

Оригинальная статья / Original article

УДК: 553.3/4

DOI: 10.21285/2541-9455-2017-40-3-35-47

## ПЕРСПЕКТИВЫ ВЫЯВЛЕНИЯ НОВЫХ ЗАЛЕЖЕЙ КОЛЧЕДАНЫХ РУД В САРЫБАШСКОЙ СТРУКТУРНО-ФОРМАЦИОННОЙ ЗОНЕ (ЮЖНЫЙ СКЛОН БОЛЬШОГО КАВКАЗА)

© Э.Ф. Ганбарова<sup>а</sup>, Р.Р. Назарова<sup>б</sup>

<sup>а,б</sup>Бакинский государственный университет,  
Азербайджан, AZ 1148, г. Баку, ул. З. Халилова, 23.

**РЕЗЮМЕ.** Цель. Исследования были направлены на изучение геологического строения, металлогенического районирования, характеристику рудных районов, геологических особенностей колчеданных и медно-полиметаллических руд, геолого-структурных условий их формирования, прогнозные оценки по выявлению новых залежей месторождений колчеданного типа Сарыбашской структурно-формационной зоны (СФЗ).

**Методы.** Используются комплексные структурно-геологические и металлогенические исследования с учетом ранее проведенных тематических, поисково-съёмочных, геолого-геофизических, геохимических и геологоразведочных работ. Для анализа вещественного составов магматических и осадочно-метаморфических пород и руд широко применялись современные петролого-геохимические методы с использованием в качестве определения полезных компонентов (Cu, Zn, Pb, Co) и литолого-стратиграфические данные. **Результаты.** Установлено, что геологическое строение района обусловлено развитием терригенно-флишоидной сидеритонесущей формации в ассоциации с образованиями редуцированной недифференцированной толеитовой базальтовой формации натровой серии. Проявления колчеданной и колчеданно-полиметаллической минерализации характеризуются общими чертами геологического строения и структуры. Структурным фактором, контролирующим размещение рудной минерализации, в большинстве случаев оказываются разломы глубокого заложения и сопряженные с ними зоны взбросо-надвигов. **Выводы.** Сульфидная минерализация в пределах Сарыбашской структуры, как и во всем регионе южного склона Большого Кавказа, по-видимому, имеет как гидротермально-осадочное (существенно пиритовые руды), так и гидротермально-метасоматическое (пирит-полиметаллическая прожилково-вкрапленная минерализация) происхождение. Однако не исключена возможность, что прожилково-вкрапленное оруденение – это результат последующего метаморфизма и регенерации. Прогнозы и перспективы промышленного освоения СФЗ связаны с дальнейшим расширением поисково-разведочных и научно-исследовательских работ, которые в будущем могут стать основой для формирования Сарыбашского территориально-промышленного комплекса.

*Ключевые слова:* Сарыбашская структурно-формационная зона, колчеданно-полиметаллические руды, рудопроявления, структурные факторы, глинистые сланцы, флишоидная толща, рудоносные зоны, сульфидная минерализация, прожилки колчеданных руд.

**Формат цитирования:** Ганбарова Э.Ф., Назарова Р.Р. Перспективы выявления новых залежей колчеданных руд в Сарыбашской структурно-формационной зоне (южный склон Большого Кавказа) // Известия Сибирского отделения Секции наук о Земле Российской академии естественных наук. Геология, разведка и разработка месторождений полезных ископаемых. 2017. Т. 40. № 3. С. 35–47. DOI: 10.21285/2541-9455-2017-40-3-35-47

---

<sup>а</sup>Ганбарова Эйзангюль Фатулла кызы, аспирант кафедры геологии полезных ископаемых, e-mail: e.servetler@gmail.com

Eyzangul F. Gambarova, Postgraduate student of the Department of Geology of Mineral Resources, e-mail: e.servetler@gmail.com

<sup>б</sup>Назарова Рамила Рамиз кызы, аспирант кафедры геологии полезных ископаемых, e-mail: nazarovaramila@gmail.com

Ramila R. Nazarova, Postgraduate student of the Department of Geology of Mineral Resources, e-mail: nazarovaramila@gmail.com

## PROSPECTS OF NEW SULPHIDE ORE DEPOSITS IDENTIFICATION IN SARYBASH STRUCTURAL AND FORMATIONAL ZONE (SOUTH SLOPE OF THE GREATER CAUCASUS)

E.F. Ganbarova, R.R. Nazarova

Baku State University,  
23 Z. Khalilov St., Baku, Az 1148, Azerbaijan

**ABSTRACT. Purpose.** The researches deal with the study of geological structure, metallogenic zoning, characteristic of ore regions, geological features of pyrite and copper-polymetallic ores, geological and structural conditions of their formation, forecast assessments on the identification of the new pyrite type deposits in the Sarybash structural and formational zone. **Methods.** The study uses complex structural-geological and metallogenic researches with due regard to the thematic, surveying, geological-geophysical, geochemical and prospecting works performed earlier. The material composition of magmatic and metamorphic-sedimentary rocks and ores is studied with the use of modern petro-geochemical methods employing commercial components (Cu, Zn, Pb, Co) as identifiers and lithologic-and-stratigraphic data. **Results.** It has been found that the development of the terrigenous-flyschoid siderite-bearing formation in association with the formations of the reduced undifferentiated tholeiitic basalt formation of soda series determines the geological structure of the region. Manifestations of pyrite and pyrite-polymetallic mineralization share the common features of geological framework and structure. In most cases deep faults complicated with thrusts are those structural factors that control the location of ore mineralization. **Conclusion.** Sulphide mineralization within the Sarybash structural-formational zone (SFZ) like in the whole region of the southern slope of the Greater Caucasus apparently has both hydrothermal-sedimentary (pyrite ores essentially) and hydrothermal-metasomatic genesis (polymetallic sulphide vein-disseminated mineralization). However, there is the possibility that the vein disseminated mineralization is the result of following metamorphism and regeneration. The forecasts and prospects of SFZ commercial development depend on the further expansion of prospecting and exploration works as well as scientific researches which will form the basis for Sarybash territorial-industrial complex formation.

