

УДК 553.411.071 (571.5)

DOI: 10.46698/VNC.2026.70.42.001

Оригинальная статья

## Геофизические признаки золотоносности рудно-магматических систем Северной Осетии (Алании)

С.Г. Парада

Геофизический институт Владикавказского научного центра РАН, Россия, 362002,  
г. Владикавказ, ул. Маркова, 93а, e-mail: segripa@rambler.ru

Статья поступила: 12.01.2026, доработана: 16.03.2026, принята к публикации: 19.03.2026

**Резюме:** **Актуальность** определяется необходимостью создания научной основы переоценки известных рудных районов на наличие высоколиквидных руд золота и поисков новых золоторудных объектов на неисследованных ранее территориях для диверсификации горнодобывающей и металлургической отраслей промышленности Северной Осетии (Алании). **Цель.** Выявить геофизические признаки оруденения цветных и благородных металлов и потенциальной золотоносности рудно-магматических систем. **Методы.** Анализ результатов использования геофизических данных при выполнении работ в пределах перспективных на золото территорий. Построение совмещенной карты локальных аномалий гравитационного и магнитного полей на основе анализа амплитудных характеристик с использованием базы геофизических данных к Геологической карте Российской Федерации масштаба 1:1000000 по листу К-38,39 (Махачкала). Анализ распределения в пространстве месторождений и проявлений цветных и благородных металлов относительно геофизических аномалий. **Полученные результаты и их обсуждение.** Проанализирован опыт использования геофизических данных при выполнении работ в пределах перспективных на золото территорий Приамурья. Приведены результаты обработки данных геофизических съемок по горной части территории Северной Осетии (Алании) с применением современных методов преобразования потенциальных полей. Составлены сводные карты локальных аномалий гравитационного и магнитного полей. В пределах Северной Осетии (Алании) выявлены особенности пространственного положения месторождений и рудопроявлений цветных и благородных металлов относительно аномалий гравитационного и магнитного полей. Установлена приуроченность рудно-магматических систем гранитоидного типа к отрицательным аномалиям силы тяжести. Показано, что потенциально золотоносные рудно-магматические системы при этом располагаются в пределах положительных аномалий магнитного поля.

**Ключевые слова:** потенциальные поля, аномалии, рудно-магматические системы, цветные металлы, золото.

**Для цитирования:** Парада С.Г. Геофизические признаки золотоносности рудно-магматических систем Северной Осетии (Алании). *Геология и геофизика Юга России*. 2026. 16(1): 134-141. DOI: 10.46698/VNC.2026.70.42.001

DOI: 10.46698/VNC.2026.70.42.001

Original paper

## Geophysical signs of gold-bearing ore-magmatic systems of North Ossetia (Alania)

S.G. Parada 

Geophysical Institute, Vladikavkaz Scientific Center, Russian Academy of Sciences,  
93a Markova Str., Vladikavkaz 362002, Russian Federation,  
e-mail: segripa@rambler.ru

Received: 12.01.2026, revised: 16.03.2026, accepted: 19.03.2026

**Abstract. The relevance** is determined by the need to create a scientific basis for the reassessment of known ore regions for the presence of highly liquid gold ores and the search for new gold mining facilities in previously unexplored territories to diversify the mining and metallurgical industries of North Ossetia (Alania). **Aim.** To identify the geophysical signs of mineralization of non-ferrous and precious metals and the potential gold content of ore-magmatic systems. **Methods.** Analysis of the results of using geophysical data when performing work within the territories promising for gold. Construction of a combined map of local anomalies of gravitational and magnetic fields based on the analysis of amplitude characteristics using a database of geophysical data for a 1:1000000 scale Geological map of the Russian Federation according to sheet K-38.39 (Makhachkala). Analysis of spatial distribution of deposits and manifestations of non-ferrous and precious metals relative to geophysical anomalies. **The results obtained and their discussion.** The experience of using geophysical data when performing work within the territories of the Amur region that are promising for gold is analyzed. The results of data processing of geophysical surveys in the mountainous part of the territory of North Ossetia (Alania) using modern methods of potential field transformation are presented. Summary maps of local anomalies of the gravitational and magnetic fields have been compiled. The peculiarities of the spatial position of deposits and ore occurrences of non-ferrous and precious metals relative to anomalies of gravitational and magnetic fields have been revealed within North Ossetia (Alania). The occurrence of ore-magmatic systems of the granitoid type to negative gravity anomalies has been established. It is shown that potentially gold-bearing ore-magmatic systems are located within positive magnetic field anomalies.

