

**ГЕОЛОГИЯ, ПОИСКИ И РАЗВЕДКА ТВЕРДЫХ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ, МИНЕРАГЕНИЯ/GEOLOGY,
PROSPECTING AND EXPLORATION OF SOLID MINERALS, MINERALOGY**DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2026.168.78> EDN: KJFYAM**ОСОБЕННОСТИ ГЕОЛОГИЧЕСКОГО СТРОЕНИЯ И РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ЗОЛОТОРУДНОЙ
МИНЕРАЛИЗАЦИИ В ГРАНИТОИДНОМ МАССИВЕ ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ ЦЕНТРАЛЬНОАФРИКАНСКОЙ
РЕСПУБЛИКИ**

Научная статья

Скулов А.В.^{1,*}, Январев Г.С.²¹ ORCID : 0009-0006-0843-2491;² ORCID : 0000-0001-7923-996X;^{1,2} Южно-Российский государственный политехнический университет (НПИ) имени М.И. Платова, Новочеркасск,
Российская Федерация

* Корреспондирующий автор (alexandrskulov[at]gmail.com)

Предложена: 26.03.2026; Принята: 08.05.2026; Опубликовано: 17.06.2026

Аннотация

Рассмотрены особенности распределения золоторудной минерализации в коре выветривания гранитоидного массива в западной части Центральноафриканской Республики. Выявлена литологическая дифференциация рудной минерализации с преимущественной локализацией золота в сапролитах. Рудные тела имеют плоскую форму и горизонтальное залегание. Предполагается возможный контроль оруденения зонами гидротермально-метасоматического воздействия на первично неизмененный гранитоидный массив. Гистограмма распределения Au позволяет выделить несколько граничных уровней содержаний (природных популяций): 0,30; 0,80; 3,50 г/т. Суммарный процент проб с «товарным» содержанием достигает 50%. Проанализирован и установлен фактор закономерности показателя содержаний Au от глубины залегания.

Ключевые слова: золото, кора выветривания, метасоматизм, гранитоиды, Центральноафриканская Республика.**SPECIFICS OF THE GEOLOGICAL STRUCTURE AND DISTRIBUTION OF GOLD ORE MINERALISATION IN
THE GRANITOID MASSIF OF THE WESTERN PART OF THE CENTRAL AFRICAN REPUBLIC**

Research article

Skulov A.V.^{1,*}, Yanvarev G.S.²¹ ORCID : 0009-0006-0843-2491;² ORCID : 0000-0001-7923-996X;^{1,2} Platov South-Russian State Polytechnic University, Novocherkassk, Russian Federation

* Corresponding author (alexandrskulov[at]gmail.com)

Suggested: 26.03.2026; Accepted: 08.05.2026; Published: 17.06.2026

Abstract

The specifics of the distribution patterns of gold ore mineralisation within the weathering crust of a granitoid massif in the western part of the Central African Republic. Lithological differentiation of the ore mineralisation has been identified, with gold predominantly localised in saprolites. The ore bodies are flat in shape and horizontally oriented. It is suggested that mineralisation may be controlled by zones of hydrothermal-metasomatic activity affecting the primary, unaltered granitoid massif. A histogram of Au distribution allows several threshold levels of concentration (natural populations) to be identified: 0,30; 0,80; 3,50 g/t. The total percentage of samples with "commercial" grades reaches 50%. The relationship between Au content and depth of occurrence has been analysed and established.

Keywords: gold, weathering crust, metasomatism, granitoids, Central African Republic.**Введение**

Западная часть Центральноафриканской Республики (ЦАР) относится к слабо описанным в открытых публикациях районам золотоносности Центральной Африки, при этом в регионе широко развиты как россыпные проявления, так и коренная золоторудная минерализация, связанная с гранитоидным магматизмом. Регион в целом тяготеет к Центральноафриканскому складчатому поясу (Central African Fold Belt, CAFB), сформированному в ходе неопротерозойской (пан-африканской) коллизии и аккреции террейнов в составе Гондваны; для CAFB характерны широкое развитие гранитоидов, образовавшиеся при плавлении магматических (метамагматических) пород нижней или средней континентальной коры, а также сложная тектоническая эволюция [1]. Геохронологические данные по гранитоидам и поздним пан-африканским событиям в пределах CAFB подчеркивают полицикличность процессов деформации и метаморфизма, что важно для рудогенеза [2].

