

Неотектоника и особенности рельефа территории Центральноафриканской Республики

©2025 А. И. Трегуб¹✉, В. М. Ненахов¹,
Н. В. Холина¹, Ж. Бианджа², С. А. Трегуб¹

¹*Воронежский государственный университет,
Университетская пл., 1, 394018, Воронеж, Российская Федерация*
²*Georesources Laboratory, Department of the Mines and Geology,
Higher Institute of Technology, B. P: 892, Bangui, Central African Republic*

Аннотация

Введение: научная проблема при изучении рельефа территории Центральноафриканской Республики состоит в выяснении его соотношения с тектоникой. Цель статьи – выделить основные элементы рельефа и оценить их роль в отражении тектонической структуры и распределении месторождений полезных ископаемых.

Методика: объект исследования расположен в пределах центра Африканского континента. Последовательность исследования включала описание основных подразделений рельефа территории, анализ геологического строения в соотношении его с рельефом. На основе визуального дешифрирования космических снимков выделены линеаменты. Установлена возможная связь с разрывными нарушениями, для которых определена их возможная кинематика. При дешифрировании в качестве дешифровочного признака использовался плановый рисунок гидросети. Материалами, использованными при выполнении работы, являлись, кроме результатов дешифрирования космических снимков, опубликованные материалы по геологии региона.

Результаты и обсуждение: в результате проведенных исследований охарактеризован рельеф территории. По данным линеаментного анализа составлена схема разломной тектоники. Она сопоставлена с данными по геологии региона.

Заключение: в результате исследований можно сделать следующие выводы: Поле линеаментов отражает разрывные нарушения фундамента лишь фрагментарно и связано, по-видимому, с неотектоническими разрывами. Основные полезные ископаемые региона в распределении по площади во многом зависят от характера неотектонических движений.

Ключевые слова: Центральноафриканская Республика, линеаменты, неотектоника, полезные ископаемые.

Для цитирования: Трегуб А. И., Ненахов В. М., Холина Н. В., Бианджа Ж., Трегуб С. А. Неотектоника и особенности рельефа территории Центральноафриканской Республики // *Вестник Воронежского государственного университета. Серия: Геология*. 2025. № 2. С. 4–12. DOI: <https://doi.org/10.17308/geology/1609-0691/2025/2/4-12>



Контент доступен под лицензией Creative Commons Attribution 4.0 License.

Введение

Научная проблема при изучении территории Центральноафриканской Республики состоит в выяснении связей рельефа с тектоникой региона и с проявлениями полезных ископаемых.

Цель статьи заключается в выделении основных элементов рельефа и оценки их роли в неотектонике, а также полезных ископаемых территорий.

Методика

Объект исследования расположен в центральной части Африканского континента и не имеет выхода к Мировому океану.

Столица Центральноафриканской Республики г. Банги находится на крайнем юге страны, вблизи границы с Заиром (рис. 1).

Последовательность исследования включала описание основных подразделений рельефа территории. На базе визуального дешифрирования космических снимков установлены основные элементы рельефа, выделены линеаменты, проведена их классификация по степени выраженности в рельефе. Установлены локальные и региональные линеаменты, как зоны повышенной приповерхностной трещиноватости горных пород. На последнем этапе проведено сопоставление результатов анализа рельефа и неотектоники с данными геологических и геофизических исследований, а также с известными месторождениями полезных ископаемых региона.

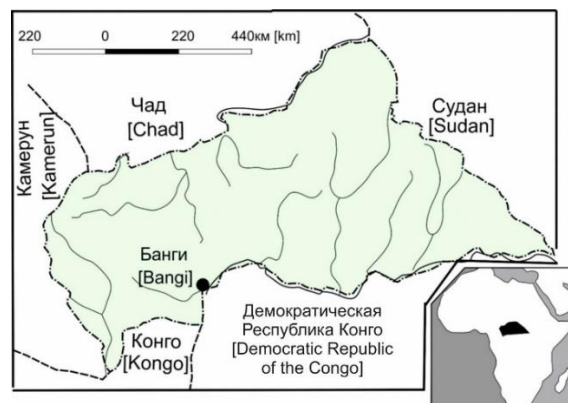


Рис. 1. Схема расположения района исследований.
[Fig. 1. Layout of the study area.]

Важнейшими задачами исследований для данной территории является выделение наиболее крупных форм рельефа, которые определяют важнейшие формы новейшей тектонической структуры, изучение разрывных нарушений, которые могут отражаться в поле линеаментов. Территория Центральноафриканской Республики представляется благоприятной для решения названных задач, поскольку здесь сочетается сложная структура докембрийского основания с неотектоническими процессами.

Материалами, использованными при выполнении работы, являлись, космические снимки (рис. 2), карта распределения высот, геофизические материалы, а также опубликованные данные по геологии территории.



Рис. 2. Космические снимки системы Landsat-8, оптический диапазон 0.81 мкм (ближний инфракрасный).
[Fig. 2. Space images of the Landsat-8 system, optical range 0.81 μm (near infrared).]

