


Научная статья

УДК 551.243.5:553.3/.4(571.61/.62)
doi:10.52349/0869-7892_2026_105_63-74

Хинганский уникальный полициклический выступ Буреинского массива с богатым полихронным оруденением (Дальний Восток)

А. М. Жирнов 

Институт комплексного анализа региональных проблем
Дальневосточного отделения Российской академии наук,
Биробиджан, Россия,
zhantmich@yandex.ru 

Ключевые слова: палеозойские граниты, допалеозойский выступ, месторождения, олово, железо, золото, уран, графит

«Цикличность — одно из замечательных свойств тектонического развития Земли»

Хаин, 1973

Благодарности: работа выполнена в рамках государственного задания для Института комплексного анализа региональных проблем Дальневосточного отделения Российской академии наук на 2024–2026 гг. с учетом результатов по авторскому гранту № 06-05-96044 «Исследование генезиса платина-никель-медь-уран-золотого оруденения в рифейских черносланцевых толщах Еврейской автономной области, сопровождающего крупные железорудные зоны, для комплексного использования руд» (Российский фонд фундаментальных исследований — Хабаровский научный центр Дальневосточного отделения Российской академии наук). Автор весьма благодарен рецензентам рукописи за ряд полезных замечаний, позволивших существенно улучшить ее.

Аннотация. Статья посвящена характеристике Хинганского катархей-протерозойского тектонического выступа, находящегося в южной части Буреинского полихронного массива (AR–MZ) и сложенного преимущественно палеозойскими гранитами, перекрытыми мезозойскими вулканогенными породами и крупным покровом базальтов плиоцен-четвертичного возраста. На небольшой площади региона локализовано несколько древних седиментогенных структур и комплексов магматических пород разного возраста. Катархейские кристаллические сланцы и перидотиты плотностью 3,0–3,05 г/см³ слагают выступ фундамента в западной части области. Нижнепротерозойские и верхнепротерозойские седиментогенные структуры метаморфических пород обрамляют древний выступ последовательно с востока; южнее древнего выступа расположены архейские меридиональные складки. Крупные месторождения минерального сырья ассоциированы с протерозойскими, палеозойскими, мезозойскими и кайнозойскими структурами, определяющими уникальную разновозрастную и полиметалльную металлогению Хинганского рудоносного региона. Некоторые месторождения разрабатываются, однако многие перспективные объекты требуют проведения поисковых и поисково-оценочных работ. Уникальность геологической структуры региона, заключающаяся в ее полициклическости–многофазности, не была учтена ранее, а специфичность его металлогении — полиметалльность — установлена лишь в последние годы.

Для цитирования: Жирнов А. М. Хинганский уникальный полициклический выступ Буреинского массива с богатым полихронным оруденением (Дальний Восток) // Региональная геология и металлогения. 2026. Т. 33, № 1. С. 63–74. https://doi.org/10.52349/0869-7892_2026_105_63-74

Original article


UDC 551.243.5:553.3/.4(571.61/.62)
doi:10.52349/0869-7892_2026_105_63-74

Keywords: Paleozoic granite, Prepaleozoic protrusion, deposits, tin, iron, gold, uranium, graphite

Acknowledgments: the work relates to the 2024–2026 state geological study for the Institute for Complex Analysis of Regional Problems, Far Eastern Branch, Russian Academy of Sciences, with the results of the author's

Khingan unique polycyclic protrusion of the Bureya massif with prolific polychronous mineralization (Far East)

А. М. Жирнов 

Institute for Complex Analysis of Regional Problems,
Far Eastern Branch, Russian Academy of Sciences,
Birobidzhan, Russia,
zhantmich@yandex.ru 

"Cyclivity is an outstanding feature of the Earth's tectonic evolution"

Khain, 1973

Abstract. The paper characterizes the Hadean–Proterozoic Khingan tectonic protrusion located in the southern Bureya polychronous massif (AR–MZ) and having



grant no. 06-05-96044 "Investigation into genesis of platinum-nickel-copper-uranium-gold mineralization in the Riphean black shale units of the Jewish Autonomous Oblast, accompanying large iron ore zones, for the integrated ore use" (Russian Foundation for Basic Research — Khabarovsk Science Centre, Far East Branch, Russian Academy of Sciences) included. The author is very grateful to the peer reviewers for some useful comments to significantly enhance the manuscript content.

For citation: Zhirnov A. M. (2026). Khingan unique polycyclic protrusion of the Bureya massif with prolific polychronous mineralization (Far East). *Regional Geology and Metallogeny*, 33(1), 63–74. https://doi.org/10.52349/0869-7892_2026_105_63-74

predominantly Paleozoic granites that the Mesozoic volcanic depressions and a large cover of the Pliocene–Quaternary basalts overlay. The region's small area locates several ancient sediment structures and a series of variously-aged igneous rocks. The Hadean crystalline shales and peridotites with a density of 3.0–3.05 g/cm³ compose the basement ledge in the western region. The Lower Proterozoic and Upper Proterozoic sediment structures of metamorphic rocks sequentially margin the ancient protrusion from the east, while the Archean meridional folds are located southward of the ancient protrusion. Large mineral raw material deposits are associated with the Proterozoic, Paleozoic, Mesozoic, and Cenozoic structures that determine the unique variously-aged and polymetallic metallogeny of the Khingan ore-bearing region. Some fields are being mined, but many promising sites require exploration and appraisal work. The polycyclic–multiphase uniqueness of the region's geological structure has not been observed before, and polymetallic specificity of its metallogeny has been determined only in recent years.

ВВЕДЕНИЕ

Во второй половине XX в. исследователи обратили внимание на новый тип рудоносных геологических структур — области автономной активизации, как правило, полициклические. К ним относились активизированные структуры крупного масштаба — металлогенические провинции, развитые в пределах срединных массивов и складчатых поясов различного возраста (Щеглов и др., 1985). Одновременно разрабатывалась концепция полициклического развития небольших геологических структур — рудных районов (размером 10–40 км в поперечнике), называемых очаговыми структурами, узлами длительной эндогенной активности (Иванов и др., 2024; Фаворская и др., 1985). Однако из рассмотрения выпали активизированные структуры среднего масштаба (размером 100–150 км в поперечнике), представляющие по размерам металлогенические области согласно классификации Н. П. Митрофанова (2006).

Примером может служить Хинганская рудоносная область, характеризующаяся уникальным геологическим строением — одной из немногих на Дальнем Востоке структур с высокой рудоносностью. Это специфический осадочно-магматогенный выступ древних пород в Буреинском палеозойском гранитоидном массиве, развивавшийся на небольшой площади в течение огромного промежутка времени — от катархея до четвертичного периода.

Цель работы — охарактеризовать длительно формировавшийся осадочно-магматогенный и рудоносный выступ Буреинского массива на Дальнем Востоке.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В работе использованы современные геологические карты Дальнего Востока¹ (Атрашенко и др., 2016; Красный, 1991; Красный и др., 1999; Петрук и др., 2012), результаты авторских поисковых и разведочных работ на олово, золото, графит, строительное сырье в различных районах Малого Хингана, а также данные научных исследований, в том числе выполненных автором. Метод исследования — анализ и синтез использованных материалов.

СПЕЦИФИКА ГЕОЛОГИИ РЕГИОНА

Хинганская геолого-тектоническая область составляет южную часть Буреинского полихронного массива (AR–MZ) с преобладающими палеозойскими гранитами, где сохранился крупный блок катархейских, архейских и протерозойских метаморфических пород, мезозойских эффузивов и плиоцен-четвертичных платобазальтов. Кроме того, область находится на участке сочленения и пересечения крупных региональных разломов древнего заложения, что предопределило ее длительное тектоническое развитие¹ (Красный, 1991). Общая площадь области составляет 15 тыс. км² (около 150 на 100 км; рис. 1).

Древний фундамент включает в себя метаморфические породы амурской серии в составе дичунской, туловчихинской и урильской свит общей мощностью 4,5 км (Петрук и др., 2012). До последнего времени все они относились к верхнему архею (Красный, 1991, с. 14), с абсолютным возрастом 2,16 млрд лет (Красный, 1999, с. 45). Однако сейчас представляется необходимым отнести дичунскую свиту к наиболее раннему стратотипу пород — катархею (рис. 2).