Современные структурные исследования золоторудных районов сопредельных территорий (восточный Камерун, Adamawa-Yadé и др.) демонстрируют, что золоторудная минерализация может быть пространственно связана с зонами сдвига и минерализованными гранитоидными плутонами и их жильными системами [3]. При этом в ряде районов

(например, Lower Lom Belt) золотоносные кварцевые жилы и их диссеминации связаны с север-северо-восточным структурным трендом и зоной сдвига, что рассматривается как важный поисковый критерий [4].

Район исследования расположен в западной части ЦАР в пределах западной провинции SAFB вблизи границы с Камеруном (рис. 1).

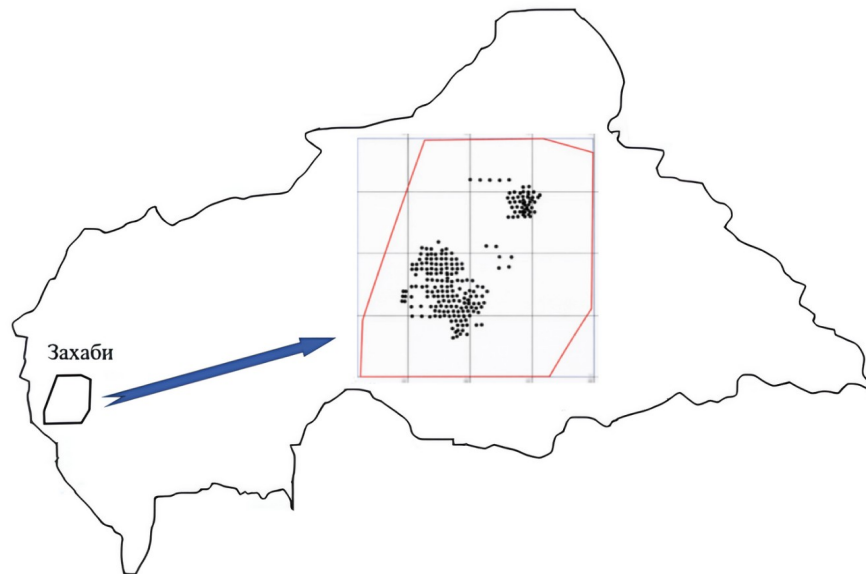


Рисунок 1 - Позиция месторождения на территории ЦАР
DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2026.168.78.1>

Примечание: в увеличенном фрагменте – фактический материал

Региональная геологическая обстановка определяется сочетанием гранитоидного магматизма конца неопротерозоя, метаморфических комплексов и разломных структур. SAFB рассматривается как результат конвергенции и столкновения Конголезского и Западно-Африканского кратонов с участием Сахарского метакратона, что привело к сложной мозаике доменов и разновозрастных деформационных событий [1].

Для юго-западной части ЦАР (бассейн Carnot–Berberati) опубликованы современные работы по происхождению осадочных толщ и тектонической обстановке, что позволяет корректно описать региональный контекст покровных образований и источник обломочного материала [5]. Хотя район работ относится к рудной геологии, учет покровных толщ и профиля выветривания важен для интерпретации распределения золота в верхней части разреза.

Фактический материал

Фактическая основа работы — результаты колонкового бурения и опробования при выполнении геологоразведочных работ (ГРР) на золоторудном месторождении с условным названием Захаби. Первый автор принимал в процессе полевых работ непосредственное участие. Всего в районе исследований пройдено 342 скважины по сети 40×40 м (см. рис. 1). Глубины бурения колеблется от 11 до 107 м. Опробование выполнено по интервалам длиной 0,5–1,0 м. Определение золота проводилось методом атомно-абсорбционного анализа (ААС) с экстракцией диэтилкетона (ДЕК), навеска 30 г.