*Keywords:* Sarybash structural and formational zone; polymetallic sulphide ores; ore occurrences; structural factors; mudstones; flyschoid formation; ore-bearing zones; sulphide mineralization; veins of sulphide ores

**For citation:** Ganbarova E.F., Nazarova R.R. Prospects of new sulphide ore deposits identification in Sarybash structural and formational zone (south slope of the Greater Caucasus). Proceedings of the Siberian Department of the Section of Earth Sciences of the Russian Academy of Natural Sciences. Geology, Exploration and Development of Mineral Deposits, 2017, vol. 40, no. 3, pp. 35–47. (In Russian). DOI: 10.21285/2541-9455-2017-40-3-35-47

### Введение

Сарыбашская структурно-формационная зона (СФЗ) Большого Кавказа характеризуется развитием крупных брахиформных складок, осложненных дисгармоничной складчатостью высокого порядка и меньшей ролью магматических образований. В пределах западной части зоны локализованы Филизчайское и Катехское месторождения, а также ряд проявлений колчеданно-полиметаллических руд.

По характеру дислоцированности, морфологическим типам структур и возрасту пород, слагающих геологический разрез, зона вкрест простирается распадается на две неравнозначные по занимаемой территории тектонические чешуи или пластины: северную Филизчай-

Аттагайскую и южную Катех-Гюмбулчайскую, разделенные Гамзагор-Сарыбашским дизъюнктивом [1].

В геологическом строении зоны участвуют образования нижней и средней юры, представленные терригенно-флишоидной сидеритоносной формой в ассоциации с образованиями (силлы, дайки) редуцированной недифференцированной толеитовой базальтовой формации натровой серии. Наиболее древними из обнажающихся в эрозионном срезе являются образования нижней балакенчайской ( $J_1p_2^1$ ) и верхней филизчайской ( $J_1p_2^2$ ) свит верхнего плинсбаха, залегающие в основании геологического разреза Филизчай-Аттагайской пластины.

### Геологическое строение структурно-формационной зоны

Рассмотрим особенности геологического строения Сарыбашской СФЗ. Азербайджанская часть южного склона Большого Кавказа, куда и входит исследованная территория, представляет собой весьма сложнопостроенное в геологическом отношении горное сооружение. В пределах этого региона выделены несколько субширотно-ориентированных структур первого порядка. В числе этих структур, определяющих пределы данного региона, на севере выделяется крупный Туфанский антиклинорий, а на юге – Кахетино-Вандамский антиклинорий и заключенный между ними крупный меловой Загатало-Говдагский прогиб, разделенные разломами глубокого заложения [1, 2].

Эти структуры рассечены на ряд структур, отвечающих ступеням более низкого порядка. Так, Туфанский антиклинорий включает в себя Цудурскую и Сарыбашскую приподнятые ступени и заключенную между ними Хурайскую опущенную ступень. Далее к югу от прогиба располагается Дуруджинская шовная зона, сложенная юрскими песчано-глинистыми породами. В пределах региона выделяются крупные поперечные блоки: Балакен-Гахский приподнятый, Шекинский опущенный и Гутгашен-Исмаиллинский приподнятый.

Осевая полоса Сарыбашской СФЗ осложнена многочисленными разрывами типа взброса, постепенно затухающими в восточном направлении в связи с общим погружением шарнира складки. Здесь отмечается повышенная раздробленность, разрушенность и развальцованность пород с зонами слабого гидротермального изменения, но интенсивного окварцевания. Мощность кварцевых жил и прожилков колеблется от нитевидных до 25–30 см. Кварц обычно молочно-белого цвета, но в зонах местами лимонитизирован и раздроблен. Очень редко в таких кварце-

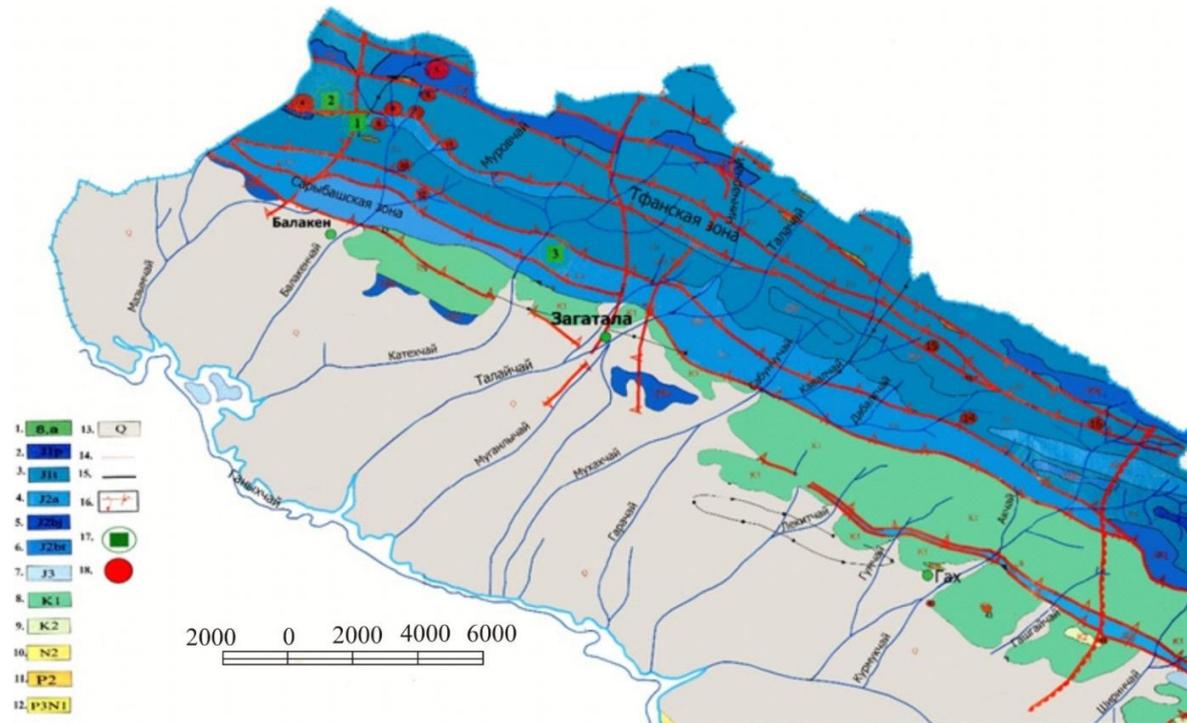
вых жилах встречаются зерна пирита и микроскопические вкрапления халькопирита, еще реже малахит. В пределах этой зоны в основном развиты глинистые сланцы, тогда как песчано-сланцевые образования нижнего аалена встречены лишь по р. Гарасу, что предопределило оконтуривание локальной структуры (рис. 1).