Изучение древних пород Малого Хингана в середине XX в. проводилось до утверждения стратиграфического подразделения «катархей». Однако после фундаментальных исследований М. В. Муратова, А. И. Тугаринова, Л. И. Салопа и других исследователей катархей стал обоснованным подразделением наиболее раннего периода геологической истории Земли (Салоп, 1982).

К катархею относится формирование нижнего, гранулит-базитового слоя земной коры, перекрытого гранито-гнейсовым слоем. На поверхности Земли такие породы устанавливаются лишь в редких тектонических блоках — горстах, выведенных по разломам на поверхность.

На Малом Хингане к катархею относится дичунская свита древней амурской серии. Дичунская свита распространена в бассейне р. Дичун, в западной части региона, где примыкает с юга к Хингано-Олоной вулканогенной впадине и прослеживается, по данным геофизики, под этой впадиной.

¹ Геологическая карта Хабаровского края и Амурской области : 1986. Масштаб 1 : 2 500 000 / под ред. Л. И. Красного. Л. : ВСЕГЕИ, 1991.

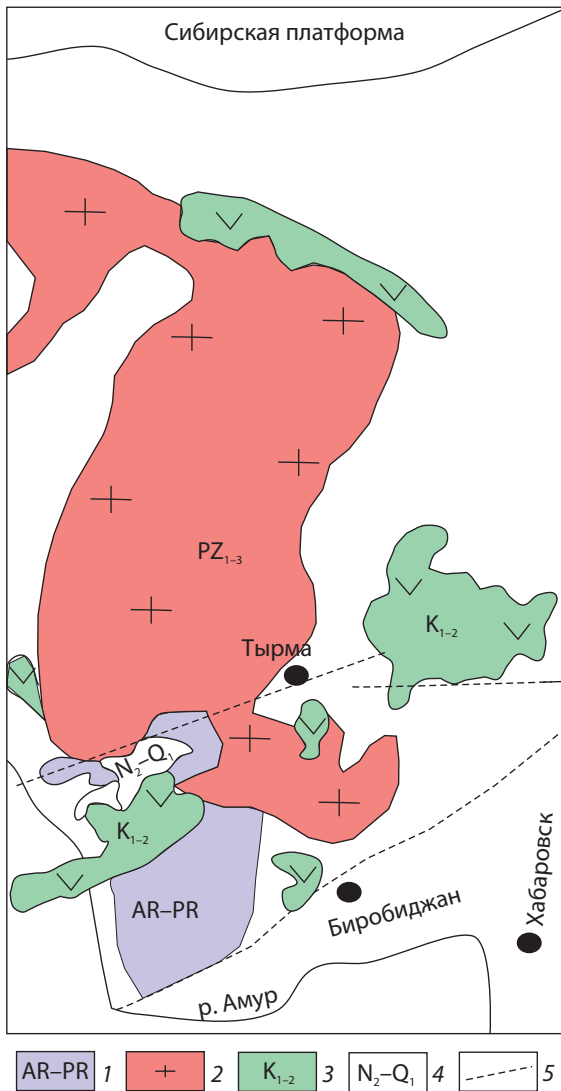


Рис. 1. Схема расположения Хинганского тектонического выступа в структуре Бузейского массива Дальнего Востока

1 — Хинганский выступ древних архей-протерозойских пород; 2 — преобладающе палеозойские гранитоиды Бузейского полихромного массива (AR–MZ); 3 — вулканогенные прогибы меловых эффузивных пород; 4 — базальты плиоцен-четвертичного возраста; 5 — некоторые разломы
 Источник: по Красному (1991)

Fig. 1. Location diagram of the Khingan tectonic protrusion in the Bureya massif structure, Far East

1 — Khingan protrusion of the Archaean–Proterozoic ancient rocks; 2 — predominantly Paleozoic granitoids of the Bureya polychromous massif (AR–MZ); 3 — volcanic troughs of the Cretaceous effusive rocks; 4 — Pliocene–Quaternary basalts; 5 — some faults

Source: from Krasny (1991)

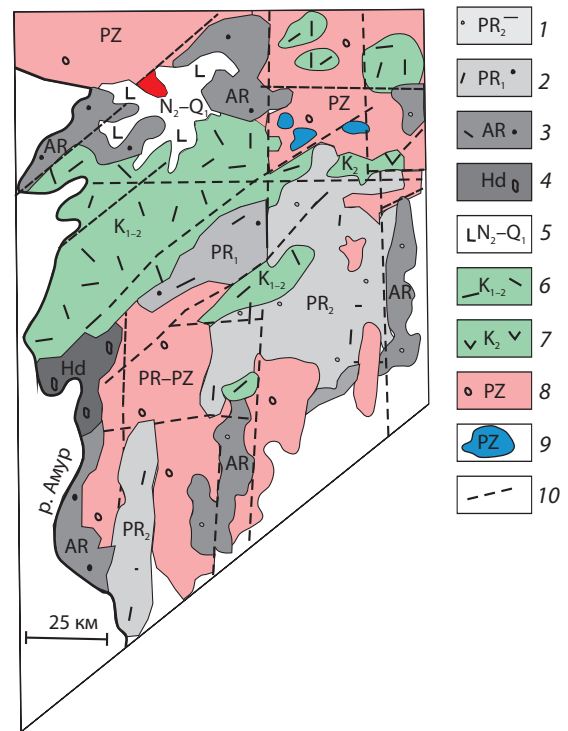


Рис. 2. Схема геологического строения Хинганского тектонического выступа

1 — кембрий-рифейские терригенно-карбонатные породы с отдельными дайками и мелкими штоками перидотитов (черные линии и точки); 2 — нижнепротерозойские метаморфиты с отдельными дайками и штоками перидотитов (черные линии и точки); 3 — архейские метаморфиты с отдельными мелкими штоками перидотитов (черные точки); 4 — катархейские метабазалты с отдельными линзами перидотитов (черные овалы); 5 — базальты неоген-четвертичные; 6 — меловые эффузивы кислого состава; 7 — меловые эффузивы среднего состава; 8 — палеозойские и протерозой-палеозойские граниты с отдельными мелкими штоками перидотитов (черные точки); 9 — палеозойские штоки перидотитов, габбро, диоритов; 10 — разломы

Источник: по Красному (1991)*, Атрашенко и др. (2016), Петрук и др. (2012)

Fig. 2. Geological structure diagram of the Khingan tectonic protrusion

1 — Cambrian–Riphean terrigenous-carbonate rocks, with separate dykes and small stocks of peridotite included (black lines and dots); 2 — Lower Proterozoic metamorphic rocks, with separate dykes and stocks of peridotite included (black lines and dots); 3 — Archean metamorphic rocks, with separate small stocks of peridotite included (black dots); 4 — Hadean metabasalts, with separate lenses of peridotite included (black ovals); 5 — Neogene–Quaternary basalts; 6 — Cretaceous felsic effusive rocks; 7 — Cretaceous basic effusive rocks; 8 — Paleozoic and Proterozoic–Paleozoic granites, with separate small stocks of peridotite included (black dots); 9 — Paleozoic stocks of peridotite, gabbro, and diorite; 10 — faults

Source: from Krasny (1991)**, Atrashenko et al. (2016), Petruk et al. (2012)

* Геологическая карта Хабаровского края и Амурской области : 1986. Масштаб 1:2 500 000 / под ред. Л. И. Красного. Л. : ВСЕГЕИ, 1991.

** Krasny L. I. (Ed.). 1991. Geological map of Khabarovsk Krai and Amur Region : 1986. Scale of 1:2,500,000. Leningrad: VSEGEI.