Контроль качества включал анализ дубликатов проб (5%); использование внутренних стандартов лаборатории; повторную аналитику части проб. Пустые контрольные пробы (blanks) в программе контроля не применялись, что следует учитывать при интерпретации возможных эффектов контаминации. Анализ дубликатов части проб нередко показывал более высокие значения Au; данное обстоятельство интерпретируется как возможный эффект неоднородности распределения золота (высокая вариабельность) и/или влияние особенностей пробоподготовки.

Геологическое строение месторождения

Обобщенный послонный разрез месторождения представлен на рисунке 2. Верхняя часть разреза характеризуется развитым профилем выветривания мощностью до 50 м, включающим локально развитую латеритную зону, гравийно-галечные отложения и сапролитизированные породы по гранитоидам. Границы между гравийно-галечными отложениями, сапролитами и гранитоидами часто постепенные, без резкого контакта, однако прослеживаемые по изменению структуры, плотности и степени разложения исходной породы. В сапролитах нередко встречаются «останцы» гранитоидов, сохранивших свою материнскую текстуру.



Рисунок 2 - Литолого-стратиграфическая колонка
DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2026.168.78.2>

На рисунке 3 представлен типичный геологический разрез месторождения.

До глубины 5 метров от поверхности отмечаются преимущественно делювиальные суглинки и глины. Далее вниз по разрезу их подстилают гравийно-галечные отложения мощностью 5-10 м, нередко со следами остаточных гидротермальных процессов. Коренные отложения представлены корой выветривания, развитой по гранитоидам (сапролиты). Мощность сапролитов составляет в среднем 30 м. Вниз по разрезу они плавно переходят в реликтовые гранитоиды. В переходной зоне отмечаются продукты метасоматической переработки. Реликтовые гранитоиды встречаются со следами окварцевания, лиственитизации и беризитизации. В пределах сапролитизированных гранитоидов выделяются массивные метасоматические тела, морфологически близкие к жилам и пластам. Метасоматиты характеризуются интенсивной гематитизацией и, местами, лимонитизацией, что проявляется в виде окраски от желтой до буро-красной. Отмечается локальное окварцевание.

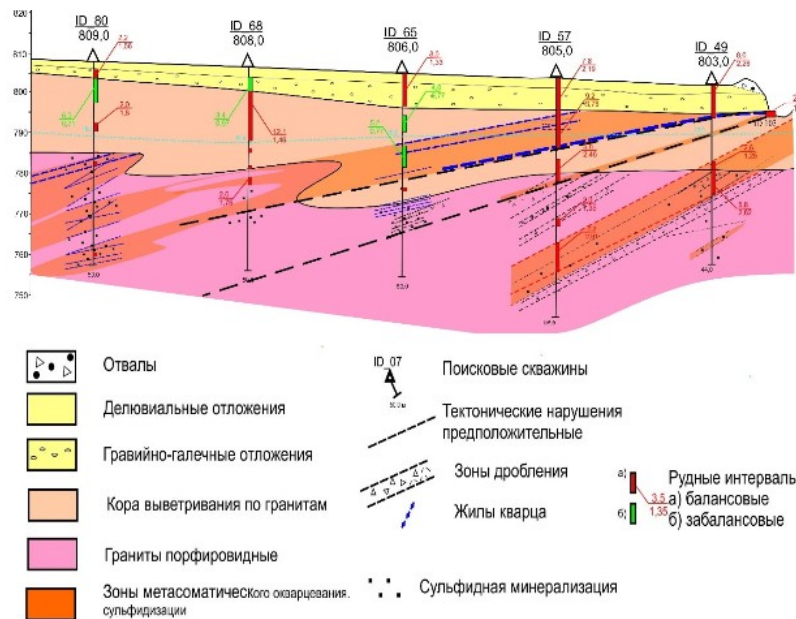


Рисунок 3 - Типовой разрез участка исследований
DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2026.168.78.3>

Рудная минерализация

Полевая литологическая интерпретация показала, что основным сульфидным минералом месторождения является пирит, встречающийся в гранитоидах, метасоматически изменённых породах, зонах дробления и в пределах коры выветривания по граниту. Пирротин фиксируется значительно реже и преимущественно приурочен к гранитоидным и метасоматическим интервалам. Халькопирит отмечен эпизодически. Другие сульфиды при полевом описании не зафиксированы.