Разрывные нарушения являются оперяющими структурами основных региональных разломов глубокого заложения. Вдоль выделенных нарушений, осложняющих осевые и крыльевые части сжатых локальных складок, породы подверглись интенсивному гидротермальному изменению, ожелезнению, лимонитизации и окварцеванию, что позволило выделить ряд перспективных зон. Наиболее характерные гидротермальные изменения наблюдаются в верховьях р. Сувагильчай и в русле р. Гарасу. Эти зоны приурочены к осевым частям антиклинальных структур, сложенных метаморфизованными глинистыми сланцами, а крылья – песчано-сланцевыми образованиями [3].

Гетерогенные колчеданно-полиметаллические и медно-цинково-пирротиновые месторождения Восточного Кавказа, формировавшиеся в условиях широкой вариации физико-химических параметров процесса минералообразования, характеризуются специфическими минералогическими особенностями, рудные залежи которых имеют пластообразную, линзовидную и жилообразную форму. Многие исследователи эти месторождения считают стратиформными образованиями. В азербайджанской части южного склона Большого Кавказа к ним относятся месторождения Филизчай, Катех, Кацдаг, Джихих-Сагатор и многочисленные рудопроявления, месторождение Кизил-Дере на Южном Дагестане [4–8].

### Результаты исследований

В пределах рассматриваемой площади выявлен и изучен ряд рудопроявле-



**Рис. 1. Схематическая геологическая карта южного склона Большого Кавказа (с указанием размещения некоторых месторождений и проявлений)**  
**Масштаб 1:200000**

1 – магматические породы: габброиды, базальты, андезибазальты, диабазы, диабаз-порфириды, диориты; 2 – нижняя юра (плинсбах): метаморфизованные темно-, сероцветные глинистые сланцы и песчаники с сингенетическими, жильными, слоистыми россыпями пирита; 3 – нижняя юра (тоар): сильно метаморфизованные песчаники, глинистые сланцы, алевролиты, содержащие пирит (в виде россыпей, конкреций, слоев); 4 – средняя юра (аален): интенсивно метаморфизованные терригенные отложения, состоящие из черных глинистых сланцев, песчаников, содержащие пиритовые россыпи, жилы и слои; 5 – средняя юра (байос): толстослоистые среднезернистые полимиктовые песчаники, сопровождающиеся тонкими слоями глинистых сланцев с включением песчаников, кварца и горного хрусталя; 6 – средняя юра (бат): черные тонкослоистые песчаники и глинистые сланцы; 7 – верхняя юра: толстослоистые известняки (титон), чередование алевролитов, песчаников и глинистых сланцев (флишюид), пелитоморфные известняки; 8 – нижний мел: сланцеватые глины, песчаники, песчаные и пелитоморфные известняки и их чередование; 9 – верхний мел: мергели, известняки (пелитоморфные, кристаллические), песчаники, туфогенные песчаники, туфогенные конгломераты, туфы, мергелистые, известковые глины и песчаники, кремнистые вулканогенные, вулканогенно-осадочные и карбонатные пестроцветные породы; 10 – верхний неоген: галька, гравий, щебень, вулканический пепел, песчаник, бурый уголь, известково-песчанистые глины, известняки; 11 – средний палеоген: красные, зеленовато-серые, серые марганцовые песчаники, серые глины, мергели, слабо рассланцованные глины и песчаники, вулканические пеплы; 12 – верхний палеоген – нижний неоген: темноцветные глины, песчаники, листоватые песчано-карбонатные глины, песчано-глинистые известняки, горючие сланцы; 13 – четвертичные отложения: гравий, щебень, пески, глины; 14 – разломы; 15 – геологические границы; 16 – глубинные разломы; 17 – месторождения (1 – Филизчайское, 2 – Кацдагское, 3 – Катехское); 18 – рудопроявления (4 – Мазымчайское, 5 – Сагаторское, 6 – Кацмалинское, 7 – Буланьгское, 8 – Кехнемеданское, 9 – Карабчайское, 10 – Нижняя Салтыгчайское, 11 – Верхняя Салтыгчайское, 12 – Чайрабчайское, 13 – Хуторское, 14 – Сарыбашское, 15 – Дабальтское, 16 – Сувагильское)

**Fig. 1. Schematic geological map of the southern slope of the Greater Caucasus (with indicated location of some deposits and ore manifestations)**  
**Scale 1:200.000**

1 – magmatic rocks: gabbroides, basalts, andesite-basalts, diabases, diabase-porphyrates, diorites;  
 2 – Lower Jurassic (the Pliensbachian) metamorphized dark, grey clay shales and sandstones with syngenetic vein fissile pyrite placers; 3 – Lower Jurassic (the Toarcian): strongly metamorphosed sandstones, clay shales,

*pyrite-bearing aleurolites (in the form of places, concretions, layers); 4 – Middle Jurassic (the Aalenian): strongly metamorphosed terrigenous sediments consisting of black clay shales, sandstones that contain pyrite placers veins and layers; 5 – Middle Jurassic (the Bajocian): thick-layer medium-grained polymictic sandstones accompanied with thin-layer clay shales with embedded sandstones, quartz and rock crystal; 6 – Middle Jurassic (the Bathonian): black thin-layer sandstones and clay shales; 7 – Upper Jurassic: thick-layer limestones (the Tithonian), alternation of aleurolites, sandstones and clay shales (flyschoid), pelitomorphic limestones; 8 – Lower Cretaceous: schistous clays, sandstones, sandy and pelitomorphic limestones and their alternations; 9 – Upper Cretaceous: marls, limestones (pelitomorphic, crystalline), sandstones, tuffaceous sandstones, tuffaceous conglomerates, tuff, marl and limestone clays and sandstones, siliceous volcanogenic, volcanogenic-sedimentary and carbonaceous variegated rocks; 10 – Upper Neogene: shingle, gravel, detritus, volcanic ash, sandstones, brown coal, calcareous sandy clays, limestones; 11 – Middle Paleogene: red, green and grey, grey manganese sandstones, grey clays, marls, poorly schistic clays and sandstones, volcanic ash; 12 – Upper Paleogene – Lower Neogene: dark clays, sandstones, divided sandy carboniferous clays, sandy-clay limestones, combasitible shales; 13 – Quaternary deposits: gravels, detritus, sands, clays; 14 – faults; 15 – geological borders; 16 – deep faults; 17 – deposits (1 – Filizchay, 2 – Katsdag: 3 – Katekh); 18 – ore occurrences (4 – Mazymchay, 5 – Sagator, 6 – Katsmala, 7 – Bulanyg, 8 – Kekhnemedan, 9 – Karabchay, 10 – Lower Saltygchay, 11 – Upper Saltygchay, 12 – Chayrabchay, 13 – Khutor, 14 – Sarybash, 15 – Dabalt, 16 – Suvagil)*

ний серно-колчеданной и медно-полиметаллической минерализации, участки и зоны гидротермально-измененных пород. Ниже кратко дается характеристика этих проявлений.

