

## **Металлогения Кибарийского орогенного пояса на территории Бурунди**

©2025 Н. А. Пелипенко, Б. Нкунзimana<sup>✉</sup>, Ж. К. Хакешимана, Е. М. Игнатенко

*Белгородский государственный национальный исследовательский  
университет, 308015, г. Белгород, ул. Победы, 85, Российская Федерация*

### **Аннотация**

*Введение:* анализ состояния горнодобывающей промышленности Республики Бурунди является актуальным вопросом для промышленного развития страны. Целью данного исследования является оценка геологического, геохимического и геоэкологического состояния добычи цветных металлов в Республике Бурунди, оценка запасов и возможности их использования.

*Обсуждение результатов:* представленные в статье данные взяты из документации местных и иностранных компаний, а также государственных учреждений, занимающихся горнодобывающей деятельностью в Республике Бурунди. Развитие горнодобывающих компаний в Бурунди на основе эксплуатации позволяет повысить стабильность системы анализа собранных проб, качества руды и количества эксплуатируемых ресурсов в год. Системный анализ выборок на территориях, объединенных на основе данных, поступающих из разных источников, позволяет значительно уточнить информацию о запасах и оценить технологию разработок и изучить возможность перевода добычи полезных ископаемых на промышленной основе с использованием современных методов и технологий.

*Заключение:* рекомендуется решить все вышеперечисленные проблемы в ближайшем будущем путем принятия нового Горного кодекса Республики Бурунди, который решит все проблемы, возникающие при кустарной добыче полезных ископаемых, с переходом к промышленной эксплуатации.

**Ключевые слова:** цветные металлы, Республика Бурунди, золото, аллювиальные россыпи, жилы кварца, открытый карьер, подземная шахта, кустарная добыча.

*Для цитирования:* Пелипенко Н. А., Нкунзimana Б., Хакешимана Ж. К., Игнатенко Е. М. Металлогения Кибарийского орогенного пояса на территории Бурунди // *Вестник Воронежского государственного университета. Серия: Геология.* 2025. № 3. С. 22–30. DOI: <https://doi.org/10.17308/geology/1609-0691/2025/3/22–30>

### **Введение**

На территории Республики Бурунди выявлено значительное количество месторождений и рудопроявлений различных полезных ископаемых. Олово, тантал и вольфрам, наряду с золотом, являются основными экспортными полезными ископаемыми страны. Геологические ресурсы Бурунди также включают в себя никель, редкоземельные элементы, ванадий и строитель-

ные материалы. Добыча полезных ископаемых в основном осуществляется путем кустарной и мелкомасштабной добычи (КМД), официально организованной в виде кооперативов. Олово, тантал, вольфрам (полученные из касситеритовых, танталитовых и вольфрамитовых руд, часто называемых ЗТс) и золото являются основными добываемыми и экспортируемыми полезными ископаемыми [1]. Кустарная добыча



Контент доступен под лицензией Creative Commons Attribution 4.0 License.

✉ Бенуа Нкунзimana, e-mail: [nkunzimanabenoit@gmail.com](mailto:nkunzimanabenoit@gmail.com)

сосредоточена в северных провинциях Бурунди: Каянза, Чибитоке-Кирундо и Муйинга. По оценкам, в кустарной добыче занято от 10 000 до 25 000 рабочих, основная часть которых сосредоточена в перечисленных провинциях. Крестьянские домохозяйства обычно занимаются несколькими видами сельскохозяйственной / горнодобывающей деятельности и часто работают в семьях – женщины и дети специализируются на промывании золота, транспортировке воды и т.д. Золото поступает в основном из провинций Чибитоке и Муйинга, в то время как другие полезные ископаемые

поступают в основном из провинций Каванза, Кирундо и Муйинга. До 2004 года и открытия новых месторождений в провинциях Кирундо и Муйинга вольфрамит добывали только в Ньябисаке, коммуне Бузони в провинции Кирундо [2]. Данная статья в основном посвящена золотоносным месторождениям Республики Бурунди.

Кустарная добыча полезных ископаемых производится в основном в северной части страны, на границе с Демократической Республикой Конго (ДРК), Руандой и Танзанией (рис. 1) [3].