Золотоносность фиксируется как в покровных гравийно-галечных отложениях, так и в сапролитах и в более глубоко залегающих метасоматитах. Всего по месторождению отобрано более 17000 проб. Содержания Au варьируют от 0 до 66 г/т при среднем содержании 0,42г/т. Коэффициент вариации 4,02 свидетельствует о чрезвычайно высокой неравномерности распределения.

По гравийно-галечным отложениям количество отобранного материала выходит за показатель 1400 проб. Содержания Au находятся в диапазоне от 0 до 47 г/т. Среднее содержание 0,76 г/т. Коэффициент вариации составил 2,74.

Отпробование интервалов по сапролитам включило более 10000 проб. Диапазон содержаний от 0 до 50 г/т. Средний показатель содержания 0,47 г/т. Коэффициент вариации 3,9.

Количество отобранной проб по гранитоидам составило 6000. Результаты отпробования перекрывают диапазон от 0 до 66 г/т при среднем содержании 0,43 г/т и коэффициентом вариации 4,65.

Золото преимущественно тонкодисперсное. Видимое свободное золото в керне наблюдается крайне редко, при дроблении и лотковой промывке отмечаются отдельные пылинки золота в шлихе. Локальное окварцевание не является однозначным индикатором золотоносности. Отдельные зоны окварцевания часто не достигают показателей природного и экономического борта.

Анализ сопоставления содержаний Au с наличием сульфидной минерализации показывает, что интервалы, содержащие сульфидную минерализацию (пирит, пирротин, халькопирит), характеризуются повышенным средним содержанием золота (0,485 г/т) по сравнению с интервалами без сульфидов (0,405 г/т). Доля рудных интервалов (≥ 1 г/т) также несколько выше при наличии сульфидов (9,0% против 8,2%). Максимальные значения Au (до 66,68 г/т) преимущественно фиксируются в сульфидсодержащих породах (табл. 1).

Отсутствие арсенопирита в описаниях отличает исследуемую систему от типичных орогенных золото-кварц-арсенопиритовых моделей и указывает на возможную специфику рудообразующих условий.

Таблица 1 - Корреляция сульфидной минерализации с содержанием Au

DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2026.168.78.4>

Показатель	Интервалы с сульфидами	Интервалы без сульфидов
Количество интервалов	5 949	12 000
Среднее Au, г/т	0,485	0,405
Медиана Au, г/т	0,09	0,1
Максимальное Au, г/т	66,68	50,7

Показатель	Интервалы с сульфидами	Интервалы без сульфидов
Доля интервалов ≥ 1 г/т, %	9,00%	8,20%

В то же время близость медианных значений (0,09–0,10 г/т) указывает на то, что золото не является строго приуроченным исключительно к сульфидной фазе и, вероятно, присутствует как в сульфидной, так и в окисленной или тонкодисперсной форме.

Наиболее представительная по экономическим показателям золотоносность приурочена к метасоматическим телам в пределах сапролитизированных гранитоидов. Полевые признаки (гематитизация, лимонитизация, бурокрасная окраска, локальное окварцевание) указывают на сложную историю преобразований: вероятно, первичные гидротермальные процессы, связанные с зонами деформации, могли привести к метасоматическому изменению пород и формированию сульфидной минерализации, а последующая окислительная переработка — к формированию железистых продуктов (гематит/лимонит) и перераспределению золота в тонкодисперсной форме. Аналоги подобного сочетания гидротермальной минерализации и поздней окислительной стадии обсуждаются в современных работах по золотоносным районам Центральной Африки [4].