Результаты и обсуждение

Распределение высот по площади территории позволяет выделить несколько областей (рис. 3). Первая из них расположена в восточной части территории и имеет высоту 700–800 метров над уровнем моря и на северо-западе резко граничит с полосой пониженного рельефа. Эта область в неотектонике может быть определена как Восточное поднятие. В геологическом строении его основная площадь соответствует мульде, выполненной мезозойскими отложениями. Лишь на севере, где абсолютные отметки достигают своих максимальных высот, наблюдаются монзонитовые панафриканские граниты [1]. Юго-восточная часть Восточного поднятия сформирована над кратоном Конго [1]. Аномальное гравитационное поле в контурах Восточного поднятия имеет мозаичный характер, и только в зоне кратона Конго выделяется область отрицательных значений (рис. 4).

Вторая приподнятая область расположена на западе территории. В новейшей структуре ей может быть присвоено название «Западное поднятие». В отличие от Восточного поднятия оно отличается более высоким положением в рельефе и значительно большей вертикальной расчлененностью. Как и в Восточном поднятии, наиболее поднятой части Западного подня-

тия отвечают выходы монзонитовых панафриканских гранитов второй фазы внедрения. Южная часть структуры с существенно меньшей амплитудой представлена мезозоем, выполняющим мульду [1]. В аномальном гравитационном поле Западное поднятие, по сравнению с Восточным, характеризуется более однородным тоном с преобладанием положительных значений (рис. 4). В целом Восточное поднятие отличается от Западного меньшей однородностью, как в распределении высот, так и аномальном гравитационном поле.

Выделяются также две области пониженных высот. Первая проходит в северо-восточном направлении вдоль ограничения Восточного поднятия. В новейшей структуре эта полоса может быть определена, как Северо-восточный прогиб. Его граница с Восточным поднятием резкая прямолинейная. В аномальном гравитационном поле она также отчетливо проявлена переходом положительных значений к отрицательным. В геологическом строении прогиб соответствует зоне накопления кайнозойских осадков [1].

Вторая область пониженных высот расположена между Восточным и западным поднятием. В новейшей структуре она может быть разделена на две моноклинали: Северную и Южную.