**Keywords:** potential fields, anomalies, ore-magmatic systems, non-ferrous metals, gold.

**For citation:** Parada S.G. Geophysical signs of gold-bearing ore-magmatic systems of North Ossetia (Alania). *Geologiya i Geofizika Yuga Rossii = Geology and Geophysics of Russian South*. (in Russ.). 2026. 16(1): 134-141. DOI: 10.46698/VNC.2026.70.42.001

### Введение

Одной из основ устойчивого развития горных территорий Северного Кавказа является диверсификация горнодобывающей и металлургической отраслей промышленности. С одной стороны предлагается разработка и внедрение новых более эффективных технологий добычи и переработки традиционных для региона редкометалльных и полиметаллических руд [Дребенштедт и др., 2018], с другой – переоценка известных рудных районов на наличие высоколиквидных руд золота и поиски новых золоторудных объектов на неисследованных ранее территориях [Parada et al., 2017; Иванов и др., 2018; Zurcher et al., 2019]. В последнем случае имеется возможность предварительной оценки потенциальной золотоносности территорий на основе современных геофизических технологий.

Обобщение опыта использования геофизических данных при выполнении работ в пределах перспективных на золото территорий и конкретные примеры приведены в многочисленных работах [Заалишвили и др., 2015; Kerr et al., 2016; Ma Xiao-lei et al., 2016; Guangxi Zliou Yequan et al., 2016; Калмыков и др., 2017]. Геофизические данные позволяют не только выявлять рудно-магматические системы, но и оценивать их металлогенический потенциал [Hart, 2007; Root et al., 2017], в т.ч. в пределах горных территорий Северного Кавказа [Парада, Чотчаев, 2019].

### Материал и методы

Для исследования использована база геофизических данных в виде цифровых моделей полей гравиразведки и аэромагниторазведки, заданных в узлах регулярной сети 1000'1000 м к комплекту карт геофизической основы Геологической карты Российской Федерации масштаба 1:1 000 000 по листу К-38,39 (Махачкала), разработанной в ВИРГ-Рудгеофизика им. А.А. Логачева МПР РФ, Санкт-Петербург, 2002 г. По этим данным построены карты локальных аномалий гравитационного и магнитного полей, выделенных на основе анализа амплитудных характеристик и отражающих распределение плотностных характеристик пород верхней части разреза.

Локальные аномалии получены как разность между исходным и осредненным в окне 20'20 км полем. Карты локальных аномалий обладают большой информационной емкостью, поскольку одновременно отражают амплитудные, морфологические и текстурные особенности полей. Поскольку изучаемая территория характеризуется высокой геологической неоднородностью, локальные составляющие поля рассчитаны как разность наблюдаемого и осредненного в локальной области поля. При построении совмещенного изображения полей карта гравитационного поля отображается в виде карты изолиний (в цветной шкале). Карта локальных аномалий магнитного поля отображается в виде областей, ограниченных изолинией «аномально-го» значения, которое соответствует квантилю эмпирического распределения около 90%.

По уровню локальных аномалий гравитационного поля выделяется целый ряд отдельных блоков и структур, границы между которыми, направление их простирания и соотношение друг с другом подчеркивается системой геофизических линеаментов, выделенных по горизонтальным градиентам гравитационного поля. Последние формируют структурно-тектонический каркас территории.

Магнитное поле представлено в виде положительных локальных аномалий в диапазоне значений от 20 до 2400 нТл (локальные аномалии получены как разность между исходным и пересчитанным на высоту 2 км полем). Локальные положительные аномалии магнитного поля, обусловленные преимущественно интрузивными образованиями в верхней части разреза в сочетании с линеаменентами, выделенными по градиентам гравитационного поля, органично подчеркивают и дополняют сформировавшуюся блокировку территории.