Важным практическим следствием является возможность использования интенсивности гематитизации/лимонитизации как косвенного поискового признака золотоносности в пределах профиля выветривания.

По нашим наблюдениям, наиболее высокие содержания Au приурочены к массивным метасоматическим зонам. В верхней части профиля выветривания (сапролит) золото распределено более равномерно, в то время как в гравийно-галечных отложениях распределение более хаотичное. На контактах «гравилит–сапролит–гранитоид» устойчивой закономерности концентрации Au не установлено.

Для оценки характера изменения содержания золота по разрезу выполнен корреляционный анализ между содержанием Au и глубиной залегания интервала. Статистический анализ распределения золота по глубине показал отсутствие значимой линейной корреляции содержаний золота и глубины (коэффициент линейной корреляции Пирсона $r = -0,033$), что свидетельствует о преимущественно структурном, а не стратиграфическом контроле минерализации. Максимальные содержания золота приурочены к кварцево-сульфидным жилам, зонам окварцевания и метасоматитам, тогда как массивные гранитоиды демонстрируют преимущественно фоновые значения. Таким образом, золотоносность определяется не глубиной как таковой, а литолого-структурной обстановкой (рис. 4).

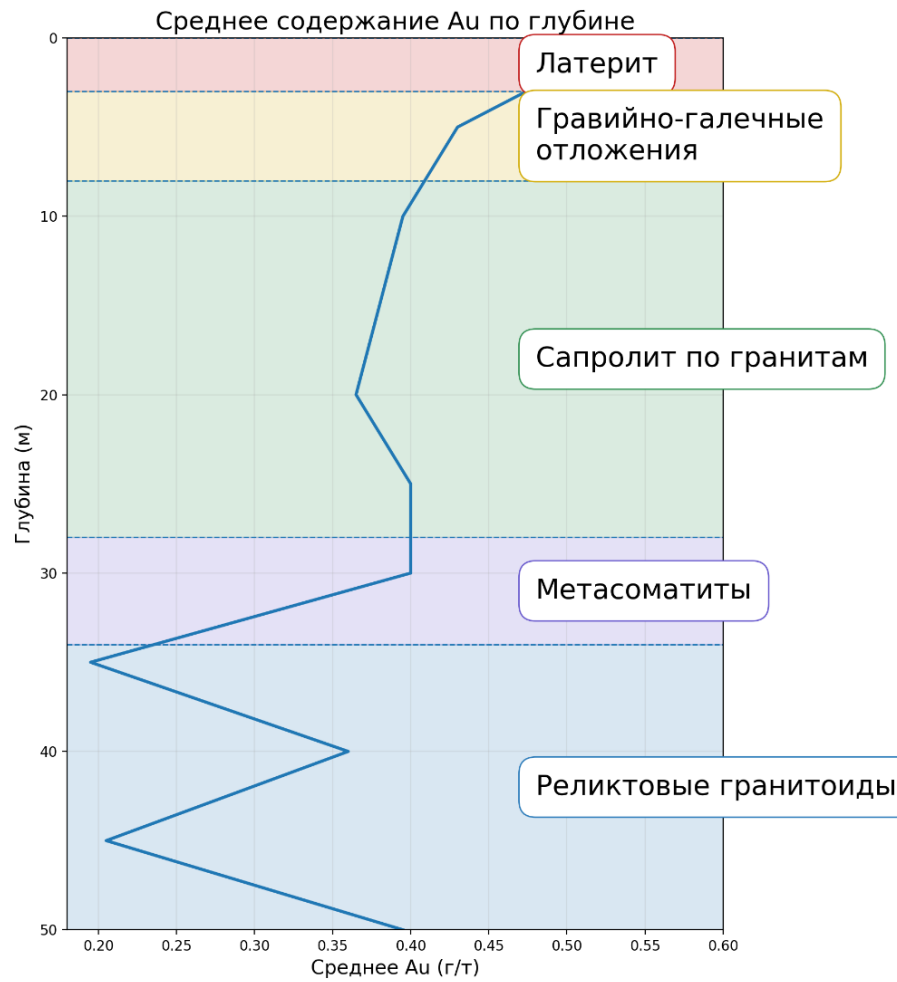


Рисунок 4 - График зависимости содержаний Au от глубины залегания
 DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2026.168.78.5>

