

УДК 551.2+553.04+553.078

## ОКИНСКИЙ РУДНЫЙ РАЙОН ВОСТОЧНОГО САЯНА: ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ, ТИПЫ РУДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ, ГЕОДИНАМИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ИХ ОБРАЗОВАНИЯ И ПЕРСПЕКТИВЫ ОСВОЕНИЯ

И.В. Гордиенко<sup>1</sup>, П.А. Рошчектаев<sup>2</sup>, Д.В. Гороховский<sup>3</sup>

<sup>1-3</sup>Геологический институт СО РАН, 670047, Россия, Республика Бурятия, г. Улан-Удэ, ул. Сахьяновой, 6а.

<sup>1,2</sup>Бурятский государственный университет, 670000, Россия, Республика Бурятия, г. Улан-Удэ, ул. Смолина, 24а.

В результате комплексных структурно-геологических и металлогенических исследований с учетом ранее проведенных работ установлено, что Окинский рудный район сформировался в позднем протерозое – раннем палеозое в условиях тектоно-магматической переработки раннедокембрийских кратонных террейнов океаническими, островодужными и коллизионными комплексами при открытии и последующем закрытии окраинных структур Палеоазиатского океана. В позднем палеозое здесь проявились активные внутриплитные вулканоплутонические процессы, приведшие к перераспределению рудного вещества и формированию новых месторождений полезных ископаемых. По степени продуктивности, прежде всего на золото, на первом месте на современной стадии изученности находится Гарганская зона, обладающая 95% разведанных запасов золота и 70% ресурсов категорий P<sub>1</sub> и P<sub>2</sub>, на втором – Ильчирская структурно-металлогеническая зона, обладающая 15% ресурсов, на третьем – Окинская, имеющая 10% ресурсов, и Хойтоокинская – 5% запасов и 5% ресурсов золота категорий P<sub>1</sub> и P<sub>2</sub>.

*Ключевые слова:* геодинамика; магматизм; метаморфизм; структурно-металлогеническое районирование; рудные поля; рудные узлы; типы месторождений; перспективы освоения.

## EASTERN SAYAN OKA ORE DISTRICT: GEOLOGICAL STRUCTURE, TYPES OF ORE DEPOSITS, GEODYNAMIC CONDITIONS OF THEIR FORMATION AND DEVELOPMENT PROSPECTS

I.V. Gordienko, P.A. Roshchektaev, D.V. Gorokhovskiy

Geological Institute SB RAS, 6a Sakhyanova St., Ulan-Ude, 670047, Russia.

Buryat State University, 24a Smolina St., Ulan-Ude, 670047, Russia.

Complex structural-geological and metallogenic researches considering the works carried out earlier allowed to deduce that the Oka ore district was formed in the Late Proterozoic-Early Paleozoic under conditions of tectonic and magmatic processing of Early Precambrian cratonal terranes by oceanic, island arc and collisional complexes during the opening and subsequent closing of the marginal structures of the Paleasian ocean. Intraplate volcanic-plutonic processes that were active in the Late Paleozoic led to the redistribution of ore material and formation of new mineral deposits. Modern stage of exploration maturity allows to refer the Gargan area to the first place according to, primarily, gold productivity degree, since it has 95% of the proven reserves of gold and 70% of P<sub>1</sub> and P<sub>2</sub> category reserves. The second place belongs to the Ilchirskaya structural and metallogenic zone, which has 15% of resources. The third come the Oka zone with 10% of resources and Khoitookinskaya zone with 5% resources and 5% of P<sub>1</sub> and P<sub>2</sub> category gold reserves.

*Keywords:* geodynamics; magmatism; metamorphism; structural and metallogenic zoning; ore fields; ore clusters; deposit types; development prospects.

---

<sup>1</sup>Гордиенко Иван Власович, доктор геолого-минералогических наук, член-корреспондент РАН, советник РАН, главный научный сотрудник, профессор Бурятского государственного университета, тел.: (3012) 433891, e-mail: gord@pres.bsnet.ru

Gordienko Ivan, Doctor of Geological and Mineralogical sciences, Corresponding Member of RAS, Councilor of RAS, Chief Researcher, Professor of Buryat State University, tel.: (3012) 433891, e-mail: gord@pres.bsnet.ru

<sup>2</sup>Рошчектаев Петр Алексеевич, главный геолог ООО «Рифей», доцент Бурятского государственного университета, тел.: 89243555183, e-mail: roschektaev@rambler.ru

Roshchektaev Petr, Chief Geologist of the “Rifey” LLC, Associate Professor of Buryat State University, tel.: 89243555183, e-mail: roschektaev@rambler.ru

<sup>3</sup>Гороховский Дмитрий Викторович, инженер лаборатории геодинамики, тел.: (3012) 434035, e-mail: dmitrygor76@mail.ru

Gorokhovskiy Dmitry, Engineer of the Laboratory of Geodynamics, tel.: (3012) 434035, e-mail: dmitrygor76@mail.ru

Юго-восточная часть Восточно-Саянского геолого-экономического района в административном плане входит в состав Окинського аймака Республики Бурятия, а в геологическом и металлогеническом отношении относится к Окинскому рудному району, охватывающему западную часть Саяно-Забайкальской горной области складчатого обрамления юга Сибирской платформы. Данная территория всегда привлекала исследователей не только знаменитыми кайнозойскими вулканами (Кропоткина, Перетолчина и др.) и горячими источниками, но и известными еще с царских времен месторождениями графита, нефрита, асбеста, золота. За последние 60 лет на этой территории открыто и разведано несколько новых крупных месторождений золота, бериллия, кварцевого сырья, редких металлов и редкоземельных элементов. В работах по изучению Окинського рудного района участвовали большие коллективы геологов и геофизиков производственных, научных и коммерческих организаций, внесших огромный вклад в познание геологического строения и открытие многочисленных месторождений полезных ископаемых. В результате этих работ были разведаны крупные (Пионерское, Зун-Холбинское, Барун-Холбинское, Зун-Оспинское), а также перспективные средние и мелкие месторождения золота и других полезных ископаемых. Поэтому в настоящее время этот район рассматривается как потенциально крупный промышленный узел минерально-сырьевого профиля, который в будущем может стать основой для формирования Окинського территориально-промышленного комплекса Восточной Сибири [7, 16].

Данное исследование направлено на структурно-формационное и металлогеническое районирование, характеристику рудных зон, узлов, типов рудных месторождений, геодинамических условий их формирования, прогнозы и перспективы промышленного освоения

Окинського рудного района юго-восточной части Восточного Саяна.

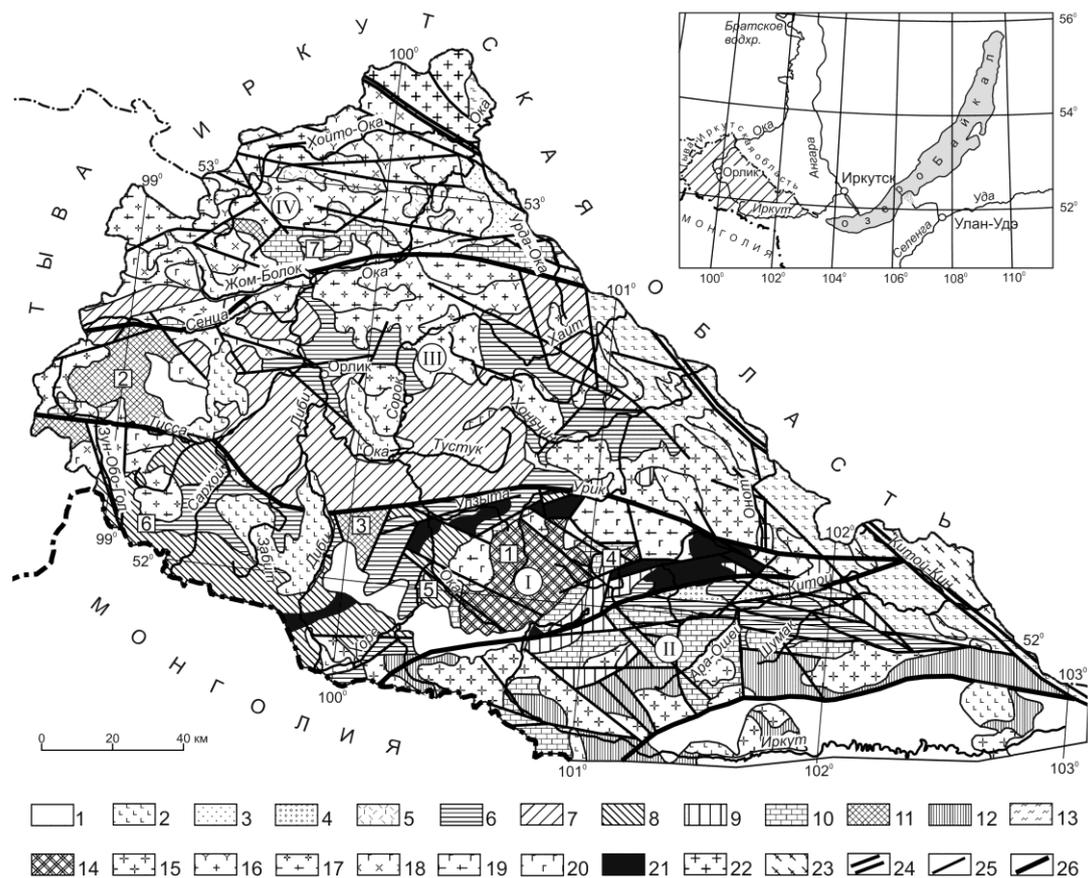
**Геологическое строение и структурно-формационное районирование.** Общий план геологического строения исследованного района определяется его положением среди разновозрастных структур восточной части Алтае-Саянской складчатой области и докембрийских структур юго-западного выступа Сибирской платформы (кратона) (рис. 1). В формировании складчатых и блоковых структур, слагающих юго-восточную часть Восточного Саяна, наблюдается определенная преемственность от развития юго-западной окраины Сибирской платформы, что особенно характерно для ранних стадий его развития. Здесь выделяются архей-раннепротерозойские ультраметаморфические образования Гарганской глыбы – отторженца фундамента Сибирской платформы, а также мезо-неопротерозойские осадочно-метаморфические и гранито-гнейсовые комплексы, слагающие самостоятельные блоки в тектонической структуре района (Хара-Тологойский, Шутхулайский, Китокийский, Хонголодойский и др.).