### Результаты и обсуждение

При исследованиях золотоносных районов Востока России [Eirish, 2009] было установлено, что возможность золотого оруденения конкретной рудно-магматической системы определяется в области генерации магмы и рудоносных растворов. Это связано с геохимическими свойствами Au, которое обладает очень низким кларком ( $n \cdot 10^{-7}$  %). При развитии гранитоидного магматизма это приводит к тому, что все содержащееся в расплаве золото изоморфно захватывается кристаллизующимися

силикатами. И только излишки металла против эвтектических соотношений при соответствующих термодинамических условиях могут покинуть расплав и обогатить рудоносный раствор. Гранитная магма сама по себе такими излишками не обладает. Они могут возникнуть при взаимодействии гранитной магмы с предварительно обогащенным золотом субстратом [Щербаков, 1976]. В качестве такого субстрата, такой геохимической системы могут выступать магматические породы и магмы основного и ультраосновного состава, обладающие изначально повышенным кларком золота, и некоторые, обогащенные золотом черносланцевые толщи. Этим объясняется приуроченность большинства золоторудных месторождений мира преимущественно к вулканогенным комплексам основного состава и к углеродисто-терригенным комплексам [Safonov, 1997].

Таким образом, при глубинном взаимодействии кислого магматизма с фемическим субстратом и (или) черносланцевыми толщами могут формироваться области генерации золотоносных флюидов. Следовательно, чтобы оценить перспективы золотоносности рудно-магматических систем, необходимо определить наличие фемического субстрата или обогащенных золотом черносланцевых толщ в области генерации и миграции кислых магм и сквозьмагматических флюидов.

Области глубинного взаимодействия кислого магматизма с фемическим субстратом, при котором генерируются золотоносные флюиды, предлагается выявлять на основе геофизических данных. Для этого необходимо определить наличие фемического субстрата в области генерации и миграции кислых магм и сквозьмагматических флюидов. В работах [Носырев, 2016; Парада, Чотчаев, 2019] показано, что такие ситуации можно выявлять, используя гравиметрические и магнитометрические карты. Гравиметрические карты позволяют в грубом приближении разделить территорию на существенно фемические и салические области, т.е. потенциально золотоносные и потенциально не золотоносные. Первые из них обычно характеризуются регионально повышенными, вторые – регионально пониженными значениями силы тяжести. В пределах тех и других выделяются локальные отрицательные гравитационные аномалии, связанные с телами гранитоидов, которые могут частично обнажаться на поверхности, подтверждая вещественный состав этих гравитационных минимумов. На аэромагнитных картах также выделяются области фемического субстрата, характеризующиеся повышенным магнитным полем. Совмещение локальных структур разуплотнения с положительными аномалиями магнитного поля может отражать глубинное взаимодействие гранитоидной магмы с фемическим субстратом, т.е. ситуацию, благоприятную для генерации золотого оруденения. Локальные гравитационные минимумы в этом случае будут указывать на вероятные очаги гранитоидного магматизма. Области повышенного магнитного поля могут указывать на фемический субстрат. Участки совмещения таких областей характеризуют ситуацию, благоприятную для генерации золотого оруденения.

Так, например, в результате проведенных геофизических исследований в Верхнем Приамурье осуществлена оценка потенциальной золотоносности выделенных ранее аномальных геохимических полей с опорой на рудные узлы с известной золотоносностью [Вьюнов и др., 2007]. Важными факторами контроля золоторудных узлов оказались отрицательные аномалии силы тяжести, связанные с центрами рудогенерирующего магматизма, а также совмещенные в той или иной степени с ними положительные аномалии магнитного поля. Последние фиксируют области взаимодействия кислой магмы с фемическим субстратом, что проявляется в обогащении магнитными минералами приконтактных и апикальных зон интрузивов.

На рисунке 1 представлена схема размещения рудных месторождений и рудопроявлений горной части Северной Осетии (Алании).