Распределение рудных тел в пространстве целесообразно рассматривать по их приуроченности к литологическим разностям: (1) рудные тела в гравийно-галечных отложениях, (2) система тел в сапролитах/корах выветривания по гранитоидам, (3) система тел в метасоматитах и гранитоидах. Средняя мощность тел по наблюдениям авторов составляет около 2–4 м, протяженность — десятки и местами сотни метров. По результатам интерпретации данных ГРР и каркасного моделирования выделено более 18 рудных тел. Тела в метасоматитах имеют тенденцию следовать северным, северо-восточным и северо-западным направлениям, местами изменяя простирание и погружаясь в глубину (рис. 5).

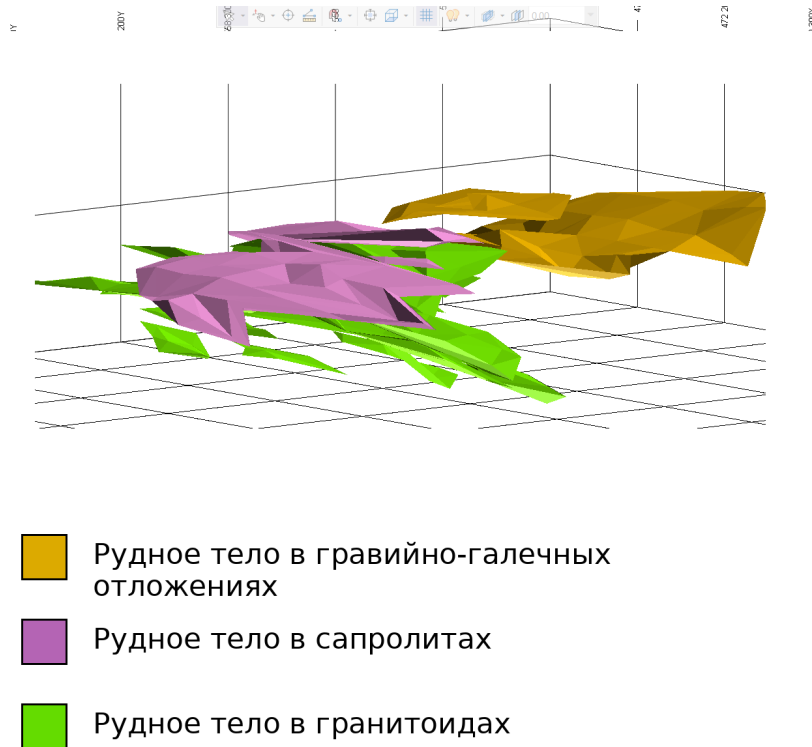


Рисунок 5 - Морфология рудных тел в объемном изображении
DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2026.168.78.6>

Линейность рудных тел и их объединение в системы в пределах литологических разностей (гравелиты/сапролиты/гранитоиды) указывает на значимую роль структурного фактора. Современные исследования сопредельных территорий САФВ показывают, что золотоносные системы часто контролируются разломной деятельностью и сдвиговыми зонами, а минерализация может быть связана с гранитоидными плутонами и жильными системами [2]. Кроме того, в Lower Lom Belt золотоносные жилы и диссеминации ассоциированы с север-северо-восточным трендом и зоной сдвига [1].

Гистограмма распределения содержаний золота по рудным интервалам, иллюстрирует наличие нескольких популяций (рис. 6). Для построения гистограммы отфильтрованы робы с содержанием золота более 0,1 г/т. Содержания на уровне 0,30 г/т можно зафиксировать как природный борт. Содержания от 0,30 г/т до 0,80 г/т можно рассматривать как забалансовые. С 0,80 г/т до 3,50 г/т представлен товарный диапазон. Свыше 3,50 г/т руда является «сверхбогатой». Содержания золота более 20 г/т можно считать ураганными.