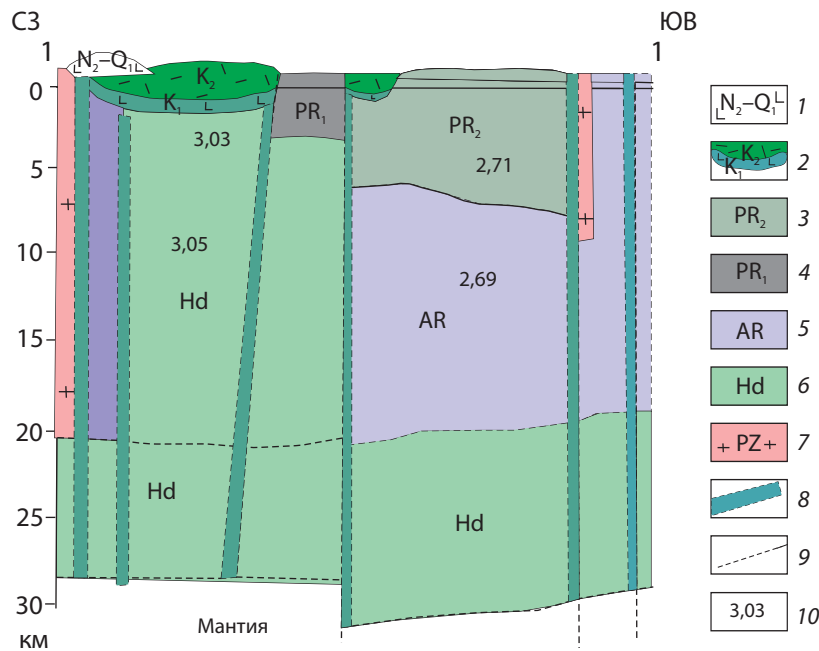


Рис. 3. Геолого-геофизический разрез территории по линии 1–1

1 — плиоцен-четвертичные базальты; 2 — вулканогенные впадины с базальтами внизу и риолитами вверху; 3 — протерозойская впадина; 4 — нижнепротерозойские метаморфиты; 5 — архейские образования; 6 — метальтрабазиты катархейского возраста; 7 — палеозойские граниты и гранодиориты; 8 — подводящие каналы базальтовой магмы; 9 — разломы; 10 — значения плотности горных пород

Источник: по Шевченко (1984)

Fig. 3. Geological and geophysical section 1–1

1 — Pliocene–Quaternary basalts; 2 — volcanogenic depressions, with basalts at the bottom and rhyolites at the top; 3 — Proterozoic depression; 4 — Lower Proterozoic metamorphic rocks; 5 — Archean formations; 6 — Hadean metaultrabasites; 7 — Paleozoic granites and granodiorites; 8 — basalt magma feeders; 9 — faults; 10 — rock density values

Source: from Shevchenko (1984)

Блок катархейских пород ограничен крупными разломами: Хинганским (северо-восточным) на севере, Помпеевским (северо-восточным) на юге, Амурским (меридиональным) с запада и слабо выраженным меридиональным разломом на востоке.

Дичунская свита представлена существенно метабазитовыми (интенсивно метаморфизованными) породами — амфиболовыми, актинолитовыми, гранат-амфиболовыми, слоистыми амфиболитами и перидотитами мощностью 155 м (Атрашенко и др., 2016, с. 10). Некоторые исследователи относят эти породы к группе «тектонического и офиолитового меланжа» (Красный и др., 1999, с. 75).

Породы метаморфизованы в условиях амфиболитовой и гранулитовой фаций и отличаются высокой плотностью — 3,01–3,03 г/см³ (Шевченко, 1984). Они идентичны амфибол-гиперстен-плаггиоклазовым сланцам курультинской (кабактинской) серии Алданского щита с плотностью 3,0 г/см³ и абсолютным возрастом 4,5 млрд лет (Смирнов, 1985), а также метаморфитам Приазовского региона Украинского щита с абсолютным возрастом 4,2 млрд лет (Бибикова и др., 2013). На глубину блок пород дичунской свиты прослежен до 15 км, в том числе под вулканогенной впадиной (Шевченко, 1984) (рис. 3).

Однако составители геологической карты¹ не учли данные (Шевченко, 1984) о высокой плотности пород в западной части Хинганского блока и не отразили

это доказательство на картах. Эти породы сходны по составу с породами кабактинской серии Алданского щита с абсолютным возрастом 4520 млн лет (Смирнов, 1985, с. 22).

Туловчихинская свита сложена полосчатыми биотитовыми сланцами с редкими пачками амфиболитов мощностью 2 км. Это глубоко метаморфизованные породы в условиях гранулитовой фации, часто преобразованные в гнейсы (в том числе очковые) и ультрамигматиты (Атрашенко и др., 2016).

Урильская свита развита на левобережье р. Архара и в пределах Урило-Тырминского широтного водораздела. Она представлена биотитовыми, кварцево-биотитовыми, двуслюдяными и другими сланцами, а также гнейсами мощностью 2 км. Породы нередко мигматизированы.

Архейские метаморфиты составляют три антиклинорные структуры меридионального простирания — в отдельных изолированных блоках-ксенолитах среди палеозойских гранитов южной части территории. Метаморфические породы инъецированы интрузиями архейского и раннепротерозойского возраста. Ранние интрузии представлены мелкими (0,1–0,5 км²) округлыми и линзовидными

¹ Геологическая карта Хабаровского края и Амурской области : 1986. Масштаб 1:2 500 000 / под ред. Л. И. Красного. Л. : ВСЕГЕИ, 1991.

Абсолютный возраст различных горных пород Хинганского тектонического выступа

Absolute age of various rocks of the Khingan tectonic protrusion

	Катархей, дичунская свита По аналогии с кабактинской серией Алдана (Смирнов, 1985)	Верхний архей, туловчихинская и урильская свиты (Смирнов, 1985)	Нижний PR ₁ , союзенская графитоносная свита (Красный, 1991)	Верхний PR ₂ , дитурская свита и другие (Смирнов, 1985)	Палеозой, граниты (Красный, 1991)	Мезозой, эффузивы и граниты (Копылов и др., 2004)	Плиоцен-четвертичный, базальты (Петрук и др., 2012)
Абсолютный возраст толщ пород, млн лет	4500	2160		900–790	450–300	106–77	5–1

телями перидотитов, габбро, диоритов, амфиболитов амурского комплекса; более поздние интрузивные тела — согласными, меридионально вытянутыми телами аляскитовых гранитов и мелкозернистых гнейсовидных гранитов помпеевского комплекса (Атрашенко и др., 2016; Петрук и др., 2012).

В состав терригенно-карбонатного комплекса пород хинганского комплекса входят (снизу вверх): дитурская свита (0,6–1,2 км), рифейская игинчинская свита (800–1000 м), мурандавская свита венда (1300–2500 м), нижнекембрийская лондоковская свита (800–1000 м) и кимканская толща (2000 м) (Атрашенко и др., 2016).

Осадочные породы хинганской серии кембрий-рифейского возраста слагают центральные части Кимканской впадины и Самарского трога. В низах серии залегают мраморы, кварциты, филлиты, углисто-графитовые и кварц-серицитовые сланцы дитурской свиты. В средней части серии преобладают филлиты, углисто-глинистые сланцы и песчаники игинчинской свиты, а также доломиты, известняки и магнезиты мурандавской свиты с прослоями глинистых сланцев. Верхняя часть серии представлена известняками, глинистыми сланцами и песчаниками лондоковской свиты и кимканской толщи. Породы прорваны редкими штоками габбро, диоритов и перидотитов размером до 1 км в поперечнике, некоторые из которых исследованы автором в качестве сырья для строительных и декоративных целей. Абсолютный возраст пород приведен в таблице.

В мезозое сформировалось несколько крупных и мелких вулканогенных впадин, перекрывающих породы древнего фундамента: Хингано-Олонойская, Сутарская, Каменушинская и др. (рис. 2).

Меловые вулканогенные впадины характеризуются трехъярусным строением: в низах разреза залегают осадочные породы (песчаники, алевролиты), выше — горизонт базальтов, еще выше расположена мощная толща кислых эффузивов.

Кайнозойские отложения (пески, глины) покрывают водоразделы многих рек и слагают мощную толщу (1,0–2,7 км) на юге территории в Самаро-Дитурском и Ушумунском грабенах. Плиоцен-четвертичные щелочные базальты слагают крупное поле (35×30 км) в северной части области, на вершине горного свода (рис. 2).

В регионе широко проявлена разрывная тектоника. По данным геологического картирования,

на докембрийских выступах преобладают разломы меридионального и широтного направлений, согласные или поперечные относительно меридиональных складчатых структур. На площади развития фанерозойских образований развиты преимущественно северо-восточные разломы.

ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ НЕОДНОРОДНОСТЬ ОБЛАСТИ И ПОДОБНЫЕ СТРУКТУРЫ В ДРУГИХ РЕГИОНАХ

Регион отличается резко выраженной геологической неоднородностью, обусловленной сочетанием на небольшой территории геологических структур разного возраста. В западной части Хинганской области сконцентрированы катархейские, архейские и нижнепротерозойские структуры, а в восточной — локализована крупная верхнепротерозойская впадина осадочно-метаморфических пород с сопутствующими габбро-диоритовыми телами. На эти древние структуры наложены две крупные вулканогенные впадины мелового возраста — Сутарская и Хингано-Олонойская. Завершающим магматическим этапом, порожденным верхней мантией, стало образование покрова базальтов плиоцен-четвертичного возраста, частично перекрывшего северную часть Хингано-Олонойской вулканогенной впадины (рис. 2).