Сарыбашское проявление медно-колчеданно-полиметаллических руд находится в пределах одноименной структурно-формационной зоны среди глинистых сланцев, алевролитов и песчаников ааленского возраста. Здесь обнаружены относительно слабо минерализованные зоны меди, цинка, свинца, золота и серебра, прослеживающиеся на большие расстояния (до 12 км).

В Сарыбашской рудоносной площади вдоль одноименного надвига наблюдается три типа минерализации.

Первый тип – в местах сочленения надвига с поперечными разрывными нарушениями; заполнен материалами, содержащими пиритовые зерна. В лимонитизированных породах пробирным анализом обнаружено повышенное содержание золота (0,5–2,8 г/т) и серебра (4,5–60 г/т), концентрации меди, цинка и серы резко понижаются.

Второй тип оруденения прослеживается вдоль Сарыбашского разрывного нарушения в виде будинажа, линз. В некоторых местах их мощность достигает 12 м. Состоит из крупнозернистого

пирита, халькопирита, сфалерита, галенита. Галенит не виден невооруженным глазом. Сфалерит образует крупные кристаллы. Халькопирит и пирит наблюдаются в тонких прожилках. Общая масса руды в целом пористая и содержит реликты глинистых сланцев. На контакте рудных тел с вмещающими породами наблюдаются вторичные минералы (лимонит, малахит, азурит). В пробах из контактовых зон обнаружены: медь – 0,1%, цинк – 0,2%, свинец – 0,06%.

Третий тип минерализации состоит из фрагментарно распространенных конкреций пирита, сидерита и прожилков пирита. Пиритовые прожилки характеризуются изменчивой мощностью (от 0,3 до 1 см) и прослеживаются до 2–3 м. По простиранию они выклиниваются и после некоторых перерывов снова прослеживаются. В пиритовых прожилках обнаружены полиметаллы, золото и серебро. Результаты проведенных исследований показывают, что первая и вторая зона являются более перспективными.

Наиболее распространенным рудным минералом среди вышеуказанных типов минерализации является пирит, который характеризуется разнообразием форм (прожилки, конкреции, вкрапленники, пятна, линзы и прослои). Другие сульфиды на выявленных участках

проявлены слабо и занимают резко подчиненное положение по отношению к пириту. Согласно полевым наблюдениям пиритовое оруденение ведет себя как типично стратиформное. Пиритовые и пирит-полиметаллические прожилки испытали интенсивное дробление и катаклаз, нередко смяты в мелкие складки совместно с вмещающими породами.

Дабальтское проявление колчеданных и полиметаллических руд находится на южном крыле Сарыбашской СФЗ и приурочено к близкошироотно расположенной Катех-Гюмбульчайской перспективной тектонической зоне. В геологическом строении участвуют в основном среднеюрские отложения, в которых выделяются толщи (серии), состоящие из чередования глинистых сланцев и песчаников: чедерская, сидеритовая, хыналыгская, кейванская и др. (рис. 2) [4, 6].

Дабальтская площадь характеризуется складчатыми структурами сложной морфологии и поперечно прослеживающимися разрывными нарушениями типа надвига. Именно с такими разрывными нарушениями связываются рудные зоны.

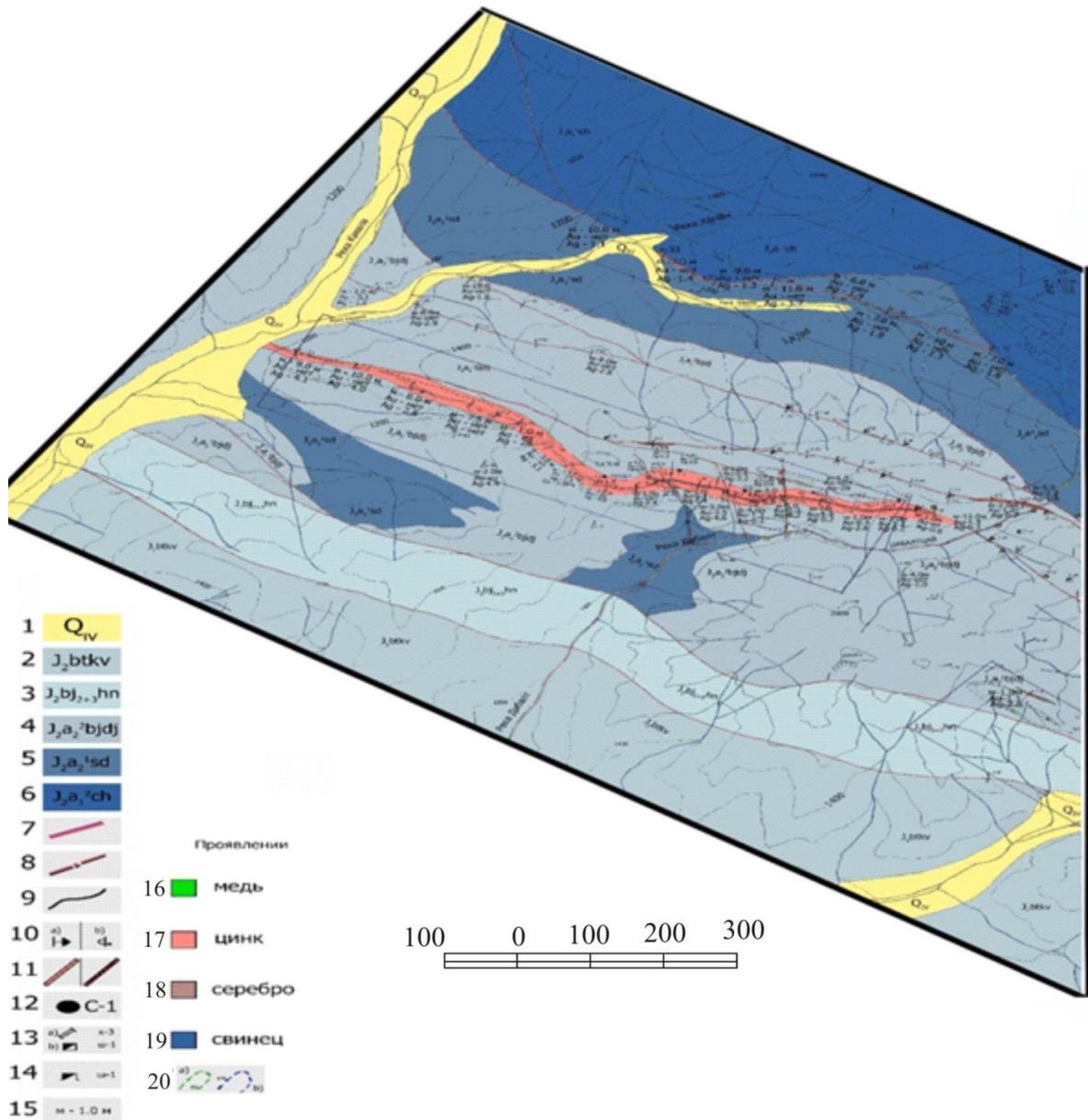
В Дабальтской площади выделены три проявления колчеданного оруденения: Дабальтское, Кавалачайское, Сувагильское. Из них самым перспективным (с точки зрения золотоносности) является Дабальтское проявление, где содержание меди составляет 0,22–0,30%, свинца – 0,12–0,15%, золота – 4–5 г/т (иногда и более). Выделенная среди Дабальтской площади зона Срединная тоже характеризуется повышенными содержаниями золота (0,4–3,5 г/т) и серебра (0,2–6,9 г/т). Среднее содержание их составляет соответственно 1,4 и 1,8 г/т. Средняя мощность полосы – 4,7 м, длина – 2,3 м. В отдельных интервалах керна наблюдаются тонкие прожилки кварца. Здесь количество серебра составляет 2,8 г/т. Вдоль ствола штольни тоже обнаружено золото – 0,4 г/т (в двух пробах доходит до 0,8 г/т), а содержание серебра колеблется в