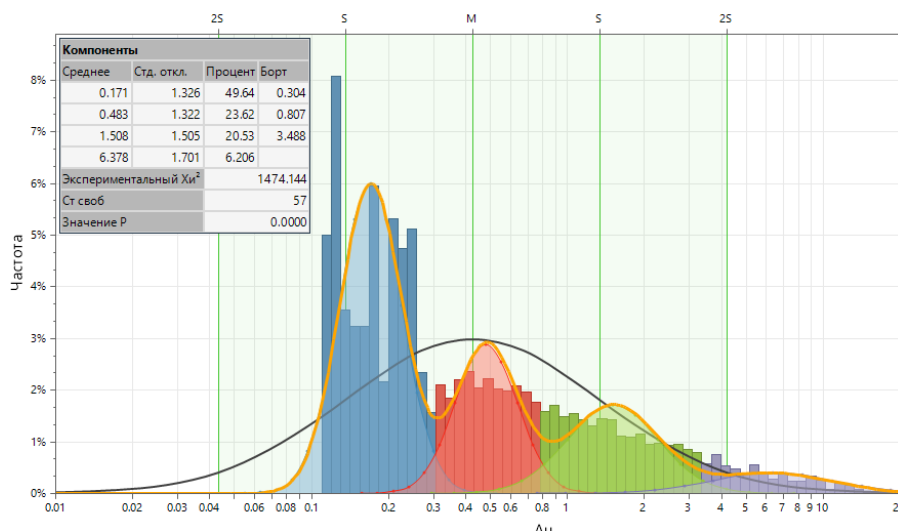


Рисунок 6 - Гистограмма распределения Au
DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2026.168.78.7>

Отсутствие устойчивой концентрации Au на четко выраженных литологических контактах и относительно равномерное распределение в сапролитах при одновременном увеличении содержаний в метасоматитах, залегающих



на глубине позволяет предположить, что гипергенные процессы не являются единственным фактором обогащения, а скорее модифицируют ранее сформированную минерализацию. Подобное сочетание первичной структурно-гидротермальной минерализации и последующей окислительной переработки описано для ряда золоторудных систем Центральной Африки, где роль зон сдвига и поздней деформации оценивается как ключевая [4].

Заключение

Золоторудная минерализация на западе Центральноафриканской Республики выявлена в гравийно-галечных отложениях и в коре выветривания гранитоидного массива, сложенной латеритами и сапролитами, при этом наиболее высокие содержания приурочены к массивным метасоматическим зонам в пределах сапролитизированных гранитоидов, сопровождаемых гематитизацией и лимонитизацией.

Анализ распределения Au по разрезу показывает выраженную литологическую дифференциацию минерализации, что позволяет выделять геологически однородные зоны для отдельного рассмотрения. Рудные тела имеют плоскую форму и горизонтальное залегание, мощность порядка 2–4 м и протяженность десятки метров. Линейность рудных тел и их объединение в системы в пределах литологических разностей коры выветривания указывает на значимую роль структурного фактора и возможный контроль оруденения зонами гидротермально-метасоматического воздействия на первично неизменный гранитоидный массив. Этот вывод также подтверждается несколько повышенным средним содержанием золота в пробах, содержащих сульфиды.

Гистограмма распределения Au позволяет выделить несколько граничных уровней содержаний (природных популяций): 0,30; 0,80; 3,50 г/т. Суммарный процент проб с «товарным» содержанием достигает 50%.

Локализация золота в гравийно-галечных отложениях может свидетельствовать о процессах переноса и накопления рудного вещества из коренных источников.

Конфликт интересов

Не указан.

Рецензия

Все статьи проходят рецензирование. Но рецензент или автор статьи предпочли не публиковать рецензию к этой статье в открытом доступе. Рецензия может быть предоставлена компетентным органам по запросу.

Conflict of Interest

None declared.

Review

All articles are peer-reviewed. But the reviewer or the author of the article chose not to publish a review of this article in the public domain. The review can be provided to the competent authorities upon request.