Указанные геологические неоднородности четко выражены и в особенностях геофизических полей территории. В частности, плотность горных пород в приповерхностном слое четко коррелирует с составом древних пород фундамента (рис. 4).

Горные породы в западной части Хинганского магматического центра имеют наиболее высокие значения плотности, порядка 2,92–3,03 г/см³. В Восточном блоке плотность пород от 2,60 до 2,75 г/см³. Соответственно, выделяются два крупных блока земной коры, резко различных по геофизическим и петрохимическим свойствам — Западный (Сутаро-Архаринский) и Восточный (Биджано-Тырминский). Они характеризуются разным геохимическим типом: фемическим в Западном блоке и сиалическим в Восточном.

Указанные блоки разделяются субвертикальной границей, четко проявленной в плотностном и сейсмическом полях и отвечающей глубинному разлому, рассекающему земную кору до верхней мантии. Этот разлом прослеживается вдоль меридиана

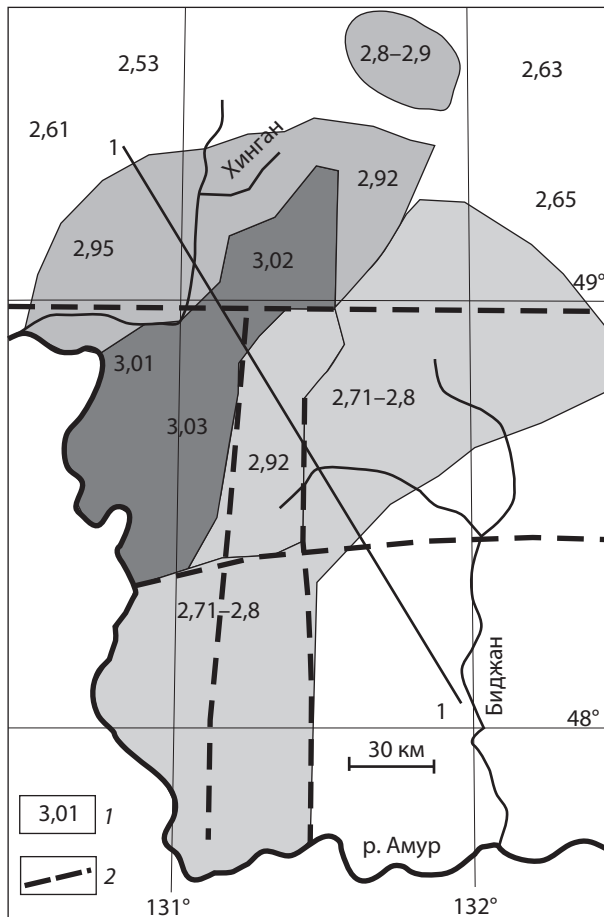


Рис. 4. Схема строения Хинганского тектонического выступа по расчетным значениям плотности пород

1 — значения плотности пород, г/см³; 2 — разломы. Линия разреза 1–1

Источник: по Шевченко (1984)

Fig. 4. Structural diagram of the Khingan tectonic protrusion as per calculated rock density values

1 — rock density values, in g/cm³; 2 — faults. Section line 1–1

Source: from Shevchenko (1984)

131°25' в. д. — по долине р. Кульдур и далее, на севере, вдоль меридионального отрезка хр. Малый Хинган.

По данным гравитационного исследования территории, выступ катархейских пород фиксируется положительной гравианомалией, столбообразное тело которых четко прослеживается до глубины 15 км от поверхности (рис. 3).

Согласно сейсмическим данным, мощность земной коры в Западном блоке (28 км) меньше, чем в Восточном — 31–32 км (Шевченко, 1984). Это объясняется подъемом пород Западного блока в период мезозойской тектоно-магматической активизации региона.

Выступы катархейских метаультрабазитов на поверхности Земли известны и в других регионах: в южной части Алданского щита (кабактинская или курультинская серия кристаллических сланцев основного состава и метагипербазитов) (Смирнов,

1985), в пределах Украинского архейского щита (Бибикова и др., 2013), а также в Олёкминском и Дамбукинском (Гилюйском) районах Становой области (Мельникова, 1995).

Дамбукинский рудно-россыпной район — крупнейший на Дальнем Востоке по количеству россыпей золота и величине добытого россыпного золота (~300 т). На его площади известно более 170 россыпных месторождений золота, выявлено три малых месторождения коренных руд (Золотая Гора, Успенское, Уган), 20 рудопроявлений золота и 248 точек минерализации с содержанием золота, нередко превышающим 5 г/т (Мельникова, 1995). Этот район наиболее перспективен для выявления серии крупнообъемных месторождений золота типа минерализованных зон и штокверков (Жирнов, 2019).

Дамбукинский район сложен амфиболитами, амфиболовыми, амфибол-пироксеновыми и биотитовыми гнейсами, с прослоями и линзами гранат-дистен-ставролитовых и графитовых кристаллических сланцев и послонными мелкими интрузиями метагипербазитов и метагабброидов. На разрезе глубинного строения территории видно, что перидотитовая мантия образует под Дамбукинским районом приподнятый купол до 20 км от поверхности, а земная кора представлена в основном нижним метабазитовым слоем. Верхний гранито-гнейсовый слой почти полностью эродирован (рис. 5).

Подобные геологические структуры с выступами верхней мантии ранее были установлены в рудных районах Урала и Украинского щита (Гинтов и др., 2018; Савичев и др., 2020).

Сходная геолого-тектоническая структура с выступом блока нижнего метабазальтового слоя земной коры известна в восточной части Восточно-Африканского рифта — в рифте Грегори (рис. 6).

Процессы «выталкивания» к поверхности Земли геологических тел древнего возраста с повышенной плотностью характерны для мезозой-кайнозойской тектонической активизации в пределах древних структур Дальнего Востока и других регионов, в процессе воздымания земной коры при активизации крупных разломов (Косыгин и др., 1979).

ПРОСТРАНСТВЕННОЕ РАЗМЕЩЕНИЕ ОРУДЕНЕНИЯ

Хинганская рудоносная область представляет собой один из наиболее освоенных и богатых полезными ископаемыми регионов Дальнего Востока. Здесь разрабатываются крупные месторождения олова, железа, графита, магнезиального сырья. Существуют геологические предпосылки для выявления в регионе новых месторождений ряда важнейших металлов: золота, урана, железа, редкоземельных металлов (Жирнов, 2016, 2025a, 2025b; Жирнов и др., 2021; Черепанов и др., 2019).

В пределах Хинганской площади сконцентрировано большое количество месторождений полезных ископаемых различного типа и возраста. В раннем протерозое образованы крупные протяженные