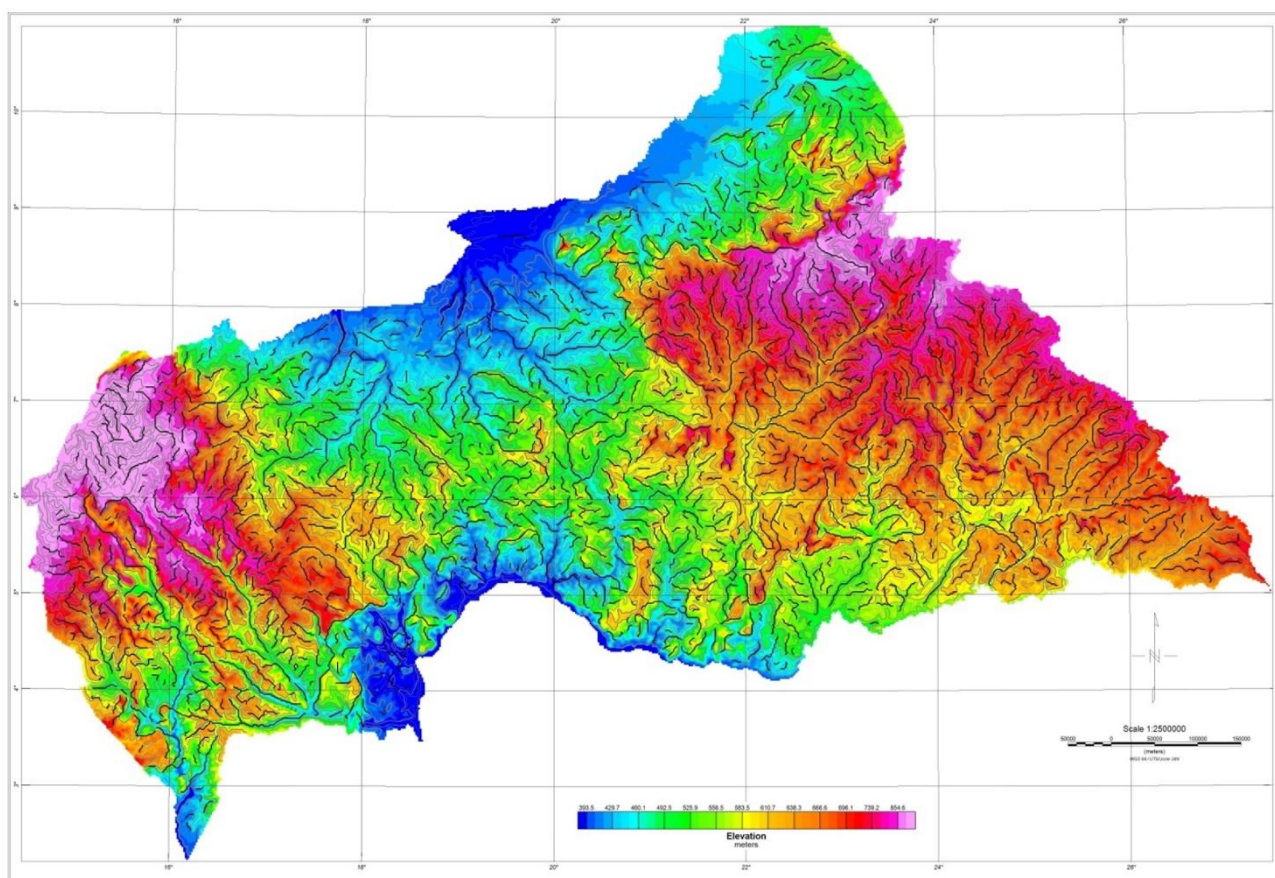


Рис. 3. Распределение высот на территории Центральноафриканской Республики. Цветовой закрашкой показаны изменения абсолютных отметок (от 393 м – синий цвет, до 854 м – красный цвет).

[Fig. 3. Distribution of elevations in the Central African Republic. The color shading shows changes in absolute elevations (from 393 m – blue color, to 854 m – red color).]

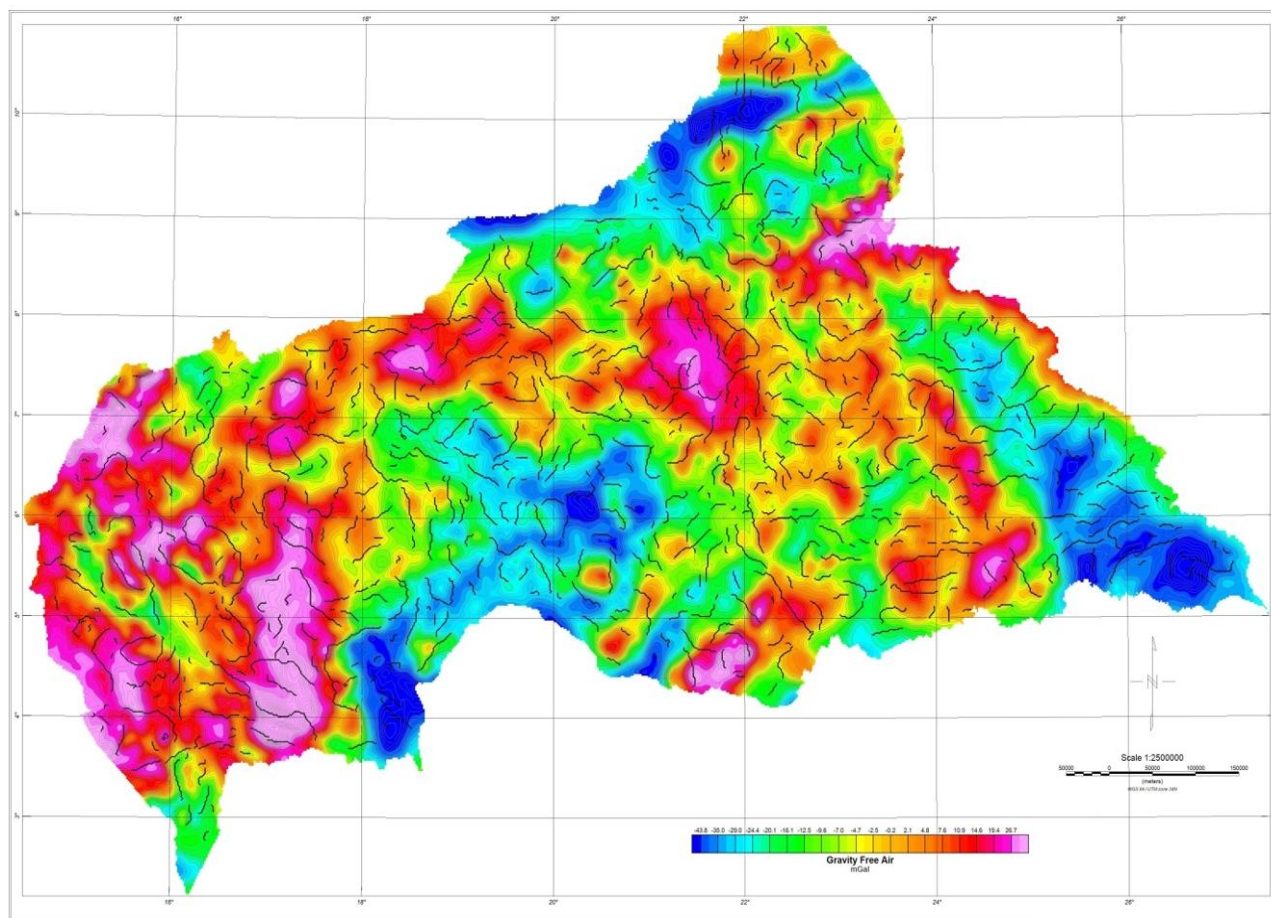


Рис. 4. Карта аномального гравитационного поля (в свободном воздухе). Извилистые линии - элементы гидросети.
[Fig. 4. Map of anomalous gravitational field (in free air). Winding lines are elements of the hydraulic network.]