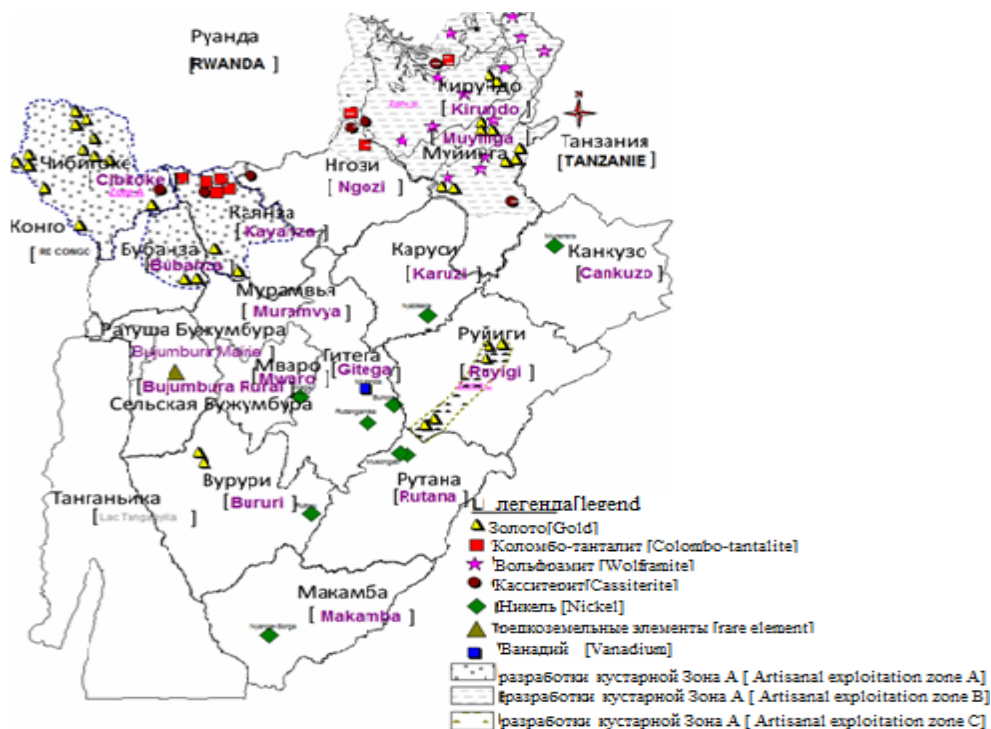


Рис. 1. Расположение кустарных горнодобывающих предприятий в Бурунди [3].  
[Fig. 1. Location of artisanal mining exploitation in Burundi [3].]

#### Оценочные запасы золота в Бурунди

Объемы кустарной добычи золота трудно оценить. Заявленные объемы, как правило, ниже реальных, не все места добычи указаны в списке, а контрабанда значительна [2]. Таким образом, в многочисленных исследованиях отмечается значительное расхождение между оценками производства и заявленным экспортом золота из Бурунди. Реальное количество золота, произведенного в Бурунди, остается неизвестным [1]. В отличие от ЗТ, для золота не существует системы отслеживания. В 2012 и 2013 годах страна задекларировала 2 тонны ежегодного экспорта золота. Однако в 2014 году этот показатель значительно снизился примерно до 650 кг. По словам опрошенных, это снижение в основном связано с увеличением налогового бремени, введенным в 2014 году, что означало отсутствие привлекательности для легальной торговли. Анализ показывает, что в 2012 и 2013 годах правительство Бурунди понесло значительную потерю доходов из-за снижения производства золота.

#### Начало промышленного горнодобывающего сектора

Потенциал минеральных ресурсов Бурунди был известен еще с колониальных времен. Первые мероприятия по добыче полезных ископаемых относятся к этому периоду, как, например, месторождение Гакара, открытое в 1936 г. и время от времени эксплуатировавшееся в период с 1948 по 1978 г. частной бельгийской компанией Somuki и совместным предприятием компании Somuki и бурундийского правительства Sobumines, которое недавно было вновь введено в эксплуатацию компанией Rainbow Mining Burundi. Работами Бюро геологических и горных исследований Бурундии (BRGM) и Федеральной геологической службой Германии (BGR) в начале 1980-х г. выявлено, что наиболее важными полезными ископаемыми бурундийских недр являются никель, ванадий, золото, фосфаты, карбонаты, касситерит, платиноиды и прочие редкоземельные элементы. Подробные исследования на некоторых участках показали объем запасов полезных ископаемых

емых: запасы редкоземельных элементов Гакара (сельский Бужумбура) и Минаго (Румонге) составляют 5000 тонн, а запасы фосфатов Матонго (Каянза) составляют 270 000 тонн. Но этот потенциал только начинает вызывать значительный интерес со стороны горнодобывающего сектора. Инвесторы в горнодобывающую промышленность заявили о себе до политического кризиса 2015 г.: компания Samancor, действующая в соответствии с законодательством Южной Африки, получила в 2007 г. лицензию на разведку никеля на месторождении Мусонгати. Канадская компания Flemish Gold Corporation получила разрешение на разведку в 2010 г., компания Tanganyika

Mining Burundi получила трехлетнее разрешение на разведку, дважды продлеваемое в 2013 г. Но другие компании, такие как Morgan Mining, Ntega Holding Burundi и Rainbow Mining Burundi, приостановили работу на неопределенный срок.