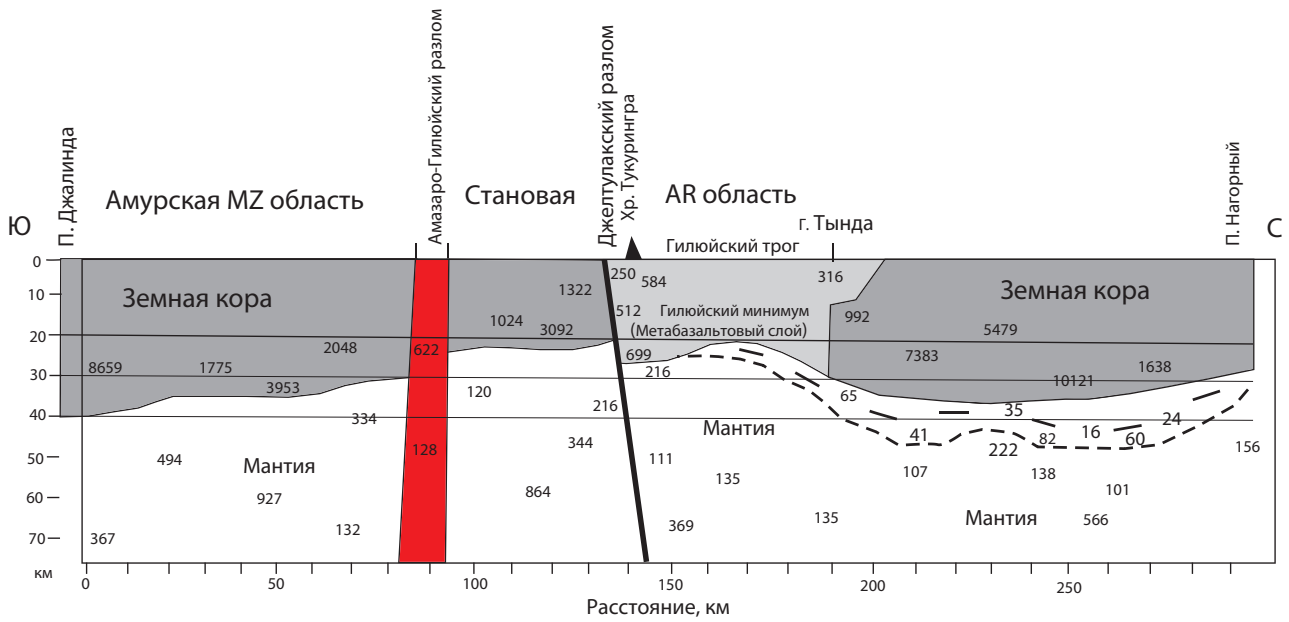


Рис. 5. Нижний метабазитовый слой земной коры в Дамбукинском (Гилуевском) районе — Становой области Сибирской платформы

Источник: по Жирнову (2019)

Fig. 5. Lower metabasite layer of the Earth's crust in the Dambuki (Gilyuy) area, Stanovaya region, Siberian platform

Source: from Zhirnov (2019)

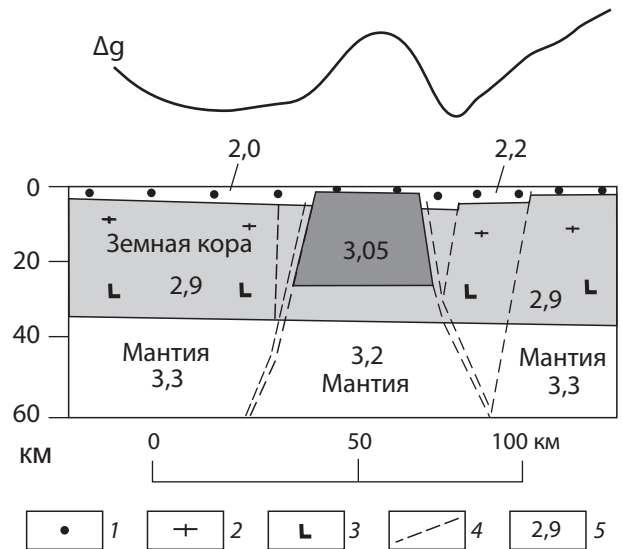


Рис. 6. Выступ-горст мантии и метабазальтовых пород нижнего слоя континентальной коры в рифте Грегори Восточной Африки

Источник: по Хаину (1971)

Fig. 6. Horst-like protrusion of mantle and metabasalt rocks in the lower continental crust layer in the Gregory Rift, East Africa

Source: from Khain (1971)

(до 15 км) месторождения графита — Союзненское и Сутарское. В позднем протерозое возникли крупные и уникальные месторождения комплексных золото-марганец-железных руд протяженностью 15–50 км. В палеозое сформированы месторождения олова и бериллия; в мезозое — месторождения олова, сурьмы, урана, золота. В кайнозое образовались россыпи золота, гидрогенные месторождения урана, Кульдурский минеральный источник (Жирнов, 2016).

Распределение месторождений по площади в существенной мере зависит от геохимического типа земной коры и истории геологического развития конкретных структур. В Западном (мафитовом) блоке земной коры концентрируются халькофильные и сидерофильные месторождения (олово,

золото, железо). В Восточном (сиалическом) блоке преобладает литофильное оруденение — уран, бериллий, частично — олово и золото. Другим важным фактором являются мезозойские вулканогенные впадины, включающие месторождения олова и урана (рис. 7).

Месторождения древнего возраста (графит и железо) контролируются крупными протяженными разломами глубокого заложения. Месторождения фанерозоя сформированы главным образом в узлах пересечения разнонаправленных разломов.

Мезозойские месторождения золота в углеродистых и карбонатных толщах прогнозируются в южной части Кимканской протерозойской впадины (Жирнов, 2025b).

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ТИПЫ ОРУДЕНЕНИЯ

К перспективным типам оруденения относятся месторождения олова, комплексные месторождения железа, а также месторождения урана, проявления редкоземельных металлов и золота.

Месторождения олова изначально определили рудоносность области. Именно с открытия богатого Хинганского кварц-касситеритового месторождения в 1945 г. началось промышленное освоение Хинганской рудоносной области. Месторождение более 50 лет было одним из лучших на Дальнем Востоке; его отработка завершилась в 1995 г. на глубине 600 м от поверхности. Вблизи него разведано два месторождения олова — Центральное и Берёзовское, а также несколько малых в северной части Хингано-Олонойской вулканогенной впадины. Все эти объекты, и некоторые другие, формируют перспективный потенциал области.

Замечательной особенностью металлогении указанной области являются комплексные месторождения железистых кварцитов, точнее — кварцево-железистых флюидизитов (Бердников и др., 2021). Они слагают несколько меридиональных зон длиной 40–50 км в пределах верхнепротерозойской впадины (рис. 7). Месторождения были разведаны 70 лет назад, некоторые — позже. Запасы главной рудной зоны (расположенной близ Транссибирской магистрали) составляют 760 млн т, ресурсы — 750 млн т, всего — 1,5 млрд т (Жирнов, 2016). В Южно-Хинганском месторождении ресурсы железных руд оцениваются в 1,5 млрд т. Всего в области — 3 млрд т. Научными исследованиями последних лет доказан комплексный характер руд месторождений железа (Жирнов, 2016, 2025а, 2025b; Жирнов и др., 2021; Черепанов и др., 2019; Ханчук и др., 2012). В частности, в Кимканском месторождении установлены золото, платина и редкоземельные минералы

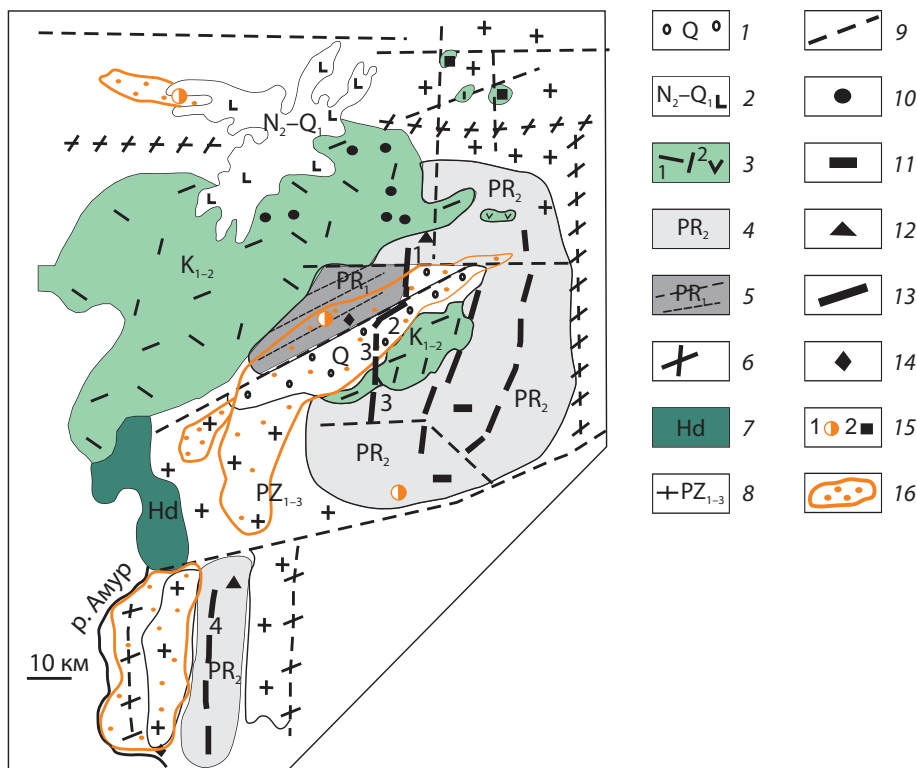


Рис. 7. Положение месторождений различного возраста в пределах Хинганского тектонического выступа