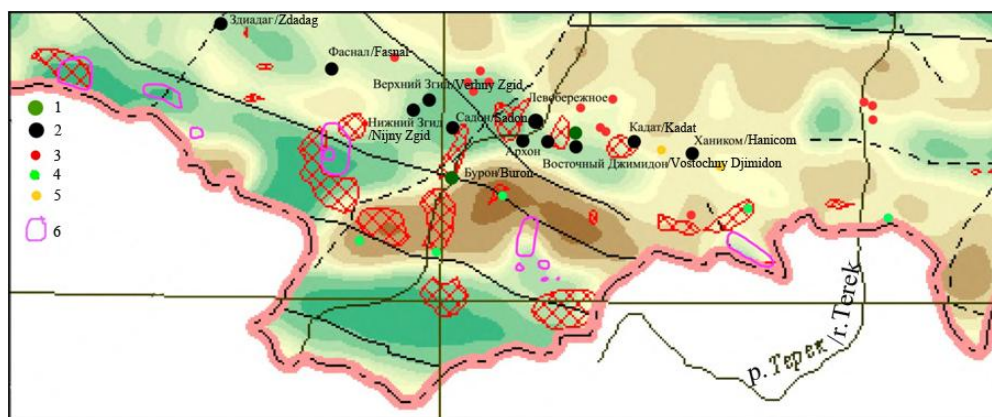


Рис. 1. Положение месторождений и рудопоявлений горной части Северной Осетии (Алании) относительно гравитационных максимумов (коричневый), гравитационных минимумов (бирюзовый) и положительных магнитных аномалий (красная штриховка).

1-2 – месторождения: 1 – золото-серебряные, 2 – свинцово-цинковые, 3-5 – рудопоявления золото-сульфидные, 4 – медно-полиметаллические, 5 – золото-серебряные; 6 – контуры распространения неинтрузий /

Fig. 1. The position of deposits and ore occurrences in the mountainous part of North Ossetia (Alania) relative to gravitational maxima (brown), gravitational minima (turquoise) and positive magnetic anomalies (red hatching). 1-2 – deposits: 1 – gold-silver, 2 – lead-zinc, 3-5 – gold-sulfide ore occurrences, 4 – copper-polymetallic, 5 – gold-silver; 6 – neointrusion distribution contours

Аномальные области геофизических полей выделены на основе анализа амплитудных характеристик. Локальные аномалии получены как разность между исходным и осредненным в окне 20'20 км полем. В результате выделяются отдельные блоки, границы между которыми подчеркиваются системой линеаментов, выделенных по горизонтальным градиентам гравитационного поля. Магнитное поле представлено в виде положительных локальных аномалий в диапазоне значений от 20 до 2400 нТл, полученных как разность между исходным и пересчитанным на высоту 2 км полем. Они обусловлены преимущественно интрузивными образованиями в верхней части земной коры. Сформировавшаяся в результате анализа комплекса геофизических данных схема по существу является геофизической основой для прогнозно-металлогенической карты.

Очевидна связь рудных месторождений основных типов рудно-магматических систем с отрицательными аномалиями гравитационного поля. При этом подавляющее большинство рудно-магматических систем находит в них отражение. Исключением является колчеданный тип. Так Буронский рудный узел с одноименным месторождением колчеданного типа приурочен к периферии положительной аномалии поля силы тяжести.

В большинстве случаев отрицательные аномалии силы тяжести, скорее всего, связаны с центрами рудогенерирующего магматизма. В некоторых случаях с гравитационными минимумами частично или полностью совпадают положительные аномалии магнитного поля. Участки такого совпадения фиксируют глубинные области взаимодействия кислой магмы с фемическим субстратом, что проявляется в обогащении магнитными минералами приконтактовых и апикальных зон интрузивов. Косвенно такое глубинное взаимодействие подтверждается путем геохимического моделирования, выполненного ранее [Гурбанов и др., 1992; Бубнов и др., 2011] и показавшего, что образование пород Теплинского интрузивного комплекса могло происходить за счет частичного плавления основного метаморфического субстрата (амфиболиты буульгенской серии), и что исходный расплав формировался при  $P^{313}$  кбар, что соответствует глубинам порядка 40 км.

Во многих случаях в участках такого совпадения располагаются рудные узлы или отдельные их части (рудные поля). Предварительный анализ материалов поисковых работ в пределах таких участков показал наличие золотоносных минерализаций. Особенно это характерно для Танадонского и Сонгутидонского рудных узлов. Следовательно, исходя из изложенной выше концепции, такие участки при наличии прямых признаков золотоносности являются перспективными на обнаружение золотого оруденения.