Хотя участие бурундийского государства в капитале является не всеобъемлющим, оно имеет реальное право контроля над компаниями. Промышленный сектор Бурунди находится только в начале своего развития, а горнодобывающие компании, занимающиеся добычей золота, появились совсем недавно (табл. 1) [3].

**Табл. 1.** Основные компании, занимающиеся добычей золота в Бурунди [3]

**[Table 1. Major gold mining companies in Burundi [3]]**

Название компании [Company name]	Руда [Ore]	Вид контракта [Type of contract]	Расположение [Location]	Дата начала деятельности [Start date of activity]
Танганьика Майнинг Бурунди [Tanganyika Mining Burundi]	Золото и сопутствующие полезные ископаемые [Gold and associated minerals]	Эксплуатация [Exploitation]	Гахома-Хилл, коммуна Мабайи, провинция Чибитоке [Gahoma Hill, Mabayi Commune, Cibitoke Province]	29 декабря 2017 г. [December 29, 2017]
Африкан Майнинг Лимитед [African Mining Limited]	Золото и сопутствующие полезные ископаемые [Gold and associated minerals]	Эксплуатация [Exploitation]	Мухвази в провинции Муйинга [Muhwazi in Muyinga Province]	8 августа 2018 г. [August 8, 2018]

### Методы разведки и добычи золота

Геологоразведочные методы основаны на полевых исследованиях и изучении геологом-разведчиком признаков, которые могут указывать на наличие минерализованного проявления. В этом случае, используя подготовленные маршруты, цель состоит в том, чтобы изучить обнажения, осыпи и скальные образования, для обнаружения каких-либо маркеров минерализации. Последние могут быть в виде самородного золота, пирита и/или арсенопирита, наличия системы кварцевых жил в благоприятном контексте или признакам гидротермальных изменений. Здесь делается ссылка на окремнение, карбонатизацию, сульфидирование, турмалинизацию. Этот подход обычно используется после обнаружения геохимической или геофизической аномалии. Хорошо известные золотоносные кварцевые жилы в районе Муйинга в коммуне Камарама-гамбо образовались в процессах кибарийской деформации [4]. В результате циркуляции по зонам разломов глубинных метаморфических флюидов, транспортировавших золото, оно отлагалось в ослабленных участках кварцевых жил (рис. 2). Частицы этого металла относятся к классу тонкого золота с размером от миллиметра до нескольких микрон [5]. В связи с этим, при его добыче допускается много потерь.

Другой тип металлических полезных ископаемых – аллювиальные россыпи. Россыпи разрабатываются

открытым и подземным способами [6]. Это случай провинции Чибитоке на западе страны. Ныне ведущим геолого-промышленным типом являются преимущественно погребённые россыпи приморских равнин и подножий примыкающих возвышенностей, с продуктивными пластами различного генезиса и возрастного диапазона (эоцен – плейстоцен), а также техногенные месторождения [7] (рис. 3).

Геохимические методы – одни из наиболее широко используемых способов поисков полезных ископаемых во всем мире [8]. К аналитическим методам, используемым при массовых геохимических исследованиях, предъявляются следующие требования: а) высокая производительность; б) низкая стоимость; в) высокая воспроизводимость определения (случайная погрешность должна быть меньше природной дисперсии содержания химического элемента; г) высокая чувствительность [9]. Геохимические методы разведки заключаются в отборе проб среды и ее химическом анализе с целью выявления аномальных концентраций, которые могут свидетельствовать о наличии минерализации. В случае с золотом это может быть, например, мышьяк, селен, сурьма, серебро или теллур.

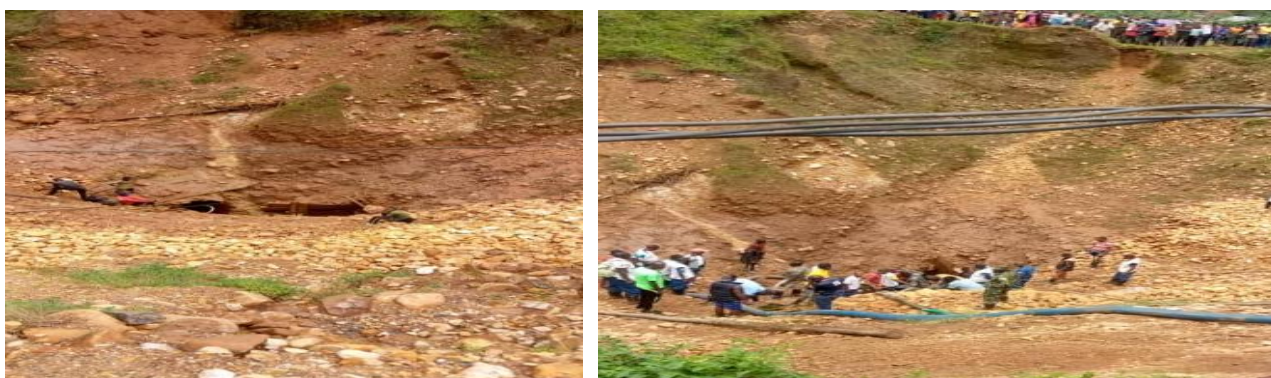
Благодаря большой сетке выборки, пробы обычно представляют собой речные отложения или родниковую воду, речную воду или грунтовые воды. Анализ образцов обычно проводят с помощью масс-спектро-



a

b

**Рис. 2.** Разработка месторождений золота в провинции Муйинга: *a* – добыча золота в карьере, *b* – добыча золота в кварцевых жилах.  
**[Fig. 2.** Gold mining in Muyinga province: (*a*) – Gold mining in a quarry, (*b*) – Gold mining in quartz veins.]