Северная моноклираль с общим падением в северо-западном направлении имеет резкую отчетливую границу с Восточным поднятием и менее резкую, градиентную с Западным. В строении фундамента моноклираль выражена сложным сочетанием гранито-гнейсов, мигматитов, чарнокитов покрова Гбайя; стратифицированных СВК палеопротерозоя, а также фрагментов кратона Конго. На границах этих структурных элементов характерны разновозрастные шарьяжи [1]. В аномальном гравитационном поле Северная моноклираль выражена преимущественно положительными значениями (рис. 4).

Границы Южной моноклинали с прилегающими поднятиями не очень четкие. Южная моноклираль в строении фундамента расположена, в основном, в пределах стратифицированных СВК палеопротерозойского возраста [1]. В аномальном гравитационном поле ей соответствует область однородных отрицательных значений (рис. 4).

Разломные структуры в новейшей тектонике проявлены в поле линеаментов (рис. 5А). Линеаменты по степени их выраженности в рельефе можно разделить на локальные и региональные. Локальные линеаменты имеют небольшую длину. Они отражают зоны при-

поверхностной трещиноватости, проявлены через верхние звенья гидросети. Ширина таких зон может достигать 50 и более километров, а их длина часто сопоставима с длиной региональных линеаментов. По своей природе зоны локальных линеаментов, вероятно, отражают пликтивную стадию в развитии зарождающихся разломов [3].

Региональные линеаменты отчетливо выражены как границы новейших структур. Они протягиваются на больших расстояниях (рис. 5А) и соответствуют, вероятно, разломам с различной кинематикой. На границе Восточного поднятия и Северо-восточного прогиба в кинематике преобладают сбросы. В структуре фундамента эти разрывные нарушения соответствует зоне предполагаемых разломов, пересекающих в широтном направлении всю страну. Граница Восточного поднятия и Северной моноклинали образована, возможно, надвигом, в котором Северная моноклираль представляет автотхтон. Вдоль границ между Северной и Южной моноклиналями отмечаются разломы с предполагаемой сдвиговой кинематикой, которая определяется по правостороннему смещению полосы локальных линеаментов (рис. 5А).

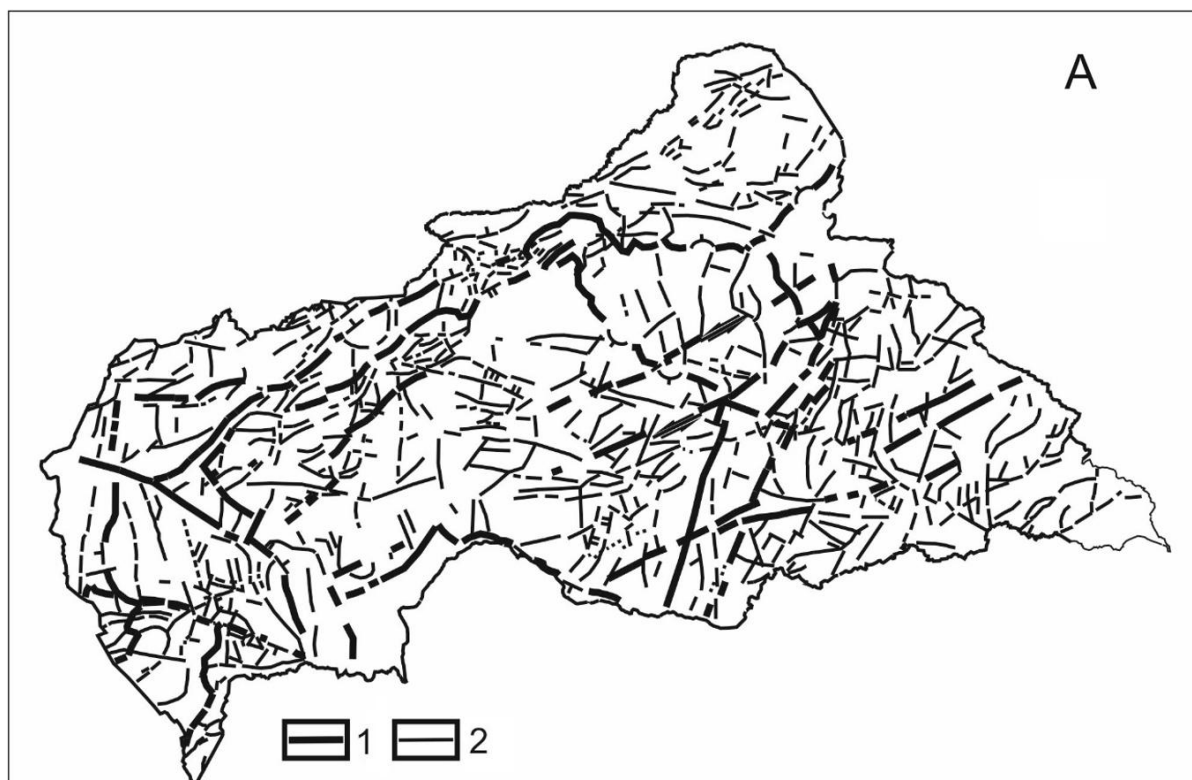


Рис. 5А. Схема линейментов. 1 – региональные линейменты, 2 – локальные линейменты.
[Fig. 5A. Lineament diagram. (1) – regional lineaments, (2) – local lineaments.]

