 genetic types of zircons are established: 1) detrital; 2) connected with the formation of gneiss-migmatitic complex; 3) developed in granodioritic orthogneisses; 4) formed during the Bretonian regional metamorphism and 5) Late Variscan granites. © 2017 Bull. Georg. Natl. Acad. Sci.

**Key words:** the Elbrus subterrane, regional metamorphism, granitoid magmatism, zircon

The Caucasia is situated between the Eurasian and Africa-Arabian plates and is a composite part of the Mediterranean (Alpine-Himalayan) mobile belt. Within its limits the Greater Caucasian, the Black Sea-Central Transcaucasian, Baiburt-Sevanian and Iran-Afghan terranes are distinguished.

The Caucasian terrane is represented by the Elbrus and Pass subterrane (Fig. 1). Earlier they were considered as subzones of the Caucasus Main Range structural zone [1-3].

In the crystalline substrate of the Elbrus subterrane intensively metamorphosed, unstratified,

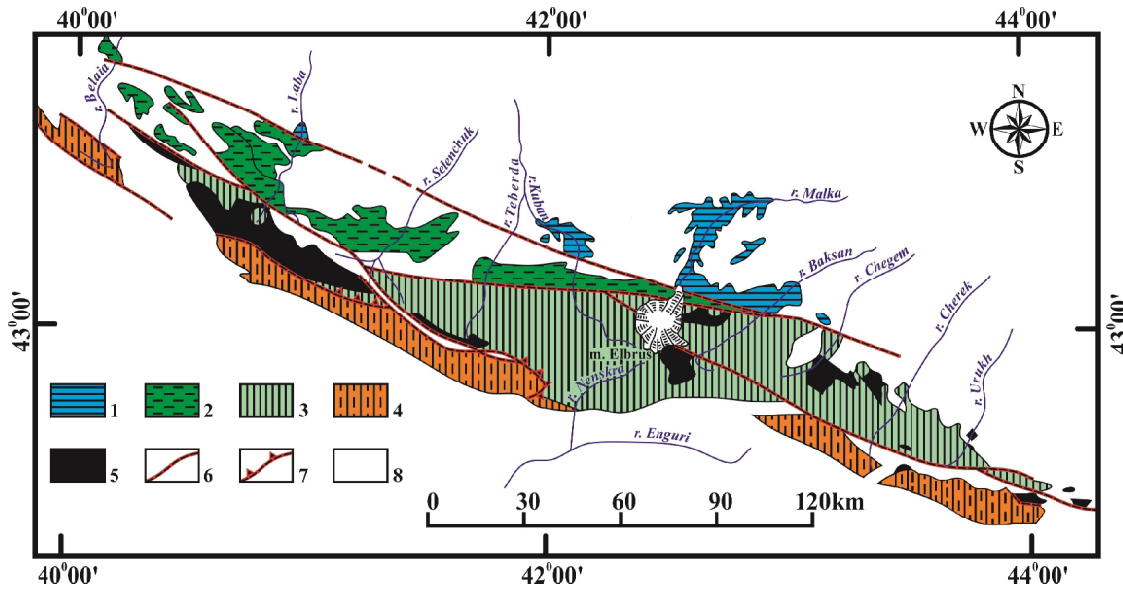


Fig. 1. Scheme of the structure of the pre-Alpine basement of the Elbrus subterrane.

Exposures of pre-Alpine crystalline complexes of the Greater Caucasus: 1) in the Bechasin zone; 2) in the Forerange zone; 3) in the Elbrus subterrane of the Main Range zone; 4) in the Pass subterrane; 5) fragments of the Macera nappe (figures in circles): 1) Tsakhvoa-Arkasara; 2) Aksaut; 3) Kirtik; 4) Baksan (Donguzorun and Jusengi sheets); 5) Bezengi (Koru and Silixu sheets); 6) Kharves; 7) Akhsu; 8) Matsuta; 9) Buron; 10) Unal; 11) Phiagdon; 12) Dariali; 6) faults; 7) overthrust of infrastructure of the Elbrus subzone; 8) Upper Paleozoic and Mesozoic non-metamorphosed sedimentary cover.

migmatized infrastructure and less metamorphosed, un-migmatized stratified supra-structure built up of mainly mica schists are quite distinct.