**Рис. 3.** Разработка россыпного золота в провинции Чибитоке [7].  
**[Fig. 3.** Placer gold mining in Cibitoke Province [7].]

метрии от полного или почти полного растворения образца. Анализы, проводимые непосредственно на месте, в основном с использованием портативных анализаторов XRF, также все чаще используются. Однако это оборудование не позволяет измерять очень низкие концентрации золота, которые обычно присутствуют. С другой стороны, он оказывается гораздо более эффективным при выделении некоторых компаньонов, таких как мышьяк [10].

Руды золота не имеют особых непосредственно обнаруживаемых геофизических признаков. Таким образом, применение геофизических методов предполагает использование косвенных инструментов и направлено на моделирование геологических структур. Используемые методы в основном представляют собой магнитные или электрические методы (удельное сопротивление и наведенная полярность).

Геофизические методы могут применяться в воздушном или наземном режиме. Миниатюризация датчиков должна позволить освоить использование дронов в достаточно короткие сроки. Физические свойства горных пород меняются иногда в небольших пределах (например, плотность меняется от 1 до 6 г/см<sup>3</sup>), а иногда в очень широких пределах (например, удельное электрическое сопротивление изменяется от 0,001 до 1015 Ом) [11].

Высокие концентрации сульфидов, таких как пирротин, или других магнитных минералов, таких как магнетит, могут быть связаны с заметными изменениями магнитного поля Земли. Гравиметрия также пре-

доставляет важную информацию о геометрии и структурах, которые могут нести минерализацию. Гиперспектральное картирование дает хорошие результаты для выделения изменений. Этот метод сочетает в себе визуализацию и спектроскопию, получая изображения в очень большом количестве диапазонов, от видимого до инфракрасного. Кроме того, большие успехи, достигнутые в последнее время в геофизике, касаются процессов обработки данных: это, в частности, методы инверсии, которые позволяют визуализировать результаты в 3D [10]. Современные геофизические методы позволяют обнаруживать и изучать физические свойства полезных ископаемых и горных пород с большой точностью и с больших расстояний [12].

### Характеристика шахт

Республика Бурунди богата значительными запасами золота и различных других полезных ископаемых. Всего они разбросаны по 170 площадкам, в том числе 47 по золоту, 120 по танталу, олову, вольфраму, 1 по галениту, 1 по аметисту, 1 по бокситу и т.д. В основном их добывают в провинциях Чибитоке и Бубанза (запад); Кирундо, Нгози, Муйинга, Каянза (север), а также Руйиги (восток) и Бурури (юг).

Имеющиеся перспективные исследования показывают, что на участке Чимба (516,9 км<sup>2</sup>) в провинции Чибитоке имеется 14 тонн золота, 36 000 тонн меди и 16 тонн серебра. Однако работа горнодобывающих компаний имеет много недостатков. Чтобы избавиться хотя бы от части из них, Бурундийские власти



провели глубокие реформы в этом секторе. Они преследует две цели:

- лучше формализовать кустарную или мелкомасштабную добычу полезных ископаемых;
- создание стимулирующей базы для инвестиций в промышленную разработку полезных ископаемых.

Цены на полезные ископаемые в Бурунди чрезвычайно изменчивы, зависят от многих факторов и несопоставимы даже внутри региона [13].

#### Технологии добычи и переработки руды

Жесткая связь циклов добычи и обогащения полезных ископаемых обеспечивает получение максимальной общей эффективности горно-обогатительного комплекса только при соблюдении следующих обязательных условий по качеству руд, поступающих на обогащение [14]. Максимально возможное удаление пустой породы из крупнокусковой и дробленной горной массы; раздельная добыча и переработка технологически несовместимых сортов руд; постоянство содержания ценных компонентов, вредных примесей и физико-механических свойств.

Методы обогащения также архаичны, они разработаны кустарными средствами по следующим этапам: ручное дробление и измельчение руды – отстаивание в резервуарах с водой или в специально оборудованных для этого скважинах – гравиметрическое обогащение в емкостях.