1 — четвертичные отложения долины р. Сутара; 2 — неоген-четвертичные платобазальты; 3 — мезозойские эффузивы: 1 — кислого состава, 2 — среднего состава; 4 — верхнепротерозойские терригенно-карбонатные породы; 5 — нижнепротерозойские метаморфиты; 6 — оси архейских складок; 7 — выступ метальтрабазитов катархейского возраста; 8 — граниты палеозойского возраста; 9 — разломы; 10 — месторождения олова; 11 — месторождения бериллия; 12 — месторождения магниезиального сырья; 13 — месторождения железа: 1 — Кимканское, 2 — Сутарское, 3 — Костеньгинское, 4 — Южно-Хинганское; 14 — месторождения графита; 15 — прогнозируемые месторождения: 1 — золота, 2 — урана; 16 — ареалы россыпей золота
 Источник: по Жирнову (2016, 2025а, 2025b), Жирнову и др. (2021), Черепанову и др. (2019), Ханчуку и др. (2012)

Fig. 7. Location of variously-aged deposits within the Khingan tectonic protrusion

1 — Quaternary sediments in the Sutara River valley; 2 — Neogene–Quaternary flood basalts; 3 — Mesozoic effusive rocks: 1 — felsic, 2 — basic; 4 — Upper Proterozoic terrigenous-carbonate rocks; 5 — Lower Proterozoic metamorphic rocks; 6 — Archean fold axes; 7 — Hadean metaultrabasite protrusion; 8 — Paleozoic granites; 9 — faults; 10 — tin deposits; 11 — beryllium deposits; 12 — magnesian raw material deposits; 13 — iron deposits: 1 — Kimkan, 2 — Sutara, 3 — Kostenga, 4 — South Khingan; 14 — graphite deposits; 15 — predicted deposits: 1 — gold, 2 — uranium; 16 — gold placer areas

Source: from Zhirnov (2016, 2025a, 2025b), Zhirnov et al. (2021), Cherepanov et al. (2019), Khanchuk et al. (2012)

(Ханчук и др., 2012), в Южно-Хинганском — золото и платина (Жирнов, 2016), а в Костеньгинском — медь, золото и серебро (Бердников и др., 2021).

Весьма перспективные месторождения урана, сходные с месторождениями крупного Стрельцовского района Забайкалья, локализованы в Каменушинской вулканогенной впадине на севере области (Жирнов и др., 2021).

Редкоземельные металлы известны в Гремуче-Тигровом рудном поле. Недавно они установлены здесь и в апатитовых рудах (Черепанов и др., 2019), а также в рудах Кимканского месторождения железа.

Месторождения золота прогнозируются на севере области, под покровом базальтов, в центральной части — в нижнепротерозойской толще метаморфических пород (рис. 7), а также в Верхне-Биджанском районе на юге верхнепротерозойской впадины (Жирнов, 2025b).

ОБСУЖДЕНИЕ

Понятие цикличности геологических процессов в континентальной земной коре появилось в 1887 г., когда французский геолог Марсель Детран выделил гуронские (докембрийские), каледонские, герцинские и киммерийские складчатые геологические структуры, последовательно проявившиеся в геологической истории Земли. В настоящее время хорошо известно, что различные части территорий сложены геологическими образованиями разного возраста, причем многие из них являются полициклическими (Грановский, 2018; Лобач-Жученко и др., 2022; Щеглов и др., 1985). Как правило, это крупные складчатые структуры осадочно-магматогенного сложения, такие как Кавказ или Урал. Древние архейские платформенные области, напротив, часто стабильны и лишь перекрыты сериями горизонтальных толщ разного возраста.

В связи с этим геологическое строение небольшой Хинганской области с многоциклическим формированием осадочно-магматогенных структур, от катархея до кайнозоя, представляет исключительный интерес. Изверженные породы формировались на небольшой площади региона из нескольких магмогенерирующих очагов.

Формирование Хинганского тектонического выступа происходило в течение длительного времени в результате семи циклов активизации глубинных магмогенерирующих очагов, которые создавали депрессионно-осадочные впадины и тела магматических пород. В результате на поверхности возникла оригинальная геологическая структура с многократно наложенными друг на друга геологическими образованиями различного возраста и состава — осадочные впадины и прорывающие их мелкие интрузивные тела перидотитов, габбро, диоритов и гранитов разного возраста. С нижнепротерозойскими метаморфическими породами связаны крупные месторождения графита, с позднепротерозойскими — месторождения железистых кварцитов, в палеозойских терригенных породах залегают месторождения бериллия и олова, в мезозойских

эффузивных породах локализованы месторождения олова и урана.

Сходная геолого-рудноносная структура известна в пределах Алданской рудоносной области, где выделяются три цикла геологических образований (в течение архея–протерозоя–мезозоя) и, соответственно, три цикла эндогенных руд — архейские крупные месторождения железа, апатита, мусковита и мезозойские крупные месторождения золота и урана (Молчанов, 2022). Шесть этапов тектонической эволюции, от рифея до палеогена, установлено в пределах южной части Восточного Донбасса (Грановский, 2018).

Таким образом, как подытожил В. Е. Хаин: «Цикличность — одно из замечательных свойств тектонического развития Земли» (1973, с. 492).

Со многими циклами тектономагматической активности связано образование в пределах Хинганской области крупных месторождений металлов, в том числе железа, золота, платины и урана, характерных для жидкого ядра Земли (Молчанов, 2022; Щеглов и др., 1985).

Ряд месторождений сейчас вовлечен в промышленную эксплуатацию (Кульдурское бруситовое месторождение, Кимканское месторождение железа, Союзненское месторождение графита). Однако многие перспективные рудопроявления и слабо разведанные месторождения золота, урана, железа и редкоземельных элементов по-прежнему требуют проведения поисково-оценочных и разведочных работ.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Хинганский тектонический выступ Буреинского гранитоидного массива на Дальнем Востоке характеризуется пространственным совмещением на небольшой площади (150×100 км) геологических образований различного возраста — от катархея до квартера. Его формирование включало семь крупных тектонических эпох, которые сопровождалось циклическим образованием депрессионно-осадочных структур и внедрением из низов земной коры и верхней мантии к поверхности магматических масс с формированием в земной коре интрузивных тел перидотит-габбро-гранодиорит-гранитоидного магматизма.

2. С раннепротерозойским, позднепротерозойским, меловым и кайнозойским периодами образования осадочных и магматических комплексов связано формирование месторождений полезных ископаемых различного металлического и неметаллического минерального сырья.

3. Некоторые месторождения уже отработаны, другие разрабатываются (Кимканское железорудное, Кульдурское бруситовое). Однако многие перспективные участки на золотое, железорудное, редкоземельное и урановое сырье требуют проведения поисковых и разведочных работ.

4. Уникальные особенности геологической структуры небольшого Хинганского региона ранее не выделялись, а специфика его металлогении определена лишь в последние годы.

Приведенные данные о специфическом геологическом строении и металлогении Хинганского тектонического выступа, формировавшегося в течение огромного промежутка времени, от катархея до кайнозоя, на небольшой территории, представляют несомненный теоретический и практический интерес.

Для успешного освоения минерально-сырьевой базы региона рекомендуется:

1. Провести технологические исследования железных руд из месторождений Кимканское, Сутарское и Костенгинское для определения содержаний золота, платины, редкоземельных металлов и технологии их извлечения.

2. Провести разведку месторождений урана в Каменишинской и Юринской вулканогенных впадинах Тырминского рудного района, а также проявлений редкоземельных металлов в Гремуче-Тигровом рудном поле.

3. Провести разведку Талачинского и Желтогорского проявлений золота в Верхне-Биджанском рудном узле.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

Атрашенко А. Ф., Жевержеева М. К., Беломестнова Т. Д. Государственная геологическая карта Российской Федерации масштаба 1:200 000. 2-е изд. Серия Буреинская, листы М-52-XXXV, М-52-XXXVI. Объяснительная записка. М.: ВСЕГЕИ, Моск. фил., 2016. 131 с.