All outcrops, without exception, of stratified and non-migmatized metamorphic units of Elbrus subterrane are separate fragments of once indivisible mega-plate of the “Macera tectonic nappe” thrusting from the Pass subterrane, where it was mainly the upper part of the Buulgen metamorphic complex [3, 4].

The oldest formations of the Elbrus subterrane infrastructure are represented by garnet-cordierite-sillimanite-K-feldspar bearing gneisses and migmatites that formed under temperature conditions of biotite-sillimanite-K-feldspar bearing and garnet-cordierite-orthoclase bearing facies (in the paper metamorphic facies are presented according to S. Korikovski’s classification) [5, 6] of metamorphism [7, 6]. Opinions on the age of parent rocks of these formations and regional metamorphism extremely differ and it covers a time span from the Proterozoic to Late Paleozoic. The age of these rocks corresponds

to the Late Baikalian and Ordovician phases of folding. In these rocks zircons of two generations occur – detrital and syngenetic of metamorphism. Mainly rims of zircons of second generation are grown over the detrital zircons. According to M.L. Somin [2] detrital cores of 23 zircon grains from three samples of sillimanite-garnet paragneisses are dated (SHRIMP) within the interval of 1377 to 474 Ma and at the same time one third of measurements show 676-560 Ma and 504-474 Ma, i.e. Vendian-Early Ordovician, while ratio of the last group of grains is  $Th/U > 0.30$  that is indicative of their magmatic, not metamorphic origin. In addition, U-Pb age of terrigenous zircons from the shales of infrastructure of the Elbrus subterrane (the Uruk river basin) is defined as 1.3 Ma [8].

At the next stage granodiorite gneisses (so-called Adylsu type orthogneisses) are formed in the infrastructure. Zircons from these rocks are dated by classic method [9, 2, 10]. The received age is  $400 \pm 10$  and  $386 \pm 10$  Ma. Pb/Pb dating of zircons from two samples of granodiorite gneisses from the Adylsu river attested their Early Paleozoic age -  $500 \pm 40$  Ma and

three crystals of zircon showed Early Proterozoic age (about 2 billion years) [11].

It is interesting that granodiorite orthogneisses contain xenoliths of paragneisses and migmatites, indicating the intrusion of granodiorite magma into already intensively metamorphosed host rocks. Moreover, deformation and regional metamorphism of orthogneisses took place prior to the intrusion of Late Variscan granites. Early Paleozoic age data are interpreted as protolith age implications and Proterozoic age of these zircons evidence rather to contamination of magma by the components of the Earth's crust. Using the Pb/Pb method of dating the age of zircons from augen gneisses of the environs of the glacier Alibek (surroundings of Dombay resort) was determined by M. Khanel et al. [11, 12]. Seven zircon crystals showed Early Paleozoic age -  $540 \pm 40$  Ma (protolith age). Two zircons gave Early Proterozoic age - 2.5 billion years. Moreover, within the error limits Early Proterozoic and Proterozoic age data coincide with the  $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$  zircon age data from orthogneisses of the Adylsu river valley. Dating (with the same method) of zircons from granite-gneisses of the Nakra river head (Upper Svaneti) showed 422 Ma [13, 14]. According to geochemical parameters mica schists, paragneisses, augen and banded migmatites of the infrastructure of the Elbrus subzone were identified as "mature" crustal formations, from which in the Early Paleozoic leucogranodiorites (massifs within the Adylsu, Kirtik, Aksaut, Teberda river valleys) melted. At present they have a gneissose texture.

The following stage of regional metamorphism is connected with the Bretonian orophase of folding. It

covers mainly temperature conditions of biotite-muscovite bearing gneisse facies [6]. K-Ar age of metamorphites is 350-360 Ma [15]. In the metamorphites zircons of zonal structure occur. Quite often detrital grains are also observed.

Late Variscan granites of infrastructure are represented by two varieties: porphyroblastic and equigranular (so-called Ulukami granites) granites [16, 17]. Zonal monocrystals of zircons are rare in porphyroblastic granites. U-Pb LA ICP MS zircon dating (14 local measurements) [18] established that their age is  $309 \pm 2.5$  Ma and the inherited age (3 local measurements) covers 629-690 Ma. Zircons from equigranular granites have a zonal structure, where the inherited age has a greater range: in five occasions it is 580-620 Ma and in 16 occasions - 450-495 Ma. Late Variscan age is recorded in 24 points and it amounts mean  $311.6 \pm 4.9$  Ma.