Эти методы кустарной добычи ведут к значительным производственным потерям. В случае золота потери могут достигать 75 % запаса металла для россыпного месторождения и 90 % для месторождения жильного типа. В Бурунди мы видим, что объем производства этих кустарных горнодобывающих предприятий слишком низок по сравнению с тем, каким он должен быть [3] (рис. 4).



**Рис. 4.** Переработка золота при кустарной добыче в Бурунди [3].

[Fig. 4. Gold processing in artisanal mining in Burundi [3].]

Согласно опросам, вся добыча золота в Бурунди составит от 20 до 25 кг/месяц или от 250 до 300 кг/год. Это количество намного меньше, чем экспорт золота из Бурунди (более 2 т, табл. 2) [3].

После обучения инструментам исследования и оценки использования ртути в горнодобывающей промышленности и мелкомасштабной добыче золота группы экспертов-консультантов приступили к составлению отчета о местах во всех его аспектах, институциональных и юридических, с точки зрения операционной практики, окружающей среды, здравоохранения и, наконец, социально-экономической сферы. Результатом анализа всех этих тем стал национальный обзор ситуации с кустарной и мелкомасштабной добычей золота в Бурунди. Последний дает, исходя из количества золота, произведенного в течение года на всех объектах (67), количество используемой ртути, которое составляет более или менее 2 тонн/год. Следует также отметить, что количество горняков/золотодобытчиков на национальном уровне в секторе кустарной и мелкомасштабной добычи золота составляет в среднем 3 413 человек [15].

**Табл. 2.** Экспорт золота с 2012 по 2017 год  
[Table 2. Gold exports from 2012 to 2017]

Год [Year]	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Производство золота в кг [Gold production in kg]	2 146.85	2 823.23	649.72	411.008	396	953.02813
Год [Year]	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Экспорт золота в кг [Gold export in kg]	2 146.85	2 823.23	649.72	548.5	396	953.02813

#### Сопутствующие минералы (редкоземельные и другие)

Редкоземельный: редкие элементы разделяются на две группы: 1) цериевую (легкие лантаноиды), в которой выделяют лантановую (La, Ce, Pr) и неодимовую (Nd, Sm, Eu, Gd) подгруппы; 2) иттриевую (тяжелые лантаноиды) с подгруппами диспрозиевой (Tb, Dy, Y, Ho) и иттербиевой (Er, Tm, Yb, Lu) [16]. Месторождения редкоземельных элементов, впервые обнаруженные старателем Дойеном в мае 1936 года, связаны с

метасоматическими жилами. Они хорошо известны в коммуне Мутамбу провинции Бужумбура и расположены на крутом склоне Восточноафриканского разлома. Горнодобывающая компания RAINBOW в 2011 году исследовала эти редкие земли в этой местности на площади 10 км<sup>2</sup>. Запасы оцениваются приблизительно в 128 – 250 тонн на глубину до 25 метров. Однако исследования, проведенные компанией BGR в 1977 году в этом же районе, подтвердили запасы в размере 6000 тонн [17].

### Никель и сопутствующие элементы

Месторождения никеля и связанные с ним элементы были выявлены в ряду основных и ультраосновных массивов, образующих непрерывный линейный массив ЮЗ-СВ простирания, от восточного берега озера Танганьика (юг Бурунди) до озера Виктория на границе Танзании и Уганды. Метод отделения никеля в виде сульфида широко используется в химическом анализе [18].

Эта провинция простирается в пределах кибарийского орогенного пояса примерно на 350 км в длину и на 50 км в ширину. Эти массивы датируются  $1275 \pm 11$  млн лет [U-Pb по циркону]. Этот комплекс в Бурунди

составляют девять основных массивов: Мугина, Каньяинья, Ньянге-Сонга, Рутува, Мусонгати, Вага, Муканда-Бухоро, Ньябикере и Муремера.

Массивы, сложенные ультраосновными породами, – это Мусонгати, Вага, Ньябикере и Муремера, а массивы основных пород – Бухоро-Муканда, Ньянге-Сонга, Рутува, Каньяинья и Мугина. В зависимости от климата (сухой, сухой или влажный, влажный) в настоящее время выделяют три типа латеритных никелевых профилей, образующих три типа месторождений: (1) окисленные или лимонитовые месторождения, (2) силикатные месторождения и (3) глинистые месторождения (рис. 5).