Бердников Н. В., Невструев В. Г., Кепежинская П. К., Крутикова В. О., Коновалова Н. С., Астапов И. А. Силикатные, железо-оксидные и золото-медь-серебряные микросферулы в рудах и пирокластике Костенгинского железорудного месторождения (Дальний Восток России) // Тихоокеанская геология. 2021. Т. 40, № 3. С. 67–84. <https://doi.org/10.30911/0207-4028-2021-40-3-67-84>

Бибикова Е. В., Федотова А. А., Клаэссон С., Аносова М. О., Шумлянский Л. В. Время зарождения континентальной коры в ранней истории Земли: изотопное и геохимическое (U-Th-Pb, Lu-Hf, REE) изучение терригенных цирконов архейских метаосадочных пород Сарматии // Проблемы зарождения и эволюции биосферы / под ред. Э. М. Галимова. Т. 2. М.: URSS, 2013. С. 147–166.

Геологическая карта Приамурья и сопредельных территорий. Масштаб 1:2 500 000. Объяснительная записка / под ред. Л. И. Красного, А. С. Вольского, П. Юньбяо и др. СПб. [и др.]: ВСЕГЕИ, 1999. 135 с.

Геологическая карта Хабаровского края и Амурской области: 1986. Масштаб 1:2 500 000. Объяснительная записка / под ред. Л. И. Красного. Л.: ВСЕГЕИ, 1991. 49 с.

Гинтов О. Б., Ентин В. А., Мычак С. В., Павлюк В. Н., Гуськов С. И. Уникальные базит-метабазитовые структуры Побужского горно-рудного района, их геологическое значение и перспективы рудоносности (по геофизическим и геологическим данным) // Геофизический журнал. 2018. Т. 40, № 3. С. 3–26.

Грановский А. Г. Магматизм и этапы тектонической эволюции Донецкого складчатого сооружения Восточного Донбасса // Геотектоника. 2018. № 4. С. 96–110. <https://doi.org/10.1134/S0016853X18040033>

Жирнов А. М. Благороднометалльные железомарганцевые месторождения Кимканского бассейна Дальнего Востока // Литология и полезные ископаемые. 2016. № 5. С. 431–447. <https://doi.org/10.7868/S0024497X16050050>

Жирнов А. М. Крупные железооксидно-благороднометалльные месторождения с РЗЭ и U Дальнего Востока как новый тип ЮСГ месторождений // Геология

и минерально-сырьевые ресурсы Сибири. 2025а. № 1. С. 111–118.

Жирнов А. М. Крупные золотоносные штокверки в архейской зеленокаменной толще Приамурья — новый тип месторождений России // Отечественная геология. 2019. № 4. С. 37–46. <https://doi.org/10.24411/0869-7175-2019-10030>

Жирнов А. М. О золотом оруденении черносланцевого и карлинского типов в Верхне-Биджанском золотоносном узле Хинганской рудоносной области (Дальний Восток) // Вестник Дальневосточного отделения Российской академии наук. 2025b. № 2. С. 45–56.

Жирнов А. М., Гурьянов В. А. Новый урановый потенциально крупный район России // Литосфера. 2021. Т. 21, № 1. С. 103–115. <https://doi.org/10.24930/1681-9004-2021-21-1-103-115>

Иванов А. И., Трушин С. И. Полигенное и полихронное золотое оруденение Среднего Урала: этапность проявления золотоносных гидротермально-метасоматических процессов // Руды и металлы. 2024. № 4. С. 38–65. <https://doi.org/10.47765/0869-5997-2024-10017>

Копылов М. И., Плотицкий Ю. Е., Родионов С. М., Романовский Н. П. Хингано-Олонойский оловорудный район: геолого-геофизические характеристики, рудоносность, проблемы развития сырьевой базы. Владивосток [и др.]: ДВО РАН, 2004. 251 с.

Косыгин Ю. А., Малышев Ю. Ф., Романовский Н. П., Уфимцев Г. Ф. Эффект выталкивания геологических тел по данным гравиметрии и плотностных характеристик горных пород (на примере Дальнего Востока) // Доклады Академии наук СССР. 1979. Т. 249, № 5. С. 1176–1180.

Лобач-Жученко С. Б., Балтыбаев Ш. К., Егорова Ю. С., Сергеев С. А., Каулина Т. В., Салтыкова Т. Е. Этапы базит-ультрабазитового магматизма Сарматии от палеоархея до палеопротерозоя // Геология и геофизика. 2022. Т. 63, № 3. С. 267–290. <https://doi.org/10.15372/GiG2021128>

Мельникова О. И. Коренная золотоносность Дамбукинского района // Геология и минеральные ресурсы Амурской области. Благовещенск: АмурНИИ, 1995. С. 134–139.

Митрофанов Н. П. Металлогеническое районирование: состояние и перспективы (на примере оловоносности востока России) // Отечественная геология. 2006. № 3. С. 12–20.

Молчанов А. В. Историко-геологическая модель уранового рудогенеза Алданского и Анабарского щитов Сибирской платформы // Региональная геология и металлогения. 2022. № 90. С. 78–90. https://doi.org/10.52349/0869-7892_2022_90_78-90

Петрук Н. Н., Волкова Ю. Р., Шилова М. Н., Мялик А. В., Шадрин Н. И., Азарова И. А. Государственная геологическая карта Российской Федерации. Масштаб 1:1 000 000 (третье поколение). Серия Дальневосточная. Лист М-52 — Благовещенск. Объяснительная записка. СПб.: Картогр. ф-ка ВСЕГЕИ, 2012. 494 с.

Савичев А. Н., Огородников В. Н. Уфимский мантийный горст — основные тектонические, геологические и минерагенические следствия // Известия Уральского государственного горного университета. 2020. № 4. С. 73–85. <https://doi.org/10.21440/2307-2091-2020-4-73-85>

Салоп Л. И. Геологическое развитие Земли в докембрии. Л.: Недра, Ленингр. отд-ние, 1982. 343 с.

Смирнов А. М. Очерки металлогении тихоокеанского докембрия. М.: Наука, 1985. 89 с.

Фаворская М. А., Волчанская И. К., Сапожникова Е. Н., Виноградов Н. В., Курчавов А. М., Баскина В. А., Шилин Н. Л. Тектоника, магматизм и оруденение сквозных систем нарушений. М.: Наука, 1985. 168 с.

Хаин В. Е. Общая геотектоника. 2-е изд. М.: Недра, 1973. 511 с.

Хаин В. Е. Региональная геотектоника: Т. 1. Северная и Южная Америка, Антарктида и Африка. М.: Недра, 1971. 547 с.

Ханчук А. И., Рассказов И. Ю., Александрова Т. Н., Комарова В. С. Природные и технологические типоморфные

ассоциации микроэлементов в углеродистых породах Кимканского рудопроявления благородных металлов (Дальний Восток) // *Тихоокеанская геология*. 2012. Т. 31, № 5. С. 3–12.

Черепанов А. А., Бердников Н. В., Штарева А. В. Редкоземельные элементы и благородные металлы в фосфоритах проявления Гремучий (Малый Хинган, Дальний Восток России) // *Тихоокеанская геология*. 2019. Т. 38, № 6. С. 99–107. <https://doi.org/10.30911/0207-4028-2019-38-6-99-107>

Шевченко Б. Ф. Глубинная структура докембрийского блока в Буреинском массиве // *Тектоническая природа геофизических полей Дальнего Востока / под ред. Ю. А. Косыгина*. М. : Наука, 1984. С. 121–132.

Щеглов А. Д., Говоров И. Н. Нелинейная металлогения и глубины Земли. М. : Наука, 1985. 325 с.

REFERENCES

Atrashenko A. F., Zheverzheeva M. K., Belomestnova T. D. (2016). *State Geological Map of the Russian Federation, scale of 1:200,000. 2nd ed. Bureya Series, sheets M-52-(XXXV), M-52-XXXVI. Explanatory note*. Moscow: VSEGEI, Moscow branch, 131 p. (In Russ.).

Berdnikov N. V., Nevstruev V. G., Kepezhinskas P. K., Krutikova V. O., Konovalova N. S., Astapov I. A. (2021). Silicate, iron oxide and copper-gold-silver microspherules in ores and pyroclastics of the Kostenginskoye Iron Ore Deposit (Russian Far East). *Russian Journal of Pacific Geology*, 40(3), 67–84. (In Russ.). <https://doi.org/10.30911/0207-4028-2021-40-3-67-84>

Bibikova E. V., Fedotova A. A., Klaesson S., Anosova M. O., Shumlyanskiy L. V. (2013). Time of the continental crust origin in the Earth's early history: Isotopic and geochemical (U–Th–Pb, Lu–Hf, REE) study of terrigenous zircons in the Archean metasedimentary rocks of Sarmatia. In E. M. Galimov (Ed.), *Problems of origin and evolution of the biosphere* (pp. 147–166). Vol. 2. Moscow: URSS. (In Russ.).