В мезо-неопротерозое в связи с распадом суперконтинента Родиния по окраине Сибирского кратона и возникшего Палеоазиатского океана образовались спрединговые окраинные моря и островодужные системы с аккреционными призмами, надсубдукционными офиолитовыми, вулканическими и плутоническими комплексами. В раннем, среднем и верхнем палеозое все образованные ранее структуры были переработаны вначале коллизионными, а затем внутриплитными (рифтогенными) тектоно-магматическими процессами, в результате которых сформировалась основная масса полезных ископаемых исследованного района.

В Окинском рудном районе многочисленные золоторудные месторождения и рудопроявления локализуются в архейских гнейсах, амфиболитах и кристаллических сланцах Гарганской глы-

бы (Пионерское, Барун-Холбинское и др.) или вулканогенно-осадочных образованиях неопротерозой-вендского комплекса (ильчирская свита) (Водораздельное, Зун-Холбинское и др.). Реже золоторудные месторождения и рудопроявления располагаются в неопротерозойских и венд-раннепалеозойских

гранитоидах и карбонатных породах (Гранитное, Динамитное, Южное и др.). Выходы офиолитов сосредоточены по границам Гарганской глыбы, обрамляя ее практически со всех сторон. Северная и южная офиолитовые ветви сходятся в верховьях р. Онот, образуя



**Рис. 1. Схема геологического строения и структурно-формационного районирования Окинско-рудного района юго-восточной части Восточного Саяна (на основе геологической карты Бурятской АССР масштаба 1:500000 под ред. П.Ч. Шобогорова (Л.: ВСЕГЕИ, 1980 г):**

1 – четвертичные отложения; 2 – неоген-четвертичные базальты; 3 – мезозойские осадочные образования наринольской свиты ( $J_1$ ); 4 – конгломерато-песчаниковая сагансайрской свиты ( $D-C_1$ ); 5 – вулканогенные образования илейской толщи ( $D_1$ ); 6 – боксонская серия нерасчлененная ( $V-C$ ); 7 – окинская серия нерасчлененная ( $PR_3-V-PZ_1$ ); 8 – осадочно-вулканогенная сархойская толща ( $PR_3-V-PZ_1$ ); 9 – вулканогенно-карбонатно-сланцевая ильчирская свита ( $V$ ); 10 – терригенно-карбонатная иркутская свита ( $PR_3-V$ ); 11 – метаморфиты шутхулайской свиты ( $PR$ ); 12 – осадочно-метаморфические образования хангарульской серии ( $PR$ ); 13 – метаморфиты китойкинской серии ( $PR$ ); 14 – метаморфические и ультраметаморфические образования гарганского комплекса ( $AR$ ); 15 – верхнепалеозойские гранитоиды мункусардыкского комплекса ( $PZ_3$ ); 16 – гранитоиды огнитского комплекса ( $D_{1,2}$ ); 17–18 – таннуольский комплекс ( $C_3-O$ ); 17 – тоналиты, плагиограниты, 18 – габбро, диориты, кварцевые диориты; 19 – габбро-плагиогранитная серия сумсунурского комплекса ( $PR_3-V$ ); 20 – габброиды боксонского комплекса ( $V$ ); 21 – гипербазиты ильчирского комплекса ( $PR_3-V$ ); 22 – гранитоиды саянского комплекса ( $PR_3$ ); 23 – метагранитоиды китойского комплекса ( $PR$ ); 24 – зона Главного Саянского разлома; 25 – разрывные нарушения; 26 – границы структурно-формационных зон.

Структурно-формационные зоны: I – Гарганская; II – Ильчирская; III – Окинская; IV – Хойтоокинская.

Глыбы: 1 – Гарганская; 2 – Шутхулайская; 3 – Хара-Тологойская.

Вулкано-тектонические структуры (палеовулканы): 4 – Барун-Холбинский; 5 – Верхнеокинский; 6 – Тисса-Сархойский; 7 – Хужирский

крупную пластину – Оспинский ультрабазитовый массив. Считается, что некогда это был единый тектонический покров, который затем был эродирован в результате поднятия Гарганской глыбы и сохранился по ее периферии [6, 7, 21].

Важным элементом геологического строения Окинского золоторудного района являются гранитоиды, прорывающие метаморфические породы Гарганской глыбы, карбонатно-сланцевые отложения иркутской свиты и все породы офиолитового комплекса. Большая часть массивов гранитоидов, с которыми пространственно связаны некоторые золоторудные месторождения и рудопроявления, относятся к неопротерозойскому сумсунурскому комплексу, сформировавшемуся в коллизионной зоне развития района. Массивы, как правило, имеют зональное строение. Центральные их части сложены лейкократовыми тоналитами. К периферии они сменяются биотитовыми и роговообманковыми тоналитами. В приконтактной зоне с карбонатными и ультраосновными породами развиты биотит-роговообманковые кварцевые диориты, породы гибридного состава. Более поздняя фаза сложена лейкократовыми плагиогранитами, выполняющими малые интрузии и дайки, выделявшиеся ранее в самостоятельный холбинский комплекс [7, 8].

В настоящее время в результате региональных геолого-геофизических исследований и обобщения большого объема геологоразведочных и тематических работ в связи с освоением золоторудных месторождений произведено структурно-формационное и металлогенное районирование Окинского района, определены генетические типы рудных месторождений и условия их формирования. Впервые установлено широкое распространение в районе неопротерозой-вендских и палеозойских вулканотектонических структур, связанных с формированием островодужных и внутриплитных (рифтогенных) магматических комплексов. Они

обнаружены во всех структурно-формационных зонах района: Ильчирской, Гарганской, Окинской и Хойто-Окинской. Их вулканические постройки, потоки лав, покровные фации туфов и связанных с ними вулканогенно-осадочных толщ участвуют в строении большинства свит и серий района, они в большинстве случаев деформированы последующей складчатостью и покровной тектоникой. Представлены эти структуры в основном корнями потухших вулканов: дайками, малыми интрузиями и субвулканическими телами. Детальное изучение структуры и вещественного состава разведанных в последнее время месторождений рудного золота в Гарганской (Владимировское, Хорингольское, Аршанское, Саган-Гольское) и Хойтоокинской структурно-формационных зонах (Коневиновское) и ряд рудопроявлений золота позволяют обосновать четкую связь золотого оруденения с формированием неопротерозойских и палеозойских вулканов. В этой связи необходимо пересмотреть представления об исключительной связи золотого оруденения с гранитными интрузиями, выделить несколько этапов формирования, проследить эволюцию золотого оруденения от неопротерозоя – венда до верхнего палеозоя и оценить масштабы золоторудных месторождений Восточного Саяна [16, 23].

Окинский рудный район разделен на четыре структурно-формационные зоны (СФЗ): *Гарганскую, Ильчирскую, Окинскую и Хойтоокинскую*. По тектоническому строению Ильчирская и Окинская зоны могут интерпретироваться как синклиновые структуры, разделенные Гарганским (Гарган-Бутугольским) антиклинорием. Границы между этими структурами проводятся по крупным разломам, фиксируемым цепочками массивов гипербазитов, которые отождествляются с реликтами тектонических офиолитовых покровов. В качестве структур второго порядка в пределах Гарган-Бутугольского антиклинория выделяются Гарганская и Ха-

ра-Тологойская глыбы, в Ильчирском синклинории – Саган-Сайрская грабен-синклиналь, в пределах Окинского синклинория – Боксон-Сархойская грабен-синклиналь (см. рис. 1).