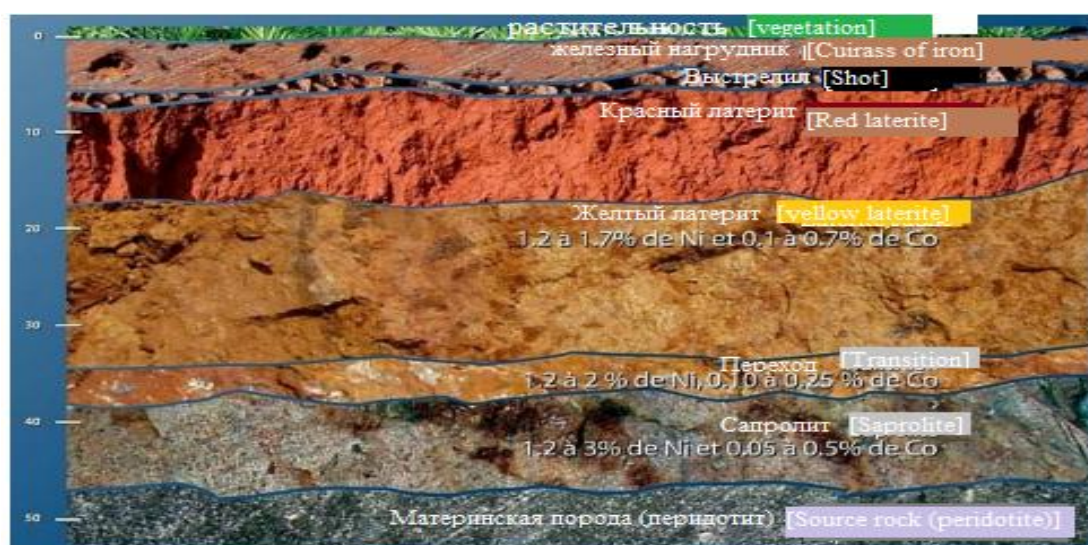


Рис. 5. Пример профиля, показывающий последовательность латеритных горизонтов (Pelletier and Lavé, 1976).  
[Fig. 5. Example of a profile showing a sequence of lateritic horizons (Pelletier and Lavé, 1976).]

### Выводы

Горнодобывающий потенциал Республики Бурунди в основном состоит из значительной минерализации никеля мирового класса в сопровождении кобальта, платины и других, таких как золото, олово, вольфрам и т.д. По количеству золота провинция Чибиток занимает первое место по россыпным месторождениям, в основном с участка Гитову в коммуне Мабайи. Коренными породами здесь являются сланцы с железосодержащими включениями, в которых, собственно, и содержится золото.

Для улучшения текущей ситуации в горнодобывающей промышленности Республики Бурунди предлагаются следующие рекомендации:

- содействовать диверсификации добычи полезных ископаемых;
- поощрять инвестиции путем повышения привлекательности сектора;
- устанавливать конкурентоспособные цены как на местном, так и на региональном уровне;
- рекомендовать властным структурам страны оказывать всестороннюю поддержку исследованиям потенциала страны в отношении полезных ископаемых и обновить Горно-нефтяной кодекс для уточнения условий

эксплуатации и экспорта продукции горнодобывающей промышленности.

Правительство Республики Бурунди утверждает, что добилось наибольшего прогресса именно в улучшении золотодобывающего сектора, хотя эта цель труднодостижима и требует реализации конкретной стратегии, основанной на реалиях рынка. Налогообложение является одним из элементов этой стратегии, но не единственным. Взаимодействие с существующим рынком и создание стимулов для формализации бизнеса также являются ключевыми аспектами.

Правительство Республики Бурунди должно подчеркнуть свои усилия по повышению прозрачности и отслеживаемости объемов добычи полезных ископаемых. Следующим шагом является использование стандартов инициативы прозрачности добывающих отраслей (ИПДО) для удовлетворения основных потребностей общин кустарных горнодобывающих компаний и оказания помощи в официальном оформлении компаний.

Иностранные компании, заинтересованные в исследованиях и разработке полезных ископаемых, в основном никеля, золота, ванадия и углеводородов, могут инвестировать в экономику Республики

Бурунди в соответствии с планами диверсификации горнорудной отрасли.