Список литературы на английском языке / References in English

1. Toteu S.F. Geodynamic evolution of the Pan-African belt in Central Africa with special reference to Cameroon / S.F. Toteu, J. Penaye, Y. Poudjom Djomani // *Canadian Journal of Earth Sciences*. — 2004. — Vol. 41. — № 1. — P. 73–85. — DOI: 10.1139/e03-079.
2. Mbassa B.J. New K–Ar data in the northeastern edge of the Adamawa-Yadé domain, Central African Pan-African Fold Belt: shedding light on the transition age between convergent and divergent tectonic regimes / B.J. Mbassa, J. Solé, D. Dawai [et al.] // *Comptes Rendus. Géoscience*. — 2025. — Vol. 357. — № G1. — P. 145–165. — DOI: 10.5802/crgeos.289.
3. Wambo J.D.T. Regional and local structural controls on gold mineralization in the Ngoura-Colomines shear zone, Eastern Cameroon: Implications for gold exploration in shear systems / J.D.T. Wambo, S. Ganno, A. Roy [et al.] // *Journal of African Earth Sciences*. — 2025. — Vol. 228. — Art. 105653. — DOI: 10.1016/j.jafrearsci.2025.105653.
4. Azeuda Ndonfack K.I. Genesis and mineralization style of gold occurrences of the Lower Lom Belt, Bétaré Oya district, eastern Cameroon / K.I. Azeuda Ndonfack, Y. Xie, R. Goldfarb [et al.] // *Ore Geology Reviews*. — 2021. — Vol. 139. — Art. 104586. — DOI: 10.1016/j.oregeorev.2021.104586.
5. Azeuda Ndonfack K.I. Tectonic evolution of Neoproterozoic rocks, eastern Cameroon: Implication for gold mineralization in the Bétaré Oya and Woumbou–Colomine–Kette districts / K.I. Azeuda Ndonfack, Y. Xie, R. Zhong [et al.] // *Precambrian Research*. — 2022. — Vol. 368. — Art. 106475. — DOI: 10.1016/j.precamres.2021.106475.
6. Yomeun B.S. Petrogenesis and tectonic implication of Neoproterozoic I-Type granitoids and orthogneisses in the Goa-Mandja area, Central African Fold Belt (Cameroon) / B.S. Yomeun, W. Wang, J.P. Tchouankoue [et al.] // *Lithos*. — 2022. — Vol. 420–421. — Art. 106700. — DOI: 10.1016/j.lithos.2022.106700.
7. Tchakounté J. The Adamawa-Yadé domain, a piece of Archaean crust in the Neoproterozoic Central African Orogenic belt (Bafia area, Cameroon) / J. Tchakounté, A. Eglinger, S.F. Toteu [et al.] // *Precambrian Research*. — 2017. — Vol. 299. — P. 210–229. — DOI: 10.1016/j.precamres.2017.07.001.
8. Fon A.N. Gold dispersion in tropical weathering profiles at the Belikombone gold anomaly (Bétaré Oya gold district), east Cameroon / A.N. Fon, C.E. Suh, A. Vishiti [et al.] // *Geochemistry*. — 2021. — Vol. 81. — № 4. — Art. 125770. — DOI: 10.1016/j.chemer.2021.125770.
9. Vishiti A. Gold grade variation and particle microchemistry in exploration pits of the Batouri gold district, SE Cameroon / A. Vishiti, C.E. Suh, B. Lehmann [et al.] // *Journal of African Earth Sciences*. — 2015. — Vol. 111. — P. 1–13. — DOI: /10.1016/j.jafrearsci.2015.07.010.
10. Fossi D.H. Petrogenesis and tectonic setting of the Pan-African Deng-Deng intrusive complex in the Lom series, Eastern Cameroon / D.H. Fossi, S. Ganno, M. Nzepang Tankwa [et al.] // *Journal of African Earth Sciences*. — 2022. — Vol. 188. — Art. 104484. — DOI: 10.1016/j.jafrearsci.2022.104484.