*Гарганская СФЗ* занимает центральное положение в районе и представляет собой Гарган-Бутугольский антиклинорий широтного простирания, протягивающийся от р. Онот до р. Сархой включительно и затем поворачивающийся уже на территории Монголии на юг. Ядро антиклинория сложено архейскими ( $2727 \pm 6$  млн лет, U-Pb-метод) гнейсогранитами основания Гарганской глыбы [3], крылья (чехол) – неопротерозой-вендскими карбонатными, вулканогенно-терригенными иркутской (или монгошинской) и ильчирской свитами и перекрывающими их образованиями (пластинами) офиолитового тектонического покрова. Было предположено, что Гарган-Бутугольский антиклинорий представляет собой фрагмент Боксон-Хубсугул-Дзобханского палеомикроконтинента [2]. Впервые в качестве древнего микроконтинента, только с названием «Гарганский», он был выделен П.А. Рошкетевым, Ю.П. Катюхой и А.М. Рогачевым [24]. Размеры и форма микроконтинента тогда не были определены, но, судя по широкому распространению флишевых отложений, относившихся в то время к позднепротерозойским монгошинской и ильчирской свитам, предполагалось, что микроконтинент имеет значительно большие размеры, чем площадь современных выходов раннепротерозойских пород, относимых к Гарганской и Хара-Тологойской глыбам. Тогда же были сделаны выводы о том, что офиолитовый тектонический покров залегает на палеомикроконтиненте, а шарьирование офиолитовых масс происходило не в девоне, согласно бытовавшему тогда мнению, а началось в позднем протерозое, что зафиксировано в отложениях боксонской серии, и продолжалось до венда включительно. Конструктивным элементом антиклинория является Гар-

ганская глыба – ядро структуры, состоящее из архейских гнейсо-гранитов комплекса основания, сопоставимого с фундаментом Сибирской платформы и перекрываемого терригенно-карбонатными отложениями чехла, перекрытого в свою очередь пластинами и олистостромами тектонического офиолитового покрова. Завершает разрез мелководная существенно доломитовая боксонская серия венд-кембрийского возраста с подстилающей ее сархойской гравуакковой толщей позднего протерозоя – венда [16].

С юга к Гарганскому антиклинорию примыкает Ильчирская, а с севера – Окинская СФЗ, представляющие собой синклинории, выполненные палеозойскими вулканогенно-осадочными отложениями. Синклинорное строение этих структур отчетливо выражено встречным падением пород на их крыльях.

*Ильчирская СФЗ* почти целиком сложена вулканитами островодужного типа, вулканогенно-осадочными, кремнисто-карбонатными карбонатно-терригенными и карбонатными породами иркутской, ильчирской свит, а также боксонской серии венд-кембрийского возраста и терригенными отложениями сагансайрской свиты карбона. Северное крыло ее сложено базит-гипербазитами офиолитового покрова и примыкающими к нему карбонатными и терригенными отложениями ильчирской и сагансайрской свит. Южное – в верховьях р. Шумак – отложениями иркутской свиты и боксонской серии, представляющими собой параавтохтон, породы которого относятся к субплатформенным шельфовым образованиям [6]. Ильчирская зона примкнула к Гарганской глыбе, по видимому, в среднем или верхнем палеозое.

*Окинская СФЗ.* Окинский синклинорий выполнен карбонатно-терригенными, кремнисто-карбонатно-сланцевыми и вулканогенно-терригенными отложениями окинской серии позднего протерозоя – венда с наложенными горизонтальными осадочными породами ордовик-

силурийского возраста. Структура его сложная и до настоящего времени до конца не расшифрована. По симметричной смене возраста пород от периферии к центру от древних венд-кембрийских к молодым ордовик-силурийским она представляется синформной. В последнее время окинская серия стала рассматриваться как аккреционная призма [18] с набором разнотипных и разновозрастных породных комплексов – от глаукофан-зеленосланцевой толщи с возрастом  $640 \pm 20$  млн лет [7], практически неметаморфизованной терригенной, с прослоями черных углистых алевролитов, насыщенной силлами диабазов и габбро-диабазов боксонского комплекса, до красноцветной позднесилурийской – раннедевонской толщи конгломератов, гравелитов и песчаников с прослоями кислых вулканогенных пород. В связи с этим Окинская структура представляется как сложная покровно-чешуйчатая зона, сформировавшаяся в результате аккреции и присоединения ее к Гарганской антиклинорной зоне в среднем-позднем палеозое.

*Хойтоокинская СФЗ* располагается в самой северной части Окинского рудного района и от Окинской СФЗ отделена субширотным Жомболокским глубинным разломом. Зона на 80% сложена интрузивными породами, среди которых фрагментарно распространены карбонатные породы и различные сланцы, сопоставимые с неопротерозой-венд-палеозойскими образованиями иркутской свиты и окинской серии. Эта зона ввиду труднодоступности до настоящего времени остается изученной слабо. Важной особенностью Хойтоокинской СФЗ является широкое развитие девонских вулканогенно-осадочных и вулканогенных образований илейской толщи девона, генетически связанной с плутоническими субщелочными гранитоидами и сиенитами огнитского комплекса [11]. Кроме пород огнитского комплекса в зоне также широко развиты ордовикские коллизионные гранитоиды габбро-диорит-гранитоидного интрузивного таннуольского комплекса.

Ар/Ar-возраст гранодиоритов Сайлыгского массива, непосредственно вмещающего средне-верхнепалеозойские дайки Коневинского золоторудного месторождения, составляет  $454,0 \pm 4,1$  млн лет [9].

**Типы рудных месторождений и структурно-металлогеническое районирование.** Распространение различных типов рудных месторождений в юго-восточной части Восточного Саяна четко привязано к выделенным структурно-формационным (СФЗ) и одноименным структурно-металлогеническим зонам (СМЗ). Установлено, что оно контролируется структурными условиями локализации, полигенными и полихронными магматическими и метаморфическими процессами внутри зон [16] (рис. 2).

В целом в пределах Окинского рудного района выделяются следующие типы золотой минерализации: кварц-пирит-пирротинный, кварц-пирит-теллуристый, кварц-полиметаллический, кварц-карбонат-блеклорудный. Золоторудные месторождения, которые они слагают, располагаются в метаморфических породах Гарганской глыбы, гранитоидах сумсунурского комплекса, вулканических и субвулканических породах ильчирской свиты, конгломератах сагансайрской свиты, а также вулканогенно-осадочных отложениях, слагающих нижнюю пластину офиолитового комплекса неопротерозоя – венда.

Гарганская структурно-металлогеническая зона характеризуется золото-кварцевым (с серебром и полиметаллами) оруденением, Ильчирская – сульфидно-золото-серебряным оруденением, Окинская – золото-урановым или оруденением пятиэлементной формации, Хойтоокинская – золото-редкометалльно-фтор-бериллиевым с редкими землями оруденением. Здесь также выявлен малосульфидный золото-теллуридный тип оруденения (Коневинское месторождение).