Thus, in the Elbrus infrastructure and its pre-Alpine granitoids 5 genetic types of zircons are established: 1) detrital; 2) connected with the formation of gneiss-migmatitic complex; 3) developed in granodioritic orthogneisses; 4) formed during the Bretonian regional metamorphism and 5) Late Variscan granites.

Genetic typification of zircons from infrastructure of the Elbrus subterrane will be a base for isotope-geochronologic study of regional metamorphism and magmatism, measurement of RE and petrogenic element content in zircons that will be of great importance for elaborating petrogenic model of the Caucasian terrane formation and its geodynamic interpretation.

## გეოლოგია

## იალბუზის სუბტერეინის (კავკასია) ინფრასტრუქტურის ცირკონების გენეტური ტიპიზაცია

დ. შენგელია\*, ქ. ჩიხელიძე\*\*, მ. ტოგონიძე\*\*, გ. ბერიძე\*\*,  
ქ. გაბარაშვილი\*\*, ი. ჯავახიშვილი\*\*

\*აკადემიის წევრი, თანე ჯავახიშვილის სახ. თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი, ალექსანდრე ჯანელიძის სახ. გეოლოგიის ინსტიტუტი, თბილისი, საქართველო

\*\* თანე ჯავახიშვილის სახ. თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი, ალექსანდრე ჯანელიძის სახ. გეოლოგიის ინსტიტუტი, თბილისი, საქართველო

იალბუზის სუბტერეინის კრისტალური სუბსტრატის წარმოდგენილია ერთმანეთისგან მკვეთრად განსხვავებული ინტენსიურად მეტამორფიზებული, არასტრატოფიციური, მიგმატიტიზებული ინფრასტრუქტურით და ნაკლებად მეტამორფიზებული, არამიგმატიტიზებული სტრატოფიციური სუპრასტრუქტურით. იალბუზის სუბტერეინის ინფრასტრუქტურის უძველესი წარმონაქმნებია მეტამორფიზმის ბიოტიტ-სილიმანიტ-კალიშპათიანი და გრანატ-კორდიერიტ-ორთოკლანიანი ფაციესების ტემპერატურულ პირობებში ჩამოყალიბებული გრანატ-კორდიერიტ-სილიმანიტ-კალიშპათიანი გნეისები და მიგმატიტები. ამ წარმონაქმნების დედაქანებისა და რეგიონული მეტამორფიზმის ასაკის შესახებ მეტად განსხვავებული შეხედულებებია და მოიცავს დროის პროტეროზოულ და გვიანპალეოზოურ ინტერვალს. მომდევნო ეტაპზე ინფრასტრუქტურაში ყალიბდება გრანოლორიტული გნეისები (ე.წ. ადილსუს ტიპის ორთოგნეისები). ამ ქანების ასაკი საგარაუდოდ დანაოჭების გვიანბაიკალურ და ორდოვიციულ ფაზისებს შეესაბამება. რეგიონული მეტამორფიზმის შემდეგი ეტაპი დაკავშირებულია დანაოჭების ბრეტონულ ოროფაზასთან და ძირითადად მოიცავს ბიოტიტ-მუსკოვიტიანი გნეისების ფაციესის ტემპერატურულ პირობებს. ინფრასტრუქტურაში განვითარებული გვიანგარისკული გრანიტები წარმოდგენილია ორი სახესხვაობით - პორფირობლასტური და თანაბარმარცვლოვანი (ე.წ. ულუკამის გრანიტები) გრანიტებით. იალბუზის სუბტერეინის ინფრასტრუქტურასა და ალპურისწინა გრანიტოიდებში დადგენილია ცირკონების 5 გენეტური ტიპი: 1. დეტრიტული, 2. გნეისურ-მიგმატიტური კომპლექსის ფორმირებასთან დაკავშირებული, 3. გრანოლორიტულ ორთოგნეისებში განვითარებული, 4. ბრეტონულ რეგიონულ მეტამორფიზმში წარმოშობილი და 5. გვიანგარისკულ გრანიტებში ფორმირებული.