интервале 2,4–6,4 г/т.

Хуторское проявление серно-колчеданных руд расположено по южному борту хребта Хутор в верховье р. Гарачай и занимает небольшую площадь. Здесь обнажается ряд параллельных зон интенсивного гидротермального изменения пород юго-западного простирания. В геологическом строении участвуют отложения глинисто-сидеритовой и песчано-сланцевой свит, литологически представленных однотипными глинистыми сланцами и флишоидами. Глинистые сланцы бурые, охристые, черные, белесовые, сильно трещиноватые.

Флишоиды представлены чередованием маломощных прослоев песчаников и глинистых сланцев верхнего аалена. В пределах зон разломов во вмещающих породах наблюдается слабая сульфидная минерализация в виде вкраплений и тончайших прожилков, плохо сохранившихся в коре выветривания. Большинство глинисто-сидеритовых и пиритовых конкреций вымыты, отчего с поверхности породы окрашены в охристый цвет, который характерен для всей площади Сарыбашской тектонической ступени. Оруденение вкрапленного типа отмечается по наслоению песчаников; последние также характеризуются наличием мелких гнезд пирита. Прожилки колчеданных руд фиксируются в глинистых сланцах по трещинам, которые на современном эрозионном срезе выщелочены.

В плане зона имеет линейно-локальную форму, образуя раздувы и пережимы. Наиболее интенсивно гидротермальное изменение пород отмечается в тех местах, где вмещающие породы вдоль основного рудоконтролирующего разлома дополнительно осложнены оперяющимися мелкими тектоническими разрывными нарушениями, которые создали благоприятные условия для локализации колчеданного оруденения. Мощность таких зон колеблется от 0,8 до 3 м. Химический анализ бороздовых проб показал



**Рис. 2. Геологическая карта Дабальтского колчеданного и медно-полиметаллического проявления  
 Масштаб 1:10000**

1 – современные аллювиальные, пролювиально-делювиальные отложения: гравий, галька, пески;  
 2 – кейванская серия: слои мелкозернистых песчаников в глинистых сланцах; 3 – хыналыгская серия: массивные мелко- и среднезернистые песчаники, содержащие глинистые сланцы и ритмично меняющиеся толщи флишоидов; 4 – джиминская серия: чередование толщ тонко- и среднезернистых песчано-глинисто-сланцевых флишоидов; 5 – сидеритовая серия: алевролитовые маломощные мелкозернистые песчаники, глинистые сланцы, содержащие слои сидеритовых конкреций;  
 6 – чедерская серия: чередование тонко- и груборитмичной флишоидной толщи, содержащей изредка глинисто-сланцевые толщи; 7 – гамзагорский надвиг, ограничивающий структурно-формационные зоны; 8 – поперечные тектонические нарушения, сбросы, сбросы-разрывы; 9 – стратиграфические геологические границы; 10 – элементы залегания: а – нормальные, б – опрокинутые; 11 – складки: а – гидротермально-измененные зоны минерализации, б – золотоносные зоны; 12 – пробуренные скважины, их место и номер; 13 – разведочные выработки: а – канавы, б – шурфы; 14 – штольни; 15 – мощность зоны. Проявления: 16 – медь; 17 – цинк; 18 – серебро; 19 – свинец; 20 – площадь проведенных геофизических работ; геофизические аномалии: а – естественная электрическая площадь, б – магнитовариационное профилирование

**Fig. 2. Geological map of the Dabalt pyrite  
and copper-polymetallic manifestation**  
Scale 1:10.000

1 – modern alluvial, proluvial-deluvial sediments: gravel, shingle, sands; 2 – Keyvan series: layers of fine grain sandstones into clay shales; 3 – Khynalyg series: massive fine- and medium grain sandstones containing clay shales and rhythmically alternating flyschoid formations; 4 – Jymin series: alternation of fine- and medium grained formations of sandy-clay-shale flyschoids; 5 – Siderite series: aleurolitic thin-layer of fine-grained sandstones, clay shales with included layers of siderite concretions; 6 – Cheder series: alternation fine- and coarse rhythmic flyschoid formations containing rare clay shale layers; 7 – Gamzagor thrust bounding structural and formational zones; 8 – diagonal tectonic disturbances, faults, thrusts; 9 – stratigraphic geological borders; 10 – dip and strike elements: a – normal, b – overtilted; 11 – folds: a – hydrothermally altered mineralization zones; б – gold-bearing zones; 12 – drilled holes, their place and number; 13 – prospect holes: a – trenches, б – prospecting pits; 14 – day-drifts; 15 – zone thickness. Manifestations: 16 – copper; 17 – zinc; 18 – silver; 19 – lead; 20 – area of carried out geophysical investigations; geophysical anomalies: a – natural electrical area; б – geomagnetic variation profiling

невысокое содержание полезных компонентов: Cu – 0,09%, Zn – 0,07%, Pb – 0,05%, Hg – 0,00007%, Au – не обнаружено. Только одна проба показала сравнительно высокое содержание меди – 0,15%, цинка – 0,70%, свинца – 0,9%.