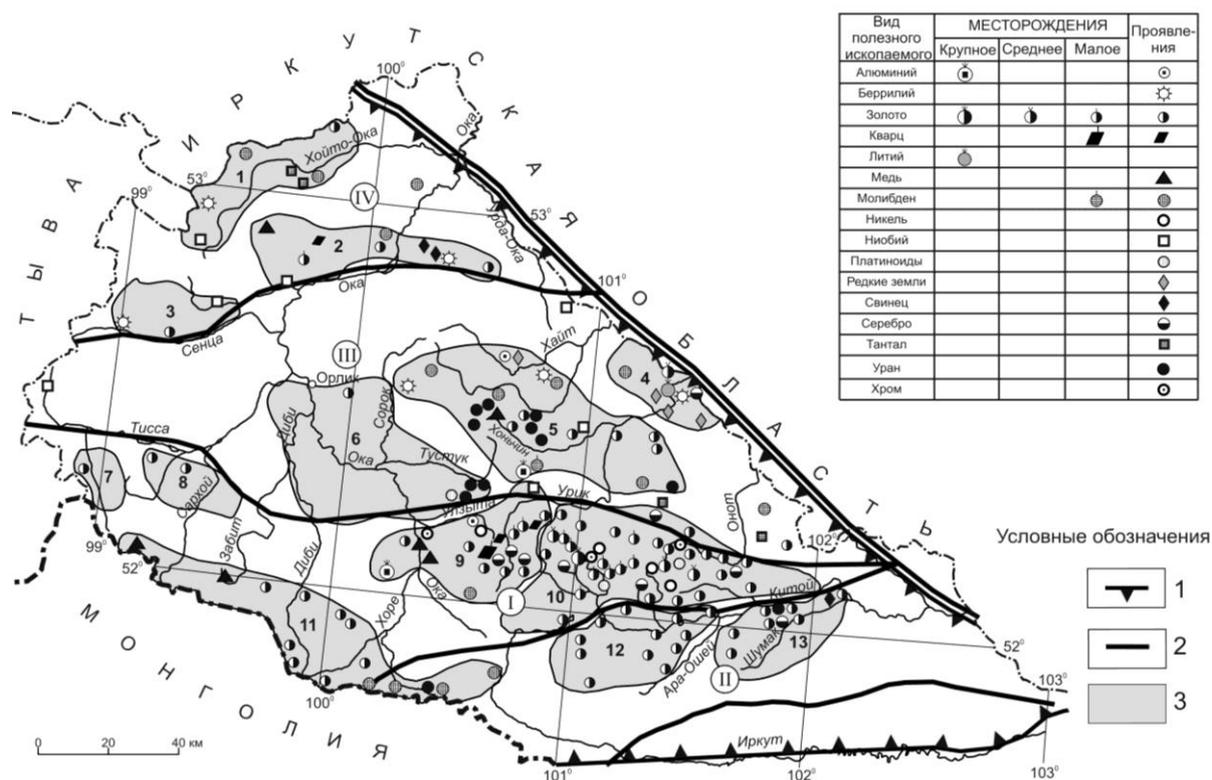


Рис. 2. Схема структурно-металлогенического районирования Окинского рудного района:

1 – граница юго-восточной части Восточно-Саянского геолого-экономического района, включающего Окинский рудный район в рамках административных границ Окинского аймака Республики Бурятия; 2 – границы структурно-металлогенических зон (I – Гарганская, II – Ильчирская, III – Окинская, IV – Хойтоокинская); 3 – рудные поля, узлы и их номера: 1 – Хойто-Окинский, 2 – Хужирский, 3 – Сенца-Жомболокский, 4 – Ермосохинский, 5 – Хончинский, 6 – Тустукско-Дибинский, 7 – Сархойский, 8 – Сагангольский, 9 – Гарганский, 10 – Ильчирский, 11 – Мункусардыкский, 12 – Сагансайрский, 13 – Шумацкий.

Типы и масштабы месторождений показаны в таблице, приложенной к рис. 2.

Профилирующим для **Ильчирской структурно-металлогенической зоны** является сульфидно-золото-серебряное оруденение. В ее пределах выделяются две золоторудные зоны второго порядка: Уртагольская и Сагансайрская.

**Уртагольская зона** прослеживается от верховьев р. Тумелик на северо-восток в верховье р. Китой и далее в широтном направлении вдоль долины этой реки до устья р. Билюты. Северная граница зоны вначале проходит по юго-восточному борту Ильчирской впадины; затем – по четко выраженной границе сагансайрской свиты девона-карбона и боксонской серии венда-кембрия, южная – внутри поля развития пород иркутской и ильчирской свит неопротерозоя – венда. В рамках Уртагольской золоторудной зоны намечаются три рудных поля. На западе в бассейне р. Толты

и верховьях р. Урта-Гол – **Уртагольское рудное поле**, включающее Толтинское, Ихесарамское и Тункунурское рудопроявления золота и серебра, представленные кварцевыми жилами с пирит-галенит-блеклорудной минерализацией, залегающими в карбонатных породах на контакте с пачками сланцев. В средней части зоны находится **Хонголдойское рудное поле**, включающее Хойто-Ожокское, Восточное, Хойто-Омонское, Скалистое и другие рудопроявления золота, представленные также малосульфидными кварцевыми жилами, залегающими в карбонатных породах. Протяженность жил небольшая – первые метры. Рудные минералы – пирит, блеклые руды и сульфиды металлов. Содержание золота – 3–5 г/т, серебра – 45–50 г/т.

На востоке Уртагольской рудной зоны, в приустьевой части р. Шумац,

известно *Шумакское рудное поле*, включающее несколько рудопроявлений, не имеющих собственных названий. Наиболее известное Шумакское рудопроявление, где от устья р. Шумак до р. Эхе-Гол на площади 3,5 км<sup>2</sup> в зоне влияния Эхе-Гольского надвига в сланцах ильчирской свиты отмечаются кварцевые жилы мощностью до 0,6 м и протяженностью до 100 м с сульфидами: пиритом, галенитом, сфалеритом, халькопиритом и др. Содержания золота – от «следов» до 56 г/т, серебра – до 244 г/т, свинца – до 11,9%, цинка – 1,89–8,37%, меди – 0,03%. Кроме того, в этой зоне в долине р. Иркут известны проявления урана и молибдена.

*Сагансайрская золоторудная зона* Ильчирской СФЗ приурочена к полю распространения карбонатных конгломератов сагансайрской свиты. Протяженность зоны – 50 км, наибольшая ширина – 6 км. В составе зоны известно 12 рудопроявлений золота. Все они представлены ветвящимися малосульфидными кварцевыми жилами с содержанием золота от 1–2 до 30–40 г/т, наиболее типичными рудопроявлениями этой зоны являются Южное и Барунгольское. В последнее время на Барунгольском рудопроявлении установлены промышленные концентрации золота в зонах гематитизации с ее бананцевым распределением в рудных телах.

*Гарганская структурно-металлогеническая зона* в настоящее время наиболее изучена. Она характеризуется золотым и золото-полиметаллическим оруденениями. В ее пределах выделяется несколько золоторудных зон разного масштаба и содержания. На самом западе в верховьях рек Сархой и Тисса выделяется Тисса-Сархойская золоторудная зона второго порядка, в средней части – Урда-Гарганская, Улзытинская и Урик-Китойская золоторудные зоны, в восточной – Ольгинская золоторудная зона. Каждая зона состоит из одного или нескольких рудных полей и рудных узлов. Кроме этих золоторудных зон известны самостоятельные рудные узлы

и рудные поля: в верховьях рек Дибби и Уха-Гол – *Дибинское рудное поле*, в верховьях р. Урик – Урикское, в верховьях р. Олот – Оспинский рудный узел.

*Тисса-Сархойская золоторудная зона* находится в крайней западной части Гарганской СФЗ, на западном замыкании Боксон-Сархойского синклинория. Рудоносная площадь приурочена к северной окраине Сархойской палеовулканической структуры и расположена на пересечении Яматинского широтного и Обокольского субмеридионального глубинных разломов. Характерной особенностью западного замыкания Боксон-Сархойского синклинория является широкое развитие здесь (кроме Сархойских вулканитов) гранитоидов таннуольского комплекса нижнепалеозойского возраста, в провесах кровли которого собственно и залегают сархойские вулканогенные и вулканогенно-осадочные породы. В настоящее время в Тисса-Сархойской зоне установлены и изучаются два потенциально золоторудных месторождения – Хорингольское и Аршанское – и ряд рудопроявлений золота.

Наиболее изученной золоторудной зоной второго порядка является *Урик-Китойская*, которая протягивается в северо-западном направлении от верховьев рек Барун-Оспа и Саган-Сайр на востоке до р. Урик на западе. Ранее в состав Урик-Китойской золоторудной зоны в качестве крайнего восточного месторождения включалось Зун-Оспинское золото-серебряное месторождение, расположенное в верховье р. Олот. В настоящее время Зун-Оспинское, а также Таинское месторождения и ряд обнаруженных рядом с ними рудопроявлений выделены в самостоятельный Оспинский рудный узел. Для Урик-Китойской золоторудной зоны характерны следующие особенности:

– все месторождения и рудопроявления золота Урик-Китойской зоны расположены в образованиях палеоавтохтона под офиолитовым покровом в

его эрозионном окне: либо в породах основания, либо в породах чехла Гарганской глыбы;

– по минеральному составу они относятся к типично золотой (золото-кварцевой или золото-сульфидно-кварцевой) формации с низкими содержаниями серебра, свинца, цинка, меди и отсутствием вредных примесей – мышьяка и сурьмы;

– по условиям образования различные типы месторождений золота этой зоны парагенетически, а в некоторых случаях генетически связаны между собой.

В Урик-Китойской золоторудной зоне располагаются наиболее изученные и крупные месторождения золота Окинского рудного района юго-восточной части Восточного Саяна: это прежде всего Зун-Холбинское и Барун-Холбинское, а также более мелкие месторождения золота: Пионерское, Водораздельное, Самартинское, Гранитное, Владимирское. Все эти месторождения пространственно приурочены к Барун-Холбинской вулканотектонической структуре (палеовулкану).