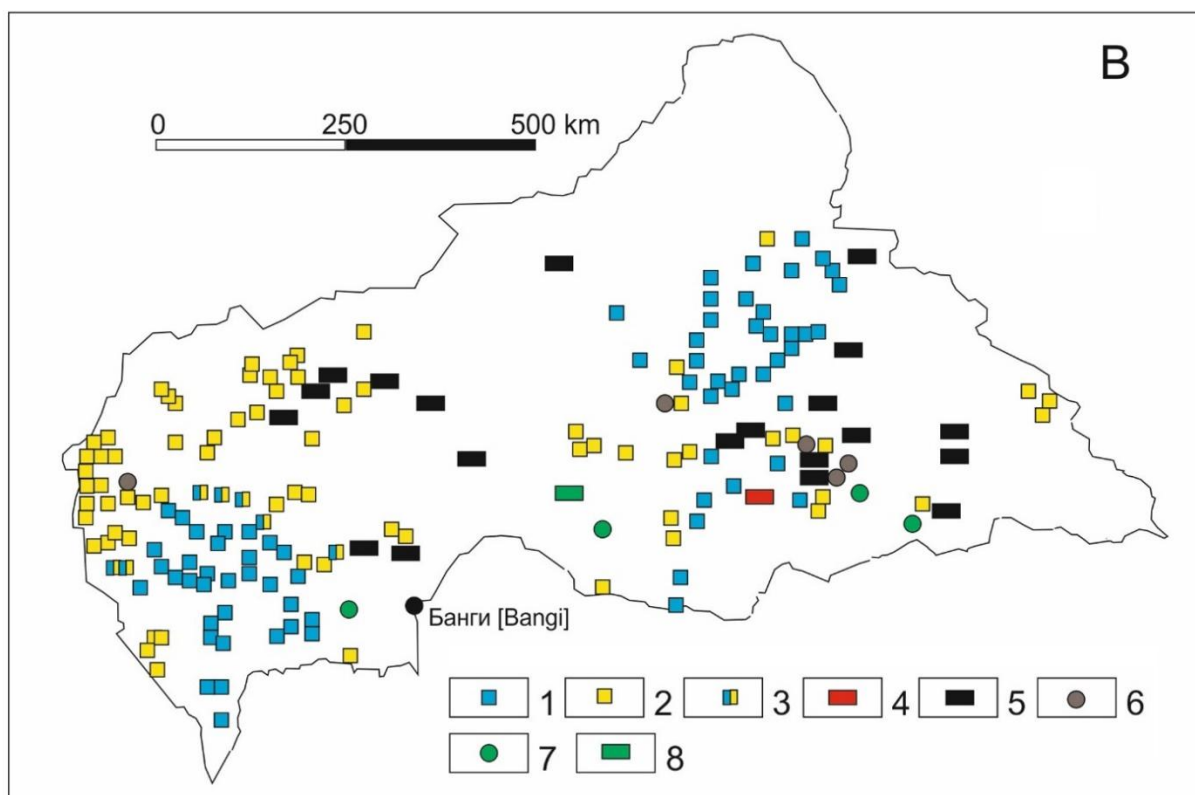


Рис. 5В. Схема полезных ископаемых [2]: 1 – алмазы, 2 – золото, 3 – алмазы и золото, 4 – уран, 5 – железо, 6 – олово 7 – медь, 8 – никель.
[Fig. 5B. Mineral scheme [2]: (1) – diamonds, (2) – gold, (3) – diamonds and gold, (4) – uranium, (5) – iron, (6) – tin, (7) – copper, (8) – nickel.]

Неотектоника и глубинное строение

Анализ карты гравиметрического поля (рис. 6) показывает: 1) его сложную дифференциацию со значительными вариациями силы тяжести (от -20 до 115 мГал); 2) ярко выраженный композитный состав континентальной коры, представляющий собой мозаику

различных блоков (~20) разнообразной формы и размеров; 3) разные блоки характеризуются гетерогенным строением и подразделяются более дробно на микроблоки. В целом подобная картинка характерна для участков континентальной коры, имеющей длительную и разнообразную историю формирования.