Геофизическими работами здесь выявлены четыре аномальные зоны, которые связаны со слепыми рудными телами, залегающими на глубине до 70 м.

Сувагильчайское проявление серно-колчеданных руд расположено в верховье развалин с. Сувагиль, на юго-восточном борту Хуторского хребта. В геологическом строении принимают участия отложения верхнеааленского яруса средней юры, которые представлены двумя свитами: нижняя – глинисто-сидеритовая – представлена в основном монотонными глинистыми сланцами с редкими тонкими прослоями песчаников, верхняя – песчано-сланцевая – аритмичным чередованием глинистых сланцев и песчаников. Эти отложения образуют здесь серию изоклинальных сжатых структур, осложненных разрывными нарушениями, которые подверглись гидротермальному изменению. Породы также окварцеваны, заохрены и пронизаны кварц-кальцитовыми жилами и прожилками мощностью от нитевидных до 5–8 см. Кварц в основном безрудный, имеет молочно-белый цвет. Минерализация на данном участке представлена в виде мелких вкрапленников окисленного пирита.

Общая протяженность гидротермально-измененных зон составляет 70–1100 м при средней мощности 30 м. Пробы из выработок и естественных обнажений показали низкое содержание полезных компонентов: Cu – до 0,01%, Zn – до 0,07%, Pb – до 0,05%, Co – до 0,005%.

Кум-Лекитское колчеданно-полиметаллическое рудопроявление расположено в низкогорной части района. В геологическом отношении участок сложен верхнеааленскими и частично верхнеюрскими отложениями. Как известно, среднеюрские глинистые породы являются самыми перспективными на обнаружения руд колчедано-полиметаллического состава в пределах Балакен-Шекинской металлогенической провинции.

На участке выделены две зоны гидротермально-измененных пород протяженностью от 1 до 3 км, расположенных друг от друга на расстоянии 150–200 м. Зоны характеризуются прерывистыми выходами на поверхности, имея в плане четкообразную форму с раздувами (до 50 м) и пережимами. Эти рудоносные зоны представлены окварцеванными, заохренными, перемятыми породами с вкрапленным, прожилково-вкрапленным оруденением сульфидов Fe, Cu, Zn, Pb. Местами отмечаются мелкие гнезда и линзочки, сложенные массивной пиритовой рудой.

Зона I прослежена на расстоянии 1 км и приурочена к разрывному наруше-

нию, проходящему по осевой плоскости узкой линейной антиклинали, опрокинутой на юг. Мощность зоны вниз по склону увеличивается от 60 до 100–150 м. Оруденение в зоне представлено в виде прослоев пиритизированных песчаников мощностью от 3–5 до 10 см. Породы сильно окислены, и окисление прямо пропорционально мощности слоев. Сплошная вкрапленность макроскопически наблюдается в песчаниках мощностью до 5 см. При увеличении мощности песчаники большей частью сильно окислены на значительную глубину. Глинистые сланцы белесоватые, в отдельных прослоях каолинизированные, интенсивно метаморфизованы. Бороздовые пробы из канав показали следующее содержание элементов: Cu – 0,01%, Zn – 0,02% и Pb – 0,05–0,11%. Среднее содержание основных элементов для всей площади практически стабильное: Cu – 0,05%, Zn – 0,03%, Pb – 0,16%.

Зона II располагается к югу от первой на расстоянии 150 м. Зона частично вскрывается по редким неглубоким балкам. Вмещающими породами являются флишоидная толща, представленная ленточным ритмичным чередованием пиритизированных тонкослоистых песчаников (3–5 см) и 5–10 см прослоев листоватых сланцев. Зона прослеживается на расстоянии 800 м прерывистыми выходами на сильно перекрытой площади. С поверхности зона сильно окислена, потому породы рыхлые, неплотные, обохрены и изменены. Лишь в более глубоких срезях пиритизация пород сохранена. Зона вскрыта на современном эрозионном срезе. Ее мощность составляет 90 м. Изучена поверхностными выработками, подверглась бороздovому опробованию. Средневзвешенное содержание по зоне составляет: Cu – 0,01%, Zn – 0,02%, Pb – 0,05%.

В целом гидротермально-измененные зоны Кум-Лекитского участка характеризуются сравнительно невысоким

содержанием элементов. Следует отметить, что мощность окисленной зоны на участке составляет около 300 м и все пройденные горные выработки не вышли из этой зоны. Не исключена возможность увеличения содержания полезных компонентов на глубине вне зоны окисления. Как явствует из геолого-тектонической позиции, участок представляет большой интерес и, безусловно, заслуживает детального изучения комплексом геолого-геофизических и геохимических исследований.

Проведенные в последние годы исследования показали, что в зонах разнонаправленных тектонических нарушений обнаружены положительные показатели в отношении золота и серебра, даже в тех местах, где отсутствует полиметаллическое оруденение. Мощность таких зон достигает более 100 м. Лимонитизированные породы содержат 0,4–2,8 г/т золота. Природа золота и серебра в этом районе пока не выяснена [4].

На основе проведенных поисковых работ в двух зонах Сарыбашской рудоносной площади на основе данных наземных горных выработок и скважин рассчитаны прогнозные запасы: Cu – 405 тыс. т; Zn – 1,862 тыс. т; Pb – 880 тыс. т; Au – 40 т; Ag – 837 т. Среднее содержание элементов в первой зоне составляют: Cu – 0,22%, Zn – 1,27%, Pb – 0,54%, Au – 0,86 г/т, Ag – 14,01 г/т; во второй зоне: Cu – 0,41%, Zn – 1,45%, Pb – 0,79%, Au – 0,62 г/т, Ag – 19,13 г/т.