По условиям локализации, морфоструктурным особенностям рудных тел и вещественному составу все месторождения Урик-Китойской золоторудной зоны четко делятся на два типа: малосульфидный, золото-кварцевый, типично жильный Пионерский тип и золото-сульфидно-кварцевый Зун-Холбинский тип, представленный минерализованными зонами. Золотоносные малосульфидные кварцевые жилы локализуются в основном в архейских гнейсогранитах комплекса основания Гарганской глыбы (Пионерское, Барун-Холбинское, Самартинское, Гранитное месторождения), реже они обнаруживаются в гранитоидах холбинского комплекса и еще реже «проходят» в карбонатные породы чехла (иркутская свита), перекрывающего комплекс основания. Следует отметить тектонический и магматический контроль в размещении рудных тел зун-холбинского типа. Се-

рии жил, как правило, пространственно связаны с вендскими дайками порфириров, кварцевых порфиров, образующих единые рудно-магматические системы в корневых частях палеовулканов [23]. В пространственном размещении месторождений и рудопроявлений пионерского типа хорошо проявлен структурный контроль, выраженный пересечением крутопадающих зон расланцевания с поверхностью стратиграфически несогласного контакта гнейсогранитов комплекса основания и карбонатных пород чехла глыбы. Рудные тела в зонах располагаются под контактом, т.е. под экраном карбонатных пород, редко заходя в них.

Минерализованные зоны приурочены только к карбонатно-сланцевым породам чехла (Зун-Холбинское, Водораздельное месторождения, Лиственитовое, Васильевское, Снежное, Харагольское и др. рудопроявления). Рудные тела представляют собой в различной степени сульфидизированные кварциты, измененные (березитизированные) алевриты, песчаники, основные и кислые вулканические породы и черные углисто-кремнистые сланцы, среди которых установлены сульфидные (в основном пиритовые) вулканогенно-осадочные руды. При этом наблюдается четкая зависимость увеличения концентрации золота от интенсивности тектонических, метаморфических и метасоматических преобразований первично рудоносных вулканогенно-осадочных пород. В слабоизмененных сульфидизированных (точнее, сульфидсодержащих) вулканогенно-осадочных и осадочных породах содержания золота составляют от 0,1 до 1,0 г/т; в метаморфизованных – 1–10 г/т, в среднем до 4–5 г/т; в тектонически преобразованных в условиях вязкого разрыва, метаморфизованных и после метасоматически измененных – до десятков и сотен граммов на тонну, в среднем 10–13 г/т. Залегают минерализованные зоны, как правило, в зонах тектонического расланцевания и березитизации северо-западного и реже

субмеридионального простирания [16, 23, 25].

Кроме месторождений золота в пределах Гарганской СФЗ известно крупное месторождение химически чистого кварцевого сырья (Бурал-Сарьдаг), проявления свинца, меди, молибдена, никеля, хрома, платиноидов, асбеста, а также осадочные месторождения бокситов (Боксонское) и фосфоритов (Ухагольское).

**Окинская структурно-металлогеническая зона** характеризуется золото-урановым оруденением и рудами пяти-элементной формации. Здесь в Ермосохинском рудном узле разведаны редкометалльные пегматиты танталит-сподумен-лепидолит-альбитового типа с проявлениями тантала, лития, бериллия, молибдена, золота, редких земель, связанными с формированием гранитоидов саянского интрузивного комплекса верхнего протерозоя (Белореченское, Гольцовое, Урикское и др.). В расположенном западнее Хончинском рудном узле наряду с известным Ботогольским месторождением графита и алюминия, связанным со щелочными габброидами и сиенитами, имеются рудопроявления и небольшие месторождения золота, ниобия, меди, молибдена, бериллия, редких земель, а также урана, связанного с черносланцевыми углеродистыми толщами [7, 28].

**Хойтоокинская структурно-металлогеническая зона**, профиль оруденения которой недостаточно определен, может рассматриваться как золото-редкометалльная и фтор-бериллиевая с редкими землями. Здесь также выявлен малосульфидный золото-теллуридный тип оруденения (Коневиновское месторождение). В результате разведки Коневинского комплексного золоторудного месторождения (Хужирское рудное поле) было установлено, что оно не связано с гранитоидами таннуольского интрузивного комплекса (Сайлыгский массив). Считается, что месторождение возникло в результате наложенных процессов девонской вулканоплутониче-

ской деятельности. Золотое и полиметаллическое оруденение этого месторождения и окружающих рудопроявлений концентрируется в узких и протяженных зонах, сложенных дайковыми поясами восток-северо-восточного и субширотного простираний [11, 13]. Оруденение локализовано в кососекущих зонах северо-западного простирания, является близкоодновременным с дайками, образует рудные столбы, вытянутые вдоль даек с обеих сторон на глубину 600–800 м. Мощность рудных тел варьирует от 0,5–0,8 м до 1,3 м. Наибольшая концентрация золота наблюдается вблизи даек и по мере удаления от них затухает. Характерной особенностью Хужирского рудного поля является наличие исключительно большого количества даек различного состава (более 300) и покровов кислых вулканитов. Они связаны с вулканическими и плутоническими процессами при формировании огнитского вулканоплутонического комплекса. В пределах рудного поля выделяется две крупные вулканические постройки: в бассейне р. Мунгорги и в верховье р. Ехэ-Саган-Сайр, где содержания золота достигает 4 г/т. Возраст вулканических покровов – 409, а даек габбро-диабазов – 324 млн лет [9, 11].

В пределах Хойтоокинской СМЗ обнаружено крупное месторождение бериллия (Снежное) и рудопроявления Илейское, Уткинское, а также месторождения и рудопроявления урана, тория (Беличье, Утадабанское), молибдена (Хэрмэшлээше), полиметаллов (Етомойское) и редких земель (Арсайское), связанные с формированием девонского огнитского вулканоплутонического комплекса [11, 13].

**Геодинамические обстановки и условия формирования месторождений.** Согласно проведенным палеогеодинамическим реконструкциям Саяно-Байкальского складчатого пояса в пределах юго-восточной части Восточного Саяна в неопротерозое выделяются террейны пассивной окраины кратона

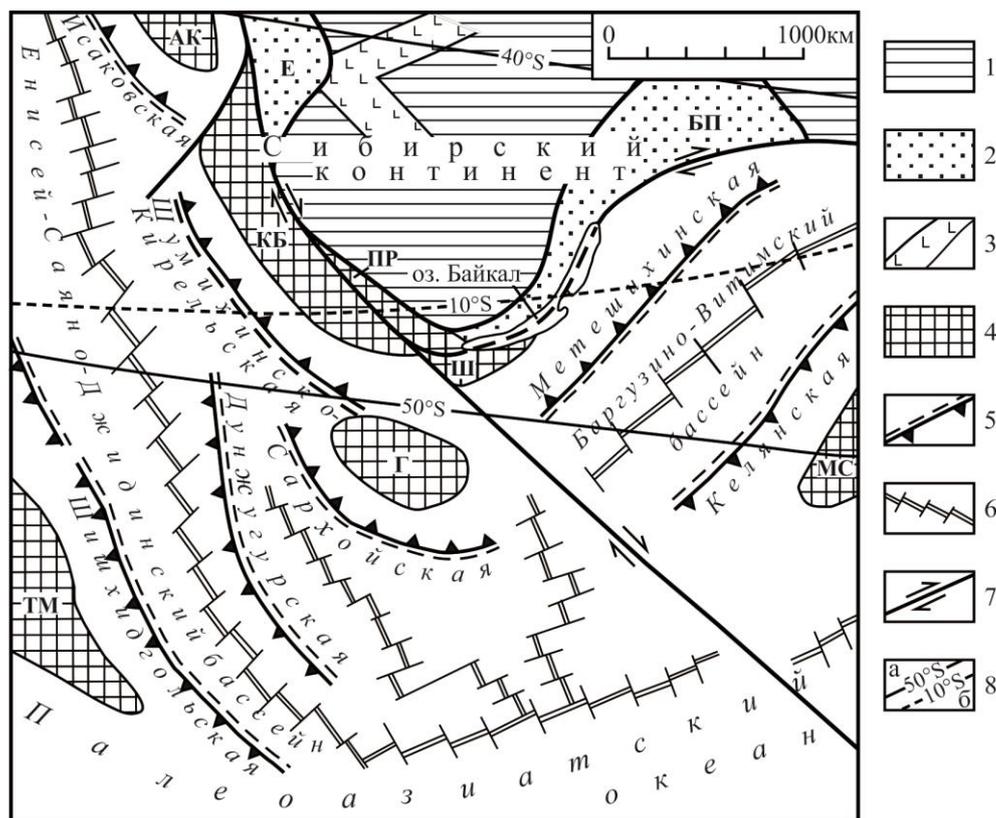
(Байкало-Патомский, Енисейский), кратонные террейны (Гарганский, Тувино-Монгольский, Ангаро-Канский, Канско-Бирюсинский, Протеросаянский, Шарыжалгайский), океанические спрединговых зон окраинных морей (Ильчирский и др.), островодужные (Дунжугурский, Шишихидгольский, Сархойский, Шумихинско-Кирельский, Исаковский), турбидитовые (Окинский). Эти террейны формировались длительное время в зоне сближенного развития Сибирского кратона и Палеоазиатского океана [5, 10, 12, 18, 27]. На палеогеодинамической реконструкции неопротерозойской окраины Сибирского континента и Палеоазиатского океана показана примерная схема расположения островных дуг и океанических бассейнов на период 850–750 млн лет (рис. 3).