ცირკონების გენეტური ტიპიზაცია საფუძვლად დაედება იალბუზის სუბტერეინის რეგიონული მეტამორფიზმისა და მაგმატიზმის იზოტოპურ-გეოქრონოლოგიურ შესწავლას, ასევე ცირკონში პეტროგენული და იშვიათი ელემენტების შემცველობის განსაზღვრას, რაც, თავის მხრივ, მნიშვნელოვან როლს შეასრულებს კავკასიონის ტერეინის ფორმირების პეტროგენული მოდელის შემუშავებასა და გეოდინამიკურ ინტერპრეტაციაში.

## REFERENCES

1. *Somin M.L.* (1971) Dourskoe osnovanie Glavnogo Khrebta Uzhnogo sklona Bol'shogo Kavkaza. M., Nauchny mir, 245 s. (in Russian).
2. *Somin M.L.* (2007) Doctoral Thesis. RAN, institut fiziki zemli. 57 s. (in Russian).
3. *Gamkrelidze I.P., Shengelia D.M.* (2005) Dokembriysko-paleozoisky metamorfizm, granitoidny magmatizm i geodinamika Kavkaza. M., 458s. (in Russian).
4. *Gamkrelidze I., Shengelia D., Chichinadze G.* (1996) Bull. Georgian Acad.Sci. 154, **1**: 84-89 (in Russian).
5. *Korikovskiy S.P.* (1979) Fatsii metamorfizma metapelitov. M., Nauka, 260 s. (in Russian).
6. *Shengelia D.M., Korikovskiy S.P., Chichinadze G.L., Mgaloblishvili I.Z., Kakhadze R.G., Poporadze N.G., Somin M.L., Potapenko Yu.Ya., et al* (1991) Petrologiya metamorficheskikh kompleksov Bol'shogo Kavkaza. M., Nauka, 232 s. (in Russian).
7. *Shengelia D. M.* (1968) Izv. AN SSSR, ser. geol. **7**: 23-33. (in Russian).
8. *Tugarinov A.I., Bibikova E.V., Gracheva T.V., Makarova V.A.* (1978) Geokhronologicheskoe raschlenenie magmaticeskikh kompleksov Severnogo Kavkaza //Geokhronologiya Vostochno-Evropeyskoy platformy i sochleneniya Kavkazsko-Karpatskoy sistemy. M., Nauka, 12-19 (in Russian).
9. *Bibikova E.V., Somin M.L., Krasivskaya I.S., Arakelians M.M., Vidiapin Yu.P.* (1991) Izv. AN SSSR, ser. geol., **9**: 23-34 (in Russian).
10. *Somin M.L.* (2011) Turkish Journal of Earth Sciences. **20**: 1-65.
11. *Khanel M., Lippold H.I., Kober B., Gurbanov A.G., Borsuk A.M.* (1993<sub>1</sub>) Petrologiya 1, **2**: 171-188 (in Russian).
12. *Khanel M., Lippold H.I., Kober B., Gurbanov A.G.* (1993<sub>2</sub>) Petrologiya 2, **5**: 487-498 (in Russian).
13. *Bakuradze K.V., Bartmitsky E.N., Stepanuk L.M.* (1990) Izotopnyy vozrast porod kristallicheskogo fundamenta uzhnogo sklona Bol'shogo Kavkaza. Tez. dokl. vsesouzn. sovesh. "Izotopnoe datirovanie endogennykh formatsiy". Kiev, 16-18 (in Russian).
14. *Gurbanov A.G., Khanel M., Lippold G.I., Kober B.* (1995) V knige: Osnovnye problemi geologicheskogo izucheniya ispol'zovaniya neдр Severnogo Kavkaza (mat.VII ub. konf. po geologii i poleznym iskopaemym). Yessentuki, 168-171 (in Russian).
15. *Rubinshtein M.* (1970) Eclogae geol. Helv. **63/1**:281-289.
16. *Shengelia D.M.* (1972) Petrology of Paleozoic granitoids of the Northern Caucasus. Trudy GIN AN GSSR, **34**: 247 s.
17. *Okrostsvardize A.V.* (1995) Doct. Thesis. GIN AN Gruzii, 354s.
18. *Shengelia D., Tsutsunava T., Chichinadze G., Beridze G.* (2014) Bull. Georgian Acad. Sci., **8**, 3: 56-63.

Received December, 2016