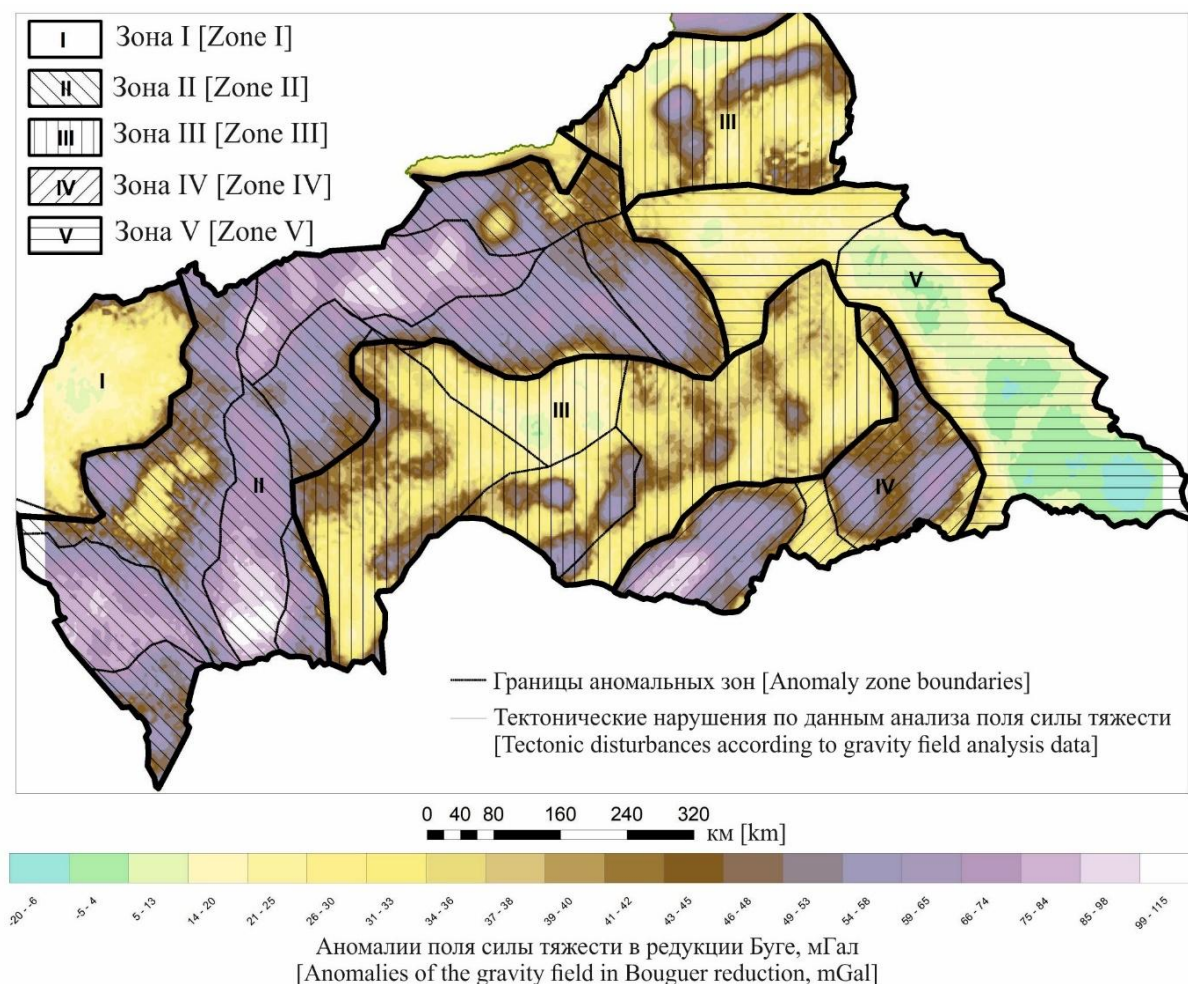


Рис. 6. Карта гравиметрического поля территории ЦАР.

[Fig.6. Map of the gravimetric field of the territory of the Central African Republic.]

По характеру вариаций гравиметрического поля и внутренней композиции четко выделяются пять зон: 1) западная (I); две центральные (II и III); южную (IV) и восточную (V). Обращает на себя внимание в зоне III множество локальных положительных аномалий силы тяжести изометричной округлой формы, выстроенных в цепочку СВ, а затем С-СЗ простирания, в первом случае субпараллельные северному сдвигу - раздвигу, а во втором восточному (Суданскому) раздвигу. Подобные структуры указывают на высокие перспективы обнаружения в этих зонах кимберлитов. Отрицательные аномалии подобной композиции и размера развиты в зонах II и III, что может быть связано с внедрением гранитоидов А-типа. Соответственно они представляют интерес на предмет изучения редкоземельно - редкометалльной минерализации.

Сопоставление карты гравитационного поля с тектонической (в том числе неотектонической) показывает достаточно редкие совпадения границ, что не удивительно, так как гравиметрическая карта отражает более глубокие уровни среза, по сравнению с геологической картой, на основе которой систематизированы данные тектоники.

Сравнение карт дешифрирования КФС с гравиметрической показывает совпадение значительного количества цепочек кольцевых структур, а также линейментов северо-восточного простирания. Следует отметить, что линейменты именно такого простирания доминируют и отражают сдвиговую компоненту трансформ Атлантического океана.

Подводя итог сравнения результатов дешифрирования, гравиразведки и тектонической карты, составленной на основе геологической, очевидно, что они

часто не имеют совпадений. Все это объясняется тем, что каждая из них несет информационную нагрузку по разным временным срезам и глубине. Гравиметрическая карта отражает наибольшие глубины (до 30–40 км), а, следовательно, и наиболее древние структурные особенности континентальной коры, тектоническая карта – несколько больше глубины естественного среза за счет экстраполяции, карта тектоническая – геологию собственно рельефа и его развитие на неотектоническом этапе.