### Выводы

1. Изучение опыта использования геофизических данных при выполнении прогнозных и поисковых работ в пределах перспективных на золото территорий Приамурья показало высокую эффективность и возможность его использования в других регионах.

2. Проведенная обработка данных геофизических съемок по горной части территории Северной Осетии (Алании) с применением современных методов преобразования потенциальных полей позволила составить сводную карту локальных аномалий гравитационного и магнитного полей.

3. Установлена приуроченность рудно-магматических систем гранитоидного типа к отрицательным аномалиям силы тяжести. Потенциально золотоносные рудно-магматические системы при этом располагаются в пределах положительных аномалий магнитного поля.

4. Сформированная в результате анализа комплекса геофизических и минерагенических данных схема по существу является геофизической основой для прогнозно-металлогенической карты.

### Литература

1. Бубнов С.Н., Докучаев А.Я., Гольцман Ю.В. N-Q магматизм Большого Кавказа: геодинамическая позиция, геохимическая и металлогеническая специализация, источники расплавов. // Труды института геологии Дагестанского научного центра РАН. – 2011. – № 57. – С. 73–75.

2. Вьюнов Д.Л., Носырев М.Ю., Степанов В.А. Прогнозирование рудных месторождений по геохимическим и геофизическим данным (на примере Верхнего Приамурья). // Вестник Северо-Восточного научного центра ДВО РАН. – 2007. – № 3. – С. 2–9.

3. Гурбанов А.Г., Богина М.М., Польш И. Биотиты как индикаторы условий становления плиоценовых гранитов Большого Кавказа. // Известия Академии наук СССР. Серия геологическая. – 1992. – № 11. – С. 147–153.

4. Дребенштедт К., Голик В.И., Дмитрак Ю.В. Перспективы диверсификации технологии добычи металлов в РСО-Алания. // Устойчивое развитие горных территорий. – 2018. – Т. 10. № 1(35). – С. 125–131. DOI: 10.21177/1998-4502-2018-10-1-125-131.

5. Заалишвили В.Б., Чотчаев Х.О., Невский Л.Н., Ольховский Г.П., Тибилев С.М., Гогичев Р.Р. Оптимизация геофизических и геохимических критериев поисков месторождений известных рудных формаций горной части республики Северная Осетия-Алания. // Геология и геофизика Юга России. – 2015. – №3. – С. 28–62.

6. Иванов А.И., Черных А.И., Вартамян С.С. Состояние, перспективы развития и освоения минерально-сырьевой базы золота в Российской Федерации. // Отечественная геология. – 2018. – № 1. – С. 18–28.

7. Калмыков Б.А., Левин Ф.Д., Трусов А.А. Возможности современных аэрогеофизических методов при прогнозировании и поисках золоторудных месторождений. // Золото и технологии. – 2017. – № 2. – С. 76–82.

8. Носырев М.Ю. Геофизические характеристики Бамского золоторудного месторождения (Верхнее Приамурье) и их использование при прогнозировании и поисках месторождений золота. // Тихоокеанская геология. – 2016. – Т. 35. – № 6. – С. 69–80.

9. Парада С.Г., Чотчаев Х.О. Оценка возможной золотоносности рудно-магматических систем Северного Кавказа на основе геофизических данных. // Материалы IX Всероссийской

научно-технической конференции с международным участием «Современные проблемы геологии, геофизики и геоэкологии Северного Кавказа». М.: ИИЕТ РАН, 2019. – С. 166–172.

10. Щербаков Ю.Г. Химическая эволюция вещества Земли и эндогенное рудообразование. // Золото и редкие элементы в геохимических процессах. Новосибирск: Наука, 1976. – С. 14–33.

11. Eirish L.V. Factors determining origination of gold ore systems in the Russian Far East. // *Geology of Ore Deposits*. – 2009. – Vol. 51. No. 3. – pp. 223–232. DOI: 10.1134/S1075701509030040.