Известно, что Палеоазиатский океан образовался в результате распада суперконтинента Родиния в период от 1050 до 750 млн лет назад [10, 20, 22, 27]. Эти события отчетливо фиксируются мезо-неопротерозойским возрастом океанической коры и островодужных комплексов по всему складчатому обрамлению юга Сибирской платформы. Следует отметить, что в пределах покровной структуры Восточного Саяна фрагменты океанической коры (офиолитов и пр.) встречаются практически во всех охарактеризованных выше структурно-формационных зонах.

Сопоставление карт структурно-формационного и металлогенического районирования Окинского рудного района показывает отчетливую приуроченность наиболее богатых рудных зон и полей к океаническим и островодужным с вулканитами террейнам, а также к ассоциирующим с ними кратонным террейнам, прежде всего к Гаргано-Бутугольской глыбе. В меньшей мере золотая минерализация устанавливается в турбидитовых террейнах и практически не известна в обширных полях глубоко эродированных гранитных массивов.

Согласно выполненным палеогеодинамическим реконструкциям с использованием работ различных авторов [10, 12, 15, 18, 20, 27], в пределах юго-восточной части Восточного Саяна на раннем этапе развития байкалид произошло заложение крупного океанического (спредингового) бассейна и Дунжугурской энсиматической островной дуги (1020 млн лет, U-Pb-метод) [27]. Из-за отсутствия палеомагнитных данных реальное положение этой дуги на окраине Палеоазиатского океана до сих пор неясно. По данным А.Б. Кузьмичева [18], названная дуга существовала довольно длительное время в океаническом пространстве (около 200 млн лет). В последующем (примерно 810 млн лет назад) Дунжугурская дуга была обдуживана на Гарганскую глыбу окраины Сибирского континента, прорвана коллизионными тоналитами сумсунурского комплекса (785±11 млн лет, U-Pb-метод) и прекратила свое существование. В результате этих процессов возникла активная континентальная окраина, вдоль которой (а возможно, и на которой) на значительном удалении от Сибирского континента в пределах Палеоазиатского океана более 800 млн лет назад возникла новая зона субдукции под Тувино-Монгольский микроконтинент и образовалась протяженная островодужная система с Шишихидгольской энсиматической островной дугой. Почти одновременно с формированием этой дуги на активной континентальной окраине, включающей древние выступы фундамента Сибирской платформы и Гарганский микроконтинент, образовалась Сархойская островодужная система (805–770 млн лет) с абсолютным возрастом вулканитов 782±7 млн лет (U-Pb-метод), а также Окинская аккреционная призма (736±43 млн лет, Sm-Nd-метод) [18, 19].

Сходные события происходили в северо-западной части Восточного Саяна, где в зоне сближенного развития Сибирского кратона и Енисей-Саяно-Джидинского океанического бассейна –



**Рис. 3. Палеогеодинамическая реконструкция неопротерозойских (850–750 млн лет) океанических бассейнов, островных дуг и микроконтинентов на активной континентальной окраине Сибирского континента и Палеоазиатского океана (по [10] с дополнениями):**

1 – Сибирский кратон (континент); 2 – покровно-складчатые структуры пассивной окраины кратона (БП – Байкало-Патомская, Е – Енисейская); 3 – авлакогены; 4 – микроконтиненты и выступы фундамента кратона (ТМ – Тувино-Монгольский, Г – Гарганский, МС – Муйско-Становой, АК – Ангаро-Канский, КБ – Канско-Бирюсинский, ПР – Протеросаянский, Ш – Шарыжгайский); 5 – островные вулканические дуги с зонами субдукции, аккреционными призмами и задуговыми бассейнами; 6 – предполагаемые зоны спрединга с поперечными трансформными разломами в окраинных бассейнах Палеоазиатского океана; 7 – сдвиги и другие разрывные нарушения; 8 – предполагаемые палеошироты для интервалов 850 млн лет (а) и 750 млн лет (б) (по [20, рис. 6.2]).

Масштаб дан для Сибирского кратона. Островные дуги, спрединговые зоны и микроконтиненты показаны вне масштаба

залива Палеоазиатского океана – формировались вначале Арзыбейская островная дуга (возраст островодужных плагиогранитов составляет  $1017 \pm 47$  млн лет, трондjemитов –  $800 \pm 6$  млн лет), а затем Исаковская (возраст плагиогранитов – 697 млн лет) и Шумихинско-Кирельская островодужные системы (возраст островодужных плагиогранитоидов, определенный U-Pb-методом, равен 680 млн лет). Эти островные дуги, как и Сархойская островодужная система, существовали, по-видимому, довольно длительное время и только в результате вендской коллизии (620–600

млн лет) были причленены к окраине кратона [1, 10, 20].

В настоящее время установлено, что саянская и байкальская ветви Саяно-Байкальского складчатого пояса развивались практически синхронно [10, 19, 27]. По нашим данным, об этом свидетельствует U-Pb-возраст офиолитов Баргузино-Витимского океанического бассейна (971–939 млн лет), Метешинской островной дуги (базальты – 839 млн лет, габбро – 809 млн лет) и Келянской островодужной системы энсиматического типа с возрастом бонинитов – 953 млн лет, кислых вулканитов – 837–

820 млн лет. Последняя по времени вполне сопоставима с Шишхидгольской энсиматической островной дугой Восточного Саяна [14, 18]. В конце позднебайкальского этапа активная окраина континента подверглась задуговому рифтингу и отделилась от Сибирского кратона. В результате возник раннекаледонский океанический бассейн, протягивающийся от Восточной Тувы до Джидинской и Удино-Витимской зон Забайкалья.

Разработанные к настоящему времени модели природы ювенильной континентальной коры складчатого обрамления юга Сибирской платформы предполагают, что она возникла в результате аккреции островных дуг и последующей ее тектоно-термальной переработки. В соответствии с этим считается, что обширные поля гранитоидов образовались вследствие структурного и вещественного преобразования этой ювенильной коры. Предполагается, что ювенильная континентальная кора байкалид и каледонид была образована в результате частичного плавления в зонах субдукции океанических базитов и древних осадочных пород [17]. Широко развитые субдукционные вулcano-плутонические ассоциации островных дуг по изотопным характеристикам представляют собой ювенильную, переходную от океанической к континентальной, кору. Офиолиты рассматриваются в качестве возможного источника такой коры.

Характерные особенности офиолитов Окинского района Восточного Саяна выражаются слабой дифференцированностью по составу различных членов офиолитовой ассоциации в присутствии пород марианитового и бонинитового типа. Это позволяет говорить о формировании офиолитов на ранних стадиях образования выдвинутых в океан энсиматических островных дуг (Дунжугурской и Шишхидгольской), по-видимому, в междуговых зонах растяжения, подобных Марианскому междуговому бассейну [6, 21]. По данным многочисленных исследований [7, 15,

16, 26], все члены офиолитовой ассоциации обладают повышенной золотоносностью. В особенности это касается серпентинитов, пород габброидной и дайковой серий. Сопоставление с данными по содержаниям золота в породах офиолитовых комплексов других районов Байкальского региона показывает более высокие концентрации золота в офиолитах Восточного Саяна [4].

Породы офиолитового комплекса образуют серию покровов, надвинутых на архейские метаморфические породы Гарганской глыбы. Этот перевернутый аллохтон состоит из пакета пластин, которые характеризуют полный разрез древней океанической коры. В современных разрезах выделяется три пластины: верхняя – ультрабазитовая, средняя – габброидная и габбро-диабазовая, нижняя – олистостромовая (с углеродистыми породами). Верхняя, наиболее крупная пластина, представлена серпентинизированными гарцбургитами и дунитами. В основании ее часто развивается мощная (до 1,5–2 км) зона меланжа с обломками гипербазитов, габброидов, габбро-диабазов, родингитов и доломитов. Средняя пластина офиолитового разреза сохранилась не повсеместно. В ее строении принимают участие полосчатые габброиды, варьирующие от пироксенитов до анортозитов. Часто встречаются базальтовые и бонинитовые дайки. На отдельных участках средняя пластина сложена зеленосланцевой вулcanoгенной толщей с реликтами пиллоу-лав, туфами и лавами андезито-базальтов. Нижняя пластина сложена вулcanoгенно-осадочными и олистостромовыми породами и имеет трехчленное строение. В нижней части пластины преобладают черносланцевые и углеродисто-карбонатные породы, в средней – песчано-сланцевые, в верхней – черные и зеленые сланцы, песчаники, реже туфы и горизонты олистостром. В олистостроме преобладают олистолиты гипербазитов, метадиабазов, реже кремнистых пород и габбро [7, 21, 26].