Krasny L. I., Volskiy A. S., Yunbao P. et al. (Eds.). (1999). *Geological map of the Amur River region and adjacent areas. Scale of 1:2,500,000. Explanatory note*. St. Petersburg [et al.]: VSEGEI, 135 p. (In Russ.).

Krasny L. I. (Ed.). (1991). *Geological map of Khabarovsk Krai and Amur Region: 1986. Scale of 1:2,500,000. Explanatory note*. Leningrad: VSEGEI, 49 p. (In Russ.).

Gintov O. B., Entin V. A., Mychak S. V., Pavlyuk V. N., Guskov S. I. (2018). Unique basite-metabasite structures of the Pobuzhsky ore mining region, their geological significance and ore-bearing prospects (by geophysical and geological data). *Geophysical Journal*, 40(3), 3–26. (In Russ.).

Granovsky A. G. (2018). Magmatism and stages of the tectonic evolution in the Donets Folded Structure, Eastern Donets Basin. *Geotectonics*, 52(4), 485–498. <https://doi.org/10.1134/S0016852118040039>

Zhirnov A. M. (2016). Noble metal-bearing ferromanganese deposits in the Kimkan basin, Russian Far East. *Lithology and Mineral Resources*, 51(5), 375–389. <https://doi.org/10.1134/S0024490216050059>

Zhirnov A. M. (2025a). Large iron oxide precious metal deposits with REE and U of the Far East as a new type of IOCG deposits. *Geology and Mineral Resources of Siberia*, (1), 111–118. (In Russ.).

Zhirnov A. M. (2019). Large gold bearings shtokwerks in archaic green-rocks of Priamurya — new type of Russia deposits. *Otechestvennaya Geologiya*, (4), 37–46. (In Russ.). <https://doi.org/10.24411/0869-7175-2019-10030>

Zhirnov A. M. (2025b). About gold mineralization of black-shale and Karlin types in the Upper Bijan gold bearing node of the Khingan ore bearing region (Far East). *Vestnik of the Far East Branch of the Russian Academy of Sciences*, (2), 45–56. (In Russ.).

Zhirnov A. M., Guryanov V. A. (2021). A new potentially large uranium district of Russia (Far East). *Lithosphere*, 21(1),

103–115. (In Russ.). <https://doi.org/10.24930/1681-9004-2021-21-1-103-115>

Ivanov A. I., Trushin S. I. (2024). Polygenous and polychronous gold mineralization of the Middle Urals: Staging of appearance of the gold-bearing hydrothermal-metasomatic processes. *Ores and Metals*, (4), 38–65. (In Russ.). <https://doi.org/10.47765/0869-5997-2024-10017>

Kopylov M. I., Plotnitskiy Yu. E., Rodionov S. M., Romanovskiy N. P. (2004). *The Hingan-Olonoy nin-ore region: Geological-geophysical characteristics, ore content, problems of developing the mineral base*. Vladivostok [et al.]: FEB RAS, 251 p. (In Russ.).

Kosygin Yu. A., Malyshev Yu. F., Romanovskiy N. P., Ufimtsev G. F. (1979). Effect of geological body ejection according to gravimetry and density characteristics of rocks (based on the Far East). *Reports of the USSR Academy of Sciences*, 249(5), 1176–1180. (In Russ.).

Lobach-Zhuchenko S. B., Baltybaev S. K., Egorova Y. S., Sergeev S. A., Kaulina T. V., Saltykova T. E. (2022). Stages of Paleoproterozoic to Paleoproterozoic basic-ultrabasic magmatism in the Sarmatian craton. *Russian Geology and Geophysics*, 63(3), 225–244. <https://doi.org/10.2113/RGG20204282>

Melnikova O. I. (1995). Primary gold potential of the Dambuki region. In *Geology and mineral resources of the Amur region* (pp. 134–139). Blagoveshchensk: AmurCRI. (In Russ.).

Mitrofanov N. P. (2006). Metallogenic zoning: State and prospects (based on the tin potential of the East Russia). *Otechestvennaya Geologiya*, (3), 12–20. (In Russ.).

Molchanov A. V. (2022). Historical and geological model of uranium ore genesis in the Aldan and Anabar shields, the Siberian platform. *Regional Geology and Metallogeny*, (90), 78–90. (In Russ.). https://doi.org/10.52349/0869-7892_2022_90_78-90

Petruk N. N., Volkova Yu. R., Shilova M. N., Myalik A. V., Shadrina N. I., Azarova I. A. (2012). *State Geological Map of the Russian Federation. Scale of 1:1,000,000 (third generation). Far East Series. Sheet M-52 — Blagoveshchensk. Explanatory note*. St. Petersburg: VSEGEI Cartographic Factory, 494 p. (In Russ.).

Savichev A. N., Ogorodnikov V. N. (2020). Ufamantle ridge fault — main tectonic, geological and minerogenic consequences. *News of the Ural State Mining University*, (4), 73–85. (In Russ.). <https://doi.org/10.21440/2307-2091-2020-4-73-85>

Salop L. I. (1982). *Geological development of the Precambrian Earth*. Leningrad: Nedra, Leningrad branch, 343 p. (In Russ.).

Smirnov A. M. (1985). *Essays on the Precambrian Pacific metallogeny*. Moscow: Nauka, 89 p. (In Russ.).

Favorskaya M. A., Volchanskaya I. K., Sapozhnikova E. N., Vinogradov N. V., Kurchavov A. M., Baskina V. A., Shilin N. L. (1985). *Tectonics, magmatism, and mineralization of through fault systems*. Moscow: Nauka, 168 p. (In Russ.).

Khain V. E. (1973). *General geotectonics*. 2nd ed. Moscow: Nedra, 511 p. (In Russ.).

Khain V. E. (1971). *Regional geotectonics: Vol. 1. North and South America, Antarctica, and Africa*. Moscow: Nedra, 547 p. (In Russ.).

Khanchuk A. I., Rasskazov I. Y., Aleksandrova T. N., Komarova V. S. (2012). Natural and technological typomorphic associations of trace elements in carbonaceous rocks of the Kimkan noble metal occurrence, Far East. *Russian Journal of Pacific Geology*, 6(5), 339–348. <https://doi.org/10.1134/S181971401205003X>

Cherepanov A. A., Berdnikov N. V., Shtareva A. V. (2019). Rare-earth elements and noble metals in phosphorites of the Gremuchy Occurrence, Lesser Khingan, Far East of Russia. *Russian Journal of Pacific Geology*, 13(6), 585–593. <https://doi.org/10.1134/S1819714019060022>

Shevchenko B. F. (1984). The deep structure of the Precambrian block in the Bureya massif. In Yu. A. Kosygin (Ed.), *The tectonic nature of the Far East geophysical fields* (pp. 121–132). Moscow: Nauka. (In Russ.).

Shcheglov A. D., Govorov I. N. (1985). *Non linear metallogeny and depths of the Earth*. Moscow: Nauka, 325 p. (In Russ.).

Анатолий Михайлович Жирнов

Доктор геолого-минералогических наук,
ведущий научный сотрудник

Институт комплексного анализа региональных проблем
Дальневосточного отделения Российской академии наук,
Биробиджан, Россия

<https://orcid.org/0000-0003-4538-9382>
Scopus Author ID 7003964086
РИНЦ SPIN-код 4434-1566
zhantmich@yandex.ru

Anatoly M. Zhirnov

DSc (Geology and Mineralogy),
Senior Researcher

Institute for Complex Analysis of Regional Problems,
Far Eastern Branch, Russian Academy of Sciences,
Birobidzhan, Russia

<https://orcid.org/0000-0003-4538-9382>
Scopus Author ID 7003964086
RSCI SPIN-code 4434-1566
zhantmich@yandex.ru

Конфликт интересов: автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest: the author declares no conflicts of interest.

Статья поступила в редакцию 16.10.2025
Одобрена после рецензирования 24.12.2025
Принята к публикации 24.03.2026

Submitted 16.10.2025
Approved after 24.12.2025
Accepted for publication 24.03.2026