12. Guangxi Z.Y., Pang B., Li Y., Lit J. The metallogenic regularities and metallogenic prognosis for the Xinping gold deposit in Pingnan County. // *Geoscience*. – 2016. – Vol. 30. No. 4. – pp. 770–780.

13. Hart C.J.R. Reduced intrusion-related gold systems. // *Mineral deposits of Canada: A Synthesis of Major Deposit Types, District Metallogeny, the Evolution of Geological Provinces, and Exploration Methods: Geological Association of Canada, Mineral Deposits Division. Spec. Publ.* – 2007. – No. 5. – pp. 95–112.

14. Kerr A.C., Lavis O., Kakar M.I., McDonald I. Petrogenesis and tectonomagmatic significance of Eocene mafic intrusions from the Neotethyan suture zone in the Muslim Bagh-Khanozai region. Pakistan. // *Journal of the Geological Society*. – 2016. – Vol. 173. No. 3. – pp. 2015–062. DOI: 10.1144/jgs2015-062.

15. Ma Xiao-lei, Yuan B., Xu W., Song J.I. et al. The relationship between features of gravity and magnetic field and sandstone-type uranium deposits in the south of Ordos basin. // *Geology and Prospecting*. – 2016. – Vol. 52. No. 4. – pp. 647–656.

16. Parada S.G., Stolyarov V.V., Popov Y.V. New type of gold mineralization of the Tyrnyauz ore cluster (Kabardino-Balkar republic). // *Doklady Earth Sciences*. – 2017. – Vol. 477. No. 1. – pp. 1256–1259. DOI: 10.1134/S1028334X17110058.

17. Root B.C., Ebbing J., van der Wal W., England R.I. et al. Comparing gravity-based to seismic-derived lithosphere densities a case study of the British Isles and surrounding areas. // *Geophysical Journal International*. – 2017. – Vol. 208. No 3. – pp. 1796–1810.

18. Safonov Yu.G. Hydrothermal gold deposits: distribution, geological-genetic types, and productivity of ore-forming systems. // *Geology of Ore Deposits*. – 1997. – Vol. 39. No. 1. – pp. 20–32. Zurcher L., Dunlap P., Bookstrom A.A., Zientek M.L., Wallis J.C., Hammarstrom J.M., Mars J.C., Ludington S.D. Tectono-magmatic evolution of porphyry belts in the Central Tethys Region of Turkey, The Caucasus, Iran, Western Pakistan, And Southern Afghanistan. // *Ore Geology Reviews*. – 2019. – Vol. 111. – pp. 102849–102929. DOI: 10.1016/j.oregeorev.2019.02.034.

## References

1. Bubnov S.N., Dokuchaev A.Ya., Goltsman Yu.V. N-Q magmatism of the Greater Caucasus: geodynamic position, geochemical and metallogenic specialization, sources of melts. *Proceedings of the Institute of Geology of DSC RAS*. 2011. No. 57. pp. 73–75. (In Russ.)

2. Vjunov D.L., Nosyrev M.Yu., Stepanov V.A. Predicting ore deposits on basis of geochemical and geophysical data (as exemplified by the Upper Amur river area). *Bulletin of the North-East Scientific Center, Far Eastern Branch, RAS*. 2007. No. 3. pp. 2–9. (In Russ.)

3. Gurbanov A.G., Bogina M.M., Pol I. Biotites as indicators of the conditions of formation of Pliocene granites in the Greater Caucasus. *Izvestiya Akademii Nauk USSR. Seriya Geologicheskaya*. 1992. No. 11. pp. 147–153. (In Russ.)

4. Drebenshtedt K., Golik V.I., Dmitrak Yu.V. The prospects of diversification of technology of extraction of metals in Republic of North Ossetia–Alania. *Sustainable Development of Mountainous Territories*. 2018. Vol. 10. No. 1(35). pp. 125–131. DOI: 10.21177/1998-4502-2018-10-1-125-131. (In Russ.)

5. Zaalishvili V.B., Chotchaev Kh.O., Nevsky L.N., Olkhovsky G.P., Tibilov S.M., Gogichev R.R. Optimisation of geophysical and geochemical criteria for prospecting deposits of known ore formations in the mountainous part of the Republic of North Ossetia–Alania. *Geology and Geophysics of Russian South*. 2015. No. 3. pp. 28–62. (In Russ.)