Кроме пород офиолитового комплекса в пределах Окинского рудного района широко развиты метаморфические породы, слагающие кратонный террейн (Гарганскую глыбу). Среди метаморфических пород выделяются биотитовые гнейсы и гранито-гнейсы, амфиболовые гнейсы и амфиболиты, гнейсо-граниты и гнейсо-гранодиориты. Считается, что Гарганская глыба представляет собой архейский гнейсо-гранитный купол, состоящий из двух-трех куполов меньшего размера. Межкуповые пространства выполнены сланцево-карбонатными породами неопротерозоя – венда (иркутская свита), залегающими с угловым несогласием на метаморфических породах или почти вертикально в осевой части межкуповых зон, где эти породы смяты в узкие дисгармонические складки [6, 25].

В настоящее время в результате детальной разведки Зун-Холбинского, Коневинского и Владимировского месторождений была обоснована связь золотого оруденения с вулканической деятельностью в неопротерозое и палеозое [23]. К палеовулканическим структурам (палеовулканам) в юго-восточной части Восточного Саяна в Тисса-Дибин-Ока-Урик-Китойском междуречье относятся Барун-Холбинская палеовулканическая структура (Барун-Холбинский палеовулкан), Тисса-Сархойская палеовулканическая структура (Сархойский палеовулкан), Верхнеокинское дайковое поле (Верхнеокинский палеовулкан), а также Хужирское дайковое поле в Хойтоокинской зоне (Коневинское месторождение).

В Урик-Китойском междуречье был реконструирован и изучен Барун-Холбинский палеовулкан (стратовулкан). Он был выделен по наличию большого количества даек и новых интрузий основного и ультраосновного состава в фундаменте Гарганской глыбы, а также комагматических им вулкаников в составе шельфовых отложений ильчирской свиты, слагающих вулканическую постройку. Вулканогенная тол-

ща имеет мощность 400–700 м и образует стратовулкан. Вулканики по составу представлены базальтами, пикрито-базальтами, андезитами, дацитами и риолитами, а также их туфами. На классификационных диаграммах базальты располагаются в поле развития островных дуг и активных континентальных окраин. Они отличаются от вулканических пород офиолитовой ассоциации, также широко распространенной в регионе. Возраст основных даек корневой зоны Барун-Холбинского палеовулкана, определенный  $^{39}\text{Ar}/^{40}\text{Ar}$ , составляет  $829,9 \pm 7,2$  млн лет. В Урик-Китойском междуречье с Барун-Холбинским палеовулканом связано золотое оруденение пионерского типа, представленное малосульфидно-кварцевой формацией в дайково-жильных рудномагматических системах корневой зоны палеовулкана и стратиформным слабозолотоносным вулканогенно-осадочным оруденением в краевых частях вулканической постройки. Особым является полигенное и полихронное золотое оруденение зун-холбинского типа, представляющее собой рудоносную вулканогенно-осадочную породную ассоциацию, преобразованную складчато-метаморфическими и гидротермально-метасоматическими процессами в минерализованную зону [23].

Взаимоотношение золотого оруденения с дайками в корневых частях вулкана выражается в пространственно-взаимосвязанных дайково-жильных системах, отчетливо проявленных на Барун-Холбинском и Владимировском месторождениях. Таким образом, установлено, что в юго-восточной части Восточного Саяна имели место мощные проявления пикрито-базальт-базальтового островодужного вулканизма в неопротерозое – венде.

Золотое оруденение Тисса-Сархойского палеовулкана представлено Обогольским, Хорингольским и Сагангольским рудными полями (месторождение Хорингольское, Аршанское, рудопроявления Ветровское, Саганголь-

ское и др.). Все месторождения и рудопроявления расположены в вулканической постройке, как в вулканогенной толще, так и во внедрившихся в нее гранитоидных телах таннуольского комплекса, и контролируются крупными разрывными разрушениями.

Таким образом, формирование месторождений полезных ископаемых Окинского рудного района во многом определяется геодинамическими обстановками – океаническими, островодужными, коллизионными или внутриплитными (рифтогенными), а также длительной историей геологического развития и трансформацией структурно-формационных зон. При анализе карты структурно-металлогенического районирования выявлена неравномерность распределения месторождений полезных ископаемых на исследованной территории. Все они группируются в определенные зоны, рудные поля и узлы, генетически связанные с эндогенными факторами (магматическими, метаморфическими, гидротермально-метасоматическими) эволюции конкретных структур региона.

**Прогнозы и перспективы промышленного освоения.** Перспективы юго-восточной части Восточного Саяна на золото всегда оценивались достаточно высоко, особенно в связи с детальной разведкой и обработкой Пионерского и Барун-Холбинского месторождений на основе нового подхода с позиций полигенности и полихронности золотого оруденения [8, 16]. По степени продуктивности, прежде всего на золото, на первом месте на современной стадии изученности находится Гарганская зона, обладающая 95% разведанных запасов золота и 70% ресурсов категорий  $P_1$  и  $P_2$ , на втором – Ильчирская структурно-металлогеническая зона, обладающая 15% ресурсов, на третьем – Окинская, имеющая 10% ресурсов, и Хойтоокинская – 5% запасов и 5% ресурсов золота категорий  $P_1$  и  $P_2$ .

В настоящее время ведется обработка крупного Зун-Холбинского ме-

сторождения, работает рудник и золотоизвлекательная фабрика (ЗИФ), ведется изучение его глубоких горизонтов. В разной мере вовлечены в обработку другие золоторудные месторождения, локализованные в пределах Гарганской глыбы и ее северного обрамления (Барун-Холбинское – временно законсервированы рудник и фабрика; Владимирское – идет разведка, действует рудник и ЗИФ; Коневинское – работает рудник и ЗИФ; Водораздельное, Гранитное и некоторые другие).

Систематическое изучение углеродистых отложений юго-восточной части Восточного Саяна также позволило рекомендовать как перспективные на золоторудную минерализацию черносланцевые горизонты, вмещающие углеродизированные и сульфидизированные кремнистые породы (типа лидитов) и сланцы ильчирской и дабанжалгинской свит [28]. Детальное исследование таких образований и анализ распространения рудопроявлений и геохимических аномалий золота показали, что повышенные концентрации золота характерны для олистостромовой толщи, залегающей в основании офиолитового покрова и составляющей с ним, вероятно, единый разрез древней океанической коры. С такими реликтами океанической коры оказалось связано в той или иной степени подавляющее большинство золоторудных месторождений и рудопроявлений [16].

Палеогеодинамические реконструкции и петролого-геохимические исследования пород офиолитовой ассоциации [7, 14, 15, 21, 26] определенно указывают на принадлежность их к надсубдукционным и задуговым спрединговым офиолитам окраинных морей, в которых, судя по современным аналогам (юго-западная часть Тихого океана), могут формироваться сульфидные постройки с повышенными и высокими содержаниями золота. Было проведено сопоставление изотопно-минералого-геохимических особенностей, вмещающих углеродистых отложений Зун-

Холбинского месторождения и современных сульфидных образований задуговых спрединговых зон, показаны аналогии некоторых типов руд месторождения и сульфидных построек с повышенными содержаниями золота [4]. Таким образом, намечился обогащенный золотом горизонт, приуроченный к основанию офиолитового покрова, т.е. к углеродсодержащим сульфидизированным осадкам океанической коры, оказавшимся под базит-гипербазитовыми членами офиолитовой ассоциации.

Следует обратить внимание на, возможно, особую роль этих обогащенных золотом осадков в реликтах океанической коры, которые, как уже отмечалось выше, в зависимости от типа геодинамического развития региона могли давать контрастные богатые руды. Это происходило по осадкам коллизионного типа при парциальном плавлении реликтов океанической коры в зонах субдукции с образованием гранитоидов островодужного типа и связанного с ними золотого оруденения. По крайней мере в пределах юго-восточной части Восточного Саяна многие особенности размещения и состава золотого оруденения и вмещающих образований вполне укладываются в схему связи золоторудных месторождений и реликтов океанической коры Палеоазиатского океана.

В последнее время в результате поисков и детальной разведки отдельных месторождений золота (Зун-Холбинского, Владимировского, Коневинского и др.) была установлена генетическая и парагенетическая связь рудообразования с активной вулканической деятельностью в неопротерозое – венде, нижнем и среднем палеозое. Эта проблема до конца еще не разрешена, но при дальнейшем изучении этих объектов (древних палеовулканов) может быть по-новому оценен рудный потенциал района.