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

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Perks R., Hayes K. Transparence des revenus de l'exploitation minière artisanale et à petite échelle liée à la production d'étain, de tantalite, de tungstène et d'or au Burundi // *Washington, DC: Banque mondiale*, 2016. pp. 13–18
2. Thierry Vircoulon. Mutation du secteur minier au Burundi: du développement à la captation // *Ifri*, 2019. pp. 6–8.
3. Midende G. Étude sur les exploitations minières artisanales du Burundi. Inédit, mémoire à la demande de la Banque Mondiale, 2013. pp. 9–10.
4. Ntiharizwa S. Le potentiel en ressource minérale du Burundi, nord-est de la ceinture orogénique Kibarienne, Afrique central-orientale // *Québec, Canada*, 2013. pp. 59–89.
5. Афанасенко С., Лазариди А. Золотая жила техногенных отвалов // *Драгоценные металлы и камни*. 2012. С. 9–10.
6. Баранников А. Г. Поиски и разведка ведущих геолого-промышленных типов месторождений полезных ископаемых. Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2011. 183 с.
7. Лаломов А. В. Россыпи российской Арктики и перспективы их отработки // *Минералогия*. 2017. № 2. С. 30–42.
8. Ворошилов В. Г. Геохимические методы поисков месторождения полезных ископаемых. Томск: Изд-во ТПУ, 2011. 104 с.
9. Лукашёв О. В. Геохимические методы поисков. Минск: Изд. центр БГУ, 2010. 101 с.
10. Françoise R. Réalités Industrielles. Annales des Mines. 2018. 121 p.
11. Хмелевской В. К., Костицын В. И. Основы геофизических методов. Пермь: Пермский государственный университет, 2010. 400 с.
12. Соколов А. Г., Черных Н. В. Геофизические методы поисков и разведки месторождений полезных ископаемых. Оренбург: ОГУ, 2015. 143 с.
13. Annuaire statistique du Burundi 2015. Institut de Statistiques et d'Etudes Economiques du Burundi. 2015. 285 p.
14. Алгебраистова Н. К., Кондратьева А. А. Технология обогащения руд цветных металлов. Красноярск: ИПК СФУ, 2009. 283 с.
15. Plan d'Action National pour réduire et ou éliminer l'utilisation du mercure dans l'Extraction Minière Artisanale et à Petite échelle de l'or Bujumbura. Designed and Printed at United Nations. Geneva, 2019. 111 p.
16. Михайлов В. А. Редкоземельные руды мира. Киев: Издательско-полиграфический центр "Киевский университет", 2010. 223 с.
17. Bandyayera D. Formation de latérites nickélifères et mode de distribution des éléments du groupe du platine dans les profils latéritiques du complexe de Musongati, Burundi. PhD thesis. Université du Québec à Chicoutimi, 1997. 495 p.
18. Пешкова В. М., Савостина В. М. Аналитическая химия никеля. М.: Наука, 1966. 204 с.

## Metallogeny of the Kibari orogenic belt of Burundi

©2025 N. A. Pelipenko, B. Nkunzimana✉, J. C. Hakeshimana, E. M. Ignatenko

*Belgorod State National Research University,  
Russian Federation, 308015, Belgorod, Pobedy St., 85*

### Abstract

**Introduction:** the analysis of the state of the mining industry in the Republic of Burundi is a topical issue for the industrial development of the country. The purpose of this study is to assess the geological, geochemical and geocological situation of non-ferrous metal mining in the Republic of Burundi, assess reserves and the possibility of their use.

**Results and discussion:** the data presented in the article are taken from the documentation of local and foreign companies, as well as government agencies involved in mining activities in the Republic of Burundi. The development of mining companies in Burundi based on exploitation allows to increase the stability of the system of analysis of collected samples, ore quality and the amount of exploited resources per year. Systematic analysis of samples in territories combined on the basis of data coming from different sources allows to significantly clarify information on reserves and evaluate the development technology and study the possibility of transferring mineral extraction to an industrial basis using modern methods and technology.

**Conclusion:** It is recommended to solve all the above problems in the near future by adopting a new Mining Code of the Republic of Burundi, which will solve all the problems arising from artisanal mining, with the transition to industrial exploitation.

**Keywords:** non-ferrous metals, Republic of Burundi, gold, alluvial placers, quartz veins, open pit, underground mine, artisanal mining.

**For citation:** Pelipenko N.A., Nkunzimana B., Hakeshimana J. K., Ignatenko E. M. Metallogeny of the Kibari orogenic belt of Burundi // *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Geologiya – Proceedings of Voronezh State University. Series: Geology*, 2025, no. 3, pp. 22–30. DOI: <https://doi.org/10.17308/geology/1609-0691/2025/3/22-30>

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

### REFERENCES

1. Perks R., Hayes K. Transparence des revenus de l'exploitation minière artisanale et à petite échelle liée à la production d'étain, de tantale, de tungstène et d'or au Burundi. *Washington, DC: Banque mondiale*, 2016, P. 13–18
2. Thierry Vircoulon. Mutation du secteur minier au Burundi: du développement à la captation. *Ifri*, 2019, P. 6–8.
3. Midende G. Étude sur les exploitations minières artisanales du Burundi. Inédit, mémoire à la demande de la Banque Mondiale, 2013, P. 9–10.
4. Ntiharirizwa S. Le potentiel en ressource minérale du Burundi, nord-est de la ceinture orogénique Kibarienne, Afrique central-orientale. *Québec, Canada*, 2013, P. 59–89.
5. Afanasenko S., Lazaridi A. Zolotonosnye zhily tekhnogennykh otvalov [Gold vein of technogenic dumps]. *Dragotsennye metally i kamni – Precious Metals and Stones*, 2012, pp. 9–10 (In Russ.)



The content is available under Creative Commons Attribution 4.0 License.