Полезные ископаемые территории ЦАР

Полезные ископаемые территории Центральноафриканской Республики достаточно разнообразны. При этом наибольшее значение имеют россыпи золота и алмазов [4, 5]. В их распределении по площади намечается определенная закономерность, связанная с новейшей тектоникой региона. Месторождения золота и алмазов сосредоточены в пределах Восточного и Западного поднятий (рис. 5А, 5В). Угольные месторождения тяготеют к основанию крыльев этих структур, а также к Северной и Южной моноклиналям.

Важно отметить, что месторождения золота и алмазов встречаются в разных частях поднятий. Можно предположить, что россыпное золото преимущественно распространено в районах с максимальными поднятиями и, как следствие, с максимальным уровнем вертикального расчленения. В пределах зон интенсивного вертикального расчленения турбулентность речных потоков достаточно высокая. Она обеспечивает удаление легкой фракции и накопление золота, обладающего большим удельным весом (около $19.3\text{--}15.6\text{ г/см}^3$). В этих районах алмазы с удельным весом 3.5 г/см^3 удаляются вместе с легкой фракцией [6]. Их россыпи формируются там, где величина новейших поднятий меньше, но достаточна для накопления алмазов. Золото в этих условиях не отделяется от легкой фракции и не формирует россыпей. Вместе с тем, значительная неоднородность в площадном распределении россыпей золота в пределах Восточного поднятия по сравнению с Западным поднятием связана, по-видимому, с неоднородным строением его новейшей структуры. Впрочем, нельзя исключать особенностей геологического строения территории. Так, отмечается некоторая приуроченность россыпей к выходам монзонитовых панафриканских гранитов второй фазы внедрения.

Намечается явная связь месторождений угля с Северной и южной моноклиналями в новейшей структуре.

Урановые месторождения инфильтрационного типа на территории республики, по-видимому, недостаточно изучены. Их обнаружение следует ожидать на крыльях новейших структур.

Выводы

Проведенные исследования позволяют сделать следующие выводы.

1. Рельеф территории Центральноафриканской Республики в своих главных чертах обусловлен развитием неотектонических движений.

2. В новейшей структуре геология докембрийского основания отражается лишь фрагментарно.

3. Существующие месторождения тесно связаны с неотектоническими движениями. Эта связь позволяет осуществить пространственный прогноз возможного размещения россыпных месторождений золота и алмазов, а также других типов полезных ископаемых. Однако, эта связь требует своего дальнейшего изучения.

4. Дальнейшего изучения требует роль разломной тектоники в новейшей структуре территории.

Конфликт интересов: Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ненахов В. М., Трегуб А. И., Бианджа Ж., Холина Н. В. Геологическое строение, тектоника и геодинамическая эволюция территории Центральноафриканской Республики // *Вестник Воронежского государственного университета. Серия Геология*. 2024. № 2. С. 4–18.
2. Westerhof A. B., Harma P., Isabirye E. Geology and Geodynamic Development of Uganda with Explanation of the 1: 1 000 000 Scale Geological map // *Geological Survey of Finland*. 2014. Vol. 55 (387, 329).
3. Шерман С. И. Физические закономерности развития разломов земной коры. Новосибирск, 1977. 102 с.
4. Chirico P. G., Bartelemy F., Ngbokoto F. A. Alluvial Diamond Resurse Potential Capacity Assessment of the Central African Republic: U.S. Geological Survey Scientific Investigation Report. 5043 // *Reston, Virginia: USGS*. 2010. 22 p.
5. Mestraud J. L., Bessoles B. Geologie et ressources minerals de la Republique Centrafricane. Etat des connaissances a la fin 1963 // *Mem. Du BRGM*. № 60. 1982.
6. Смирнов В. И. Геология полезных ископаемых. Изд-е второе. М.: Недра, 1969. 685 с.

Neotectonic and relief features of the territory of the Central African Republic

©2025 A. I. Tregub¹✉, V. M. Nenakhov¹,
N. V. Holina¹, J. Biandja², S. A. Tregub¹

¹*Voronezh State University, Universitetskaya pl., 1,
394018, Voronezh, Russian Federation*

²*Georesources Laboratory, Department of the Mines and Geology,
Higher Institute of Technology, B. P: 892, Bangui, Central African Republic*

Abstract

Introduction. the scientific problem in studying the relief of the territory of the Central African Republic is to clarify its relationship with the tectonic structure. The purpose of the article is to highlight the main elements of the relief and evaluate their role in reflecting the structure of the foundation.

Methodology. the object of study is located within the center of the African continent. The sequence of the study included the description of the main divisions of the relief of the territory, analysis of the geological structure in relation to the relief. Lineaments are identified based on visual decoding of space images. Possible association with the rupture failures for which their possible kinematics is determined. The deciphering feature used is a standard hydronetwork. The materials used in the work were, besides the results of deciphering space images, published materials on geology of the region.

Results and discussion. the relief of the territory is characterized as a result of the studies. Based on the linear atomic analysis, a diagram of the breakable tectonics was drawn. It is compared with data from the geology of the region.