#### Обсуждение результатов

Исходя из вышеизложенного, считаем целесообразным проведение поисково-оценочных работ в пределах Сарыбашской рудоносной площади, и для этой цели необходимо пробурить скважины глубиной 600 м в западных частях района.

В геолого-структурном отношении проявления и зоны минерализации приурочены к северной части Сарыбашской тектонической зоны и Дуруджинскому

антиклинорию. Известные на площади проявления колчеданной и колчеданно-полиметаллической минерализации характеризуются общими чертами геологического строения и структуры. Наличие глинистых и песчано-глинистых толщ и подводных трещинных структур, по которым циркулировали рудоносные растворы, является основой предпосылкой для концентрации рудной минерализации [3, 5].

Глинистые сланцы и флишоиды создают особые благоприятные условия для скопления рудной минерализации. Структурным фактором, контролирующим размещение рудной минерализации, в большинстве случаев оказываются разломы глубокого заложения и сопряженные с ними зоны взбросо-надвигов. Плоскости надвиговых нарушений способствуют циркуляции гидротермальных растворов. Другие второстепенные структуры – изгибы складок – также влияют на размещение оруденения. Такие изгибы сопровождаются брекчированием, повышенной пористостью и проницаемостью рудообразующих растворов.

Следует полагать, что сульфидная минерализация в пределах Сарыбашской структуры, как и во всем регионе южного склона Большого Кавказа, по-видимому, имеет как гидротермально-осадочное (существенно пиритовые руды), так и гидротермально-метасоматическое (пирит-полиметаллическая прожилково-вкрапленная минерализация) происхождение. Однако не исключена возможность того, что прожилково-вкрапленное оруденение – это результат последующего метаморфизма и регенерации [4, 6, 7].

Необходимо отметить большое сходство структурно-текстурных особенностей сульфидной минерализации Сарыбашской СФЗ и Дуруджинской структуры. Отличие заключается лишь в том, что помимо колчеданного оруденения в пределах Дуруджинской структуры появляется и молибденовая минерализа-

ции. Повышенное содержание молибдена фиксируется по всему разрезу на Баш-Лайском участке, начиная с поверхности до глубины 400 м. Макроскопически и микроскопически минералы молибдена не обнаружены. Вместе с тем геохимический анализ показывает, что молибден ассоциирует с хромом, никелем, медью, между которыми существуют тесные корреляционные связи. В некоторых литологических разностях молибден хорошо коррелируется с цирконием [6, 9].

При прогнозировании и поисках колчеданно-полиметаллических месторождений филизчайского типа широко используются геологические предпосылки и прямые и косвенные поисковые признаки. Прототипом является Филизчайское месторождение, которое изучено детальнее других. Поэтому на его примере с учетом дополнительных данных по другим рудным объектам, в первую очередь серно-колчеданного профиля, целесообразно прогнозировать выявление новых месторождений. Характерной особенностью колчеданно-полиметаллических месторождений южного склона является их пространственная связь с аспидными и терригенно-флишоидными толщами, прорванными дайками и интрузивными образованиями. Большое прогнозное значение имеет факт преимущественной приуроченности оруденения к нескольким стратиграфическим уровням этих толщ: плинсбахскому, ниже- и вехнетоарскому, ниже- и верхнеаленскому, причем в пределах отмеченных ярусов удается выделить стратифицированные рудные горизонты с колчеданными залежами, занимающими вполне определенное закономерное положение в разрезе. В пределах рудоносных горизонтов признаками, позволяющими выделить участки с промышленными концентрациями стратиформного колчеданного оруденения, являются глубоководные глинистые фации изолированных впадин с застойным режимом

водообмена, насыщенных  $C_{орг}$  (до 5–6%), сидерит-пиритовыми и пиритовыми конкрециями осодочно-диагенетического происхождения, представленные фрамбоидами, мелкими микрозернистыми кристалликами в рассеянном или в сгустковом состоянии, стяжениями и т.д. [4, 10].

В основу геологического прогнозирования медно-полиметаллических, медно-порфировых и колчеданно-полиметаллических месторождений исследуемого региона заложены результаты проведенных разномасштабных геологических съемок, поисков и многочисленных разведочных и эксплуатационных работ. Металлогенические исследования позволяют выявить отдельные геологические факторы возможного оруденения. Последующий анализ совокупностей всех факторов представляет возможность определить главные геологические предпосылки и металлогенические факторы, а также благоприятные условия для локализации полиметаллического оруденения. Выявление ведущих металлогенических факторов предопределяет дальнейшее прогнозирование оруденения и возможное рациональное направление поисков [5, 11].

В заключение следует особо подчеркнуть, что по результатам комплексно-детальных исследований рудопроявления и месторождения колчеданно-полиметаллических рудных формаций Сарыбашской СФЗ представляют значительный интерес относительно высоких содержаний Pb, Zn, Cu, Au, Ag и редких и рассеянных элементов в ряде рудных минералов.

#### Выводы

При прогнозах на выявление новых залежей месторождений колчеданного типа благоприятными признаками следует считать:

1. Блоковые структуры, играющие важную роль в локализации медного и комплексного оруденения, и мобильность, формирующую эти блоки разломов в период, непосредственно предшествовавший оруденению. Особенное значение эти структуры имеют в связи с возможной тектонической «ослабленностью» отдельных горизонтов, слагающих мобильные блоки.

2. Рудоконтролирующие зоны (проявление магматизма, гидротермальный процесс, наличие рудопроявлений различных металлов и т.д.), определяющие в пересечении со структурами других направлений позицию промышленных рудных полей и перспективных рудопроявлений.

3. Закономерности развития складчатой и дизъюнктивной тектоники региона и выделение рудоконтролирующей роли СЗ структур.

4. Глубинные разломы, крупные продольные надвиги и зоны разломов, являющиеся рудоподводящими и рудоконтролирующими каналами для рудонесных растворов.

5. Наличие систем разрывных нарушений – сбросов и взбросов северо-западного, север-северо-восточного и северо-восточного направлений, являющихся благоприятными для локализации оруденения.

6. Наличие проявлений интрузивных и субвулканических образований и гидротермальной минерализации во фланговых частях блоков.

7. Установление (с применением геофизических исследований) блоковых подвижек фундамента.