---

✉ B. Nkunzimana e-mail: [nkunzimanabenoit@gmail.com](mailto:nkunzimanabenoit@gmail.com)



6. Barannikov A. G. *Poisk i razvedka vedushchikh geologicheskikh i promyshlennykh tipov mestorozhdeniy poleznykh iskopaemykh* [Prospecting and exploration of leading geological and industrial types of mineral deposits]. Ekaterinburg, USMU publ., 2011, 183 p. (In Russ.)
7. Lalomov A. V. Rostoshi Rossiyskoy Arktiki i perspektivy ikh osvoeniya [Placers of the Russian Arctic and prospects for their development]. *Mineralogiya – Mineralogy*, 2017, no. 2, pp. 30–42 (In Russ.)
8. Voroshilov V. G. *Metody geokhimii ustoichivogo razvitiya* [The methods of geochemistry are sustainable: a tutorial]. Tomsk, TPU publ., 2011, 104 p. (In Russ.)
9. Lukashev O. V. *Geokhimicheskie metody poiskov* [Geochemical methods of prospecting]. Minsk, BSU publ., 2010, 101 p. (In Russ.)
10. Françoise R. Réalités Industrielles. Annales des Mines, 2018, 121 p.
11. Hmelevskoy V. K., Kosticyn V. I. *Osnovy geofizicheskikh metodov* [Fundamentals of geophysical methods]. Perm: Perm State University publ., 2010, 400 p. (In Russ.)
12. Sokolov A. G., Chernyh N. V. *Geofizicheskie metody poiskov i razvedki mestorozhdeniy poleznykh iskopaemykh* [Geophysical methods of prospecting and exploration of mineral deposits]. Orenburg, OSU publ., 2015, 143 p. (In Russ.)
13. Annuaire statistique du Burundi 2015. Institut de Statistiques et d'Etudes Economiques du Burundi, 2015, 285 p.
14. Algebraistova N. K., Kondrat'eva A. A. *Tehnologiya obogashheniya rud cvetnykh metallov* [Technology of concentration of non-ferrous metal ores]. Krasnoyarsk, IPK SFU publ., 2009, 283 p. (In Russ.)
15. Plan d'Action National pour réduire et ou éliminer l'utilisation du mercure dans l'Extraction Minière Artisanale et à Petite échelle de l'or Bujumbura. Designed and Printed at United Nations, Geneva, 2019, 111 p.
16. Mikhailov V. A. *Redkozemelnye rudy mira* [Rare earth ores of the world]. Kyiv, Center Kyiv publ., 2010, 223 p. (In Russ.)
17. Bandyayera D. Formation de latérites nickélicifères et mode de distribution des éléments du groupe du platine dans les profils latéritiques du complexe de Musongati, Burundi. PhD thesis. Université du Québec à Chicoutimi, 1997, 495 p.
18. Peshkova V. M., Savostina V. M. *Analiticheskaya himiya nikelja* [Analytical chemistry of nickel]. Moscow, Nauka publ., 1966, 204 p. (In Russ.)

Пелипенко Николай Андреевич, д.т.н., профессор института наук о Земле Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Белгородский государственный национальный исследовательский университет», Белгород, Российская Федерация; e-mail: pelipenko@bsuedu.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3522-5934>

Бенуа Нкунзима, аспирант института наук о Земле Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Белгородский государственный национальный исследовательский университет», Белгород, Российская Федерация; e-mail: nkunzimanabenoit@gmail.com; ORCID: <http://orcid.org/0009-0003-3049-0100>

Жан Клод Хакешимана, аспирант института наук о Земле Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Белгородский государственный национальный исследовательский университет», Белгород, Российская Федерация; e-mail: hakeshajclaude@mail.com; ORCID: <http://orcid.org/0009-0004-6029-2081>

Игнатенко Екатерина Михайловна, ассистент института наук о Земле Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Белгородский государственный национальный исследовательский университет», Белгород, Российская Федерация; e-mail: ignatenko\_e@bsuedu.ru; ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-4252-9848>

Авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

Nikolay A. Pelipenko, PhD in Subject, Professor of the Institute of Earth Sciences of the Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education «Belgorod National Research University», Belgorod, Russian Federation; e-mail: pelipenko@bsuedu.ru; ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-3522-5934>

Benoit Nkuzimana, Postgraduate student of the Institute of Earth Sciences of the Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education «Belgorod National Research University», Belgorod, Russian Federation; e-mail: nkunzimanabenoit@gmail.com; ORCID: <http://orcid.org/0009-0003-3049-0100>

Jean Claude Hakeshajmana, Postgraduate student of the Institute of Earth Sciences of the Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education «Belgorod National Research University», Belgorod, Russian Federation; e-mail: hakeshajclaude@mail.com; ORCID: <http://orcid.org/0009-0004-6029-2081>

Ekaterina M. Ignatenko, Assistant of the Department of applied geology and mining of the Institute of Earth Sciences of the Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education «Belgorod National Research University», Belgorod, Russian Federation; e-mail: ignatenko\_e@bsuedu.ru; ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-4252-9848>

All authors have read and approved the final manuscript.