6. Ivanov A.I., Chernykh A.I., Vartanyan S.S. Gold mineral base status and development prospects in the Russian Federation. *Otechestvennaya Geologiya*. 2018. No. 1. pp. 18–28. (In Russ.)

7. Kalmykov B.A., Levin F.D., Trusov A.A. The potential of modern aerogeophysical methods in the prediction and exploration of gold deposits. *Gold and Technology*. 2017. No. 2. pp. 76–82.

(In Russ.)

8. Nosyrev M.Yu. Geophysical characteristics of the Bamskoye gold deposit (Upper Amur region) and their application in the prediction and exploration of gold deposits. *Pacific Geology*. 2016. Vol. 35. No. 6. pp. 69–80. (In Russ.)

9. Parada S.G., Chotchaev Kh.O. Assessment of the potential gold content of ore-magmatic systems in the North Caucasus based on geophysical data. In: Proc. of the IX All-Russian Sc. and Tech. Conf. Modern problems of geology, geophysics and geoecology of the North Caucasus. Moscow. IJET RAS. 2019. pp. 166–172. (In Russ.)

10. Shcherbakov Yu.G. Chemical evolution of the Earth's matter and endogenous ore formation. *Gold and Rare Elements in Geochemical Processes*. Novosibirsk. Nauka. 1976. pp. 14–33. (In Russ.)

11. Eirish L.V. Factors determining origination of gold ore systems in the Russian Far East. *Geology of Ore Deposits*. 2009. Vol. 51. No. 3. pp. 223–232. DOI: 10.1134/S1075701509030040.

12. Guangxi Z.Y., Pang B., Li Y., Lit J. The metallogenic regularities and metallogenic prognosis for the Xiping gold deposit in Pingnan County. *Geoscience*. 2016. Vol. 30. No. 4. pp. 770–780.

13. Hart C.J.R. Reduced intrusion-related gold systems. *Mineral deposits of Canada: A Synthesis of Major Deposit Types, District Metallogeny, the Evolution of Geological Provinces, and Exploration Methods*: Geological Association of Canada, Mineral Deposits Division. Spec. Publ. 2007. No. 5. pp. 95–112.

14. Kerr A.C., Lavis O., Kakar M.I., McDonald I. Petrogenesis and tectonomagmatic significance of Eocene mafic intrusions from the Neotethyan suture zone in the Muslim Bagh-Khanozai region. Pakistan. *Journal of the Geological Society*. 2016. Vol. 173. No. 3. pp. 2015–062. DOI: 10.1144/jgs2015-062.

15. Ma Xiao-lei, Yuan B., Xu W., Song I.J. et al. The relationship between features of gravity and magnetic field and sandstone-type uranium deposits in the south of Ordos basin. *Geology and Prospecting*. 2016. Vol. 52. No. 4. pp. 647–656.

16. Parada S.G., Stolyarov V.V., Popov Y.V. New type of gold mineralization of the Tyrmyauz ore cluster (Kabardino-Balkar republic). *Doklady Earth Sciences*. 2017. Vol. 477. No. 1. pp. 1256–1259. DOI: 10.1134/S1028334X17110058.

17. Root B.C., Ebbing J., van der Wal W., England R.I. et al. Comparing gravity-based to seismic-derived lithosphere densities a case study of the British Isles and surrounding areas. *Geophysical Journal International*. 2017. Vol. 208. No 3. pp. 1796–1810.

18. Safonov Yu.G. Hydrothermal gold deposits: distribution, geological-genetic types, and productivity of ore-forming systems. *Geology of Ore Deposits*. 1997. Vol. 39. No. 1. pp. 20–32.

19. Zurcher L., Dunlap P., Bookstrom A.A., Zientek M.L., Wallis J.C., Hammarstrom J.M., Mars J.C., Ludington S.D. Tectono-magmatic evolution of porphyry belts in the Central Tethys Region of Turkey, The Caucasus, Iran, Western Pakistan, And Southern Afghanistan. *Ore Geology Reviews*. 2019. Vol. 111. pp. 102849–102929. DOI: 10.1016/j.oregeorev.2019.02.034.