К настоящему времени в юго-восточной части Восточного Саяна уже практически выявлены наиболее легко

открываемые золоторудные месторождения и рудопроявления жильного типа. Поэтому появилась необходимость оценить роль нетрадиционных месторождений золота, в первую очередь связанных с горизонтом углеродистых осадков, повышенная золотоносность которых, как это было показано выше, ранее установлена. Предпосылками для этого также являлись многочисленные проявления золотой минерализации и точки с высокими содержаниями золота, приуроченные к зонам вкрапленной и массивной сульфидной минерализации в отложениях ильчирской свиты (Васильевский, Ильчирский, зоны Нижняя, Ольгинская и др.). В настоящее время наиболее перспективными для освоения являются Оспинский рудный узел, в пределах которого выявлено 15 рудопроявлений, и одно частично разведанное золото-серебряное месторождение (Зун-Оспинское). В связи с началом отработки Зун-Оспинского месторождения и появлением надежных транспортных коммуникаций (шоссейной дороги) открываются новые перспективы для освоения Окинского рудного района. В настоящее время этот район рассматривается как потенциальный крупный промышленный узел минерально-сырьевого профиля, который в будущем может стать основой для формирования Окинского территориально-промышленного комплекса Восточной Сибири.

*Авторы выражают благодарность Л.И. Ветлужских, А.Л. Елбаеву и А.М. Санжиеву за помощь в проведении полевых исследований в Окинском районе Восточного Саяна.*

*Работы выполнены при финансовой поддержке Программы Президиума РАН № 27.3 и ОНЗ РАН № 10.1, а также проекта РФФИ №14-05-0048к.*

#### **Библиографический список**

1. Арзыбейский террейн – фрагмент мезопротерозойской островодужной коры в юго-западном обрамлении

Сибирского кратона / О.М. Туркина, А.Д. Ножкин, Е.В. Бибилова [и др.] // Геодинамическая эволюция литосферы Центрально-Азиатского подвижного пояса. Иркутск: Изд-во Ин-та географ. СО РАН, 2003. С. 249–252.

2. Беличенко В.Г., Боос Р.Г. Боксон-Хубсугул-Дзабханский палеомикроконтинент в структуре Центрально-Азиатских палеозоид // Геология и геофизика. 1988. № 12. С. 20–27.

3. Возраст фундамента Гарганской глыбы (Восточный Саян): результаты U-Pb геохронологических исследований / И.В. Анисимова, И.В. Левицкий, Е.Б. Сальникова [и др.] // Изотопные системы и время геологических процессов: IV Рос. конф. по изотопной геохронологии. Т. 1. СПб.: Изд-во Ин-та геолог. и геохронолог. докембрия РАН, 2009. С. 34–35.

4. Геодинамика Саяно-Байкало-Муйского аккреционно-коллизийного пояса в неопротерозое – раннем палеозое: закономерности формирования и локализации благороднометалльного оруденения / С.М. Жмодик, А.А. Постников, М.М. Буслов, А.Г. Миронов // Геология и геофизика. 2006. Т. 47. № 1. С. 183–197.

5. Геодинамическая карта Байкальского региона и сопредельных территорий. Масштаб 1:2 000 000 / А.Н. Булгатов, И.В. Гордиенко, П.Ф. Зайцев, В.И. Турунхаев [Электронный ресурс]. Улан-Удэ: Изд-во Геолог. ин-та СО РАН, 2004. Электрон. опт. диск (CD ROM).

6. Геология и метаморфизм Восточного Саяна / В.Г. Беличенко, Ю.П. Бутов, Н.Л. Добрецов [и др.]. Новосибирск: Наука, 1988. 192 с.

7. Геология и рудоносность Восточного Саяна / Н.Л. Добрецов, В.Г. Беличенко, Ю.П. Бутов, И.В. Гордиенко [и др.]. Новосибирск: Наука, 1989. 127 с.

8. Глоба В.А. Основные черты геологии и золотоносности одного из районов Восточного Саяна // Материалы по геологии рудных месторождений Прибайкалья. Иркутск: Изд-во Вост.-Сиб.

геолог. ин-та СО АН СССР, 1963. С. 101–129.

9. Гонегер А.В., Рошкетаяев П.А. Роль верхнепалеозойского вулканизма в формировании золотого оруденения Хужирского рудного поля (Восточный Саян) // Геология Забайкалья. 2012. С. 173–176.

10. Гордиенко И.В. Геодинамическая эволюция поздних байкалитид и палеозоид складчатого обрамления юга Сибирской платформы // Геология и геофизика. 2006. Т. 47. № 1. С. 53–70.

11. Гордиенко И.В. Девонская вулканоплутоническая формация в юго-восточной части Восточного Саяна. Улан-Удэ: Бурят. кн. изд-во, 1969. 116 с.

12. Гордиенко И.В. Металлогения различных геодинамических обстановок Монголо-Забайкальского региона // Геология и минерально-сырьевые ресурсы Сибири. 2014. № 3. Ч. 1. С. 7–13.

13. Гордиенко И.В. О парагенетической связи полиметаллического оруденения с формацией малых гранитоидных интрузий в Восточном Саяне // Геология рудных месторождений. 1975. № 4. С. 103–106.

14. Гордиенко И.В., Булгатов А.Н., Орсов Д.А. Геодинамические обстановки и металлогения Саяно-Байкальской горной области // Отечественная геология. 2013. № 3. С. 7–15.

15. Гордиенко И.В., Миронов А.Г. Геодинамическая и металлогеническая эволюция Забайкалья в позднем рифее – палеозое // Отечественная геология. 2008. № 3. С. 46–57.

16. Золото Бурятии / П.А. Рошкетаяев, А.Г. Миронов, Г.И. Дорошкевич [и др.]. Улан-Удэ: Изд-во БНЦ СО РАН, 2004. Кн. 1. 515 с.

17. Корообразующие процессы и структуры коры и мантии при формировании Центрально-Азиатского складчатого пояса: Sm-Nd данные / В.И. Коваленко, В.В. Ярмолюк, В.П. Ковач [и др.] // Геотектоника. 1999. № 3. С. 21–41.

18. Кузьмичев А.Б. Тектоническая история Тувино-Монгольского массива:

раннебайкальский, позднебайкальский и раннекаледонский этапы. М.: Пробел-2000, 2004. 192 с.

19. Кузьмичев А.Б., Ларионов А.Н. Сархойская серия Восточного Саяна: неопротерозойский (770–800 млн лет) вулканический пояс андийского типа // Геология и геофизика. 2011. Т. 52. № 7. С. 875–895.

20. Метелкин Д.В. Эволюция структур Центральной Азии и роль сдвиговой тектоники по палеомагнитным данным. Новосибирск: Изд-во Ин-та нефтегаз. геолог. и геофиз. СО РАН, 2012. 460 с.

21. Офиолиты и олистостромы Восточного Саяна / Н.Л. Добрецов, Э.Г. Конников, В.Н. Медведев, Е.В. Скляр // Рифейско-палеозойские офиолиты Северной Евразии. Новосибирск: Наука, 1985. С. 34–57.

22. Ранние стадии формирования Палео-Азиатского океана: результаты геохронологических, изотопных и геохимических исследований позднерифейских и венд-кембрийских комплексов Центрально-Азиатского складчатого пояса / В.В. Ярмолюк, В.И. Коваленко, В.П. Ковач [и др.] // Доклады АН. 2006. № 5 (410). С. 657–662.

23. Рошкетаяев П.А. Гонегер А.В. Неопротерозойский вулканизм юго-восточной части Восточного Саяна и связь с ним золотого оруденения // Ми-

нерагения Северо-Восточной Азии. Улан-Удэ: ИД «Экос», 2012. С. 136–140.

24. Рошкетаяев П.А., Катюха Ю.П., Рогачев А.М. Основные черты стратиграфии юго-восточной части Восточного Саяна // Стратиграфия позднего докембрия и раннего палеозоя. Южное обрамление Сибирской платформы. Новосибирск: Изд-во Ин-та геолог. и геофиз. СО РАН, 1983. С. 19–43.

25. Семинский Ж.В., Корольков А.Т., Бузов С.А. Рудоконтролирующие структуры золоторудных узлов в гнейсовых и гранито-гнейсовых комплексах (Восточная Сибирь) // Известия Сибирского отделения Секции наук о Земле РАЕН. Геология, поиски и разведка рудных месторождений. 2014. № 2 (45). С. 19–34.

26. Скляр Е.В., Добрецов Н.Л. Метаморфизм древних офиолитов Восточного Саяна // Геология и геофизика. 1987. № 2. С. 3–14.

27. Федотова А.А., Хаин Е.В. Тектоника юга Восточного Саяна и его положение в Урало-Монгольском поясе. М.: Научный мир, 2002. 176 с.

28. Формационные типы, литология и геохимия черносланцевых толщ юго-восточной части Восточного Саяна / А.Г. Миронов, С.М. Жмодик, Н.М. Меланина, Н.А. Немировская // Геохимия и методы анализа геологических объектов Забайкалья. Улан-Удэ: Бур. фил. СО АН СССР, 1986. С. 3–16.

Рецензент кандидат геолого-минералогических наук, профессор Иркутского государственного технического университета И.Н. Семейкин