8. Возможное экранирующее влияние тех или иных структурных элементов (пологих тектонических зон) или благоприятных горизонтов.

### Библиографический список

1. Кенгерли Т.Н. Мегазона Южного склона // Геология Азербайджана. Т. IV. Тектоника. Баку: Нафта-Пресс, 2005. С. 120–187.
2. Шихалибейли Э.Ш., Корбанов В.В. Геологическое строение Дуруджинской шовной зоны в восточной части южного склона (междуречье Вандамчая и Ахоччая) Большого Кавказа // Известия АН Азербайджанской ССР. Серия наук о Земле. 1979. № 2. С. 24–28.
3. Курбанов Н.К. Геологические основы прогноза цветных металлов в различных структурно-формационных зонах терригенной эвгеосинклинали Большого Кавказа // Труды ЦНИГРИ. 1984. Вып. 189. С. 58–70.
4. Баба-заде В.М., Агаев С.А., Челаби Г.А., Акперов М.А. Цветные металлы. Медь, Свинец, цинк // Минерально-сырьевые ресурсы Азербайджана. Баку: Озан, 2005. 808 с.
5. Курбанов Н.К. Критерии поисков и принципы прогнозирования комбинированных колчеданно-медно-полиметаллических месторождений в альпийской терригенной геосинклинали Большого Кавказа // Труды ЦНИГРИ. 1982. Вып. 168. С. 87–97.
6. Новрузов Н.А., Агаев С.А., Велизаде С.Ф. Свинцово-цинковые месторождения Южного склона Большого Кавказа // Геология Азербайджана. Т. VI. Полезные ископаемые. Баку: Nafta-Press, 2003. С. 156–198.
7. Смирнов В.И. Колчеданные месторождения // Генезис эндогенных рудных месторождений. М.: Недра, 1968. С. 568–647.
8. Твалчрелидзе Г.А. Металлогенетическая эволюция Кавказа // Тектоника и металлогения Кавказа. Тбилиси: Мецниереба, 1984. 343 с.
9. Новрузов Н.А. Геохимические особенности терригенных рудовмещающих отложений колчеданных месторождений Восточного Кавказа // Литология и полезные ископаемые. 2011. № 5. С. 475–483.
10. Кузнецов В.В. Геолого-генетические основы прогноза и поисков колчеданно-полиметаллических месторождений рудноалтайского типа // Отечественная геология. 2014. № 2. С. 30–38.
11. Авдонин В.В., Лыгина Т.И., Мельников М.Е., Ручкин Г.В., Шатагин Н.Н. Поиск и разведка месторождений полезных ископаемых. М.: Мир, 2007. 540 с.

### References

1. Kengerli T.N. Megazone of the South Slope. *Geologiya Azerbaidzhana* [Geology of Azerbaijan]. Vol. IV. Tektonika. Baku: Nafta-Press Publ., 2005, pp. 120–187. (In Russian).
2. Shikhalibeili E.Sh., Korabanov V.V. Geological structure of Duruji suture zone in the eastern part of the Greater Caucasus South Slope (the Vandamchay and Akhokhchay interfluvium). *Izvestiya AN Azerbaidzhanskoi SSR. Seriya nauk o Zemle* [Proceedings of the Academy of Sciences of the Azerbaijan SSR, Earth Sciences series], 1979, no. 2, pp. 24–28. (In Russian).
3. Kurbanov N.K. Geological basis for non-ferrous metals forecast in different structural and formational zones of terrigenous eugeosyncline of the Greater Caucasus. *Trudy TsNIGRI* [Proceedings of the Central Research Geological Prospecting Institute of Non-Ferrous and Precious Metals], 1984, iss. 189, pp. 58–70. (In Russian).
4. Baba-zade V.M., Agaev S.A., Chelabi G.A., Akperov M.A. Non-ferrous metals. Copper, Lead, Zinc. *Mineral'no-syr'evye resursy Azerbaidzhana* [Mineral resources

of Azerbaijan]. Baku: Ozan Publ., 2005, 808 p. (In Russian).

5. Kurbanov N.K. Search criteria and forecast principles for combined pyrite-copper-polymetallic deposits in Alpine terrigenous geosyncline of the Greater Caucasus. *Trudy TsNIGRI* [Proceedings of the Academy of Sciences of the Azerbaijan SSR, Earth Sciences series], 1982, iss. 168, pp. 87–97. (In Russian).

6. Novruzov N.A., Agaev S.A., Velizade S.F. Lead and zinc deposits of the Greater Caucasus South Slope. *Geologiya Azerbaidzhana* [Geology of Azerbaijan]. Vol. VI. Mineral resources. Baku: Nafta-Press Publ., 2003, pp.156–198. (In Russian).

7. Smirnov V.I. Pyrite deposits. *Genesis endogennykh rudnykh mestorozhdenii* [Genesis of endogenic ore deposits]. Moscow: Nedra Publ., 1968, pp. 568–647. (In Russian).

8. Tvalchrelidze G.A. Metallogenic

evolution of Caucasus. *Tektonika i metallogeniya Kavkaza* [Tectonics and metallogeny of Caucasus]. Tbilisi: Metsniereba Publ., 1984, 343 p. (In Russian).

9. Novruzov N.A. Geochemical features of terrigenous ore-bearing occurrences of the Eastern Caucasus pyrite deposits. *Litologiya i poleznye iskopaemye* [Lithology and mineral resources], 2011, no. 5, pp. 475–483. (In Russian).

10. Kuznetsov V.V. Geological-geometric basis of the predicting and prospecting of massive sulfide polymetallic deposits of Altai ore type. *Otechestvennaya geologiya* [National Geology], 2014, no. 2, pp. 30–38. (In Russian).

11. Avdonin V.V., Lygina T.I., Mel'nikov M.E., Ruchkin G.V., Shatagin N.N. *Poisk i razvedka mestorozhdenii poleznykh iskopaemykh* [Search and exploration of mineral deposits]. Moscow: Mir Publ., 2007, 540 p.

#### Критерии авторства

Ганбарова Э.Ф., Назарова Р.Р. имеют на статью равные авторские права и несут равную ответственность за плагиат.

#### Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Статья поступила 22.04.2017 г.

#### Authorship criteria

Ganbarova E.F., Nazarova R.R. have equal author's rights and bear equal responsibility for plagiarism.

#### Conflict of interests

The authors declare that there is no conflict of interests regarding the publication of this article.

The article was received 22 April 2017