Conclusion. the following conclusions can be drawn from the studies: The lineament fields, reflects ruptured foundation disturbances only fragmentarily and is apparently related to new tectonics ruptures. The main minerals of the region in area distribution depend largely on the nature of the new tectonics movements.

Keywords: Republic of Burundi, morphostructure, lineaments, new tectonics.

For citation: Tregub A. I., Nenakhov V. M., Holina N. V., J. Biandja, Tregub S. A. Neotectonic and relief features of the territory of the Central African Republic // *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Geologiya – Proceedings of Voronezh State University. Series: Geology*, 2025, no. 2, pp. 4–12. DOI: <https://doi.org/10.17308/geology/1609-0691/2025/2/4-12>

Conflict of interest: The authors declare the absence of obvious and potential conflicts of interest related to the publication of this article.



The content is available under Creative Commons Attribution 4.0 License.

✉ Alexandr I. Tregub, e-mail: tregub@yandex.ru

REFERENCES

1. Nenahov V. M., Tregub A. I., Biandza J., Holina N. V. Geologicheskoe stroenie, tektonika i geodinamicheskaya jevoljucija territorii Central'noafrikanskoy Respubliki [Geologicheskoe stroenie, tektonika i geodinamicheskaya evoluciy territorii Centralnoafrikahskoy Respubliki]. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Geologiya – Proceedings of Voronezh State University. Series: Geology*, 2024, no. 2, pp. 4–18 (In Russ.).
 2. Westerhof A. B., Harma P., Isabirye E. Geology and Geodynamic Development of Uganda with Explanation of the 1: 1 000 000 Scale Geological map. *Geological Survey of Finland*, 2014, vol. 55 (387, 329).
 3. Sherman S. I. *Fizicheskie zakonomernosti razvitiya razlomov zemnoj kory* [Fizicheckie zakonomernosti razvitiya razlomov zemnoy kory]. Novosibirsk publ., 1977, 102 p. (In Russ.).
 4. Chirico P. G., Bartelemy F., Ngbokoto F. A. Alluvial Diamond Resurse Potential Capacity Assessment of the Central African Republic: U.S. Geological Survey Scientific Investigation Report. 5043. *Reston, Virginia: USGS*, 2010, 22 p.
 5. Mestraud J. L., Bessoles B. Geologie et ressources minerals de la Republique Centrafricane. Etat des connaissances a la fin 1963. *Mem. Du BRGM*, no. 60. 1982.
 6. Smirnov V. I. *Geologija poleznyh iskopaemyh*. Izd-e vtoroe [Mineral geology. Ed. Second]. Moscow, Nedra publ., 1969, 685 p. (In Russ.).
-

Трегуб Александр Иванович, д.г.-м.н., профессор, Воронежский государственный университет, Воронеж, Российская Федерация; e-mail: tregubai@yandex.ru, ORCID <http://orcid.org/0000-0002-8653-1165>

Ненахов Виктор Миронович, д.г.-м.н., профессор, Воронежский государственный университет, Воронеж, Российская Федерация; e-mail: viktor.nenahov@mail.ru, ORCID <http://orcid.org/0000-0003-1439-0970>

Холина Наталья Викторовна, к.г.-м.н., доцент, Воронежский государственный университет, Воронеж, Российская Федерация; e-mail: holina_geol@mail.ru, ORCID <https://orcid.org/0000-0002-7220-4358>

Трегуб Станислав Александрович, ст.н.с., Воронежский государственный университет, Воронеж, Российская Федерация; e-mail: lis197@list.ru, ORCID <http://orcid.org/0009-0007-4571-4989>

Жан Бианджа, профессор, директор лаборатории георесурсов, департамент горного дела и геологии, Высший технологический институт В. Р: 892, Банги, Центральноафриканская Республика; e-mail: biandja@hotmail.com; ORCID <http://orcid.org/0009-0004-2911-2513>

Авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

Alexandr I. Tregub, Dr. habil. In Geol.-Min., professor, Voronezh State University, Voronezh, Russian Federation; e-mail: tregubai@yandex.ru, ORCID <http://orcid.org/0000-0002-8653-1165>

Viktor M. Nenakhov, Dr. habil. In Geol.-Min., professor, Voronezh State University, Voronezh, Russian Federation; e-mail: viktor.nenahov@mail.ru, ORCID <http://orcid.org/0000-0003-1439-0970>

Natalya V. Kholina, PhD in Geol.-Min., Associate professor, Voronezh State University, Voronezh, Russian Federation; e-mail: holina_geol@mail.ru, ORCID <https://orcid.org/0000-0002-7220-4358>

Stanislav A. Tregub, Senior Researcher, Voronezh State University, Voronezh, Russian Federation; e-mail: lis197@list.ru, ORCID <http://orcid.org/0009-0007-4571-4989>

Biandja Jean, Professor, Director of the Georesources Laboratory, Department of the Mines and Geology, Higher Institute of Technology, Bangui, Central African Republic; e-mail: biandja@hotmail.com; ORCID <http://orcid.org/0009-0004-2911-2513>

All authors have read and approved the final manuscript.